



XVII EDICIÓN. Curso de Estudios Mayores de la Construcción

# La innovación en las técnicas, los sistemas y los materiales de construcción. CEMCO 2007

Volumen II

Materiales y productos



Madrid, 8 de febrero al 22 de junio de 2007

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, IETcc - CSIC





XVII EDICIÓN.

Curso de Estudios Mayores de la Construcción

# La innovación en las técnicas, los sistemas y los materiales de construcción. CEMCO 2007

Volumen II

Materiales y productos

Madrid, 8 de febrero al 22 de junio de 2007

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, IETcc - CSIC



© de los textos  
Los autores

ISBN-13: 978-84-691-2406-2

Edita: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. IETcc – CSIC

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción parcial o total por ningún medio mecánico, fotográfico, o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado sin permiso del editor.



## Introducción

Desde el año 1956 el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IETcc-CSIC) viene realizando, a través del Curso de Estudios Mayores de la Construcción, CEMCO, una labor de formación y difusión científico-tecnológica en el área de la Construcción y sus Materiales. La decimoséptima edición (año 2007), de este Curso MASTER, teórico-práctico, *LA INNOVACIÓN EN LAS TÉCNICAS, LOS SISTEMAS Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*, trató de continuar en la línea de informar sobre las novedades técnicas y los avances en cada área temática.

En el curso CEMCO 07 se planteó abordar la innovación desde un enfoque general dividiéndose en cinco áreas temáticas: MARCO GENERAL, ESTRUCTURAS, HABITABILIDAD EN EDIFICACIÓN, MATERIALES Y PRODUCTOS, DURABILIDAD Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO.

El curso constó de 16 seminarios de tres días de duración y 7 jornadas técnicas complementarias, de uno o dos días. Durante este tiempo se trataron tanto los conceptos consolidados como los últimos avances, se hizo hincapié en los aspectos más relevantes del marco general de la innovación y el desarrollo del sector, las estructuras a lo largo de su vida útil y de la habitabilidad en su relación con el medio ambiente, prestando además una atención especial a los materiales y productos.

A los profesores de este CEMCO les pedimos el esfuerzo adicional de tratar de decir por escrito lo que en este curso enseñaron, y que ha dado como fruto la obra que presentamos.

La publicación con el hilo argumental de la innovación en las técnicas, los sistemas y los materiales de construcción se divide en los siguientes cuatro volúmenes:

- Volumen I. – Estructuras y habitabilidad en edificación
- Volumen II. – Materiales y productos
- Volumen III. – Durabilidad y conservación de patrimonio
- Volumen IV. – Jornadas CEMCO

Esta obra no recoge lo expuesto en los seminarios y jornada sobre “Estudios avanzados sobre cementos morteros y hormigones”, “Reciclado de materiales en el sector de la construcción” y “CEMCO – RECOPAR Limpieza de superficies exteriores de elementos constructivos”, que se trata en publicaciones independientes.

Esperamos que esta obra contribuya a promover la innovación en la construcción y transferir conocimientos y, principales objetivo del CEMCO 07.

### **Los Directores de CEMCO 07:**

Juan Monjo Carrió. Dr. Arquitecto. Director del IETcc  
José Antonio Tenorio Ríos. Ingeniero de Caminos, IETcc



# **XVII edición del Curso de Estudios Mayores de la Construcción. CEMCO 2007**

## La innovación en las técnicas, los sistemas y los materiales de construcción

### Directores:

Juan Monjo Carrió  
José Antonio Tenorio Ríos

### Coordinación Docente:

M<sup>a</sup> Teresa Carrascal García

### Comisión Docente:

Compuesta por la dirección del curso y los directores de los seminarios:

M<sup>a</sup>Cruz Alonso Alonso  
M<sup>a</sup> Carmen Andrade Perdrix  
Ángel Arteaga Iriarte  
Virtudes Azorín-Albiñana López  
María Teresa Blanco Varela  
Antonio Blázquez Morales  
Rosa Bustamante  
Ana de Diego Villalón  
Aurelio Domínguez Álvarez  
Luis Fernández Luco  
Moisés Frías Rojas  
José Fullea García  
José Pedro Gutiérrez Jiménez  
David Izquierdo López  
Marcelo Izquierdo Millán  
María Pilar Linares Alemparte  
Mariana Linares Cervera  
María Eugenia Maciá Torregrosa  
Esperanza Menéndez Méndez  
Francisco Morán Cabré  
Manuel Olaya Adán  
Ignacio Oteiza  
Rafael Piñeiro Martínez de Lecea  
Francisca Puertas Maroto  
David Revuelta Crespo  
Jesús M<sup>a</sup> Rincón López  
Olga Isabel Río Suárez  
Fernando Rodríguez García  
Maximina Romero Pérez  
Julián Salas Serrano  
María Isabel Sánchez de Rojas  
Luis Vega Catalán

### Secretaría:

M<sup>a</sup> Rosa Rodríguez Beltrán

### Coordinadora de la obra:

M<sup>a</sup> Teresa Carrascal García

### Con la colaboración de:



Asociación de Miembros del  
Instituto Eduardo Torroja



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA



FUNDACION  
**ACS**

  
FUNDACIÓN  
CAROLINA



## **Volumen II**

### **Materiales y productos**

- S8** La evaluación de productos innovadores de construcción: DIT, DITE y DIT plus
- S11** Últimos avances en cerámica, vidrio y piedra natural



# Índice

## Volumen II

Seminario S8.

### **La evaluación de productos innovadores de construcción: DIT, DITE y DIT plus**

#### **Presentación**

Antonio Blázquez Morales

#### **Innovación en construcción. Teoría, situación y perspectivas**

Antonio Blázquez Morales

#### **La Directiva europea de Productos de Construcción y el Mercado CE**

Julio Salazar

#### **Implantación de la Directiva de Productos de Construcción. Comprobación del mercado CE y vigilancia del mercado.**

Luis Alonso

#### **Evaluación de la idoneidad de empleo de Productos y Sistemas innovadores: Guías de evaluación EOTA y UEAtc Mercado CE y DITE. Marcas de calidad: DIT y DIT plus.**

Antonio Blázquez Morales

#### **Nuevos sistemas de cerramientos con vidrio**

Benito Lauret

#### **Nuevos sistemas de paneles prefabricados portantes**

Rosa Senent

#### **Nuevos sistemas de aislamiento térmico por el exterior.**

Eduardo Lahoz

**Nuevos sistemas de aislamiento térmico con laminas reflectivas para paredes, suelos, techos y cubiertas.**

Julian Rivera

**Evaluación de sistemas innovadores para particiones. Guía EOTA N° 4**

Eduardo Lahoz

**Paneles cerámicos de gran formato, Paneles de yeso reforzado con fibras. DIT y DIT plus**

Antonio Blázquez Morales

**Nuevos sistemas para cubiertas**

Eduardo Lahoz

**Sistemas de impermeabilización de cubiertas con láminas fijadas mecánicamente. Mercado CE y DIT plus**

Julian Rivera

**Sistemas de impermeabilización líquida. Mercado CE y DIT plus**

Julian Rivera

**Sistemas de entramados ligeros y cobertura**

Rosa Senent

**Anexos****ANEXO 1**

Listado Normas Armonizadas, Guías EOTA y ejemplos de Mercado CE (Abril 2007)

**ANEXO 2**

Listado de DIT en validez (Abril 2007)

**ANEXO 3**

Listado de DITES en validez (Abril 2007)

**ANEXO 4**

DITEs sin Guías. Procedimientos CUAPs (Abril 2007)

Seminario S11.

**Últimos avances en cerámica, vidrio y piedra natural****Vidrieras modernas**

Ximo Roca

**El vidrio en la arquitectura actual**

J.P. Calvo

**Prestaciones y nuevas aplicaciones ópticas del vidrio en la edificación**M<sup>a</sup>.A. Villegas**El GRC como material compuesto de matriz cemento reforzado con fibras de vidrio AR. Soluciones en sistemas constructivos**

P. I. Comino, J.C. Romero

**Soluciones constructivas para el cumplimiento del CTE (térmica y acústica)**

F. Peinado y C. Rodero

**Últimos avances y prestaciones de los pavimentos y revestimientos cerámicos**

G. Monrós, C. Gargori



**Propiedades y Aplicaciones de los Pavimentos y Revestimientos de Gres. Porcelánico: Convencional y Modificado**

M. S. Hernández-Crespo, M. Romero y J. M<sup>a</sup>. Rincón

**Avances en prestaciones y productos de materiales de agarre**

J. Ortiz

**Plaquetas cerámicas en sistemas constructivos de fachadas**

Jesús Ma. Rincón, Maximina Romero, M<sup>a</sup>. S. Hernández- Crespo, y Eduardo Lahoz

**Diseño, aplicación y montaje de tejas cerámicas**

Guzmán Velert, Francisco; Marín Andrés, Félix; Pérez García, Mateo

**La piedra natural. Materiales, propiedades tecnológicas y su utilización en sistemas constructivos**

M. Ovejero, C. de la Fuente



Seminario S8

**La evaluación de productos innovadores de construcción:  
DIT, DITE y DIT plus**



## **Presentación**

¿Se han adaptado la mentalidad y los procedimientos de trabajo de los Arquitectos e Ingenieros a los nuevos materiales? ¿Se ha cambiado realmente la manera de concebir la construcción respecto a 30 ó 50 años atrás?

La acción de construir ha estado siempre ligada a los materiales de construcción y a sus técnicas de colocación tanto como a las ideas del arquitecto.

La innovación en construcción, tiene aspectos esenciales que la diferencian de otros sectores; de hecho, es una actitud que refleja de manera menos inmediata que otras actividades la evolución de la sociedad, pero es un procedimiento en muchos casos de mayor alcance social, con repercusión directa sobre el bienestar y la seguridad de los ciudadanos; una conducta o compromiso de las Instituciones o los particulares, que afecta no solamente a los productos de construcción, su fabricación y su puesta en obra, también a muchos otros aspectos relacionados, como son la generación o crecimiento de las empresas, la actividad de técnicos y Centros de Investigación, las políticas específicas de Gobiernos y Administraciones públicas, etc.

En construcción, innovar es quizás más aun que en otros ámbitos, enfrentarse con la búsqueda de soluciones a nuevas exigencias, una característica intrínseca al ser humano. La suma de las acciones - aprender, investigar y explorar -.

En el contexto europeo, la sociedad en general, por necesidad o por inquietud, también ha apostado por la innovación, lo que a su vez ha facilitado en el campo de la construcción y más específicamente en el relacionado con los productos de construcción, la generación de nuevos procesos, la mejora y actualización de los métodos de cálculo, la optimización de los sistemas de instalación y en algunos casos, la aparición de nuevos productos.

Hoy, es un hecho que cada vez existen más productos de construcción. A los productos ya conocidos se añaden nuevas propuestas de fabricantes y diseñadores que desean dar respuesta a más complejas y variadas exigencias. Con los nuevos productos y las nuevas formas de construir se dan respuestas, a nuevos requisitos, por ejemplo mayores niveles de iluminación, térmicos o acústicos para el confort de las personas, pero también, en muchos casos, se hacen propuestas para modificar los hábitos mismos de la sociedad. A las muchas dificultades que conlleva la actividad de proyectar y construir, se suma la necesidad de evaluar los nuevos productos para decidir sobre su utilización.

El objetivo de éste seminario es dar a conocer a técnicos, fabricantes y usuarios en general, nuevos productos y técnicas de construcción y los procedimientos que existen para la evaluación de los mismos. Materiales, procedimientos o sistemas constructivos no tradicionales para los cuales resulta esencial establecer criterios de evaluación de sus prestaciones que permitan eliminar las naturales reservas a su utilización y de forma general fomentar la innovación en el sector de la construcción.

El seminario abordará de manera general la evaluación realizada, en el campo del DIT y del DITE de diferentes sistemas constructivos y de forma particular el reciente procedimiento denominado Documento de Idoneidad Técnica plus (DIT plus), una marca de calidad complementaria al mercado CE.

Director del Seminario:

**D. Antonio Blázquez Morales. Arquitecto. Coordinador del DIT y DITE  
Instituto de Ciencias de la construcción Eduardo Torroja. IETcc-CSIC**



## **INNOVACIÓN EN CONSTRUCCIÓN: Teoría, situación y perspectivas.**

**Antonio Blázquez, Arquitecto.  
Coordinador del DIT y del DITE  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.**

---



*Fallingwater, Liliane y Edgar J. Kaufmann house, Mill Run, Pennsylvania. Fran Lloyd Wright*



**1**

**Frank Lloyd Wright**, Arquitecto, se hacía la siguiente pregunta:

*“¿Cómo pueden los nuevos materiales formar parte de una construcción hasta que aquellos que tienen que ver con el diseño, la construcción y el mantenimiento los entienden?”.*

La innovación fue una constante iniciativa en las obras desarrolladas por **Wright**; su experiencia en la construcción de una de sus viviendas: “*La casa de la cascada*” (*Fallingwater, Liliane y Edgar J. Kaufmann house, Mill Run, Pennsylvania*) es un buen ejemplo de ello.

Se cuenta que cuando se trató de demoler la última viga de madera del encofrado en el que había sido formada la gran terraza lanzada al vacío de la casa, los operarios rehusaron seguir el trabajo; los jefes del sindicato de la construcción, llamados al efecto, comunicaron cortésmente a **Wright** que no estaban dispuestos a pagar el seguro a las familias de los hombres que serían sepultados bajo los escombros de aquella “moderna locura” arquitectónica.

Cuando **Wright**, enfurecido, cogió el pico y se dirigió solo a demoler el armazón, algunos obreros se hicieron la señal de la cruz (...)

Pero la casa y sus terrazas siguen ahí muchos años después, aunque han debido realizarse algunas intervenciones posteriores de refuerzo de la estructura<sup>1</sup>, hasta convertirse en una verdadera obra de culto para la arquitectura. ¿No resulta al menos increíble que fuese diseñada y construida en 1935, hace ya 72 años?.

La innovación del diseño y el riesgo asumido en la construcción por **Wright** no admiten muchas discrepancias, como tampoco su acierto, con más de 3,7 millones de visitantes desde su construcción, pero sin embargo, algunos de los materiales empleados (estucos, por ejemplo) han manifestado con el tiempo problemas de durabilidad, algo imposible de prever con los medios de la época.

Seguramente **Wright** hubiera querido contar, como complemento a su deseo de innovación, con la evaluación previa de la idoneidad de empleo, las prestaciones, de la estructura y los productos utilizados en su obra. Quizá la construcción se hubiese demorado un cierto tiempo, aunque es muy posible que algunas intervenciones posteriores, con su elevado coste, pudieran haberse evitado.

Es un hecho, como ha demostrado la experiencia de estos últimos años, que la innovación en construcción, especialmente para los productos es muy difícil o su riesgo casi inaceptable si no se realiza previamente un estudio de sus prestaciones, de su comportamiento en función del empleo previsto; una evaluación que considere todos los requisitos, pero especialmente el de durabilidad; una evaluación que para los productos innovadores ha dado lugar, en el ámbito europeo, a los **Documentos de Idoneidad Técnica** (DIT), en otras lenguas: *Avis Technique, Zullassung, Agrément, Technical Approval, etc.*

La innovación en construcción tiene connotaciones esenciales que la diferencian de otros sectores; la construcción no sólo está formada por muchas técnicas, el proceso constructivo

---

<sup>1</sup> Diversos estudios realizados achacan la culpa al cálculo inicial de **Mendel Glickman**, joven ingeniero al servicio de Wright, aunque también se achaca a los efectos de una inundación y la caída de un árbol sobre la terraza principal (**James Loper**, Ingeniero de VTL).

es también complejo porque involucra a muchos sectores, a otras industrias, un proceso en el que el producto de construcción es sólo una parte; una parte pequeña, con sus técnicas específicas, pero con gran influencia en el resultado final.

Como se justifica más adelante, la innovación debería ser entendida como un proceso social en el que, son los fabricantes, los Gobiernos, los Centros de Investigación y los usuarios (*los agentes de la edificación que describe nuestra Ley de Ordenación en la Edificación*) los que establecen la intensidad y dirección del desarrollo tecnológico. La forma como estos agentes integran el concepto innovación en sus actuaciones determina la aceptación de los nuevos materiales y técnicas de construcción.

## 2

**Innovar**, según nuestro diccionario de la Real Academia de la Lengua, es *“introducir novedades”*, e **innovación**, además de la acción y efecto de innovar, la *“Creación o modificación de un producto y su introducción en el mercado”*.

Es decir, el diccionario de la RAE, que como sabemos recoge conceptos sólidamente asentados en la comunidad hispanohablante, asocia ya en su segunda acepción, innovación con producto, pero además relaciona producto con su posterior uso; una interrelación que, al hablar de productos de construcción, resulta fundamental, porque el producto de construcción a diferencia del producto industrial, precisa de una acción intermedia antes de su empleo: *la puesta en obra*.

Hay muchas otras definiciones del concepto innovación relacionado con la construcción, pero, por su incidencia en aspectos muy específicos de este sector, resulta interesante reseñar las siguientes:

*“Innovación es el éxito de la explotación de nuevas ideas. La relación entre ciencia y tecnología con los elementos comerciales de gestión, marketing y conocimiento”<sup>2</sup>.*

*“La innovación es un nuevo o mejorado procedimiento, producto o servicio. La innovación tiene tanto que ver con la forma con la que las empresas hacen negocios como con lo que éstas ofrecen a los consumidores. La innovación afecta a cualquier aspecto de la empresa: tecnología, operaciones financieras, investigación y desarrollo, procesos de fabricación, red de ventas o soporte post-venta”<sup>3</sup>.*

*“La innovación, cuando tiene éxito, es un cambio a mejor”<sup>4</sup>*

*“Las teorías más recientes sobre el crecimiento incorporan el conocimiento como un factor de producción más, conocimiento que tiene su reflejo en métodos más eficaces de producción y organización, y en nuevos y mejores productos y servicios. En este contexto, la innovación se revela como el resultado de múltiples interacciones entre los distintos agentes existentes: universidades, centros públicos y privados de investigación, empresas y grupos empresariales, entidades financieras, usuarios y administraciones públicas”<sup>5</sup>*

*Etc.*

<sup>2</sup> **Confederación de Industrias Inglesas**. Reino Unido. (1992)

<sup>3</sup> **Industria de Canadá: Innovando para el éxito: Una Guía práctica para las pequeñas empresas**. (1998)

<sup>4</sup> **Nick Waterman**, Quo-Tec. (1998)

<sup>5</sup> **Presentación del Plan Nacional I+D+I**. Ministerio de Ciencia y Tecnología de España. (2003)

Durante muchos años (a partir de la 2ª Guerra Mundial) en el estudio de la innovación, se adoptó lo que se ha denominado el “**modelo lineal**”. De acuerdo con este modelo, la ciencia conduce a la tecnología y la tecnología transforma la ciencia básica en aplicaciones comerciales, aplicaciones destinadas a satisfacer las necesidades del mercado. Es el sistema: **Ciencia, Tecnología, Empresa**. (CTE)

Sin embargo, para los productos de construcción hemos podido comprobar, que las tecnologías derivadas directamente de la ciencia o del mercado pueden ser un camino a la innovación, pero la ciencia básica no siempre conduce a la innovación; de hecho, sólo un porcentaje muy pequeño de tecnologías llegan al mercado.

Investigadores como **Lundvall**<sup>6</sup> y **Nelson**<sup>7</sup>, sostienen el criterio de que el punto de partida para la aplicación del modelo lineal al producto de construcción viene más de la rutina de aprender de la experiencia, el conocido lema inglés: “*Learning by doing*” (“Aprender haciendo”), que de la interacción ciencia-tecnología.

También otros investigadores como **Von Hippel**<sup>8</sup> mantienen la opinión de que la tecnología puede desarrollarse independientemente de la ciencia, en tanto que la conexión con otros agentes, por ejemplo usuarios, puede ser muy importante.

Varios análisis sobre este proceso, como el realizado por el **Agrément South Africa (ASA)**<sup>9</sup>, y otro que hemos realizado en el **Instituto Eduardo Torroja**<sup>10</sup>, concluyen que además de las nuevas tecnologías son sobretodo los cambios en el mercado y las normativas los que más afectan al sector de la construcción y facilitan a las empresas la oportunidad de innovar.

Es por ello que modelos como: (“*Technology push and market pull*”) –“**la tecnología empuja y el mercado tira**” -, se utilizan a menudo para analizar la innovación.

Por un lado, **la tecnología empuja** la innovación con la utilización de nuevas tecnologías o nuevos procesos. Por ejemplo, el uso de mallas geotextiles como refuerzo de bloques en la construcción de muros de contención de tierras, la incorporación de cenizas volantes o aditivos especiales a los cementos, la aplicación de las nuevas siliconas a los sistemas estructurales de vidrio, etc. El camino suele ser costoso y el tiempo necesario elevado –se necesitan importantes esfuerzos de marketing para introducir los nuevos productos-, por lo que este camino está más al alcance de las grandes empresas.

Por otro lado, **el mercado tira** de la innovación dando respuesta a las necesidades que van generándose, a menudo con la utilización de tecnologías existentes, sean del sector construcción o de otros sectores. Por ejemplo, muchos de los nuevos sistemas de fachadas ventiladas, la incorporación de aislamientos térmicos a paneles portantes de hormigón, los sistemas de encofrados recuperables de forjados, etc. El camino permite obtener ventajas inmediatas -reducción de tiempo y costes-, por lo que está más al alcance de las pequeñas y medianas empresas.

---

<sup>6</sup> **Lundvall** “*Reflections on how to analyze national systems of innovation*”. O. Kuusi. Helsinki, Taloustieto: (1992).

<sup>7</sup> **Nelson**. “*National Systems of Innovation: A comparative analysis*”. New York/Oxford. University Press (1993)

<sup>8</sup> **Von Hippel** “*Lead users: a source of novel product concepts*”. (1986)

<sup>9</sup> **Agreement South Africa**. “*Innovation in the Building & construction Industry: Guidelines for SMMEs*”. (Innovación en la industria de la edificación y la construcción. Guía para Pequeñas y Medianas Empresas). (1999)

<sup>10</sup> “Innovación en Construcción”. **A. Blázquez** (2006)

Sin embargo, la crítica más importante al modelo lineal, como indican **Edquist y Hommen**<sup>11</sup>, es su simplicidad; el mayor problema, como dice también la investigadora **Tessa Goverse**<sup>12</sup> es que no incorpora mecanismos que le permitan reaccionar, porque en el proceso además del éxito pueden producirse defectos o fallos esenciales.

Pero, a pesar de los defectos que presenta, la realidad es que el modelo lineal se ha implantado en gran medida, porque encaja bien con el enfoque que establece que para limitar el “fracaso / riesgo del mercado” en su interacción con la innovación, es necesaria la actuación de las Instituciones públicas proporcionando ayudas económicas a la I+D de las industrias, mediante subvenciones directas o financiando la investigación científica-básica.

El planteamiento **C-T-E** es utilizado en numerosos países, además de España. En nuestro caso, los **Planes Nacionales (PN) de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+I)**, se han venido apoyando precisamente en el principio derivado del modelo lineal que considera que: (...) *para fomentar la innovación y controlar el riesgo que supone, resulta necesario el apoyo público a la industria mediante ayudas a la investigación científica básica, (Investigación y Desarrollo)*.

Y así, el sistema español **Ciencia, Tecnología, Empresa**, desarrolla el modelo lineal fijando como hipótesis de partida que un mayor y más rápido desarrollo de nuestra ciencia y tecnología contribuirán, por una parte, a mejorar la aportación española a la ciencia – entendida como conocimiento que debe ser accesible por los ciudadanos de todo el mundo - y, por otra, a mejorar la competitividad de las empresas españolas; y con ello al crecimiento económico del país y a incrementar el papel de la ciencia y la tecnología en la formulación de políticas públicas de interés para el ciudadano.

Pero aunque nos consideramos una sociedad avanzada, como se indica en el PN español, para el periodo 2004-2007, ciencia, tecnología y, sobre todo, innovación son conceptos muy poco arraigados en España, si nos comparamos con países de nuestro entorno. Si bien en aspectos como la ciencia y la tecnología parece que España posee, en algunos campos, un nivel de primer orden en el ámbito mundial, esto no es así en lo referente a la innovación, concepto mucho más cultural.

Según el análisis que se hace en el PN, la dificultad estriba precisamente en que al tratarse de un concepto muy ligado a la cultura, serán necesarios quizás muchos planes de I+D+I para que arraigue en nuestra sociedad más allá del mero aspecto retórico; aunque, como también resalta el PN, de la innovación y del trabajo constante en actividades de I+D nuestra industria cerámica, por ejemplo, está entre las líderes del mundo; muchos de los accesorios del interior del automóvil se desarrollan y fabrican aquí para todo el mundo; o una de las pocas empresas del mundo con capacidad de fabricar vidrio para pantallas plasma de televisión está en España.

El PN parece adaptarse mejor a los productos industriales (automóvil, TV, etc.), y aunque también se refiere a la cerámica, un producto con muchos usos incluido la construcción, lo cierto es que la innovación de los productos cerámicos para construcción obedece más, según nuestra experiencia, a modificaciones en los procesos o descubrimiento de nuevos usos (nuevas materias primas, fachadas ventiladas, diseños de gran formato, suelos registrables, etc.), que a la investigación básica.

<sup>11</sup> **Edquist y Hommen** “Systems of Innovation: theory and policy for the demand side”. “Technology in Society” (21): 63-79 (1999).

<sup>12</sup> **Tessa Goverse** “Building a climate for Change” (2003)

En el estudio de **Bengt-Ake Lundvall**<sup>13</sup>, titulado: “*National Systems of Innovation –Towards a theory of innovation and interactive learning*”, se analizan los aspectos de los sistemas nacionales que son determinantes para el desarrollo de la innovación, resultando dos variables fundamentales: **La estructura (social y económica) de los países y el papel que desempeñan las Instituciones.**

Ambos factores referidos a la innovación conforman lo que **Lundvall** define como **Sistema Nacional de Innovación**: “*La suma de todos los aspectos de la estructura económica e institucional establecidos que afectan al aprendizaje, la búsqueda y la exploración*”: (*Learning + Searching + Exploring*)”.

La estructura social y económica es diferente en cada país. Algunas industrias son fuertes en algunos países y están iniciando su desarrollo en otros; productos que se han experimentado y estudiado en Alemania o Finlandia, no son conocidos en España o Italia, etc. Algunos países deben satisfacer necesidades inmediatas, mientras otros, en comparación, han alcanzado un nivel de desarrollo muy elevado los que les ha permitido establecer mayores exigencias con superiores niveles de calidad.

La actuación de las Instituciones, de los Estados, tiene que ver con la responsabilidad de éstos en la adopción de un modelo de calidad, de fomentar el desarrollo de las nuevas tecnologías, de definir disposiciones o regulaciones normativas, tanto para las obras como para los productos, de desempeñar un equilibrado papel de clientes, etc.

Una idea básica en estas teorías, es que el comportamiento de los fabricantes puede ser dirigido por las Instituciones cuando establecen los incentivos y/o obligaciones para la innovación, como son las leyes, disposiciones normativas, reglamentos, normas técnicas, etc.

En el caso español, hay recientes acciones institucionales ligadas específicamente con la construcción.

Resulta evidente la trascendencia de la primera **Ley de Ordenación en la Edificación** española, con entrada en vigor el 6 de mayo del año 2000, que supuso un cambio sin precedentes del panorama de la construcción, pero hay otras disposiciones como por ejemplo la **Ley Española 43/1995 (Ley del impuesto de sociedades)**, que, aparentando ser más ajena al sector, no deja de producir un cierto agravio al producto de construcción, si se analizan sus definiciones (artículo 33) sobre **Investigación y Desarrollo, e Innovación tecnológica**; así en el punto 3 del mismo artículo, se dice en la Ley:

Concepto de innovación tecnológica.

- *Se considerará innovación tecnológica la actividad cuyo resultado sea un avance tecnológico en la obtención de nuevos productos o procesos de producción o mejoras sustanciales de los ya existentes. Se considerarán nuevos aquellos productos o procesos cuyas características o aplicaciones, desde el punto de vista tecnológico, difieran sustancialmente de las existentes con anterioridad.*
- *Esta actividad incluirá la materialización de los nuevos productos o procesos en un plano, esquema o diseño, así como la creación de un primer prototipo no*

<sup>13</sup> **Bengt-Ake Lundvall.** “*National Systems of Innovation –Towards a theory of innovation and interactive learning*”. London, Pinter. (“Sistemas nacionales de Innovación. Una teoría de la innovación y el aprendizaje interactivo”). (1992)

comercializable y los proyectos de demostración inicial o proyectos piloto, siempre que los mismos no puedan convertirse o utilizarse para aplicaciones industriales o para su explotación comercial.

No se considerarán actividades de investigación y desarrollo ni de innovación tecnológica las consistentes en:

- (...) los esfuerzos rutinarios para mejorar la calidad de productos o procesos, la adaptación de un producto o proceso de producción ya existente a los requisitos específicos impuestos por un cliente, los cambios periódicos o de temporada, así como las modificaciones estéticas o menores de productos ya existentes para diferenciarlos de otros similares.

En todo caso, es posible que no todo el mundo comparta los significados de las definiciones que incluye dicha Ley, pero esta Ley resulta ser una Ley tributaria y por tanto con carácter impositivo o dicho de otra manera, un condicionante muy influyente sobre la actividad de los fabricantes, uno de los resultados de actuación de las Instituciones de la teoría de **Lundvall**.

Parece que como primer paso deberíamos “armonizar” los significados de las definiciones para, como dice **Carlos Martí**<sup>14</sup>: (...) “evitar el ingenuo error que supone admitir que basta que dos interlocutores pronuncien la misma palabra para que se establezca entre ellos un pleno entendimiento sobre lo que ambos están queriendo decir”.

O como me preguntaba un colega y amigo mejicano: *¿Qué entiendes tú exactamente por entiendes?*

### 3

En este panorama de acción institucional, a veces confuso, de apoyo o penalización, o simplemente sin apoyo, deben desenvolverse los fabricantes, técnicos y usuarios de los productos de construcción.

Un sector construcción que, como recoge la LOE, es determinante para el bienestar de los ciudadanos, y para el que, al menos en el caso de España, la inversión pública en investigación (una *actuación institucional* clave), no parece acorde a su importancia si lo comparamos con otros países desarrollados.

De un estudio que hemos realizado en el IETcc<sup>15</sup> sobre la situación internacional relativa a la inversión y apoyo a la innovación, se obtienen diversas conclusiones significativas.

- La primera conclusión es obvia: Los países más industrializados invierten no sólo más dinero en investigación, también lo hacen en proporción mayor a su número de habitantes.
- La actividad de la construcción, al menos en el caso español, es siempre más pronunciada que la que se da en el conjunto de la economía. Oscilaciones mayores tanto en épocas de expansión como de recesión que son consecuencia del carácter siempre más cíclico del sector y su sensibilidad a los cambios.

<sup>14</sup> **Carlos Martí Arís. (2005).** “La cimbra y el arco”. Fundación Caja de Arquitectos.

<sup>15</sup> **A. Blázquez. (2006).** “Innovación en Construcción”. IETcc.



- La influencia definitiva que tiene el sector público, al ser el Estado el que más invierte, es consecuencia de que sólo las compañías más competitivas puedan sobrevivir en los periodos de crisis, no sólo por ofrecer productos de mayor calidad, sino además porque en esas situaciones es cuando más solvencia se requiere.
- Es también muy significativo que los momentos de mayor innovación en construcción coinciden precisamente con los finales de periodos de crisis económicas.
- Lo que en ámbitos especializados se denomina el “efecto arrastre” de la demanda de construcción sobre la restante actividad económica se estima hoy en aproximadamente el 2,5. Es decir por cada millón de euros de valor añadido bruto (V.A.B.)<sup>16</sup> de la industria de la construcción se induce una actividad adicional en los sectores suministradores y complementarios por valor de 1,5 millones.
- Según los datos disponibles (SEOPAN) en el año 2003, para la construcción española, el V.A.B. representa el 8% del Producto Interior Bruto (P.I.B.)<sup>17</sup>, el sector emplea al 11% de toda la población ocupada y desarrolla una actividad equivalente al 10% de la europea, ocupando el quinto puesto entre los países de la U.E.
- Resulta de gran importancia para los productos el hecho de ser la edificación residencial nueva casi un tercio de la inversión. Como algunos estudios de mercado realizados por Asociaciones o Fabricantes han concluido, la demanda no decrecerá todavía a corto plazo considerando que hay un importante número de inmigrantes que llegan a nuestro país y también un gran número de jóvenes que buscan nueva vivienda.
- Ante esta situación y al contrario que ocurría en los años 50 y 60 en los que la alta demanda era sinónimo de falta de calidad, los mecanismos que las Instituciones Ayuntamientos, Comunidades Autónomas y el propio Estado han generado parecen asegurar como mínimo un nivel aceptable de calidad, una apreciación que se confirma con la demanda creciente de evaluaciones de productos innovadores, de solicitudes de DIT al IETcc, con más de 100 expedientes en curso en estos momentos.

Para la investigación relacionada con los productos innovadores no disponemos de mucha información. No hay estudios realizados de interrelaciones claras entre inversión en investigación / innovación (incluyendo todos los alcances posibles) y la parte que representan los nuevos sistemas constructivos.

Es precisamente la actividad del DIT la que en el ámbito internacional (europeo principalmente) proporciona información sobre la evolución de la innovación si se consideran los resultados anuales de Organizaciones internacionales como la **UEAtc** (“*Union Européenne pour l’Agrément technique dans la construction*”), creada en 1960, que reúne a los Institutos de 18 países europeos (uno por país) o la **EOTA** (“*European Organization for Technical Approvals*”), creada en 1990 que reúne a Institutos representantes de los 25 países de la Unión Europea (generalmente más de uno por país).

---

<sup>16</sup> **V.A.B.** Valor Añadido Bruto. Es el valor de los bienes y servicios producidos una vez deducido el valor de los bienes intermedios que se han empleado en el proceso de producción.

<sup>17</sup> **P.I.B.** Producto Interior Bruto. Es el valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos en un país durante un determinado periodo de tiempo. Puede expresarse en euros corrientes o de cada año (PIB nominal), o en euros constantes de un año que se toma como base (PIB real).

Ninguna de estas Organizaciones ha realizado tal estudio, pero del análisis de los informes que, con el fin de intercambiar experiencias, cada Instituto reporta anualmente a la UEAtc sobre las actividades relativas a los Documentos de Idoneidad Técnica, podemos deducir algunas conclusiones:

- Las diferencias entre Institutos/Países son todavía muy significativas: España, Portugal o Italia conceden una media de 25/30 DIT anuales frente a los 150/300 que se emiten en países como Francia, Reino Unido, Polonia o República Checa.
- Los productos innovadores que son sometidos a evaluación en los Institutos reflejan las diferencias mencionadas anteriormente en cuanto a las diferentes estructuras sociales y económicas. Pero hay algunos grupos de productos coincidentes, productos cuyos fabricantes suelen ser los más interesados en la exportación: Fachadas ventiladas, impermeabilizantes, paneles de cerramiento.
- En todos los países se producen repercusiones claras a los fabricantes y productos de construcción con la entrada en vigor de leyes, Reglamentos o Directivas nacionales o Comunitarias. En España la demanda generada por las Compañías Aseguradoras a través de los Organismos de Control Técnico, consecuencia de la entrada en vigor de las exigencias de la LOE y el reciente Código Técnico de la Edificación refleja una situación ya vivida anteriormente, aunque con matices, por otros miembros de la UEAtc, como el CSTB en Francia
- La entrada en vigor de la Directiva de Productos de Construcción (DPC) y el mercado CE con carácter fundamentalmente obligatorio ha generado diversidad de enfoques entre los Institutos y sobretodo los Estados Miembros. Posiciones nacionales lejos todavía de estar “armonizadas” y que tienen en muchos casos más relación con aspectos aduaneros o legales que con resolver las verdaderas demandas del mercado. La innovación en estos casos ha perdido ese carácter progresista que a veces se le asocia para tornarse una exigencia administrativa.
- El mercado CE de los productos tanto tradicionales como innovadores no considera la evaluación de la puesta en obra de los productos, (así lo establece la propia DPC), al considerar que este es un aspecto para ser regulado por cada Estado Miembro, por razones climatológicas, culturales, etc. Esta consideración ha generado una situación más compleja en principio para los productos innovadores que para los tradicionales con evidente repercusión en las decisiones de empleo de los mismos.
- Hay una falta clara también de “armonización” en el enfoque de la innovación. Los productos que son llamados innovadores se corresponden más en general con productos no normalizados o “cubiertos” por normativa, que con productos realmente relacionados con la innovación, y son éstos los que más dificultades encuentran para vencer las barreras comerciales y técnicas existentes entre países.
- Las diferencias en la concesión de DITEs para el Mercado CE, son también significativas entre países y reflejan además del diferente valor del Mercado en cada Estado de la UE, las diferencias culturales en la interpretación de la DPC. En el cuadro adjunto preparado en base a los datos suministrados por la EOTA puede observarse los DITEs concedidos hasta el año 2006.



### Números de DITES concedidos por País e Institutos (2006)

| País            | Organismo de Concesión del DITE  | Nº DITES |
|-----------------|----------------------------------|----------|
| Alemania        | DIBt                             | 300      |
| Francia         | CSTB                             | 96       |
| Austria         | OIB                              | 92       |
| España          | IETcc                            | 24       |
| Italia          | ITC(STC, CSEA, nil)              | 12       |
| Holanda         | IKOB, BMC, SKG, Kiwa             | 10       |
| Reino Unido     | BBA                              | 11       |
| Dinamarca       | ETA-Danmark                      | 9        |
| Finlandia       | VTT                              | 15       |
| Suecia          | SITAC                            | 8        |
| Irlanda         | IAB                              | 0        |
| Bélgica         | DGV/UBAtc                        | 5        |
| Noruega         | NBI                              | 5        |
| Portugal        | LNEC                             | 5        |
| República Checa | TZUS                             | 11       |
| Eslovaquia      | TSUS                             | 0        |
| Hungría         | EMI                              | 0        |
| Chipre          | CEE-LAB                          | 0        |
| Grecia          | ELOT                             | 0        |
| Lituania        | SPSC                             | 0        |
| Luxemburgo      | Laboratoire de pont et chaussées | 0        |
| Islandia        | IBRI                             | 0        |
| Latvia          | ETA-Latvia                       | 0        |
| Estonia         | TUT                              | 0        |
|                 |                                  |          |
| Suiza           |                                  | 0        |
|                 |                                  |          |

- El mayor número de DITES se ha concedido en Alemania y Austria donde el documento es totalmente obligatorio o en Francia donde se exige el seguro decenal tradicionalmente. En España el número es bastante importante si consideramos las dificultades para la implantación de la DPC, si bien la aparición del nuevo Código Técnico ha modificado el comportamiento del sector obligado a obtener el DITE en los casos que se haya redactado una Guía DITE y el periodo transitorio haya finalizado.

#### 4

Descubrir nuevos materiales como fueron el hormigón armado o el acero inoxidable, raramente son los objetivos de los fabricantes de productos. La mejora de los procesos de producción o la puesta en obra, son, más que otros, los objetivos principales de la innovación, en un sector que utiliza productos basados en tecnologías de antigüedades frecuentemente superiores a los 25 años, cuya mejora exige procesos más largos que en otros sectores.

Según el investigador **Grübler**<sup>18</sup>, se demuestra que se necesitan periodos de hasta dos décadas para adaptar los cambios técnicos que se introducen, frente a otros sectores industriales que se actualizan cada dos años.

Y aunque tampoco pueda decirse que no exista innovación en la construcción, lo cierto es que parece que esta innovación ha sido muy poca comparada con otros sectores industriales como el del automóvil, o el aeroespacial.

<sup>18</sup> "Time for a change: on the patterns of diffusion of innovation. **Grübler, A.** (1997). *Tecnological trajectories and the human environment*. J.H.A and H.D.L. C. Edquist

Existen varias razones para esto, pero casi todas se derivan de la extraordinaria fragmentación del sector. De acuerdo con los datos del estudio realizado por la DG III de la UE, aproximadamente el 90% de las compañías de construcción tenían menos de 20 empleados en 1996.

Frente a la industria, la construcción se compone de un número espectacular de promotores y constructores, de prescriptores, de proyectistas y sobretodo de fabricante de productos. Fabricantes que pueden ser además multinacionales que comercializan sus productos en todo el mundo o pequeñas empresas que fabrican productos de uso local, pero todos compitiendo entre sí; fabricantes para los que la nueva situación comunitaria (Directiva de Productos de Construcción, Mercado CE, etc.) puede no ser un beneficio necesariamente, simplemente porque, aunque resulte paradójico, se puede requerir un nivel menor de exigencia que el que ya existía en las diversas situaciones nacionales.

El producto de construcción tiene connotaciones muy específicas que le diferencian del producto industrial. Como indica **J. Calavera**,<sup>19</sup> a diferencia de la industria cuyos productos se venden y compran para su empleo directo, los materiales y componentes de construcción se adquieren para integrarlos posteriormente en las obras mediante un proceso que precisa de un proyecto y posterior ejecución.

El ordenador, el frigorífico, o el “MERCEDES”, por ejemplo, no necesitan más proceso posterior que el de conexión a la red, su encendido o puesta en marcha. Un sistema de aislamiento por el exterior o un anclaje mecánico, sin embargo, precisan, casi más que su diseño, una cuidadosa atención a su puesta en obra.

Son las dos fases del proceso en la definición de la RAE de innovación: Creación o fabricación del producto y su introducción en el mercado, que, en construcción, finaliza con la incorporación a la obra.

El producto de construcción, completando lo que indica la investigadora **Tessa Goverse**<sup>20</sup> en su estudio sobre edificación y medio ambiente, tiene como particularidades, frente al producto industrial, las siguientes:

- **Está destinado a una obra concreta y también a una localización precisa dentro de la misma.** Ej. Un producto de impermeabilización para un edificio de oficinas con cubierta plana de grandes dimensiones, en la planta décima, en La Coruña.
- **Precisa la puesta en obra para adquirir su condición de producto.** Ej. Un mortero monocapa preparado para fachadas.
- **Tiene previsto un uso que, a su vez, genera prestaciones específicas a satisfacer.** Ej. Un panel para tabiquería tiene diferentes exigencias si se coloca en la separación de locales con el mismo uso o locales de usuarios diferentes.
- **Los agentes (técnicos, constructores) cambian frecuentemente en las obras.** Mientras en el sector industrial se tiende a mantener los equipos, en la construcción resulta normal que cada proceso, implique distintos técnicos con distintos constructores.

<sup>19</sup> **J. Calavera y otros.** “Informe sobre el valor real del mercado CE para productos de la construcción”. Edición patrocinada por el Instituto Español del cemento y sus Aplicaciones (IECA) (2002)

<sup>20</sup> **Tessa Goverse** “Building a Climate for change”. (2003)

- **Debe tener una vida útil larga**, considerando que forma parte de construcciones que son costosas y de las que, en general, se espera mayor vida útil que la durabilidad que se requiere a los propios productos. Hay productos fácilmente sustituibles como un canalón o una ventana, pero otros productos, por ejemplo un sistema constructivo de forjados, un sistema estructural para muros, etc., deben garantizar una vida útil de 50 ó 100 años, o aún más. Y es la dificultad de evaluar la durabilidad de los productos de construcción para tantos años, la que genera una incertidumbre que no ocurre con el producto industrial, normalmente sujeto a estimaciones de vida útil mucho más reducidas.
- **Tiene un considerable impacto en el medio ambiente, y contribuye en muchos casos a los cambios climáticos.** Hay productos que contienen sustancias consideradas hoy peligrosas, CFC, amianto, etc., que no fueron consideradas así en otros momentos. Los productos además deben cumplir regulaciones (normas, reglamentos, etc.) específicas relacionadas con el medio ambiente como la reciclabilidad, pero también quedan regulados en el diseño como por ejemplo las normativas que condicionan las edificaciones que por su elevada altura pueden influir en el microclima de las ciudades, bloqueando el viento, modificando la vegetación, etc.
- **Tiene connotaciones de responsabilidad muy altas.** Y no sólo responsabilidades civiles; los aspectos de seguridad y estabilidad son materia, también, de responsabilidades penales.

Estas particularidades, son aún más específicas si el producto es además innovador:

- **Su idoneidad de empleo y durabilidad se juzga a partir de ensayos de laboratorio y precisa avales técnicos (DIT, DITE) que reduzcan la reticencia a su utilización.**
- **Su utilización está condicionada a la existencia o no de regulaciones nacionales o locales específicas.**
- **Su puesta en obra depende siempre de instaladores cualificados, lo que dificulta en muchos casos su exportación.**
- **Etc.**

Pero las diferencias entre el producto industrial y el producto de construcción no significan que este último se obtenga sin tener en cuenta las ventajas de la producción de aquel. Más aún, no significa que muchos de los componentes que se utilizan no sean producidos bajo enfoques puramente industriales. Por ejemplo, los paneles sándwich de caras de metal y alma de poliuretano, o los perfiles que permiten la elaboración de las ventanas, provienen directamente de la construcción industrial.

El producto de construcción aún siendo bien diferente del producto industrial toma muchos de los procesos de fabricación de este y es por eso que el término “industria de la construcción” enlaza lo mejor de ambos sectores.

En todo caso, como decía **Salvador Pérez Arroyo**<sup>21</sup>: *Alejarse de la industria y de las posibilidades que los nuevos materiales o sistemas proporcionan es alejarse del hombre y de la cultura que este ha creado.*

## 5

Llegados a este término parece que puede decirse que innovar en construcción es una actividad compleja y además con riesgo.

Entonces, ¿de donde viene la necesidad de innovar?, ¿del técnico, arquitecto o ingeniero, que quieren avanzar proponiendo nuevas propuestas constructivas, nuevas soluciones para nuevos requerimientos?, o del industrial, del fabricante, que decide aceptar nuevos retos y arriesgar con nuevas ideas, ¿de ambos? o ¿de otros?

Como se ha señalado anteriormente, la teoría más sólida sobre innovación es la que indica que ésta se desarrolla apoyándose en todos los agentes que intervienen en la construcción: Técnicos, Fabricantes, Entidades de Control, Instituciones, Centros de Investigación, Clientes y Usuarios, etc. De todos los estudios existentes, el más apropiado, desde nuestro punto de vista, para la situación española y europea, es el que considera que la innovación se apoya en tres pilares fundamentales:

- *Innovación en el diseño*
- *Innovación en los productos*
- *Actuación de las Instituciones*

Hay muchas opiniones sobre la innovación en el diseño, aunque ya que, en general, en construcción el diseño está más asociado a arquitectos e ingenieros podemos tomar como muestra, algunas opiniones de éstos.

El arquitecto es según el diccionario de la RAE: *“la persona que profesa o ejerce la arquitectura”*; y la arquitectura es: *“el arte de proyectar y construir edificios”*.

También el diccionario dice que la construcción es: *“el arte de construir”*. La arquitectura o la construcción entendidas como una de las siete artes: *Arquitectura, pintura, escultura, cine, poesía, danza y cine.*

La palabra griega *architekton*, está compuesta de *“archi”*, que significa “persona con autoridad” (el *“praefecti fabrorum”* de los latinos) y *“tecktom”* que significa “artesano o constructor”. Este término griego parece que añade algo más a la definición de nuestra RAE: la autoridad para decidir.

El arquitecto, en la acción (arte) de proyectar tiene así la capacidad / oportunidad de elegir. Elegir la arquitectura; es decir, la forma abstracta o figurativa, la solución estructural, las instalaciones y entre otras muchas más cosas los productos que desea utilizar. Y esta posibilidad de elegir se asocia con la natural inquietud que genera la oportunidad de resolver nuevos requerimientos, la ocasión de pensar en nuevas ideas para encontrar nuevas soluciones, de buscar nuevos materiales que materialicen las nuevas exigencias.

Decía **Le Corbusier**, arquitecto francés ligado fundamentalmente a la innovación, que los arquitectos innovan por *“egoísmo”*:

---

<sup>21</sup> **Salvador Pérez Arroyo**. Introducción al libro. “Industria y Arquitectura”. Julián Salas y otros. Pronaos. (1991)

*“Todo hombre que concibe algo se apasiona en la búsqueda de la solución. ¿Por qué se apasiona? Por definición de la acción = movimiento = impulso = propulsión. Para saciar su egoísmo fundamental: hacerlo mejor que el vecino, más barato, más bello.”*

Pero este egoísmo puede también entenderse como dice **Antonio Fernández Alba**<sup>22</sup>, como pura **“necesidad”**:

*“La arquitectura acumula en la consolidación de sus formas, las expresiones fragmentarias a que tal proceso conduce, como bien sabemos, el proceso creador presupone de su origen el sentimiento de descubrir, existe por tanto en el arquitecto la necesidad de inventar.”*

Y **Alejandro de la Sota**, otro arquitecto español reconocido por el uso de nuevos materiales, opinaba:

*“Los arquitectos innovamos, “porque no queda otro remedio”, si queremos seguir nuestro tiempo. Los cambios de los estilos arquitectónicos fueron siempre culturales. Hoy son materiales; únicamente los nuevos materiales nos permiten hacer nuevas arquitecturas.”*

Variadas razones de los técnicos para innovar, razones que naturalmente van parejas a las dificultades que se encuentran.

Imaginemos que, como le ocurriera a **Wright**, el arquitecto tuviera siempre que enfrentarse con la decisión de empleo de un nuevo producto sin otra herramienta que su conocimiento.

En esta situación y frente a la documentación que pueda proporcionarle el fabricante o suministrador del producto, y que, en general, es siempre más comercial que técnica, el técnico tiene en realidad sólo dos opciones.

Una opción es realizar por sí mismo la evaluación. Para ello, tendría que verificar las prestaciones del producto que indica el fabricante, decidir y encargar la realización de ensayos y pruebas que después se obligará a interpretar, necesitará analizar los criterios de cálculo y puesta en obra, etc.; lo que significa que deberá disponer de medios y conocimientos suficientes y sobretodo de tiempo; pero además el técnico tendrá que valorar si es posible obtener por esta vía toda la información necesaria para que le resulte ventajoso emplear ese nuevo producto, o bien, si no es mejor cambiar de idea y emplear un producto tradicional, aún a riesgo de que éste no sea la alternativa más adecuada.

La otra opción del técnico es solicitar toda esta información a un Centro que tenga reconocida experiencia en la evaluación de los productos innovadores, no sólo porque la investigación científica se lleva a cabo principalmente en laboratorios, también porque la dificultad más importante estriba en establecer cuáles son los requisitos esenciales que se deben cumplir.

No podemos sin embargo obviar, que muchos arquitectos aprenden o buscan sobre un sistema constructivo cuando lo necesitan para un determinado Proyecto. Hasta entonces acumulan conocimientos generales, procesan información, pero es ante el Proyecto cuando necesitarán “investigar”.

---

<sup>22</sup> **Antonio Fernández Alba**. Lección inaugural del curso académico 1995-96, en la Escuela Técnica Superior de arquitectura de Granada. (1995)

**6**

El segundo apoyo de la innovación es el que se realiza con los productos.

La innovación incorporando un nuevo producto no es un proceso que se inicia en el laboratorio del fabricante y finaliza con la incorporación al mercado, a la obra. El proceso es la suma de muchas actividades, a veces no directamente conectadas. Para los fabricantes, como se ha resaltado anteriormente, innovar no es únicamente inventar nuevos productos; en muchos casos es más la mejora de los procedimientos de fabricación, de los mecanismos de control, de los sistemas de puesta en obra, del diseño, de la aplicación de nuevos conocimientos (los indicadores que resaltaban **Miozzo y Dewick**); actividades en suma, no siempre consideradas por los Planes nacionales I+D+I ó Leyes, como investigación.

La innovación además de la acción de inventar, debería ser y así lo entienden muchos fabricantes, un proceso continuo, un estado permanente de revisión del producto, de aplicación de nuevas tecnologías, de solución de problemas de mercado o de consideración de nuevas mejoras.

En el estudio sobre innovación titulado: “*Innovación en la industria de la construcción*” realizado por el “**Agreement of South Africa (ASA)**”<sup>23</sup>, se habla de tipos de innovación cuando se establecen las siguientes categorías:

- **Innovaciones en los productos:**  
*Ej. Cambio de la espuma en un panel sándwich, utilización de nuevas fibras de refuerzo en un mortero, etc.*
- **Innovaciones en el proceso:**  
*Ej. Informatización, aseguramiento de la calidad, organización de la puesta en obra, etc.*
- **Innovaciones en el sistema de producción:**  
*Ej. Control de tiempos, nuevos equipos de fabricación, etc.*
- **Innovaciones en el diseño:**  
*Ej. Definición del modelo de cálculo, kit de muro cortina, etc.*

La experiencia que tenemos a la vista de la información internacional disponible, muestra que en general las mayores innovaciones se dan con las dos primeras categorías, mientras que la innovación en los sistemas de producción para mejorar la producción se encamina a mejoras para obtener resultados a largo plazo y la innovación en el diseño es menos frecuente. Y entre los dos primeros casos, es más corriente la innovación en el proceso, para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), dada la menor escala del cambio, mientras que la innovación de productos está más al alcance de las grandes empresas.

En todo caso, sea cuales sean las características de las empresas, los empresarios, para involucrarse con éxito en innovación, deben tener conocimientos y medios, como para cualquier producto tradicional, pero también resulta preciso además un “extra” de iniciativa, confianza, fe en sus propias ideas y, en cierto modo, necesitan algo de “suerte”. ¿Tendrá aceptación el producto?, ¿Se mejorarán los procedimientos con la inversión realizada?, etc.

Hace ya más de 50 años, en 1951, **Burham Kelly**<sup>24</sup>, en su libro “*The prefabrication of Houses*”, recogía los variados intereses de las empresas americanas en la construcción y la

<sup>23</sup> **Agreement South Africa (ASA)**. *Innovation in the Building & Construction Industry*. (1999).

<sup>24</sup> **Burham Kelly** “*The prefabrication of Houses: a Study by the Albert Farwell Benis Foundation in the United States*” Londres, Chapman-Hall, 1951

concepción de sus productos, para involucrarse en innovación, resultando tres motivos principales, válidos todavía hoy: ***soluciones técnicas, nueva arquitectura y para la mayoría, la seguridad de su venta.***

Hay por supuesto fabricantes que pueden demostrar su interés por la calidad, por participar en el desarrollo de la sociedad, preocupados realmente por el medio ambiente, etc., pero en términos generales, el principal objetivo del fabricante es hacer negocio con la fabricación de sus productos; obviamente lo que quiere el fabricante es vender. (Lo que no es necesariamente antagónico de calidad).

Y la venta, como en otro orden de cosas, no sólo en construcción, tiene que hacer frente a su vez a la competencia y así, muchas veces por pura necesidad, las razones principales que mueven a la mayoría de los fabricantes a investigar se derivan de dos razones principales: **“Competitividad y reducción de costes”**.

El estudio citado del **ASA**, recoge muchos de los criterios que motivan al fabricante (empresario) para involucrarse en la innovación y lo que ello le supone de exigencia.

Como dice este estudio, el fabricante-empresario es el catalizador que combina o debería combinar conocimientos técnicos sobre el producto y su puesta en obra, conocimientos básicos y prácticos sobre los principios del negocio, capacidad económica y conocimientos sobre la industria de la construcción, con el fin de:

- *Presentar innovaciones que tengan éxito.*
- *Comercializar el producto y los servicios que conlleva.*
- *Obtener financiación*
- *Asegurar la permanencia y crecimiento de la empresa*
- *Obtener beneficios*

Ser más competitivos o desarrollar adecuadas acciones de reducción de costes pueden realizarse tanto con acciones sobre el producto, por ejemplo, modificando la composición para mejorar o facilitar la aplicación o los rendimientos, como con acciones sobre el proceso de fabricación, por ejemplo, sustituyendo o mejorando los equipos, informatizando las tareas, o con acciones en la ejecución, por ejemplo optimizando los procedimientos de puesta en obra; pero también con acciones, todavía no lo suficientemente frecuentes en las estructura de las empresas, como son el servicio postventa y de atención al cliente.

El fabricante, una vez que acepta el reto de introducir una nueva idea, de presentar un nuevo producto o proceso, tiene que establecer los mecanismos necesarios en su empresa para llevar a cabo la producción y todas sus fases posteriores, tiene que establecer los costes y la estimación de beneficios y para alcanzar sus objetivos necesita encontrar los clientes y después... hacer la venta.

Como se indica en el PN 2004, la mejora de la competitividad es un objetivo de las empresas con el fin de incrementar de forma general el nivel de ciencia y tecnología tanto en cantidad como en calidad.

Para las situaciones nacionales, la Unión Europea es una oportunidad para vender, pero es origen de nuevos competidores. Ni siquiera disponer del mercado CE asegura la venta. Como se dice en el ámbito de la Directiva de Productos de Construcción:

*¡El mercado CE es la oportunidad de vender, no la obligación de comprar!*



Y en el ámbito de esta competencia entre fabricantes y productos, hay otro motivo fundamental que constituye una de las principales razones de los fabricantes para invertir en innovación: **“Reducir el tiempo de ejecución de las obras”**.

El fabricante suele buscar en su investigación particular sobre una determinada unidad de obra, mejoras económicas respecto al coste de los componentes y mejoras económicas respecto al coste de la mano de obra, pero sobre todo una reducción del tiempo de ejecución que en algunos casos es incluso más relevante que la reducción del precio.

Frente a estas razones que motivan a los fabricantes a apostar por la innovación, se encuentran parejas las numerosas dificultades.

Una reciente dificultad es el establecimiento por la Comunidad Europea de criterios dirigidos a conseguir un crecimiento y desarrollo sostenibles en clara concordancia con el medio ambiente, lo que supone una exigencia especial: **El aprovechamiento de los materiales renovables, así como al reciclado de productos**.

Como se indica en el Plan Nacional I+D+I, el fin del ciclo de vida de los productos es una gran prioridad en el ámbito nacional e internacional, por lo que se impone la consideración de un concepto global sostenible, basado en la relación material / proceso / propiedades / comportamiento en servicio (prestaciones) / ciclo de vida, para el desarrollo futuro de la industria de los materiales.

El fabricante español no ha estado sometido tradicionalmente a demasiadas presiones medioambientales por lo que la nueva situación es una exigencia complementaria para alcanzar, ya en breve plazo, una posición más competitiva en el ámbito internacional. Y es este un requisito que ha comenzado a tenerse en consideración recientemente en la evaluación de productos innovadores. Los aspectos medioambientales o lo que viene llamándose “sostenibilidad”, serán ya en breve plazo una parte fundamental en la realización de los DIT.

Una dificultad nueva que se añade a otras más antiguas, como por ejemplo, la que se deriva del hecho de que el producto de construcción debe ser aceptado por un cliente formado, un técnico (arquitecto, arquitecto técnico o ingeniero) que decide entre otros productos similares; un técnico al que el fabricante debe: **Proporcionar información técnica relevante**.

Para los productos innovadores información como el DITE (obligatoria cuando es el caso) y el DIT en los casos voluntarios.

Esto, a la vez es un problema no sólo por la dificultad de superar la evaluación (DIT ó DITE) en sí misma, sino porque acarrea un gasto extra para el fabricante. Un gasto mayor en comparación al necesario para avalar un producto tradicional.

Pero en segunda instancia, el DIT o el DITE, pueden ser una herramienta útil no sólo para evitar las reservas técnicas de los técnicos y las aseguradoras, también, y esto puede ser una gran ventaja, para facilitar la elección del producto frente a la competencia.

EL DIT y el DITE son además especialmente beneficiosos para los fabricantes interesados en la exportación. La oferta del producto al mercado europeo acompañado de una evaluación técnica reconocida resulta en algunos casos, no solo recomendable también imprescindible. Sin embargo, diversos estudios sobre circulación y exportación de



productos, han puesto de manifiesto que hay una razón, una dificultad, importante por la que muchos fabricantes miran con cautela la posibilidad de exportar sus productos. **La dificultad que tiene este sector para mantener la propiedad intelectual de las ideas;** un problema de ámbito tanto nacional como internacional.

Con las reglas de mercado existentes, los fabricantes deben recurrir a los procedimientos que la legislación les ofrece para proteger sus soluciones constructivas. Un fabricante de un producto tradicional deberá, por ejemplo, optimizar un sistema de fabricación pero no necesita ocultar la composición de sus materias primas. El “inventor” de un producto innovador debe en cambio tomar todas las precauciones.

En el trabajo realizado en el IETcc durante años hemos podido comprobar la tenue protección que son las patentes.

Hay fabricantes que desarrollan durante años un producto o una solución constructiva que incluso patentan en la Oficina Española o Europea de Patentes y Marcas, (cuyo sentido merecería un capítulo especialmente dedicado); para que al cabo de un cierto tiempo, otro fabricante, a veces incluso un empleado aprovechado que se separa de la empresa, desarrolle un procedimiento casi idéntico y casi siempre más barato, con nombres también a veces, ridículamente parecidos. El fabricante que ideó el sistema tiene que aceptar, en muchos casos, incluso después de llevar adelante numerosos y costosos pleitos, que se copie impunemente su idea y peor aún que se le perjudique notablemente cuando, en casi en la totalidad de las ocasiones, las copias, al tener menor calidad, se comportan desfavorablemente y terminan afectando a la propia imagen de la propuesta original.

Claro que si miramos hoy la situación actual de la sociedad española, en la que el “*top manta*”, copia descarada de la propiedad intelectual de otros, ha encontrado mecanismos para incluso ser justificado por muchos; poco podremos hacer en el sector de la construcción mucho más heterogéneo y sensible.

Pero por si fueran pocas todas estas contrariedades, el fabricante de un producto novedoso todavía tiene que enfrentarse con otro obstáculo derivado de la dificultad de mantener la propiedad intelectual y su necesidad o deseo de obtener un DIT o un DITE.

Es la reticencia que tiene que ver con la confianza en el centro de evaluación y concesión del DITE o del DIT: **La confidencialidad de los evaluadores.**

Para algunos productos, el Organismo Notificado para el DITE o el Instituto de concesión del DIT, pueden requerir la composición de los mismos, los tipos de materias primas y a veces la dosificación de las mismas, por razones de seguridad por ejemplo (contenido en sustancias peligrosas).

En el caso del DITE, una parte confidencial del producto o simplemente aspectos generales sin divulgar anteriormente fuera del país, pueden ser conocidos no sólo por el Organismo de Concesión, también por el resto de Organismos de la EOTA y es por ello que los fabricantes, aún recibiendo toda las garantías posibles, tienen temor a someter sus productos a evaluación.

Y así, podrían seguir listándose todavía algunas ventajas e inconvenientes que el fabricante encuentra en su camino, de cuyo balance dependerá que pueda existir innovación o no; aunque muchos de los condicionantes que le afectan tienen que ver directamente con el que he denominado “tercer factor” para el fenómeno de la innovación: **la labor a realizar por las Instituciones.**

## 7

A los Gobiernos corresponde la tarea de la planificación estratégica en ciencia, tecnología e innovación, y su consideración como prioridad en la agenda política de los poderes públicos, el “segundo factor” del modelo lineal que decía al principio.

En este supuesto parece que la Unión Europea o los Estados tienen la obligación de establecer por sí mismos o a través de sus Administraciones públicas, las Autonomías en el caso español, políticas de calidad específicas para los productos innovadores, políticas capaces de generar o fomentar mecanismos de ayuda al sector, tanto desde la propia Administración como desde otras entidades privadas; acciones que faciliten el desarrollo de nuevas soluciones o productos en función de la calidad de los mismos y no en función de la capacidad económica de las empresas; al fin y al cabo, porque las innovaciones pueden ser una ventaja para todos.

La experiencia europea de hecho, está demostrando que sólo con actuaciones dirigidas desde las Administraciones de los Estados se podrá actuar sobre el sector para influir en su autorregulación y consecuentemente en la mejora general de la calidad. Además, la actuación está en muchas acciones armonizada para los miembros de la Comunidad Europea. Por ejemplo la aprobación de la **Directiva de Productos de Construcción (DPC)** y otras reglamentaciones específicas han dado lugar a numerosas actuaciones vinculantes, como la imposibilidad de reglamentar sin el acuerdo o consenso de la UE.

En nuestro ámbito nacional, como indica nuestra LOE, en su primer párrafo, en la exposición de motivos:

*“El sector de la edificación es uno de los principales sectores económicos con evidentes repercusiones en el conjunto de la sociedad y en los valores culturales que entraña el patrimonio arquitectónico y, sin embargo, carece de regulación acorde con esta importancia.”*

Resulta cuando menos curioso que la LOE no mencione siquiera en su texto, el concepto innovación, aunque el término aparece, como no podía ser de otro modo en la “segunda derivada” de la Ley: el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**.

La redacción del Código Técnico, es el siguiente paso en la definición de una política de calidad, pero es necesario que se den los pasos siguientes. Para ello, previamente, los Estados, a través de sus Organismos públicos competentes, deben: **Definir un modelo de calidad a seguir**.

En los aspectos generales, cada País adopta el modelo de calidad que mejor refleja su idiosincrasia, pero en general se basa en los siguientes supuestos:

1. *La garantía proporcionada por el producto en sí mismo.*
2. *La clasificación de las empresas por su nivel de calidad.*
3. *El establecimiento de seguros*

En el caso alemán por ejemplo, el modelo establecido se apoya en la existencia de normativa suficiente para establecer con claridad las condiciones de exigencia a los productos y los métodos de comprobación y verificación de sus características y prestaciones.

En Estados Unidos, las empresas son la referencia. El sistema se ha organizado de tal forma que en caso de fallo de la empresa, la multitud de abogados que existen en el País,

tienen asegurado el futuro. El industrial se cuida muy mucho de no dar lugar a demandas, siempre millonarias.

La vía tercera, el establecimiento de seguros, ha sido el modelo francés por excelencia y también el modelo adoptado por la Administración Española, con la LOE: **El sistema de garantías basado en el seguro de daños.**

Pero el Estado cumple más funciones complementarias relacionadas con la innovación como por ejemplo: **La responsabilidad en la formación de los agentes del sector.**

El Estado tiene que incluir en su política de calidad, acciones concretas encaminadas a la formación. Desde la Formación Profesional a la concesión de becas y contratación de investigadores (Formación I&D), desde la organización de conferencias o cursos específicos (Código Técnico, LOE, marcado CE, etc.), a la difusión y publicación de documentación de apoyo (Trípticos divulgativos, desarrollos de páginas web, etc).

La experiencia mundial en este campo, como indica el investigador **Lundvall**<sup>25</sup> ha mostrado la vital importancia de la educación y formación para los modelos de calidad a desarrollar y el futuro de la propia innovación.

Pero las razones para innovar de la Administración tienen también que ver con otras funciones desempeñadas a la vez por otros agentes del sector. El Estado o la Administración (Ministerios, Ayuntamientos, Comunidades, etc.) es, en la mayoría de las ocasiones, **el cliente más importante del sector de la construcción**, aunque es en éste ámbito donde peor se muestra la disposición del mismo a la innovación.

La actuación como cliente debería servir de referencia a todo el sector, con acciones claras para establecer un equilibrio con los intereses de los promotores privados, pero en el caso español –con honrosas excepciones- raramente la Administración, en su papel como cliente, ha mostrado interés alguno por la innovación, más bien al contrario, en muchas ocasiones la presión económica permite aceptar lo que en el argot propio de la construcción se viene llamando “*bajas temerarias*”; cuando las empresas se comprometen a realizar las obras por un precio muy inferior (más de un 25%) al calculado por los técnicos, lo que en la mayoría de los casos da lugar a problemas de ejecución o a retrasos o simplemente hacen inviable la obra. Una actitud imposible de casar con la calidad y el progreso.

## 8

Una acción definitiva para la innovación, es la relación entre el apoyo institucional y los Institutos o Centros responsables de “evaluar la innovación”. Para los productos de construcción innovadores, el soporte, la política de calidad, en relación al **Documento de Idoneidad Técnica**<sup>26</sup> (DIT) y al **Documento de Idoneidad Técnica Europeo**<sup>27</sup> (DITE).

Desde la aprobación de la DPC, la evaluación de los productos innovadores tiene dos aspectos, que deben ser considerados complementarios. Uno, el que se deriva directamente de la entrada en vigor de la DPC: el DITE, obligatorio para todos aquellos productos para los

<sup>25</sup> **Lundvall.** *National Systems of innovations*. London. (1992)

<sup>26</sup> **Documento de Idoneidad Técnica:** “Apreciación técnica favorable, por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos constructivos no tradicionales”.

<sup>27</sup> **Documento de Idoneidad Técnica Europeo:** Evaluación técnica favorable, por parte de un Organismo Miembro de la EOTA, de la idoneidad de un producto para el uso asignado, fundamentado en el cumplimiento de los requisitos esenciales previstos para las obras en las que se utiliza dicho producto.

que se ha redactado una Guía Técnica **EOTA** y ha finalizado el periodo de coexistencia con las situaciones nacionales, y otro: el DIT, un documento voluntario en todos los casos concedido en el ámbito de la **UEAtc**.

Cuando se aprobó la DPC surgió la idea de un único Documento (DITE), que sería válido automáticamente en todos los países miembros de la UE, a diferencia de lo que ocurre con los DIT nacionales que precisan un proceso de convalidación en cada estado. La idea pareció el paso definitivo, la solución para muchos fabricantes que exportan sus productos y precisaban realizar en algunos casos evaluaciones complementarias en cada país.

Al mismo tiempo, la aparición del mercado CE que establece la DPC, generó desde el principio una cierta confusión, que asocia el mismo a un producto viajero que se ofrece en todos los países de la Unión (donde deben evitarse las barreras técnicas), pero en muchos casos, algunos productos por sus propias características, de peso por ejemplo, son difícilmente exportables y otros, que son utilizados habitualmente en su país, se encuentran con requisitos más exigentes (térmicos, por ejemplo) en el país donde se quieren exportar.

Diferentes situaciones que desaconsejaban ya desde el principio establecer un único rasero, como obligar a que el producto cumpla todas las exigencias de todos los países de la UE, para obtener el mercado CE.

Por eso, lo que ha venido llamándose la europeización del sector de la construcción es una tarea necesaria que exige, como se ha hecho, tener en cuenta las diferentes realidades nacionales de los países miembros de la UE.

La DPC ya tiene en cuenta las variaciones climáticas, geográficas, o incluso de hábitos de vida en los Estados Miembros estableciendo para ello la posibilidad de definir unos **niveles o clases** diferentes para la misma familia de productos. Las clases o niveles se refieren en principio a las obras y se expresan de forma cuantitativa como comportamiento frente a una acción determinada. Las clases o niveles son consecuencia del diferente nivel de exigencia de los requisitos esenciales de las obras en los Estados Miembros.

En dicho sentido nuestro CTE ya permite la fijación de niveles objetivos o valores límite de prestación para las exigencias de los edificios. Por ejemplo, para los cerramientos esto puede considerarse como un determinado nivel de exigencias en función de la localización geográfica, del número de fijaciones de las placas (viento), ancho de las cámaras, espesor del aislante, o incluso del tipo de edificio (colegios, hospitales, etc.), valores que pueden ser diferentes a los definidos en otros países.

Si el producto que llega a una obra dispone de un Mercado CE que no justifica los niveles de prestación exigidos en nuestro CTE, entonces el Mercado CE no es suficiente y el producto no deberá colocarse.

Esto significa que, en primer lugar, el técnico deberá decidir sobre el contenido del Mercado CE y su suficiencia en relación con la Reglamentación nacional (CTE), regional o local.

Pero además de los aspectos obligatorios cubiertos por el Mercado CE, existen otros voluntarios que pueden resultar necesarios para justificar la decisión de empleo de un producto; son aspectos que el Mercado CE tampoco cubre, como aquellos que no estén en relación con los Requisitos (Exigencias) esenciales, como por ejemplo la durabilidad del color, el mantenimiento, los aspectos medioambientales, el contenido en sustancias peligrosas, etc., pero sobre todo, algo tan de suma importancia como la **puesta en obra** de los sistemas.

Por todo ello, los técnicos están obligados a comprobar previamente, aunque ello suponga en algún caso ralentizar la utilización inmediata de las nuevas soluciones, que el sistema que se desea utilizar es capaz de satisfacer los requisitos específicos del uso y localización del edificio proyectado, además de proporcionar suficiente información sobre aspectos no regulados, pero que pueden ser convenientes, y la puesta en obra; información que no suministra el mercado CE, pero sí puede estar incluida en las marcas de calidad voluntarias como el DIT.

La coexistencia entre marcas voluntarias (DIT) y marcas obligatorias (mercado CE) es perfectamente posible como la misma Comisión Europea reconoció en su libro azul o Guía sobre la implementación de las directivas basadas en el Nuevo Enfoque y en el Enfoque Global, donde se recuerda que los productos pueden llevar marcados y marcas adicionales, siempre que:

- *cumplan otra función distinta a la del mercado CE;*
- *no puedan crear confusión con respecto éste; y*
- *no reduzcan su visibilidad y legibilidad.*

Un ejemplo del compromiso voluntario con la innovación por parte de los Institutos de la UEAtc ha sido el nuevo documento que se ha introducido en el mercado denominado **DIT plus** (*Application Document, Document d'Application, Documento di Valutazione Tecnica, etc.*, en otras lenguas), que como el DIT, es también una marca de calidad voluntaria.

El DIT plus, basado en el DIT, es una marca complementaria al mercado CE que se fundamenta en el principio de aceptar que las marcas voluntarias pueden ser necesarias para el Sector, abandonado el simplismo del pasaporte único, concepto no válido en un sector de construcción tan complejo. El nuevo DIT plus es así una acción más en este proceso de innovación; la forma en la que los Centros de Investigación contribuyen a la aceptación de los nuevos materiales y técnicas de construcción.

## 9

### Epílogo

La innovación en construcción es una actitud que refleja, aunque de manera menos inmediata que otras actividades, la evolución de la sociedad; una acción con repercusión directa sobre el bienestar y la seguridad de los ciudadanos; un ejercicio que afecta a las empresas, técnicos y Centros de Investigación y cuyo éxito viene determinado por las políticas específicas de Gobiernos y Administraciones públicas.

En construcción innovar es, quizás aún más que en otros ámbitos, enfrentarse con la búsqueda de soluciones a nuevas exigencias, una característica intrínseca al ser humano. Con los nuevos productos y las nuevas formas de construir se dan respuestas, a nuevos requisitos, por ejemplo mayores niveles de iluminación, térmicos o acústicos para el confort de las personas, pero también, en muchos casos, se hacen propuestas para modificar los hábitos mismos de la sociedad.

Uno de los aspectos que más reticencias produce a la innovación es el miedo al fallo. Y aunque el fallo no es una particularidad exclusiva de los nuevos materiales, la adopción de mecanismos, que proporcionen garantías sobre la edificación y que puedan cubrir los daños materiales que se ocasionen en los edificios, son acciones que beneficiarán a todos; por



eso, la innovación en construcción no sería posible o sus riesgos serían inaceptables si no existieran los Centros de Investigación que tienen la función de su evaluación.

Evaluar la innovación, es condición imprescindible no sólo para que la innovación misma se desarrolle sino para garantizar y dar credibilidad a los productos y procedimientos constructivos innovadores. En el caso español, como en toda Europa, además se hace necesario para cumplir con las exigencias reglamentarias de las diferentes disposiciones europeas y nacionales, en nuestro caso la Directiva de Productos de Construcción, la Ley de Ordenación en la Edificación y el Código Técnico de la Edificación.

Los fabricantes y técnicos deben conocer las disposiciones y estar al corriente de los diferentes niveles de exigencia a los productos innovadores, ya sean los DIT o DIT plus en el campo voluntario o los DITE y sus correspondientes marcados CE en el campo obligatorio, en muchos casos involucrándose directamente en la investigación y redacción de las Guías, Normas, métodos de ensayo, etc., con los Organismos de evaluación.

Como decía **Vitrubio**<sup>28</sup>: *“La arquitectura, la construcción, como las demás artes, tiene aquellas dos cosas de **significado y significante**. Significado es la cosa propuesta a tratarse. Significante es la demostración de la cosa con razones científicas”*.



*Fallingwater, Liliane y Edgar J. Kaufmann house, Mill Run, Pennsylvania. **Fran Lloyd Wright***

AB 10/04/07

<sup>28</sup> M. Lucio Vitrubio. **Los diez libros de Arquitectura**

**LA DIRECTIVA DE  
PRODUCTOS DE CONSTRUCCION  
y el  
MARCADO CE**

***Julio P. Salazar Mitchell, Arquitecto***  
*Jefe del Área de Normativa Técnica*  
*Secretaría General Técnica*  
*Ministerio de Fomento*

# 1 Antecedentes

La necesidad de crear un mercado único europeo movió a la Comisión Europea a desarrollar un procedimiento que evitara el mantenimiento de las existentes barreras tecnológicas al movimiento de productos. Esta creación del mercado único tiene, entre muchos, varios hitos bien conocidos: el caso del Cassis de Dijon, en 1978; las conclusiones del Consejo sobre normalización en 1984, que llevaron, a la Resolución conocida como “El Nuevo Enfoque”, en 1985; y la Decisión de la Comisión conocida como “EL Enfoque Global”, en 1993. La nueva política de la Comisión Europea “Reglamentar mejor” ha provocado la revisión de mucha reglamentación, entre otra la del Nuevo Enfoque y la del Enfoque Global. Los resultados están por ver por lo que por ahora sólo se puede hablar de lo que hoy tenemos.

La Resolución del Nuevo Enfoque de 1985 racionalizó el trabajo que se venía haciendo con las Directivas, y la Decisión del Enfoque Global de 1993 hizo lo mismo con los sistemas de evaluación de conformidad de los productos sometidos a estas directivas del Nuevo Enfoque.

## NOTA

En la página [http://www.ffii.nova.es/puntoinfomcyt/conceptos\\_nuevoenfoque.asp](http://www.ffii.nova.es/puntoinfomcyt/conceptos_nuevoenfoque.asp) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio se puede leer lo siguiente sobre estos dos enfoques:

### “1.1. Nuevo Enfoque y del Enfoque Global

*La libre circulación de mercancías es una de las piedras angulares del Mercado Único. Los mecanismos establecidos para lograr este objetivo se basan en evitar nuevas barreras al comercio, el reconocimiento mutuo y la armonización técnica.*

*En este sentido, la Resolución del Consejo de 1985, relativa a un Nuevo Enfoque de la armonización y normalización técnica, establece una nueva técnica y estrategia de reglamentación sobre la base de los siguientes principios:*

- *La armonización legislativa se limita a los requisitos esenciales que deben cumplir los productos comercializados en el mercado comunitario para poder circular libremente dentro de la Comunidad.*
- *Las especificaciones técnicas de los productos que cumplen los requisitos esenciales establecidos en las directivas se fijarán en normas armonizadas.*
- *La aplicación de normas armonizadas y de otro tipo seguirá siendo voluntaria y el fabricante siempre podrá aplicar otras especificaciones técnicas para cumplir los requisitos.*
- *Los productos fabricados en cumplimiento de las normas armonizadas gozan de la presunción de conformidad con los requisitos esenciales correspondientes.*

*Además de estos principios del Nuevo Enfoque, es necesario fijar condiciones para una evaluación fiable de la conformidad de los productos. Los principales elementos a este respecto son la creación de confianza a través de la competencia y la transparencia y el establecimiento de una política y un marco amplios para dicha evaluación de la conformidad.*

*La Resolución del Consejo de 1989, relativa a un Enfoque Global de la evaluación de la conformidad establece los principios siguientes para las distintas fases de los procedimientos de evaluación a la conformidad:*

- *Existencia de módulos.*
- *Se generaliza el uso de normas europeas relativas a la garantía de la calidad (serie en ISO 9000) que deben cumplir.*
- *La existencia de sistemas de acreditación.*
- *Acuerdos de reconocimiento mutuo.*

*El Enfoque Global introdujo un enfoque modular, que subdivide la evaluación de la conformidad en varias operaciones (módulos). Estos módulos difieren de acuerdo con la fase de desarrollo del producto (a saber, diseño, prototipo, plena producción), el tipo de evaluación que interviene (por ejemplo, comprobaciones documentales, homologación de tipo, aseguramiento de la calidad) y la persona que realiza la evaluación (el fabricante o un tercero).*

*El Enfoque Global fue completado por la Decisión del Consejo 90/683/CEE, que a su vez fue sustituida y actualizada por la Decisión 93/465/CEE. De esta manera, la evaluación de la conformidad se basa en:*

- *el diseño y las actividades internas de control de la producción del fabricante;*



- *el examen de tipo realizado por un tercero combinado con las actividades internas de control de la producción del fabricante;*
- *el examen de tipo o de diseño por un tercero combinado con la homologación por un tercero del producto o de los sistemas de aseguramiento de la calidad de la producción o de la verificación del producto por un tercero;*
- *la verificación unitaria por un tercero del diseño;*
- *la homologación por un tercero de sistemas integrales de aseguramiento de la calidad.*

### **1.2. Elementos comunes de las Directivas de Nuevo Enfoque**

*Las directivas de Nuevo Enfoque se basan en los principios siguientes:*

- *La armonización se limita a los requisitos esenciales.*
- *Únicamente los productos que cumplen los requisitos esenciales pueden comercializarse y entrar en servicio.*
- *Se presume que las normas armonizadas cuyos números de referencia se hayan publicado en el Diario Oficial y que se hayan transpuesto a normas nacionales, son conformes con los requisitos esenciales correspondientes.*
- *La aplicación de las normas armonizadas u otras especificaciones técnicas seguirá siendo voluntaria y los fabricantes son libres de elegir cualquier solución técnica que cumpla los requisitos esenciales.*
- *Los fabricantes pueden elegir entre los diversos procedimientos de evaluación de la conformidad contemplados en la directiva aplicable.*

Durante muchos años, los servicios de la Comisión responsables de llevar a cabo las políticas del Mercado Interior y de Industria se dedicaron a la preparación de Directivas de productos como ascensores, máquinas, equipos a presión, productos eléctricos para baja tensión, etc.

Al hablar de reglamentación europea para los productos de construcción es imprescindible hablar de la DPC o, lo que es lo mismo, hablar de la Directiva 89/106/CEE, de 21 de diciembre 1988, sobre Productos de Construcción, en vigor desde el 1 de julio de 1991, modificada por la Directiva 93/68/CEE, de 22 de julio de 1993.

Su transposición a la legislación nacional en España se hizo mediante el R. Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio de 1995.

La Directiva de Productos de Construcción es una directiva de las denominadas “Nuevo Enfoque” y su contenido sigue, más o menos, el esquema planteado para este tipo de directivas:

- I. Campo de aplicación (Artículo 1)
- II. Cláusula general de puesta en el mercado (Artículo 2)
- III. Requisitos esenciales (Artículo 3)
- IV. Cláusula de libre circulación (Artículo 6)
- V. Medios de prueba de conformidad y efectos (Artículos 4, 13 y 14)
- VI. Gestión de las normas (Artículos 4, 7, 8, 9, 10 y 11)
- VII. Cláusula de salvaguardia (Artículos 5, 15 y 21)
- VIII. Sistemas de certificación de la conformidad (Artículos 13 y 14)
- IX. Comité permanente (artículos 19 y 20)

...aunque con algunas singularidades:

a) los requisitos esenciales, que normalmente se establecen para los productos, se establecen, en el caso de la DPC, para los edificios y las obras de ingeniería civil;

NOTA

Los Requisitos esenciales (exigibles, como ya se ha dicho, a los edificios y a las obras de ingeniería civil) son:

|     |   |
|-----|---|
| RE1 | Estabilidad y resistencia mecánica      |
| RE2 | Seguridad frente al fuego               |
| RE3 | Salud, higiene y medio ambiente         |
| RE4 | Seguridad de uso                        |
| RE5 | Aislamiento acústico                    |
| RE6 | Aislamiento térmico y ahorro energético |

La directiva consideró necesaria la redacción de los denominados Documentos Interpretativos (uno para cada requisito esencial) con el fin de establecer las características esenciales de los productos, es decir aquellas, que permiten que los edificios o las obras de ingeniería en que se incorporan, satisfagan los requisitos esenciales..

b) las especificaciones técnicas armonizadas, no son sólo las “normas armonizadas”, como en otras directivas de nuevo enfoque, sino también los “documentos de idoneidad técnica europeos” – DITEs - (tipo de especificación técnica que es la versión europea de los DITs y que aparece únicamente en esta Directiva);

c) las especificaciones técnicas armonizadas, voluntarias en otras directivas de nuevo enfoque, resultan, en el caso de la DPC, obligatorias para el mercado CE; y

d) la certificación de la conformidad no se hace aplicando los módulos de la decisión del denominado “enfoque global” sino unos sistemas específicos creados en la propia directiva.

## 2 Campo de aplicación

La directiva 89/106/CEE es aplicable a los productos de construcción, definiendo éstos como “los destinados a ser incorporados de forma permanente en los edificios y en las obras de ingeniería civil”.

## 3 Objetivo

El objetivo principal de esta directiva es la eliminación de barreras y conseguir la libre circulación de estos productos de construcción a través de la aproximación de leyes, reglamentos y disposiciones administrativas de los Estados miembros del EEE (UE y EFTA).

Este objetivo se logra exigiendo que los productos sean “idóneos para el uso previsto”, es decir, según la definición de la directiva:

1) que tengan características tales que las obras a las cuales deban ser incorporados, ensamblados, aplicados o instalados puedan satisfacer, siempre y cuando dichas obras estén adecuadamente diseñadas y construidas, los requisitos esenciales de la Directiva, y que dichas obras estén sujetas a una normativa que contenga tales requisitos, y que, además,

2) dichos productos lleven el marcado CE

NOTA

La directiva dice en su artículo X que con el marcado CE se indica:

- que son conformes con normas nacionales transposición de normas armonizadas (cuyas referencias hayan sido publicadas en el DOUE y en el BOE); o
- que son conformes con un documento de idoneidad técnica europeo (basados en Guías cuya referencia se haya publicado tanto en el DOUE como en el BOE); o
- que son conformes con especificaciones técnicas nacionales consideradas conformes con los “requisitos esenciales” de la directiva, comunicadas a la Comisión, aceptadas como tales tras consulta al Comité Permanente y notificadas a los EEMM

*cuyas referencias hayan sido igualmente publicadas en el DOUE (y también en el BOE). (De este último tipo de normas no hay todavía ninguna ni parece que la vaya a haber).*

Las referencias de estas especificaciones técnicas armonizadas son objeto de sendas listas (una de las normas armonizadas y otra de los DITEs) que semestralmente se hacen públicas en el DOUE mediante las correspondientes Comunicaciones de la Comisión Europea. A nivel nacional, unas listas similares se publican en el BOE mediante las correspondientes Resoluciones del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Además de las referencias de las especificaciones técnicas armonizadas, estas listas comunican las fechas de principio y final de su uso de forma voluntaria. El periodo entre ambas fechas es denominado "periodo de coexistencia" en el que las nuevas especificaciones técnicas coexisten con las nacionales aún en vigor. La idea es que las reglamentaciones nacionales y los fabricantes se vayan adaptando a la nueva norma. Una vez terminado dicho periodo de coexistencia, la norma nacional hasta entonces en vigor es retirada y sustituida por la nueva norma armonizada, que pasa a ser la única a la que en adelante se podrá hacer referencia en la reglamentación correspondiente.

Si las autoridades competentes de los EE MM detectaran la existencia de especificaciones técnicas armonizadas que no posibilitaran el cumplimiento con las disposiciones reglamentarias en vigor (es decir, que no permitieran satisfacer los niveles de seguridad, etc. existentes en la reglamentación nacional vigente), dichas autoridades tienen la obligación de proceder de acuerdo con lo establecido en el Artículo 5 de la DPC (cláusula de salvaguardia), es decir, comunicárselo a la Comisión para que se consulte al Comité Permanente de la DPC, el cual deberá emitir un dictamen que establezca si la especificación técnica continúa teniendo presunción de conformidad o si hay que proceder a su retirada de la lista del DOUE (y pedir su revisión al CEN o a la EOTA). Si se retirase la especificación técnica armonizada de la lista, el producto o productos afectados no podrían llevar el marcado CE hasta su nueva incorporación a la lista, una vez subsanados los defectos que causaron su retirada.

Con el fin de dar un marco legal a estas nuevas condiciones a nivel nacional, los Estados Miembros (EEMM) hemos acordado la obligatoriedad de ir adaptando a la nueva situación toda nuestra reglamentación nacional sobre productos de construcción. Esta obligación supone que, a medida que las referencias de las especificaciones técnicas correspondientes vayan siendo publicadas en el DOUE, nuestra reglamentación debe ir incorporando las características y métodos de ensayo que figuran en las aquéllas, así como, en su caso, la obligación del marcado CE.

#### NOTA

*Obligación que, debido a la gran inercia burocrática de algunas disposiciones oficiales, no siempre se puede hacer con la celeridad que la directiva parece exigir. A lo que hay que añadir la dificultad que se deriva del hecho de que no todas las normas incluidas en un Reglamento se aprueban al mismo tiempo y que obligaría a mantenerlo en revisión permanente. Casi la totalidad de los EEMM se ven afectados por estas dificultades.*

La directiva obliga a las autoridades competentes de los EEMM a tomar las medidas necesarias para garantizar que los productos de construcción, destinados a las obras, puedan ser comercializados únicamente si son idóneos para el uso a que están destinados. De ello se deduce que las autoridades competentes de los EEMM deben impedir la comercialización (y por lo tanto, el uso) de productos que, disponiendo de especificación técnica armonizada, no permitan satisfacer la reglamentación existente y/o no lleven el marcado CE de acuerdo con aquélla.

Si las autoridades competentes detectaran o fueran informadas de productos de construcción que, llevando marcado CE, no fueran conformes con las especificaciones técnicas armonizadas correspondientes, tienen la obligación de tomar las medidas del procedimiento establecido en el artículo 21 de la directiva.

Parte importante de la implantación de las directivas de nuevo enfoque que obligan al mercado CE es la puesta en marcha en todos los EEMM de una red de vigilancia de mercado.

## 4 Desarrollo de la directiva

### ***Documentos Interpretativos (DI)***

De acuerdo con la Directiva, el papel dado a los DIs se resume en los cuatro objetivos siguientes:

- 1) identificar aquellas propiedades de los productos de construcción que tengan relación con los requisitos esenciales de los edificios y las obras de ingeniería,
- 2) recopilar aquellos productos (y características de los mismos) que fueran objeto de reglamentación en al menos uno de los EEMM en el momento de su elaboración.
- 3) servir de enlace entre la directiva y los mandatos de normalización, y
- 4) decidir sobre clases y niveles de requisitos esenciales, necesarias para tener en cuenta las singularidades reglamentarias de los EEMM.

La Comisión creó para esta tarea siete Comités Técnicos (uno por cada requisito esencial y uno más de coordinación) que trabajaron entre 1990 y 1994, sacando 7 documentos cuya publicación se puede encontrar en:

<[http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/intdoc/intdoc\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/intdoc/intdoc_en.htm)>.

Hoy algunos se quejan de que estos documentos se hayan quedado obsoletos pero es lo único que hay y no parece que la Comisión Europea este por ponerlos al día.

### ***Mandatos***

En el ámbito de la DPChd, son aquellos contratos preparados por la Comisión, tomando como base a los DIs, para la elaboración, por parte del CEN/CENELEC o la EOTA, de las especificaciones técnicas armonizadas para los productos de construcción.

Los servicios de la Comisión responsables de la DPC son los de la Unidad I/6 "Construcción y equipos a presión", de la Dirección I "Industrias de Nuevo Enfoque, Turismo y RSE", de la Dirección General "Industria y Empresa".

Estos Servicios (entonces DGIII/D3) prepararon entre 1994 y 1998 varias decenas de mandatos para que el CEN y la EOTA elaboraran normas armonizadas y Guías para los DITEs respectivamente.

Tres fueron los tipos de mandatos:

- 1) Mandatos para especificaciones técnicas armonizadas de producto
- 2) Mandatos para normas de apoyo:
  - 1) De ensayos y de clasificación de reacción al fuego,

- 2) De ensayos y de clasificación de resistencia al fuego,
- 3) De ensayos y de clasificación de reacción al fuego externo, y
- 4) los Eurocódigos estructurales (Se justifico la necesidad de preparar métodos de cálculo para las productos estructurales prefabricados y la Unidad Construcción asumió la contratación y el seguimiento de estas normas que se salen del campo de la DPC)

### 3) Mandatos para Guías de DITEs

Cada mandato, antes de ir a su destinatario, debió (y deben todas sus revisiones y todos los nuevos) pasar por la aprobación de los Comités Permanentes tanto de la DPC como de la Directiva 98/34/CE sobre notificación de los proyectos de normalización o de reglamentación.

Es preceptivo que el CEN y la EOTA den su conformidad a los mandatos que reciben y, si los aceptan, elaborar por medio de los Comités Técnicos o Grupos de Trabajo, respectivamente, Programas de Trabajo que reflejen cuántas especificaciones técnicas van a salir de cada mandato y que contenido va a tener cada una de ellas.

La Comisión debe dar el visto bueno al Programa de Trabajo e informar al Comité Permanente del mismo. El CEN y la EOTA reciben los correspondientes contratos con las condiciones económicas.

## **Decisiones**

(según el artículo 20 de la DPC):

Al igual que con los mandatos, los Servicios de la Comisión preparan los proyectos de decisiones sobre los sistemas de certificación de conformidad, sobre las clases de comportamiento al fuego de los productos cuyo contenido debe incluirse en los mandatos aplicarse en las especificaciones técnicas armonizadas de los productos correspondientes y de la retirada de referencias de especificaciones técnicas de cualquiera de las listas del DOUE. Estos proyectos de decisión, una vez oída la opinión del Comité Permanente de la DPC, pasan a su publicación en el DOCE.

Se recomienda consultar la página web de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento...

<[http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCIONES\\_GENERALES/SECRETARIA\\_GENERAL\\_TECNICA/ce/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/SECRETARIA_GENERAL_TECNICA/ce/)>

...dentro de la página del Ministerio ([www.mfom.es](http://www.mfom.es)) para tener acceso, dentro de la página “**mercado CE**”, a información sobre las distintas decisiones tomadas por la Comisión y que han sido aceptadas por el Comité Permanente de la Construcción.

#### 1) Decisiones sobre los sistemas de certificación de la conformidad.

Los proyectos de decisiones son normalmente preparados en paralelo con los mandatos y su aprobación debe conseguirse antes que la de los propios mandatos pues las decisiones tomadas pasan a formar parte reglamentaria de los mandatos (como Anejo 3 de los mismos). Para cada uno de los mandatos (y sus modificaciones) es necesaria una decisión (y, en su caso, la correspondiente modificación).

En estas decisiones se establece qué sistema(s) de certificación de conformidad le son de aplicación a el(los) producto(s) objeto del mandato.

Siempre que se incluye una característica de comportamiento al fuego en el mandato es necesario establecer qué sistema de certificación de la conformidad es de aplicación para cada clase.

NOTA. Véanse al final de este documento los sistemas escogidos por el Comité Permanente y la Comisión para los productos de construcción, de acuerdo con el Anejo III de la directiva.

2) Decisiones sobre la clasificación de los productos con respecto a su reacción y resistencia al fuego, así como su comportamiento al fuego externo.

Estos proyectos de decisiones también son normalmente preparados en paralelo con los mandatos y su aprobación debe igualmente conseguirse antes de la de los propios mandatos pues las decisiones tomadas pasan a formar parte reglamentaria de los mandatos.

Las clases de reacción y resistencia al fuego fueron las únicas a las que los documentos Interpretativos reconocieron como reglamentarias. Ha sido necesario elaborar decisiones que establecieran las clases de reacción al fuego, de resistencia al fuego y de comportamiento al fuego externo que los EEMM deben emplear en su reglamentación.

Estas son las clases europeas (Euroclases) de comportamiento al fuego de los productos de construcción según ciertos usos:

#### Reacción al fuego:

Productos en paredes y techos: A1, A2, B, C, D, E y F

Productos en suelos: A<sub>fl</sub>, A2<sub>fl</sub>, B<sub>fl</sub>, C<sub>fl</sub>, D<sub>fl</sub>, E<sub>fl</sub> y F<sub>fl</sub>

Elementos lineales de aislamiento térmico: A1<sub>L</sub>, A2<sub>L</sub>, B<sub>L</sub>, C<sub>L</sub>, D<sub>L</sub>, E<sub>L</sub>, y F<sub>L</sub>.

Cables: A1<sub>C</sub>, A2<sub>C</sub>, B<sub>C</sub>, C<sub>C</sub>, D<sub>C</sub>, E<sub>C</sub>, y F<sub>C</sub>.

Todos los EEMM deben cambiar su clasificación para adaptarse a las nuevas en sus exigencias en cuanto a reacción al fuego para productos de acabados.

#### Resistencia al fuego:

Tiempos: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 y 240 min

Designación: R, E, I, W, M, C, S y G

Todos los EEMM deben cambiar su clasificación para adaptarse a la nueva en sus exigencias en cuanto a resistencia al fuego de los elementos constructivos.

#### Comportamiento al fuego externo:

B<sub>roof</sub> (t1), F<sub>roof</sub> (t1), B<sub>roof</sub> (t2), F<sub>roof</sub> (t2) B<sub>roof</sub> (t3), C<sub>roof</sub> (t3), D<sub>roof</sub> (t3), F<sub>roof</sub> (t3) B<sub>roof</sub> (t4), F<sub>roof</sub> (t4)

Todos los EEMM deben cambiar su clasificación para adaptarse a la nueva en sus exigencias en cuanto a comportamiento al fuego externo de los acabados de las cubiertas.

Se han adoptado una serie de decisiones para establecer productos que pueden beneficiarse de clasificaciones sin necesidad de ensayos. Estas decisiones definen los productos y fijan las clases posibles. Los organismos notificados pueden, comprobado que el producto se adapta a la definición, clasificar de acuerdo con estas decisiones sin necesidad de ensayo,

## 5 Órganos de la Directiva

El mercado CE es la expresión gráfica con la que el fabricante refleja que su producto cumple con las disposiciones de la directiva, es decir, con la reglamentación vigente en el territorio donde se comercializa.

La Directiva ha considerado necesarios los siguientes órganos para poder llegar al mercado CE de los productos de construcción:

- El Comité Permanente de la Construcción;
- Los Organismos Notificados (NBs),
- Los Organismos europeos de normalización: El Comité Europeo de Normalización (CEN, CENELEC y el ECISS) y la Organización Europea para los DITEs (EOTA); y

Todos menos el CEN son creación de la propia directiva. Los Comités Permanentes y los Organismos Notificados los hay en todas las directivas (Estos últimos están integrados en el Grupo de Organismos Notificados - GNBs). Todas las directivas contratan al CEN/CENELEC la elaboración de normas. La EOTA sólo funciona dentro del ámbito de la DPC.

### 5.1 *El Comité Permanente de la Construcción*

Creado en el artículo 19º de la DPC, integrado por representantes de los EEMM de la UE y presidido por un funcionario la Comisión Europea, tiene, entre otras, las siguientes funciones:

- establecer clases de requisitos cuando estos no están incluidos en los Documentos Interpretativos (DI) a propuesta de la Comisión o de un Estado miembro.
- determinar, en los mandatos para normas y Guías de los DITEs, el procedimiento para la certificación de conformidad propuesto por la Comisión mediante proyectos de Decisiones, dando su opinión cuando ésta les consulta.
- rechazar o dar su aprobación a los mandatos de normalización preparados por la Comisión (previo a su envío al CEN o a EOTA);
- dar instrucciones para la elaboración de los DIs y su publicación
- velar por la correcta implantación de la Directiva;
- el reconocimiento de especificaciones técnicas nacionales como especificaciones técnicas armonizadas europeas para el mercado CE; y
- dar su opinión sobre el desarrollo y aplicación de los Eurocódigos Estructurales (esta última función no es de las asignadas por la Directiva).

Para llevar a cabo algunas de sus tareas, el Comité Permanente delega el estudio preliminar de algunos temas de importancia en diversos grupos de apoyo: (A) Grupo Preparatorio, (B) Grupo de Corresponsales Nacionales para los Eurocódigos.

### **Grupo Preparatorio**

Como su nombre indica tiene el encargo del Comité Permanente de preparar aquellos asuntos con incidencia en la reglamentación que no se vean en los otros grupos

### **Grupo de Contactos Nacionales para los Eurocódigos estructurales.**

Este grupo se encarga de supervisar el trabajo que actualmente realiza el CEN TC250 "Eurocódigos". Como es bien conocido por los que están afectados por estos documentos, en estos momentos se está pasando de las normas experimentales (ENV) a las normas definitivas (EN). Estas normas son normas de apoyo para las normas armonizadas de productos estructurales prefabricados. La falta de unificación de los coeficientes parciales de seguridad hace que su aplicación en normas armonizadas no admita toda la armonización deseada.

### **Grupos de Expertos de la Comisión**

Son grupos que responden ante la Comisión pero que, aunque ajenos al Comité Permanente, tratan temas relacionados con la implantación de esta Directiva.

### **Grupo de expertos sobre el agua para el consumo humano.**

Este grupo se encarga de estudiar la reglamentación existente sobre el agua potable y preparar un documento común para toda Europa de apoyo a las normas armonizadas para productos de construcción que estén diseñados para estar en contacto con agua destinada al consumo humano (tuberías, grifos, depósitos, etc.).

### **Grupo de expertos sobre seguridad contra incendios (Fire Experts Group)**

Este grupo prepara toda la documentación relacionada con temas relacionados con el fuego y que tengan incidencia sobre la reglamentación existente. Lo forman representantes de las administraciones de los 15 Estados miembros responsables a nivel nacional de la reglamentación de los productos de construcción con respecto a la Seguridad y Protección contra incendios. En el caso de España el representante es un funcionario de la Dirección General de Arquitectura y política de Vivienda del Ministerio de Vivienda

## **5.2 Grupo de Organismos Notificados**

Este grupo lo forman aquellos organismos que los EEMM notifican a la Comisión Europea y autorizan para las labores de certificación, inspección y ejecución de ensayos dentro de la directiva, siempre que el sistema de certificación de conformidad requiera su intervención como tal.

Los objetivos fundamentales de este grupo son:

- Promover la confianza y transparencia mutuas entre todos los organismos autorizados y las autoridades reguladoras dentro de la CE;
- Conseguir una aplicación coherente, por parte de todos los organismos autorizados, de los requisitos de conformidad; y
- Asegurar que todas las partes interesadas disponen de una información completa sobre el campo de actuación y competencias de los organismos autorizados y sus servicios.

Su estructura está formada por:

Un Grupo Consultivo



Dos Grupos Sectoriales con carácter horizontal:

SH1 Fuego

SH2 Sustancias nocivas/peligrosas

Veinte Grupos Sectoriales propiamente dichos

SG01 Acabados (ensayos)

SG02 Cemento, hormigones & morteros

SG03 Chimeneas y conductos

SG04 Equipamiento de carreteras

SG05 Chapado

SG06 Ventanas y puerta

SG07 Sistemas fijos de lucha contra incendios

SG08 Elementos de fijación

SG09 Vidrio

SG10 Albañilería

SG11 Ventanas

SG12 Tuberías, depósitos y productos de ingeniería de aguas residuales

SG13 Productos prefabricados de hormigón

SG14 Acero de armar y de pretensar para hormigones

SG15 Productos para la construcción de carreteras

SG16 Apoyos estructurales

SG17 Productos estructurales metálicos

SG18 Productos estructurales de madera

SG20 Paneles a base de madera

Expertos de estos grupos están ayudando a los Comités Técnicos del CEN y grupos de la EOTA a redactar y completar en condiciones los capítulos referentes a la evaluación de conformidad en las especificaciones técnicas armonizadas.

### **5.3 Organismos de Normalización**

#### **5.3.1 El Comité Europeo de Normalización (CEN/CENELEC)**

Es a este organismo europeo de normalización a quien se le encarga la tarea de elaborar las normas armonizadas europeas siguiendo los Mandatos de Normalización recibidos de la Comisión Europea. Es en realidad un gestor de los trabajos (normas, informes, etc.) que expertos procedentes de toda Europa (trabajando para y en representación de los distintos Organismos Nacionales de Normalización), realizan en el seno de diversos Comités Técnicos. No es creado por la Directiva sino que ésta lo selecciona para que se encargue de las normas armonizadas europeas.

Para este trabajo se estructura, como un Centro de Gestión (CEN/MC), con los siguientes órganos de trabajo:

- Bureau Técnico (CEN/BT); y
- Foros CEN Sectoriales, (en nuestro caso hay un Foro CEN para Construcción (CEN/CF)).
- Comités Técnicos (CEN/TC) y los correspondientes Subcomités Técnicos (CEN/TC/SC), Grupos de Trabajo (CEN/TC/SC/WG), etc.

AENOR es el miembro español del CEN. Las normas armonizadas son traducidas y publicadas en España por este organismo, de acuerdo con las condiciones que tiene establecidas como miembro.

### 5.3.2 La EOTA u Organización Europea para los DITEs

Organización creada por la Directiva para desarrollar las siguientes tareas relacionadas con la misma:

- Elaborar las Guías para los DITEs según mandatos de la Comisión
- Elaborar las CUAPs para los DITEs sin guía (véase el apartado 6.2.3)

Sus miembros son designados por las autoridades de los EEMM y autorizados para realizar las citadas tareas y además, de forma individual:

- Realizar la evaluación técnica de los productos, según las Guías o los CUAPs; y
- Emitir los DITEs que permitan el mercado CE con validez en todo el mercado interior europeo.

Sus datos y competencias específicas aparecen en una lista publicada por la Comisión europea (NANDO) y pueden ser igualmente designados como organismos notificados para las tareas de certificación, inspección y ensayos (véase más adelante)

## 5.4 El Grupo de Cooperación Administrativa para la Vigilancia de Mercado (AdCo)

Grupo de reciente constitución, formado a iniciativa de los Países Nórdicos, tiene como objetivo propiciar la cooperación entre los EEMM con el fin de llevar a cabo las tareas de Vigilancia de Mercado de forma coordinada y en beneficio de todos.

Los EEMM están representados en este Grupo por delegados de las correspondientes autoridades nacionales de Vigilancia de Mercado.

Las distintas formas en que se lleva a cabo la vigilancia de mercado en los EEMM hace necesaria esta coordinación. La Comisión es consciente de la urgente necesidad de contar con una buena vigilancia de mercado en la Unión si se quiere que el mercado CE sea fiable como marca de conformidad con los requisitos reglamentarios.

## 6 Las Especificaciones Técnicas Armonizadas

Como singularidad de esta directiva, se establecen dos tipos de especificaciones técnicas armonizadas:

### 1) Las Normas Europeas Armonizadas

Normas europeas para el mercado CE adoptadas por el CEN o por el CENELEC con arreglo a mandatos de la Comisión, de conformidad con la Directiva 98/43/CE, sobre la base de dictamen emitido por el Comité Permanente de la DPC y de acuerdo con las disposiciones generales relativas a la cooperación entre la Comisión y los organismos citados. AENOR es el miembro español del CEN.

### 2) Los Documentos de Idoneidad Técnica Europeos (DITEs)

Documento *ad hoc* para el mercado CE cuando no hay o no pueda haber norma, o cuando es una opción para productos aparentemente normalizados pero que se apartan de la

norma. Se trata de una evaluación técnica favorable, de acuerdo con la correspondiente Guía, de la idoneidad de un producto para el uso asignado, fundamentada en el cumplimiento de los requisitos esenciales de las obras en que se utiliza dicho producto. Lo elabora y concede cualquiera de los organismos europeos que han sido comunicados a la Comisión Europea para realizar estas tareas. El grupo de estos organismos forma la Organización para los DITEs (EOTA - European Organization for Technical Approvals). El Instituto Eduardo Torroja y el Instituto Técnico de la Construcción son los miembros españoles de la EOTA.

El cumplimiento con la reglamentación nacional a través de la especificación técnica pertinente permite al fabricante poner el mercado CE en su producto.

## **6.1 Las Normas Armonizadas**

Se trata de normas europeas de producto preparadas por los correspondientes Comités Técnicos del CEN en base a los mandatos elaborados por la Comisión. La forma de transformarse en norma armonizada es mediante la preparación e incorporación, de acuerdo con la decisión 113 del Bureau Técnico del CEN, de un Anejo (el Anejo ZA) donde quedan recogidas todas las condiciones establecidas en los mandatos, incluidas las específicas para el mercado CE.

Este Anejo ZA establece, con el fin de poder realizar el mercado CE:

- qué productos, qué usos y qué características para cada uno de estos usos deben seguir el procedimiento establecido,
- que método de ensayo o de cálculo se debe utilizar para determinar cada característica,
- qué procedimiento se debe aplicar para la evaluación de la conformidad (incorporando el sistema de certificación decidido por la Comisión); y
- cómo se debe colocar el mercado CE sobre el producto y la información que le debe acompañar.

De forma esquemática, el contenido de una norma europea, puede ser más o menos como sigue:

1 Antecedentes

2 Objeto y campo de aplicación

3 Normas de referencia

4 Requisitos

4.1 Requisitos referentes a los materiales

4.2 Requisitos referentes a los productos

5 Métodos de ensayo

6 Designación

7 Mercado y etiquetado

8 Evaluación de la conformidad

8.1 Ensayos iniciales de tipo

8.2 Control de producción en fábrica

8.3 Otros ensayos

Anejos A, B, C,...; y opcionalmente..

Anejo ZA Condiciones para el mercado CE

ZA.1 Objeto y campo de aplicación, características armonizadas y métodos de ensayo

ZA.2 Certificación de la conformidad

ZA.3 Mercado y etiquetado CE.

La existencia en la norma de un Anejo ZA es lo da a la norma europea el carácter de norma armonizada pues contiene todo lo necesario para el mercado CE de los productos que normaliza. Por ello este anejo no debe contener nada más que lo que el correspondiente Comité Técnico del CEN recibió como encargo en el correspondiente mandato de normalización.

Para verificar que las normas armonizadas se adaptan a lo establecido en los mandatos, la Comisión ha obligado al CEN a la contratación de Consultores externos. Actualmente tres consultores supervisan los trabajos de unos 90 Comités Técnicos. Los Comités Técnicos del CEN tienen que someter sus proyectos de normas a la evaluación de uno de los Consultores antes de presentarlas a voto formal.

Las referencias de las normas armonizadas se publican tanto en el DOUE, mediante una Comunicación de la Comisión, como en el BOE, mediante una Resolución de la Dirección General de Política Tecnológica, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Estas disposiciones incluyen: número y título de la norma, organismo (CEN) que la ha elaborado, fecha de inicio para la aplicación voluntaria del mercado CE y fecha de inicio del mercado CE obligatorio. El periodo entre estas dos fechas se denomina “periodo de coexistencia” dado que, durante el mismo, los fabricantes pueden aplicar a su discreción la reglamentación existente o la de nueva redacción surgida tras la aparición de las normas armonizadas.

El final del periodo de coexistencia está marcado por la retirada de las normas nacionales que pueden entrar en conflicto con la nueva norma europea armonizada. Los organismos nacionales de normalización miembros del CEN están obligados a esta acción que muchas veces plantea conflicto, en particular, con las condiciones fijadas a normas citadas en reglamentos y su vigencia mientras no se modifiquen los reglamentos. Muchas veces estos Reglamentos tienen un procedimiento administrativo de revisión difícil y lento que no permite a AENOR seguir la velocidad del procedimiento de anulación que el CEN le exige.

## **6.2 Los Documentos de Idoneidad Técnica Europeos (DITEs)**

En aquellos casos en que no haya norma armonizada, que no se prevea que la pueda haber a corto plazo o que el producto se aparte de las normas armonizadas existentes, el fabricante debe poder solicitar, para el mercado CE de su producto, un DITE. Para ello la EOTA ha elaborado previamente las correspondientes Guías; aunque también existe la posibilidad de que la EOTA conceda DITEs sin necesidad de Guía previa mediante la elaboración de un denominado “Acuerdo Común para un Procedimiento de Evaluación” (CUAP - Common Understanding for Assessment Procedure)

### **6.2.1 Guía de DITEs (GDITE)**

Documento elaborado por la EOTA, en base a un mandato de la Comisión Europea, que utilizan los miembros de esta organización para la concesión de los DITEs a fabricantes de productos incluidos en el citado mandato de forma que puedan proceder al mercado CE de los mismos.

Esta Guía debe servir:

- para la evaluación de la idoneidad para el uso previsto de un producto sin norma o fuera de norma,

- para la concesión del DITE correspondiente en función del resultado de la evaluación, y
- para establecer las condiciones para el mercado CE de los productos de la familia y la forma de concretarlas para cada producto en concreto en el correspondiente DITE.

Debe incluir:

- Referencia a los Documentos Interpretativos pertinentes
- Los requisitos específicos que deben cumplir los productos en él contemplados, en virtud de los Requisitos Esenciales sobre los que pueden influir y en función de su papel en la obra.
- Los métodos de ensayo a utilizar
- Los métodos de análisis y evaluación de los resultados de los ensayos
- Los procedimientos de inspección y de evaluación de conformidad a aplicar.
- El periodo de validez de los DITEs

Las referencias de las Guías de DITEs se publican tanto en el DOUE, mediante una Comunicación de la Comisión, como en el BOE, mediante una Resolución de la Dirección General de Política Tecnológica, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Estas disposiciones incluyen: número y título de la norma o guía, organismo (EOTA) que la ha elaborado, fecha de inicio para la aplicación voluntaria del mercado CE y fecha de inicio del mercado CE obligatorio. El periodo entre estas dos fechas se denomina “periodo de coexistencia” dado que, durante el mismo, los fabricantes pueden aplicar a su discreción la reglamentación existente o la de nueva redacción surgida tras la aparición de las Guías de los DITEs.

NOTA: En España, los DITs nunca fueron reglamentarios por lo que, en estos casos, es fundamental conocer cómo los estamentos reguladores introducen estos DITEs en la reglamentación, por ejemplo, en el Código Técnico de la Edificación.

### 6.2.2 DITE basado en una Guía

Evaluación de la idoneidad técnica de un producto para un uso previsto de ámbito europeo, concedido por cualquiera de los Institutos que forman la Organización Europea para la Idoneidad Técnica (EOTA), siguiendo los criterios fijados en la Guía correspondiente con objeto de permitir el mercado CE del producto correspondiente.

El DITE pasa a ser como una norma armonizada *ad hoc* específica para el producto objeto de la evaluación, para uso exclusivo del fabricante que lo obtiene con miras al mercado CE de su producción.

### 6.2.3 DITE sin guía

Este tipo de DITE es igualmente una evaluación de la idoneidad técnica de un producto para un uso previsto de ámbito europeo, concedido por los Institutos que forman la Organización Europea para el Documento de Idoneidad Técnica (EOTA) *actuando colegiadamente*, válido para, siguiendo los requisitos en él indicados, permitir que el fabricante pueda poner el mercado CE en el producto correspondiente.

La evaluación en este caso, como ya se dijo anteriormente, se hace en base a un documento singular denominado Acuerdo Común para un Procedimiento de Evaluación (ACPE) (en inglés CUAP).

Pasa a ser una como una norma armonizada *ad hoc* específica para el producto objeto de la evaluación y para uso exclusivo del fabricante que lo obtiene.

NOTA: La Comisión acepta esta vía del DITE sin Guía (artículo 9.2 de la Directiva) cuando no hay o no vaya a haber Guía y sean pocos los potenciales fabricantes interesados en obtener un DITE).

## 6.2.4 Periodo transitorio

En tanto en cuanto no haya especificación técnica armonizada, los EEMM podrán seguir exigiendo en su territorio la normalización nacional vigente. Para este periodo transitorio la directiva recomienda el empleo de los procedimientos especiales de los artículos 16 y 17 que requiere la aceptación del Estado emisor de los requisitos y normas del Estado receptor y la aceptación del Estado receptor del laboratorio de ensayo del Estado emisor. Todo este proceso se realiza entre las administraciones competentes de los dos Estados.

## 7 Elementos del mercado CE

El fabricante, para poder acceder al mercado CE de su producto, debe cumplir con las condiciones establecidas en la especificación técnica europea armonizada (norma armonizada y DITE) o, lo que es lo mismo, en el Anejo ZA de la misma.

Los elementos de la norma armonizada que llevan al mercado CE son los siguientes:

### 7.1 Las características esenciales “armonizadas”

La directiva de productos de construcción y el Real Decreto que la transponen, establecen la necesidad, para la comercialización de un producto, que dicho producto permita que los edificios y obras en que se vaya a utilizar puedan satisfacer los requisitos esenciales ya citados, siempre y cuando éstas obras estén sujetas a reglamentación que contenga tales requisitos.

Las especificaciones técnicas armonizadas deben incorporar todas las características prestacionales incluidas en los correspondientes mandatos. En el momento de elaborar los mandatos se utilizaron los documentos interpretativos complementados por varias consultas a cada uno de los EEMM para verificar que no se dejaban fuera ninguna de las características relacionadas con los requisitos esenciales incluidas en su reglamentación para las obras de construcción. Ello permite asegurar que el cumplimiento de la norma representa el cumplimiento con la reglamentación en vigor, aún en el caso del EEMM con mayor reglamentación. Sin embargo, esto también supone que la especificación técnica puede incluir características no reglamentadas en uno o más EEMM.

Es por lo tanto conveniente que el fabricante conozca qué características, de todas las citadas en el Anejo ZA (es decir, las incluidas en el mandato de la Comisión), están sujetas a reglamentación en el/los país/es en que desee colocar su producto. Esto le permite hacer exclusivamente los ensayos y controles de producción necesarios y declarar los valores obtenidos sin por ello dejar de cumplir la reglamentación local. Esto es lo que se denomina utilización de la “opción NPD” (de la expresión en inglés, “No Performance Determined”) de posible aplicación una vez el fabricante tenga decidido el/los mercado/s en que piensa colocar su producto.

Esto significa que en España se podrán ver productos con el mercado CE en el que la información técnica sobre algunas características esenciales que le debe acompañar no reglamentadas en España, pueda aparecer en esta forma.

El cambio paulatino de las reglamentaciones nacionales por su aproximación (mimetismo) con la del entorno europeo hará que esta opción vaya dejando de tener aplicación a medio y largo plazo. Actualmente es un derecho que tiene el fabricante en tanto en cuanto haya características sin reglamentar.

## ***7.2 Los sistemas de Certificación de la Conformidad***

La Comisión ha ido tomando decisiones (véase Anejo II) con respecto a los sistemas de certificación de conformidad de los productos para los que ha ido emitiendo mandatos de normalización. Para ello ha seguido los métodos de control y sistemas sugeridos por la propia directiva (véase la tabla 1)

Tabla 1 - SISTEMAS RECOMENDADOS POR LA DPC

| METODOS DE CONTROL  | Declaración y certificación de conformidad | Declaración de conformidad |                |                |
|---|--|----------------------------|----------------|----------------|
|   |  | 1ª Posibilidad             | 2ª Posibilidad | 3ª Posibilidad |
| a) ensayos iniciales de tipo de producto  | LE   | F                          | LE             | F              |
| b) ensayos de muestras tomadas en fábrica según plan determinado  | F  | F *                        | ---            | ---            |
| c) ensayos por sondeo de muestras tomadas en fábrica, mercado u obra  | LE *                                       | ---                        | ---            | ---            |
| d) control de producción en fábrica   | F  | F                          | F              | F              |
| e) inspección inicial de la fábrica y del control de producción en la misma   | OC   | OC                         | ---            | ---            |
| f) vigilancia, supervisión y evaluación constantes del control de producción en fábrica   | OC   | OC *                       | ---            | ---            |
| g) certificación de la inspección inicial de fábrica y del control de producción  | ---  | X                          | ---            | ---            |
| h) certificación del control de producción en fábrica sobre la base de la vigilancia, supervisión y evaluación constantes del control de producción de la misma | ---  | X *                        | ---            | ---            |

\* posible

La Comisión concretó 6 sistemas de certificación a los que asignó un código numérico y una serie de tareas en coincidencia con las propuestas por la directiva (véase la tabla 2)

Tabla 2 - SISTEMAS USADOS POR LA COMISIÓN

| METODOS DE CONTROL  | 1+  | 1   | 2+  | 2   | 3   | 4   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| a) ensayos iniciales de tipo de producto  | LE  | LE  | F   | F   | LE  | F   |
| b) ensayos de muestras tomadas en fábrica según plan determinado  | F   | F   | F   | --- | --- | --- |
| c) ensayos <i>por sondeo</i> de muestras tomadas en fábrica, mercado u obra   | LE  | --- | --- | --- | --- | --- |
| d) control de producción en fábrica   | F   | F   | F   | F   | F   | F   |
| e) inspección inicial de la fábrica y del control de producción en la misma   | OC  | OC  | OC  | OC  | --- | --- |
| f) vigilancia, supervisión y evaluación constantes del control de producción en fábrica   | OC  | OC  | OC  | --- | --- | --- |
| g) Certificación de la inspección inicial de fábrica y del control de producción  | --- | --- | --- | X   | --- | --- |
| h) Certificación del control de producción en fábrica sobre la base de la vigilancia, supervisión y evaluación constantes del control de producción de la misma | --- | --- | X   | --- | --- | --- |

### 7.2.1 El Certificado de Conformidad CE

Documento expedido por un organismo certificador y que acredita que el producto es conforme con la especificación técnica europea armonizada correspondiente, que ha seguido un sistema de evaluación de conformidad consistente en ensayos iniciales de tipo por tercera parte y supervisión y seguimiento continuo del control de producción en fábrica también por tercera parte (Sistemas 1+ y 1) en el que ha intervenido como tercera parte el firmante del certificado.



### **7.2.2 El Certificado del Control de Producción en Fábrica**

Documento firmado por un organismo certificador y que acredita que el producto es conforme con la especificación técnica europea armonizada correspondiente, que ha seguido un sistema de evaluación de conformidad consistente en ensayos iniciales de tipo realizados por el propio fabricante y en el seguimiento, evaluación y aprobación de forma continua del control de producción en fábrica realizado por tercera parte (Sistema 2+) en el que ha intervenido como tercera parte el firmante del certificado.

### **7.2.3 La Declaración de Conformidad CE**

Documento firmado por el fabricante mediante el cual declara que el producto cumple con la especificación técnica europea armonizada. Es requerido con todos los productos, cualquiera que sea el sistema de certificación de la conformidad al que esté sometido

## **7.3 El mercado CE propiamente dicho**

Como ya queda dicho anteriormente, el mercado CE respalda la “idoneidad” del producto de construcción para el uso previsto, significa que el producto cumple con la directiva 89/106/CEE, es decir, es conforme con una norma europea armonizada o con un DITE, y es obligatorio para su puesta en el mercado europeo una vez que la citada especificación técnica armonizada europea para la familia a la que pertenece el producto haya superado el periodo de coexistencia mencionado en el apartado 5.1.

Cuando el producto se ve afectado por varias directivas, con el mercado CE el fabricante indica que el producto es conforme con todas las que, afectando al producto, estén en vigor.

El mercado CE requiere que el logotipo que lo representa cumpla estas condiciones:

- Que, en caso de reducirse o aumentarse el tamaño, se conserven las proporciones del logotipo
- Que los diferentes elementos tengan una dimensión vertical apreciablemente igual que no sea inferior a 5 mm

El mercado CE requiere que junto con el logotipo CE se facilite la siguiente información:

- Cuando proceda, el número de identificación del organismo notificado encargado de la vigilancia del control de producción
- Nombre o marca distintiva del fabricante,
- Las dos últimas cifras del año de colocación del marcado,
- Cuando proceda, el número del certificado CE de conformidad,
- En su caso, indicaciones que permitan identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas.

El mercado CE y la información deben ir:

- preferentemente, en el producto; si no se puede,
- en el envase; si aún no se puede,

- en la documentación comercial que le acompaña.

El símbolo CE del mercado lo pone el fabricante en cuanto considera que su producto cumple con todos los requisitos que le son exigidos.

El mercado CE es como un “pasaporte” para la libre circulación del producto por el mercado interior europeo.

Como ya se dijo anteriormente, el mercado CE debe estar respaldado, en su caso, por un certificado CE y siempre por una declaración CE del fabricante, quien lo(s) debe tener a disposición del inspector de mercado o del comprador.

No debe interpretarse como una “marca de calidad” ni como “denominación de origen”. El mercado CE sólo respalda conformidad con una especificación técnica armonizada que supone un tipo de calidad referente exclusivamente a aspectos de seguridad, salubridad y protección del medio ambiente, con una fiabilidad basada en la evaluación de los riesgos relacionados con a estos aspectos así como en la naturaleza y sensibilidad del producto.

### 7.3.1 Ejemplo de mercado CE

Las normas armonizadas recogen, normalmente en el capítulo ZA.3, la siguiente relación de elementos que deben figurar en el mercado CE:

Logotipo del mercado CE

Número de identificación del organismo certificador (en su caso)

Nombre y dirección social del fabricante

Número del Certificado CE de conformidad (en su caso)

Año (2 últimos dígitos) de puesta del mercado CE en el producto

Número de la EN

Nombre del producto y uso

Información sobre todas las características esenciales incluidas en la norma armonizada (incluso aquéllas en que se ha aplicado la opción “npd”)

que de forma esquemática, y como ejemplo, podría ser :

|  |
|--|
| <b>CE</b>                                      |
| <b>0032</b>                                    |
| <b>XXX S.A..</b>                               |
| <b>Madrid, ES</b>                              |
| <b>0032-CPD-0004</b>                           |
| <b>02</b>                                      |
| <b>EN 2145-7</b>                               |
| <b>Producto para uso X</b>                     |
| <b>Característica 1.....22N/mm<sup>2</sup></b> |
| <b>Característica 2.....44%</b>                |
| <b>Característica 3.....npd</b>                |

Donde “npd” (de la expresión en inglés: **No Performance Determined**) significa “Característica sin determinar” y es una opción que tienen los fabricantes en su declaración para “informar” sobre aquellas características para las que el Estado miembro en cuyo mercado se coloca el producto no reglamenta al respecto.

Para los productos estructurales prefabricados, el mercado CE se rige por lo indicado en la Parte 3 de la Guía L “Aplicación y uso de los Eurocódigos”. Para ello el fabricante dispondrá de tres métodos para la presentación la información sobre las prestaciones mecánicas, según se recoge en las propias normas armonizadas de estos productos.

## 8 El mercado CE y las marcas voluntarias

Las marcas voluntarias podrán seguir siendo utilizadas. Sin embargo, la Comisión Europea solicita que, cuando coincidan con el mercado CE, se haga acompañando a éste de forma inequívoca y que no oculte el mercado CE, .Reclama además la condición de que estas marcas voluntarias no repitan elementos contenidos en el mercado CE, es decir, que aporten algún valor añadido a éste.

## 9 Otras Directivas relacionadas con la DPC

**Baja Tensión** (72/23/CEE), en vigor a partir del 19 de agosto de 1974

**Máquinas** (89/392/CEE), (91/368/CEE) y (93/44/CEE) en vigor a partir del 31 de diciembre de 1992 y del 1 de enero de 1993 y del 1 de julio de 1994

**Recipientes a presión simple** (87/404/CEE) y (90/488/CEE) en vigor a partir del 1 de julio de 1990 y del 1 de julio de 1991

**Compatibilidad electromagnética** (89/336/CEE) y (92/31/CEE) en vigor a partir del 1 de enero de 1992

**Ascensores** (95/16/CE), en vigor a partir del 1 de julio de 1997

**Aparatos a gas** (90/396/CEE), en vigor a partir del 1 de julio de 1992

**Equipos a presión** (COM (93)319) (Sólo como propuesta de Directiva)

**Calderas para agua caliente con combustibles líquidos o gaseosos** (92/42/CEE) en vigor a partir del 1 de enero de 1994

**Agua para consumo humano** (98/83/CE) aprobada el 7 de noviembre de 1998, en vigor a partir del 25 de diciembre de 1998

**Sustancias nocivas** (76/769/CEE y sucesivas modificaciones), en vigor

**Responsabilidad por productos defectuosos** (85/374/CEE) de 25 de julio de 1985, modificada por la Directiva 1999/34/CE del PE y del Consejo de 10 de mayo de 1999

## 10 Aproximación de la reglamentación nacional

Es necesaria la adecuación de las Normas Básicas y los Reglamentos a las exigencias planteadas en las directivas europeas, en particular, en aquellos aspectos relacionados con los requisitos esenciales de los edificios y las obra de ingeniería civil y las características de los productos que pueden influir sobre éstos (características esenciales).

En edificación, el Código Técnico de la Edificación puede ser uno de los elementos cruciales para esta adecuación en el campo de la edificación.

Hay que tomar decisiones, una vez planteadas las exigencias básicas:

- en lo referente a los requisitos exigibles a los productos
  - sobre las características esenciales (bajo el mercado CE)
  - sobre las características complementarias (opcionales)
- en lo referente al control de recepción de productos en la obra
  - para las características esenciales
  - para las características complementarias
- en lo referente a las marcas voluntarias (reconocidas y otras, si las hubiera)
- en lo referente a los periodos transitorios.

Lo mismo se puede decir de las Instrucciones y Reglamentos en los que se establecen requisitos para los productos.

## 11 Situación actual

En este momento CEN ha elaborado unas 328 normas armonizadas (se espera llegar a las 470 normas armonizadas) de las que 248 ya tienen sus referencias publicadas en el DOUE por lo que los correspondientes productos se encuentran o en periodo de marcado CE voluntario (periodo de coexistencia) o en periodo de marcado CE obligatorio (véase ); 71 están pendientes de que su referencia aparezca en el DOUE; y 9 están aún en trámite de que el CEN las ponga a disposición de los organismos nacionales de normalización

La lista de normas armonizadas aparece recogida en una Comunicación de la Comisión Europea en la siguiente dirección de Internet:

[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/c\\_304/c\\_30420061213es00010035.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/c_304/c_30420061213es00010035.pdf)

Con respecto a la EOTA, hay unas 20 Guías publicadas (en inglés), sobre otras tantas familias de productos, con las que se han concedido unos 944 DITEs.

También ha terminado de elaborar unos 60 DITEs sin Guía (CUAPs), de las 216 peticiones formuladas.

Uno de los aspectos más caóticos de esta directiva para el no avezado lo genera el hecho de que para que el mercado CE pueda colocarse sobre un producto concreto deba haber una especificación técnica armonizada específica. Cada familia de productos tiene su periodo transitorio y no hay una fecha única de final de periodo transitorio, como es el caso de otras directivas. A lo que hay que añadir que durante un plazo especificado (periodo de coexistencia) el fabricante puede optar por el mercado CE o por seguir con la legislación nacional vigente antes de la publicación de la especificación técnica armonizada.

Esto hace que en el mercado nos podamos encontrar:

- 1) productos de construcción sin marcado CE (para los que todavía no hay especificación técnica europea armonizada o, de haberla, el fabricante - durante el periodo de coexistencia - decide no utilizarla), y
- 2) productos de construcción con el marcado CE (para los que ya existe especificación técnica europea armonizada y el fabricante está ya obligado a utilizarla o decide - durante el periodo de coexistencia - utilizarla.

Se puede dar que productos de una misma familia y de distintos fabricantes unos lleven y otros no el mercado CE durante el citado periodo de coexistencia según la opción decidida por cada fabricante.

Es importante estar al tanto de la situación de cada familia de productos para poder exigir en la obra que aquéllos que deban, lleven el preceptivo marcado CE. Esta información viene ofrecida por la Comisión en las correspondientes Comunicaciones en el DOUE. Cada Comunicación incluye número y título de la norma o guía, organismo (CEN o EOTA) que la ha elaborado, fecha de inicio para la aplicación voluntaria del mercado CE y fecha de inicio del mercado CE obligatorio.

## **12 Páginas de la Comisión de interés**

Toda la información detallada (en inglés) sobre los documentos aquí citados puede obtenerse en la página de la Dirección General de Empresas e Industria, de la Comisión:

[http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/index_en.htm)

Madrid, a 2 de abril de 2007

## Anejo I

# Guías de la Comisión

**Guía A – La designación de Organismos Notificados en el campo de la Directiva de Productos de Construcción** (The designation of Approved Bodies in the field of the Construction Products Directive)

**Guía B – La definición de Control de Producción en Fábrica en las Especificaciones Técnicas de los Productos de Construcción** (The definition of Factory Production Control in Technical Specifications for Construction Products)

**Guía C - El tratamiento de los kits y los sistemas en la Directiva de Productos de Construcción** (The treatment of kits and systems under the Construction Products Directive)

**Guía D – El marcado CE en la Directiva de Productos de Construcción** (CE Marking under the Construction Products Directive)

**Guía E – Niveles y clases en la Directiva de Productos de Construcción** (Levels and classes in the Construction Products Directive)

**Guía F – La Durabilidad y la Directiva de Productos de Construcción** (Durability and the Construction Products Directive)

**Guía G - El Sistema Europeo de Clasificación para la reacción al fuego de los Productos de Construcción** (The European classification system for the reaction to Fire Performance of Construction Products)

**Guía H – Un enfoque Armonizado con respecto a las sustancias peligrosas en la Directiva de Productos de Construcción** (A Harmonised Approach relating to dangerous substances under the Construction Products Directive)

**Guía I – aplicación del Artículo 4(4) de la Directiva de Productos de Construcción** (The application of Article 4(4) of the Construction Products Directive)

**Guía J – Periodos Transitorios en la Directiva de Productos de Construcción** (Transitional Arrangements under the Construction Products Directive)

**Guía K – La Certificación de Conformidad y las funciones y tareas de los Organismos Notificados en el campo de la Directiva de Productos de Construcción** (The Attestation of Conformity Systems and the role and tasks of the Notified Bodies in the field of the Construction Products Directive)

**Guía L – Aplicación y uso de los Eurocódigos** (Application and use of Eurocodes)

**Guía M – La Verificación de Conformidad en la Directiva de Productos de Construcción: Los Ensayos iniciales de tipo y el Control reproducción en Fábrica** (Conformity Assessment under the CPD: Initial type-testing and Factory production control)

## Anejo II

### Relación de Decisiones de la Comisión sobre sistemas de certificación de productos de construcción y texto de las mismas

**Decisión 95/467/CE** de la Comisión, de 24 de octubre de 1995, por la que se aplica el apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, relativa a los productos de construcción. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 10.11.1995).

**Rectificada** ( DOCE 20.3.1996).

**Modificada** por las Decisiones: **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001) y **2002/592/CE** (DOCE 20.7.2002)

**Decisión 96/578/CE** de la Comisión, de 24 de junio de 1996, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **aparatos sanitarios**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 8.10.1996).

**Modificada** por las Decisiones: **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001) y **2002/592/CE** (DOCE 20.7.2002)

**Decisión 96/579/CE** de la Comisión, de 24 de junio de 1996, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a **equipamiento fijo para vías de circulación**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 8.10.1996).

**Modificada** por la Decisión **1999/453/CE** (DOCE 14.7.1999)

**Decisión 96/580/CE** de la Comisión, de 24 de junio de 1996, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **muros cortina**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 8.10.1996).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 96/581/CE** de la Comisión, de 24 de junio de 1996, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a **geotextiles**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 8.10.1996).

**Decisión 96/582/CE** de la Comisión, de 24 de junio de 1996, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **sistemas de acristalamiento sellante estructural y anclajes metálicos para hormigón**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 8.10.1996).

**Decisión 97/161/CE** de la Comisión, de 17 de febrero de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **anclajes metálicos para la fijación de elementos ligeros a estructuras de hormigón**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 4.3.1997).

**Decisión 97/176/CE** de la Comisión, de 17 de febrero de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los productos de **madera para uso estructural**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 14.3.1997).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 97/177/CE** de la Comisión, de 17 de febrero de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **anclajes metálicos de inyección en muros de albañilería**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 14.3.1997).

**Decisión 97/462/CE** de la Comisión, de 27 de junio de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **tableros de derivados de la madera**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 25.7.1997).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 97/463/CE** de la Comisión, de 27 de junio de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **anclajes de plástico para estructuras de hormigón y albañilería**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 25.7.1997).

**Decisión 97/464/CE** de la Comisión, de 27 de junio de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los productos para **instalaciones de evacuación de aguas residuales**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 25.7.1997).

**Modificada** por la Decisión **2004/663/CE** (DOUE 29.9.2004)

**Decisión 97/555/CE** de la Comisión, de 14 de julio de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **cementos, cales para construcción y otros conglomerantes hidráulicos**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 20.8.1997).

**Decisión 97/556/CE** de la Comisión, de 14 de julio de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **sistemas y kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 20.8.1997).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 97/597/CE** de la Comisión, de 27 de junio de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **aceros para hormigón armado y pretensado**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 2.9.1997).

**Decisión 97/638/CE** de la Comisión, de 19 de septiembre de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **elementos de sujeción para productos de madera para uso estructural en construcción**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 1.10.1997).

**Decisión 97/740/CE** de la Comisión, de 14 de octubre de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a la **albañilería y productos conexos**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 4.11.1997).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 97/808/CE** de la Comisión, de 20 de noviembre de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **pavimentos**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 3.12.1997).

**Modificada** por las Decisiones: **1999/453/CE** (DOCE 14.7.1999) y **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 98/143/CE** de la Comisión, de 3 de febrero de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 14.2.1998).

**Decisión 98/213/CE** de la Comisión, de 9 de marzo de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **kits de tabiquería interior**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 18.3.1998).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 98/214/CE** de la Comisión, de 9 de marzo de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **productos metálicos estructurales y auxiliares**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 18.3.1998).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 98/279/CE** de la Comisión, de 5 de diciembre de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **sistemas y kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes o, a veces, de hormigón**. (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 29.4.1998).



**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 98/436/CE** de la Comisión, de 22 de junio de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **recubrimientos de cubiertas, lucernarios, claraboyas y productos auxiliares**. [notificada con el número C(1998) 1598] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 10.7.1998).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 98/437/CE** de la Comisión, de 30 de junio de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **acabados interiores y exteriores para paredes y techos**. [notificada con el número C(1998) 1611] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 10.7.1998).

**Rectificada** ( DOCE 15.10.1998).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 98/456/CE** de la Comisión, de 3 de julio de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **kits de postensado para el pretensado de estructuras**. [notificada con el número C(1998) 1506] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 17.7.1998).

**Decisión 98/598/CE** de la Comisión, de 9 de octubre de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **áridos**. [notificada con el número C(1998) 2923] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 24.10.1998).

**Modificada** por la Decisión **2002/592/CE** (DOCE 20.7.2002)

**Decisión 98/599/CE** de la Comisión, de 12 de octubre de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida**. [notificada con el número C(1998) 2924] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 24.10.1998).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 98/600/CE** de la Comisión, de 12 de octubre de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **sistemas de cubierta translúcida autoportante (excepto los de cristal)**. [notificada con el número C(1998) 2926] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 24.10.1998).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 98/601/CE** de la Comisión, de 13 de octubre de 1998, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **productos de construcción de carreteras**. [notificada con el número C(1998) 2925] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 24.10.1998).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 1999/89/CE** de la Comisión, de 25 de enero de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a las **escaleras prefabricadas**. [notificada con el número C(1999) 113] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 3.2.1999).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 1999/90/CE** de la Comisión, de 25 de enero de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a las **membranas**. [notificada con el número C(1999) 114] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 3.2.1999).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 1999/91/CE** de la Comisión, de 25 de enero de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los productos **aislantes térmicos**. [notificada con el número C(1999) 115] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 3.2.1999).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 1999/92/CE** de la Comisión, de 25 de enero de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a las **vigas y los pilares compuestos a base de madera**. [notificada con el número C(1999) 116] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 3.2.1999).

**Decisión 1999/93/CE** de la Comisión, de 25 de enero de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a las **puertas, las ventanas, los postigos, las persianas, las cancelas y sus herrajes**. [notificada con el número C(1999) 117] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 3.2.1999).

**Decisión 1999/94/CE** de la Comisión, de 25 de enero de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **productos fabricados de hormigón normal, ligero y celular curado al vapor en autoclave**. [notificada con el número C(1999) 118] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 3.2.1999).

**Decisión 1999/453/CE** de la Comisión, de 18 de junio de 1999, por la que se modifican las Decisiones 96/579/CE y 97/808/CE relativas al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne al **equipamiento fijo para vías de circulación y a los pavimentos respectivamente**. [notificada con el número C(1999) 1484] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 14.7.1999).

**Decisión 1999/454/CE** de la Comisión, de 22 de junio de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los **productos cortafuego y de sellado y protección contra el fuego**. [notificada con el número C(1999) 1481]. Texto pertinente a los fines del EEE. (DOCE 14.7.1999).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 1999/455/CE** de la Comisión, de 22 de junio de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de madera y de troncos**. [notificada con el número C(1999) 1483] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 14.7.1999).

**Decisión 1999/469/CE** de la Comisión, de 25 de junio de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los productos **relacionados con el hormigón, el mortero y las lechadas**. [notificada con el número C(1999) 1480] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 17.7.1999).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 1999/470/CE** de la Comisión, de 29 de junio de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **adhesivos para la construcción**. [notificada con el número C(1999) 1478] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 17.7.1999).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 1999/471/CE** de la Comisión, de 29 de junio de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **aparatos de calefacción ambiental**. [notificada con el número C(1999) 1479] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 17.7.1999).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 1999/472/CE** de la Comisión, de 1 de julio de 1999, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **tuberías, cisternas y componentes auxiliares sin contacto con el agua destinada al consumo humano**. [notificada con el número C(1999) 1482] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 17.7.1999).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 2000/245/CE** de la Comisión, de 2 de febrero de 2000, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **productos de vidrio plano, vidrio conformado y bloques de vidrio moldeado**. [notificada con el número C(1999) 5016] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 28.3.2000).

**Modificada** por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 2000/273/CE** de la Comisión, de 27 de marzo de 2000, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **siete productos sujetos a la concesión del documento de idoneidad técnica europeo sin guías** (*Kit de aislamiento contra las vibraciones y los ruidos de impacto para suelos flotantes, Kit de aislamiento contra las vibraciones y los ruidos de impacto para paredes, Planchas de acero inoxidable para paredes, Kit de colector de aguas residuales, Perfiles en U, Kit de anclaje químico y Kit de anclaje de hormigón de resina epoxi/poliéster reforzado con vidrio/mortero de resina epoxi*). [notificada con el número C(2000) 668] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 7.4.2000).

Modificada por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 2000/447/CE** de la Comisión, de 13 de junio de 2000, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que se refiere a **paneles prefabricados portantes de caras de madera tensada y a paneles compuestos ligeros autoportantes**. [notificada con el número C(2000) 804] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 19.7.2000).

Modificada por la Decisión **2001/596/CE** (DOCE 2.8.2001)

**Decisión 2000/606/CE** de la Comisión, de 26 de septiembre de 2000, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **seis productos sujetos a la concesión del documento de idoneidad técnica europeo sin guías** (*Sistema de revestimiento interior de paneles de fibra de yeso, Vierteaguas prefabricados para hueco en muros con cámara de aire, Empalmes para barras y manguitos normalizados de refuerzo, Chapas de armadura de acero nervado -para sistemas compuestos estructurales de suelo-, Junta de pilotes -dispositivo de conexión entre pilotes portantes prefabricados de hormigón- y Encepado -dispositivo de anclaje de pilotes portantes prefabricados de hormigón*). [notificada con el número C(2000) 2641] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 12.10.2000.)

**Decisión 2001/19/CE** de la Comisión, de 20 de diciembre de 2000, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a las **juntas de dilatación para puentes de carretera**. [notificada con el número C(2000) 3694] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 10.1.2001).

**Decisión 2001/308/CE** de la Comisión, de 31 de enero de 2001, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **revestimientos**. [notificada con el número C(2000) 4359] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 18.4.2001).

**Decisión 2001/596/CE** de la Comisión, de 8 de enero de 2001, por la que se modifican las Decisiones 95/467/CE, 96/578/CE, 96/580/CE, 97/176/CE, 97/462/CE, 97/556/CE, 97/740/CE, 97/808/CE, 98/213/CE, 98/214/CE, 98/279/CE, 98/436/CE, 98/437/CE, 98/599/CE, 98/600/CE, 98/601/CE, 1999/89/CE, 1999/90/CE, 1999/91/CE, 1999/454/CE, 1999/469/CE, 1999/470/CE, 1999/471/CE, 1999/472/CE, 2000/245/CE, 2000/273/CE y 2000/447/CE, relativas al procedimiento de certificación de la conformidad de determinados productos de construcción con arreglo al artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo. [notificada con el número C(2000) 3695] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOCE 2.8.2001).

**Decisión 2002/359/CE** de la Comisión, de 13 de mayo de 2002, sobre el procedimiento de certificación de la conformidad de **productos de construcción en contacto con el agua destinada al consumo humano**, de conformidad con el apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo. [notificada con el número C(2002) 1417] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 14.5.2002).

**Decisión 2002/592/CE** de la Comisión, de 15 de julio de 2002, por la que se modifican las Decisiones 95/467/CE, 96/577/CE, 96/578/CE y 98/598/CE relativas al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **productos de yeso, instalaciones fijas de lucha contra incendios, aparatos sanitarios y áridos**, respectivamente. [notificada con el número C(2002) 2586] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOCE 20.7.2002).

**Decisión 2003/312/CE** de la Comisión, de 9 de abril de 2003, sobre la publicación de la referencia de las normas para productos de **aislamiento térmico, geotextiles, sistemas fijos de extinción de incendios y paneles de yeso**, con arreglo a la Directiva 89/106/CEE del Consejo. [notificada con el número C(2003) 1161] (Texto pertinente a los fines del EEE). (DOUE 8.5.2003).

**Decisión 2003/639/CE** de la Comisión, de 4 de septiembre de 2003 relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **pernos para juntas estructurales**. [notificada con el número C(2003) 3159] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOUE 10.9.2003).

**Decisión 2003/640/CE** de la Comisión, de 4 de septiembre de 2003 relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la

Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **componentes para revestimiento de paredes exteriores**. [notificada con el número C(2003) 3160] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOUE 10.9.2003).

**Decisión 2003/655/CE** de la Comisión, de 12 de septiembre de 2003 relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **kits de recubrimiento impermeable para suelos y paredes de estancias húmedas**. [notificada con el número C(2003) 3246] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOUE 17.9.2003).

**Decisión 2003/656/CE** de la Comisión, de 12 de septiembre de 2003 relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **siete productos para documentos de idoneidad técnica europeos sin Guía (Producto hidrófugo para superficies - agentes hidrófobos a base de sustancias organometálicas, Kits, perfiles y bandas de sellado, Acristalamiento vertical soportado en un solo punto, Elemento de fijación en puntos, Sistema de revestimiento que elimina las cargas electrostáticas para instalaciones utilizadas para almacenamiento, llenado y manipulación de líquidos que ponen en peligro la calidad del agua, Sistema de revestimiento para instalaciones de almacenamiento, llenado y manipulación de líquidos que ponen en peligro la calidad del agua y Compuestos y perfiles de sellado para juntas)**. [notificada con el número C(2003) 3247] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOUE 17.9.2003).

**Decisión 2003/722/CE** de la Comisión, de 6 de octubre de 2003 relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a los **componentes de impermeabilización de aplicación líquida para tablero de puente**. [notificada con el número C(2003) 3483] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOUE 11.10.2003).

**Decisión 2003/728/CE** de la Comisión, de 3 de octubre de 2003 relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a componentes para edificios de estructura metálica, **componentes para edificios de estructura de hormigón, elementos de construcción prefabricados, componentes para cámara frigorífica, componentes para protección contra desprendimientos de piedras**. [notificada con el número C(2003) 3452] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOUE 14.10.2003).

**Decisión 2004/663/CE** de la Comisión, de 20 de septiembre de 2004, por la que se modifica la Decisión 97/464/CE, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **los productos para instalaciones de evacuación de aguas residuales**. [notificada con el número C(2004) 3488] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOUE 29.9.2004).

**Decisión 2005/484/CE** de la Comisión, de 4 de julio de 2005, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al artículo 20, apartado 2, de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en lo que concierne a **Kits de construcción de cámaras frigoríficas y kits de construcción de revestimientos de cámaras frigoríficas**. [notificada con el número C(2005) 1961] (Texto pertinente a efectos del EEE). (DOUE 6.7.2005).

## **Implantación de la Directiva de Productos de Construcción. Comprobación del Mercado CE y vigilancia de mercado**

**Luis Alonso Caballero, Subdirección General de Calidad y Seguridad  
Industria, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.**

## SEMINARIOS CEMCO 2007

### LA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS INNOVADORES DE CONSTRUCCIÓN. DIT, DITE Y DIT plus

# Implantación de la Directiva de Productos de Construcción. Comprobación del Mercado CE y vigilancia de mercado

**Luis Alonso Caballero, Subdirección General de Calidad y Seguridad  
Industria, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.**

## INTRODUCCIÓN GENERAL

La Directiva de Productos de Construcción y el mercado CE, que avala su cumplimiento, está suponiendo una auténtica revolución reglamentaria en el campo de los productos de construcción.

Hasta la aparición de la Directiva, el cuerpo reglamentario de los diversos departamentos ministeriales con competencia en la construcción no era muy extenso, comparándolo con el de otros Estados de la UE, y, además, ya estaba asumido y más o menos conocido por los diferentes agentes implicados. Ahora, con la Directiva, nos encontramos con que la práctica totalidad de los sectores o productos se van a ver afectados por este mercado CE, con lo que algunos van a tener que asumir responsabilidades reglamentarias que hasta ahora no tenían, y los que ya las tenían van a ver, a menudo, modificadas las especificaciones, ensayos, evaluaciones, etc., que hasta el momento conocían y aplicaban.

Por si esto no fuera suficiente, además de esta nueva regulación de los productos en su fabricación, ya tenemos aquí también el Código Técnico de la Edificación, que afecta a los aspectos prestacionales de los productos en la medida en que se incorporan a las obras.

En síntesis, nos encontramos en importantes momentos de transformación hacia un nuevo marco general regulador, en el que tendrán que educarse no sólo los fabricantes de productos de construcción, sino también todo el resto de los agentes que intervienen en el proceso de la construcción.

El proceso de implantación de la Directiva a nivel europeo y nacional está siendo francamente lento, comparado con el de otras Directivas, y aunque se podrían justificar por la envergadura y complejidad del sector, la realidad es que desde 1989, año en que se publica en el Diario Oficial de la Unión Europea, han pasado ya 18 años y sólo

tenemos disponibles unas 300 normas armonizadas (de las 600 previstas) y unas 30 Guías de DITE, lo que supone en términos globales que no están disponibles ni el 50% de las especificaciones europeas proyectadas inicialmente, con el agravante de que las que quedan pendientes son, lógicamente, las más complejas, y que posiblemente pasarán todavía más de cinco años para que se complete el cuadro. Ahora la Comisión está tratando de encontrar soluciones o modificaciones de la Directiva que aceleren el proceso, pero de momento no se ve mucha luz en el fondo del túnel.

Hechas estas consideraciones previas, ahora en esta ponencia vamos a tratar de exponer cual es el proceso real, con sus detalles, de la implantación de la Directiva en España (Sección 1), daremos también unas ideas sintéticas sobre como se puede y se debe comprobar el mercado CE para el cumplimiento de la Directiva (Sección 2), que será de utilidad, sobre todo para todos aquellos que diseñan, proyectan, receptionan, utilizan o vigilan los productos y, por último, expondremos como se encuentra el tema de la “vigilancia de mercado” (Sección 3), que cada vez va a tener un mayor protagonismo en la medida en que el mercado CE ya sea una realidad consolidada en el mercado de los productos de construcción.

## **SECCIÓN 1**

### **IMPLANTACIÓN DE LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN**

#### **0. INTRODUCCIÓN**

El punto de partida de esta exposición está en el momento en que ya tenemos disponibles las especificaciones técnicas europeas armonizadas, es decir, las normas armonizadas y las Guías de DITE, y a partir de ahí vamos a ver como se implanta esto en la realidad, sus instrumentos y los agentes que intervienen.

En el Anexo 1 se incluyen los listados completos de las normas armonizadas y Guías DITE disponibles para el mercado CE de los correspondientes productos ya afectados.

#### **1. LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EUROPEAS ARMONIZADAS**

##### **1.1. LA NORMA ARMONIZADA / EL ANEXO ZA**

Llegamos ya a un tema que es de particular importancia comprender bien, por la implicación efectiva que tendrá para los fabricantes en el mercado CE.

Una norma armonizada es una norma europea a la que se le supone que cumple con los requisitos esenciales de seguridad, salud, etc. de la Directiva, pues ha sido aceptada por la Comisión Europea al haber cumplido e incluido las características del mandato.

En su aspecto no es muy diferente de cualquier otra norma europea, contiene los capítulos y apartados habituales, pero tiene una diferencia fundamental y es que, al final de cada una, existe un anexo especial, el ANEXO ZA.

El Anexo ZA es un anexo especial en el que se incluyen todos los detalles que han de ser considerados para el mercado CE, como:

- En la introducción se indica el cumplimiento de la Directiva, mandato, etc.
- Tendrá una tabla en la que se indicarán las características a evaluar para el mercado CE (esas y sólo esas), conforme al “Mandato” (tabla ZA.1).
- Tendrá una tabla que indicará el sistema de evaluación de la conformidad a aplicar (conforme a la correspondiente “Decisión” aparecida en el DOUE) (tabla ZA.2).
- Tendrá un capítulo de cómo, qué contendrá y dónde debe hacerse el mercado CE y ejemplos prácticos de cómo hacerlo.
- Indicará como el fabricante debe hacer la “Declaración CE”.

Entonces, en cualquier norma armonizada, lo que es obligatorio cumplir para el mercado CE, y a donde debemos acudir particularmente, es al anexo ZA; al resto del cuerpo de la norma y otros anexos se los podría considerar como voluntarios, y esos aspectos sólo serán de obligado cumplimiento si el anexo ZA se refiere a ellos. Solamente los capítulos, apartados u otros anexos de la norma serán de obligado cumplimiento si así se indica en el anexo ZA, el resto es voluntario y el fabricante los podrá cumplir si así lo desea. Pueden ser aplicables, por ejemplo, para establecer y cumplir con una marca de tipo voluntario que garantice algo más que el mercado CE.

Las normas armonizadas hacen “obligatorias” a todas aquellas normas de ensayo que se utilizarán para determinar las características incluidas en el anexo ZA, pero esas normas de ensayo no pueden llamarse normas armonizadas; en el argot de la Directiva se las llama normas de “apoyo” o de “acompañamiento”.

Una fecha de gran importancia en los plazos de entrada en vigor del mercado CE es la fecha de adopción de una norma armonizada, es decir, la fecha en la que el CEN la hace pública en sus tres versiones oficiales (inglés, francés y alemán). Esa fecha es lo que se conoce como fecha de disponibilidad de la norma armonizada (en el argot de la Directiva “DAV”). Nueve meses después empezará el “período de coexistencia” y veintiún meses después (9 + 12) finaliza el período de coexistencia y el mercado CE será obligatorio (salvo que la Comisión decida otros períodos).



## **1.2. GUÍAS DEL DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA EUROPEA (GUÍAS DE DITE)**

Son los documentos que prepara la EOTA (Organización Europea para el Documento de Idoneidad Técnica Europea, en inglés “Technical Approval”), organización que agrupa a una serie de organismos europeos de investigación y ensayo de reconocido prestigio (en España pertenecen a la EOTA el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de Madrid, y el Instituto de Tecnología de la Construcción –ITEC-, de Barcelona).

Las Guías de DITE son documentos con un contenido muy similar al de las normas armonizadas en cuanto a características, ensayos, etc., y que se aplicarán a los productos llamados “no tradicionales”, si bien la frontera entre los productos tradicionales y no tradicionales no está muy clara y no todos están de acuerdo con las decisiones que ha tomado la Comisión para enviar algún producto a una u otra vía.

Dado que en el seminario se hablará más cumplidamente de este tema, no ampliamos más esta exposición.

## **1.3. LAS NORMAS DE “APOYO”**

Además de las normas armonizadas que establecen las características de los productos, también se está desarrollando un amplísimo cuerpo normativo constituido por todas aquellas normas europeas, fundamentalmente de ensayos, que se citan en las normas armonizadas o en las Guías DITE y que en el argot de la Directiva se conocen como normas de “apoyo” o de “acompañamiento”.

Un caso especial de este tipo de normas lo constituyen los Eurocódigos, en los que se establecen los aspectos de cálculo y diseño de los elementos estructurales y que quedarán citados en todas aquellas normas armonizadas de productos con una función resistente.

## **2. LAS DISPOSICIONES QUE OFICIALIZAN EL MERCADO CE**

Cuando el CEN ya tiene disponible y aprobada la correspondiente norma armonizada, los Estados miembros tenemos 9 meses para traducirlas, a través de nuestro Instituto nacional de normalización (AENOR).

Durante ese período en cualquier momento la Comisión publica un acto administrativo en su Diario Oficial (DOUE), que oficializa en el ámbito europeo las fechas significativas del mercado CE, en forma de una “Comunicación” de la Comisión.

Los Estados miembros tenemos la obligación de publicar en nuestro Boletín nacional algún tipo de disposición que incorpore dicha “Comunicación” a nuestro derecho interno. Si algún Estado no lo hace es su problema, esto no invalida esta situación, pues lo que establece oficialmente y sin contestación posible el mercado CE es la Comunicación de la Comisión, y ningún país puede modificar las fechas de entrada en vigor establecidas.

En el caso de las Guías DITE, cuando la EOTA las tiene disponibles, la Comisión establece en una Comunicación en el Diario Oficial el período de coexistencia por un período de dos años.

## 2.1. LAS “COMUNICACIONES” DE LA COMISIÓN

Este Documento es muy simple y se limita a especificar la referencia de la norma europea o la Guía DITE, su título y las dos fecha significativa de la entrada en vigor del mercado CE, que son el inicio del período de coexistencia y su final, que se comentan a continuación.

Mostramos, como ejemplo, en la Figura 1 la Comunicación que se publicó para los cementos (la primera que apareció).

**Figura 1**

### Ejemplo de “Comunicación de la Comisión”

23.1.2001

ES

Diario Oficial de las Comunidades Europeas

C 20/5

**Comunicación de la Comisión en el marco de la implementación de la Directiva 89/106/CEE del Consejo**

(2001/C 20/04)

(Texto pertinente a efectos del EEE)

*Publicación de los títulos de las referencias de las normas armonizadas de acuerdo con lo previsto en la Directiva*

| Organismo europeo de normalización <sup>(1)</sup> | Referencia    | Título de la norma  | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada de acuerdo con la letra a) del apartado 2 del artículo 4 de la Directiva 89/106/CEE | Fecha de fin del período de coexistencia <sup>(2)</sup> |
|---|---------------|---|---|---|
| CEN   | EN 197-1:2000 | Cemento — Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes | 1 de abril de 2001  | 1 de abril de 2002                                      |

<sup>(1)</sup> CEN: rue de Stassart/Stassartstraat 36, B-1050 Bruxelles/Brussel, tel. (32-2) 550 08 11; fax (32-2) 550 08 19 (www.cenorm.be); Cenelec: rue de Stassart/De Stassartstraat 35, B-1050 Bruxelles/Brussel, tel. (32-2) 519 68 71; fax (32-2) 519 69 19 (www.cenelec.be); ETSI: BP 152, F-06561 Valbonne Cedex, tel. (33-4) 92 94 42 12; fax (33-4) 93 65 47 16 (www.etsi.org).

<sup>(2)</sup> La fecha de fin del período de coexistencia es la misma que la fecha de retirada de las especificaciones técnicas contradictorias, después de lo cual, la presunción de conformidad debe estar basada en las especificaciones técnicas europeas armonizadas (normas armonizadas o documentos de idoneidad técnica).

## 2.2. LAS DISPOSICIONES DEL BOE

Según van apareciendo las Comunicaciones del DOUE, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio va publicando en el BOE una serie de disposiciones con el mismo contenido que las aparecidas en el DOUE, para trasponerlas al derecho interno, aunque añade el dato del sistema de evaluación de la conformidad a aplicar. Un aspecto importante más es que también se incluyen las listas de los organismos que nuestro Estado notifica a la Comisión para los diferentes productos.

Estas disposiciones, en su contenido, constituyen el marco legal básico para el establecimiento del mercado CE de cada producto en nuestro país.

En la Figura 2 se muestra, como ejemplo, la tabla de una Resolución del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en la que se establece el mercado CE de varios productos.

En el Anexo 1 se incluyen las tablas más actualizadas de productos que aparecerán en breve publicadas en las correspondientes Resoluciones, en el BOE.

**Figura 3: Tabla para el establecimiento del mercado CE incluida en la Resolución de 14 de abril de 2003**

ANEXO II

Normas armonizadas con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción

| Referencia norma UNE      | Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---------------------------|--|--|--|---|
| UNE EN 12620:2003         | Áridos para hormigón.  | 1.7.2003   | 1.6.2004   | 2+<br>4                                     |
| UNE EN 1344:2002          | Adoquines de arcilla cocida Requisitos y métodos de ensayo.  | 1.1.2003   | 1.1.2004   | 4   |
| UNE EN 13502:2003         | Chimeneas - Terminales de los conductos de humos arcillosos/cerámicos - Requisitos y métodos de ensayo.  | 1.8.2003   | 1.8.2004   | 4   |
| UNE EN 13564-1:2003       | Dispositivos anti-inundación en edificios - Parte 1: Requisitos.   | 1.5.2003   | 1.5.2004   | 4   |
| UNE EN 13813:2003         | Materiales para soleras continuas y soleras - Propiedades y requisitos de los materiales para soleras.   | 1.8.2003   | 1.8.2004   | 4   |
| UNE EN 1917:2003          | Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero.   | 1.8.2003   | 23.11.2004   | 4   |
| UNE EN 54-3:2001/A1:2002  | Sistemas de detección y alarma de incendios - Parte 3: Dispositivos de alarma de incendios - Dispositivos acústicos.   | 1.4.2003   | 30.6.2005  | 1   |
| UNE EN 54-5:2000/ A1:2002 | Sistemas de detección y alarma de incendios - Parte 5: Detectores de calor - Detectores puntuales.   | 1.4.2003   | 30.6.2005  | 1   |
| UNE EN 54-7:2000/A1:2002  | Sistemas de detección y alarma de incendios - Parte 7: Detectores de humo - Detectores puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización. | 1.4.2003   | 30.6.2005  | 1   |
| UNE EN 12259-5:2003       | Protección contra incendios - Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada - Parte 5: Detectores de flujo de agua.         | 1.7.2003   | 1.9.2005   | 1   |
| UNE EN 13043:2003         | Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.  | 1.7.2003   | 1.6.2004   | 2+<br>4                                     |
| UNE EN 13450:2003         | Áridos para balasto.   | 1.10.2003  | 1.6.2004   | 2+<br>4                                     |
| UNE EN 13986:2002         | Tableros derivados de la madera para su utilización en la construcción - Características, evaluación de la conformidad y marcado.  | 1.4.2003   | 1.4.2004   | 1<br>2+<br>3<br>4                           |
| UNE EN 1916:2003          | Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.   | 1.8.2003   | 23.11.2004   | 4   |
| UNE EN 1935:2002          | Herrajes para la edificación - Bisagras de un solo eje - Especificaciones y métodos de ensayo.   | 1.10.2002  | 1.12.2003  | 1   |

(\*) Sistemas de evaluación de la conformidad:

Sistema 1: Certificación de producto por un organismo de certificación notificado (incluye: ensayo inicial de tipo, auditoría inicial y auditorías complementarias del control de producción en fábrica y certificación del producto).

Sistema 1+: Es el sistema 1 incluyendo ensayos por sondeo de muestras tomadas en la fábrica o en el mercado o en la obra.

Sistema 2+: Certificación del control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado (incluye auditoría inicial y auditorías periódicas del control de producción en fábrica).

Sistema 2: Certificación inicial del control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado (incluye auditoría inicial del control de producción en fábrica).

Sistema 3: Ensayo inicial de tipo por un laboratorio notificado.

Sistema 4: Declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

En los sistemas 2, 2+ y 4 el fabricante deberá realizar bajo su responsabilidad los ensayos iniciales de tipo.

En los sistemas 3 y 4 el fabricante deberá tener implantado también un sistema de control de producción en fábrica.

### **2.3. LAS FECHA SIGNIFICATIVAS**

Para cada familia de productos o producto concreto tendremos que tener en cuenta las fechas y períodos siguientes:

En todos los casos, la entrada en vigor, es decir, la obligación de marcar los productos no será inmediata y así la Comisión Europea ha establecido lo que se ha venido llamando el “período de coexistencia” o el “período transitorio”.

- Fecha de inicio del período de coexistencia

Es la fecha a partir de la cual cualquier fabricante puede empezar, voluntariamente, a utilizar el mercado CE para ese producto, y a partir de la cual ningún Estado miembro podrá poner trabas a que ese producto, marcado CE, se comercialice en su territorio, aunque el Estado miembro puede mantener todavía la Reglamentación que tuviera vigente hasta entonces, es decir, se abre una vía alternativa a la Reglamentación vigente a través del mercado CE.

Esta fecha, en el caso de las normas armonizadas, por lo general, se corresponde con el final de los nueve meses después de que el CEN adoptó la norma armonizada.

Este período de coexistencia, salvo excepciones acordadas, será, para todos los productos, de un año de duración para normas armonizadas y de dos años para Guías de DITE.

- Fecha final del período de coexistencia = entrada en vigor del mercado CE obligatorio

Esta es la fecha en la que termina el período de coexistencia y es la fecha real en la que ya es obligatorio el mercado CE y los fabricantes que pongan productos en el mercado deberán hacerlo con su mercado CE.

Esta fecha, en el caso de las normas armonizadas, por lo general será a los 21 meses después de la fecha de disponibilidad de la norma y en el caso de las Guías DITE de dos años después de su disponibilidad por la EOTA.

Además, las Administraciones de los Estados miembros deberán, en esa fecha, haber adaptado las Reglamentaciones nacionales (barreras técnicas), de manera que no existan trabas a la circulación de los productos con marcado CE.

### **3. LOS ORGANISMOS NOTIFICADOS**

Los organismos notificados constituyen unos agentes de vital importancia para la puesta en práctica de las Directivas europeas, y su misión se encuadra dentro de las filosofías del “nuevo enfoque”, y sobre todo, del “enfoque global” comunitario.

Se trata de organismos, fundamentalmente de carácter privado, aunque también pueden ser públicos, a los que se les transfieren las actividades que tradicionalmente habían desarrollado las Administraciones públicas, en el aspecto de comprobar que los fabricantes de los distintos sectores industriales cumplan con los reglamentos y “homologaciones” de carácter obligatorio, es decir que se encarguen de realizar las certificaciones, auditorias, inspecciones, ensayos, etc que se establecen con carácter obligatorio por la Directivas europeas, sustituyendo a los anteriores reglamentos vigentes.

Es una forma de liberalizar las actividades de control que ejercían las Administraciones dentro de la filosofía de “confianza en los operadores”, recalcando la responsabilidad de los fabricantes en el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y contando, en su caso, con el apoyo de estos organismos, que también deben de actuar con responsabilidad y profesionalidad.

Estos organismos se notifican por las Administraciones públicas de los distintos Estados miembros, en la medida que se van poniendo en vigor las Directivas europeas para los distintos sectores industriales, lo que supone que los fabricantes de la Unión Europea deben de acudir a estos organismos que actúan según los mismos procedimientos y con los mismos requisitos, y así también se obtiene una cierta armonización en las actividades de evaluación y control.

### 3.1. TIPOS DE ORGANISMOS

El artículo 18 de la Directiva se refiere expresamente a estos organismos, indicando que cada Estado miembro deberá notificar a la Comisión Europea aquellos organismos que autorice, con indicación expresa del producto, las especificaciones técnicas armonizadas correspondientes y el sistema de evaluación ya establecido, es decir, la tarea clara y concreta para la que se autoriza a cada organismo.

En el Anexo III de la Directiva se definen los tipos de organismos posibles que pueden intervenir, en los términos siguientes:

- **Organismo de certificación:** es un organismo imparcial, gubernamental o no gubernamental, con la competencia y la responsabilidad necesarias para efectuar la certificación de conformidad de acuerdo con normas de procedimiento y de gestión establecidas.
- **Organismo de inspección:** es un organismo imparcial que dispone de la organización, personal, competencia e integridad necesarias para llevar a cabo, de acuerdo con criterios específicos, tareas como la evaluación, recomendación de aceptación y subsiguiente inspección de las operaciones de control de calidad del fabricante, la selección y evaluación de los productos in situ, en la fábrica o en otro lugar de acuerdo con criterios específicos,

- **Laboratorio de ensayo:** es un laboratorio que mide, examina, prueba, calibra o determina por otros medios las características o el rendimiento de los materiales o de los productos.

Últimamente está surgiendo otro tipo de actividad y organismo como son los “organismos de cálculo”, cuya función es la de determinar mediante cálculo determinadas características o prestaciones de los productos. Esta figura no existía expresamente en la Directiva y actualmente se están dando los pasos para establecer su funcionamiento y su notificación (Guía A, Anexo F).

Es decir, se acuñan cuatro tipos de actividades de evaluación, que desarrollará cada tipo de organismo.

### 3.2. REQUISITOS PARA LOS ORGANISMOS

Sobre los requisitos que deben cumplir estos organismos, la Directiva establece en su Anexo IV lo siguiente:

Los laboratorios de ensayos, los organismos de inspección y los organismos de certificación designados por los Estados miembros deberán reunir los siguientes requisitos mínimos:

1. Disponibilidad de personal así como de los medios y el equipo necesarios;
2. Competencia técnica e integridad profesional del personal;
3. Imparcialidad en cuanto a ejecución de ensayos, elaboración de informes, expedición de certificados y realización de la vigilancia prevista en la presente Directiva, de los miembros
4. Respeto del secreto profesional por parte del personal.
5. Contratación de un seguro de responsabilidad civil a menos que dicha responsabilidad no esté cubierta por el Estado de acuerdo con la legislación actual.
6. Las autoridades competentes de los Estados miembros verificarán periódicamente el cumplimiento de los requisitos contemplados en los puntos 1) y 2).

Aquí tenemos los requisitos “mínimos” que establece la Directiva, pero cada Estado miembro puede tener regulaciones más específicas al respecto, y en España nos tenemos que referir al Real Decreto 2200/1997 y en particular a su capítulo IV, en el que se regulan las actividades de los organismos de control que actúan en el ámbito de la seguridad industrial, dentro del que se ubican las Directivas europeas.

A grandes rasgos, el requisito fundamental para los organismos que quieran ser notificados es, su acreditación por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), y el citado capítulo IV del Real Decreto matiza y aclara todos los demás detalles al respecto.

Conviene citar un detalle, como es que se permite que los organismos puedan subcontratar actividades parciales de su notificación con otros organismos que las puedan realizar, sin necesidad de que estos segundos estén notificados, dentro de unos criterios establecidos, aunque no se permite la subcontratación en cadena.

### 3.3. DISPONIBILIDAD DE ORGANISMOS

Entramos ahora en un tema también de interés para los fabricantes, ya que en un buen número de productos, los que vayan por los sistemas 1+, 1, 2+ 2 y 3, deberán acudir a un organismo notificado que les realice las tareas pertinentes de: certificación de producto, inspecciones de control de producción en fábrica o ensayos iniciales de tipo, respectivamente.

Aunque cualquier fabricante de la Unión Europea o de fuera de ella puede acudir a cualquier organismo notificado por cualquier Estado miembro, está claro que a nosotros nos interesa acudir a organismos de nuestra geografía, por evidentes aspectos de proximidad, idioma, coste, etc.

Por todo ello, no se nos escapa el enorme interés de contar con organismos adecuados dentro de nuestras fronteras, y que aquellos organismos que ya conocen los productos participen en estas tareas y soliciten y consigan su notificación.

A efectos de la notificación, la Administración aplica una cierta flexibilidad y se están realizando notificaciones provisionales de organismos que pueden durar de uno a dos años, con el compromiso de que el organismo obtenga su preceptiva evaluación o acreditación por ENAC, momento en el que la notificación se hace indefinida. Esto da una cierta capacidad de maniobra a los diferentes organismos interesados.

También tenemos que entender la visión de los organismos, pues estas instituciones, en su gran mayoría de carácter privado, tienen todo el derecho, como empresas, a preguntarse si les supone “negocio” el entrar o no en estas actividades, es decir, si los costes de organización y su evaluación o acreditación por ENAC son compensados con el volumen de potenciales clientes que les solicitarán su colaboración en el mercado CE.

De momento, para los productos que ya tienen encima el mercado CE, excepto para alguna familia de escasa o nula presencia en el mercado español, ha habido organismos que han dado el paso de prestarse a ser notificados y colaborar con los fabricantes.

En la filosofía comunitaria queda establecido que si un organismo notificado y trabajando ya para una serie de fabricantes, bien desea dejar esa actividad, o bien se le retira la notificación por algún tipo de irregularidad, dicho organismo está absolutamente obligado a traspasar todo el volumen de certificaciones, inspecciones, ensayos o certificados emitidos a cualquier otro de los organismos notificados para ese mismo tema y la Administración tiene el compromiso ineludible de que así se cumpla. De una forma u otra



ningún fabricante puede verse perjudicado por cualquier incidencia de un organismo que le impida la continuidad de su evaluación y del mercado CE.

Los organismos nacionales o europeos notificados para el mismo tema tienen también la obligación, adquirida con su notificación, de prestarse toda la ayuda que sea necesaria y, en ese sentido, tienen un cierto compromiso de asistir a las reuniones de organismos notificados a nivel nacional y europeo, donde se suelen aclarar la gran cantidad de detalles de las actividades que les son propias y que a menudo no quedan suficientemente claras en las normas armonizadas o Guías DITE. Se admite la competencia para captar “clientes” pero también deben de colaborar al máximo en los detalles y prácticas de su actividad. También, aunque esto puede plantear sus dudas filosóficas en la Directiva, se supone que los organismos tienen una cierta soberanía para resolver e interpretar los detalles de su actividad, siempre en una línea de colaboración con los propios fabricantes y, en caso de mayores dudas, consultar con otros organismos o con la Administración notificadora.

#### **4. ACCIONES DE LOS FABRICANTES**

En este estado de cosas en el que la norma o Guía DITE están disponibles, ya ha salido la Comunicación en el DOUE y la Resolución en el BOE; se conocen las fechas del período de coexistencia y en particular la fecha de entrada en vigor del mercado CE; se han designado los organismos notificados y se sabe cual es el sistema de evaluación de la conformidad aplicable al producto. Es el momento en que los fabricantes tienen que ponerse a desarrollar las tareas pertinentes, que veremos en la Sección 2, en muchos casos en colaboración con el correspondiente organismo notificado (para sistemas de evaluación de la conformidad 1+, 1, 2+, 2 y 3), para poder ostentar finalmente el mercado CE.

#### **5. EL MERCADO CE Y LA DOCUMENTACIÓN**

El mercado CE, en sentido general, no es un mercado propio y exclusivo de la Directiva 89/106/CE sobre productos de construcción. El mercado CE está inscrito dentro de la filosofía del Nuevo Enfoque comunitario tendente a la armonización técnica europea y sobre todo a la libre comercialización de los productos y la consecución del mercado único. El mercado CE es una herramienta muy importante en este proceso de armonización y aparece en todas las Directivas llamadas del “Nuevo Enfoque”, entre las que está nuestra Directiva de productos de construcción.

##### **5.1. EL MERCADO CE**

El mercado CE colocado en un producto industrial, en nuestro caso en un producto de construcción, significa, que el fabricante del producto o su “mandatario” o representante legal establecido en la Unión Europea, se ha asegurado que el producto satisface las



disposiciones de la Directiva de productos de construcción, así como, en su caso, las de otras Directivas comunitarias que le afecten, incluidos los procedimientos de evaluación de la conformidad exigidos por esa o esas Directivas.

Es importante destacar que el marcado CE, cuando se coloca, garantiza el cumplimiento de todas las Directivas del nuevo enfoque que le afecten al producto en cuestión.

También es importante señalar que el fabricante o su representante es el único responsable de la conformidad del producto desde el momento en que el producto es colocado en el mercado europeo.

En el caso de nuestra Directiva de construcción, el marcado CE significa que el producto cumple con las correspondientes normas armonizadas o con los Documentos de Idoneidad Técnica Europea -DITE- (en el caso de productos “no tradicionales”) y que se le ha aplicado el sistema de evaluación de la conformidad de los descritos en la Directiva y establecido en la Decisión correspondiente publicada en el DOUE.

En ningún caso se podría considerar el marcado CE como una marca de calidad, ni una marca de origen de la Unión Europea, ni reemplazar o sustituir marcas nacionales obligatorias, previas a la existencia de este marcado.

En nuestra Directiva se establece que el marcado CE deberá figurar, al menos, en alguna de las formas siguientes:

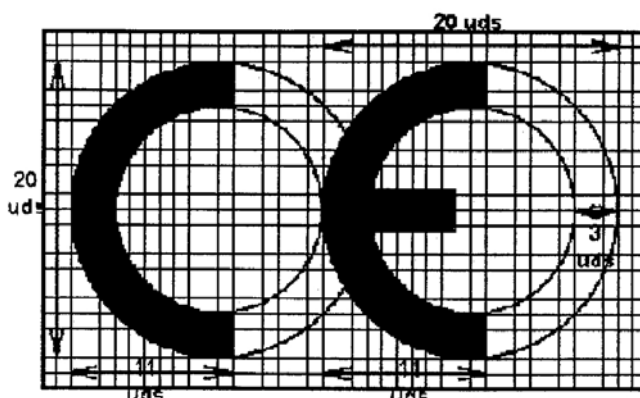
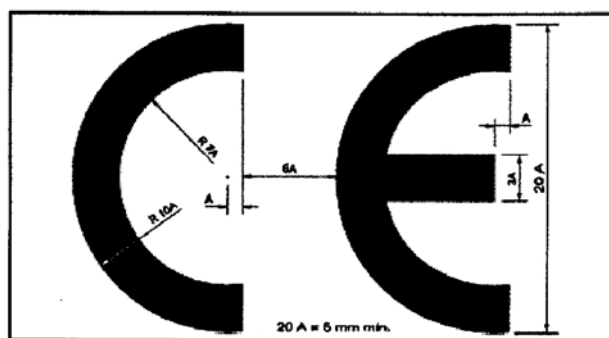
- En el producto mismo.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su embalaje.
- En los documentos comerciales de acompañamiento.

Esta lista nos indica, de alguna forma, un cierto orden de preferencia, y siempre que sea posible se debería de poner el marcado en el producto, y en su defecto, en la posición más “cercana” al mismo, o la que sea más cómodo y fácil de encontrar por el usuario, aconsejándose que en la documentación comercial de acompañamiento aparezca también la información completa del marcado CE.

El logotipo del marcado CE es el que aparece en la Figura 3 adjunta y deberán respetarse sus proporciones aunque se aumente o reduzca este, con el único límite de que su dimensión vertical no podrá ser inferior a 5 mm.

Figura 3

Logotipo del mercado CE



Se prohíbe expresamente la colocación de marcados que puedan inducir a error a terceros en relación con el significado del logotipo del mercado CE, aunque se permite colocar otras marcas, con la condición de que no reduzcan la visibilidad ni la legibilidad del mercado CE o puedan confundirse con el mismo.

En el Anexo 3 se dan ejemplos de mercado CE para los diferentes sistemas de evaluación de la conformidad y el llamado mercado reducido.

## 5.2. LA DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE

Otro documento de especial importancia para el mercado CE y que deben de conocer y tener muy en cuenta los fabricantes es la llamada “Declaración de conformidad CE”.

Realizadas las tareas establecidas en el anexo ZA de la correspondiente norma armonizada que afecta a un producto, incluidas las tareas de la evaluación de conformidad que se han establecido, el fabricante puede empezar a poner el mercado CE en el producto, pero no debe olvidarse de preparar y tener disponible un sencillo documento con un formato similar al del Anexo 4.

Este documento está obligado a redactarlo, lo firma el propio fabricante (la persona de responsabilidad que se juzgue más oportuna y representativa) y es por el que el fabricante se responsabiliza ante terceros de que ha colocado el mercado CE de forma

correcta, que cumple con la especificación de la norma y que ha aplicado correctamente el sistema de evaluación que le ha tocado.

Este es el primer documento que podrán exigir las autoridades de vigilancia de mercado o de control de calidad de las Autonomía o los propios clientes.

A esta Declaración se puede acompañar, si se estima oportuno, otros documentos relativos al mercado CE (los certificados o ensayos de los organismos que se han utilizado), informaciones complementarias de otras características o usos, marcas de calidad voluntarias, usos previstos, etc.

La declaración deberá ir redactada en el idioma del Estado miembro en el que se comercialice el producto (los idiomas autonómicos no se contemplan, aunque también podrían, de forma añadida y voluntariamente, utilizarse, pero en nuestro país debe utilizarse siempre el español).

No obstante, en el Anexo ZA de cada norma armonizada se indica cual debe ser el contenido de la Declaración CE.

## **6. CONSECUENCIAS LEGALES**

Vemos en este capítulo las consecuencias legales del mercado CE y la Directiva. Primero las obligaciones o responsabilidades de la Administración, después las implicaciones de los fabricantes y también de los organismos notificados que intervengan.

### **6.1. LA RESPONSABILIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN**

Uno de los objetivos principales de las Directiva europeas y, por tanto, de nuestra Directiva de productos de construcción, es la eliminación de las barreras técnicas al comercio en la Unión Europea a través de la armonización técnica de las regulaciones de los productos.

Es por ello por lo que una consecuencia inmediata de la Directiva según se va poniendo en práctica, y a lo que el derecho comunitario obliga a los Estados miembros, es a la adopción o retirada de los Reglamentos nacionales existentes en los que se incluyan y regulen productos para los que ya se ha establecido la entrada en vigor del mercado CE.

Abundando más, se supone que los Estados miembros tienen que tener ya adaptada su Reglamentación vigente desde el día del inicio del período de coexistencia de cualquier producto, es decir, establecer los mecanismos para que cuando exista un Reglamento sobre un producto, desde el inicio del período de coexistencia el Estado miembro admita en su mercado a los productos que cumplan con dicha Reglamentación, pero también los que acudan con el mercado CE.

Este es el sentido del propio nombre del “período de coexistencia”, es decir, un período durante el cual, en el ámbito reglamentario, coexisten el mercado CE y los reglamentos preexistentes, con igual valor.

El final del período de coexistencia es la fecha en la que debe terminar la vigencia de la reglamentación anterior y los productos deberán entrar en los mercado sólo con el mercado CE. En ese momento debe haberse realizado ya la adaptación de esos reglamentos a los contenidos del mercado CE.

Al final, se trata de que un producto con marcado CE no pueda ser excluido de ningún mercado de ningún Estado miembro.

## **6.2. LA RESPONSABILIDAD DE LOS FABRICANTES**

La Directiva y su trasposición en España expresa con toda nitidez que la responsabilidad del marcado CE y su correcta tramitación y colocación recae absolutamente en el fabricante (o su representante legal establecido en la Unión Europea).

Esto significa que aunque el fabricante, cuando el sistema de evaluación sea el 1+, 1, 2+ 2 ó 3, se haya apoyado en un organismo notificado, la responsabilidad ante las autoridades correspondientes es suya, y si hubiera habido alguna irregularidad del organismo, eso tendría que ser demostrado posteriormente.

Entonces, desde la fecha final del período de coexistencia, que equivale a decir la fecha de entrada en vigor del marcado CE, el fabricante debe poner el marcado CE en sus productos.

Un punto muy importante, aunque quizás no sería necesario decirlo, es que los valores de las características que declaramos en el marcado CE sean los que realmente cumplimos y que están avalados por los ensayos iniciales de tipo o por el control de producción y si cambiamos el producto o alguna de sus características debemos reiniciar el proceso para un nuevo marcado CE y marcar conforme a lo que fabricamos.

## **7. CONSECUENCIAS PRÁCTICAS Y VISIÓN COMERCIAL**

Vamos a intentar hacer algunas predicciones de las consecuencias prácticas de este mercado CE sobre el terreno.

Lo primero que hay que decir, aunque ya se entienda, es que el marcado CE será exigible en todo el ámbito del Mercado Único, es decir, no sólo para llevar los productos a otros países comunitarios sino también y, por supuesto, para vender nuestros productos dentro de nuestra geografía. Eso que quede muy claro.

En los primeros momentos veremos como, en la medida en que se vayan estableciendo las fechas del marcado CE, los fabricantes irán respondiendo de forma desigual. En este

aspecto la Asociación del sector pueden tener un particular protagonismo, informando y concienciando a sus asociados de sus obligaciones.

Algunos fabricantes, por lo general los más fuertes, responderán con diligencia e irán teniendo el mercado CE en tiempo y forma correctos; una gran mayoría se mostrarán perezosos y tardarán algo más y otra parte directamente no estarán enterados o harán todo lo posible mientras puedan por no enterarse.

Esto está pasando en todos los sectores. Algunos de ellos solicitan el aplazamiento de la entrada en vigor del mercado CE, pero eso, ya lo hemos dicho y lo repetimos, es absolutamente imposible.

En esta situación desigual un día llegará el mercado CE de un producto y las autoridades de vigilancia de mercado podrán empezar a inspeccionar fábricas, almacenes, obras, etc., de oficio o por denuncias expresas, y ahí cada uno tendrá que argumentar y defenderse, con la posibilidad de las sanciones pertinentes.

No podemos olvidar a los colectivos de “prescriptores” y clientes varios, que también tendrán que educarse en el conocimiento, petición y utilización de los productos con marcado CE, pues no se puede olvidar su responsabilidad de que a las obras se incorporen los productos con marcado CE, cuando ya se ha establecido su obligatoriedad. Esto es una tarea más complicada. El MITYC va informando, en particular a los diferentes colegios profesionales con competencias en estas actividades, sobre estos temas y siempre se puede consultar en la página web que tiene habilitada sobre la Directiva. De todas formas, hay que entender el volumen de personas posibles implicadas en conocer estos asuntos, por lo que habrá que resignarse a que poco a poco vayan conociendo el mercado CE y que los diferentes agentes vayan digiriendo esta nueva regulación.

En el ámbito de la Reglamentación también las Administraciones General, Autonómica y Local tienen la obligación de adaptarla al mercado CE.

Durante los primeros momentos de la obligatoriedad del mercado CE, y mientras los diferentes fabricantes de un producto van teniéndolo, la situación será desigual, pero pasado un tiempo y cuando todos lo tengan, el mercado CE será como si no existiera, pues no supondrá ninguna diferenciación en el mercado salvo la posibilidad de declarar valores mejores en determinadas características, si es que ello es posible.

Por tanto, desde un punto de vista comercial, el mercado CE no tendría por que suponer ninguna ventaja competitiva para los distintos fabricantes de un mismo producto. No obstante, y se está produciendo en otros sectores, aquellos fabricantes que primero vayan teniendo el mercado CE, durante el período de coexistencia o en los primeros momentos de su obligatoriedad, los comerciales de esas empresas van a argumentar a sus clientes las excelencias de su producto por tener el marcado y ser más europeos que nadie. El cliente, no muy bien informado, se puede creer este eslogan, pero hay que

decir con toda claridad que el mercado no supone ninguna garantía de calidad ni es una denominación de origen comunitaria, recordando que el distintivo CE sólo garantiza una prestación de mínimos, de carácter obligatorio, y que el que no lo tenga, simplemente, no podrá vender sus productos.

Aunque está por ver, el mercado CE, aunque supone unos mínimos, puede hacer que muchas de las muy pequeñas empresas del sector no tengan la posibilidad de asumirlo y podría ocurrir que el distintivo europeo les suponga un punto límite que hasta les obligase a cerrar, es decir, existe la posibilidad de que algunos pequeños fabricantes tengan que retirarse del mercado.

Comercialmente, entonces, el mercado CE no tiene por que suponer ninguna transformación de la competencia y pueden seguir cumpliendo una función diferenciadora las marcas de calidad voluntarias, tanto las ya existentes como nuevas certificaciones que surjan en el futuro. En ese sentido conviene aclarar que un mismo organismo podría actuar como notificado para el mercado CE y además desarrollar marcas de calidad, pero esas actividades deben estar total y absolutamente diferenciadas y desarrolladas por diferentes unidades del mismo, es decir, tener una marca de calidad no podrá ser parte de la tramitación del mercado CE ni a la inversa.

## **8. LA EXPERIENCIA REAL Y CASUÍSTICAS HABITUALES**

Estamos todavía a menos de la mitad de la aplicación de la Directiva, y ha sido particularmente curioso ver la cantidad de aspectos de la puesta en práctica real y efectiva, sobre el terreno, que no estaban suficientemente definidos. Está siendo enorme la cantidad de detalles que ha habido que definir cuando ya los fabricantes, los organismos notificados y las Administraciones se han puesto manos a la obra con el mercado CE, y todos los agentes están y seguirán aprendiendo, pues el nuevo marco con su talante europeo sigue planteando muchas dudas que, a menudo, afectan a productos concretos y en particular también al acoplamiento de las anteriores reglamentaciones, si es que existían, al novedoso mercado CE.

Otro aspecto que últimamente está teniendo un gran protagonismo en la puesta en práctica de la Directiva, son los temas que han surgido en la última de las Guías (“Guidance papers”) aprobada por la Comisión Europea, la Guía M.

Esta Guía, francamente interesante para los agentes más directos de la Directiva: fabricantes, organismos y Administración, va incluyendo una serie de posibilidades, fruto de la práctica real, en diversos temas que han sido motivo de muchas discusiones en los órganos europeos de la misma, y que ahora aparecen ya escritos para su posible aplicación.

Entre los temas de mayor interés se pueden indicar los siguientes:

- Los ensayos compartidos
- Los ensayos en “cascada”
- El mercado CE de los productos por unidad y no en serie
- El mercado CE de los productos fabricados en diferentes líneas de producción o ubicaciones geográficas.
- La utilización de datos históricos de ensayo.

En el Anexo 8 se indica el listado de todas las Guías publicadas por la Comisión, entre ellas la M, documentos a menudo de gran interés para entender los detalles de esta, según algunos, complicada Directiva.

Otros documentos interpretativos de la Directiva y de interés a nivel nacional son las diversas instrucciones e informes que ha venido publicando el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio sobre productos o temas concretos, y que podemos ver en el Anexo 8.

Hay que tener muy claro que el mercado CE no es una marca de calidad ni implica, por tanto, que el producto ofrece unas garantías o prestaciones de calidad extras; el hecho de tener una marca de calidad no exime ni sustituye a la obligación de tener el mercado CE.

También conviene saber que el mercado CE no lo da la Administración ni los organismos notificados; el mercado CE lo pone, bajo su responsabilidad, el propio fabricante cuando ha realizado las tareas que implican el sistema de evaluación asignado al producto, aunque uno de los requisitos sea el tener el certificado o el informe de ensayo del organismo notificado elegido (para los sistemas 1+, 1, 2+, 2 y 3).

No van a existir disponibles listados de fabricantes con mercado CE por productos, ya que a partir de la entrada en vigor del mercado CE (fecha final del período de coexistencia) para un producto concreto ya todos los fabricantes de ese producto están obligados a tener y exhibir el mercado CE.

Otro tema que se repite es el tratamiento de los productos en stock que no se puedan sacar al mercado antes de la entrada en vigor del mercado CE. En estos casos la Administración puede ser flexible y admite el que los fabricantes envíen listados detallados de esos productos en stock sin mercado CE, que tendrá en cuenta para un tratamiento comprensivo si se detectan esos productos, con posterioridad a la fecha límite, en campañas de vigilancia de mercado o por denuncias expresas.

## SECCIÓN 2

### COMPROBACIÓN DEL MERCADO CE

#### 0. INTRODUCCIÓN

Además de las obligaciones y tareas de los fabricantes para cumplir con el mercado CE, también los diferentes agentes de la edificación y la obra civil van conociendo y entendiendo esta nueva regulación europea, transpuesta a nuestro derecho interno, proceso que conviene animar y extender lo más posible.

Hay acciones complementarias o paralelas que los diferentes agentes implicados en la construcción (fabricantes, prescriptores, constructores, usuarios, autoridades autonómicas de calidad, etc.), pueden realizar para ayudar y colaborar en que este mercado CE sea una realidad lo más extendida y rápida posible.

Este documento surge, pues, para darles, tanto a las diferentes Administraciones del Estado como a los distintos agentes del proceso constructivo, las pautas sobre la documentación y aspectos que pueden reclamar a los productos y a sus fabricantes para el correcto cumplimiento del mercado CE, desde el momento en que este sea de obligado cumplimiento, así como para animar a dichos agentes a que reclamen y comprueben el mercado CE dentro de sus actividades y responsabilidades.

#### 1. GENERALIDADES

Las dos tareas fundamentales que los fabricantes deben realizar, en el marco de la Directiva, para el mercado CE son:

- Ensayos iniciales de tipo de los productos.
- Tener implantado un sistema de control de producción de la fábrica.

Como veremos a continuación, según el sistema de evaluación de la conformidad que se le asigna a cada producto, dichas tareas serán evaluadas por organismos notificados y/o realizadas por el propio fabricante, lo cual dará lugar a que la documentación acreditativa del mercado CE sea diferente o tenga sus particularidades.

Los organismos notificados serán:

- Organismos de certificación (de producto, incluyendo el control de producción en fábrica y los ensayos iniciales de tipo).
- Organismos de inspección (que certifican el control de producción en fábrica del fabricante)



- Laboratorios de ensayo (que realizarán, en su caso, los ensayos iniciales de tipo de los productos).

Estos organismos son notificados por los Estados Miembros a la Comisión Europea, lo que les habilita para realizar las tareas subsiguientes. Los fabricantes pueden acudir a cualquiera de los organismos notificados en la Unión Europea, es decir, no es necesario que estén ubicados en su Estado.

Para conocer los organismos notificados españoles para los diferentes productos así como los de los demás Estados Miembros se puede consultar la página web de la Comisión Europea (“NANDO”):

<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm>

En el Anexo 2 se incluye una descripción de los sistemas de evaluación de la conformidad acuñados por la Directiva, con la descripción de las tareas que competen al fabricante o al organismo notificado para cada sistema.

## **2. DOCUMENTACIÓN ACREDITATIVA DEL MERCADO CE**

Para los diferentes productos de construcción, en el ANEXO ZA de la correspondiente norma armonizada, o en su caso en la Guía de DITE, se recoge la documentación y el contenido de los documentos que deben avalar el mercado CE, incluyendo ejemplos.

A continuación se desarrollan los detalles y aspectos más descriptivos de estos documentos a nivel general; no obstante, algunos pocos productos pueden presentar peculiaridades en el etiquetado CE o la declaración CE de conformidad, por lo que para una comprobación más exhaustiva puede ser aconsejable mirar el ANEXO ZA de la norma armonizada o la Guía DITE del producto en cuestión.

Dado que existen, como hemos visto en el capítulo anterior y como figura en el Anexo 2, seis sistemas de evaluación de la conformidad que implican tareas diferentes, también los documentos para comprobación del mercado CE son específicos y así aparecen diferenciados en los apartados siguientes.

### **2.1. PRODUCTOS POR SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD 1+ Y 1**

Este sistema supone una certificación completa del producto por un organismo de certificación notificado, es decir, que es el organismo el que vigila y certifica las tareas del fabricante y emite un certificado CE.

La documentación que el fabricante debe aportar cuando se le pida demostrar el correcto mercado CE sería:

- MERCADO CE (ETIQUETADO CE): ver ejemplo y detalles en el Anexo 3.

- DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD: es el documento que emite y responsabiliza al fabricante del cumplimiento del mercado CE. Ver ejemplo y detalles en el Anexo 4.
- CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE: emitido por el organismo de certificación notificado. Ver ejemplo y detalles en el Anexo 5.

Estos son los documentos fundamentales aunque, adicionalmente, también se le podrán pedir al fabricante los ensayos iniciales de tipo realizados por el organismo certificador o, inclusive, la constancia del control de producción en fábrica, pero esto solamente debería hacerse en caso de muy fundadas sospechas de incumplimiento. En las filosofías del nuevo enfoque y el enfoque global de las Directivas Europeas se establece el principio de “confianza en los operadores”, y que pueden aplicarse a los fabricantes.

## **2.2. PRODUCTOS POR SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD 2+ Y 2**

En estos sistemas los ensayos iniciales de tipo del producto los realiza el fabricante bajo su responsabilidad en un laboratorio de ensayo adecuado, que puede ser el propio o uno subcontratado, sin necesidad de que esté notificado o acreditado por ENAC, y el organismo de certificación o inspección notificado sí que audita el sistema de control de producción en fábrica (para el sistema 2 sólo una primera vez, y para el 2+ auditoría inicial y periódicas, por lo general una al año).

La documentación que se le debe y puede pedir al fabricante para los productos bajo este sistema sería:

- MARCADO CE (ETIQUETADO CE): ver ejemplo y detalles en el Anexo 3.
- DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD: es el documento que emite y responsabiliza al fabricante del cumplimiento del mercado CE. Ver ejemplo y detalles en el Anexo 4.
- CERTIFICADO DEL CONTROL DE PRODUCCIÓN EN FÁBRICA: emitido por el organismo certificador (sistema 2+) o el organismo de inspección (sistema 2). Ver ejemplo y detalles en el Anexo 6.

Estos serían los documentos fundamentales; no obstante, también se le podría pedir al fabricante el informe o protocolo de ensayo de los ensayos iniciales de tipo realizados por el mismo sobre el producto y, en caso de sospechas fundadas, la constatación del control de producción en fábrica.

## **2.3. PRODUCTOS POR EL SISTEMA DE EVALUACIÓN 3**

En este sistema el fabricante debe tener un sistema de control de producción en fábrica implantado bajo su responsabilidad, que no es vigilado por tercera parte, y el organismo notificado, en este caso un laboratorio, le realiza los ensayos iniciales de tipo del producto.

La documentación que debe aportar el fabricante relativa al mercado CE sería:

- MARCADO CE (ETIQUETADO CE): ver ejemplo y detalles en el Anexo 3.
- DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD: es el documento que emite y responsabiliza al fabricante del cumplimiento del mercado CE. Ver ejemplo y detalles en el Anexo 4.
- EL INFORME O PROTOCOLO DE LOS ENSAYOS INICIALES DE TIPO: realizado por el laboratorio notificado. Ver ejemplo y detalles en el Anexo 7.

Estos serían los documentos principales y, únicamente de forma opcional, se le podría pedir la constatación del control de producción en fábrica, pero sólo en caso de dudas razonables de incumplimientos.

#### **2.4. PRODUCTOS POR SISTEMA DE EVALUACIÓN 4**

En este sistema no hay intervención de organismo notificado de ningún tipo y las dos tareas, de ensayos iniciales de tipo del producto y control de producción en fábrica, las realiza el fabricante bajo su responsabilidad.

- La documentación a aportar sería:
- MARCADO CE (ETIQUETADO CE): ver ejemplo y detalles en el Anexo 3.
- DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD: es el documento que emite y responsabiliza al fabricante del cumplimiento del mercado CE. Ver ejemplo y detalles en el Anexo 4.

Esta sería la documentación imprescindible y, en caso de necesidad o duda, se le podría pedir al fabricante los informes de los ensayos iniciales de tipo y, menos frecuente, salvo dudas, sería pedirle la constatación del control de producción en fábrica.

### **3. DOCUMENTACIÓN ADICIONAL PARA LOS PRODUCTOS VÍA GUÍA DITE**

Los productos que deben obtener el mercado CE cumpliendo una Guía de DITE (“productos no tradicionales”), tienen la peculiaridad de que lo primero que el fabricante tiene que hacer es ir a un “organismo autorizado”<sup>(\*)</sup> de cualquier Estado miembro, quien le hará una evaluación inicial del producto en base a la correspondiente Guía de DITE del producto. Si es favorable el organismo autorizado le emitirá un DITE, que consiste en un documento donde se recogen las evaluaciones y ensayos realizados. Sólo después de este trámite inicial el fabricante entra en el proceso normal de evaluación que le corresponda, igual que los productos que van por la vía de norma armonizada (con los mismos documentos que se indican en los capítulos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4), y sólo después de cumplir con las tareas del sistema de evaluación que le corresponda podrá empezar a hacer el mercado CE.

---

<sup>(\*)</sup> En España los organismos autorizados para la concesión del DITE son el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) y el INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIO DE CATALUNYA (ITeC)

A estos fabricantes también se le podría pedir la presentación del DITE de su producto. La Directiva y sus documentos de desarrollo no establecen el idioma en que deben redactarse los DITE, que en principio sería el del Estado del organismo que lo emite, y también en idioma inglés. No obstante, regulaciones generales sobre temas de consumo establecen la obligación de ofrecer la información del producto en español, por lo que también puede ser razonable el pedir la traducción a nuestro idioma.

**DOCUMENTACIÓN ACREDITATIVA DEL MERCADO CE**

| Sistema de evaluación asignado al producto | Tareas del fabricante  |   | Mercado CE (etiquetado)          | Declaración CE de conformidad |
|--|--|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Ensayo inicial de tipo (EIT)   | Control de producción en fábrica (CPF)                                    |                                  |                               |
| 1+ y 1                                     | Certificado de producto emitido por el organismo de certificación notificado (*) |   | Debe llegar al cliente o usuario | Sí (*)                        |
| 2+ y 2                                     | Informe de los EIT realizado por el fabricante (*)                               | Certificado del CPF emitido por el organismo de inspección notificado (*) | Debe llegar al cliente o usuario | Sí (*)                        |
| 3  | Informe de los EIT emitido por el laboratorio notificado (*)                     | Constatación del CPF realizado por el fabricante (*)                      | Debe llegar al cliente o usuario | Sí (*)                        |
| 4  | Informe de los EIT realizado por el fabricante (*)                               | Constatación del CPF realizado por el fabricante (*)                      | Debe llegar al cliente o usuario | Sí (*)                        |

(\*) Estos documentos, el fabricante no está obligado a presentarlos para comercializar el producto, pero se le pueden solicitar para constatar el correcto marcado CE (en caso de duda razonable)

---

### SECCIÓN 3

#### VIGILANCIA DE MERCADO

Llegamos a otro aspecto de particular interés para conocimiento de los fabricantes y que se podría resumir en la pregunta ¿quién vigila el cumplimiento del marcado CE de los productos?

Efectivamente, está muy bien todo lo dicho y explicado sobre las normas armonizadas que vienen, los sistemas de evaluación establecidos, los organismos notificados a los que hay que acudir, las tareas a realizar, el marcado final, los documentos necesarios, etc., pero finalmente ¿quién?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde? se vigila que los fabricantes hacen todo esto correctamente y, sobre todo, a los que no cumplen o no tienen intención de cumplirlo.

Para eso están las actividades de “control de productos industriales” o, como más modernamente y en la filosofía de la Directiva se va llamando, la “vigilancia de mercado”. Esta vigilancia es algo que la Comisión Europea está reclamando insistentemente a los Estados miembros como forma de que se implante real y efectivamente en los mercados europeos el marcado CE, y va a ser una actividad a reforzarse en un futuro muy inmediato.

En España, dada su estructura administrativa, existen diversas autoridades implicadas en el tema de seguimiento de mercado.

En principio, las competencias inspectoras y sancionadoras corresponden a las autoridades de industria de las Comunidades Autónomas, aunque el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio puede desarrollar tareas de colaboración o coordinación con las Comunidades.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio lleva a cabo, desde hace más de diez años, campañas de Control de Productos Industriales, en colaboración con las citadas autoridades de las Comunidades Autónomas, al amparo del artículo 14 de la Ley 21/1992 de Industria, con el fin de verificar, en el ámbito nacional, el nivel de cumplimiento de los productos industriales. Para estas tareas, el Ministerio tiene establecido un convenio con la Fundación para el Fomento de la Innovación en la Industria (F2I2) que a su vez contrata las labores de toma de muestras y de ensayo a organismos y laboratorios acreditados, siguiendo los criterios establecidos desde el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

En los productos de la construcción se realizan, aproximadamente, cien actuaciones anuales.

Una forma alternativa de vigilancia o control de los productos del mercado que se incorporan a las obras es la llevada a cabo por el Ministerio de Fomento, encargado de velar por la aplicación de Disposiciones Reglamentarias sobre recepción de productos en obra (cemento, ladrillos, bloques de hormigón, yesos, hormigón preparado, cales, etc.). Asimismo, también las autoridades que realizan el control de calidad de la edificación en las Comunidades Autónomas pueden ser elementos para detectar y denunciar incumplimientos del mercado CE de los productos.

Las actuaciones que se están realizando tienen en cuenta los criterios siguientes:

- Importancia del producto en relación con los requisitos esenciales, en particular los aspectos de seguridad y salud de los usuarios (se actúa sobre productos con sistemas de evaluación más altos (1+, 1 y 2+).
- Importancia económica del producto, volumen del sector considerado.
- Nivel de intercambios del producto (inter-fronteras) y existencia previa de barreras técnicas.

Esto viene dado por la cierta escasez de medios con los que, de momento, se dispone para la vigilancia de mercado y poder optimizar las acciones pertinentes.

Las acciones que se están realizando son:

- Jornadas informativas con los sectores, previas a la entrada en vigor del mercado CE.
- Información a los diferentes agentes de la edificación y la obra civil de la paulatina entrada en vigor del mercado CE para los diferentes productos.
- Consulta directa a los fabricantes sobre el nivel de cumplimiento de mercado CE desde el momento de su entrada en vigor.
- Recepción de denuncias sobre incumplimientos.

Después de estas acciones, y analizada la situación producto por producto, se deciden las acciones concretas a realizar, como son:

- Comprobaciones concretas en el mercado, obras y fábricas, de la existencia del mercado CE, los certificados CE (en su caso) y de la Declaración CE de los productos.
- Toma de muestras y ensayos de productos.

Los resultados obtenidos y, en particular, los incumplimientos detectados se canalizarán conforme a la legislación vigente (Ley 21/1992 de Industria, artículo 14, y Real Decreto 1630/1992 de transposición de la Directiva, artículo 8).

A continuación, a título informativo, se indica el aspecto de las infracciones y sanciones que pueden acaecer como resultado final de un expediente de vigilancia de mercado.

El Real Decreto 1630/1992 establece que cuando la Administración competente en materia de industria comprobase que un producto no cumple las condiciones para la libre circulación ni los requisitos esenciales que, en su caso, deben satisfacer las obras, se adoptarán las medidas pertinentes para:

- Retirar dichos productos del mercado y
- Prohibir su comercialización o restringir su libre circulación.

La Administración que adoptó dichas medidas informará de las mismas a la Administración del Estado, quien a su vez informará a las restantes Administraciones competentes y a la Comisión de las Comunidades Europeas. En la disposición adicional 1ª de este Real Decreto se remite al Título V de la Ley 21/1992 de Industria en cuanto al régimen sancionador.

En esta disposición se establece que, sin perjuicio de las responsabilidades civiles, penales o de otro orden que puedan concurrir, constituyen infracciones administrativas graves, entre otras:

- a) La fabricación, importación, ventas, transporte, instalación o utilización de productos, aparatos o elementos sujetos a seguridad industrial sin cumplir las normas reglamentarias, cuando comporte peligro o daño grave para personas, flora, fauna, cosas o el medio ambiente.
- b) La resistencia de los titulares de actividades e instalaciones industriales en permitir el acceso o facilitar la información requerida por las Administraciones Públicas, cuando hubiese obligación legal o reglamentaria de atender tal petición de acceso o información.
- c) La expedición de certificados o informes cuyo contenido no se ajuste a la realidad de los hechos.
- d) Las inspecciones, ensayos o pruebas efectuadas por los Organismos de Control de forma incompleta o con resultados inexactos por una insuficiente constatación de los hechos o por la deficiente aplicación de normas técnicas.

Serán sujetos responsables de las infracciones las personas físicas o jurídicas que incurran en las mismas. En particular se consideran responsables:

- a) El propietario, director o gerente de la industria en que se compruebe la infracción.
- b) El proyectista, el director de obra, en su caso, y personas que participan en la instalación, reparación, mantenimiento, utilización o inspección de las industrias, equipos y aparatos, cuando la infracción sea consecuencia directa de su intervención.
- c) Los fabricantes, vendedores o importadores de los productos, aparatos, equipos o elementos que no se ajusten a las exigencias reglamentarias.

d) Los organismos, entidades y los laboratorios, respecto de las infracciones cometidas en el ejercicio de su actividad.

Las infracciones serán sancionadas en la forma siguiente:

- a) Las infracciones leves con multas de hasta 3.000 euros.
- b) Las infracciones graves con multas desde 3.001 hasta 90.000 euros.
- c) Las infracciones muy graves con multas desde 90.001 hasta 600.000 euros.

La autoridad sancionadora competente podrá acordar, además, en las infracciones graves y muy graves:

- La pérdida de la posibilidad de obtener subvenciones y
- La prohibición para celebrar contratos con las Administraciones Públicas, durante un plazo de hasta dos años en las infracciones graves y hasta cinco años en las muy graves.

Asimismo, los órganos sancionadores podrán imponer multas coercitivas.

La aplicación de las sanciones previstas se entenderá con independencia de otras responsabilidades legalmente exigibles (indemnizaciones por daños y perjuicios).

En el ámbito de las competencias del Estado las infracciones graves serán sancionadas por el Ministro competente. Cuando las Comunidades Autónomas, en el uso de sus competencias, ejerzan funciones sancionadoras, facilitarán a la Administración del Estado información sobre dichas actuaciones. Asimismo la Administración del Estado remitirá a las correspondientes Comunidades Autónomas información referente a sus actuaciones en esta materia que afecten al territorio de las mismas.



# **EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD DE EMPLEO DE PRODUCTOS Y SISTEMAS INNOVADORES**

## **MARCADO CE Y DITE MARCAS VOLUNTARIAS DIT Y DIT plus**

**Antonio Blázquez, Arquitecto.  
Coordinador del DIT y del DITE  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.**

---

### **INDICE**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. PRODUCTO DE CONSTRUCCIÓN**
- 3. EL DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA (DITE) Y LA EOTA**
- 4. EL DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA (DIT) Y LA UEAtc**
- 5. EL DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS (DIT plus)**
- 6. CONCLUSIONES**



**Ejemplo de edificio tradicional.**

*(Museo del Prado). 1808 Madrid. España. **Juan de Villanueva***

*El frontis "exástilo" de la fachada fue realizado en orden dórico y piedra de granito, utilizando bloques de enormes dimensiones. El resto de materiales son piedra Caliza de Colmenar y ladrillo aparejado a tizón, en el estilo "español".*



**Ejemplo de edificio innovador.**

*(Gran Almacén Selfridges). 2003 Birmingham. **Future Systems***

*Revestimiento de fachada a base de discos de Ø660 mm de aluminio estampado, pulido y anodizado.*

## 1. INTRODUCCIÓN

*“Tenemos la alta tecnología, la media tecnología, luego durante mucho tiempo nada... y finalmente la construcción”.* (Tarmo Leola)<sup>1</sup>

La acción de construir ha estado siempre ligada a los productos de construcción y a sus técnicas de colocación tanto como a las ideas del arquitecto o del ingeniero.

Cada día existen más productos de construcción. A los productos ya conocidos se añaden otros nuevos que desean dar mejor respuesta a las mismas exigencias o bien a otras más variadas y complejas.

A las muchas dificultades que conlleva la actividad de proyectar y construir para los técnicos, se suma la necesidad de valorar los nuevos productos para decidir sobre su utilización.

Hace años, los edificios se construían con un número relativamente bajo de materiales o sistemas constructivos, materiales que, en general, eran bien conocidos por arquitectos y constructores. El conocimiento de los productos de construcción y de su puesta en obra, se adquiría de forma empírica por los arquitectos, constructores y maestros de obra; conocimiento y experiencia, que a su vez, éstos transmitían a sus discípulos.

Con dicho conocimiento ha sido posible redactar para esos materiales bien conocidos y con el objetivo de regular su empleo y puesta en obra, códigos de buena práctica y criterios de exigencia acordes a los usos previstos.

La experiencia, conocimientos y códigos han dado, a su vez, lugar a las **Normas, Instrucciones, Reglamentos, etc.**, y en general a todas las regulaciones o disposiciones normativas ya sean obligatorias o no para estos productos, que por bien conocidos denominamos **productos tradicionales**.

Pero hay un número cada vez más numeroso y variado de productos (materiales, sistemas o procedimientos constructivos) para los que todavía no ha sido posible redactar normas que describan sus características o prestaciones exigibles y su forma de puesta en obra. Estos productos, son los que denominamos **productos no tradicionales o innovadores**.

La decisión de elegir un producto ha sido en general responsabilidad del técnico que proyecta y dirige las obras. Para los productos innovadores en muchas ocasiones, el técnico, Arquitecto o Ingeniero, debe decidir sobre el empleo de los mismos sin disponer de experiencia suficiente sobre sus características y forma de instalación.

En esta situación, el técnico podrá solicitar del fabricante toda la información que a su juicio es relevante sobre el nuevo producto, podrá requerir que se efectúen ensayos, podrá él mismo decidir que pruebas realizar, o visitar y analizar, si existen, algunas de las obras realizadas con el producto, etc. Para ello deberá disponer de tiempo y conocimientos necesarios, pero además deberá valorar si es posible obtener por estos medios toda la información necesaria sobre el nuevo producto, o bien, si no fuese mejor cambiar de idea y emplear un producto tradicional, aún a riesgo de que éste no sea la alternativa más adecuada.

---

<sup>1</sup> Cita recogida de la Tesis Doctoral de Tessa Goverse: “Building a climate for change”. (2003) Ed. P.O. Box 47074 Nairobi, Kenia.

Para facilitar y apoyar el deseo de los técnicos y de todo el sector de la construcción (fabricantes, usuarios, etc.) de emplear nuevos productos, y a la vez reducir las **reservas a su utilización** frente al riesgo de su innovación, se generó el procedimiento de evaluación que en España denominamos **Documento de Idoneidad Técnica. DIT**.

Este procedimiento denominado *Avis Technique* en Francia, *Agrément* en el Reino Unido, *Certificati de Idoneità Técnica* en Italia, *Technical Approval* en Estados Unidos, *Technical Appraisal* en Australia, *Documento de Idoneidad Técnica Cubano*, en Cuba, etc., pretende proporcionar al usuario en general y al arquitecto en particular, información relativa al producto innovador, sus prestaciones, características y formas adecuadas de puesta en obra, al tiempo que valora el control de calidad realizado por el fabricante, todo ello en función del uso previsto en las obras donde será instalado.

En el ámbito europeo, la actividad de los DIT se viene realizando desde el año 1960 con la **Unión Europea para la Idoneidad Técnica**, la **UEAtc**, una Organización que reúne a los Organismos/Institutos reconocidos por sus respectivos países para la emisión de los DIT.

En todo el tiempo transcurrido desde su creación, la UEAtc ha contribuido a fomentar la innovación; muchos son los productos que han sido evaluados, muchos los procedimientos de evaluación que se han preparado y muchas las barreras que se han vencido para permitir la circulación de los mismos entre los diferentes países representados.

La UEAtc es una Organización de carácter voluntario al igual que los DIT, con Institutos pertenecientes a países europeos, pero no todos ellos miembros de la UE. Por esta y otras razones, la Comunidad Europea con la aprobación de la **Directiva Europea de Productos de Construcción** (DPC 89/106/CEE), de 21 de diciembre de 1988, decidió promover la creación de una nueva Organización para la evaluación de los productos innovadores, la EOTA **“European Organization for Technical Approvals”** la cuál reúne a todos los Institutos notificados por los Estados Miembros para la realización de los **Documentos de Idoneidad Técnica Europeos (DITE)** que, como veremos, permitirán la obtención del Mercado CE.

UEAtc y EOTA conviven actualmente con tareas más o menos diferentes, aunque en ocasiones se solapan, no en vano la actividad es muy semejante y sus Miembros son casi los mismos.

Los DITE, concedidos en el marco de EOTA, evalúan sólo aquellos aspectos que tienen que ver con los Requisitos Esenciales que establece la DPC, y son considerados como Marcas Obligatorias, en prácticamente todos los países de la UE. Pero existen otros aspectos, otras prestaciones o características a considerar de los productos no contempladas en los DITE, que pueden ser importantes para su utilización y para las obras donde serán colocados, prestaciones que pueden ser evaluadas de forma voluntaria con procedimientos como el DIT. Por ello, y debido principalmente a la demanda del sector de evaluaciones complementarias al Mercado CE, los Institutos de la UEAtc, aprovechando la mayor libertad que da su actividad voluntaria, decidieron crear una marca complementaria al Mercado CE, que se ha llamado **“Application Document”**, y que en España hemos denominado **DIT plus**.

El DIT plus es una marca que se fundamenta en el principio de aceptar que las marcas voluntarias pueden ser necesarias para el Sector, abandonado el simplismo del pasaporte único del Mercado CE, concepto no siempre válido en un sector tan complejo como es el de la construcción.

Las disposiciones reglamentarias que establecen el marco de evaluación y uso de los productos innovadores en España son las siguientes:

La **DPC 89/106/CEE**<sup>2</sup>, con la cual la Unión Europea decidió a armonizar los criterios para garantizar que las obras de construcción en los Estados Miembros se proyecten y realicen de forma que no comprometan la seguridad de las personas y se impidan las barreras técnicas a la circulación de productos.

La **Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación en la Edificación** (LOE), con la cual la Administración Española decidió, de forma prioritaria, regular el proceso de edificación en España, lo que se tradujo en una serie de disposiciones de la Ley para establecer las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen, así como las garantías de protección o caución a los usuarios, todo ello con el fin de asegurar la calidad.

El **Código Técnico de la Edificación** (CTE), con el que la Administración Española ha establecido el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad

Aclarar y explicar las diferencias y similitudes entre DITE, DIT, DIT plus para los productos innovadores y su relación con la DPC, LOE y el CTE es el objetivo de esta presentación.

## 2. PRODUCTO DE CONSTRUCCIÓN

*“Al trasladarse la humanidad desde Oriente hallaron una vega en el país de Senaar y allí se establecieron. Entonces se dijeron el uno al otro: “Ea, vamos a fabricar ladrillos y a cocerlos al fuego.” Así, el ladrillo les servía de piedra y el betún de argamasa.” Génesis 11:2*

Todo el mundo entiende lo que es un producto de construcción, productos para construir han existido siempre, también cualquier persona aunque no sea iniciada en la construcción diferenciará entre producto innovador y producto tradicional, pero estos conceptos tienen un significado más complejo cuando pretendemos evaluarlos o reglamentar sobre las exigencias que deben satisfacer.

La **Directiva de Productos de Construcción** define producto de construcción en su artículo 1.2 de la siguiente forma:

- *“A los efectos de la presente Directiva se entenderá por –producto de construcción– cualquier producto fabricado para su incorporación permanente a las obras de construcción, incluyendo tanto las de edificación como las de ingeniería civil”.*

La DPC establece además otras condiciones a la calificación de producto:

- *Que esté relacionado con los requisitos esenciales de las obras de construcción. (Art. 1.1)*
- *Que las obras estén sujetas a una normativa que contenga tales requisitos. (Art. 2.1)*
- *Que el producto se utilice conforme a su uso previsto. (Art.1.2 y cláusula 1.3.2 de los Documentos Interpretativos)*

<sup>2</sup> En vigor desde el 1 de julio de 1991, modificada por la 93/68/CEE, de 22 de julio de 1993.

Una definición que da lugar a las siguientes situaciones:

- Quedan excluidos aquellos productos con utilización no permanente, entre los que están por ejemplo los sistemas de andamiaje, los sistemas recuperables de encofrados, los puntales, etc., pero también se excluyen a otros elementos que pudiendo tener un uso permanente sean empleados en obras con uso no permanente.
- Quedan excluidos productos que no estén relacionados con al menos uno de los requisitos esenciales.
- Quedan excluidos aquellos productos para los que no existan normativas relacionadas con los requisitos esenciales en al menos uno de los países que forman la Unión Europea.
- Quedan excluidos productos utilizados para un fin no previsto.

En un ámbito más general, como por ejemplo **en la UEAtc y del DIT nacional**, la definición de producto de construcción es mas amplia, aunque también se limita el campo. Para el DIT:

- *Se considera producto de construcción cualquier producto que pueda formar parte de una edificación u obra civil, que no esté cubierto por otras reglamentaciones específicas, como un ascensor, un componente eléctrico, etc.*

Cuando se realiza la labor de evaluación de productos, la primera cuestión es precisamente decidir si el producto que se presenta se considera o no producto de construcción. ¿Es un frigorífico un producto de construcción?, ¿Y un fregadero o una bañera?, ¿Lo es un picaporte o un andamio?

Hay productos que generan dudas incluso a los involucrados en investigación: ¿Es el pelo de animales un producto de construcción?, ¿y las cáscaras de arroz?

Como hemos visto en las condiciones establecidas por la DPC, será el uso previsto el que determinará la condición de producto para la DPC. Existen por ejemplo varios aislantes térmicos que incorporan pelo de animales o cáscaras de arroz, que han sido evaluados en EOTA y han obtenido sendos DITEs.

La **Ley de Ordenación en las Edificación (LOE)**, y también el **Código Técnico de la Edificación**, establecen como definición de Producto de Construcción la siguiente:

- *Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.*

El término producto de construcción definitivamente acuñado por la DPC y aplicado en la LOE, ha sustituido en cierta forma, aunque no completamente, a la suma de varios términos que se han utilizado tradicionalmente en la UEAtc: Materiales, Sistemas y Procedimientos constructivos. La DPC **no utiliza** ninguno de estos términos, pero se han debido incorporar posteriormente también otros conceptos como el **KIT**, al constatar como insuficiente la expresión “producto” para los Sistemas constructivos generalmente compuestos en obra.



Este término –KIT<sup>3</sup>–, es de comprensión sencilla aparentemente, pero no tanta cuando la Comisión Europea ha debido establecer un Documento Guía C<sup>4</sup> para su mejor comprensión.

Hemos visto en la introducción que el producto además puede ser considerado tradicional, si se han desarrollado Normas (en su sentido genérico), Normas que deben ser tanto “de producto”, es decir, relativas a sus características o prestaciones, como de “puesta en obra”, y producto innovador si dichas Normas no han podido ser elaboradas.

La **DPC** no establece una definición de Producto Innovador, de hecho puede interpretarse (párrafo 14 de la introducción) que tal calificación procede cuando el producto no ha podido ser considerado objeto de una Norma Europea o que se aparta significativamente del objeto de la Norma.

Para la DPC un producto innovador es aquel que es objeto del DITE, lo que se resume según el artículo 8 de la Directiva con dos posibilidades:

*a). Productos para los que no existe una Norma Armonizada, ni Norma Nacional reconocida ni mandato de Norma Europea y para los que la Comisión, después de consultar al Comité Permanente, considera que no puede o “todavía” no puede ser elaborada una Norma*

*b). Productos que se apartan significativamente de las Normas Armonizadas o Normas Nacionales reconocidas.*

Una definición como se ve por “eliminación” y “administrativa”, que además aclara poco verdaderamente sobre el concepto innovación, uno de los principales problemas de la Directiva.

La definición de **producto innovador** que se utiliza en el **Reglamento de Concesión y Tramitación de los DIT**, (Artículo 3º), también válida para los Institutos que forman la UEAtc es la siguiente:

- *Se entiende por no tradicional, (...), aquellos materiales o sistemas constructivos que, no estando suficientemente consagrados por la práctica, no están regulados por normas europeas o por normas nacionales que permitan satisfacer las exigencias esenciales. (De las obras donde van a ser incorporados).*

Un producto innovador puede por tanto tener una consideración en unos países y otra distinta en otros, no siendo su antigüedad de incorporación al mercado la única condición de referencia. Los forjados por ejemplo en España se han considerado desde hace mucho tiempo tradicionales (tenemos Normativa amplia sobre los mismos) en tanto que en otros países, Francia por ejemplo, siguen considerándose no tradicionales y por tanto objeto de los *Avis Technique*; y un caso similar han sido durante años las láminas bituminosas para impermeabilización de cubiertas

Desde el punto de vista de la evaluación esta distinción es sin embargo más prolija. Así, el artículo 3º de Reglamento de los DIT, que se analiza más adelante, establece tres condiciones para que un producto sea considerado innovador y por tanto objeto de DIT:

<sup>3</sup> KIT, un término inglés ya aceptado por nuestro DRAE, con la siguiente definición: “Conjunto de productos y utensilios suficientes para conseguir un determinado fin, que se comercializan como una unidad.”

<sup>4</sup> Guía para la aplicación de la DPC, elaborada por la Comisión Europea y el Comité Permanente de la Construcción con función orientativa. “El tratamiento de los kits y Sistemas en la Directiva de Productos de construcción”.

- a) *Materiales y equipos fabricados industrialmente o procedimientos que hayan sido empleados en aplicaciones reales.*
- b) *Materiales o sistemas perfectamente identificables.*
- c) *Materiales o sistemas que estén previstos para un empleo determinado e inequívoco.*

Estas condiciones a su vez, que no hay que olvidar que se redactaron en 1989, generan también algunas particularidades que vale la pena mencionar:

- La obligación de aplicación previa, condición a), parece “la pescadilla que se muerde la cola”: Para utilizar el producto es necesario que se haya realizado la evaluación previa, la obtención del DIT, pero para obtener el DIT es necesario que antes se hayan construido obras. (¿?). Una aparente contradicción con el concepto innovación. Por eso la interpretación de esta condición debe ser más abierta.

De hecho lo que debe entenderse es el objetivo de constatar que el producto es realmente utilizable, que su uso no sea en realidad una entelequia y también que los prototipos no son considerados productos a los efectos del DIT, aunque su evaluación sea posible.

- Las condiciones b) y c) tienen que ver con la definición del producto más que con la definición de producto (valga el juego de palabras).

La LOE no dice nada del concepto de Producto innovador. La Ley incide más en establecer en relación a los productos, las responsabilidades de aquellos que **los suministran**, del **director de la ejecución de la obra**, y de las **entidades y los laboratorios de control de calidad en la edificación**.

No hay indicaciones sobre la responsabilidad en relación a los productos, de los demás agentes: Promotor, Proyectista, Constructor y Director de Obra<sup>5</sup>. Ni siquiera hay una referencia explícita al Mercado CE, que se ha desarrollado posteriormente en el Código Técnico, y que estaba de alguna manera implícito en el apartado a) del artículo 15 que establece como obligaciones del suministrador de productos, las siguientes:

*a) Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como **del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.***

*b) Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados así como **las garantías de calidad** correspondientes para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.*

El producto innovador si está, sin embargo, contemplado en el Código Técnico en el artículo 5.2 “**Conformidad con el CTE de los productos, equipos y materiales**”, que establece tres artículos, a su vez, a considerar en relación con los productos.

En el artículo 5.2.1 se indica que los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, llevarán el **mercado CE**, de conformidad con la Directiva de productos de Construcción (DPC).

---

<sup>5</sup> Si exceptuamos las que se indican para el Director de Ejecución de la Obra (Art. 13.b) “*La responsabilidad de verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas*”



En el artículo 5.2.4 se indica que también podrán reconocerse las certificaciones de conformidad de las prestaciones finales de los edificios, las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen en la ejecución de las obras y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE.

En el artículo 5.2.5 se establece el reconocimiento de conformidad de aquellos productos, equipos y sistemas innovadores que dispongan de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto concedida por las entidades autorizadas para ello.

Considerando que las certificaciones que se indican en el artículo 5.2.4 no están aún lo suficientemente definidas, ni queda aclarado por el CTE quién puede realizar en el primer caso las mismas, ni el alcance que tengan las segundas, ni tampoco lo que puedan significar para los productos, parece que la conformidad de los sistemas constructivos deberá principalmente justificarse mediante una evaluación previa que haya dado lugar a un mercado CE -en los supuestos que correspondan-, para el que antes se habrá obtenido el **Documento de Idoneidad Técnica Europeo (DITE)**, o bien mediante un **Documento de Idoneidad Técnica (DIT)**.

El artículo 5.2.1 parece dejar claro la obligatoriedad –en consonancia con el artículo 2.1.b del Real Decreto 1630/1992 de la transposición española de la DPC<sup>6</sup>- de que los productos - sean tradicionales o innovadores- dispongan del Mercado CE; y el artículo 5.2.5 también parece aclarar que en los supuestos que el Mercado CE no sea posible -artículo 9.2 del RD 1630/1992- también considera conformes **-si son innovadores-**, a aquellos que demuestren el cumplimiento de las exigencias básicas mediante una evaluación como el DIT.

DITE y DIT, son pues diferentes en lo que se refiere a su alcance reglamentario, pero en lo relativo a su contenido ambos procedimientos son prácticamente idénticos. El DIT plus, como hemos avanzado, es una Marca de calidad complementaria al Mercado CE.

DITE, DIT y DIT plus se analizan a continuación.

### 3. DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA EUROPEO (DITE) y MERCADO CE.

*“Hay que evitar aquellos materiales que están en la fase experimental porque los edificios se usan durante largo tiempo. Existe una diferencia esencial entre los artículos de consumo perecedero y el entorno en el que el hombre hace su morada”. Alvar Aalto*

La Directiva de Productos de Construcción tiene como principal objetivo eliminar las barreras técnicas en el mercado europeo de la construcción, considerando que los requisitos esenciales constituyen a la vez los criterios generales y los criterios específicos a los que deben responder las obras de construcción y que tales requisitos deben interpretarse en el sentido que dichas obras de construcción respondan a un grado de fiabilidad adecuado con respecto a uno, varios o todos los requisitos, a los que se da forma concreta con los documentos interpretativos.

Los Requisitos Esenciales que se describen en el Anexo I de la DPC son:

<sup>6</sup> Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1328/1995 de 28 de julio

- *Resistencia mecánica y estabilidad*
- *Seguridad en caso de incendio*
- *Higiene, salud y medioambiente*
- *Seguridad de utilización*
- *Protección contra el ruido*
- *Ahorro de energía y aislamiento térmico*

Los Estados miembros de la CEE están obligados a adoptar las medidas necesarias para garantizar que los productos de construcción fabricados para su incorporación permanente a las obras tanto de edificación como de ingeniería civil, puedan ser comercializados únicamente si son idóneos para el uso a que estén destinados, es decir, que tengan características o prestaciones tales que las obras donde se incorporen, puedan satisfacer, siempre y cuando dichas obras estén adecuadamente diseñadas y construidas, los requisitos esenciales y que dichas obras estén sujetas a una normativa que contenga tales requisitos.

Los productos considerados idóneos serán fácilmente reconocibles al poder llevar incorporados el **mercado CE**, lo que les permitirá la libre circulación y libre utilización en toda la Comunidad Europea para el uso a que estén asignados.

Este mercado CE y por consiguiente el reconocimiento de idoneidad, podrá obtenerse para los productos tradicionales, es decir para aquellos para los que se haya establecido una Norma Armonizada, o una Norma Nacional o especificación técnica reconocida por la CE, mediante justificación de que se ajustan a dichas Normas.

Para los otros productos, los no tradicionales, es decir para los que de acuerdo con la DPC, no exista Norma Armonizada, ni Norma Nacional reconocida, ni Mandato de la Comisión de preparar la Norma, ni para aquellos que la Comisión, previa consulta al Comité Permanente de Construcción (Grupo de expertos para asesorar a la Comisión), considere que una Norma no puede o todavía no puede elaborarse y para aquellos productos que se apartan significativamente de las Normas Armonizadas o Normas nacionales reconocidas, la forma de acceder al mercado CE será justificando el cumplimiento de los requisitos esenciales con un **Documento de Idoneidad Técnica Europeo (DITE)**.



Y finalmente para aquellos productos no cubiertos por el artículo 4.2 de la DPC, es decir aquellos para los que la DPC no exige el mercado CE, las diversas situaciones nacionales se mantienen. Los Estados Miembros permitirán la circulación de estos productos conforme al artículo 6.2 de la DPC, pero **en ningún caso** el mercado CE de estos productos estará permitido.

El DITE es por definición **una evaluación técnica favorable de la idoneidad de un producto para el uso asignado, fundamentado en el cumplimiento de los requisitos esenciales previstos para las obras en las que se utiliza dicho producto.**

Como se indica en el punto 3.0 de las **Normas Comunes de Procedimientos para la Solicitud, Preparación y Concesión de los DITE** (decisión de la Comisión de 17 de enero de 1994), el DITE sólo trata aquellos aspectos del producto que estén relacionados con los Requisitos Esenciales, pero a continuación se indica que sólo éstos aspectos están relacionados con el mercado CE y en el caso de que se consideraran otros aspectos, la

evaluación se distinguirá claramente de aquellos relacionados con los requisitos esenciales, después de un acuerdo previo entre los miembros de la EOTA y siempre con el considerando de que tales valoraciones son voluntarias.

De acuerdo, pues con la DPC, un fabricante **puede** obtener el DITE para su producto si se dan **todas y cada una** de las siguientes circunstancias:

1. El producto está relacionado con todos o alguno de los Requisitos Esenciales de las obras donde va a ser incorporado. (Art. 1 de la DPC)
2. El producto está destinado a formar parte de forma permanente de las obras (Art. 2 de la DPC)
3. No existe para el producto ni una norma armonizada, ni una norma nacional reconocida, ni un mandato por parte de la Comisión Europea para que se redacte una norma armonizada, ni la Comisión Europea considera que esa norma armonizada no puede, o todavía no puede, elaborarse; o bien el producto se aparta significativamente de las normas armonizadas o de las normas nacionales reconocidas. (Art. 8.2 de la DPC)

Y el fabricante **debe** obtener el DITE si además de las anteriores circunstancias, se dan las dos siguientes:

4. Se ha redactado una Guía EOTA para el producto y
5. Ha finalizado el periodo de coexistencia con las especificaciones nacionales (periodo transitorio).

Los Organismos Autorizados designados por los Estados Miembros, se agrupan según estipula la DPC (Art. 11) en una entidad que se ha denominado EOTA, Organización para la Idoneidad Técnica Europea ("**European Organization for Technical Approvals**").

La EOTA agrupa a todos los Organismos Autorizados, tanto de los países miembros de la UE como de aquellos países de la EFTA firmantes del "Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo" (EFTA-EEA), para conceder el DITE en el ámbito de competencia notificado.

La EOTA está, en la actualidad formada por 43 Miembros ("*Approval Bodies*"), designados por los Estados Miembros de 26 países después de la ampliación de la CE: Alemania (1), Austria (1), Bélgica (2), Chipre (1), Dinamarca (1), Eslovaquia (1), Eslovenia (1), España (2), Estonia (1), Finlandia (1), Francia (2), Grecia (1), Holanda (8), Hungría (1), Irlanda (1), Islandia (1), Italia (3), Letonia (1), Lituania (1), Luxemburgo (1), Noruega (1), Polonia (1), Portugal (1), Reino Unido (5), República Checa (2) y Suecia (1).

De cada país hay notificado por su respectivo Estado un Organismo portavoz. El IETcc fue notificado el 27 de diciembre de 1989 por el Ministerio de Industria y Energía y es el Organismo portavoz español.

La EOTA se encarga de establecer los criterios de funcionamiento propios de la Organización, las relaciones con la CE, EFTA, CEN y otros Organismos europeos; aprueba inicialmente las Guías de DITE de evaluación de productos para enviarlas a la Comisión de la CE y los procedimientos denominados CUAP.

En la actualidad el trabajo principal de la EOTA, una vez establecidos los principales documentos necesarios para su normal funcionamiento (Estatutos, Reglas de Procedimiento, Formatos de Guías y formato de DITE, etc.), se basa en la elaboración y

revisión de las Guías DITE, en la coordinación de los CUAP y en la elaboración de documentos técnicos interpretativos que permitan mejorar el trabajo de sus Miembros, Documentos Guías, Informes técnicos, Documentos de comprensión, etc.

El trabajo de la Organización es determinante para la actividad de los Institutos, pero conviene recordar que son los Organismos Autorizados y no la EOTA, quienes conceden los DITE.

#### 4.1. El DITE basado en una Guía DITE

El artículo 11 de la DPC, establece que la Comisión conferirá mandatos para la elaboración de las Guías del Documento de Idoneidad Técnica Europeo de un producto o familia de productos a la entidad (EOTA) que reúna a los Organismos Autorizados designados por los Estados Miembros.

El artículo 9.1 de la DPC, establece que el DITE para un producto se basará en las Guías de DITE para dicho producto o familia de productos.

El estatus de la Guía es diferente del de la Norma aunque en principio son bien semejantes. La Norma es una especificación técnica que se corresponde según la DPC con el DITE y no con la Guía.

Los criterios sobre los que la Comisión encarga a EOTA la redacción de las Guías se basan principalmente para cada Guía, en el número de productos semejantes en el mercado, en el grado de implantación de los productos en los diferentes países miembros de la CE y en la decisión previa del CEN<sup>7</sup> de no iniciar la preparación de una Norma Armonizada; de ahí la necesidad de una estrecha colaboración entre EOTA y CEN.

Las Guías son la base para la evaluación técnica de la idoneidad de empleo de un producto en función del uso previsto y expresan la posición de común acuerdo de los Organismos Autorizados en el marco de la EOTA, las disposiciones de la DPC y de los **Documentos Interpretativos** y se realizan en el marco del mandato dado por la Comisión Europea a EOTA para su redacción.

Las Guías, reflejan el grado de conocimiento que en el ámbito europeo existe por el producto que desarrollan, al establecer los métodos de examen y los criterios exigidos por familias de productos.

Las Guías y también las Normas tienen un carácter anónimo, no se sabe a que producto se aplicarán después. EL DITE, sin embargo, tiene “nombre y apellidos”, y esto es una ventaja sobre todo para el usuario que puede comprobar la evaluación y controles sobre el producto y las particularidades del mismo frente a las generalidades de la Guía.

El contenido de las Guías DITE preparadas por EOTA, responde a las indicaciones generales del artículo 11.2 de la DPC y al formato oficial de Guía elaborado por EOTA. Este formato tiene como principal fin ayudar a los Organismos Autorizados en la redacción las mismas, de forma que su contenido refleje tanto como sea posible las exigencias del mandato de la Comisión, de los fabricantes y de los propios Organismos Autorizados.

El formato de Guías tiene también en consideración la necesidad de coherencia y homogeneidad entre las diferentes Guías y la obligación de una redacción fácilmente

---

<sup>7</sup> Comité Europeo de Normalización

comprensible para sus futuros lectores. Las Guías son la base de la evaluación de los Organismos Autorizados que son los primeros en valerse de ellas, pero las Guías también sirven para que los fabricantes conozcan el grado de exigencia previsto para su producto; los requisitos que deberá cumplir para obtener el DITE.

Hasta la fecha se han finalizado formalmente 25 Guías<sup>8</sup> y hay un gran número en tramitación.

Las principales singularidades a reseñar de las Guías realizadas hasta la fecha son:

- La mayor parte son para Kits
- La mayor parte de las familias son bien conocidas: Anclajes, Impermeabilizaciones líquidas, Sistemas de Acristalamiento Estructural, etc.
- Se realiza una evaluación del Kit pero también de los componentes. (Ej. El caso de la Guía de Sistemas y Kits compuestos para el aislamiento térmico por el exterior con revoque).
- Algunas Guías incorporan un número muy alto de ensayos a realizar, lo que supone un coste importante para los fabricantes.

Las Guías no se emiten con la indicación de la fecha de su entrada en vigor, esto se acuerda por los Estados Miembros en una decisión de la Comisión estableciendo un periodo transitorio que permita a los fabricantes, a los Organismos Autorizados y a los mismos Estados Miembros adaptarse gradualmente a los procedimientos de evaluación de la conformidad y al conjunto de requisitos aplicables que permitan obtener el mercado CE.

**La Guía J.** Periodos transitorios en la DPC, establece que los fabricantes, importadores y distribuidores necesitan disponer de tiempo para ejercitar los derechos que hubieran podido adquirir anteriormente a la entrada en vigor de las nuevas reglas. (Por ejemplo, vender sus productos en stock fabricados de acuerdo a las reglas nacionales válidas previamente a la entrada en vigor de la Guía).

La DPC no establece estrictamente un periodo de transición durante el cual, conviene recordar, los fabricantes pueden elegir entre cumplir con la Directiva o cumplir con las reglas nacionales, sin embargo el artículo 6.2 indica expresamente que:

*“Los Estados Miembros deberán permitir que los productos no cubiertos por el artículo 4.2 se comercialicen en su territorio si satisfacen las disposiciones nacionales conformes con el Tratado, hasta que las especificaciones técnicas europeas contempladas en los Capítulos II y III dispongan otra cosa.”*

Con el único propósito de la intención de este artículo 6.2 de la DPC, la Guía de DITE puede ser considerada como una “especificación técnica”. Esta consideración permite un tratamiento similar de las Guías de DITE y las Normas Armonizadas en lo que se refiere a los periodos transitorios necesarios para adaptar las disposiciones nacionales de los Estados Miembros a permitir la aceptación del mercado CE de los productos y a sus fabricantes o suministradores.

Las etapas del proceso de entrada en vigor de las Guías DITE son las siguientes:

---

<sup>8</sup> Ver Anexo, o consultar [www.eota.be](http://www.eota.be)

| Etapa   | Comentario   | Responsable    |
|---|--|----------------|
| Fecha de disponibilidad de la Guía                                  | Fecha de distribución del texto en inglés por la Comisión a los EE.MM.<br><br>(Fecha que se considera como la de existencia oficial de la Guía)  | EOTA / EC      |
| Publicación de la Guía en los Estados Miembros                      | La publicación es obligatoria pero no es una precondition para la aplicabilidad de la Guía. El formato de publicación será acorde a las disposiciones nacionales. Fecha a indicar en cada Guía.<br><br>(Por defecto nueve meses después de la disponibilidad) en la cuál se debe indicar el inicio del periodo de coexistencia.) | Estado Miembro |
| Fecha de anulación de las disposiciones nacionales correspondientes | El inicio del periodo de coexistencia o transitorio debe estar indicado en la Guía.<br><br>Por defecto dos años después de iniciado el periodo de coexistencia. 33 meses desde la fecha de disponibilidad de la Guía)  | Estado Miembro |

Una vez que se ha dado el primer paso, es decir que los Estados Miembros han sido formalmente informados por la Comisión, y durante todo el periodo transitorio, los fabricantes pueden solicitar el DITE basado en la Guía y obtener el marcado CE, pero esto, no es obligatorio. Durante estas fases los fabricantes son libres de elegir la vía del DITE y acceder al mercado CE, o continuar con su producción y evaluación del producto si es el caso, conforme a las situaciones nacionales correspondientes. Sin embargo, si el fabricante decide obtener un DITE y lo obtiene, así como el marcado CE, los Estados Miembros están obligados a aceptarlo también durante el periodo transitorio, según el citado artículo 6.2 de la DPC.

Para los productos ya colocados en obra conforme a las disposiciones nacionales antes de la finalización del periodo de coexistencia, los EEMM pueden autorizar el uso continuado de estos productos (productos concretos, no familias o tipos) durante un periodo de tiempo razonable; hecho sin duda de gran importancia.

Finalizado el periodo de coexistencia las normativas nacionales que pudieran ser contradictorias con lo dispuesto en las Guías deben ser derogadas. En el caso español además los productos que queden dentro del campo de aplicación de la Guía, no podrán ser utilizados sino disponen del marcado CE, salvo los casos particulares previstos en el apartado anterior.

#### 4.2. El procedimiento CUAP. El DITE sin Guía DITE

El artículo 9.2 de la DPC, establece que para un producto para el que no existan todavía Guías, el DITE podrá obtenerse por referencia a los Requisitos Esenciales y a los documentos interpretativos si se ha adoptado la aprobación del producto por los Organismos Autorizados actuando conjuntamente dentro de la EOTA, y si estos no llegaren a un acuerdo sometiendo la cuestión al **Comité Permanente de la Construcción**.

Este procedimiento es el denominado, en el ámbito de la EOTA, Procedimiento de Común Acuerdo. En inglés *“Common Understanding of Assessment Procedure”* (CUAP).

El CUAP se prepara generalmente por el Miembro de EOTA que ha recibido la solicitud, o a veces entre varios Miembros interesados, cuando la Comisión ha dado luz verde (no mandato) y es aplicable a aquellos productos cuya especial novedad o singularidad no



hacen aconsejable en principio la redacción de una Guía DITE. El procedimiento CUAP cubre pues los casos previstos por el artículo 9.2 de la DPC pero también los casos indicados en el artículo 8.2.b. Es decir, productos que se desvían significativamente de las normas armonizadas o normas nacionales reconocidas.

Como para el caso del DITE basado en una Guía, con este procedimiento se examinan también de forma concreta las prestaciones del producto para verificar si satisfacen el empleo previsto, pero al no tomarse como referencia criterios generales desarrollados en una Guía se deben establecer de manera particularizada tanto los requisitos y exigencias de las prestaciones como los principios de certificación de la conformidad.

Este procedimiento se aplica pues a un fabricante y a un producto tipo y no genera obligaciones específicas para otros fabricantes que pudieran tener un producto similar, aunque el procedimiento de evaluación en sí mismo pueda y deba ser tenido en consideración para la redacción de otros DITEs para productos similares al contemplado en el CUAP. Aspecto este también de gran relevancia, ya que simplifica el proceso para los segundos fabricantes.

El DITE basado en un CUAP exige el **consenso** en EOTA, es decir, que todos y cada uno de los países miembros deben dar su conformidad. Y si esta no se consiguiera la concesión del DITE deberá ser considerada directamente por la Comisión de la CE.

La singularidad de los DITE basados en un CUAP justifica que no sean aplicables los criterios de periodos de coexistencia o transitorios. Esto significa en otras palabras, que estos DITE y el mercado CE correspondiente no son exigibles (obligatorios), aunque las indicaciones anteriores relativas al artículo 6. 2 de la Directiva, son naturalmente válidas.

El Procedimiento ha dado ya lugar a más de 60 DITEs y hay un gran número de productos en evaluación<sup>9</sup>.

#### 4.3 La evaluación y tramitación del DITE

Los procedimientos para la solicitud y realización de los DITE viene recogidos en las **“Normas comunes de procedimientos para la solicitud, preparación y concesión de los Documentos de idoneidad Técnica Europeos”**, el documento en relación con los DITE, de más rango después de la DPC.

Los aspectos más destacables son los siguientes:

- La solicitud puede ser presentada por cualquier fabricante o su representante en la Comunidad.
- La solicitud puede enviarse a cualquiera de los Organismos de la EOTA, designados para el área específica, pero solamente a uno.
- El DITE sólo tratará con aquellos aspectos relacionados con los Requisitos Esenciales.
- El fabricante debe acompañar su solicitud de toda la información necesaria que expliquen en detalle el objeto de su solicitud y su uso previsto.

El procedimiento de concesión del DITE responde al programa de trabajo específico conforme a la Guía o CUAP. En éste último caso con la inclusión de las observaciones que formulen todos los Institutos de la EOTA.

---

<sup>9</sup> Ver Anexo

El formato, validez y otros aspectos, a diferencia de la UEAtc, son únicos y naturalmente consensuados, al igual que el documento (principal diferencia con los DIT nacionales). El texto se escribe al menos en inglés y en la lengua oficial del Instituto que lo emite, aunque si el fabricante está interesado en comercializar el producto en otros países es conveniente la traducción a las respectivas lenguas.

#### 4.4 La Certificación de Conformidad.

El producto una vez obtenido el DITE deberá quedar acreditado permanentemente mediante lo que se denomina en el ámbito de la DPC, la **certificación de conformidad**. Esta certificación de conformidad, pretende garantizar que el fabricante mantiene las prestaciones de su producto establecidas en el DITE.

Existen seis Sistemas de certificación de conformidad, dependiendo de:

- Importancia de la satisfacción del requisito.
- Naturaleza del producto.
- Influencia de la variabilidad del producto.
- Posibilidades de defectos de fabricación.

Los sistemas son resumidamente:

| Certificación de la Conformidad<br>Niveles o Sistemas | Certificación de Conformidad de producto<br>(Organismo notificado) | Certificación de Conformidad del Control de Producción en Fábrica<br>(Organismo Autorizado) | Declaración de Conformidad<br>(Fabricante) | Ensayo Inicial de tipo (*)<br>(Fabricante u Organismo Autorizado) | Control de Producción en Fábrica<br>(Fabricante) | Ensayos de muestras tomadas en fábrica conforme a plan tipo<br>(Fabricante) | Ensayos de lote a entregar (fábrica) o entregado (obra o almacén)<br>(Organismo Autorizado) | Inspección inicial de fábrica y del Control de Producción en Fábrica<br>(Organismo Autorizado) | Supervisión continua del Control de Producción en Fábrica<br>(Organismo Autorizado) |
|---|--|---|--|---|--|---|---|--|---|
| 1+  | SI   | -   | SI   | OA  | SI   | SI  | SI  | SI   | SI  |
| 1   | SI   | -   | SI   | OA  | SI   | SI  | -   | SI   | SI  |
| 2+  | -  | SI  | SI   | F   | SI   | SI  | -   | SI   | SI  |
| 2   | -  | SI  | SI   | F   | SI   | SI  | -   | SI   | -   |
| 3   | -  | -   | SI   | OA  | SI   | -   | -   | -  | -   |
| 4   | -  | -   | SI   | F   | SI   | -   | -   | -  | -   |

F. Fabricante; OA. Organismo Autorizado

(\*) Normalmente no requerido con el DITE, ya que forma parte de la evaluación previa para la concesión del propio DITE.

La Comisión ha ido tomando decisiones con respecto a los sistemas de certificación de conformidad de los productos para los que ha ido emitiendo mandatos. Para ello ha seguido los métodos de control y sistemas sugeridos por la propia directiva.

La acreditación de la conformidad con las especificaciones técnicas armonizadas europeas viene indicada en el caso de las Normas Armonizadas en el Anexo ZA. "Anexo obligatorio", donde se indican los requisitos para el mercado CE y los elementos relevantes a tener en cuenta por los Organismos Notificados.



Para las Guías de la EOTA, la acreditación y evaluación de la conformidad se incluye en el capítulo 8, y en los DITE se especifica en el Capítulo 3: Evaluación de la Conformidad y mercado CE

Para el caso de los productos con DITE, el mercado CE, significa que se dan dos condiciones:

#### **Mercado CE = DITE + (Certificación de Conformidad)**

La certificación de la conformidad, como se ve en la tabla, puede consistir únicamente para los sistemas 4, 3 y 2 en una **declaración de conformidad**, una exigencia, a veces, escasa para algunos fabricantes que desean mostrar un nivel de control externo mayor como muestra de calidad de sus productos.

#### **4.5 La opción: Prestación no declarada (“npd”) (*Non performance determined*)**

La DPC ya tiene en cuenta las variaciones climáticas, geográficas, o incluso de hábitos de vida en los Estados Miembros estableciendo para ello la posibilidad de definir unos **niveles o clases** diferentes para la misma familia de productos. Estas clases o niveles se han desarrollado con finalidad aclaratoria en el “*Guidance paper E*”<sup>10</sup> redactado por la Comisión.

Las clases o niveles se refieren en principio a las obras y se expresan de forma cuantitativa como comportamiento frente a una acción determinada. Las clases o niveles son consecuencia del diferente nivel de exigencia de los requisitos esenciales de las obras en los Estados Miembros.

En dicho sentido nuestro CTE ya permite la fijación de niveles objetivos o valores límite de prestación para las exigencias de los edificios. Por ejemplo, para las fachadas ventiladas se establecen determinados niveles de exigencias en función de la localización geográfica, lo que implica valores mínimos a considerar para la acción del viento, ancho de las cámaras, espesor del aislante, etc., valores que pueden ser diferentes a los definidos en otros países.

Cuando los niveles para una determinada exigencia han sido establecidos y obviar su justificación no significa la falta de idoneidad del producto, los fabricantes tiene la opción de no declarar en el DITE dicha exigencia, en lo que se llama opción “**npd**”, (*en inglés no performance determined*) “prestación sin definir”, en nuestra traducción.

El npd es una opción, implícita en el apartado 1 del artículo 2º de la directiva (“...y que dichas obras estén sujetas a una normativa que contenga tales requisitos”), referente a la forma de declarar las prestaciones del producto en la información que acompaña el mercado CE cuando la(s) característica(s) en cuestión no está(n) reglamentada(s) en el país en que se quiere vender el producto. La opción “npd” es una clase que puede ser considerada si al menos un Estado Miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica.

La realidad hoy es que el Mercado CE permite a los fabricantes comercializar sus productos en cualquiera de los Estados Miembros, pero que este Mercado puede no ser suficiente en algunos estados, si el fabricante ha optado por no poner bajo evaluación siguiendo la opción “npd” ciertas características no exigibles en su país o en los países previstos para exportar y que pueden ser objeto de disposiciones nacionales en otros países.

<sup>10</sup> Guía E: Niveles y Clases en la Directiva de Productos de Construcción. (Revisión Septiembre 2002)

## 4. EL DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA (DIT) y la UEAtc

*“Hoy día, cuando el estado del conocimiento no permite establecer la aptitud al empleo sobre bases científicas o empíricas convincentes, como en el caso de los nuevos productos y procedimientos de los que su comportamiento en obra y su durabilidad no están probados por la experiencia, es necesario recurrir a métodos que permitan paliar esa falta de conocimientos experimentales. Métodos que constituyen una alternativa moderna al proceso tradicional de adquisición lenta del saber a través del tiempo”. Antonio Ruiz-Duerto*

El Documento de Idoneidad Técnica (DIT) es una marca de calidad voluntaria cuyo objetivo es evaluar la idoneidad de empleo de los productos innovadores de construcción.



En la actualidad el DIT tiene como campos de actividad la evaluación de los productos innovadores no cubiertos por el artículo 4.2 de la DPC y aquellos que no son objeto del DITE basado en una Guía DITE, aunque, en determinados casos, por interés específico de los fabricantes, incluso éstos últimos si el periodo transitorio no ha finalizado.

El Documento de Idoneidad Técnica es por definición, **una apreciación técnica favorable, por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la idoneidad de empleo en edificación y obras públicas, de materiales, sistemas o procedimientos constructivos no tradicionales.**

El DIT, a diferencia del DITE, sí tiene como cometido evaluar la puesta en obra de los productos.

La facultad de expedir los DIT fue concedida al IETcc, por Decreto nº 3.652/63, de 26 de diciembre de 1963, de la Presidencia del Gobierno, a propuesta de los Ministerios de Educación y Ciencia, Obras Públicas y Energía.

El procedimiento DIT se concede en el ámbito de la **Unión Européenne pour l’Agrément technique dans la construction (UEAtc)**, Organización que reúne a los Institutos (uno por país) representantes de 18 países europeos, reconocidos por sus respectivos Gobiernos, para la concesión del DIT. Actualmente están representados: *Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República de Eslovaquia, Rumania y Suecia. Ucrania* ha sido acogida el pasado mes de marzo, como Miembro Observador.

La misión de la UEAtc es la de coordinar las actividades entre los Institutos y desarrollar procedimientos o guías técnicas para la evaluación de los productos no tradicionales; establecer las reglas precisas para facilitar el reconocimiento mutuo entre los DIT emitidos por sus miembros, compartir los resultados de investigación realizados por los Institutos, fijar a escala europea las exigencias funcionales, establecer criterios técnicos para la apreciación de la calidad y establecer acuerdos de colaboración con otros Organismos competentes en el campo de la evaluación de productos.

Hasta la fecha el procedimiento más interesante para los fabricantes y promotores ha sido el de **Confirmación** y ello porque la UEAtc ha conseguido, casi desde su creación en 1960, lo que no han podido lograr otras asociaciones en el campo de los productos tradicionales; el reconocimiento recíproco entre Institutos, de los trabajos realizados por cada uno de ellos.

El procedimiento de confirmación o convalidación es bilateral aunque se desarrolla bajo el marco de la UEAtc y permite reducir los costes en tiempo y dinero necesarios para la obtención del DIT en uno cualquiera de los Institutos, si se ha obtenido previamente el DIT en el País de fabricación.

El procedimiento aún reduciendo gastos no es del todo automático, porque es evidente que para avalar la idoneidad de empleo en otro país distinto al de fabricación, es necesario tomar en consideración los aspectos climáticos o de otro tipo, que pudieran implicar alguna precisión sobre el empleo del producto. Por ello se hace imprescindible, que previamente a considerar la validez de un DIT expedido en otro país, el Instituto confirmador, en nuestro caso el IETcc, haya realizado la convalidación o confirmación del documento.

En la estructura de la UEAtc se refleja además un nuevo campo de actividad: el **Euroagrément**. Es éste un procedimiento para la realización de un DIT simultáneamente en varios Institutos. Es como una confirmación multilateral, pero realizada desde el principio conjuntamente por aquellos Institutos en los que el fabricante haya mostrado interés por disponer del DIT. Este “servicio” de la UEAtc proporciona indudables ventajas a los fabricantes al abaratar costes y tiempo para disponer del documento en varios países.

La UEAtc también es el foro que permite colaboraciones bilaterales de los Institutos para determinados acuerdos específicos. Un ejemplo es el denominado **DIT Mediterráneo**, un documento expedido conjuntamente por el IETcc y el ICITE (hoy ITC) italiano. Esta modalidad de DIT recoge en un documento único los textos de los DIT español e italiano y es un claro ejemplo de la actitud innovadora de los miembros de la UEAtc.

#### 4.1 La concesión del DIT. El Reglamento de Concesión

La concesión del DIT por el IETcc está regulada por Orden Ministerial de 1988, en el **Reglamento para la Concesión del Documento de Idoneidad Técnica de materiales no Tradicionales en Construcción**, que establece el objeto, naturaleza y alcance de los DIT y su forma de realización.

De acuerdo con dicho Reglamento se crea una **Comisión Técnica para la tramitación y concesión de los DIT**, presidida por el IETcc y formada por representantes del Ministerio de Industria, Ministerio de Fomento, Confederación Nacional de Constructores y de la Asociación Española de Normalización y Certificación; cuya misión es, por un lado, establecer si una solicitud es o no objeto de DIT, y por otro, cuidar de la homogeneidad de los DIT concedidos.

Otras tareas de esta Comisión, son las de proponer nuevas Directrices o Guías Técnicas para que se elaboren en el IETcc y se eleven a la UEAtc, emitir informes sobre las solicitudes de confirmación de DIT procedentes de otros Institutos de la UEAtc, plantear al Director del IETcc la paralización de la tramitación de un DIT o su anulación por razones justificadas, o colaborar en el seguimiento de los DIT.

Igualmente se establece en el Reglamento, que para colaborar con el IETcc en la realización de los DIT se forme específicamente para cada producto una **Comisión de Expertos**, formada por especialistas de las materias a tratar e integrada al menos por representantes de Organismos Oficiales, Centros de Investigación, Colegios Profesionales de Arquitectos, Arquitectos Técnicos e Ingenieros, Asociaciones de Fabricantes, Asociaciones de Empresas Constructoras y Entidades relacionadas con el Control de Calidad.

La misión de esta Comisión es la participar con el IETcc en la evaluación, asesorando sobre el plan de ensayos y los procedimientos a seguir especialmente en los casos en los que no se han desarrollado Guías Técnicas por la UEAtc. No hay que olvidar que uno de los aspectos más difíciles de la evaluación es la realización del programa de trabajo a seguir, más complejo cuanto mayor es la innovación.

La Comisión de expertos se convoca al menos una vez para cada DIT, pero en los casos de productos más complejos o más innovadores es habitual convocar a esta Comisión en diversas ocasiones: Al principio, para convenir el programa de trabajo a seguir, al terminar la parte experimental, para discutir los resultados e incorporar las observaciones que el trabajo realizado suscite y al final para recoger las recomendaciones definitivas.

En el caso español, el procedimiento DIT, en relación con la Comisión de Expertos, es bastante similar, aunque no igual, al de otros Institutos miembros de la UEAtc. El Instituto, ha regulado su procedimiento de forma que aunque la última responsabilidad del DIT concierne al IETcc, la evaluación, especialmente en el caso de que no existan Guías de la UEAtc, contemple la colaboración de los expertos nacionales en la definición de los métodos de evaluación, las exigencias a requerir y los métodos específicos de ensayos a realizar, o lo que aún es más difícil, los criterios de interpretación de los resultados obtenidos de dichos ensayos.

El papel de la Comisión de Expertos puede ser valorado también en términos de “derecho” como de contribución a la mejora de los contenidos y recomendaciones creando en sus sucesivas reuniones cierta “jurisprudencia”. Esto permite considerar exigencias similares a cada familia de productos pero sin dar de lado a la propia mejora del documento poniendo al día el conocimiento adquirido en la práctica cotidiana.

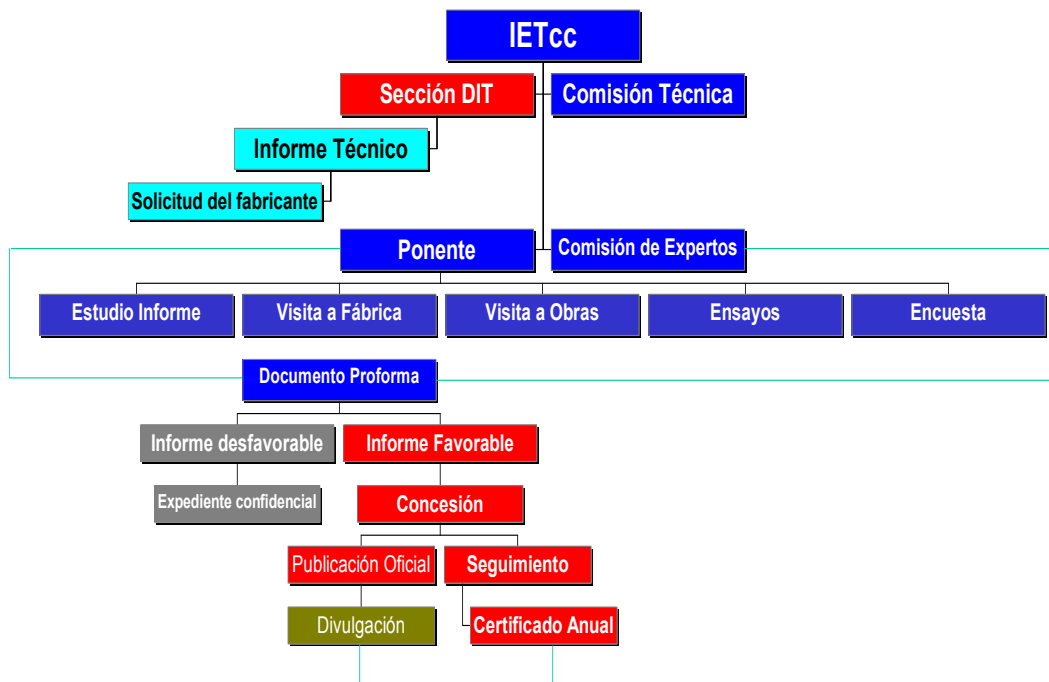
### 3.2 La evaluación y tramitación del DIT

El procedimiento de evaluación y tramitación del DIT, se inicia con la preparación por parte del solicitante, de un informe técnico sobre su producto y campo de aplicación previsto, que es examinado en primer lugar por la **Comisión Técnica de Concesión y Tramitación de los DIT**, para determinar si el producto puede ser objeto de DIT.

Una vez que la Comisión Técnica ha dictaminado favorablemente sobre la tramitación del DIT, se nombra en el IETcc, un investigador responsable de conducir la evaluación (**Ponente**), el cual, una vez estudiada la solicitud, requerirá al petionario la información completa sobre el producto, enviando, si es el caso, un guión-tipo a seguir por aquel.

Esta información a suministrar por el fabricante (Dossier Técnico), incluirá al menos datos generales y técnicos sobre el producto, características de los centros de producción, datos sobre la puesta en obra, expedientes de ensayos de otros centros de investigación que se hubiesen realizado, lista de obras realizadas, ejemplares publicitarios de propaganda o divulgación, lista de empresas reconocidas para la puesta en obra, etc.

Con toda la información recibida, el Ponente elaborará un anticipo de presupuesto para enviar al petionario, a la aceptación del cual preparará una propuesta de **Programa de Trabajo** para ser presentado y consensuado con la Comisión de Expertos.



El programa de trabajo incluirá al menos:

- Estudio del informe técnico y de la información normativa o bibliográfica existente, relativa al sistema y a los elementos que lo componen.
- Indicación de las muestras necesarias para los ensayos a preparar por el fabricante.
- Programación de visita de inspección a fábrica para verificar el proceso de fabricación, comprobar el autocontrol y efectuar la toma de muestras para la realización de ensayos.
- Programación de ensayos enfocados a valorar la identificación, aptitud de empleo y durabilidad del producto.
- Programación de visitas a obras realizadas y en curso de realización para enjuiciar la durabilidad del sistema y la viabilidad de su puesta en obra.
- Programación de encuesta a realizar a los usuarios del sistema.
- Indicación de las condiciones del seguimiento permanente si fuera concedido el DIT
- Bases para la elaboración de un documento pro-forma para ser presentado a la Comisión de Expertos.

Si el resultado de la evaluación es positivo, el IETcc emitirá un DIT avalando el empleo del producto. Si por el contrario el resultado fuera negativo se entregaría un informe confidencial al peticionario con las recomendaciones necesarias, si fuese oportuno, para la mejora del material, sistema o procedimiento constructivo.

La concesión o revisión del DIT, o en su caso, la denegación, corresponde al Director del IETcc, sobre la base del expediente anteriormente realizado.

El DIT que se hace público incluye la decisión del Director del IETcc, el resumen del expediente, las consideraciones de la Comisión de Expertos y las condiciones que se impongan para la validez. Las concesiones, revisiones y suspensiones o cancelaciones del DIT son difundidas a través de la prensa especializada, página web del IETcc, Centros u Organismos relacionados con el sector de la construcción, etc.

El período de validez establecido en los DIT es generalmente de cinco años con la obligación de realizar un seguimiento anual del mismo. Para los DIT que son resultado de la confirmación de los emitidos por otro Instituto miembro de la UEAtc, la validez del DIT español es la misma que la del DIT original, salvo razones justificadas.

Los DIT se publican según el formato establecido por el IETcc y se distribuyen por el Instituto a los Centros públicos o Entidades que lo solicitan. El beneficiario del DIT por su parte realiza una distribución, si lo considera pertinente, más personalizada a técnicos o Instituciones.

Semestralmente, el IETcc emite un listado que incluye un breve resumen de los DIT en curso de validez, y anualmente se publica el listado de todos los DIT concedidos. Igualmente a través del IETcc pueden obtenerse otros documentos relevantes sobre los DIT, las Guías UEAtc o las Reglas de la Organización, a través de la página web del IETcc [www.csic.es/torroja](http://www.csic.es/torroja) o de la propia UEAtc: [www.ueatc.com/](http://www.ueatc.com/)

### 4.3 Contenido del DIT

El formato del documento DIT que se publica por los diferentes Institutos de la UEAtc es, en general, bastante desigual.

En el caso español, y debido a las sucesivas contribuciones de las Comisiones de Expertos, se han ido produciendo a lo largo del tiempo ligeras modificaciones en la distribución de los contenidos, proporcionando información más detallada sobre diferentes aspectos que la experiencia ha demostrado son más relevantes de cara a los técnicos y ahora las Entidades de Control de Calidad como primeros usuarios potenciales.

El documento español que se publica, se estructura conteniendo al menos los siguientes aspectos:

1. Principio y descripción del producto.
2. Materiales que lo componen.
3. Elementos o componentes del sistema.
4. Proceso de fabricación.
5. Controles internos y externos sobre fabricación y puesta en obra.
6. Condiciones de transporte y almacenamiento.
7. Condiciones y proceso de puesta en obra.
8. Referencias de utilización del sistema en casos reales.
9. Ensayos realizados para la identificación, aptitud de empleo y durabilidad.
10. Criterios sobre la evaluación de la aptitud de empleo y procedimientos de cálculo.
11. Observaciones y recomendaciones de la Comisión de Expertos.
12. Condiciones de mantenimiento.
13. Detalles gráficos constructivos sobre el sistema y sus puntos singulares.

### 4.4 Seguimiento del DIT.

Una vez concedido el DIT se inicia por el IETcc un proceso de seguimiento cuya intención es asegurar a los usuarios que las condiciones exigidas para la emisión del documento se mantienen durante el período de validez del mismo. **La concesión del DIT está pues condicionada a la aceptación de los fabricantes de la realización del seguimiento anual.**



Es esta una exigencia que ya desde el principio se realizaba en el IETcc para ciertos productos, pero que se ha ampliado a la totalidad de las concesiones, como consecuencia de su implantación en los demás Institutos de la UEAtc.

El procedimiento de seguimiento, ha sido desarrollado en el IETcc en el **Reglamento para el Seguimiento del Documento de Idoneidad Técnica** de octubre de 1998.

El Reglamento, establece las actuaciones del IETcc en la inspección de seguimiento y las vías a seguir por el fabricante y por el propio IETcc si existieran desviaciones.

El seguimiento, que, en cierto sentido, es asimilable a la marca de calidad para un producto tradicional, debería definitivamente disminuir, si no evitar la realización de controles de recepción en obra. El seguimiento realizado en los DIT es el más exigente posible y equivale al nivel 1+ de los establecidos para los DITE.

El seguimiento requiere que el fabricante:

- Disponga de una organización de control de calidad, tanto en medios como en recursos humanos.
- Realice una efectiva recepción de materias primas y componentes.
- Controle todos aquellos puntos del proceso con influencia en la calidad .
- Compruebe en el laboratorio de fábrica o laboratorio externo, que la calidad del producto acabado es apta para su mercado definitivo.

El IETcc debe tener acceso en cualquier momento a los registros de control del fabricante, con facultad de verificar la eficacia del autocontrol de aquel, incluso mediante ensayos y poder proponer así a la Comisión Técnica la continuidad o retirada del DIT permanente y marcado.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá un **Certificado anual favorable**, que el fabricante deberá suministrar junto con el DIT.

Una vez transcurrido el periodo de validez, se procederá, previa petición del fabricante, a la renovación del documento, incorporando si fuese el caso las variantes o mejoras que se soliciten. El coste en tiempo y dinero de ésta renovación será muy inferior al que hubiera que realizar si no se hubiese efectuado el seguimiento. En realidad, la intención es que sea prácticamente automática, siempre, naturalmente, que el producto no haya variado y consecuentemente no sea preciso efectuar pruebas complementarias.

## 5. EL DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA plus (DIT plus)

*“Menos es más”. Mies van der Rohe*

La DPC tiene particularidades muy significativas, que en algunos casos ha hecho difícil su aplicación; sus objetivos son ambiciosos pero también limitados.

Por un lado, la obligatoriedad del marcado CE exige reducir los requisitos esenciales a los mínimos posibles. Una aproximación maximalista (por ejemplo, teniendo en cuenta todos los aspectos) produciría un mayor coste, tanto de tiempo de evaluación como económico, y en consecuencia el nivel de requerimiento obligatorio



sería prohibitivo para las pequeñas empresas. Por ello, los aspectos obligatorios cubiertos por la Norma Armonizada en su anejo ZA o por el DITE, pueden no ser completos, pero sí suficientes para cumplir con las regulaciones que normalmente son, en sí mismas, minimalistas.

Por otro lado, el mercado CE de un producto puede no cumplir las regulaciones nacionales (no armonizadas) de todos los EE MM, porque el gasto sería inasumible por la mayoría de los fabricantes, pero precisamente por esto, puede darse el caso de rechazo, en un País Miembro, de un producto con marcado CE, por no cumplir alguna determinada regulación nacional, como ha reconocido la propia Comisión Europea "*Guidance Paper D*"<sup>11</sup>.

Complementariamente a lo anterior, muchos fabricantes desean la evaluación de otros requisitos de los edificios a los contemplados en la DPC, como por ejemplo: eficiencia energética, escapes de aires, mantenimiento, etc.

La Comisión Europea ha mostrado también su parecer favorable a la libertad de los fabricantes para mejorar y consecuentemente acreditar las cualidades de sus productos, siempre que los requisitos básicos recogidos en el mercado CE se respeten. Siendo voluntaria esta opción, tales mejoras no pueden ser vistas como una barrera para el comercio, ya que ellas no pueden ser demandadas de forma obligatoria.

Por todo lo anterior, la UEAtc ha desarrollado el procedimiento denominado "*Application Document*" que, con el mismo enfoque que los DIT nacionales, tiene por objeto evaluar aspectos (prestaciones de los productos) no cubiertos o cubiertos de forma mínima por el mercado CE. Este procedimiento se ha denominado en España: DIT plus.

La UEAtc de esta manera suministra un servicio al mercado no sólo con el DIT nacional para los casos no cubiertos por el DITE obligatorio, también para completar el contenido, a menudo insuficiente, del Mercado CE.

**El DIT plus es, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja de la idoneidad de empleo en edificación y obras públicas de un producto (material, sistema o procedimiento constructivo) para el uso asignado considerando aspectos no cubiertos o complementarios a los contemplados por el mercado CE.**

El DIT plus, sólo se concede a aquellos materiales, sistemas o procedimientos de construcción que satisfagan las siguientes condiciones:

- *Que sean perfectamente identificables.*
- *Que estén previstos para empleos determinados o inequívocos.*
- *Que dispongan de mercado CE.*

El DIT plus, de acuerdo con los contenidos de los diferentes mercados CE para los diferentes productos, puede tener por objeto numerosos aspectos complementarios.

Algunos de estos aspectos pueden referirse de manera genérica a la suficiencia del contenido del mercado CE en relación a la reglamentación nacional, lo que puede resultar muy aconsejable para productos que hayan obtenido el marcado CE en otro país de la Unión Europea distinto de España, mientras que otros aspectos pueden ser de tipo más específico en relación con la familia de productos de que se trate.

---

<sup>11</sup> Guía D: El Mercado CE según la Directiva de Productos de Construcción. (Revisión Mayo 2004)



Por ello, el contenido del DIT plus se divide en dos grupos de aspectos a considerar, todos ellos dentro de la opción voluntaria que supone el documento. El primer conjunto de aspectos, dada su relevancia, se incluye siempre en el DIT plus, mientras que el segundo grupo responderá a los contenidos requeridos por el solicitante o el sector en general para el tipo de producto a evaluar.

Con estas opciones el DIT plus de acuerdo con su Reglamento de Concesión de 2005 se estructura en dos apartados:

**a). Aspectos incluidos siempre en el documento:**

**a.1 Cumplimiento de Reglamentaciones Nacionales.**

Las características del producto (por ejemplo, fuego, durabilidad, nivel de aislamiento, etc.) deben ser establecidas teniendo en cuenta los requisitos nacionales vigentes en cada país de aplicación: en España, el Código Técnico de la Edificación, Reglamentos, Instrucciones, etc. Esto es esencial para proyectistas, técnicos de control, etc., para poder comprobar la conformidad de las prestaciones del producto con las leyes o exigencias nacionales.

El DIT plus puede indicar con claridad si el contenido del DITE es aceptable o no para las diversas localizaciones de obra en la geografía nacional, considerando:

- La validez de los datos que proporciona el fabricante con las exigencias o reglamentaciones nacionales.
- Los aspectos que pueden no estar evaluados por haber sido considerados: “npd” (prestación no definida).

**a.2 Utilización del producto. Puesta en obra y limitaciones de uso**

El DITE o la Norma Armonizada cubren aspectos tales como los requisitos básicos de instalación, pero puede ser necesario establecer indicaciones precisas de cómo éstos varían dentro de cada Estado Miembro. Los aspectos voluntarios deberán incluir todos los detalles necesarios para la puesta en obra, la definición en proyecto o las limitaciones de uso del producto. Además, podrían contener, en algunos países, los requerimientos necesarios para el personal cualificado que lleve a cabo la puesta en obra.

Cuando se especifica y emplea un producto de características especialmente particulares, debe tenerse en cuenta que tanto la forma de utilización, como el campo de aplicación, deben estar claramente definidos considerando las posibles diferentes situaciones posibles.

La DPC no considera en su texto ni **el diseño ni la puesta en obra** de los productos, al entender y así fue confirmado posteriormente por el Documento Guía E, que ambos aspectos forman parte de la correcta ejecución de la obra y deben ser por tanto regulado por los Estados Miembros. Esta circunstancia que puede resultar incomprensible para los usuarios en general, tiene una explicación razonable basada en similares principios a los que menciona el artículo 3.2 de la DPC. Por ejemplo, nuestro Código Técnico (*HSI-1 Protección frente a la humedad, 2.3 Fachadas, 2.3.2 Condiciones de las soluciones constructivas*) define una forma concreta de construcción de la fachada en función de la existencia o no de un revestimiento exterior, el grado de impermeabilidad, etc. Una solución que no tiene porqué ser la misma en Alemania o Francia.

Como se establece el CTE y se recoge en el Estudio PRC<sup>12</sup> para evaluar los efectos de la DPC en los diferentes países la manera de relacionar las prestaciones de los productos con las reglamentaciones nacionales es por medio de la puesta en obra o lo que se ha denominado **soluciones aceptadas**.

Una solución aceptada relaciona la prestación del edificio con las características declaradas del producto incluyendo las especificaciones necesarias para la puesta en obra del mismo:

**Solución aceptada = Especificación técnica de producto + Reglas de Puesta en obra**

En algunos casos excepcionales los DITE pueden incluir aspectos relacionados con la puesta en obra. En ese caso como para los DIT nacionales o el DIT plus, estos documentos pueden ser considerados como soluciones aceptadas<sup>13</sup>, lo que nunca ocurre cuando el producto dispone del marcado CE basado en una Norma Armonizada.

### a.3 Mantenimiento y condiciones de servicio del producto

El correcto mantenimiento de un producto o unas adecuadas condiciones de servicio pueden influir de manera determinante en su envejecimiento, durabilidad o vulnerabilidad. Por ello, puede ser importante establecer, en función del campo de aplicación previsto, las condiciones relativas al mantenimiento y servicio.

### **b). Otros aspectos a incluir complementariamente**

Se da a continuación una relación no limitativa de posibles aspectos complementarios que pueden formar parte del contenido del DIT plus.

#### b.1 Cumplimiento de códigos de buena práctica y normativas de referencia

En muchos casos, esto es una prolongación de lo ya indicado en (a.1), aunque este punto se refiere siempre a aspectos no regulados reglamentariamente.

Actualmente, bastantes Organizaciones de los EEMM tienen sus propias disposiciones.

#### b.2 Aspectos relativos a la apariencia y a la estética

La evaluación del mantenimiento de las prestaciones establecidas en relación al diseño, al color, o la idoneidad de los colores en relación con el lugar de exposición del producto, o también la influencia de posibles variaciones de tono, por eflorescencias, aguas, etc., puede ser de importancia para los proyectistas o usuarios.

#### b.3 Prestaciones o características superiores a las requeridas en la DPC

El DIT plus, para un determinado producto, podrá poner de manifiesto, dentro de las distintas categorías que pueda presentar la especificación técnica correspondiente, un nivel de prestación superior, lo que puede ser a su vez argumentado como un grado más alto de calidad del producto. En ciertos casos, este punto puede ser complementario de (a.1).

<sup>12</sup> "Study to evaluate the internal market and competitiveness effects of Council Directive 89/106/EEC (Construction Products Directive, CPD)". **PRC B.V. Division Bouwcentrum International**. 28-11-2006

<sup>13</sup> Parte I. Capítulo 2, Artículo 5.2 del CTE

#### b.4 Un nivel mayor de certificación de conformidad

Un fabricante puede desear la evaluación de su sistema de control de calidad más exigente que el requerido por la DPC, de modo que pueda dar una mayor confianza a sus clientes y reducir riesgos relativos a la trazabilidad del producto. En muchos casos, este superior nivel de exigencia, como ocurre para algunos productos con DIT, ya se cumplía por los fabricantes beneficiarios del mismo, por lo que la demanda puede considerarse como natural, continuando una situación ya consolidada.

#### b.5 Aspectos medioambientales y/o de sostenibilidad (incluyendo análisis del ciclo de vida)

Estos aspectos, como métodos de eliminación, reciclaje y reutilización, consumos energéticos, etc., que responden a exigencias nacionales, legales y voluntarias, son relativamente recientes, pero han experimentado un interés espectacularmente creciente en muchos países de Europa.

#### b.6 Otros aspectos no cubiertos por el mercado CE

Por ejemplo,

- La evaluación de los métodos de cálculo.

- Las condiciones y recomendaciones en la elaboración de los proyectos.

- La evaluación del riesgo.

- Aspectos complementarios no reglamentados:

- Por ejemplo en el caso de puertas y ventanas:

  - Seguridad frente a intrusos

  - Operatividad

  - Mantenimiento

  - Reparación

  - Determinación de la superficie de vidrio

  - Aspectos relacionados con el aseguramiento de la calidad.

- Etc.

Las tareas de tramitación y concesión del DIT plus, estarán reguladas por la Comisión Técnica ya establecida para la Concesión de los DIT, y las tareas de asesoramiento del IETcc en la concesión del DIT plus, se realizarán por medio de las Comisiones de Expertos constituidas a requerimiento del IETcc.

## **6. CONCLUSIONES**

Durante muchos años el DIT ha sido una posibilidad de evaluación para los fabricantes españoles, pero no ha sido hasta la aprobación de la LOE cuando ha empezado a adquirir la importancia que tradicionalmente ha tenido en otros países europeos (Francia, Inglaterra, Bélgica, etc.)

Muchas son las razones que han ralentizado el conocimiento y la utilización del DIT en nuestro País, las mismas que dificultan su implantación en otros países, principalmente del área de Sudamérica. Razones culturales, coyunturas económicas cambiantes, etc.

El DIT es una buena referencia de medición de la industrialización de los países, un baremo del crecimiento económico y cultural. El DIT en el futuro, y el DIT plus su desarrollo lógico de

convivencia con el mercado CE tendrá que interesar más por fuerza, a todo el sector de la construcción.

Cuando surgió la idea de un único documento europeo DITE, que sería válido automáticamente en todos los países miembros de la UE, a diferencia de lo que ocurre con los DIT nacionales que precisan un proceso de convalidación en cada estado, la idea pareció el paso definitivo, la solución para muchos fabricantes que exportan sus productos y precisan realizar en algunos casos ensayos y evaluaciones complementarias.

Esta posibilidad fue de tal trascendencia que la UEAtc formada por los Institutos que conceden los DIT nacionales, dudaron seriamente del papel futuro de la Organización considerando incluso la posibilidad de su disolución. Hoy después de varios años de trabajo, los mismos Institutos piensan todo lo contrario. La intuición de aquellos que creían en un futuro de mayor actividad parece ser cada vez más acertada.

Desde la aparición del mercado CE, existe una cierta confusión que asocia el mismo a un producto viajero que se ofrece en todos los países de la Unión, pero en muchos casos algunos productos por sus propias características, de peso por ejemplo, son difícilmente exportables. Para estos productos puede darse la paradoja incluso que el mercado CE sea menos exigente que la situación nacional.

El concepto de mercado CE modificó (Directiva 93/68/CEE de 22 de julio) el concepto inicial de marca CE que resultaba más ambiguo y que parecía encerrar cierta intención de marca de calidad.

El mercado CE respalda la “aptitud” del producto para el uso previsto y quiere pues decir que el producto, es conforme con el Documento de Idoneidad Técnica Europeo, o cuando es un producto tradicional, conforme con las Normas Nacionales que sean trasposición de las Normas Armonizadas, o conforme con las especificaciones técnicas nacionales reconocidas. También quiere decir que se realiza la certificación de la conformidad según el nivel establecido por la Comisión. Cuando el producto se ve afectado por varias directivas, el mercado significa que el producto es conforme con todas las que estén en vigor que le afecten.

El mercado CE actúa como un “pasaporte” para la libre circulación del producto por el mercado interior, y como tal pasaporte no supone mayor privilegio. Como se dice en el ámbito europeo, **el mercado CE es la oportunidad de vender, no la obligación de comprar.**

El mercado CE con la opción “npd” puede da lugar a DITEs y sus respectivos mercados CE con contenido diferente, a DITEs no equivalentes o mercados CE que no significan lo mismo. Por esto, es imprescindible para los usuarios conocer el alcance y contenido del DITE. En todo caso las perspectivas iniciales de que el mercado se simplificaba con el DITE único válido en todos los países no es siempre cierta.

La DPC probablemente será revisada en el futuro. Hay opiniones para todos los gustos. Planteamientos de “liberar” el carácter obligatorio del Mercado CE, tratamientos diferenciados entre productos bajo Norma Armonizada y DITEs, etc. Lo cierto es que al mismo tiempo las diferentes marcas de calidad, voluntarias o no, existentes en la Unión

Europea se mantienen y conviven con el Mercado CE. Como se ve en el cuadro siguiente<sup>14</sup> aún estamos lejos de armonizar completamente el sector.

Figure 3.2: Examples of marks for construction products after implementation of CPD

|   | Mandatory   | Voluntary 'accepted'   |
|---|---|--|
| Conformity marks                        | CE-marking <sup>1</sup> ,<br>Ü- Zeichen <sup>2</sup> ,<br>B-mark <sup>3</sup> ,<br>CCZ <sup>3</sup> | P-mark (Sweden),<br>KOMO product,<br>Bénoir (Belgium),<br>RAL-Gütezeichen (Germany). |
|   |   | 'N'- mark (Spain)  |
| 'Application approval documents' /marks | Zulassung <sup>4</sup>  | BBA-Agrément,<br>KOMO-Attest,<br>ATG (Belgium)                                       |
|   |   | DIT (Spain)<br>Avis Technique  |

Notes:

- 1: depending on the country, mandatory for products with hEN, for products with hEN and ETAG, or for products with hEN and ETA. Voluntary in UK, Ireland, Finland, Sweden.
- 2: mandatory for products without CPD CE-marking and for products with Restnorms.
- 3: mandatory for products without CPD CE-marking, voluntary for products with CE-marking.
- 4: mandatory for some products including some CPD CE-marked products.

En muchos países europeos y creemos que también en España, los fabricantes sienten más confianza hacia los DIT nacionales (“Agrément”, *Avis Technique*, *Zulassung*, etc.) no sólo por familiaridad con los procedimientos, también porque el contenido es más completo. Los Técnicos, en general, prefieren tener toda la información en un solo documento. Es la fórmula antes mencionada:

Solución aceptada = Especificación técnica de producto + Reglas de Puesta en obra

Por otro lado, los fabricantes, que tradicionalmente han evaluado sus productos con las marcas voluntarias u obligatorias nacionales, principalmente por razones de competitividad, quieren mostrar un nivel mayor de autoexigencia o su decidido compromiso con la calidad, a la vista de que el DITE faculta para estar en el mercado pero no supone, en sí mismo, ninguna herramienta de competitividad.

El procedimiento del DIT plus está ya implantado en Europa habiéndose emitido documentos en Francia, Italia, Bélgica y España. El IETcc ha concedido DIT plus a numerosos morteros monocapa (cubiertos por la Norma Armonizada UNE EN 998-1) y existen ya trabajos en curso para las Impermeabilizaciones Líquidas (Guía EOTA nº 5), los Sistemas de Aislamiento Térmico por el exterior (Guía nº 4)

El incremento de DIT plus es parejo en España al incremento de documentos y solicitudes de DIT y también de DITES. Por un lado la continua finalización de los periodos transitorios para muchas Guías EOTA acabadas en los últimos años y por otro lado la entrada en vigor del Código Técnico han generado una demanda de evaluaciones que nos hace ser optimistas en la futura equiparación con los niveles de calidad en esta materia, alcanzados en Francia, Alemania o Reino Unido.

Finalmente, ¿Cuándo se debe entonces obtener o solicitar un DITE, un DIT o un DIT plus?

<sup>14</sup> Cuadro obtenido del “Study to evaluate the internal market and competitiveness effects of Council Directive 89/106/EEC (Construction Products Directive, CPD)”. PRC B.V. Division Bouwcentrum International. 28-11-2006

Resumidamente estas son las opciones:

- **1ª Posibilidad:**

**Si hay Norma** (tanto de producto como de su puesta en obra), es decir, para los **productos tradicionales**, la decisión de su utilización pasará por comprobar su conformidad con las especificaciones de la Norma/s que le son de aplicación.

Si el producto es objeto de una Norma Armonizada Europea redactada por CEN, con periodo transitorio finalizado, deberá disponer de forma **obligatoria** del **mercado CE**, que se corresponderá con la parte obligatoria de la Norma, su **anexo ZA**.

En los demás casos, las marcas o sellos de calidad son **voluntarias** (Marca N de AENOR, Sello CIETAN de IETcc, etc.).

- **2ª Posibilidad**

**Si no hay Norma**, es decir para los **productos innovadores**, la decisión de utilizarlos y las exigencias de acreditación pueden ser variadas.

- Si el producto está cubierto por **una Guía EOTA** y ha finalizado el periodo de coexistencia o transitorio previo a la entrada en vigor de la Guía, el **mercado CE es obligatorio**. Para ello, el producto deberá obtener un **Documento de Idoneidad Técnica Europeo (DITE)**.
- Si el producto **no es objeto de una Guía EOTA** puede también disponer del mercado CE según el **artículo 9.2 de la DPC**, previa redacción del Procedimiento CUAP, pero en este caso el mercado no es obligatorio, es voluntario. En estos casos los fabricantes pueden también solicitar el **Documento de Idoneidad Técnica (DIT)**

- **3ª Posibilidad**

**El producto dispone de un Mercado CE basado en una Norma Armonizada o en un DITE**, pero el fabricante requiere además, la evaluación complementaria de características no cubiertas por el mercado CE, por motivos por ejemplo de competitividad. En este caso el fabricante puede obtener el **DIT plus**.

Los sistemas que han sido objeto de DIT a lo largo de estos años han respondido sin duda al interés de los fabricantes y del Sector Construcción. Inicialmente fueron los Sistemas constructivos pesados, los sistemas de impermeabilización, las placas de yeso o los prefabricados ligeros, posteriormente los morteros monocapa, los sistemas de aislamiento por el exterior o las instalaciones sanitarias, hoy lo son las fachadas ventiladas, las cubiertas de paneles, los sistemas de particiones o tabiquerías, las impermeabilizaciones fijadas mecánicamente, los sistemas de impermeabilización líquida o los aislamientos reflectivos.

**El futuro** nos dirá el sentido de la evolución, pero será con bastante seguridad el propio mercado el que regulará la fuerza de cada posibilidad, el que determinará la importancia de cada Marca o Mercado, el que fijará la dirección de los cambios a realizar.

Como decía **Marcel Franssens**, quién fuera Presidente de la UEAtc:

*¿Porqué cambiar nuestras costumbres y reformular conceptos establecidos y aceptados?  
¿Porqué imponer el concepto prestacional al tradicional?. “Ante todo para dar al  
PROGRESO todas las oportunidades, por la INNOVACIÓN y por la FLEXIBILIDAD, para  
recoger los frutos del progreso que son el aumento de calidad y productividad, para dar  
respuesta a los deseos cuantitativos y cualitativos del mundo entero.*

AB 10/04/07





## **NUEVOS SISTEMAS DE CERRAMIENTOS CON VIDRIO**

**Benito Lauret, Dr. Arquitecto  
E.T.S. de Arquitectura de Madrid**

# 1. ANÁLISIS TECNOLÓGICO DE LOS ACRISTALAMIENTOS ATORNILLADOS.

## 1.1. Evolución histórica.

### 1.1.1. Antecedentes.

A pesar de que la obtención del vidrio fue descubierta hacia el 3000 años antes de Jesucristo en el Próximo Oriente, tuvo que pasar mucho tiempo antes de que fuera utilizado en construcción como parte de los cerramientos. El vidrio transparente ya se conocía en Egipto alrededor del 1500 a. de C., y la invención del vidrio soplado, en Siria, se remonta al 200 a. de C.

Es en la Edad Media, gracias a las técnicas de aplanado del vidrio soplado que permitían la fabricación de pequeñas placas de vidrio, cuando se incorpora este material a la arquitectura para el cierre de huecos en los muros. Con estas placas de vidrio, imbricadas en una densa retícula soporte de plomo, se podían cubrir huecos de cierta dimensión, constituyendo un acristalamiento que no permitía la visión sino solamente el paso de la luz.

El procedimiento para realizar el acristalamiento consistía en ensamblar las piezas de vidrio en una perfilera de plomo con sección en "H", sellándose después con una masilla plástica a base de aceite (Fig.1-1).

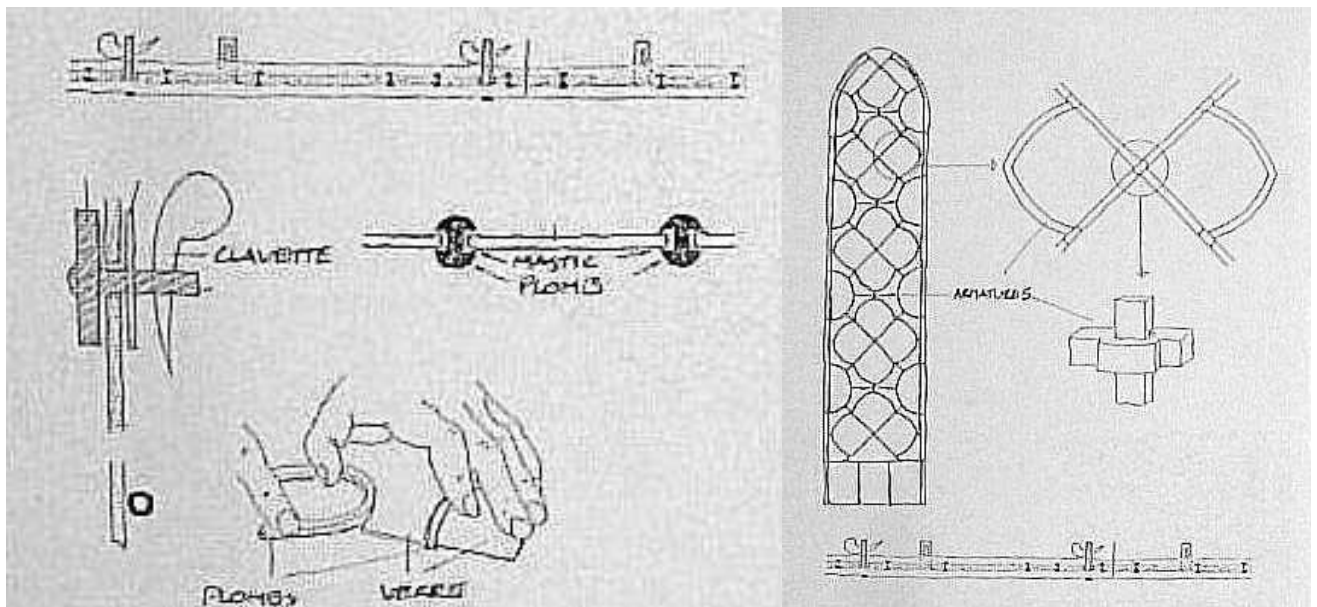
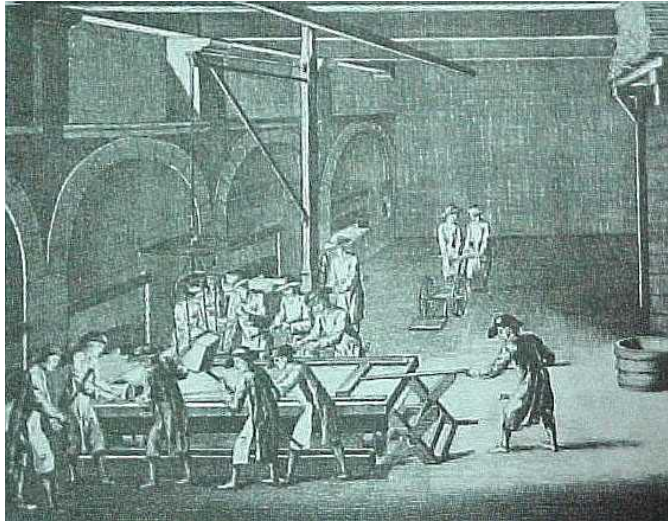


Fig.1-1. Procedimiento de acristalamiento medieval utilizado sobre todo en las vidrieras de las catedrales.

En esta época los procedimientos de elaboración del vidrio plano, basados en el aplanado en caliente con rodillo manual, solo permitían la obtención de piezas carentes de caras lisas, estando su masa llena de pequeñas imperfecciones y coloraciones.

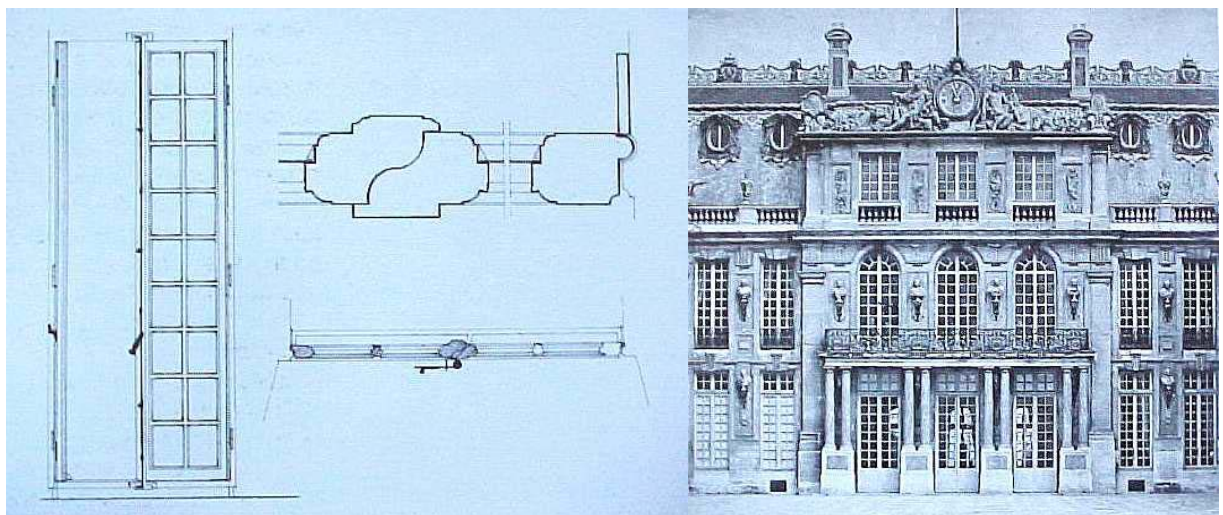
Hacia el siglo XVII la fabricación de vidrio plano alcanza la calidad necesaria para garantizar la visión a su través. Tras el colado del material en caliente sobre una mesa metálica, era recalentado para igualar su espesor mediante rodillos.



La impronta dejada por la superficie de la mesa y los rodillos se eliminaba posteriormente mediante un laborioso pulido, hasta obtener la superficie lisa requerida.

Hay que señalar que la nitidez de la imagen vista a través de un acristalamiento depende, en primer lugar de la calidad superficial del vidrio, de la uniformidad de su espesor, de la pureza del material y ausencia de burbujas y finalmente, del tamaño de la pieza.

Los logros alcanzados en este sentido tuvieron una importancia vital en la consideración de los exteriores y las vistas como parte fundamental del proyecto<sup>1</sup>. Además, en esta época no solo se consiguen acristalamientos transparentes sino que también las carpinterías practicables de madera refuerzan la relación con el exterior.



*Fig.1-2. Detalle de acristalamiento tradicional sobre carpintería de madera. Todavía se puede ver este sistema en ventanas domésticas combinado con perfiles de plomo intermedios.*

Los sistemas de acristalamiento del momento se basaban en el empleo de un armazón de madera en retícula cuadrada o rectangular, con un galce para el alojamiento del vidrio, constituyendo molduras más o menos ornamentales a interior y exterior. El sellado final se realizaba

<sup>1</sup> Ver Rice P., Dutton H., *Le verre structurel*, Moniteur architecture, 1990, p. 11.

con una banda de masilla estanca. Este detalle de acristalamiento todavía está en uso (Fig.1-2).

La posibilidad de aumentar el tamaño del acristalamiento depende de las dimensiones del hueco correspondiente. Durante siglos la utilización invariable de muros de carga en fachada ha limitado severamente la anchura de los huecos, salvo casos excepcionales como las catedrales góticas. Sin embargo la revolución industrial trajo, a principios del siglo XIX, la culminación de la estructura de pilares y vigas de acero, haciendo posible la realización de mayores huecos de ventana en todo tipo de edificios.

Hasta entonces el proceso artesanal “Crown”<sup>2</sup>, producía sólo paneles de vidrio de tamaño limitado, lo que supuso su obsolescencia en la década de los años 1830s, tras 150 años de desarrollo. Con él se alcanzaron tamaños de 0,75×0,50 metros, pero la mayoría de las piezas fueron de menor dimensión. A partir de entonces con el nuevo procedimiento mejorado de “cilindro”<sup>3</sup>, se producía vidrio de espesor más uniforme en tamaños de hasta 1×1,3 metros.

Este proceso, que fue un ejemplo temprano de producción en masa, permitió la rápida construcción del Crystal Palace en Londres en 1851 (Fig.1-3).



Fig.1-3. Interior del Crystal Palace, edificio completamente desmontable, en su segundo emplazamiento en Sydenham en 1854.

### 1.1.2. La arquitectura de cristal del XIX.

Las técnicas de producción de la revolución industrial propiciaron la primera gran eclosión de la tecnología de la construcción, como manifestación de la fe y el optimismo depositados en la nueva era industrial, expresada en un nuevo arquetipo arquitectónico: la casa de cristal (*glass house*) (Fig.1-4).

El ejemplo culminante de este periodo fue el Crystal Palace, proyectado por Joseph Paxton, construido por primera vez en Hyde Park, Londres, para la exposición universal de 1851; desmontado y reconstruido en Sy-



Fig. 1-4. Galleria Vittorio Emmanuele II, 1865-67, del arquitecto Mengoni, uno de los máximos exponentes de las bóvedas de vidrio.

<sup>2</sup> Button D., Pye B., *Glass in Building*, Butterworth Architecture, 1993, p.2.

<sup>3</sup> Ibid



denham en 1854 y desaparecido a causa de un incendio en 1936. Su construcción ejemplifica con claridad los conceptos de la construcción industrializada: mecanización, producción en masa, prefabricación, estandarización, construcción modular, integración de construcción/instalaciones/control solar, montaje rápido y optimización de tareas<sup>4</sup>.

El sistema de acristalamiento empleado consistía en una retícula de perfiles de acero en “T”, que servía de apoyo a los paneles de vidrio, que se sellaban posteriormente con masilla. Con el tiempo las masillas se endurecían, haciéndose quebradizas, con el resultado de que las crecientes entradas de agua causaban una corrosión acelerada del acero. Gran parte de las “glass houses” del XIX ya estaban en ruina a principios del XX.

Estas construcciones en vidrio suponen también un ejemplo claro de construcción industrial transformada en arquitectura. En efecto, el origen de estos enormes recintos acristalados está asentado, en primer lugar, en el desarrollo de estructuras de acero de grandes luces, previamente ensayadas en la construcción de puentes y edificaciones industriales tales como astilleros y estaciones de ferrocarril. Por otra parte, el conocimiento adquirido en la construcción de invernaderos, proporcionaba la confianza suficiente para realizar grandes superficies acristaladas. El mismo Joseph Paxton era jardinero, y su experiencia en la construcción de invernaderos fue crucial para la concepción del Crystal Palace.

### 1.1.3. El cambio de siglo: menos es más.

El simbolismo del vidrio y el metal tendrían una nueva expresión en forma de “piel de vidrio” en la época del Movimiento Moderno. Precedidos de abundantes ejemplos de construcciones industriales, muchas veces proyectadas por ingenieros, las primeras obras de Gropius y las propuestas de Mies manifiestan un profundo interés por componer con grandes volúmenes acristalados.

La factoría Fagus, en Alfred/Leine, Alemania, proyectada por Walter Gropius



*Fig.1-5. Factoría Fagus, con una envolvente de vidrio y acero de gran ligereza visual. Acero y vidrio han estado ligados desde un principio al lenguaje maquinista de la arquitectura del siglo XX.*

<sup>4</sup> Eekhout M, *Product Development in Glass Structures*, Uitgeverij 010 Publishers, 1990, p.11.

y construida hacia 1911, es uno de los primeros ejemplos de una fachada totalmente de vidrio soportada por una fina retícula de acero (Fig.1-5). Posteriormente en su edificio de la Bauhaus, en Dessau en 1925, se profundiza en la consecución de una piel aún más transparente, constituyendo un ejemplo temprano de muro cortina. Con anterioridad a estas obras Gropius había trabajado en la oficina de Peter Behrens, consultor estilístico de las factorías de la AEG, donde tuvo oportunidad de familiarizarse con la construcción industrial. A lo largo de su carrera llegó a proyectar carrocerías de automóviles y una locomotora diesel<sup>5</sup>.

Sin embargo, el tamaño modular aún era limitado, precisando una retícula de carpintería demasiado densa. Para dar satisfacción a las demandas arquitectónicas, en este cambio de siglo se introducen varios procesos de obtención de vidrio estirado que sustituyen al proceso de cilindro, con el procedimiento "Forcault" y posteriormente el proceso "Colburn"<sup>6</sup>. Estos consistían en la extracción de vidrio en bandas de aproximadamente 1,9 metros de anchura; así, los amplios paneles largamente demandados por los arquitectos estaban disponibles por fin. Aun así, se requería un proceso posterior de pulido para obtener una luna libre de distorsiones, técnica que se mejoró notablemente en los años veinte.

Mies van der Rohe, que también pasó por el despacho de Behrens, planteó con audacia y gran antelación el arquetipo de rascacielos de vidrio. Su modelo presentado en la Exposición de Arte de Berlín, en 1922, fue un intento más de diseñar el muro cortina todo-vidrio. Sus ideas no encontrarían definitiva realización sino veinticinco años después en Estados Unidos. En estos proyectos se explota al máximo la liberación de la fachada, o más bien envolvente, de toda función portante, realizada en exclusividad por el esqueleto de hormigón armado. Una vez más los alardes estructurales aparecen estrechamente ligados a las nuevas expresiones del acristalamiento.

Los detalles de acristalamiento de las obras de Mies reflejan una depurada técnica de adición de perfiles, con una deliberada intención de facilitar una lectura tecnológica del orden, jerarquía y función de cada uno de los elementos que lo componen. La elegancia sobria de estos detalles combina a la per-

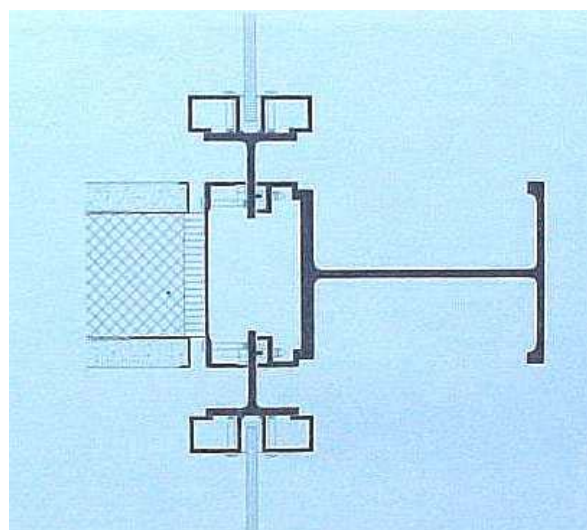


Fig.1-6. Típico detalle de fachada de Mies, perteneciente a la envolvente del edificio Seagram.

<sup>5</sup> Hatje G., *Diccionario Ilustrado de la Arquitectura Contemporánea*, Gustavo Gili, 1980.

<sup>6</sup> Button D., op. cit. p 5.

con secciones extruidas o plegadas impecablemente atornilladas y ensambladas (Fig.1-6).

El desarrollo de la industria del proceso de aluminio en estos años culmina con el descubrimiento, en 1927, del anodizado óptimo de este metal por Cower y O'Brien en Inglaterra. El desarrollo a gran escala de este proceso tendría lugar en los años subsiguientes en Estados Unidos. Así las características de resistencia a la intemperie unidas a su menor peso hacían que las aleaciones de aluminio mejoraran ampliamente las prestaciones del acero para carpinterías. Por otra parte el desarrollo alcanzado por las técnicas de extrusión de metales permitía la elaboración de todo tipo de secciones de aluminio para carpinterías.

Tras la segunda Guerra Mundial, los grandes despachos de arquitectura de los Estados Unidos fueron imponiendo una concepción industrial que no se dirigía a la vivienda, sino a edificios burocráticos proyectados bajo rígidos criterios económicos, y al desarrollo de una identidad empresarial. El camino hacia un nuevo tipo de rascacielos, con un revestimiento liso de aluminio y vidrio, el muro cortina, quedó abierto con una serie de edificios construidos en un corto espacio de tiempo (1948-51). Rascacielos tan conocidos como la Lever Brothers Company en Nueva York, proyectada por Skidmore, Owings y Merrill, o los apartamentos en Lake Shore Drive en Chicago, de Mies, pertenecen a esta época. La limpieza prismática de estas construcciones alcanza su máxima expresión en el edificio Seagram en Nueva York, también de Mies, en 1958 (Fig.1-7).

La famosa frase de Mies *menos es más*, ilustra esta corriente de expresión desnuda de los materiales y sistemas constructivos, con eliminación total de los motivos ornamentales que aparecían, por ejemplo, en cualquier zona del Crystal Palace. Como se sabe, los perfiles de acero vistos en muchas de las fachadas de los edificios de Mies tienen un papel estético exclusivamente. Esta filosofía llegó aún más lejos con el *más con menos* de Buckminster Fuller, para quien el diseño concebido como una ciencia permitiría la obtención de cada vez más servicios mediante un volumen decreciente de recursos, sin dispersión del volumen decreciente de desechos. Sus prototipos (vivienda Dymaxion) y sus realizaciones (cubierta geodésica transparente) son indudablemente una de las bases de la arquitectura "High Tech".

El avance definitivo en la fabricación de vidrio plano se produce en 1952, con el invento por Alastair Pilkington del proce-



Fig.1-7. Edificio Seagram en Nueva York.

dimiento “Float”. El procedimiento “Float” consiste en el vertido de la masa de vidrio fundida, a unos 1000 °C, en cascada continua en un extenso baño de estaño fundido de poca profundidad, en el que el vidrio fundido flota sobre el estaño, debido a su menor peso específico, extendiéndose, como aceite sobre agua, y formando una capa superficial. El espesor de esta capa se controla a través de la velocidad con la que esta banda en proceso de solidificación es extraída del baño. Después de un proceso de recalentamiento (recocido) el vidrio emerge como un material “pulido al fuego” con superficies virtualmente paralelas<sup>7</sup>.

Por una parte se logra la obtención de planchas de espesor uniforme y superficie lisa sin necesidad de pulimento alguno; por otra, permite la producción de mayores tamaños modulares y mayores cantidades de vidrio plano a precios más bajos. Desde entonces por este procedimiento, de plena utilización en la actualidad, se elabora más del 90 % del vidrio plano mundial.

#### 1.1.4. En pos de la transparencia: del Willis Faber a La Villette.

La posterior evolución del muro cortina ha estado marcada, aparte de por una gran diversificación de secciones extruidas de aluminio, por la incorporación de dos nuevos sistemas de acristalamiento: el vidrio exterior pegado (Verre Exterieur Collé) y la retención con perfil elastómero. El vidrio exterior pegado, también llamado acristalamiento de sellado estructural (por extensión del nombre del adhesivo: silicona estructural), permite acabados con una apariencia “todo vidrio” sin carpinterías vistas desde el exterior. En cambio la sección real de la carpintería aumenta y el espesor visto desde el interior es mayor (Fig.1-8), efecto que queda de manifiesto en la visión nocturna del edificio.

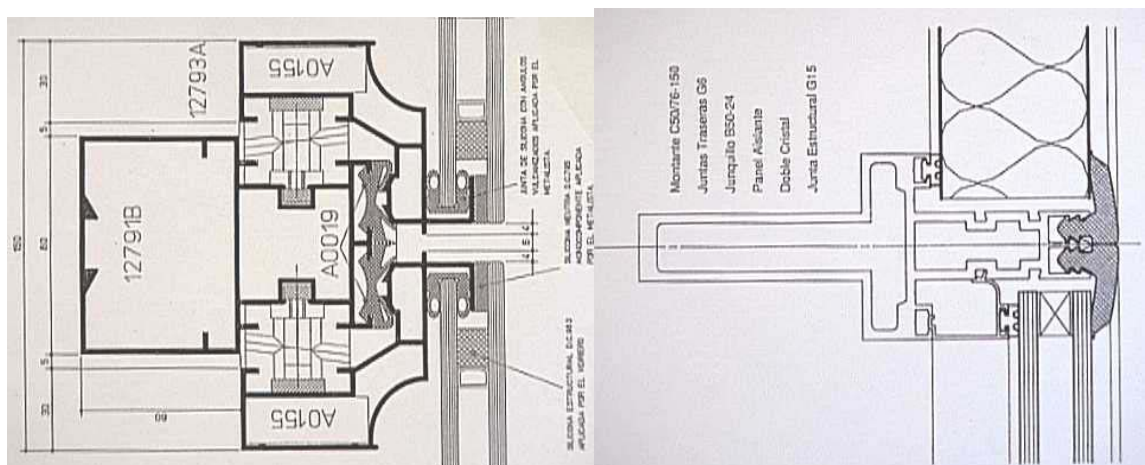


Fig.1-8. Comparación entre un sistema VEC y un sistema de retención con perfil elastómero. En el primero se aprecia la enorme sección interior que desaparece al exterior. En el segundo el ancho de la zona opaca es aproximadamente el mismo al interior que al exterior.

El empleo de perfiles de retención supone un paso más en el intento de aligerar las secciones de la carpintería soporte; mientras la parte interior es similar al muro cortina ordinario, la exterior queda reducida

<sup>7</sup> Button D., op. cit. p.24.



a finos perfiles de caucho que consiguen su estabilidad por encaje (Fig.1-9).

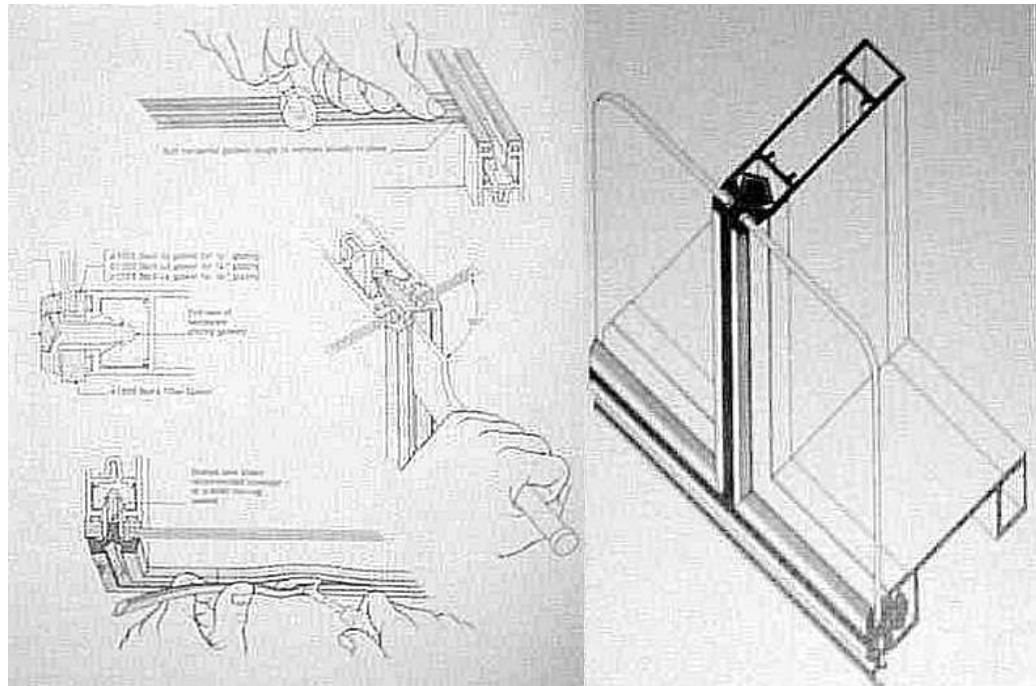


Fig.1-9. Sistema de retención mediante perfiles de elastómero Pitco "T" Wall, más transparente que el sistema de silicona estructural y completamente desmontable.

Un edificio emblemático en el progreso de los acristalamientos sin carpintería es el Willis Faber & Dumas, en Ipswich, 1971-75. El desarrollo de soluciones para el acristalamiento de su fachada muestra su evolución desde sistemas con perfil de retención hasta la solución final sin carpintería (Fig.1-10).



Fig.1-10. Visión nocturna del edificio Willis Faber & Dumas, en la que se aprecia la inexistencia de carpintería soporte del vidrio.

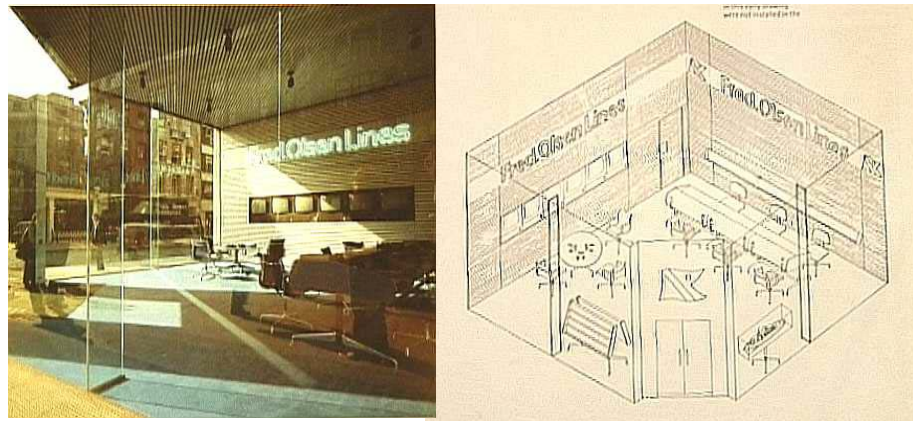
Norman Foster ya había explorado las posibilidades constructivas del acristalamiento con perfiles de retención en proyectos anteriores como: Centro de Operaciones Fred Olsen, en Mill Wall Docks, 1970 y las oficinas IBM en Cosham, 1971 (Fig.1-11). Un estudio de los sistemas entonces disponibles señalaba como el más elegante al sistema Pitco "T"-wall, que sujetaba el vidrio contra una perfilería interior de aluminio con una banda mínima de neopreno (Fig.1-9).

Para el desarrollo de la fachada totalmente acristalada del Willis Faber, Foster contrató, por una parte, a Martín Francis, que no dominaba el vidrio pero era especialista en el trabajo con la industria; por otra, se encomendó la realización de la fachada a la prestigiosa compañía Pilkington Glass, el mayor fabricante de vidrio del Reino Unido.



*Fig.1-11. Edificio de oficinas de IBM en Cosham. En principio se realizó para ser desmontado, pero dado su buen resultado se ha conservado en pie.*

En este tiempo Pilkington experimentaba dos nuevos sistemas de acristalamiento basados en costillas de vidrio perpendiculares a la fachada. El primero de ellos, se basaba en conectar los paneles de vidrio y los rigidizadores perpendiculares únicamente por medio de silicona estructural. El sistema de fachada quedaba sujeto por el apoyo en su superficie inferior. Se utilizó en la nueva oficina de Foster Associates en Fitzroy Street, 1971 y para su proyecto de agencia de viajes de Fred Olsen en Londres, en 1975 (Fig.1-12). El segundo se diferencia por el uso de placas de anclaje (“Patch Fittings”) y por quedar suspendido de la estructura del edificio. En la época se habían completado apenas algunas fachadas planas de este tipo, pero sólo de una planta de altura (Fig.1-13).

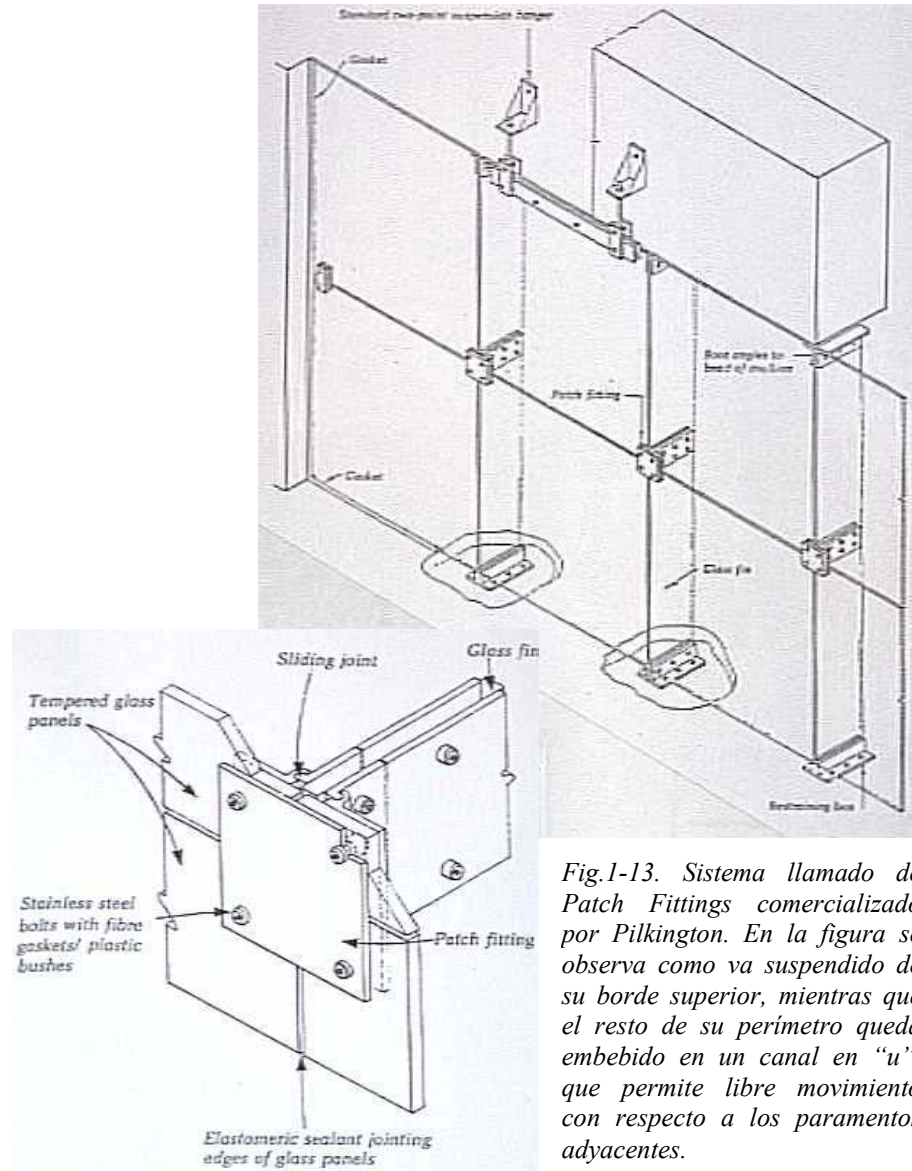


*Fig.1-12. Oficina de agencia de viajes de Fred Olsen, realizada con un sistema de costillas de vidrio unidas a los paneles con silicona adhesiva.*

Según el análisis de Martín Francis, la fachada del Willis Faber debía quedar suspendida a causa de las flechas esperadas en la estructura. Las reticencias de Pilkington a asumir la responsabilidad de la construcción de esta fachada con el sistema “Patch Fittings”, a causa de la curvatura de la fachada y las dificultades para el templado del vidrio tintado exigido en proyecto, condujeron a Martín Francis al desarrollo de soluciones alternativas. Para ello se realizó un prototipo basado en el sistema Pitco “T”-wall. El conjunto quedaba suspendido de unos montantes tubulares de acero en toda la altura del edificio. Estos suje-

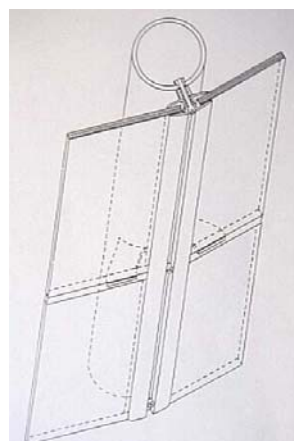


taban los paneles a través de unas “alas” (ménsulas de acero) y unas bandas de fijación verticales de neopreno (Fig.1-14).

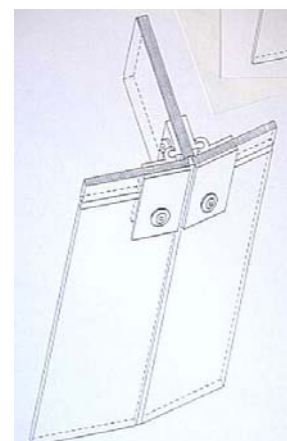


*Fig.1-13. Sistema llamado de Patch Fittings comercializado por Pilkington. En la figura se observa como va suspendido de su borde superior, mientras que el resto de su perímetro queda embebido en un canal en “u”, que permite libre movimiento con respecto a los paramentos adyacentes.*

Finalmente Pilkington se reincorporó al proyecto, aceptando las modificaciones diseñadas por Francis, consistentes esencialmente en la subdivisión vertical de las placas, que permite por una parte tomar las diferentes curvaturas de la fachada y por otra, el movimiento independiente de las diferentes bandas verticales de vidrio suspendido.



*Fig.1-14. En el detalle de la izquierda se muestra la solución provisional adoptada para la fachada del Willis Faber, basada en el sistema Pitco T wall. A la derecha la solución definitiva, como desarrollo del sistema Patch Fittings, de Pilkington.*



La idea de suspender la fachada está ligada a la utilización de rigidizadores de vidrio, y el motivo principal es la eliminación del pandeo. Como antecedente al "Patch - Fittings" de Pilkington, ya en el edificio de la Casa de la radio, París 1963, del arquitecto Henri Bernard, en cuya fachada se llegaron a utilizar paneles continuos de hasta 8m- de longitud, colgados de la estructura del edificio, mediante el sistema Hahn. Este sistema consistía en la fijación en el extremo superior del panel de cuatro pinzas que retienen el vidrio por rozamiento (Fig.1-15).

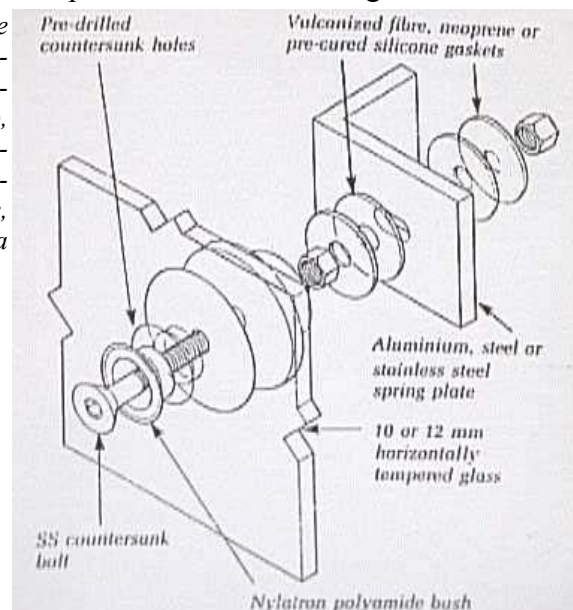
El sistema Planar, de tornillo avellanado, desarrollado por Norman Foster y Pilkington Glass, fue usado por vez primera en 1982 en el Centro Renault, Swindon (Gran Bretaña). La fachada de este edificio se compone de paneles de vidrio de 1,8x4 m y 10mm de espesor, fijaciones puntuales atornilladas que las enlazan a la estructura soporte a través de orejetas (*spring-plates*) de acero, ancladas a los travesaños de la misma (Fig.1-16).



Fig.1-15. Aspecto del montaje de un volumen acristalado según el sistema Hahn.

El principio estructural que inspira el sistema Planar es inverso al del *Patch Fittings*. Las fijaciones puntuales en este caso se han diseñado para soportar el peso del panel a través de la unión atornillada. Esto es posible ya que cada panel se fija por separado y no soporta el peso de los inferiores. La fijación está diseñada también para proporcionar un empotramiento mínimo gracias a su unión con una placa suficientemente flexible para permitir giros del panel. El efecto general es reducir significativamente la concentración de tensiones desarrolladas en el vidrio en la región de la fijación *Planar*, en comparación con las que desarrollan alrededor de las placas del "Patch Fittings".

Fig.1-16. Sistema Planar de anclaje para vidrio, para conjuntos no suspendidos. El anclaje del vidrio es monolítico, pero se permiten pequeños movimientos en la orejeta de conexión a la estructura soporte, denominada spring-plate (placa elástica).



Por otra parte los sistemas suspendidos se permiten acristalamiento simple y fachadas verticales. El sistema Planar, en el que no juega un papel importante el empotramiento, se puede utilizar acristalamiento doble, y se puede aplicar a cerramientos no verticales. Además las fachadas de vidrio suspendido tienen una limitación de altura posible entre 20 y 23 m. El sistema Planar carece de esta limitación.

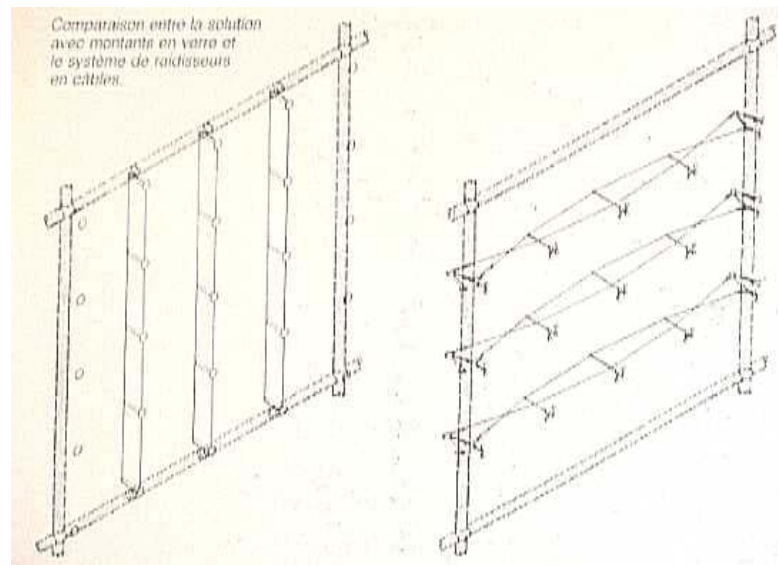
En 1986 se desarrolla la fijación articulada R.F.R. (Ritchie-Francis-Rice) en los invernaderos de la Ciudad de las Ciencias y de la Industria, en La Villette, París, como respuesta a un caso de fachada suspendida con fijaciones puntuales. Para ello se recurrió a los mejores especialistas en fachadas de vidrio: Peter Rice, Martín Francis y Ian Ritchie. Peter Rice, ingeniero estructural, había trabajado desde hacía años en proyectos tan notables como la Opera de Sidney (Jorn Utzon, 1963), o el Centro George Pompidou (Renzo Piano y Richard Rogers, París 1977).

Ya se ha reseñado la participación del ingeniero Martin Francis en la fachada de las oficinas del Willis Faber, especializado últimamente en la fabricación de grandes veleros deportivos.

Finalmente el arquitecto Ian Ritchie, procedente del estudio de Norman Foster, también había colaborado con Peter Rice dentro del equipo de la prestigiosa ingeniería Ove Arup and Partners.

Los primeros esquemas para el acristalamiento de La Villette se basaban en el sistema Patch Fittings, con la utilización de costillas de vidrio (Fig.1-17). Sin embargo la complejidad de los esfuerzos generados en el plano acristalado, a causa del uso de la estructura tubular Vierendeel, cuyas deformaciones podían suceder en las tres direcciones del espacio, hacía inviable esta solución.

*Fig.1-17. Primera concepción y solución definitiva del sistema de rigidización de los paños acristalados colgados de la Villette. Si en un principio se pensó en utilizar el sistema Patch Fittings, se optó finalmente por desarrollar un sistema completamente nuevo.*

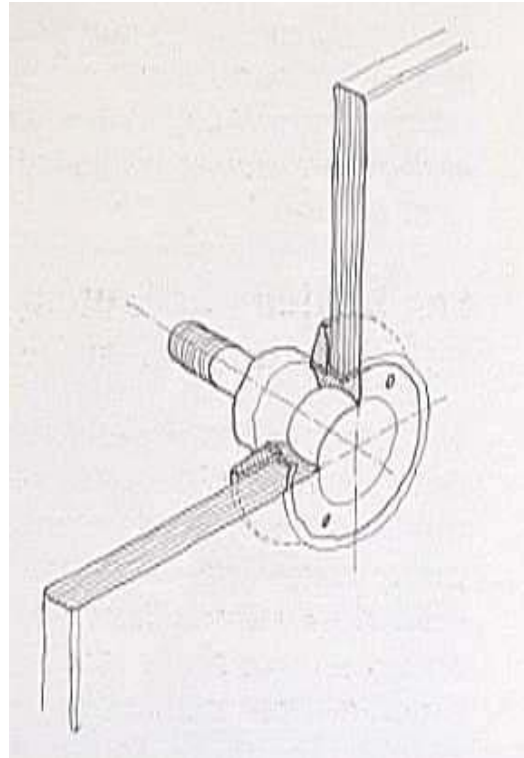


La experiencia de Ipswich aportó la filosofía de la “predicción”, según la cual el proyectista puede prever exactamente como van a trabajar los diferentes componentes del proyecto. Mientras en el Willis Faber las únicas deformaciones estructurales previstas eran los desplazamientos verticales de los bordes de sus forjados en voladizo, en La Vi-

llette, por el contrario, la posibilidad de movimientos en varias direcciones hacía que el trabajo de los paneles suspendidos con el sistema "Patch Fitting" no ofreciese una clara "predicción" del trabajo de cada componente. Esencialmente este sistema presentaba una rigidez lateral indeseable.

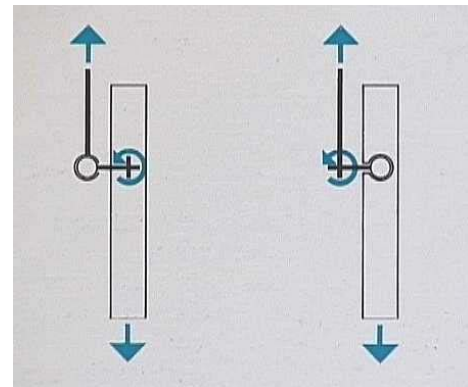
Sin duda, el deseo de conciliar la elegancia del sistema Planar, con la exigencia de suspender el vidrio, condujo al desarrollo de un nuevo anclaje puntual articulado, R.F.R. (Fig. 1-18).

*Fig.1-18. Anclaje RFR de cabeza esférica desarrollado especialmente para los invernaderos de la Villette. Su posibilidad de giro en rótula elimina virtualmente cualquier transmisión de flexiones al panel de vidrio. Con ello se elimina el impacto negativo de las grandes flechas estructurales previstas, a causa de la esbeltez y ligereza de la estructura soporte.*



El sistema Planar, pensado para fachadas no suspendidas, tiene el problema de generar momentos de pequeña magnitud en el vidrio, debido a la distancia entre el ensamblaje articulado ("Spring Plate") y el eje del panel. En cambio el anclaje articulado R.F.R. elimina la transmisión al vidrio de cualquier esfuerzo de flexión o torsión generado en el ensamblaje. Este anclaje, por tanto, asegura la "predicción"(Fig.1-19).

Esta filosofía era coherente, además, con la sustitución de los rigidizadores de vidrio por cerchas de cables pretensados, cuyo conocimiento y desarrollo procede de la arquitectura naval de veleros deportivos. Estas cerchas, frente a esfuerzos de viento inusualmente elevados, pueden experimentar deformaciones sensibles sin perder su capacidad portante. El anclaje articulado

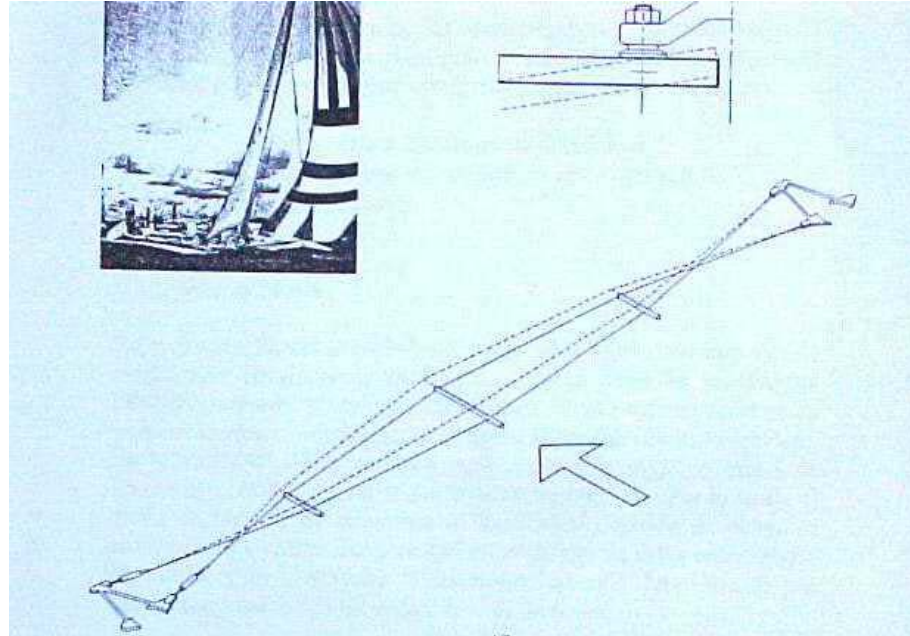


*Fig.1-19.*

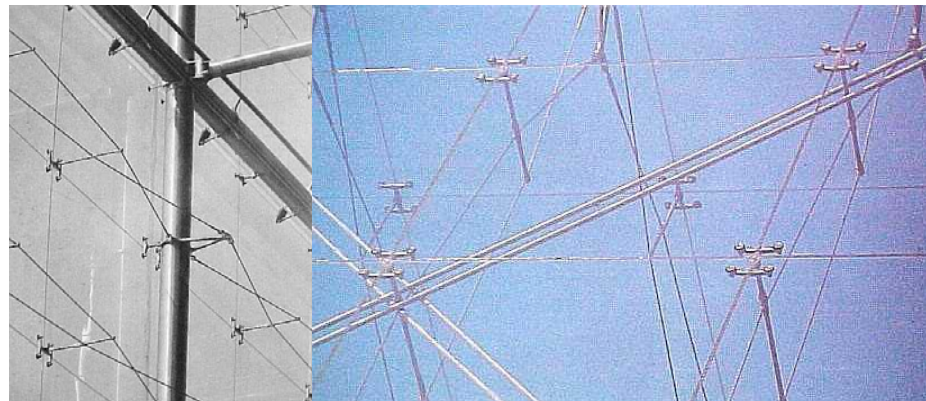


R.F.R. garantiza también la “predicción”, en estos casos: el cambio de plano entre paneles no se traducirá en transmisión de flexiones (Fig.1-20).

El efecto de transparencia de los invernaderos de la Villette (Fig.1-21), unido a la precisión de los detalles estructurales, ha generado una corriente constructiva basada en un lenguaje tecnológico más frío y sutil que el de la primera arquitectura high tech de los años 70 (Centro Georges Pompidou).



*Fig 1-20. La figura ilustra el efecto que tienen las flechas estructurales sobre los anclajes del vidrio. En el caso de cerchas de cables pretensados hay que prever flechas excepcionalmente elevadas.*



*Fig.1-21. Aspecto del acristalamiento de los invernaderos de la Villette. Su efecto de extrema ligereza ha generado gran interés por las fachadas de vidrio estructural.*





ANÁLISIS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INNOVADORES. CERRAMIENTOS

## **NUEVOS SISTEMAS DE PANELES PREFABRICADOS PORTANTES**

---

Rosa Senent Domínguez, arquitecto

Documento de Idoneidad Técnica

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja - CSIC

## ÍNDICE

1. Sistemas de Paneles Prefabricados Portantes
  - 1.1 Características
  - 1.2 Principales cualidades
  - 1.3 Campo de aplicación
2. Principios generales de diseño
  - 2.1 Tipos de sistemas de paneles portantes
    - 2.1.1 Sistemas de muros resistentes transversales
    - 2.1.2 Sistemas de muros en espina
    - 2.1.3 Sistemas mixtos
  - 2.2 Principios estructurales
    - 2.2.1 Estabilidad horizontal
    - 2.2.2 Integridad estructural
3. Materiales y sistemas
  - 3.1 Hormigón armado o pretensado
    - 3.1.1 Situación normativa
    - 3.1.2 Sistemas
  - 3.2 Otros materiales
4. Normativa
  - 4.1 De obligado cumplimiento
  - 4.2 De carácter voluntario
  - 4.3 Otras fuentes de información - recomendaciones
5. Evaluación de la aptitud de empleo
  - 5.1 Guías
  - 5.2 Procedimientos CUAP
  - 5.2 Evaluación realizada en el IETcc
6. Control de Calidad
  - 6.1 Control de Calidad de Fabricación
  - 6.2 Control de Calidad de Puesta en Obra
  - 6.3 Seguimiento del DIT
7. DIT concedidos
  - 7.1 Sistemas de Paneles Prefabricados Portantes de Hormigón armado
  - 7.2 Sistemas de Paneles Portantes de Hormigón armado con núcleo de E.P.S.

## 1. SISTEMAS DE PANELES PREFABRICADOS PORTANTES

Son sistemas estructurales basados en paneles fabricados con sistemas industriales y de forma racionalizada en taller, que parten de la solución clásica de muros de carga de ladrillo y mampostería. Han evolucionado hacia sistemas abiertos, donde se distinguen dos partes complementarias:

- La estructura.
- Los acabados.

Los paneles prefabricados portante constituyen:

- La estructura o parte de la estructura del edificio:
  - La estructura vertical del edificio: muros interiores, fachadas portantes, núcleos de comunicación...
  - Pueden incorporar soluciones específicas para forjados, cubiertas, escaleras, rampas...
- Parte del cerramiento del edificio; trasdosados hacia el interior y pudiendo ir revestidos, o no, hacia el exterior.

### 1.1 Características

- Sistemas de muros portantes, con los condicionantes de distribución espacial y flexibilidad que ello supone.
- Son sistemas abiertos, que pueden combinarse con otros sistemas constructivos tradicionales o no tradicionales.
- Hay sistemas tanto de junta seca como de junta húmeda, como se verá a continuación.

### 1.2 Principales cualidades

- Aseguramiento de la Calidad de materiales y componentes.
- Optimización de las propiedades de los materiales.
- Optimización de las dimensiones de las piezas.
- Rapidez de ejecución.
- Economía de medios auxiliares.
- Cerramiento completo de la obra desde las primeras etapas de construcción.
- Posibilidad de incorporar en fábrica las instalaciones, carpinterías...

### 1.3 Campo de aplicación

Adecuado para distribuciones espaciales “densas” y donde la flexibilidad no sea un requisito (con las salvedades que se comentarán más adelante):

- Residencial: unifamiliar y aislado
- Hoteles;
- Residencias de estudiantes, ancianos, ...
- Colegios, aulas,...

Se inicia su uso en naves industriales como sistemas portante.

## 2. PRINCIPIOS GENERALES DE DISEÑO

Como en los sistemas tradicionales de muros portantes, los paneles tienen no sólo misión estructural sino que sirven también como elementos de distribución, lo que condiciona las posibilidades de configuración espacial y adaptabilidad.

Por este motivo, éstos sistemas se emplean principalmente en la construcción de viviendas (unifamiliares aisladas, adosadas y bloques de viviendas) y en hoteles.

Se puede reducir la necesidad de muros de carga por medio de forjados prefabricados y pretensados de gran longitud, logrando espacios diáfanos entre muros de carga y empleando tabiques para la distribución interior.

Otra posibilidad para poder situar espacios especiales para uso comercial en planta baja, cuya distribución choca con una distribución densa de muros de carga, es recurrir a jácenas o forjados tipo “meseta”, sobre los que apoyan los muros de carga de las plantas superiores.

### 2.1 Tipos de sistemas de paneles portantes

#### 2.1.1 *Sistemas de muros resistentes transversales*

Los muros de carga se disponen perpendicularmente a los ejes longitudinales del edificio. Los forjados se apoyan sobre estos muros de carga transversales (tabiques interiores y perimetrales). La estabilidad longitudinal del edificio se logra con núcleos verticales y/o muros longitudinales resistentes a cortante (tanto interiores como exteriores). Las fachadas son, como norma general, elementos no resistentes.

#### 2.1.2 *Sistemas de muros en espina*

Los muros de carga son paralelos a los ejes longitudinales del edificio, sobre los que se apoyan los forjados. Los muros de fachada son muros de carga. La estabilidad transversal se logra con núcleos verticales o muros transversales.

### 2.1.3 *Sistemas mixtos*

Combinación de los dos sistemas anteriores, donde se disponen muros de carga en las dos direcciones perpendiculares, donde apoyan los forjados y la estabilidad queda garantizada por la presencia de éstos elementos en ambas direcciones.

## 2.2 **Principios estructurales**

Los paneles verticales portantes soportan las estructuras horizontales y transmiten las cargas verticales a la cimentación. También soportan las cargas horizontales en su plano y las transmiten a la cimentación.

La interacción entre los distintos elementos del muro se debe asegurar mediante conexiones y sistemas de unión que transmitan los esfuerzos cortantes, tracciones y compresiones. En construcción prefabricada los elementos estructurales no forman un sistema estructural hasta que las juntas sean activas.

### 2.2.1 *Estabilidad horizontal*

Los paneles prefabricados portantes poseen una gran rigidez en su plano, siendo apropiados para funcionar como rigidizadores y frente acciones horizontales. Sin embargo, sólo proporcionan estabilidad en su plano, siendo necesario complementarlos con elementos rigidizadores en el plano perpendicular.

La estabilidad frente a las acciones horizontales del viento y el sismo de un edificio con paneles portantes se garantiza por medio de elementos estabilizadores rígidos que puedan transmitir dichas cargas a la cimentación. Éstos pueden ser:

- La acción de muros resistentes a cortante.
- La acción ménsula en muros y núcleos verticales.
- El efecto diafragma en forjados.

La distribución de cargas horizontales entre los distintos elementos estabilizadores de un edificio depende de:

- La rigidez de dichos elementos (muros y núcleos verticales);
- La respuesta de los elementos estabilizadores a la flexión en su plano;
- La posición de los componentes estabilizadores.
- Las juntas de dilatación en forjados.

#### a) **Aberturas en muros**

Cuando los paneles tengan grandes aberturas debe comprobarse si la parte por encima del hueco puede contribuir a la rigidez o si sólo puede tenerse en cuenta la parte de pared no ocupada por dicha abertura.

### b) Efecto diafragma de los forjados

Las cargas horizontales se transmiten a los muros de carga y núcleos verticales mediante los elementos de cubierta y forjados, cuyo comportamiento es similar al de un diafragma. Con objeto de lograr el efecto diafragma de la totalidad del forjado en ambas direcciones es preciso realizar una adecuada conexión entre elementos o disponer una capa de hormigón armado realizado "in situ".

#### 2.2.1 *Integridad estructural*

Es necesario alcanzar una coherencia estructural tridimensional entre los diferentes elementos, y asegurar la transmisión de esfuerzos a través de las uniones para garantizar esta integridad. Las conexiones entre paneles trabajan principalmente a cortante y compresión. En los estados límite de servicio, el rozamiento en la junta será suficiente para soportar el esfuerzo cortante.

Las estructuras prefabricadas son más sensibles a los efectos de acciones accidentales que otros sistemas de construcción, debido a la presencia de juntas entre elementos estructurales. Es posible conseguir una correcta respuesta frente a este tipo de acciones mediante el correcto atado de los diversos componentes de la estructura, que permitan transmitir y redistribuir las cargas. La acción de cargas anormales pueden producir el fallo de un elemento estructural individual o el colapso de una porción limitada del edificio; pero es preciso evitar el colapso progresivo de la estructura como consecuencia de un fallo individual.

Es conveniente recordar que la estructura en general y los detalles de unión en particular deben ser diseñados y ejecutados de acuerdo con el comportamiento deseado.

## 3. MATERIALES Y SISTEMAS

El material más habitual en el campo de los paneles prefabricados es el hormigón armado. Se están desarrollando otros sistemas basados en paneles portantes de materiales compuestos que incorporan el material aislante.

### 3.1 **Hormigón armado o pretensado**

El sistema de construcción a base de paneles portantes prefabricados de hormigón armado se empleó de forma intensiva en los años 50, cuando se construyeron edificios de apartamentos siguiendo los principios de los sistemas de construcción cerrada, donde todos los componentes eran construidos por un mismo fabricante.

Los sistemas modernos de paneles prefabricados portantes de hormigón armado se encuadran en la llamada "técnica de construcción abierta", que da al autor del proyecto libertad para diseñar el proyecto de acuerdo con las necesidades del cliente.

### 3.1.1 *Situación normativa*

Los elementos prefabricados de hormigón armado y pretensado quedan cubiertos por la nueva “Instrucción del hormigón estructural” (EHE) y la “Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados” (EFHE), sin embargo dada la extensa gama de soluciones de unión éstos sistemas precisan de una evaluación de la idoneidad de uso que permita verificar si el comportamiento del sistema en general y de las uniones en particular es acorde con las previsiones del modelo teórico de cálculo.

### 3.1.2 *Sistemas*

Los distintos sistemas de paneles prefabricados portantes de hormigón armado o pretensado se diferencian por el sistema de unión, elemento esencial para el correcto funcionamiento del Sistema. Su función es transmitir las fuerzas a través de las juntas de forma que:

- Aseguren el comportamiento conjunto de los subsistemas prefabricados.
- Transfieran las fuerzas desde su punto de aplicación a la estructura estabilizante.

Otros requisitos de las juntas y uniones:

- Estanquidad al aire y al agua.
- Resistencia al fuego.
- Durabilidad.
- Tolerancias.
- Estética.

Tipos de sistemas:

- Sistemas de junta húmeda: la unión se realiza por medio de armaduras de espera y hormigonado “in situ”.
- Sistemas de junta seca: la unión se realiza por soldadura entre armaduras o anclajes embebidos.
- Sistemas mixtos: combinan ambos tipos de junta.

Lo habitual es que la unión entre paneles sea por medio de soldaduras, mientras que la unión con los forjados sea por medio de armaduras de espera.

## **Documentos de Idoneidad Técnica concedidos**

### **DIT 357/R Sistema de módulos termoestructurales industrializados HOGAR SUR**

Sistema de módulos autoportantes en forma de marco, realizados con hormigón armado con un relleno de poliestireno expandido. Las uniones verticales entre los módulos se realiza

mediante 3 conectores de acero. La unión con el forjado es mediante un zuncho de hormigón armado realizado "in situ".

**DIT N°: 398 Sistema industrializado BSCP para la construcción de edificios con elementos de hormigón armado**

Sistema de junta seca. Las uniones entre los distintos elementos se realiza mediante anclajes metálicos y retacado de mortero sin retracción.

**DIT N°: 407 Sistema industrializado de paneles de hormigón armado PANELMARK**

Sistema de junta seca. Las uniones entre los distintos elementos se realizan mediante las soldaduras de los perfiles que recercan el panel. Se regulariza con mortero sin retracción.

**DIT N°: 432 Sistema PREINCO de paneles portantes de hormigón armado**

Sistema mixto. Las uniones entre paneles y entre éstos y la losa inferior se realiza por junta seca mediante anclajes soldados. Las uniones con las losas de forjado es mediante armaduras en espera y hormigonadas "in situ".

**DIT N°: 452 Sistema de paneles prefabricados portantes INDAGSA de hormigón armado**

Sistema mixto. Las uniones entre paneles y entre éstos y la losa inferior se realiza por junta seca mediante anclajes soldados. Las uniones con las losas de forjado es mediante armaduras en espera y hormigonadas "in situ".

**DIT N°: 462 Sistema industrializado de paneles portantes de hormigón armado AYC**

Sistema de junta seca. Las uniones entre los distintos elementos se realizan mediante las soldaduras de los perfiles que recercan el panel. Se regulariza mediante mortero sin retracción.

**Paneles de hormigón armado con núcleo de E.P.S.**

Como particularidad dentro de los sistemas de junta húmeda, se encuentran los paneles de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido. No se puede hablar en propiedad de sistemas de paneles prefabricados portantes, puesto que la totalidad del hormigonado se realiza en obra.; sin embargo, sí que existe un cierto grado de prefabricación.

Consisten en paneles prefabricados de poliestireno expandido ondulado, a cuyos lados se disponen sendos mallazos de acero electrosoldados y unidos entre sí por conectores. Una vez realizada la puesta en obra de los paneles de E.P.S se procede al hormigonado "in situ" por medios de impulsión neumática.



El sistema permite la realización de paneles verticales portantes y forjados unidireccionales o bidireccionales. Los forjados de paneles pueden ser sustituidos por otros sistemas de forjados (tradicionales o no tradicionales).

El hormigón debe cumplir la “Instrucción del Hormigón Estructural” (EHE) y caracterizarse:

- Cemento de tipo CEM I o CEM II y clase resistente 32,5 N/mm<sup>2</sup>;
- Árido de granulometría entre 0 y 6 mm;
- Mezcla con bajo contenido en agua (relación agua/cemento = 0,52);
- Relación volumétrica cemento/arena entre 1:3 y 1:4,5;
- Consistencia tal que permita su aplicación en capas de 2 cm de espesor;
- Baja retracción  $\leq 0,80$  mm/m.
- Adición de un plastificante que facilite su trabajabilidad;
- Aplicación por sistemas de proyección neumática.
- Es espesor mínimo de hormigón es de 3 cm a cada lado del panel vertical y de 5 cm para la capa de compresión de los forjados

Puntos de atención:

- La puesta en obra es un factor determinante en la calidad final del producto, por lo que deber ser realizada por mano de obra especializada y cualificada.
- En la puesta en obra del hormigón es importante la enérgica compactación proporcionada por los medios neumáticos de aplicación del mismo.
- La puesta en obra de los paneles de forjado precisa de la disposición de un sistema de encofrado y una cuidadosa planificación para evitar deformaciones de la losa bajo el peso propio del hormigón fresco.
- Las losas de forjado son muy deformables.
- En las losas de forjado es preferible aumentar el canto del panel antes que aumentar la cantidad de armadura.

### 3.2 Otros materiales

Se están desarrollando sistemas de Paneles Prefabricados Portantes a partir de paneles compuestos que incorporan el aislamiento térmico . Entre ellos cabe señalar:

- Paneles formados por tableros derivados de la madera (ETAG 19 Guideline for European Technical Approval of Prefabricated wood-based loadbearing stressed skin panels).
- Paneles formados por dos tableros de fibrocemento, unidos por perfiles de chapa galvanizada y rellenos de material aislante.
- Marcos de perfiles de acero galvanizado rellenos con E.P.S. para configurar paneles compuestos.

## 4. NORMATIVA

### 4.1 De obligado cumplimiento

- “Código Técnico de la Edificación” (CTE):
  - Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE)
  - Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones en Edificación (DB-SE-AE)
  - Documento básico de Seguridad en Caso de Incendio (DB-SI) -En concreto lo relativo al Requisito Básico SI-6 de Seguridad al fuego de la estructura.
- “Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y edificación” NCSR-02.
- “Instrucción del Hormigón Estructural” (EHE).
- “Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados” (EFHE).

### 4.2 De carácter voluntario

- Eurocódigo 1 - Acciones en estructuras.
- Eurocódigo 2 - Proyecto de estructuras de hormigón. (Parte 1-3 – Precast concrete elements and structures).
- Eurocódigo 8 - Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes.

### 4.3 Otras fuentes de información - recomendaciones

- CEB - Comité Euro-Internationale du Béton.
- FIP - Fédération Internationale de la Précontrainte.
- PCI - Precast / Prestressed Concrete Institute.
- ACI - American Concrete Institute

## 5. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

### 5.1 Guías

- Directrices comunes UEAtc para la apreciación técnica de los procedimientos de construcción a base de paneles pesados prefabricados. Union Européenne pour l'Agrément Technique dans la Construction (UEAtc). Junio 1966.
- ETAG 24 Guideline for European Technical Approval of Concrete Frame Building Kits. European Organisation for Technical Approvals (EOTA). Fecha de aprobación: julio 2006. Fin del período de coexistencia: abril 2009.
- Procedimientos internos del Laboratorio del DIT.

## 5.2 Procedimientos CUAP (Artículo 9.2 de la DPC)

Cualquier sistema que se salga del campo de aplicación de esta guía podrá obtener el marcado CE a través de un procedimiento CUAP (Common Understanding of Assessment Procedure).

## 5.3 Evaluación realizada en el IETcc

### 5.3.1 Ensayos de identificación

Ensayos de identificación de materiales y componentes, según normas:

Por ejemplo, para los paneles con núcleo de poliestireno expandido, los ensayos realizados al E.P.S.:

- Densidad aparente (UNE-EN 1602:1997);
- Absorción de agua (UNE-EN 1609:1997);
- Resistencia a compresión al 10 % de deformación (UNE-EN 826:1996);
- Resistencia a flexión (UNE-EN 12089:1997).

Ensayos de identificación geométrica de los paneles:

Verificación de las tolerancias de fabricación reflejadas en el DIT y de acuerdo a la normativa vigente.

### 5.3.2 Seguridad estructural (SE)

#### a) Comportamiento mecánico de los paneles

- Ensayo a flexión unidireccional:

El objetivo es verificar el comportamiento mecánico del panel sometido a una serie de cargas verticales que producen esfuerzos de flexotracción, y si éste corresponde a lo definido en el modelo teórico de cálculo.

- Ensayo a cortante:

El objetivo es verificar si el comportamiento mecánico del panel frente a esfuerzos de cortante corresponde a lo definido en el modelo teórico de cálculo.

- Ensayo a compresión excéntrica:

El objetivo es estudiar el comportamiento mecánico de un panel vertical sometido a las cargas verticales de los elementos superiores del edificio, considerando una posible excentricidad según norma.

b) Ensayos a los paneles de forjado

- Ensayo de deformabilidad del panel-losa:

El objetivo es estudiar si las deformaciones que se producen en un panel-losa, producidos por la acción de las cargas permanentes y sobrecargas que actúan sobre el forjado, corresponden a las definidas según el modelo teórico de cálculo.

- Ensayo a flexión de dos paneles de forjado:

El objetivo es evaluar el grado de transmisión de esfuerzos a través de la unión de dos paneles de forjado.

- Ensayo a flexión bidireccional:

El objetivo es verificar si una placa compuesta por una serie de paneles, apoyada en sus cuatro lados y con armadura en las dos direcciones, se comporta como una losa bidireccional. Es necesario para los sistemas de paneles de hormigón armado con núcleo de EPS.

c) Ensayos de aptitud de empleo mecánico

- Ensayo del panel vertical a carga horizontal:

El objetivo es estudiar el comportamiento del panel frente a una sollicitación horizontal que representa los esfuerzos transmitidos por el viento y/o el sismo. En paneles compuestos, verificar también si existe transmisión de esfuerzos a través de la junta entre paneles adyacentes.

- Ensayo de la unión panel-forjado:

El objetivo es evaluar el grado de transmisión de esfuerzos a través de la unión de dos paneles de forjado.

- Ensayo de aptitud de empleo del sistema:

El objetivo es estudiar el comportamiento mecánico de las juntas de unión entre paneles.

### 5.3.3 Seguridad de utilización (SU)

- Ensayo de choque de cuerpo duro: EOTA Technical Report No 001 - ISO 7893.
- Ensayo de choque de cuerpo blando: EOTA Technical Report No 001 - ISO 7893.
- Ensayo de carga suspendida: ETAG 003 / ISO/DIS 8413:1990.

### 5.3.4 Seguridad en caso de incendio (SI)

- Ensayo de resistencia al fuego
- Ensayo de reacción al fuego (Para materiales cuya reacción al fuego no está definida).

### 5.3.5 *Salubridad (HS) y Ahorro energético (HE)*

- Evaluación del comportamiento higrotérmico del panel
- Estanquidad de junta al agua

### 5.3.6 *Protección frente al ruido (HR)*

- Aislamiento acústico a ruido aéreo
- Aislamiento acústico a ruido de impacto

## 6. CONTROL DE CALIDAD

### 6.1 **Control de Calidad de Fabricación**

#### 6.1.1 *Control de recepción de materias primas y componentes*

En el control de recepción de materias primas y componentes se verificará que éstos disponen de un certificado del suministrador donde queden recogidas las características especificadas en el Documento de Idoneidad Técnica y su conformidad con la normativa que le sea de aplicación, así como el marcado CE, en aquellos casos que sea obligatorio. Cuando así quede recogido en el DIT, se verificará además que están en posesión de un sello o marca de calidad oficialmente reconocido.

Los hormigones, tanto los realizados en obra como los suministrados a obra desde una central de hormigón preparado, se controlarán según los criterios de la EHE para el control estadístico, debiendo ser realizados los ensayos por un laboratorio externo acreditado.

#### 6.1.2 *Control de fabricación*

Se realizará un control de fabricación de los paneles, previo al hormigonado, consistente en:

- Control de armaduras y anclaje reflejado en las fichas de fabricación.
- Control dimensional.

#### 6.1.3 *Control del panel terminado*

- Control de las dimensiones; y tolerancias.
- Control de terminaciones superficiales.
- Control de fisuras y desperfectos locales.
- Control de reparaciones efectuadas.

### 6.2 **Control de Calidad de Puesta en Obra**

La puesta en obra debe ser realizada por empresas cualificadas, reconocidas por el beneficiario del DIT, que asegurarán que la utilización del sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el DIT.

### 6.3 Seguimiento del DIT

La validez del Documento de Idoneidad Técnica está sujeta a que el IETcc realice un seguimiento anual que constate que el producto mantiene las características descritas en documento y que se realiza un autocontrol sistemático de la fabricación.

## 7. DIT CONCEDIDOS

### 7.1 Sistemas de Paneles Prefabricados Portantes de Hormigón armado

#### DIT 357/R Sistema de módulos termoestructurales industrializados HOGAR SUR

HOGAR SUR OBRAS Y CONSTRUCCIONES S.A.U.

Sistema constructivo basado en el diseño de un módulo autoportante en forma de marco, realizado con hormigón armado, llevando un relleno en el interior del mismo de poliestireno expandido. Este módulo adopta la misión resistente, a la vez que sirve como soporte del acabado del cerramiento. Es, por tanto, el elemento de cerramiento y estructural del edificio. La limitación de altura del edificio construido con este sistema es de cuatro plantas. El sistema está enmarcado dentro del grupo de paneles de hormigón armado. Se realiza colocándolos sobre la base de cimentación corrida, en la que previamente, se habrán colocado 3 conectores de acero.

#### DIT Nº: 398 Sistema industrializado BSCP para la construcción de edificios con elementos de hormigón armado BSCP S.L.

Sistema constructivo que permite la construcción de edificios con elementos de hormigón armado fabricados mediante sistemas industriales y de forma racionalizada, según el tipo de obra, en taller o a pie de obra. Es un sistema abierto que permite la combinación con otros sistemas constructivos tanto tradicionales como no tradicionales.

#### DIT Nº: 407 Sistema industrializado de paneles de hormigón armado PANELMARK

PIEDRA NATURAL DE LEIRO S.A.

Sistema constructivo basado en paneles portantes de hormigón armado fabricados mediante sistemas industriales y de forma racionalizada en taller. Es un sistema abierto que permite la combinación con otros sistemas constructivos tradicionales como estructuras de elementos metálicos, de hormigón armado, cerramientos exteriores y divisiones interiores.

#### DIT Nº: 432 Sistema PREINCO de paneles portantes de hormigón armado

PREINCO S.A.

Sistema constructivo basado en paneles portantes de hormigón armado fabricados con sistemas industriales y de forma racionalizada en taller. El sistema está enmarcado dentro del grupo de paneles armados previstos para trasdosar.

**DIT N°: 452 Sistema de paneles prefabricados portantes INDAGSA de hormigón armado** INDAG S.A.

Sistema constructivo basado en paneles portantes de hormigón armado fabricados con sistemas industriales y de forma racionalizada, en taller. El sistema está enmarcado dentro del grupo de paneles de hormigón armado previstos para trasdosar. Estos elementos, una vez montados en obra, constituyen el cerramiento y la estructura del edificio.

**DIT N°: 462 Sistema industrializado de paneles portantes de hormigón armado AYC** AYC ALLER S.L.

Sistema constructivo basado en paneles portantes de hormigón armado fabricados con sistemas industriales y de forma racionalizada en taller. El sistema está enmarcado dentro del grupo de paneles de hormigón armado previstos para trasdosar. Estos paneles, una vez montados en obra, constituyen el cerramiento y la estructura del edificio.

## **7.2 Sistemas de Paneles Portantes de Hormigón armado con núcleo de E.P.S.**

**DIT N°: 431/A Sistema portante EMMEDUE de paneles de hormigón armado con núcleo de E.P.S.** M2 EMMEDUE S.P.A.

Sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en su caras constituida por mallazos de acero de alta resistencia y barras corrugadas, vinculados entre sí por conectores de acero electrosoldados.

**DIT N°: 455 Sistema portante MK2 de paneles de hormigón armado con núcleo de E.P.S.** EMMEDUE CONTINENTAL S.L.

MK2 es un sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en sus caras constituida por mallazos de acero de alta resistencia y barras corrugadas, vinculados entre sí por conectores de acero electrosoldados.

**DIT N°: 463 Sistema NIDYON de paneles verticales portantes de hormigón con núcleo E.P.S.** NIDYON COSTRUZIONI S.P.A.

El sistema constructivo NIDYON NYSP está basado en paneles verticales portantes, o no portantes, que permiten la construcción de los cerramientos exteriores y la tabiquería interna, tanto para la edificación civil como naves industriales, en edificios de hasta tres plantas. El sistema NIDYON NYSP se basa en un panel compuesto de una plancha de poliestireno expandido, acoplada con mallas electrosoldadas de acero galvanizado, que se completan en la obra con hormigón aplicado por proyección.

Es un DIT Mediterráneo, concedido simultáneamente por el ITC nº 632/05 y el IETcc.

**DIT N°: 480 Sistema portante TECNOPANEL de paneles de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido (E.P.S.)**

TECNOPANEL SYSTEM, S.L.

TECNOPANEL es un sistema constructivo estructural basado en un conjunto de paneles de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en sus caras constituida por mallazos de acero de alta resistencia y barras corrugadas, vinculadas entre sí por conectores de acero electro-soldados.



**Seminario S8:**

---

Ponencia nº 10:

**NUEVOS SISTEMAS DE AISLAMIENTO TÉRMICO  
POR EL EXTERIOR**

Eduardo Lahoz, arquitecto IETcc

---



## INDICE

---

- 01. INTRODUCCIÓN.**
  - 02. DEFINICIÓN y COMPOSICIÓN.**
  - 03. CUALIDADES PRINCIPALES Y LIMITACIONES.**
  - 04. LAS EXIGENCIAS Y REQUISITOS.**
  - 05. PUESTA EN OBRA, USO Y MANTENIMIENTO**
  - 06. EVALUACIÓN TÉCNICA**
  - 07. BIBLIOGRAFÍA.**
- 

Fotografía :(fuente: ELR)

Esquina Noreste de edificio "Proyecto Sunrise" para 139 viviendas sociales en el Ensanche de Vallecas (Madrid)

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Generalidades sobre los aislamientos térmicos, el ahorro de energía y el confort.

Los edificios, a medida que la sociedad va progresando, se van proyectando con mayores exigencias. Exigencias relativas a la seguridad, al comportamiento al fuego, etc. Pero a medida que la sociedad es más desarrollada, y teniendo en cuenta que el 85% de nuestro tiempo vital transcurre en el interior de los edificios, son las exigencias relacionadas con el confort, las que para los usuarios en general, mejor indican el grado de bienestar alcanzado.

Los productos de aislamiento, antes incluso de que se hablara de confort, se utilizaron para proteger los habitáculos donde el hombre desarrolla su actividad o vive, de los cambios climáticos y las variaciones térmicas. Después de conseguir esa protección y gracias al progreso, se pudo considerar el confort térmico o acústico. Cuando el consumo de energía, comenzó a ser un problema, los aislamientos adquirieron una segunda función. Contribuir al ahorro de la misma y en consecuencia, la reducción de la contaminación generada por la emisión de CO<sub>2</sub>.

El confort, no presupone sólo un determinado nivel de aislamiento térmico, sino también la exigencia de salubridad que tiene en la aparición de las humedades a uno de sus principales caballos de batalla. En este sentido, los aislantes térmicos han de estar protegidos de la filtración y han de evitar la aparición de humedades de condensación.

### 1.2. Generalidades sobre soluciones de fachada con aislamiento por el exterior

Las soluciones de cerramiento de fachadas con aislamiento por el exterior pueden ser muy variadas en función del tipo de componentes y la forma de colocación de los mismos. Existen sistemas con aislamientos que se adhieren al soporte o que dejan cámara de aire, sistemas con aislamientos ya preformados en planchas o proyectados in situ contra el soporte, sistemas cuyo revestimiento final se realiza con aplacados de piedras naturales o artificiales, con paneles metálicos o con madera o con revestimientos continuos aplicados sobre directamente sobre el aislante.

Los sistemas objeto de esta ponencia son estos últimos, genéricamente denominados Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior<sup>1</sup>, en los que los aislantes son manufacturados y los revestimientos son continuos, y todos ellos se aplican in situ.

Su utilización se remonta a 1940, cuando apareció en Suecia una solución de aislamiento de lana mineral recubierta con mortero y ya posteriormente en los años 50 y 60, con aplicaciones en Alemania y Suiza donde ya se utilizaba planchas rígidas de poliestireno, recubiertas con revocos armados.

Conceptualmente son sistemas cuya novedad surgió con la colocación del aislante por la parte exterior del muro, aislante que por sus propias características, se hacía necesario proteger principalmente frente a las acciones climatológicas. Surgió así la capa de acabado y con ella la definición del aspecto final de la fachada.

---

<sup>1</sup> Según la denominación consensuada en el ámbito europeo, en inglés "External Thermal Insulation Composite Systems", (ETICS). En EEUU, son conocidos como "Exterior Thermal Insulation and Finish Systems (EIFS).

El sistema así concebido proporciona ventajas verdaderamente relevantes y especialmente en el campo de la rehabilitación de edificios, que probablemente fue su razón de ser inicial. Serían seguramente las dificultades de rehabilitar colocando el aislamiento por el interior o incluso cuando se pretendiera no reducir el espacio interior disponible, las razones que dieron lugar al desarrollo de estos sistemas. Y parte de las ventajas de los mismos, tienen que ver precisamente con la idoneidad para adaptarse a edificios ya construidos.

Es pues este sistema como un traje nuevo, hecho a medida, fácil de colocar aunque precise de cierta pericia, no demasiado costoso, con material de calidad y además a la moda. ¿Se puede pedir más?

Pues sí, por una parte, fruto de la aparición de las propias investigaciones de fabricantes, de las demandas de los arquitectos, de la demanda de ahorro de energía en edificación y de la propia dinámica de un sector en el que un aspecto como la rapidez de ejecución es clave, han propiciado por un lado, la aparición de más y mejores productos en el mercado, y por otros, la extensión, poco a poco, hacia la obra nueva.

Sin duda que representa una solución excelente, pero como con cualquier sistema constructivo, es preciso conocer sus bondades, sus ventajas y cualidades, pero también sus posibles puntos débiles.

Cada lugar, cada proyecto requiere un estudio previo, una relación de requerimientos y de objetivos, de condicionantes de obra y de precios, de tiempos y de necesidades, que darán lugar a diferentes soluciones, una de ellas probablemente la solución apropiada. La fachada además, no debe ser considerada como una unidad independiente del resto de la construcción, sino como parte, y ello seguramente nos decidirá a su solución atendiendo a muchos más condicionantes. Los ETICS, serán una alternativa, que en algún momento, no siempre necesariamente, podrá ser la más adecuada.

En este sentido vale la pena reflexionar sobre el tipo de muro-cerramiento de nuestras edificaciones.

Parece que un muro, digamos más tradicional, compuesto por la hoja de más inercia térmica (ladrillo, bloques de hormigón, piedra, etc.) al exterior, el aislamiento térmico por el interior con o sin cámara de aire y un trasdosado de ladrillo o de placas de yeso laminado, estaría indicado para una vivienda de uso no permanente, por ejemplo lo que llamamos segunda vivienda, dada la rapidez y economía con la que calentaríamos la hoja interior al poner en marcha el sistema de calefacción.

Y parece que un muro menos tradicional, con la hoja de más inercia térmica colocada al interior, el aislamiento térmico colocado al exterior con su capa de protección y acabado, estaría más indicado para una vivienda permanente, pues aunque costaría más tiempo calentar la hoja interior, una vez caliente ésta, supondría una reserva térmica, para los periodos por ejemplo como la noche, en los que se interrumpiría la calefacción.

Pues bien, normalmente se proyecta al revés.

Sin embargo, también es cierto que hay más condicionantes para el diseño de una fachada que los de confort térmico, y de ahí la conveniencia de conocer las ventajas y desventajas de cada solución constructiva.

Otra reflexión sobre el uso de estos sistemas, tiene que ver con su idoneidad para el empleo en rehabilitación, aunque cada vez se utilicen más en obra nueva.

Verdaderamente, el origen de estos sistemas no parece que fuera latino, o al menos no del sur de los países latinos, donde siempre ha preocupado más, obviamente por razones climatológicas, la ventilación para protegerse del calor que el aislamiento; pero además de esto, tampoco, hasta hace poco tiempo, se dedicaban en estos países, muchos esfuerzos a la rehabilitación, principalmente de viviendas, que parece ser el campo idóneo de aplicación de estos sistemas.

Son principalmente los países centroeuropeos los que teniendo un parque inmobiliario más envejecido y sobretodo más escasez de suelo en el interior de las ciudades, los que necesitaron antes de la rehabilitación, y entendieron primeramente las cualidades del sistema y apostaron por su empleo.

## 2. DEFINICIÓN Y COMPOSICIÓN. NOVEDADES

### 2.1. Definición

Como todo sistema constructivo, los Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior (ETICS)<sup>2</sup> son partes (uds) de obra, resultado de una combinación específica de componentes (principales y accesorios), que se ensamblan o unen entre sí y con otras partes de obra a través de un procedimiento bien definido para su ejecución, y que además cumplen la condición siguiente: Deben proporcionar un aumento de la resistencia térmica del muro en al menos 1 m<sup>2</sup> K/W.

Así pues, estos sistemas requieren planchas de aislantes manufacturados, adheridos al muro o soporte mediante adhesivos o con fijaciones mecánicas usando anclajes, perfiles, piezas especiales, etc., o bien mediante combinación de adhesivos y fijaciones mecánicas.

El aislamiento recibe posteriormente una o varias capas de revestimiento continuo aplicadas in situ, una de las cuales contiene una armadura de refuerzo. Estas capas son aplicadas directamente sobre el aislante sin dejar cámaras de aire ni interponer capas intermedias.

Además, se incluyen numerosas piezas especiales de fijación y conexión al soporte o la estructura (por ejemplo perfiles de arranque, perfiles para esquinas, albardillas, piezas de remate de petos, etc).

En sí, estos conceptos son los que configuran la composición habitual de un sistema "tipo" de aislamiento térmico por el exterior. Sin embargo, nuevas prestaciones exigidas :

- Al sistema en sí, tales como su adaptación a otros sistemas constructivos para fachadas (cerramientos tipo steel frame), mayor rapidez y facilidad de ejecución en obra, o bien
- A los componentes en particular (p. ej. al aislamiento térmico: mejor comportamiento ante el fuego, mejor comportamiento acústico, mejor capacidad de reciclaje), o a los acabados (mayor variedad de colores y texturas).

Han provocado la aparición de nuevos sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

---

<sup>2</sup> El acrónimo español sería SATE. El mercado dirá como se identificarán, si como ETICS o como SATE.

## 2.2. Composición

### 2.2.1. Soporte

Aunque no es estrictamente un componente del sistema debemos comenzar por este elemento dada su importancia en el funcionamiento del conjunto.

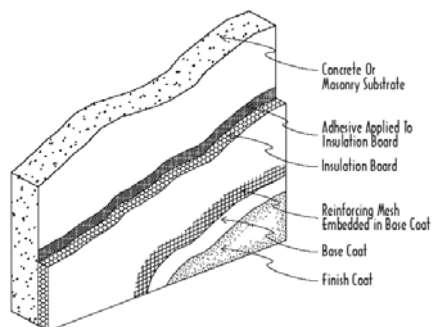


Fig.1.: ETICS sobre soporte de albanilería (Fuente:EIMA)



Fig.3.: ETICS sobre soporte de albanilería. Edificio Sunrise para 139 viviendas sociales en el Ensanche de Vallecas. Madrid (Fuente: ELR)

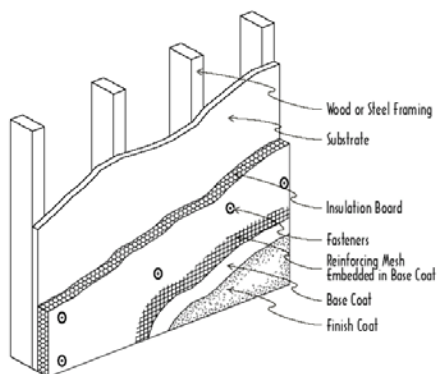


Fig.2.: ETICS sobre soporte de entramado ligero (Fuente:EIMA)



Fig.4.: ETICS sobre entramado ligero en edificio de varias plantas (Fuente: INCA)

Las exigencias que deben cumplir los soportes antes de la instalación del sistema son:

- Estar limpios y exentos de polvo.
- Tener las fisuras estabilizadas (en caso de muros de albanilería).
- Tener planeidad suficiente.
- Estar exentos de humedad y ser resistentes a la intemperie.
- Garantizar la adherencia a los adhesivos.
- Soportar y transmitir las cargas propias del sistema y el empuje debido al viento.

En Europa, tradicionalmente, los principales soportes han sido:

- Muros de ladrillo tosco, o de cara vista o bien ya revestidos con morteros.
- Muros de bloques de hormigón ligero curados en autoclave acabado visto o revestidos.
- Muros de hormigón acabado visto o revestidos.

Pero también y quizá contando con más experiencia en EEUU, han aparecido otro tipos de soportes, provenientes de configuraciones de muros cerramiento tipo "steel frame" o bien "timber frame", es decir a base perfiles de acero o bien de escuadrías de madera verticales, separados unos 40 o 60 cm, que están revestidos con tableros o placas fijadas mecánicamente y así actuar como soporte del ETIC. Entre estos **nuevos soportes** pueden citarse, los tableros de OSB o de contrachapado sin barnizar, aptos para exteriores, o bien los tableros de fibrocemento sin amianto.



Mención aparte, merecen los paneles prefabricados con sistema de aislamiento térmico por exterior ya incorporado. Por un lado, se benefician de la prefabricación, que permiten no sólo reducir defectos de ejecución, sino también incorporar otros componentes (p.ej. carpinterías de ventanas) e incluso su puesta en obra (izado y ensamblaje) desde el interior de la obra y posiblemente ampliando el rango de condiciones climatológicas para la ejecución.



(Fig.5: Montaje de paneles prefabricados para edificio residencial de 26 plantas en San Diego, California (EEUU))  
(Fuente: Lakeview/Centura Building System)

### 2.2.2 Adhesivo

El adhesivo debe ser compatible con los componentes a los que pone en contacto, proporcionar las prestaciones suficientes en cuanto a adherencia y durabilidad y tener un apropiado tiempo abierto para su aplicación. Pueden ser de dos tipos:

#### a) De naturaleza cementícea:

Habitualmente son morteros hidráulicos compuestos por cemento Portland y cierta cantidad de resina termoplástica. La misión de este componente es mejorar la resistencia a la flexión del cemento portland y permitir que el compuesto resultante permita soportar variaciones de temperatura sin que aparezcan fisuras ni grietas. Gracias a la presencia de cemento, permite unirse adecuadamente a los soportes de albañilería y hormigón. Habitualmente, este mismo componente, con una ligera modificación en el porcentaje de agua de amasado añadida en obra, sirve tanto para fijar las placas aislantes al soporte, como para constituir la capa base.

#### b) De naturaleza no cementícea:

Son de acuerdo con la bibliografía consultada mezclas de emulsiones de polímeros acrílicos que no contienen cemento Portland. Comparados con los de naturaleza cementícea, son productos que al tener mayor carga de polímero, parecen mejor resistencia a flexión. Son más apropiados para soportes distintos a los de albañilería u hormigón. En cualquier caso, la preparación en obra del mortero y la forma de aplicación del adhesivo a las placas resulta fundamental en el comportamiento del sistema<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Se recomienda ver el apartado 06 en página 18 de recomendaciones de puesta en obra, el Manual para la puesta en obra de revestimientos delgados sobre aislantes. P. Baronnie CSTB, o el Manual del aplicador KAPLIC

### 2.2.3 Aislante térmico

Existen diferentes tipos de placas manufacturadas de aislamiento térmico en el mercado siendo a nivel europeo el más utilizado en éstos sistemas, el de poliestireno expandido (EPS). Aunque existan otros tipos de aislantes manufacturados (poliuretano, espumas de PVC, perlita expandida,) sólo ciertos tipos de aislantes bien sea de origen sintético (como el poliestireno extruido)<sup>4</sup>, de origen mineral (como lana de roca), o bien de origen vegetal, (como el corcho aglomerado expandido) están siendo comercializados como componentes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior. En cualquier caso, con la aparición de las Normas Armonizadas y la entrada en vigor del marcado CE para las planchas aislantes manufacturadas, cambiaron aspectos tales como la nomenclatura del propio material, características, valores, procedimientos de cálculo y ensayo, etc...

En todo caso, ha de tenerse en cuenta que la idoneidad o no de las placas aislantes para ser utilizado en sistemas de aislamientos térmicos por el exterior, no viene garantizada "per se" con el cumplimiento de las especificaciones de estas Normas. Es más puede requerirse estudiar alguna característica específica mediante el oportuno ensayo. Tal es el caso de la densidad aparente, que es un dato clave para el buen funcionamiento de estos sistemas y cuyo valor no viene declarado en el etiquetado del producto. Por un lado, un aislante térmico de bajadensidad, proporciona mejor aislamiento térmico. Sin embargo, con mayor densidad, puede tener mejor capacidad de acumulación de calor y mejor aislamiento acústico a ruido aéreo.

### 2.2.4. Capa de acabado

La capa de acabado se coloca sobre el aislante, en una o varias capas al tiempo que se dejan incorporadas las mallas para protección y refuerzo. En general esta capa está formada por:

#### 2.2.4.1. Capa base.

Capa aplicada directamente sobre el aislamiento. Es la capa que proporciona la mayor parte de las prestaciones mecánicas, y que habitualmente está compuesta por el mismo adhesivo cementíceo que el utilizado para fijar las placas al soporte de albañilería.

#### 2.2.4.2 Capa preparatoria<sup>5</sup>. Capa de fondo (imprimación).

Capa muy delgada que puede ser aplicada como capa base complementaria y que actúa como preparación para la capa de acabado.

#### 2.2.4.3 Capa de revestimiento.

Es la capa de superficie y la que quizá presente mayor desarrollo habida cuenta de la variedad de productos disponibles. Constituye la protección del sistema frente a los agentes meteorológicos, además de proporcionar el aspecto final. Puede ser aplicada con o sin capa preparatoria antes citada.

Pueden diferenciarse dos tipos básicos

- a) Acabado grueso, generalmente morteros monocapa, o bien morteros de cal
- b) Acabado fino, generalmente a base de revestimientos plásticos texturados o lisos.

<sup>4</sup> La densidad del Poliestireno Expandido (10-25 kg/m<sup>3</sup>) es baja en comparación con los otros aislantes por ejemplo el Poliestireno Extruido (25-50 kg/m<sup>3</sup>) o el Poliuretano (20-50 kg/m<sup>3</sup>), pero una vez más hay que repetir que no sólo esta condición es la relevante al elegir el aislante sino muchas otras (Permeabilidad al vapor, Absorción de agua, estabilidad, etc.).

<sup>5</sup> En inglés, esta capa es denominada "key coat", lo que da una idea de su importancia.



### 2.2.5 Mallas o Armaduras

La misión fundamental de las mallas es evitar la fisuración de la capa de acabado, repartiendo las cargas y absorbiendo ciertas tensiones superficiales.

Las mallas principalmente utilizadas son de un tejido de fibra de vidrio, tratadas con PVC o estireno butadieno para evitar el deterioro producido por los álcalis del cemento de la capa de acabado. Pueden ser:

a) Armadura normal:

Son mallas que se aplican sobre la capa base en todo el revestimiento. Se colocan ejerciendo una ligera presión para que queden embebidas y sin pliegues, comprobando en la aplicación de la segunda capa que quedan completamente cubiertas. **Nunca se colocarán las mallas antes que la capa base.** Es muy importante tener en cuenta los solapes mínimos (del orden de 10 cm) y que deben dar la vuelta en las aristas, no cortarse en las mismas, al menos 25 cm. Igualmente deben colocarse en inclinación de 45° en todos los ángulos correspondientes a los huecos de la fachada.

b) Armadura de refuerzo

En zonas especialmente expuestas a choques o golpes, puede ser aconsejable la colocación de estas mallas, lo que se hará por debajo de las mallas normales. Se protegerán principalmente la planta baja y aquellos puntos específicos como terrazas o balcones, al menos hasta un metro de altura

### 2.2.6. Anclajes.

Los anclajes son una alternativa a la fijación de las placas, aunque se utilizan frecuentemente en combinación con los adhesivos. Los anclajes suelen ser tacos del tipo de expansión, de polipropileno para resistir a los álcalis. No obstante, el tipo deberá ser elegido teniendo en cuenta la naturaleza del soporte.

### 2.2.7. Perfiles angulares de protección.

Para protección de arista y ángulos se utilizan diferentes angulares que se fijan con el mismo adhesivo que las placas. Pueden ser:

a) Angular de arranque. Sirve para replanteo de todo el revestimiento y como protección. Debe ir provisto de goterón.

b) Angular de cantonera. Sirve para proteger todas las aristas.

c) Angulares especiales. Para ejecución de juntas, remate de acróteras, etc.

### 2.2.8. Elementos complementarios de sellado

Para formación de juntas estructurales o de otro tipo o como sellado en el contacto con carpinterías u otros elementos, suelen usarse másticos, siliconas, etc.

### 2.2.9. Piezas complementarias de remate

Para los antepechos de ventanas, jambas, remate de petos, etc., suelen utilizarse como terminación, piezas en aluminio extruido o chapas galvanizadas o lacadas.

### 3. CUALIDADES PRINCIPALES Y LIMITACIONES

La implantación definitiva de estos sistemas en todo el ámbito europeo y también al parecer en el norteamericano, se ha debido a una serie de ventajas sobre otros sistemas, que se resumen a continuación.

#### 3.1. Relacionadas con el ahorro de energía.

##### 3.1.1. *Resistencia Térmica.*

La contribución al aislamiento térmico es obviamente la mejor cualidad del sistema, por su aportación al ahorro energético. De hecho, una de las razones para el auge de estos sistemas se produjo con la primera crisis energética del petróleo y la regulación normativa posterior que los países europeos acometieron. La Directiva de Productos de Construcción (DPC)<sup>6</sup> establece que las obras y sus instalaciones de calefacción y ventilación deben ser diseñadas y construidas de forma que la cantidad de energía requerida sea mínima, considerando las condiciones climáticas del lugar y sus ocupantes.

La transmitancia térmica corregida del soporte revestido con el Sistema se calcula de acuerdo con la Norma EN ISO 6946, según la siguiente fórmula:

$U_c = U + \Delta U$ , donde  $U = X_p \cdot n$ , y además:  $X_p \cdot n$  sólo se tendrá en cuenta si es mayor que  $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

$U_c$ : Transmitancia térmica corregida ( $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )

$n$ : número de anclajes (que atraviesan el aislante) por  $\text{m}^2$

$X_p$ : Influencia local de los puentes térmicos provocados por un anclaje. Para un anclaje con clavo de plástico, (a menos que se especifique un valor en el correspondiente DITE del anclaje), esta influencia se considera inapreciable.

$U$ : Transmitancia térmica de la parte corriente del paramento recubierto con el Sistema (excluyendo puentes térmicos ( $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )). Se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$U = \frac{1}{R_j + R_{rev} + R_{sop} + R_{se} + R_{si}}$$

Donde:

$R_j$ : Resistencia térmica del aislante (véase marcado CE según Norma UNE EN 13163) ( $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ ).

$R_{rev}$ : Resistencia térmica del revestimiento (alrededor de  $0.02 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ ).

$R_{soporte}$ : Resistencia térmica del muro soporte del Sistema (hormigón, ladrillo) ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ )

$R_{se}$ : Resistencia térmica externa superficial ( $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ )

$R_{si}$ : Resistencia térmica interna superficial ( $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ )

<sup>6</sup> Directiva Europea de Productos de Construcción DPC 89/106/EEC

### 3.1.2. Comportamiento al efecto de acumulación de calor.

El calor además de atravesar las fachadas es absorbido en parte por las mismas provocando un efecto de acumulación. En invierno, el efecto de acumulación de calor se debe a la calefacción y en menor medida al soleamiento. El calor acumulado por el cerramiento por ambos efectos, en las horas menos frías, es devuelto al interior en las horas más frías. En verano, la acumulación de calor en el cerramiento, debido a la radiación solar, será entregada al ambiente interior con la consiguiente necesidad de refrigeración.

La capacidad de almacenar calor por los cuerpos depende de su naturaleza (calor específico y masa)<sup>7</sup>.

En el caso de las fachadas, el elemento con capacidad de acumular más calor es el muro ya que es el que dispone de más masa. Por ello, para mejorar el confort interno de los locales, deberíamos evitar que el muro pierda en invierno de forma demasiado rápida, el calor suministrado por la calefacción, mientras que en verano deberíamos tratar de reducir la acumulación de calor en el mismo. Esto, en principio, es más fácil de conseguir con los sistemas de aislamiento por el exterior.

Además, puede demostrarse que con éste sistema, la temperatura media<sup>8</sup> del muro es superior en invierno e inferior en verano, a la temperatura del mismo con sistemas con el aislamiento por el interior.

### 3.1.3. Disminución o eliminación de los puentes térmicos.

Evidentemente el problema del “puente térmico” es mucho más importante referido a la posibilidad de que éste represente un riesgo a las condensaciones que a una pérdida de calefacción o refrigeración. Hemos visto en el apartado relativo a la Resistencia Térmica, la repercusión que los puentes térmicos tienen en el aislamiento del muro y su consideración en el cálculo. Los sistemas de aislamiento son una buena solución a éste problema, pero ni éstos pueden resolver todas las situaciones en el caso de obra nueva y menos a veces en las obras de rehabilitación (por ejemplo en los balcones, o en las jambas, sin sustitución de las carpinterías). Por ello con el fin de evitar los puentes térmicos y los riesgos de condensación en los lugares en los que no resulta posible evitarlos con las herramientas que proporciona éste sistema, deberán adoptarse otras acciones complementarias, como siempre, **de diseño**.

<sup>7</sup> La expresión física para el intercambio de calor es:  $Q = m c \Delta t$

En donde **Q** es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un cuerpo, **m** es la masa del cuerpo, **c** su coeficiente de calor específico y **Δt** el incremento de temperaturas.

<sup>8</sup> La temperatura media de acumulación puede evaluarse con el método clásico de cálculo del gradiente de temperaturas según la resistencia térmica de cada capa.

Se adjunta a continuación la tabla realizada por ANAPE de comparación de efectividad de sistemas de aislamiento, para un muro base de ladrillo perforado de 15 cm.

| <b>Aislamiento Interior</b> |                                   |                |               |           |                                  |                |                   |                    |                   |  |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|-----------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|-------------------|--|
| Muro base                   |                                   |                | Aislante      |           |                                  |                |                   |                    |                   |  |
|                             | R. térmica<br>m <sup>2</sup> K/w  | T. media<br>°C | Espesor<br>Cm | λ<br>w/mk | R. térmica<br>m <sup>2</sup> K/w | T. media<br>°C | Ts exterior<br>°C | T intermedia<br>°C | Ts interior<br>°C |  |
| Ladrillo                    | 0,42                              | <b>34,38</b>   | 12            | 0,040     | 3                                | <b>28,20</b>   | 34,85             | <b>33,91</b>       | 22,49             |  |
| <b>Aislamiento Exterior</b> |                                   |                |               |           |                                  |                |                   |                    |                   |  |
| Muro base                   |                                   |                | Aislante      |           |                                  |                |                   |                    |                   |  |
|                             | R. térmica<br>m <sup>2</sup> Kk/w | T. media<br>°C | Espesor<br>Cm | λ<br>w/mk | R. térmica<br>m <sup>2</sup> K/w | T. media<br>°C | Ts exterior<br>°C | T intermedia<br>°C | Ts interior<br>°C |  |
| Ladrillo                    | 0,42                              | <b>22,96</b>   | 12            | 0,040     | 3                                | <b>29,14</b>   | 34,85             | <b>23,43</b>       | 22,49             |  |

### 3.1.4 Menor oscilación térmica.

Una de las principales causas de aparición de fisuras en las fachadas, además de las debidas a razones estructurales, son las oscilaciones térmicas a que se ven sometidos los materiales. La colocación del aislante por la parte exterior limitará los saltos térmicos en todos los materiales situados por detrás del aislante y al ser las sollicitaciones mecánicas, por ése motivo, menores, el comportamiento esperado será mejor, que con los mismos productos cuando el aislamiento esté situado por el interior.

### 3.2 Relacionadas con la estanquidad al agua.

Los revestimientos de acabado no proporcionan total estanquidad a la fachada, pero mejoran sensiblemente su comportamiento ante el agua. Este comportamiento es función del tipo de acabado, de su espesor y de la solución correcta de los puntos singulares.

### 3.3 Relacionadas con las condensaciones.

La condensación superficial se produce cuando la superficie del cerramiento o una parte de ella (puente térmico), alcanza una temperatura suficientemente para la condensación del vapor de agua contenido en el aire (temperatura de rocío).

La condensación en el interior de los cerramientos (intersticial), se produce como consecuencia del proceso de difusión de vapor a través del mismo, desde el ambiente con más presión, generalmente el interior, hacia el ambiente con menos presión de vapor, generalmente el exterior.

El cálculo para predecir si existirán o no condensaciones en el interior del cerramiento puede realizarse de la siguiente manera:

1. Calculando la temperatura estructural del cerramiento (gradiente de temperaturas).
2. Calculando la temperatura de rocío correspondiente a todos los puntos del cerramiento desde su superficie interior a la exterior.
3. Comparando ambas temperaturas en aquellos puntos en que la temperatura del cerramiento sea igual o inferior a la de rocío podrán producirse condensaciones intersticiales.

Cuando los cálculos prevean la posibilidad de condensaciones intersticiales, puede ser aconsejable modificar el muro proyectado o en otro caso el empleo de barreras de vapor<sup>9</sup> que aumentarán la resistencia al paso del vapor en la parte caliente de los mismos (nunca en la parte fría). Como receta general, no debe olvidarse que hay que comprobar que la permeabilidad al vapor del revestimiento sea superior al del aislante. La solución de colocar el aislamiento por el exterior suele hacer innecesario colocar una barrera de vapor. En todo caso para estas condensaciones intersticiales, si parecen más obvias las ventajas de colocar el aislamiento por el exterior, considerando que la mayor parte del muro estará a temperaturas más altas con lo que se minimiza el riesgo.

<sup>9</sup> Se considera barrera de vapor al elemento constructivo que impide el paso de vapor de agua, siendo su resistencia al vapor superior a 10 MNs/g ó su Permeancia al vapor inferior a 0,1 g/MNs

### 3.4. Relacionadas con el aislamiento acústico

La contribución al aislamiento acústico no es la principal cualidad de éstos sistemas, si se utilizan placas de poliestireno expandido o extruído, aunque en los casos de rehabilitación evidentemente mejoran las condiciones del muro. De hecho la Guía EOTA no considera su contribución significativa y salvo casos excepcionales delega toda la responsabilidad del aislamiento acústico al muro. Recordemos de todas formas, que aunque el aislamiento acústico se consigue principalmente con masa, también puede obtenerse con materiales porosos o fibrosos (lana mineral, corcho aglomerado), que actúan degradando la energía mecánica en calor, debido al rozamiento del aire con las superficies del material.

### 3.5 Relacionadas con el aspecto

Solo hay que observar un edificio después de su rehabilitación para apreciar las posibilidades del sistema. En éste sentido, la aportación a la mejora del aspecto de éstos sistemas es similar a la de los acabados tradicionales a base de revocos.



Fig. 5 y 6: Rehabilitación de viviendas sociales. Barrio Alto del Arenal (Madrid), estado inicial y posterior a la aplicación (Fuente: ELR)

Pero también en obra nueva, el acabado estético puede resultar interesante, y de hecho, poco a poco se están incorporando nuevas texturas (lisas) placas aislantes curvas para esquinas, o incluso reincorporando morteros de cal , pinturas al silicato..



Fig. 7: Edificio terciario (Bradford.R.Unido) (Fuente: INCA)



Fig. 8: Edificio "Proyecto Sunrise" para 139 viviendas sociales en el Ensanche de Vallecas (Madrid) (Fuente ELR)



En cuanto a las **LIMITACIONES** del sistema, conviene mencionar los siguientes aspectos:

- 1) Elasticidad limitada, por lo que se fisurarán en caso de hacerlo el soporte.
- 2) En caso de lluvias intensas, es conveniente adoptar medidas complementarias en el diseño, como aleros, canalones, impostas intermedias, etc. La colocación en superficies inclinadas u horizontales debe evitarse en zonas expuestas a la lluvia.
- 3) Respuesta a los impactos limitada, por lo que en zonas expuestas, por ejemplo las zonas de planta baja, deben ser convenientemente protegidos.
- 4) Las reparaciones, aunque posibles, no son fáciles y además difíciles de igualar con el resto de la fachada.
- 5) La fijación posterior de objetos, aunque posible, no es fácil.
- 6) Los aislamientos son un alimento apetecible para roedores, por lo que se recomienda realizar un meticuloso control de la colocación de los perfiles complementarios del sistema, especialmente de los de zócalo. Y lo mismo para los parásitos en general.
- 7) La contaminación atmosférica tiene efectos rápidos en la acumulación de suciedad en la capa de acabado, de ahí que no resulte recomendable su colocación en zonas muy polucionadas.
- 8) Limitada respuesta frente a actos vandálicos

Y por último en lo referente a la utilización del color en la capa de acabado, deben observarse ciertas precauciones; como en general para cualquier revestimiento de fachadas. Así, los colores oscuros no son recomendados en lugares de fuerte radiación solar, salvo que sea en zonas protegidas del soleamiento directo, debido al riesgo de que se produzcan pérdidas de tonalidad<sup>10</sup>, además de que pudieran darse dilataciones o contracciones excesivas, con el consiguiente peligro de daños en el revestimiento que disminuyera, por ejemplo su estanquidad.



Fig. 9 y 10 : Viviendas sociales Plaza S.Roc (Badalona, España)



Fig. 11: Edificio "Proyecto Sunrise" para 139 viviendas sociales en E. Vallecas (Madrid)

<sup>10</sup> En ciertas zonas geográficas pueden alcanzarse sobre revestimientos de color negro hasta 75 °C y sobre color blanco 45 °C. Por ello se recomienda que el factor de absorción no sea superior a 0,7

(Fuente: ELR)

#### 4. LAS EXIGENCIAS Y REQUISITOS

La Directiva de Productos de Construcción establece que los productos de construcción que vayan a ser incorporados con carácter permanente a las obras deben satisfacer seis requisitos esenciales, uno a uno o el conjunto que sea aplicable, y durante un periodo de vida económicamente razonable (durabilidad). Estos **Requisitos Esenciales** que, en su caso, deben satisfacer las obras, y los aspectos relevantes que proceden con respecto a los ETICS, se consideran a continuación:

- **Resistencia mecánica y estabilidad.** No es de aplicación a los ETICS
- **Seguridad en caso de incendio.**  
En relación con las fachadas no se ha establecido una exigencia única europea sobre fuego. En algunos Estados Miembros, la clasificación de acuerdo con la Norma UNE EN 13501-2:2002 puede no ser suficiente para su uso en fachadas. Hasta que se termine la clasificación europea, puede que sea necesario realizar una evaluación adicional de acuerdo con las disposiciones nacionales.
- **Higiene, salud y medio ambiente**  
Los aspectos relevantes a considerar son:
  - **Estanquidad:**  
La estanquidad de la fachada, se considera asegurada si se cumplen las dos condiciones siguientes: Ausencia de humedad por entrada de agua desde el exterior y ausencia de condensaciones superficiales e intersticiales.  
  
Estos requisitos se cumplimentarán por el sistema, si se comprueba<sup>11</sup> que ha sido adecuadamente diseñado y mantiene todas sus propiedades, de resistencia a los choques, absorción de agua (resistencia a la humedad), permeabilidad al vapor de agua y resistencia a la difusión de vapor)
  - **Protección del medio ambiente:**  
El sistema no debe liberar sustancias peligrosas, ni contener sustancias prohibidas en el ámbito de la reglamentación europea existente o aplicable en el lugar de colocación.
- **Seguridad de Uso**  
Estos requisitos se cumplimentarán por el sistema, si se comprueba<sup>18</sup> que ha sido adecuadamente diseñado y mantiene todas sus propiedades relativas a la unión al soporte (adherencia con adhesivo y/o anclaje entre aislante y soporte), a la unión de las diferentes capas entre sí (adherencia entre el adhesivo y el aislante, adherencia entre el aislante y la capa de acabado) y la unión al soporte de los perfiles complementarios o elementos de sellado.
- **Protección contra el ruido**  
Considerando la escasa participación que el sistema pueda tener según los criterios de la Guía EOTA, deberá ser el soporte, la hoja interior, la que garantice la satisfacción de éste requisito.
- **Aislamiento térmico y ahorro energético**  
Estos requisitos se cumplimentarán por el sistema, si se comprueba<sup>12</sup> que ha sido adecuadamente diseñado y mantiene todas sus propiedades de resistencia /

<sup>11</sup> Según el criterio establecido en la Guía EOTA

<sup>12</sup> Según el criterio establecido en la Guía EOTA

conductividad térmica, permeabilidad al vapor de agua, absorción de agua (resistencia a la humedad).

- **Otros aspectos relativos a la durabilidad y a las condiciones de servicio.**

Para que los sistemas tengan una vida útil “económicamente razonable”, deben además de mantener sus prestaciones proporcionando un comportamiento estable ante la temperatura, humedad y contracciones.

Se considera, para el ámbito europeo, que las condiciones de exigencia relativas a la temperatura exterior estarán comprendidas entre  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ( $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para algunos países del norte de Europa).

Como temperatura superficial máxima debe considerarse  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$  y el sistema debería ser capaz de resistir saltos térmicos de hasta  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$

## 5. PUESTA EN OBRA, USO Y MANTENIMIENTO

### 5.1. Condiciones de puesta en obra.

Las obras deben ser ejecutadas por empresas cualificadas en las condiciones definidas por los fabricantes del sistema, en sus manuales de aplicación o bien en los Documento de Idoneidad Técnica (DITE o DIT plus).

Previamente a la ejecución, como es de rigor en el caso español se habrá procedido a la realización de un proyecto de obra<sup>13</sup> que habrá recogido las características generales y particulares del edificio a realizar o rehabilitar y los detalles específicos y condiciones particulares de puesta en obra.

Dado que éste capítulo se desarrolla en ponencia aparte, se recoge a continuación sólo el listado de los pasos necesarios para la correcta aplicación del sistema, tal y como se incluyen en los Documentos de Idoneidad Técnica emitidos por el IETcc:

- 01. Preparación del soporte** (soportes nuevos o en servicio).
- 02. Acopio de utensilios para la aplicación** (equipos necesarios).
- 03. Condiciones de aplicación** (Temperatura, humedad, etc.)
- 04. Colocación de perfiles y goterones.**
- 05. Aplicación de adhesivo a las placas** (aspecto fundamental)
- 06. Fijación de las placas** (con adhesivo y/o anclaje mecánico).
- 07. Aplicación de la capa base** (después del secado del adhesivo).
- 08. Colocación de las mallas** (atendiendo a solapes y espesores de capa base).
- 09. Aplicación de la capa de fondo o imprimación** (capa preparatoria).
- 10. Aplicación de la capa de acabado** (atendiendo a tiempos de secado)

La información anterior es en general más que suficiente para asegurar el correcto empleo del sistema. Sin embargo y dada la importancia que para el DIT tiene este aspecto, se indican a continuación las principales observaciones relativas al sistema que las Comisiones de Expertos de evaluación de los DIT han venido indicando hasta la fecha. Estas observaciones llaman la atención sobre los puntos críticos del sistema, que aunque en

---

<sup>13</sup> Proyecto que recordemos será supervisado, si es de viviendas, por la Entidad de Control de Calidad, como paso previo a la formalización del Seguro decenal.



algunos casos resulten redundantes con el contenido del propio DIT, son a juicio de la Comisión el chequeo final sobre la correcta utilización del sistema.

- No aplicar sobre superficies horizontales o inclinadas.
- El almacenamiento de los productos debe hacerse al abrigo de la intemperie.
- Utilizar aislantes suficientemente estabilizados.
- Utilizar acabados de colores claros, recomendablemente tonos pastel.
- Asegurarse de que los soportes estén secos, particularmente el hormigón requiere un periodo mínimo de 45 días.
- Asegurarse de que las fisuras si existen en el soporte, estén estabilizadas.
- Se recomienda el “peinado” de la primera capa de adhesivo, para garantizar la uniformidad del espesor del enlucido.
- Prestar atención a la solución de bordes, para protegerse de la entrada de agua.
- Evitar llevar el revestimiento hasta la cota del terreno, para evitar remotes de humedad por capilaridad.
- Respetar escrupulosamente las juntas de construcción.

Hay además otro aspecto fundamental en la puesta en obra del sistema que no siempre se tiene en cuenta, como es el con la instalación se utilizan normalmente andamios y que éstos habitualmente se anclan a fachadas, las actuaciones posteriores de repaso de los puntos de anclaje es fundamental, sobretodo si se tiene en cuenta que se irán haciendo al tiempo que se va retirando el andamiaje, lo que a su vez hará necesario adoptar condiciones complementarias de seguridad de los mismos.

## **5.2. Condiciones de uso y mantenimiento**

La durabilidad de estos sistemas viene fijada por la de los acabados y con la experiencia actual puede fijarse en más de 30 años, con una conservación normal. La Guía ETICS de la EOTA establece, para los sistemas que cumplan las exigencias de la Guía, una vida útil de al menos 25 años, en las condiciones apropiadas de uso y mantenimiento.

El sistema, en las condiciones de normales de uso, no debe ser objeto de perforaciones para la colocación o fijación de objetos. No obstante, si esto fuera necesario, el sistema deberá ser capaz de permitirlo. Como condición a las fijaciones de objetos a posteriori, debe indicarse, que deben hacerse directamente al soporte y procediéndose después al sellado de la unión con masillas o siliconas no ácidas adecuadas.

El mantenimiento deberá incluir inspecciones periódicas de todo el revestimiento y principalmente de aquellas zonas susceptibles de ser agredidas por los agentes atmosféricos, actos vandálicos o accidentes.

Concretamente, para un correcto mantenimiento del sistema, éste deberá permitir:

- Limpieza con agua a presión moderada.
- Reparación de daños en zonas localizadas.
- Aplicación de productos o pinturas.

Y como recomendaciones generales a tener en cuenta en las reparaciones, se recuerdan las siguientes:

1. Cuando la reparación sea solamente para la capa de acabado, se actuará colocando cinta adhesiva para delimitar la zona de reparación, y a continuación se ablandará el revestimiento con disolvente para proceder a levantarlo mediante espátula.

2. Cuando la reparación afecte al sistema completo, se efectuará la reparación recortando mediante una radial la superficie dañada hasta el soporte en una franja con 10 cm de margen en el perímetro, y se colocará de nuevo el sistema dejando que la malla solape otros 10 cm con los bordes antiguos y manteniendo la planeidad.

En la capa de acabado se completará la zona de despiece donde queda comprendida la reparación o aprovechar para dar una nueva mano a toda la cara.

Hay que tener muy en cuenta que se debe estudiar con atención los productos a utilizar en la reparación, con el fin de poder asegurar, con anterioridad su compatibilidad, con los ya colocados.

## 6. EVALUACIÓN TÉCNICA

### 6.1 Antecedentes

La Union Européenne pour l'agrément technique dans la construction (UEAtc) desarrolló las siguientes guías que tienen relación con los sistemas de aislamiento por el exterior.

- Guía técnica para la apreciación técnica de los sistemas de aislamiento exterior de fachadas con revestimientos plásticos delgados sobre poliestireno expandido (1988).
- Guía técnica para la apreciación técnica de los sistemas de aplacados aislantes prefabricados anclados (1988).
- Guía técnica para la apreciación técnica de los sistemas de aislamiento por el exterior de fachadas con revestimientos minerales (1992)
- Choques sobre paredes verticales (1982)

Aunque con la entrada en vigor del mercado CE para los ETICS en base a la Guía de la EOTA 004, estas Guías ya no se utilizan para la evaluación, si parece procedente hacer un reconocimiento de la importancia que las Guías UEAtc han tenido desde su publicación, como así reconoce expresamente la EOTA.

### 6.2. Generalidades sobre la Guía EOTA 004

Como principales aspectos a resaltar para mejor entender la Guía EOTA, conviene recordar los siguientes:

- La Guía, **no es sólo una herramienta para que los Organismos de la EOTA, encargados de la evaluación de los productos tengan unos criterios consensuados de trabajo o procedimientos de ensayos específicos que aplicar; la Guía es también un instrumento básico para los fabricantes, por cuanto les permite conocer el grado de análisis que se hará de sus productos.**
- La Guía es finalmente, una referencia para los técnicos que les permitirá conocer además de la valoración positiva del producto, los datos precisos para establecer los cálculos y diseños necesarios y a la vez formalizar el contenido de los documentos de Proyecto que la Administración requiere.

### 6.3 Procedimiento de evaluación.

Los métodos seguidos por la EOTA para verificar el comportamiento de éstos sistemas, consideran por un lado el sistema completo y por otro los componentes. Los métodos consisten en ensayos, cálculos, experiencia técnica, experiencia de obra, etc. Como aspectos más relevantes, se resumen en las tablas siguientes, sacadas de la Guía, los métodos correspondientes a la **VERIFICACIÓN** de cada prestación requerida al aislamiento y al sistema completo, y a los criterios de **EVALUACIÓN Y JUICIO DE LA APTITUD DE EMPLEO**. Se incluye además las exigencias mínimas del control a realizar en fábrica por el fabricante.

Tabla 1. Relación entre requisitos y Documentos Interpretativos según la DPC.

Tabla 2. Relación entre Requisitos y Métodos de evaluación.

Tabla 3. Relación entre los tipos de aislamiento, la fijación y los ensayos a realizar.

Tabla 7. Relación entre Prestaciones y Clases.

Tabla 8. Definición de Usos específicos

Tabla 9. Definición de Clases en función del comportamiento al choque.

Tabla 10. Programa de Ensayos para la realización del DITE

**Tabla 1: Relación entre los Requisitos Esenciales con su correspondencia en los DI para las obras y prestaciones de los sistemas con las características exigidas a los productos y los apartados de la Guía DITE correspondientes**

| REQUISITO ESENCIAL | Correspondencia con los apartados de los DI para las obras   | Correspondencia con los apartados los DI para las prestaciones de los sistemas   | Características exigidas a los productos  | Correspondencia con los apartados de la Guía DITE  |
|--------------------|--|--|---|--|
| 1                  | -  | -  | -   | -  |
| 2                  | 4.2.3.4.2b<br>Propagación del fuego: Paredes<br><br>4.2.4.2a<br>Propagación del fuego: Cerramientos y fachadas | 4.3.1.1<br>Requisitos de reacción al fuego:<br>Fachadas y Cerramientos<br>4.3.3.5.2b -<br>Consideraciones de propagación del fuego:<br>Fachadas y cerramientos | Reacción al fuego   | 4.2<br>Reacción al fuego   |
| 3                  | 3.3.1.2<br>Entorno interior:<br>Humedades  | 3.3.1.2.3.2.e1<br>Control de humedades:<br>Paredes, tabiques   | Estanqueidad<br>Absorción de agua<br>Choque de cuerpo duro<br>Punzonamiento dinámico<br>Permeabilidad al vapor de agua<br>Anexo 4 | 4.3.1<br>Absorción de agua<br>Estanqueidad<br>Comportamiento a los choques<br>Permeabilidad al vapor de agua<br>4.3.2<br>Protección del medio ambiente |
| 4                  | 3.3.2.1<br>Desprendimientos  | 3.3.2.3<br>Resistencia mecánica y estabilidad  | Resistencia de las fijaciones (para aislamientos exteriores de fachada fijados mecánicamente)                                     | 4.4<br>Peso propio<br>Movimientos de la estructura principal<br>Resistencia a la acción del viento   |

|  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
|  |   |  | Resistencia de las uniones (para aislamientos exteriores de fachada encolados)      |  |
| <b>5</b>                                     | -   | -  | -   | -  |
| <b>6</b>                                     | 4.2<br>Limitación de la energía consumida | 4.3.2.1<br>Estructura de los materiales<br>Tabla 4.1<br>Características<br>4.3.2.2<br>Estructura de los componentes<br>Tabla 4.1<br>Características de los componentes | Resistencia térmica   | 4.6<br>Resistencia térmica   |
| <b>Durabilidad y Condiciones de servicio</b> |   |  | Resistencia a:<br>- Temperatura<br>- Humedad<br>- Ciclos de hielo-deshielo<br>- ... | 4.7<br>Resistencia a la temperatura, a la humedad y a la retracción<br>Resistencia a ciclos de hielo-deshielo<br>Estabilidad dimensional |

**Tabla 2. Relación entre los apartados sobre prestaciones de la de la Guía DITE, las características de los productos y los apartados de la guía dónde se especifican los métodos de evaluación para el sistema y sus componentes**

| REQUISITO ESENCIAL | Guía DITE. Apartados sobre prestaciones del producto  | Características del producto  | Guía DITE. Métodos de evaluación   |   |
|--------------------|---|---|--|---|
|                    |   |   | Sistema  | Componentes   |
| 1                  | -   | -   | -  | -   |
| 2                  | 4.2 Reacción al fuego   | Reacción al fuego   | 5.1.2 SISTEMA<br>5.1.2.1 Reacción al fuego   | 5.2.2 AISLANTE<br>5.2.2 Reacción al fuego   |
| 3                  | 4.3 Absorción de agua<br>Estanqueidad<br>Comportamiento a los choques<br>Permeabilidad al vapor de agua<br>Protección al medio ambiente | Absorción de agua<br>Estanqueidad<br><br>Comportamiento a los choques<br><br>Permeabilidad al vapor de agua<br>Uso de productos libres de sustancias peligrosas | 5.1.3 SISTEMA<br>5.1.3.1 Absorción de agua (ensayo de capilaridad)<br>5.1.3.2 Estanqueidad<br><br>5.1.3.2.1 Comportamiento higratérmico<br>5.1.3.2.2 Comportamiento ante ciclos hielo-deshielo<br>5.1.3.3 Comportamiento a los choques<br>5.1.3.3.1 Cuerpo duro<br>5.1.3.3.2 Punzonamiento dinámico (Perfotest)<br><br>5.1.3.4 Permeabilidad al vapor de agua (Resistencia a la difusión del vapor de agua)<br>5.1.3.5 Uso de productos libres de sustancias peligrosas                                | 5.2.3 AISLANTE<br>5.2.3.1 Absorción de agua<br>5.2.3.2 Permeabilidad al vapor de agua   |
| 4                  | 4.4 Peso intrínseco<br>Movimientos de la estructura principal<br>Resistencia a la acción del viento                                     | Resistencia de las uniones encoladas<br><br>Resistencia de las fijaciones mecánicas (Desprendimientos)<br>Resistencia a la acción del viento                    | 5.1.4 SISTEMA<br>5.1.4.1 Resistencia de las uniones<br>5.1.4.1.1 Entre la capa base armada y el aislante<br>5.1.4.1.2 Entre el adhesivo y el soporte<br>5.1.4.1.3 Entre el adhesivo y el aislante<br>5.1.4.2 Resistencia de las fijaciones (Desprendimientos)<br>5.1.4.2.1 Ensayos de desprendimientos<br><br>5.1.4.3 Resistencia a la acción del viento<br>5.1.4.3.1 Ensayo de tracción directa sobre las fijaciones<br>5.1.4.3.2 Ensayo estático sobre el aislamiento<br>5.1.4.3.3 Ensayo de succión | 5.2.4 AISLANTE<br>5.2.4.1 Ensayos de resistencia a la tracción<br>5.2.4.2 Resistencia al esfuerzo cortante y ensayos del módulo de elasticidad a cortante |
| 5                  | -   | -   | -  | -   |

|  |  |                     |   |   |
|--|--|---------------------|---|---|
| <b>6</b>                                     | 4.6 Resistencia térmica  | Resistencia térmica | 5.1.6 SISTEMA<br>5.1.6.1 Resistencia térmica  | 5.2.6 AISLANTE<br>5.1.6.1 Resistencia térmica   |
| <b>Durabilidad y Condiciones de servicio</b> | 4.7 Resistencia a la temperatura, la humedad y a la retracción |                     | 5.1.7 SISTEMA<br>Resistencia a la temperatura, la humedad y a la retracción<br>Resistencia ante el hielo y el deshielo Estabilidad dimensional (tratado también en los Requisitos Esenciales correspondientes)<br>5.1.7.1 Resistencia de las uniones después del envejecimiento | 5.2.7 ARMADURA<br>5.6.7.1 Malla de fibra de vidrio – Resistencia al desgarro y alargamiento de la armadura colocada sobre la fábrica<br><br>5.6.7.2 Varillas o mallas metálicas<br><br>5.6.7.3 Otros tipos de armaduras |

**Tabla 3: Ensayos y evaluación de la estabilidad del sistema colocado**

|                       |   | Técnicas de fijación                             |  |  |  |
|-----------------------|---|--|--|--|--|
|                       |   | Encolado <sup>1)</sup><br>total o parcial        | Fijado mecánicamente <sup>2)</sup>   |  |  |
|                       |   |  | Anclajes incluyendo la armadura de refuerzo  | Anclajes sólo para el aislamiento  | Perfiles   |
| Tipos de aislamientos | Plástico celular<br><br>o<br><br>Lana mineral | Resistencia de las uniones 5.1.4.1.2 y 5.1.4.1.3 | Ensayo estático del aislamiento 5.1.4.3.2<br><br>Ensayo dinámico <sup>4)</sup> 5.1.4.2.1 | Ensayo de tracción directa sobre las fijaciones 5.1.4.3.1<br><br>y / ó <sup>3)</sup><br><br>Ensayo de succión 5.1.4.3.3<br><br>Ensayo desplazamiento <sup>4)</sup> 5.1.4.2.1 | Ensayo estático del aislamiento 5.1.4.3.2<br><br>Ensayo dinámico <sup>3)</sup> 5.1.4.2.1 |
|                       |   | Resistencia de las uniones 5.1.4.1.2 y 5.1.4.1.3 | Ensayo de succión 5.1.4.3.3  | Ensayo dinámico <sup>4)</sup> 5.1.4.2.1  | Ensayo de succión 5.1.4.3.3  |
|                       | Otros aislantes                               | y  | y  | y  | y  |
|                       |   | Ensayo de succión 5.1.4.3.3                      | Ensayo dinámico <sup>4)</sup> 5.1.4.2.1  | Ensayo movimientos <sup>4)</sup> 5.1.4.2.1   | Ensayo dinámico <sup>4)</sup> 5.1.4.2.1  |

1) Los ensayos de sistemas encolados con fijaciones mecánicas suplementarias deben realizarse sin las fijaciones.

2) Los ensayos de sistemas fijados mecánicamente con encolados suplementarios deben realizarse sin el encolado. Si el encolado es inferior al 20 % se considera al sistema solamente unido mediante fijaciones mecánicas.

3) El ensayo a utilizar se define en la figura 7 de la Guía

4) Solamente para sistemas que no cumplen con los criterios del apartado 5.1.4.2.

**Tabla 7: Relación entre las prestaciones de sistemas y componentes con la clasificación, la clase de exposición y los resultados.**

| REQUISITO ESENCIAL | Guía DITE. Apartados sobre prestaciones a evaluar   | Clasificación, clases de exposición, criterios  |
|--------------------|---|---|
| 1                  | -   | -   |
| 2                  | 6.1.2 <b>SISTEMA</b><br>6.2.2.1 Reacción al fuego   | Euroclases de la A <sub>1</sub> a la F  |
|                    | 6.2.2 <b> AISLANTE</b><br>6.2.2.1 Reacción al fuego   | Euroclases de la A <sub>1</sub> a la F  |
| 3                  | 6.1.3 <b>SISTEMA</b><br>6.1.3.1 Absorción de agua (ensayo de capilaridad)<br>6.1.3.2 Estanqueidad<br>6.1.3.2.1 Ciclos de calor-lluvia<br>6.1.3.2.2 Ciclos hielo-deshielo<br><br>6.1.3.3 Resistencia a los choques<br>6.1.3.3.1 Resistencia al impacto de un Cuerpo duro<br>6.1.3.3.2 Resistencia al punzonamiento<br>6.1.3.4 Permeabilidad al vapor de agua<br>6.1.3.5 Emisión de sustancias peligrosas   | Pasa / No pasa<br><br>Pasa / No pasa<br>Pasa / No pasa<br>Opción de prestación no definida<br><br>Clases de exposición I, II, III<br><br>Clases de exposición I, II, III<br>Indicación de sustancias peligrosas incluidas, concentraciones, etc. "Libre de sustancias peligrosas" |
|                    | 6.2.3 <b> AISLANTE</b><br>6.2.3.1 Absorción de agua<br>6.2.3.2 Permeabilidad al vapor de agua   | Pasa / No pasa<br>Declaración de Valor (Resultado del ensayo)   |
| 4                  | 6.1.4 <b>SISTEMA</b><br>6.1.4.1 Adherencia (eficacia) de las uniones<br>6.1.4.1.1 Ente la capa base armada y el aislante<br>6.1.4.1.2 Entre el adhesivo y el soporte<br>6.1.4.1.3 Entre el adhesivo y el aislante<br>6.1.4.2 Resistencia de las fijaciones (desprendimientos)<br>6.1.4.2.1 Ensayo Desplazamiento<br>6.1.4.3 Resistencia a la acción del viento<br>6.1.4.3.1 Ensayo de tracción directa sobre las fijaciones<br>6.1.4.3.2 Ensayo estático sobre aislamiento<br>6.1.4.3.3 Ensayo de succión | Pasa / No pasa<br><br>Declaración de Valor (Resultado del ensayo)<br><br>Declaración de Valor de la resistencia característica  |
|                    | 6.2.4. <b> AISLANTE</b><br>6.2.4.1 Resistencia a la tracción perpendicular a las caras<br>6.2.4.2 Resistencia al esfuerzo cortante y ensayos del módulo de elasticidad a cortante   | Declaración de Valor (Resultado del ensayo)<br>Declaración de Valor (Resultado del ensayo)  |
|                    | 6.3.4 <b> ANCLAJES</b><br>6.3.4.1 Ensayos de tracción directa sobre anclajes  | Declaración de Valor (Resultado del ensayo)   |
|                    | 6.4.4 <b> PERFILES</b>  |   |

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
|                    | 6.4.4.1 Ensayos de tracción directa las fijaciones de los perfiles   | Pasa / No pasa  |
|                    | <b>6.5.4. REVESTIMIENTO</b><br>6.5.4.1 Ensayo de resistencia a la tracción de una banda de revestimiento   | Relación de anchuras de fisuras<br>Opción de prestación no definida |
| <b>5</b>           | -  | -   |
| <b>6</b>           | <b>6.1.6 SISTEMA</b><br>6.1.6.1 Resistencia térmica  | Declaración de Valor (Resultado del ensayo)                         |
|                    | <b>6.2.6. AISLANTE</b><br>6.2.6.1 Resistencia térmica  | Declaración de Valor (Resultado del ensayo)                         |
| <b>DURABILIDAD</b> | <b>6.1.7 SISTEMA</b><br>6.1.7.1 Resistencia (eficacia) de las uniones después del envejecimiento   | Pasa / No pasa  |
|                    | <b>6.6.7. REFUERZO</b><br>6.6.7.1 Malla de fibra de vidrio Resistencia al desgarramiento y la elongación<br>6.6.7.2 Varillas o mallas<br>6.6.7.3 Otras armaduras | Pasa / No pasa  |

**Tabla 8: Definición de Usos Específicos**

| Uso Específico | Definición  |
|----------------|---|
| I              | Zonas fácilmente accesibles, zonas públicas a nivel del suelo y zonas vulnerables a los impactos con cuerpos duros pero sin estar sometidas a un uso anormalmente agresivo  |
| II             | Zonas expuestas a impactos directos como patadas u objetos arrojados pero en zonas públicas donde la altura del sistema limitará el tamaño de los impactos; o en niveles bajos donde están sobre todo las entradas a los edificios que deben protegerse |
| III            | Zonas donde son improbables los daños causados por personas, por patadas o por objetos arrojados  |

**Tabla 9: Clases (función de la respuesta al choque).**

|   | Clase III   | Clase II  | Clase I  |
|---|---|---|--|
| <b>Ensayo 5.1.3.3.1 Choque de 10 Julios</b> | .....   | Sin penetración en el revestimiento <sup>2)</sup>       | Sin deterioro <sup>1)</sup>                            |
| <b>Ensayo 5.1.3.3.1 Choque de 3 Julios</b>  | Sin penetración en el revestimiento <sup>2)</sup>       | El revestimiento no se fisura                           | Sin deterioro <sup>1)</sup>                            |
| <b>Ensayo 5.1.3.3.2 Perfotest</b>           | Sin perforación <sup>3)</sup> usando un punzón de 20 mm | Sin perforación <sup>3)</sup> usando un punzón de 12 mm | Sin perforación <sup>3)</sup> usando un punzón de 6 mm |



- 1) El daño superficial, siempre que no haya fisuras, se considera como una muestra de "sin deterioro"
- 2) El ensayo se valora como "penetrado" si una fisura circular ha dejado a la vista el aislamiento
- 3) El ensayo se valora como "perforado" si la destrucción del revestimiento es tal que después de 3 a 5 impactos ha quedado a la vista el nivel que está por debajo de la armadura

**Tabla 10. Programa de Ensayos de evaluación**

| COMPONENTES                   | TIPO DE ENSAYO  | FRECUENCIA   |
|-------------------------------|---|--|
| <b>Adhesivo<br/>Capa base</b> | Densidad<br>pH (sólo para productos en pasta)<br>Viscosidad (sólo para productos en pasta)<br>Extracto seco a 105 °C *<br>Contenido en cenizas a 450 °C<br>Clasificación de tamaños de partículas<br>Tiempo abierto y de secado<br>Ensayo de uniones entre el adhesivo, capa base y el aislante | La frecuencia se determinará caso por caso dependiendo de los componentes, la variación en el volumen de los productos y el proceso de fabricación |
| <b>Aislante</b>               | Dimensión, espesor<br>Masa por unidad de superficie<br>Resistencia a la tracción<br>Ensayo de compresión<br>Ensayo de estabilidad dimensional (ensayo innecesario en lana mineral)<br>Propiedades térmicas<br>permeabilidad al vapor de agua  |  |
| <b>Malla (armadura)</b>       | Peso por m <sup>2</sup> (gramaje)<br>Contenido en cenizas*<br>Resistencia a la tracción inicial<br>Resistencia a los álcalis (malla de fibra de vidrio)<br>Corrosión (malla metálica)   |  |
| <b>Capa de acabado</b>        | Densidad<br>Extracto seco a 105 °C*<br>Contenido en cenizas a 450 °C*<br>pH (sólo para productos en pasta)<br>Clasificación de tamaños de partículas<br>Viscosidad  |  |
| <b>Anclajes</b>               | Se cumplirá, si procede con el capítulo "Evaluación de la aptitud al empleo" de la Guía EOTA 014 "Anclajes de plástico para los Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior"  |  |
| <b>Perfiles</b>               | Masa por unidad de superficie<br>Dimensiones<br>Contenido en cenizas (sólo para perfiles de plástico)<br>Temperatura de reblandecimiento<br>Ensayo de tracción directa  |  |

#### **6.4. Contenido del DITE**

Primeramente se describe el contenido de información que los DITE deben proporcionar a los usuarios o que los fabricantes deben conocer que será evaluada de su sistema, para que en caso favorable pueda obtener el documento.

##### **- Información sobre el Sistema.**

- Indicación de durabilidad (vida útil estimada).
- Clasificación de Reacción al fuego.
- Indicación de la absorción de agua en la capa base y la capa de acabado.
- Comportamiento a los ciclos de calor – agua.
- Comportamiento a los ciclos hielo – deshielo.
- Clasificación de comportamiento al choque.
- Indicación de la Resistencia a la difusión de vapor de agua.
- Indicación sobre la presencia de sustancias peligrosas.
- Indicación de adherencias entre todos los componentes.
- Valor de la deformación correspondiente al límite elástico, para establecer la distancia entre juntas de movimiento. Valor denominado por la Guía:  $U_e$
- Resistencia al viento
- Resistencia térmica.
- Indicación de adherencias después de envejecimiento, entre todos los componentes.

##### **- Información sobre los Componentes (Aislante).**

- Clasificación de Reacción al fuego.
- Indicación de la absorción de agua.
- Indicación de la Resistencia a la difusión de vapor de agua.
- Indicación la resistencia a compresión.
- Indicación de la resistencia a tracción y del módulo de elasticidad.
- Resistencia térmica.
- Resistencia característica de los anclajes.
- Resistencia al arrancamiento de los anclajes y perfiles de fijación.
- Indicación del espesor del revestimiento.
- Indicación de la resistencia a tracción de las mallas, después de envejecimiento.
- Indicación del recubrimiento mínimo del galvanizado de los perfiles complementarios.

##### **- Información sobre el diseño y detalles gráficos. Al menos los siguientes puntos:**

- Secciones verticales y horizontales de huecos (puertas y ventanas).
- Secciones horizontales de ángulos.
- Secciones horizontales de las juntas.
- Secciones de dintel, alféizar, jamba.
- Sección de parte normal.
- Precauciones especiales para las zonas de riesgo (Planta baja, zonas de tráfico, etc.)

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### 7.1. Relación de DITE concedidos.

La relación de DITE concedidos por el IETcc, y en validez hasta la fecha <sup>14</sup>, para este tipo de sistemas constructivos es la siguiente:

| Nº DITE   | Sistema           | Beneficiario       | Validez    |
|-----------|-------------------|--------------------|------------|
| 06 / 0088 | SISTEMA OTRELIT   | TEXSA MORTEROS SAU | 01-09-2011 |
| 06 / 0089 | SISTEMA COTETERM  | TEXSA MORTEROS SAU | 01-09-2011 |
| 07 / 0054 | SISTEMA TRADITERM | GRUPO PUMA         | 09-03-2012 |

### 7.2. Relación de DIT concedidos

La relación de DIT concedidos por el IETcc, hasta la fecha para este tipo de sistemas constructivos es que se indica a continuación. Hay que tener en cuenta que debido a la propia dinámica del mercado, y sobre todo a la entrada en vigor del marcado CE para este tipo de sistemas, los Documentos de Idoneidad Técnica Nacional concedidos tuvieron que ser bien anulados o bien actualizados como Documentos de Idoneidad Técnica Europeos, para cumplir con la legislación vigente.

| Nº DIT | Producto           | Fabricante                            | Tramitación  |
|--------|--------------------|---------------------------------------|--------------|
| 137    | WALL-TERM          | PRODUCTOS ALP S.A.                    | Concesión    |
| 149    | OTRELIT            | OTRESA S.A.                           | Concesión    |
| 160    | AISLITE            | MAPLEX S. A.                          | Concesión    |
| 161    | COTETERM           | TEXSA S.A.                            | Concesión    |
| 162    | API - TERM         | TEXSA S.A.                            | Concesión    |
| 167    | DRA - TERM         | DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES S. A.       | Concesión    |
| 175    | WALL - TERM        | PRODUCTOS ALP                         | Renovación   |
| 178    | COTEGRAN           | COTEGRAN S. A.                        | Concesión    |
| 189    | COTETERM - ET      | TEXSA S.A.                            | Concesión    |
| 201    | OTRELIT            | OTRESA S.A.                           | Concesión    |
| 204    | SICOF              | SICOF AHORRO ENERGÉTICO INTEGRAL S.A. | Concesión    |
| 208    | AISLITE            | M.P.M. S.A.                           | Renovación   |
| 209    | AISLITE P          | M.P.M. S.A.                           | Concesión    |
| 211    | COTETERM           | TEXSA S.A.                            | Renovación   |
| 218    | AISLONE 1          | SERPO – ONENA S.A.                    | Concesión    |
| 219    | AISLONE 2          | SERPO – ONENA S.A.                    | Concesión    |
| 225    | ARMALITH           | ARDOISIERS D'ANGERS                   | Confirmación |
| 229    | WALL - TERM        | PRODUCTOS ALP                         | Renovación   |
| 244    | COTETERM - RG      | TEXSA S.A.                            | Concesión    |
| 250    | CREAPIERRE PBF-450 | SARL CREABAT                          | Confirmación |
| 296    | AISLITE            | M.P.M. S.A.                           | Renovación   |
| 308    | WALL - TERM        | PRODUCTOS ALP                         | Renovación   |
| 314    | AISLITE P          | M.P.M. S.A.                           | Renovación   |
| 328    | OTRELIT            | OTRESA S.A.                           | Concesión    |
| 329    | COTETERM           | TEXSA S.A.                            | Renovación   |
| 408    | WALL - TERM        | PRODUCTOS ALP                         | Renovación   |

<sup>14</sup> Para consultar la información actualizada se ruega consultar la sección DIT/DITE de la página web: [www.ietcc.csic.es](http://www.ietcc.csic.es)

### **7.3. Guías Técnicas para la evaluación**

- Guía EOTA 004 ETICS. Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior. (Marzo 2000).
- CUAP Draft: External thermal insulation composite systems with rendering for the use on timber frame building kits
- Guía técnica UEAtc para la apreciación técnica de los sistemas de aislamiento exterior de fachadas con revestimientos plásticos delgados sobre poliestireno expandido (1988).
- Guía técnica UEAtc para la apreciación técnica de los sistemas de aplacados aislantes prefabricados anclados (1988).
- Guía técnica UEAtc para la apreciación técnica de los sistemas de aislamiento por el exterior de fachadas con revestimientos minerales (1992).
- Guía técnica UEAtc sobre Choques sobre paredes verticales (1982). Seminario 12 Curso CEMCO 1995. IETcc.

### **7.4. Libros**

- Exterior Insulation and Finish Systems. Current Practices and Future Considerations (Marck F. Williams and Bárbara Lamp Williams, autores y editores). (1994)  
(ASTM Manual series: MNL 16. ASTM Publication Code Number (PCN:28016094-10)  
ISBN 0-8031-2059-1
- Técnicas arquitectónicas y constructivas de Acondicionamiento ambiental.  
(F. Javier Neila González y César Bedoya Frutos, autores) (2ªed. 1997)  
Editorial Munilla-Lería  
ISBN: 84-89150-20-6

### **7.5. Páginas web**

[www.inca-ltd.org.uk](http://www.inca-ltd.org.uk) (Insulated Render & Cladding Association Limited)  
[www.eima.com](http://www.eima.com) (EIFS Industry Members Association)

# **AISLAMIENTOS TÉRMICOS REFLECTIVOS**

Julián Rivera Lozano  
Doctor en C.C. Químicas  
Documento de Idoneidad Técnica  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2 DEFINICIÓN.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3 EMISIVIDAD .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA TÉRMICA.....</b>                               | <b>6</b>  |
| 4.1 Determinación de la resistencia térmica de la cámara de aire estanca..... | 7         |
| 4.2 Determinación de la emisividad .....                                      | 9         |
| 4.3 Determinación de la resistencia térmica intrínseca del producto .....     | 9         |
| 4.4 Determinación de los puentes térmicos.....                                | 10        |
| <b>5 PUESTA EN OBRA .....</b>   | <b>10</b> |
| 5.1 Soportes admitidos.....   | 10        |
| 5.2 Tipo de fijaciones y número .....   | 11        |
| 5.3 Forma de aplicación .....   | 12        |
| 5.4 Puntos singulares.....  | 13        |
| <b>6 PRESTACIONES DEL SISTEMA.....</b>  | <b>13</b> |
| 6.1 Resistencia y estabilidad mecánica.....                                   | 13        |
| 6.2 Seguridad en caso de incendio .....                                       | 13        |
| 6.3 Higiene, salud y medio ambiente (Salubridad) .....                        | 14        |
| 6.4 Seguridad de utilización.....   | 14        |
| 6.5 Ahorro energético y aislamiento térmico.....                              | 14        |
| 6.6 Aislamiento acústico .....  | 15        |
| 6.7 Vida útil y durabilidad.....  | 15        |

# 1 INTRODUCCIÓN

El conocimiento de estos productos se remonta a mediados del siglo XIX, donde Jean Claude Eugène Péclet llevó a cabo una serie de experimentos donde se mostraba la buena resistencia térmica que producía una serie de láminas finas de acero separadas por cámaras de aire, incluso encontró el efecto que producía la variación en la anchura de estas cámaras.

Durante los 75 años siguientes existen pocas referencias con respecto al efecto de estas superficies de baja emisividad y no hubo un uso comercial de estos productos hasta 1925. Sobre estas fechas Schmidt y Dykerhoffled patentaban en Alemania el uso de superficies reflectivas como aislamiento térmico.

Ellos experimentaban con láminas de aluminio extremadamente finas, con espesores de 0.013 mm, y desarrollaron una efectiva y económica forma de aislamiento. Desde la aparición de esta patente otros investigadores han descubierto importantes aplicaciones para este principio.

Una cámara de aire actúa como un aislamiento térmico y si el espesor de esta cámara es por lo menos de 2 cm, la radiación es el responsable de por lo menos 2/3 del flujo de calor total. Si estas cámaras de aire se limitan con superficies metálicas de muy baja radiación/emisividad y buena reflectividad, este mismo espacio de aire se convierte automáticamente en un mejor aislamiento térmico ya que la radiación de calor es eliminada prácticamente.

# 2 DEFINICIÓN

Un aislamiento térmico reflectivo, es aquel producto que una vez instalado en una cámara de aire existente en cubiertas, fachadas y suelos o techos, incrementa la resistencia térmica de esta cámara de aire. Este incremento se debe a la baja emisividad superficial del producto y a la existencia de una cámara de aire en contacto con él.

Se trata de productos constituidos por una o varias láminas reflectivas, es decir, que tienen la propiedad de reflejar el calor; las cuales están constituidas generalmente por una lámina de aluminio, o por una matriz plástica con partículas de aluminio.

Esta láminas de aluminio están formadas, generalmente, por un Laminado multicapa constituido por:

- Barniz ignífugo protector / capa de protección contra la corrosión / capa de poliestireno, etc., cuya función principal es proteger la capa de aluminio de los agentes externos y garantizar una mayor durabilidad del mismo, pero por otro lado estas capas pueden modificar en mayor o menor grado las prestaciones de resistencia térmica de estos sistemas.
- Lámina de aluminio (aprox. 8 micras de espesor) con un contenido en aluminio superior al 97% (nominal). Estas láminas son las que proporcionan las prestaciones térmicas principales del producto.
- Adhesivo, que sirve para fijar la capa de aluminio al soporte de film de polietileno.



- Film de polietileno ignífugo (aprox. 50-100 micras de espesor). Esta capa sirve simplemente como soporte del aluminio para que no rompa con tanta facilidad.

Además, de las láminas exteriores de aluminio, el producto puede tener una serie de láminas interiores de film de burbujas de polietileno (PE), espuma de polietileno o de polipropileno, lana sintética, lana mineral, lana vegetal o animal.

La unión de estas láminas se puede llevar a cabo mediante pegado, sellado, soldado, cosido e incluso con perforaciones. Cuando se utiliza una banda de aluminio para su sellado, ésta deberá presentar una emisividad igual o inferior al de la capa de aluminio.

Estos productos deben incorporarse en **cámaras de aire estancas**, para poder obtener sus mejores prestaciones. El espesor mínimo de cámara de aire recomendado es de 2 cm.

### 3 EMISIVIDAD

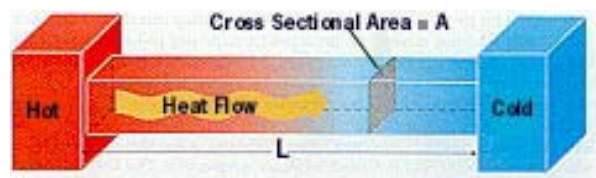
Podemos definir el calor como una de las formas en que se expresa la energía, se transmite de un elemento radiante, que tiene cierta temperatura, a un receptor con menor temperatura, a través de ondas electromagnéticas. Su transmisión puede tener lugar de tres maneras diferentes:

**Conducción**, La conducción tiene lugar cuando dos objetos a diferentes temperaturas entran en contacto. El calor fluye desde el objeto más caliente hasta el más frío, hasta que los dos objetos alcanzan a la misma temperatura.

La conducción es el transporte de calor a través de una sustancia y se produce gracias a las colisiones de las moléculas. En el lugar donde los dos objetos se ponen en contacto, las moléculas del objeto caliente, que se mueven más deprisa, colisionan con las del objeto frío, que se mueven más despacio. A medida que colisionan las moléculas rápidas dan algo de su energía a las más lentas. Estas a su vez colisionan con otras moléculas en el objeto frío. Este proceso continúa hasta que la energía del objeto caliente se extiende por el objeto frío, es decir, el calor se transmite de molécula a molécula por contacto directo.



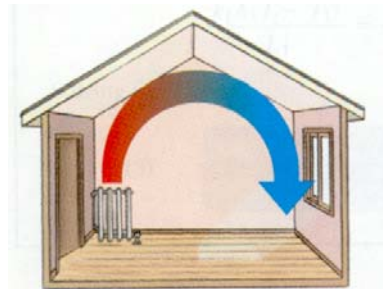
En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción.



En los cuerpos sólidos porosos, estos poros están rellenos de aire, por lo tanto, existen radiación y convección. Muchas veces es imposible dissociar estas tres formas de transmisión y es por simplificar por lo que se agrupa el conjunto de fenómenos bajo el nombre de conducción.



**Convección**, En líquidos y gases la convección es usualmente la forma más eficiente de transferir calor. La convección tiene lugar cuando áreas de fluido caliente ascienden hacia las regiones de fluido frío. Cuando esto ocurre, el fluido frío desciende tomando el lugar del fluido caliente que ascendió. Este ciclo da lugar a una continua circulación en que el calor se transfiere a las regiones frías.



**Radiación**, se da por la transformación de energía radiante en energía de agitación molecular. Se diferencia de las dos anteriores en que no necesita de un medio para la transferencia de calor sino que ocurre de forma similar a la transmisión de la luz.

Los objetos emiten radiación cuando electrones en niveles de energía altos caen a niveles de energía bajos. La energía que se pierde es emitida en forma de luz o radiación electromagnética. La energía absorbida por los átomos hace que sus electrones "salten" a niveles de energía superiores. Todos los objetos absorben y emiten radiación.



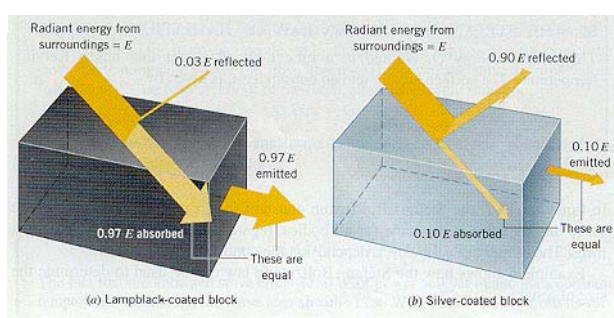
Como ejemplo se puede citar que la Tierra recibe calor del Sol casi exclusivamente por radiación.

**La emisividad** de una superficie es la relación entre el flujo radiante emitido por la superficie y el flujo emitido por un cuerpo negro a la misma temperatura y en las mismas condiciones. Es, por tanto, adimensional.

Se refiere a la habilidad de la superficie de un material de emitir energía radiante. Todos los materiales tienen un rango de emisividades entre 0 y 1. Cuanto menor sea la emisividad de un material, menor será el calor radiado desde su superficie.

**La reflectividad**, se refiere a la fracción de energía radiante entrante que es reflejada por la superficie el material. Reflectividad y emisividad están relacionadas y la suma de ambos es siempre 1. Por ejemplo, una muestra de aluminio con una emisividad 0.05, presenta una reflectividad de 0.95.

La emisividad es una propiedad específica de la superficie de un material. Una emisividad 0 corresponde a un cuerpo que refleja el 100% de la radiación recibida y una emisividad 1 corresponde a un cuerpo que absorbe el 100% de la radiación recibida (cuerpo negro). Generalmente, las superficies mates y rugosas absorben más calor que las superficies brillantes y pulidas, y las superficies brillantes reflejan más energía radiante que las superficies mates.



La emisividad de estos productos depende del estado de su superficie, así la presencia de partículas de polvo, manchas, etc., pueden incrementar la emisividad y reducir sus prestaciones térmicas. Por tanto, es necesario asegurar que estos productos mantienen en buen estado su superficie durante la vida útil del mismo.

## 4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA TÉRMICA

La resistencia térmica que proporcionan los aislamientos térmicos reflectivos se deben principalmente a que evitan o frenan la transmisión del calor por radiación, por tanto, es necesario que estas superficies de baja emisividad estén en contacto con un medio donde el calor se transmita por medio de radiación.

En edificación este medio suele ser, generalmente, las cámaras de aire estancas, donde la transmisión del calor se debe principalmente a los procesos de convección y radiación, ya que por conducción la resistencia térmica del aire es muy alta.

| Material               | W/m.K     |
|------------------------|-----------|
| Acero                  | 47-58     |
| Agua                   | 0,58      |
| Aire                   | 0,02      |
| Espuma de poliuretano  | 0.02      |
| Lana mineral           | 0.04      |
| Poliestireno expandido | 0.03      |
| Aluminio               | 209,3     |
| Amianto                | 0,04      |
| Corcho                 | 0,04-0,30 |
| Estaño                 | 64,0      |
| Fibra de Vidrio        | 0,03-0,07 |
| Hierro                 | 1,7       |
| Ladrillo               | 0,80      |
| Ladrillo Refractario   | 0,47-1,05 |
| Latón                  | 81-116    |
| Litio                  | 301,2     |
| Madera                 | 0,13      |
| Níquel                 | 52,3      |
| Parafina               | 0,21      |
| Plomo                  | 35,0      |
| Vidrio                 | 0,6-1,0   |

Las cámaras de aire las definiremos como un espacio limitado por dos superficies, básicamente planas y lisas, paralelas entre sí y perpendiculares a la dirección del flujo de calor, con espesores (perpendiculares al flujo de calor) inferiores al 10% de cualquiera de las otras dos dimensiones, que contienen aire de forma estanca, sin intercambio con el aire exterior a la cámara.

Con estas premisas, podemos considerar las cámaras de aire como térmicamente homogéneas, y por tanto podremos sumar su resistencia térmica a las del resto de las capas sólidas, también térmicamente homogéneas, que constituyan un cerramiento.

En el caso de que las superficies que delimitan la cámara no sean paralelas, la resistencia térmica varía sobre la superficie de la cámara y ésta no es térmicamente homogénea, por lo que se requiere un cálculo específico para estos casos que pondere la variación de la resistencia térmica en función de la superficie.

La incorporación de estos productos en una cámara de aire, hace que se incremente su resistencia térmica. Es necesario volver a recalcar que el sistema de aislamiento térmico está **siempre** constituido por el producto reflectivo y por la cámara de aire en contacto con él. Si, la superficie reflectiva estuviera en contacto con otro material sólido, ésta no contribuiría a la resistencia térmica del elemento.

La resistencia térmica de un aislamiento térmico reflectivo, además de su resistencia superficial, está influenciada por su resistencia intrínseca. Esta resistencia se define como la resistencia térmica que aporta el núcleo del producto, es decir, el valor medido sin considerar las cámaras de aire vecinas.

## 4.1 Determinación de la resistencia térmica de la cámara de aire estanca<sup>1</sup>

La resistencia térmica que presenta una cámara de aire estanca cuando está en contacto con este tipo de productos se determina según se indica en la Norma UNE EN 6946 “Elementos y componentes de edificación, Resistencia y Transmitancia Térmica”: Anexo B “Resistencia térmica de espacios no ventilados”, a través de la expresión:

$$R_g = 1 / (h_a + h_r)$$

$R_g$  = Resistencia térmica de la cámara.

$h_a$  = Coeficiente de conducción/convección (relacionado con la dirección del flujo de calor y con el espesor de la cámara)..

$h_r$  = Coeficiente de radiación (relacionado con la emisividad superficial del aislamiento)

$$h_r = E h_{ro}$$

$E$  = Factor de emisividad

$$E = 1 / (1/e_1 + 1/e_2 - 1)$$

El factor de emisividad  $E$  de una cámara de aire expresa el efecto combinado de las emisividades de las superficies limítrofes en sus dos caras. También se conoce como emisividad efectiva de la cámara de aire.

$e_1$  y  $e_2$  = Emisividades de cada una de las caras que limitan la cámara de aire.

$h_{ro}$  = coeficiente de radiación para una superficie o cuerpo negro (relacionado con la temperatura).

$$h_{ro} = 4 \sigma T_m^3$$

$\sigma$  = es la constante Stefan\*Boltzmann ( $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$ )

$T_m$  = es la temperatura media termodinámica de la superficie y sus alrededores.

Es importante observar que el calor transmitido por radiación a través de una cámara de aire no está afectado por el espesor de la cámara, su posición o el sentido del flujo de calor. Por tanto, la colocación de las láminas de baja emisividad (superficie caliente o fría) no afecta al factor de emisividad  $E$  ni, por tanto, al flujo de calor transmitido por radiación.

Pero por otro lado, el cálculo de la resistencia térmica total de esta cámara de aire estanca muestra que además de la emisividad de sus caras, está ligada a su espesor, temperatura y dirección/sentido del flujo de calor.

Es decir, el coeficiente de convección / conducción afectan a la resistencia final de la cámara de aire, y estos están ligados al espesor y al flujo de calor.

A continuación se muestran los datos de una cámara de aire estanca con diferentes espesores, cuando se una de sus caras presenta una emisividad de 0.05 y a una  $T^\circ\text{C}$  de  $-10^\circ\text{C}$ .

<sup>1</sup> Una cámara de aire estanca (sin ventilar), según se define en la norma UNE EN 6946, es aquella en la que no existe ningún sistema específico para el flujo del aire a través de ella. Una cámara de aire con pequeñas aberturas al exterior puede también considerarse como cámara de aire sin ventilar, si esas aberturas no permiten el flujo de aire a través de la cámara y no exceden:

- 500 mm<sup>2</sup> por m de longitud para las cámaras de aire verticales.
- 500 mm<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> de superficie para cámaras de aire horizontales.

| Sentido Flujo | 2 cm | 4 cm | 10cm |
|---------------|------|------|------|
| Ascendente    | 0.46 | 0.46 | 0.46 |
| Descendente   | 0.69 | 1.21 | 1.87 |
| Horizontal    | 0.69 | 0.69 | 0.69 |

Los valores muestran que:

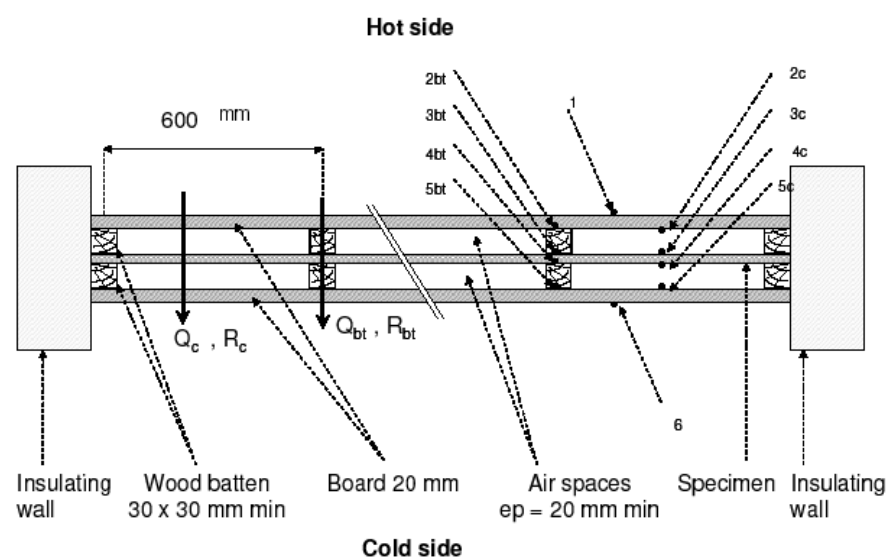
- *Dependiendo del flujo*: cuando el flujo es descendente, la transmisión del calor por convección se reduce y se incrementa la resistencia de la cámara. Cuando el flujo es horizontal se incrementa la transmisión por convección y mucho más cuando es ascendente.
- *Dependiendo del espesor*: Cuando tenemos flujos ascendente y horizontal, la transferencia por convección contrarresta la mayor resistencia por conducción, obteniéndose los mismos valores de resistencia. Cuando el flujo es descendente la resistencia se incrementa ya que el efecto de convección es muy bajo.

En base a los resultados obtenidos, para evitar o reducir el efecto negativo en la resistencia térmica de los procesos de convección, es recomendable la utilización de cámaras de aire con espesores óptimos (es necesario hacer los cálculos correspondientes).

Es necesario tener en cuenta que en el caso de que el sistema incluya dos o más láminas de baja emisividad, se deberá calcular la resistencia térmica de la cámara de aire incluida entre dos láminas de baja emisividad, teniendo en cuenta el factor de emisividad correspondiente.

Actualmente, los estudios de evaluación a escala Europea, no consideran necesario la realización de ensayos prácticos para la determinación de la resistencia térmica de la cámara de aire. Pero, en algunos casos pueden resultar interesantes para determinar si existen cambios debidos a cambios de espesor, puentes térmicos. El ensayo se puede realizar en base a la UNE EN ISO 8990:1994. "Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Métodos de la caja caliente guardada y calibrada" o en base a la norma ASTM C 1224-97 "Especificaciones para aislamientos térmicos reflectivos aplicados en edificación".

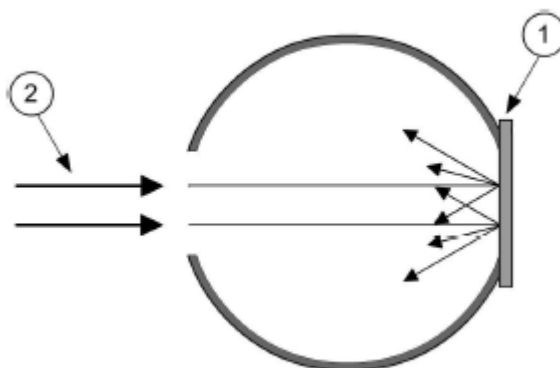
La imagen de abajo muestra un esquema de ejemplo, donde los puntos negros muestran la colocación de los sensores.



Se debe tener en cuenta que cuando se lleven a cabo los cálculos de la resistencia térmica de la cámara de aire, si ésta está ligeramente ventilada<sup>(2)</sup>, su resistencia térmica se reduce a la mitad y en caso de cámaras ventiladas, su resistencia térmica es nula (UNE EN 6946).

## 4.2 Determinación de la emisividad

La determinación de la emisividad de las muestras. Se determina a través de las medidas de reflectividad hemisférica usando un espectrofotómetro de infrarrojos con unos rangos de 5 a 22  $\mu\text{m}$ , si es posible se recomienda entre 5 a 50  $\mu\text{m}$ , como se recomienda en la norma EN 12.898, cláusula 5, que permita determinar el factor de reflectividad total / hemisférico.



Además es posible determinar la emisividad a través un emisómetro portátil, tal y como se describe en la norma ASTM C 1371-71.

## 4.3 Determinación de la resistencia térmica intrínseca del producto

La determinación de la resistencia térmica intrínseca de los productos se determinará según se describe en la norma UNE EN 12.667 “Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica” a una temperatura de 10°C.

Cuando el espesor del producto sea inferior a los mínimos especificados en esta norma, el producto se deberá apilar hasta alcanzar el espesor deseado.

Otra forma de determinar este valor es mediante la realización del ensayo conforme a la norma UNE EN ISO 8990:1994 ó a la norma ASTM C 1224-97, en este ensayo se instalará en primer caso el producto sólo con la lámina reflectiva y un segundo caso con el producto completo. La diferencia entre los dos resultados puede considerarse como la resistencia intrínseca del material.

<sup>(2)</sup> Una cámara de aire ligeramente ventilada es aquella en la que no existe un dispositivo para el flujo de aire limitado a través de ella desde el ambiente exterior por aberturas dentro de los siguientes rangos:

- > 500 mm<sup>2</sup> pero ≤ 1.500 mm<sup>2</sup> por m de longitud para cámaras de aires verticales.
- > 500 mm<sup>2</sup> pero ≤ de aire horizontales 1.500 mm<sup>2</sup> de superficie para cámaras.

## 4.4 Determinación de los puentes térmicos

En el cálculo del coeficiente de transmisión térmica total del elemento constructivo se deberá tener en cuenta la influencia de los puentes térmicos, tanto los propios del sistema, como los ajenos al mismo que puedan existir.

Este cálculo debe de realizarse según se indica en la norma UNE-EN ISO 10211-1, anexo C “Determinación de las Transmitancias térmicas lineales y puntuales”, según la fórmula:

$$U_p = U_c + \frac{\sum_m \Psi_m L_m + \sum_n \chi_n}{A}$$

Donde:

**U<sub>p</sub>** es la transmitancia térmica total del cerramiento, en W / (m<sup>2</sup>.K).

**U<sub>c</sub>** es la transmitancia térmica de la zona donde se ha instalado el aislamiento (teniendo en cuenta la transmitancia de la cámara de aire con el aislamiento y resto de elementos que componen el cerramiento).

**Ψ<sub>m</sub>** es la transmitancia térmica lineal de la parte m del cerramiento, en W / (m.K) (rastreles).

**χ<sub>n</sub>** es la transmitancia térmica puntual de la parte n del cerramiento, en W / K (fijaciones).

**L<sub>m</sub>** es la longitud del puente térmico m, en metros.

**A** es la superficie total del cerramiento, en m<sup>2</sup>.

**χ** para las fijaciones normalmente empleadas 0,01 (valores aproximados). Cuando se emplee la cinta de aluminio sobre las fijaciones del sistema, los puentes térmicos debidos a las grapas y a los tornillos cuya cabeza se encuentre en la cámara de aire donde se instala la cinta de aluminio, podrán despreciarse.

**Ψ** para los perfiles metálicos 0,004 (valores aproximados)

**Ψ** para los perfiles de madera y PVC deberá calcularse en función de su composición y dimensionado (UNE-EN ISO 10211-1, anexo C).

## 5 PUESTA EN OBRA

Los productos reflectivos pueden ser muy variados y cada uno de ellos puede presentar ciertas condiciones especiales de puesta en obra según sus prestaciones, por tanto, la puesta en obra de estos productos debe llevarse a cabo bajo el asesoramiento técnico del fabricante.

En este apartado se indicarán los puntos más significativos que deben de tenerse en cuenta en su puesta en obra.

### 5.1 Soportes admitidos

En producto se colocará sobre paramentos lisos y continuos, en contacto directo con ellos por su cara plástica, en aquellos productos que sólo tengan una lámina de baja emisividad.

Los productos con dos láminas de baja emisividad, se colocará sobre rastreles fijados al paramento base, dando lugar a la formación de una cámara de aire en el trasdós del producto, con un espesor igual al grueso de los rastreles empleados.



Los rastreles empleados como soporte y separadores, deben tener un espesor uniforme igual al espesor que se desea dar a las cámaras de aire.

Los rastreles están formados generalmente de madera, natural u obtenidos a partir de tableros de partículas de madera (aglomerado hidrófugo habitualmente), PVC o metálicos de chapa de acero conformada en frío tipo “Ω”, similares a los empleados para trasdosados con tabiquería de yeso laminado.

El soporte base y los rastreles sobre los cuales el aislamiento térmico sea instalado deben ser lo suficientemente rígidos, densos y dimensionalmente estables, para poder soportar el sistema, y que sus características se mantengan durante un tiempo de vida útil razonable.

## 5.2 Tipo de fijaciones y número

Es necesario que el fabricante especifique el tipo y número de fijaciones. El tipo de fijaciones empleados en la instalación de este producto difiere dependiendo del tipo de rastrel o soporte utilizado. A continuación se dan los datos para la instalación de dos productos constituidos por láminas de aluminio con interior de espuma y burbujas de polietileno.

Cuando el producto es instalado sobre paramentos continuos verticales u horizontales, correspondientes a la cara de los forjados, mediante fijación mecánica con tornillo metálico y arandela (diámetro  $\geq 8$  mm) sobre taco plástico.

El tornillo recomendado, para este tipo de fijaciones, es de métrica 3,5 mm de diámetro y 35 mm de longitud, con arandela plana sobre taco plástico.

Los productos con dos láminas de baja emisividad, se instalarán sobre rastreles de metal o madera mediante fijaciones mecánicas con tornillos metálicos con arandela adecuados al rastrel. En el caso del uso de rastreles de madera, también puede fijarse mediante grapas metálicas, con un tamaño mínimo de ancho de 10 mm, y de profundidad de 8 mm.

Las fijaciones metálicas empleadas deben presentar una buena resistencia al envejecimiento de forma que su oxidación no provoque un ensuciamiento del producto y una pérdida de prestaciones.

La fijación mecánica del producto se realiza sobre la lámina en los solapes o sobre la lámina cuando ésta lo precise, utilizando las fijaciones anteriormente indicadas.

En el caso de los solapes, las fijaciones se deben colocar a una distancia del borde de la lámina comprendida entre 2 y 3 cm.

La distancia máxima entre fijaciones debe ser de 60 cm dentro de una misma fila de fijaciones.

La distancia máxima entre líneas de fijaciones será de la correspondiente al ancho de la lámina y como máximo 150 cm.

En aquellos casos donde no sea posible la colocación a las distancias indicadas anteriormente, se deberá consultar al fabricante.

Asimismo, en el caso de aplicar el producto con dos caras de aluminio en edificios (generalmente naves industriales) con grandes huecos, donde una de las caras del producto no esté incluida en una cámara de aire cerrada, sino expuesta al interior de la nave, se deberán tener en cuenta las indicaciones de succión y presión interiores de viento recogidas en la Normativa vigente, para determinar correctamente el número mínimo de fijaciones

### 5.3 Forma de aplicación

La puesta en obra del producto debe realizarse a través de empresas autorizadas por el fabricante o su representante y, por tanto, bajo asesoramiento técnico de éste.

El primer paso es llevar a cabo el replanteo de la zona que se va a aislar, sobre todo en el caso del uso de rastreles, ya que para su correcta colocación es necesario que éstos coincidan con las líneas de solape entre las distintas láminas y con las restantes líneas de fijaciones.

Una vez colocados los rastreles, se deberán cortar las láminas con las dimensiones adecuadas mediante la utilización de tijeras o navaja. Su longitud se deberá ajustar a la de la superficie que se desea cubrir, teniendo en cuenta que:

- La unión entre las láminas debe de tener un solape mínimo de 5 cm.
- Las láminas situadas en el encuentro con el paramento que delimita la cámara de aire, deberán tener la longitud suficiente para quedar doblada cubriendo el espesor de esta cámara.

La lámina debe colocarse lo más tensado posible de manera que se asegure el espesor de la cámara de aire.

Las dos láminas que concurren en el solape se fijarán mecánicamente al rastrel correspondiente. Una vez fijada, la terminación de la instalación se realizará mediante:

- Banda auto-adhesiva. Será necesario presionar con fuerza con una espátula plástica una lámina contra la otra para que queden adheridas en toda su longitud.
- Cinta adhesiva de aluminio, se aplicará centrada con el solape cubriendo por igual las dos láminas y presionando sobre la superficie a unir asegurando su correcta adhesión en toda su longitud y anchura.

Este sellado entre láminas tiene por objeto garantizar la estanqueidad entre las cámaras de aire que delimitan y asegurar la impermeabilidad al vapor de agua de la cortina colocada.

Para terminar, se ejecutará un nuevo paramento dejando una cámara de aire entre la lámina y este cerramiento.

Dado que la capacidad aislante del sistema está relacionada con sus propiedades superficiales, la lámina de aluminio debe de estar totalmente limpia, una vez finalizado el proceso de instalación.

En el caso de que se deposite polvo sobre la superficie de aluminio, será necesario limpiarla con un paño seco.

Una manera de asegurar que no se ensucie la superficie del producto durante su puesta en obra, es protegerlo con un plástico durante su colocación, el cual se retirará una vez finalizada.

En aquellos casos, en los que el material se extienda en el suelo para su replanteo y corte, es necesario que éste esté lo más limpio posible o que se cubra con un plástico, cartón, etc, para evitar ensuciar o dañar el producto.



Si la suciedad no se puede eliminar con un paño seco en alguna zona, o bien la zona se ha perforado o dañado, será necesario sustituir las zonas deterioradas o cubrirlas con una nueva lámina (teniendo en cuenta los criterios de fijación indicados anteriormente).

## 5.4 Puntos singulares

En el caso de huecos en la cámara de aire producidos por paso de instalaciones, etc, se debe recercar dicho hueco con los mismos rastreles, que los empleados en el resto del paramento, que servirán como línea de fijación de las láminas del producto.

## 6 PRESTACIONES DEL SISTEMA

Estos productos en base a sus características y a sus condiciones de puesta en obra deben de tener una serie de prestaciones que hagan viable su uso / Instalación y que sus prestaciones se mantengan en el tiempo.

Las prestaciones se agrupan en función de los requisitos esenciales de la Directiva de Productos de construcción.

### 6.1 Resistencia y estabilidad mecánica

Este sistema no interviene ni en la resistencia ni en la estabilidad del elemento donde se incorpora.

### 6.2 Seguridad en caso de incendio

Para la utilización de este tipo de productos se deberá, en cada caso y circunstancia, respetar la Reglamentación de Seguridad en caso de incendio que le sea aplicable en cuanto a su Reacción al Fuego.

En base a la utilización más genérica de este tipo de productos, y según se recoge en:

- *el Código Técnico de la Edificación*, en la sección SI 1. Propagación interior. 4 Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario, son aplicables las siguientes categorías en función de su colocación.

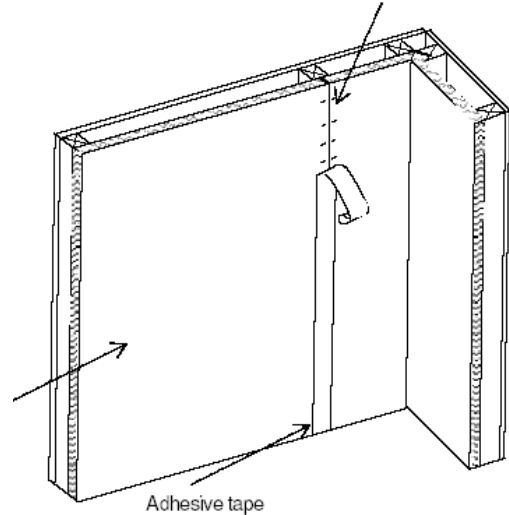
| Situación del elemento                                  | Revestimientos    |        |
|---|-------------------|--------|
|   | techos y paredes* | suelos |
| Zonas ocupables   | C-s2, d0          | -----  |
| Aparcamientos   | A2-s1, d0         | -----  |
| Pasillos y escaleras protegidos                         | B-s1, d0          | -----  |
| Recintos de riesgo especial                             | B-s1, d0          | -----  |
| Espacios ocultos: falsos techos, suelos elevados, etc.. | B-s3,d0           | Bfl-s2 |

\* Si el producto presenta una resistencia inferior a la requerida para cada caso, pero se encuentra incluido como una capa interior en la pared o techo, este deberá estar protegido por una capa que sea EI 30 como mínimo. Esta exigencia excluye el interior de viviendas.

- *el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales*. Productos de revestimientos: los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser en paredes y techos: C-s3 d0, o más favorable.

Productos incluidos en paredes y cerramientos. Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado anterior, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30.

La determinación de su resistencia al fuego se llevará a cabo según la norma UNE EN 13.823, con un montaje como el que se muestra en la figura.



### 6.3 Higiene, salud y medio ambiente (Salubridad)

Se deberá indicar si estos productos pueden ser utilizados como barreras de vapor (UNE EN 12086 "Productos aislantes térmicos para aplicación en la edificación. Determinación de las propiedades de transmisión del vapor de agua) y si no libera partículas peligrosas, ni gases tóxicos que puedan contaminar el medioambiente.

### 6.4 Seguridad de utilización

Este sistema no afecta / interviene al requisito de seguridad de utilización.

### 6.5 Ahorro energético y aislamiento térmico

Estos productos intervienen directamente con el aislamiento térmico del elemento donde se incorpora, y el cálculo de la resistencia térmica de estos sistemas se deberán seguir los pasos indicados en el punto 3.

Se deberá calcular el efecto de los puentes térmicos, como se recoge en el punto 3.4 y Al igual que para cualquier otro aislamiento térmico se deberá llevar a cabo un cálculo higrotérmico del elemento constructivo que incorpore la lámina de baja emisividad en función del régimen higrotérmico previsto y la diferente ordenación de los componentes del elemento constructivo.

El CTE establece que: *"Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo."*

El cálculo para la determinación de las condensaciones intersticiales se podrá llevar a cabo según la norma UNE EN 13.788 o el método simplificado recogido en el CTE. Por último, de-

pendiendo del tipo de producto reflectivo podrá ser necesario especificar su resistencia intrínseca (punto 3.3).

## 6.6 Aislamiento acústico

En general, estos productos no intervienen en el aislamiento acústico del elemento donde se incorpora.

## 6.7 Vida útil y durabilidad

Las prestaciones de estos sistemas deben permanecer por una vida útil razonable. Las prestaciones que se estudian para este tipo de sistemas pueden variar dependiendo del tipo de láminas intermedias que presenten y de las características especiales de su puesta en obra, pero las prestaciones que actualmente se le están exigiendo son las siguientes:

| Emisividad                                      | Antes y después de envejecer   |
|---|--|
| <b>Resistencia a la tracción y alargamiento</b> | UNE EN 12311-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de las propiedades a la tracción. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.   |
| <b>Ancho</b>                                    | EN 823. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del espesor.   |
| <b>Resistencia biológica</b>                    | Esta característica no es relevante para productos con núcleo de plásticos (ejem. PP ó PE).  |
| <b>Retención de aditivos</b>                    | Esta característica no es relevante para productos con núcleo de plásticos (ejem. PP ó PE).  |
| <b>Resistencia al pelado</b>                    | Antes y después de envejecer<br>UNE EN 12316-2 "Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de la resistencia al pelado del solapo. Parte 2: Láminas plásticas y de cauchos para la impermeabilización de cubiertas" ó<br>UNE EN 11.339 Adhesivos. Ensayo de pelado en T para uniones encoladas flexible sobre flexible. (ISO 11339:2003) |
| <b>Resistencia a la cizalla</b>                 | Antes y después de envejecer<br>UNE EN 12317-2 "Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de la resistencia al cizallamiento de los solapos. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas."   |
| <b>Resistencia al desgarro por clavo</b>        | Antes y después de envejecer<br>UNE EN 12310-1 "Láminas flexibles para impermeabilización. Parte 1: Láminas bituminosas para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de la resistencia al desgarro (por clavo)".   |
| <b>Plegabilidad a bajas temperaturas</b>        | Antes y después de envejecer<br>UNE EN 1109 "Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de la flexibilidad a bajas temperaturas".   |
| <b>Estabilidad dimensional</b>                  | EN 1604 "Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad"  |

Los envejecimientos a los que se someten son:

- Las muestras se mantienen durante 90 días a una temperatura de 70°C y a una humedad relativa del 95%, según la norma ASTM C 1258-94 "Standard Test Method for Elevated Temperature and Humidity Resistance of Vapor Retarders for Insulation".
- Las muestras se mantienen durante 90 días a una temperatura de -10°C, tras los cuales sólo se determina la emisividad.



**Seminario S8:**

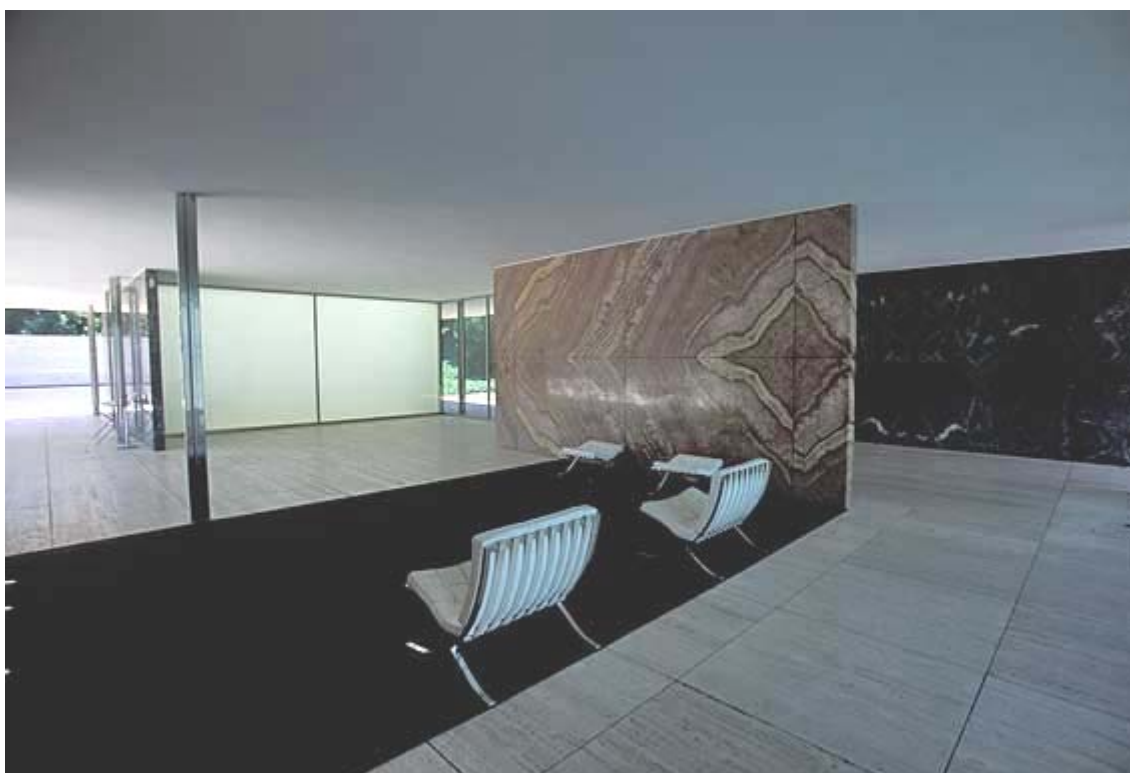
---

Ponencia nº 13:

**EVALUACIÓN DE SISTEMAS INNOVADORES PARA PARTICIONES.  
GUÍA DITE 003**

Eduardo Lahoz, arquitecto IETcc.

---



## ÍNDICE

---

01. INTRODUCCIÓN
  02. GENERALIDADES SOBRE LA GUIA DITE 003
  03. EXIGENCIAS O REQUISITOS DE LA DPC
  04. CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES
  05. BIBLIOGRAFIA
-

## 1. INTRODUCCIÓN

Quizá si pensamos en una imagen que simbolice lo esencial de un edificio, lo primero que imaginemos sea el dibujo del sistema estructural Dominó (1914), con el que Le Corbusier, parecía poner las bases de lo que enunció en 1926 con sus famosos "cinco puntos para una nueva arquitectura":

- La casa sobre pilotis para que el suelo quede libre como un jardín
- El techo-jardín para que, en lugar de cubiertas inclinadas, las terrazas sean otro jardín
- La ventana continua, desarrollada en horizontal
- La fachada libre, es decir, independiente de la estructura portante
- El plano libre, no rígidamente distribuido por **tabiques fijos**

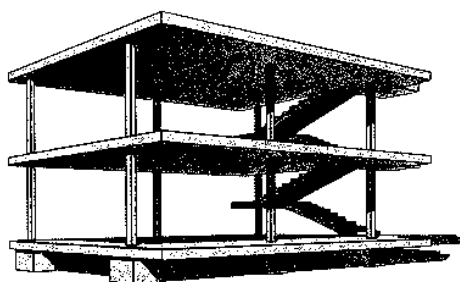


Fig. 1: Esquema Dominó

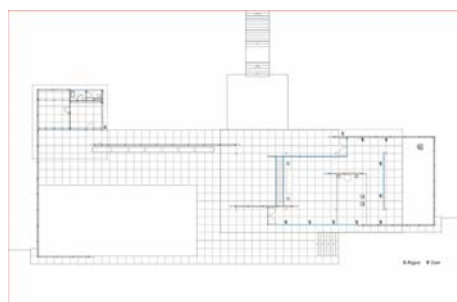


Fig. 2. Planta Pabellón de Barcelona

Sin embargo, un tabique fijo puede ser clave para definir un determinado espacio, como es el Pabellón de Barcelona de Mies van de Rohe. Aquí, la circulación interior se articula por medio de una partición revestida con piedra. Quizá este edificio ejemplifique como el término "partición" pueda tener un sentido mucho más amplio que el término "tabique", pues parece estar englobando posible sistemas y materiales bien diferentes, con prestaciones acordes con una determinada intención arquitectónica y un determinado programa funcional.

En este contexto, el arquitecto tendrá que decidir para las estancias proyectadas, cómo alcanzar el nivel de confort requerido. Podrá utilizar componentes tradicionales o bien componentes de reciente aparición en el mercado; en cualquier caso precisará conocer su especificación técnica concreta, si existe, para poder prescribir adecuadamente.

En el caso de ciertos sistemas y kits de particiones interiores, en particular, aquellos que no resultan de componentes generalmente disponibles y/o fabricados en la propia obra, la Especificación Técnica adecuada sera el Documento de Idoneidad Técnica Europeo basado en la Guía DITE 003.

Este matiz relativo al origen "prefabricado" de la partición es pues el principal criterio de selección para considerar a una determinada solución constructiva como perteneciente al ámbito de aplicación de la Guía DITE. Tal y como se detalla más adelante, existen otros criterios. De cómo estos sistemas o kits compuestos permiten satisfacer los Requisitos Esenciales exigibles a los edificios por la Directiva de Productos de Construcción, reside el objeto de la presente ponencia. No lo es en cambio, ni tampoco, es objeto de la propia Guía ,evaluar qué sistema de particiones es realmente innovador.

Esta tarea, quizá, corresponda al propio mercado, donde la **optimización de costes y plazos de ejecución en obra y la incorporación de nuevas prestaciones** parecen marcar la evolución de este tipo de sistemas constructivos.

## 2. GENERALIDADES SOBRE LA GUIA DITE 003

Como principales aspectos, a resaltar conviene recordar los siguientes:

### 2.1 Ámbito de aplicación de la guía.

El Capítulo 2 de la Guía, dice expresamente:

- La Guía tiene como objeto las particiones para uso como paredes no resistentes:
  - Con o sin prestaciones al fuego y/o aislamiento acústico y/o aislamiento térmico.
  - Realizadas con tableros o materiales laminados sujetos por tacos u otros elementos auxiliares; elaboradas con paneles de composites con o sin entramado de estructura auxiliar; acristaladas total o parcialmente; hechas con componentes homogéneos; incluyendo las fijaciones y accesorios.
  - Diseñadas y ejecutadas en conformidad con las reglas de puesta en obra del beneficiario del DITE y compuestas de componentes producidos en fábrica como parte del kit, bien por el beneficiario mismo del DITE o bien por otros fabricantes de acuerdo a las especificaciones del beneficiario del DITE, que es el responsable del kit.

### 2.2 Tipos de usos, familias de productos, kits

La función esencial de una Partición es:

- Dividir el interior de los edificios (a)
- Separar áreas con diferentes niveles (b)
- Trasdosar muros de fachada (c)

Otras funciones pueden añadirse a las principales, como por ejemplo:

- Compartimentación al fuego y/o
- Compartimentación de áreas con diferentes condiciones acústica y/o
- 

*Compartimentación de áreas con diferentes condiciones higrotérmicas.*

- El campo de aplicación de la Guía es el resultado del reparto de áreas de trabajo realizado entre las Organizaciones EOTA y CEN. Según el acuerdo, EOTA se encargará de los productos que quedan dentro del campo de aplicación que se describe en el capítulo 2 de la parte 1ª de la Guía, mientras CEN tratará con particiones realizadas a pie de obra con componentes generalmente disponibles en la obra.
- Los principios de evaluación de la Guía se han basado en el estado del conocimiento actual y la experiencia adquirida mediante ensayos. Los criterios de evaluación se han elegido considerando el análisis de los aspectos técnicos relativos a las prestaciones de los sistemas de partición con productos tradicionales.
- La Directiva Común UEAtc para la realización de los DIT de tabiques ligeros, es parte de las bases de la Guía, aunque dado que dicha Directiva es de 1973, se han realizado



importantes modificaciones. Además se han incluido especificaciones técnicas nacionales consideradas relevantes.

- Dado que en la Guía se mencionan documentos que se denominan de referencia, debe tenerse en cuenta que en el caso de reedición de dichos documentos, sólo la EOTA tiene competencia para chequear la compatibilidad de los nuevos documentos con la Guía.
- La Guía establece los procedimientos a seguir para la evaluación de las prestaciones de las Particiones, pero también debe tenerse en cuenta que, la definición o elección de las características a evaluar y la definición de las clases o categorías de cada característica, corresponde enteramente al fabricante.
- La Guía además establece las siguientes condiciones a las particiones, para que puedan ser evaluadas:
  - Estructuras capaces de recibir fijaciones.
  - Temperaturas medias entre 5°C y 35°C con mínima de 0°C y máxima de 50°C.
  - Media diaria de humedad relativa entre el 20% y el 75%, con una máxima de 85% en cortos periodos.
  - División de zonas en Tipos de Uso y su relación con los Tipos de Areas empleadas en el Eurocódigo 1.
  - Zonas en las que los requisitos para las superficies de las particiones en relación con la higiene, calidad del aire, electricidad estática, etc, sean de la misma naturaleza y magnitud que las requeridas en viviendas, oficinas, escuelas, etc.
- En relación con el requisito de *Seguridad en caso de Incendio*, la Guía, dado que en varios Estados Miembros de la UE se establecen **clases** para definir la resistencia y reacción al fuego, también lo hace. Otros tipos de clases no se definen en la Guía, pero sí **Tipos de uso** cuando se trata la *Resistencia mecánica y estabilidad* o la *Fortaleza y Rigidez*. Todas las características se expresan generalmente, en forma de valores numéricos; lo que es coherente con la filosofía de la DPC en el sentido de que los Requisitos Esenciales se refieren a las obras y el DITE es una evaluación técnica favorable de la idoneidad de empleo de un producto de construcción para un uso previsto, por ejemplo su incorporación a las obras. El DITE se refiere sólo al producto y clases establecidas o simplemente a las características del producto a utilizar posteriormente por el técnico diseñador de la obra.
- La Certificación de conformidad<sup>1</sup> es una parte fundamental en la forma de entender la evaluación de la idoneidad de los productos. Un producto no sólo debe demostrar su capacidad para satisfacer los Requisitos Esenciales que le son de aplicación, sino que además, el fabricante debe disponer de los medios precisos que aseguren la trazabilidad del producto y su permanente control.

En este sentido todos los productos objeto de DITE, no sólo las Particiones, deben cumplir las exigencias que con respecto a su control posterior se establezcan en las Guías.

- Las Particiones son objeto de varios sistemas de Certificación de la Conformidad en función de su empleo previsto.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> "Attestation of Conformity" (AC), según el término inglés utilizado en la DPC.

<sup>2</sup> Ver la Tercera Parte, capítulo 8 de la Guía.

- La Guía, **no es sólo una herramienta para que los Organismos de la EOTA, encargados de la evaluación de los productos tengan unos criterios consensuados de trabajo o procedimientos de ensayos específicos que aplicar; la Guía es también un instrumento básico para los fabricantes, por cuanto les permite conocer el grado de análisis que se hará de sus productos.**

La Guía es finalmente, una referencia para los técnicos que les permitirá conocer además de la valoración positiva del producto, los datos precisos para establecer los cálculos y diseños necesarios y a la vez formalizar el contenido de los documentos de Proyecto que la Administración requiere.

### 3. LAS EXIGENCIAS O REQUISITOS DE LA DPC.

A continuación se desarrollan los conceptos relativos a estos Requisitos en relación con la unidades de obra de particiones conforme a la **“Guía de evaluación del Documento de Idoneidad Técnica Europeo para Kits de particiones internas para uso como paredes no resistentes”**<sup>3</sup>, establecida por la EOTA<sup>4</sup>.

#### 3.1 Resistencia mecánica y estabilidad.

La partición como hemos venido diciendo no tiene como función soportar las cargas provenientes de otros elementos del edificio, particularmente las cargas estáticas, pero sí obviamente las de su propio peso y a las de otras sollicitaciones que se tratan en el apartado 2.4 relativo a la Seguridad de Uso o aquellas debidas a las deformaciones de la estructura u obra gruesa a la que está incorporado.

#### 3.2 Seguridad en caso de incendio.

Según establece la DPC, las obras deben ser diseñadas y construidas de forma que en caso de incendio. Esto significa que la partición, en caso de incendio, debe tener un apropiado comportamiento de *Reacción al fuego* y de *Resistencia al fuego*.

La **Reacción al fuego**, es la respuesta de los materiales constructivos ante la acción térmica normalizada del ensayo correspondiente, y según las normas UNE EN correspondientes. Los requerimientos de reacción al fuego, serán conformes con las leyes, normativas y reglamentaciones aplicables al uso final de la partición que se aprueben para cada estado miembro

La **Resistencia al fuego**, es la capacidad de un elemento expuesto al fuego, para que durante el tiempo que se especifica, mantenga su estabilidad, no emita gases inflamables por la cara no expuesta al fuego, sea estanco al paso de las llamas o gases calientes y evite que se produzcan en la cara no expuesta temperaturas superiores a las especificadas en las normas UNE EN s. Los requerimientos de resistencia al fuego, serán conformes con las

<sup>3</sup> Guía Nº 003. **Guía de evaluación de los Documento de Idoneidad Técnica Europeo para Kits de particiones internas para uso como paredes no resistentes**. Edición Noviembre 1998

<sup>4</sup> **European Organization for Technical Approval** (Organización Europea para la Idoneidad Técnica)

leyes, normativas y reglamentaciones aplicables al uso final de la partición y se especificarán vía documentos CEN.

### 3.3 Higiene, salud y protección del medio ambiente.

Los aspectos relevantes a considerar para las particiones son:

#### 3.3.1 *Emisión de formaldehidos, asbestos (contenido), pentaclorofenol y otras sustancias peligrosas.*

En las particiones y todos los elementos auxiliares asociados, el uso de materiales que puedan amenazar la salud de los ocupantes o vecinos cuando la partición este en servicio, debe estar de acuerdo con las leyes, normativas y reglamentaciones administrativas aplicables a las obras donde el producto sea incorporado.

Concretamente por:

- Emisión de gases tóxicos.
- Emisión de partículas peligrosas.
- Posibilidad de crecimiento de microorganismos dañinos.
- Emisión de radiaciones peligrosas

#### 3.3.2 *Permeabilidad al vapor de agua.*

La partición debe ser diseñada y ejecutada de forma que la transmisión de humedad a través de la misma no cause condensaciones en su interior o en su superficie, que puedan afectar negativamente a sus propiedades.

#### 3.3.3 *Resistencia al agua*<sup>5</sup>.

Las exigencias relativas a la impermeabilidad al agua de las particiones son relevantes, sólo cuando estas sean utilizadas en zonas directamente expuestas al agua, por ejemplo en baños. Los requerimientos relativos al sistema de revestimiento (alicatado por ejemplo), deben ser tratados separadamente.

### 3.4 Seguridad de uso.

Los aspectos relevantes a considerar para las particiones son:

#### 3.4.1 *Resistencia a cargas horizontales y excéntricas.*

La partición tendrá suficiente resistencia mecánica y estabilidad para asegurar que la seguridad de los ocupantes no está amenazada.

---

<sup>5</sup> En la Normativa española este concepto viene normalmente denominado como **Resistencia al Agua**, aunque la Guía utiliza el concepto de Permeabilidad al agua que, probablemente permita englobar más aspectos.

Esto significa, que la partición tendrá suficiente resistencia mecánica y estabilidad para soportar accidentalmente cargas estáticas o dinámicas importantes debidas a la acción de personas u objetos, sin que su colapso total o parcial produzca fragmentos peligrosos o riesgo de caída, particularmente en zonas con diferentes niveles; o ponga en peligro la seguridad de terceros.

Las cargas mencionadas pueden ser del tipo:

- Choques debidos a la caída de una persona contra la partición.
- Diferencias de presión.
- Un número importante de personas apoyadas o presionando contra la partición, al mismo tiempo.
- Choques debidos al traslado de objetos pesados no deformables, como muebles o equipamientos.
- Portazos.
- Objetos pesados como muebles, o equipamiento de saneamiento o calefacción.

#### *3.4.2 Seguridad de los usuarios a los daños por contacto.*

Las particiones deben ser diseñadas y puestas en obra prestando la debida atención a la seguridad pasiva para proteger a los usuarios de daños debidos a la partición bajo condiciones normales; o para prever daños innecesarios que pudieran ocurrir en el caso de una eventual caída de alguna persona contra la partición. Las características de la partición relacionadas con este riesgo son:

- Geometría. Ventanas abiertas en las zonas de circulación, situación de las puertas, cabezadas.
- Existencia de bordes puntiagudos o cortantes. Juntas, esquinas, adornos.
- Naturaleza de las superficies. Textura.

### **3.5 Protección contra el ruido**

Los aspectos relevantes a considerar para las particiones son:

#### *3.5.1 Aislamiento a ruido aéreo.*

La transmisión de ruido aéreo, a través de la partición, debe ser disminuida en conformidad con las leyes, normativas y reglamentaciones aplicables al lugar donde el producto sea incorporado.

#### *3.5.2 Absorción del sonido.*

La absorción de sonido debe ser considerada sólo en los casos de particiones con acabados hechos en fábrica.

Las prestaciones acústicas de la superficie de la partición cumplirán los requerimientos que procedan con respecto al tiempo de reverberación.

### **3.6 Aislamiento térmico y ahorro energético.**

Los aspectos relevantes a considerar para las particiones son:

#### **3.6.1 Resistencia térmica.**

La resistencia/transmisión térmica de la partición debe ser establecida de acuerdo con las leyes, normativas y reglamentaciones aplicables al lugar donde el producto sea incorporado. Si existiera alguna discontinuidad en la unión de paneles, deberá ser considerado el efecto de puente térmico.

#### **3.6.2 Inercia térmica.**

La inercia térmica de la partición debe ser considerada en los casos que esta característica sea requerida para determinar el consumo de energía de las obras (para calefacción y/o refrigeración).

### **3.7 Otros aspectos relativos a la durabilidad y a las condiciones de servicio.**

Los siguientes requerimientos tienen que ver con los requisitos esenciales pero con ninguno de ellos de forma individual.

#### **3.7.1 Estabilidad y rigidez.**

La partición debe tener suficiente estabilidad y rigidez para mantener su integridad y consecuentemente para asegurar en el tiempo el cumplimiento de los Requisitos Esenciales. Esto significa que la partición debe tener suficiente estabilidad y rigidez para soportar cargas estáticas o dinámicas debidas a la acción de personas u objetos, y ello sin daño aparente, desviaciones o aparente falta de estabilidad.

Las cargas pueden ser debidas a:

- Choques debidos a la caída de una persona contra la partición.
- Diferencias de presión.
- Un número importante de personas apoyadas o presionando contra la partición, al mismo tiempo.
- Choques debidos al traslado de objetos pesados no deformables, como muebles o equipamientos.
- Portazos.
- Objetos pesados como muebles, o equipamiento de saneamiento o calefacción.
- Objetos ligeros, como cuadros, lámparas o muebles pequeños.

Como complemento a esto, las particiones cuyo uso previsto sea el de recibir revestimientos cerámicos, deberán tener una rigidez mayor que asegure que el revestimiento no se deteriore.

### 3.7.2 Resistencia al envejecimiento.

Para prevenir una reducción en las prestaciones mecánicas o de otro tipo, los componentes de la partición y sus posibles acabados deben protegerse contra el envejecimiento causado por agentes físicos, químicos o biológicos.

#### 3.7.2.1 Agentes físicos

Condiciones higrotérmicas.

La partición incluyendo sus juntas, no debe ser afectada de manera desfavorable (por ejemplo, deterioro, deformación, etc) por las condiciones siguientes:

- Variaciones de temperatura/humedad cuando se den, al mismo tiempo, las mismas variaciones en las dos caras de la partición. (Por ejemplo, La calefacción en las oficinas puede ser reducida, o incluso estar apagada por la noche y durante los fines de semana o los días de fiesta. La temperatura de las oficinas puede bajar desde los 25°C hasta los 5°C con los consiguientes incrementos de humedad relativa).
- Diferencias de temperatura y/o de humedad relativa en una cara de la partición con respecto a la otra. (Por ejemplo, en una oficina, la temperatura puede ser superior a 25°C y existir dentro un almacén no calefactado. La temperatura en la cara no calefactada puede variar desde casi 0°C en invierno a 30°C en verano).
- Zonas con alta temperatura, debido a radiadores o calefactores próximos.

#### 3.7.2.2 Agentes químicos.

Agua, dióxido de carbono, oxígeno (por la posible corrosión), y otros agentes normalmente dañinos con probabilidad de ponerse en contacto con la partición; por ejemplo agentes de limpieza (la resistencia a los agentes de limpieza debe ser sólo considerada en particiones o componentes completamente manufacturados en fábrica)<sup>6</sup>.

#### 3.7.2.3 Agentes biológicos.

Hongos, bacterias, algas e insectos.

La partición debe ser diseñada y construida de forma que no sea infestada por insectos o parásitos.

Y hasta aquí los Requisitos Esenciales establecidos por la DPC y su particularización a la unidad de obra, particiones. En el contexto europeo, son requisitos a cumplir por los productos para que tengan garantizada la libre circulación. Son pues requisitos básicos y mínimos necesariamente ya que son **obligatorios**. El fabricante deberá demostrar que cumple estos requisitos para poder realizar el **mercado CE**<sup>7</sup> de sus productos.

<sup>6</sup> Es obvio que para las particiones que incorporen acabados posteriores, como pintura por ejemplo, no es necesario la evaluación indicada.

<sup>7</sup> El apartado 2 del artículo 4 de la DPC establece las condiciones que el mercado CE indica para los productos.

## 4. CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Relativas a la evaluación de la idoneidad de empleo de las particiones en la Guía.

El capítulo 7 de la Guía, trata sobre las consideraciones previas a tener en cuenta en el diseño, puesta en obra, mantenimiento y reparación siempre que estas tengan una función relevante en el comportamiento adecuado del Sistema de partición.

#### 4.1.1. *Diseño y puesta en obra.*

El fabricante debe disponer de un Manual de Puesta en Obra, que debe ser favorablemente evaluado para obtener el DITE. Los aspectos objeto de consideración son:

- **Diseño de juntas entre la partición y la estructura principal:**
  - Permitir movimientos suficientes a la estructura en contacto.
  - Si es oportuno, fijaciones adecuadas a requerimientos sísmicos establecidos en las reglamentaciones nacionales correspondientes.
- **Estabilidad dimensional:**
  - Relación entre la flecha por unidad de altura y las condiciones térmicas a través de la partición.
- **Reducción del riesgo de condensación superficial e intersticial:**
  - Calefacción.
  - Ventilación.
  - Barrera de vapor
- **Resistencia térmica:**
  - Puentes térmicos.
- **Aislamiento acústico:**
  - Pasos de aire a través de huecos, grietas o hendiduras.
  - Transmisiones por los bordes.
  - Tipo de fijaciones.
- **Riesgo de insectos:**
  - Sellado de huecos.
  - Sellado de pequeñas aperturas.

#### 4.2.2. *Mantenimiento y reparación.*

- Facilidad de pequeñas reparaciones

#### 4.2.3. Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE)

Se indican a continuación aspectos de la actual normativa en España que tienen relación con las prestaciones de los tabiques:

##### 4.2.3.1. Estabilidad

En lo relativo a deformaciones, según el DB-SE, al considerar la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
- b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
- c) 1/300 en el resto de los casos.

En los casos en los que los elementos dañables (por ejemplo tabiques, pavimentos) reaccionan de manera sensible frente a las deformaciones (flechas o desplazamientos horizontales) de la estructura portante, además de la limitación de las deformaciones se adoptarán medidas constructivas apropiadas para evitar daños. Estas medidas resultan particularmente indicadas si dichos elementos tienen un comportamiento frágil. En lo relativo a acciones sobre tabiques, según el DB-SE-AE, SE-AE, se consideran que pueden existir **acciones** sobre barandillas y **elementos divisorios**, consistentes en una fuerza horizontal, uniformemente distribuida, y cuyo valor característico se obtendrá de la tabla adjunta. La fuerza se considerará aplicada a 1,2 m o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menos altura.

| Tabla 3.2 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios |                          |
|---|--------------------------|
| Categoría de uso  | Fuerza horizontal [kN/m] |
| C5  | 3,0                      |
| C3, C4, E, F  | 1,6                      |
| Resto de los casos  | 0,8                      |

En las zonas de tráfico y aparcamiento, los parapetos, petos o barandillas y otros elementos que delimiten áreas accesibles para los vehículos deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida sobre una longitud de 1 m, aplicada a 1,2 m de altura sobre el nivel de la superficie de rodadura o sobre el borde superior del elemento si éste está situado a menos altura, cuyo valor característico se definirá en el proyecto en función del uso específico y de las características del edificio, no siendo inferior a  $q_k = 100$  kN. Los elementos divisorios, tales como tabiques, deben soportar una fuerza horizontal mitad a la definida en los párrafos anteriores, según el uso a cada lado del mismo.

##### 4.2.3.2. Seguridad frente al incendio

En todo caso, deberá verificarse que el edificio u obra en cuestión esté cubierto por el ámbito de aplicación descrito en el Documento Básico DB SI del CTE. Respecto de la reacción al fuego, de acuerdo con el R.D. 312/2005 se realizarán ensayos según la UNE EN 13501, salvo que el material del componente del tabique se considera como euroclase A1 sin necesidad de ensayo.



Respecto de la resistencia al fuego, si procede, deberá satisfacerse las condiciones EI (en minutos) que se establecen en la tabla 1.2 de la Sección SI 1-2 del CTE para los elementos separadores de sectores de incendio, y asimismo las condiciones EI que se indican en la tabla 2.2. para las paredes de locales y zonas de riesgo especial, acreditándose por parte del beneficiario, la resistencia al fuego correspondiente.

Para particiones interiores de viviendas o trasdosados, no es precisa tal acreditación en conformidad con el Documento citado. Existen además valores conocidos. Es el caso de las particiones entre viviendas y zonas comunes la exigencia de EI 60 puede satisfacerse con los valores tabulados para particiones de fábrica de ladrillo con enlucido de yeso por ambas caras de 15 mm de espesor de acuerdo con la tabla F.1 del Anejo F de este Documento Básico.

#### 4.2.3.3. Protección frente al ruido

Aunque actualmente siga vigente la Norma Básica de Condiciones Acústicas en la Edificación, se espera de forma inminente la aprobación del correspondiente Documento Básico que tendrá, como principales novedades en lo relativo a tabiques y trasdosados de fachada/medianera las siguientes exigencias:

##### 1. Aislamiento acústico a ruido aéreo:

Los elementos constructivos interiores de separación (particiones), así como los trasdosados de fachadas y medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada *recinto* de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

##### a) En los *recintos protegidos*:

##### i) Protección frente al ruido generado en la misma *unidad de uso*:

- El índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , de la *tabiquería* no será menor que 33 dBA.

##### ii) Protección frente al ruido procedente de otras *unidades de uso*:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto protegido* y cualquier otro del edificio, colindante vertical u horizontalmente con él, que pertenezca a una *unidad de uso* diferente, no será menor que 50 dBA.

##### iii) Protección frente al ruido procedente de *zonas comunes*:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto protegido* y una *zona común*, colindante vertical u horizontalmente con él, siempre que no comparta puertas o ventanas, no será menor que 50 dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica,  $R_A$ , de éstas, no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica,  $R_A$ , del muro no será menor que 54 dBA.

##### iv) Protección frente al ruido procedente de *recintos de instalaciones* y de *recintos de actividad*:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto protegido* y un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.

- v) Protección frente al ruido procedente del exterior:
- El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{2m,nT,Atr}$ , entre un *recinto protegido* y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día,  $L_d$ , de la zona donde se ubica el edificio.

**Tabla 2.1 Valores de *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{2m,nT,Atr}$ , en dBA, entre un *recinto protegido* y el exterior, en función del índice de ruido día,  $L_d$ .**

| $L_d$<br>dBA       | Uso del edificio        |           |   |       |
|--------------------|-------------------------|-----------|---|-------|
|                    | Residencial y sanitario |           | Cultural, docente, administrativo y religioso |       |
|                    | Dormitorios             | Estancias | Estancias y salas de lectura                  | Aulas |
| $L_d \leq 60$      | 30                      | 30        | 30  | 30    |
| $60 < L_d \leq 65$ | 32                      | 30        | 32  | 30    |
| $65 < L_d \leq 70$ | 37                      | 32        | 37  | 32    |
| $70 < L_d \leq 75$ | 42                      | 37        | 42  | 37    |
| $L_d > 75$         | 47                      | 42        | 47  | 42    |

- El valor del índice de ruido día,  $L_d$ , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.
- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día,  $L_d$ , se utilizará el valor equivalente correspondiente al *área acústica* donde se ubique el edificio como figura en la tabla 2.2, en función del uso predominante del suelo, de acuerdo con el artículo 7 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

**Tabla 2.2 Valores del Índice de ruido día para cada tipo de *área acústica***

| Tipo de <i>área acústica</i> <sup>(1)</sup> |  | $L_d$ dBA |
|---|--|-----------|
| E   | Uso sanitario, docente y cultural                                  | 55        |
| A   | Uso residencial  | 60        |
| D   | Uso terciario distinto del contemplado en C                        | 65        |
| C   | Uso recreativo y de espectáculos                                   | 68        |
| B   | Uso industrial   | 70        |
| F   | Infraestructuras de transporte y otro equipamiento público similar | -         |

- Cuando se prevea que algunas *fachadas*, tales como *fachadas* de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como *fachadas* exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día,  $L_d$ , 10 dB menor que el índice de ruido día de la zona.
- Cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves según establezcan los mapas de ruido

correspondientes, el valor de *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{2m,nT,Atr}$ , obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA.

- b) En los *recintos habitables*:
- i) Protección frente al ruido generado en la misma *unidad de uso*:
    - El índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , de la *tabiquería* no será menor que 33 dBA.
  - ii) Protección frente al ruido procedente de otras *unidades de uso*:
    - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto habitable* y cualquier *recinto habitable* colindante vertical u horizontalmente con él, que pertenezca a una *unidad de uso* diferente no será menor que 45 dBA.
  - iii) Protección frente al ruido procedente de *zonas comunes*:
    - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto habitable* y una *zona común*, colindante vertical u horizontalmente con él, siempre que no compartan puertas o ventanas, no será menor que 45 dBA. Cuando sí las compartan y sean edificios de uso residencial o sanitario, el índice global de reducción acústica,  $R_A$ , de éstas, no será menor que 20 dBA y el índice global de reducción acústica,  $R_A$ , del muro no será menor que 54 dBA.
  - iv) Protección frente al ruido procedente de *recintos de instalaciones* y de *recintos de actividad*:
    - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto habitable* y un *recinto de instalaciones*, o un *recinto de actividad*, colindantes vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA.
- c) En los *recintos habitables* y *recintos protegidos* colindantes con otros edificios:  
El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ( $D_{2m,nT,Atr}$ ) de cada uno de los *cerramientos* de una *medianería* entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternativamente el *aislamiento acústico a ruido aéreo* ( $D_{nT,A}$ ) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

## 2. Tiempos de reverberación

En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y *revestimientos* que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:

El *tiempo de reverberación* en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,7 s.

El *tiempo de reverberación* en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,5 s.

El *tiempo de reverberación* en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.

Para limitar el ruido reverberante en las *zonas comunes* los elementos constructivos, los acabados superficiales y los *revestimientos* que delimitan una *zona común* de un edificio de uso residencial o docente colindante con *recintos habitables* con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente de manera que el área de absorción acústica equivalente,  $A$ , sea al menos 0,2 m<sup>2</sup> por cada metro cúbico del volumen del *recinto*.

#### 4.2.3.4.. Ahorro de energía y aislamiento térmico

En todo caso, deberá verificarse que el edificio u obra en cuestión esté cubierto tanto por el ámbito de aplicación descrito en la Sección HE 1 del Documento Básico DB HE del CTE, como por la cada opción de verificación (simplificada o general) escogida. En lo que respecta a la *Exigencia Básica HE 1: Limitación de demanda energética* establecida en los apartados 4 y 5 de la Sección 2.1 para la zona climática correspondiente, se justificará para la zona climática correspondiente, y para medianerías y/o particiones interiores en contacto con la envolvente del edificio y trasdosados de fachadas el cumplimiento de la transmitancia térmica máxima establecida.

A tal fin será preciso tomar en cuenta los valores de conductividad térmica declarados por el fabricante (W/mK), p.ej. en función de su espesor, densidad aparente según la Norma Armonizada correspondiente.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Directiva 89/106/CEE Productos de Construcción.
- Directrices comunes UEAtc de Choques sobre paredes verticales opacas.
- Directrices comunes UEAtc para el reconocimiento de la idoneidad técnica de tabiques de yeso. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.
- Directrices comunes UEAtc para la apreciación técnica de tabiques ligeros. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.
- Guía de evaluación del Documento de Idoneidad Técnica Europeo para Kits de particiones internas para uso como paredes no resistentes. Guía EOTA N<sup>o</sup> 003. Edición Noviembre 1998.
- Lista de DITES emitidos hasta la fecha por Institutos de la EOTA.
 

|               |  |
|---------------|--|
| DITE 01/0002: | Eltete cubical partition systems for sanitary applications |
| DITE 03/0002: | DEKO partittion type 1090, 1090-PF and 1290-PF             |
| DITE 03/0007: | YTONG/Hebel separatiepanelen type G4/600 en G5/800         |
| DITE 04/0002: | ACOTEC Partition Kit                                       |
| DITE 05/0040: | SYNOPSIS I and SYNCHRONE                                   |
| DITE 05/0277: | NETWORK  |
| DITE 06/0010: | DIEDRI   |
| DITE 06/0046: | TECNIKA  |
| DITE 06/0190: | 3i-isolet- ND 300  |

# **PANELES CERÁMICOS DE GRAN FORMATO PANELES DE YESO REFORZADO CON FIBRAS DIT Y DIT plus**

**Antonio Blázquez, Arquitecto.  
Coordinador del DIT y del DITE  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.**

---

## **INDICE**

- 1. INTRODUCCIÓN**
  - 2. LOS MATERIALES Y TIPOS**
  - 3. LA EVALUACIÓN DE LAS NUEVAS SOLUCIONES**
  - 4. SISTEMAS DE TABIQUERÍA DE PIEZAS DE ARCILLA COCIDA DE GRAN FORMATO. DIT plus**
  - 5. SISTEMAS DE TABIQUERÍA DE PANELES DE YESO CON FIBRA DE VIDRIO. DIT**
  - 6. CONCLUSIONES**
-



Sistema de partición con paneles de yeso reforzado con fibras  
DIT 378-R Panelsytem. Tabiquería Especializada S.L



Sistema de partición con piezas de arcilla cocida de gran formato  
DIT 334-p Tabiceram. Cerámica La Paloma S.L.

## 1. INTRODUCCIÓN

*“La Arquitectura se compone de **orden**, que los griegos llaman **taxis**; de **disposición**, a la que dan el nombre de **diátesis**; de **euritmia o proporción** (simetría y decoro) y de **distribución**, que en griego se dice **oikonomía**.<sup>1</sup>*

**Marco Lucio Vitrubio Polión** uno de los más famosos arquitectos de la Antigüedad clásica que vivió en los tiempos de Julio Cesar y de Augusto, escribió allá por los años 738 a 741 la obra *“Los diez libros de arquitectura”*, en la que se hacen consideraciones generales muchas de ellas válidas todavía hoy, sobre lo que debiera ser el arquitecto, el emplazamiento adecuado de las obras, los materiales y las tipologías y criterios de diseño de edificios de la época; pero no incluye referencia alguna que trate expresamente las paredes divisorias o tabiquerías (algo sobre enlucidos en el libro séptimo) entre los diferentes espacios que componían las edificaciones, aunque aquellas tuvieran la importante función añadida de servir de soporte a pinturas y decoraciones.

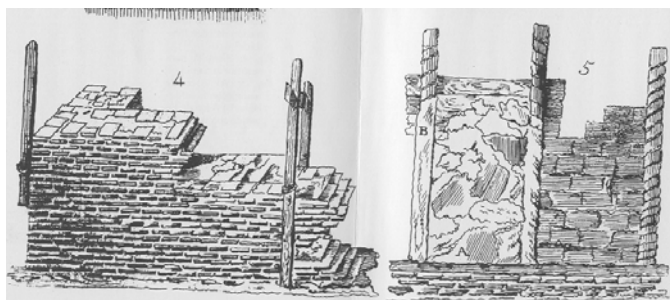
Es esta unidad de obra, que tradicionalmente ha venido considerándose secundaria, un poco de los “similares”, aunque muchos de los aspectos relacionados con el confort tienen que ver con su correcta elección y puesta en obra. Adquirir un adecuado criterio de diseño y entendimiento de esta unidad de obra, permitirá resolver en su conjunto la obra proyectada cuyo último fin, como en la definición de Vitrubio sobre la arquitectura, es la de alcanzar para la obra, aparte de su **solidez**, su **utilidad y belleza**.

Haciendo un gran salto hasta el siglo XIX, no parece tampoco que el gran arquitecto español **Juan de Villanueva** hubiera podido prever la importancia que adquirirían en nuestro siglo las tabiquerías o particiones, que el mismo definía:

*“Tabiques y cítaras son unas paredillas muy delgadas con que se subdivide lo interior de los edificios, según lo piden la comodidad ó el capricho”.<sup>2</sup>*

En el capítulo XIII del libro de Villanueva puede leerse:

*“Para la formación y la subdivisión de una casa, además de las paredes principales que la circundan y dividen en el modo necesario para el uso y comodidad, y sostienen todo el peso de los suelos, bóvedas y armaduras, por cuya causa deben tener unos gruesos suficientes a la cargazón que deben sufrir son precisas otras paredes más delgadas que no sirven a la fortaleza, sino a la compartición del sitio para las comodidades necesarias como sala, alcoba, etc. Estas paredes deben hacerse con toda la ligereza posible, así por no desperdiciar terreno, como para ahorrar materiales.”*



Los materiales que tradicionalmente integraban las tabiquerías, eran los conocidos como adobes, piedra, ladrillo, cascote, derribos procedentes de otras obras, cañas y zarzos con mezcla de barro, de cal y arena, y de yeso, con entramados de madera, y sin entramados; y

<sup>1</sup> Marco Lucio Vitrubio. **Los diez libros de arquitectura**. S VII.

<sup>2</sup> Juan de Villanueva, Arquitecto. **Arte de Albañilería** 1887



a todas estas “paredillas delgadas” son a las que se llaman cı́taras o tabiques, segun sus gruesos. (Tabiques cuando el grueso es de un pie, tres cuartos, medio y un cuarto; y cı́taras cuando tienen un pie o tres cuartos de grueso).

El tabique ası́ compuesto, se subdividı́a, de forma sencilla, en dos grupos: Continuo o en Entramado.

El tabique continuo, se formaba, como tambi3n hoy se realiza, con una parte resistente - laminar, maciza o hueca - y un revestimiento posterior generalmente de yeso, como base del acabado final. Salvo casos muy particulares de paneles pequeos la formaci3n de este tabique se realizaba y realiza en obra, con piezas relativamente pequeas, y es el tabique, que podemos considerar m3s tradicional en albaerilerı́a, en nuestro paı́s.

El entramado tradicional espaol es el que ha derivado del empleo del uso de cascotes y restos de obra que, al no desear mucho grueso, precisan un entramado que los forje. Y lo regular ha sido la forja con yeso. El revestimiento posterior puede ser continuo dejando espacios huecos interiores o bien puede rellenarse previamente el hueco y aplicar despu3s el revestimiento como base del acabado final.

En todo caso el entramado tradicional espaol era muy diferente del empleado en la misma 3poca en otros paı́ses europeos o americanos.

Como veremos m3s adelante, esta clasificaci3n sencilla del tabique atendiendo a que su formaci3n se realice o no en obra, mediante componentes generalmente disponibles o fabricados en la propia obra; ha sido la tomada en el 3mbito europeo para establecer una diferenciaci3n del 3mbito normativo y con ello la metodologı́a de evaluaci3n. En otras palabras se ha considerado la **Prefabricaci3n**.

Lo que verdaderamente ha variado desde Villanueva, aun para los materiales m3s tradicionales, es la funci3n de la pared. Han cambiado los requerimientos y consecuentemente las prestaciones han tenido que evolucionar.

El primer cambio a mencionar, aunque no tenga ningun car3cter funcional, se refiere ya a la simple sustituci3n del uso del t3rmino tabiquerı́a por el de Partici3n. La nueva expresi3n trata de tener un sentido mucho m3s amplio englobando sistemas y materiales bien diferentes y con funciones m3s amplias.

Los cambios, ya m3s significativos, que referidos a la funci3n podemos citar como evoluci3n, son: la sustituci3n de las estructuras basadas en muros de carga por otras de entramados resistentes; mayores exigencias ac3sticas, t3rmicas, y al fuego; m3s ligereza y menor peso; m3s rapidez en su ejecuci3n; mejor incorporaci3n de las instalaciones propias del edificio o reducci3n de la mano de obra.

Pero el hecho m3s significativo, no ha sido tanto la gran variaci3n en los requerimientos, sino la amplısima oferta de productos generados por el mercado para ser destinados a este fin, y con ello naturalmente la necesidad de fabricantes y diseoadores de fundamentar cientı́ficamente las propuestas de sus productos y sistemas constructivos, para hacer llegar a los t3cnicos responsables de la elecci3n de los mismos, soluciones id3neas a los fines propuestos.

Hay que significar sin embargo que, aun cuando la oferta en sistemas ha crecido de manera singular, los constructores nacionales, principalmente las pequeas y medianas empresas,



han sido y son reacias a los nuevos sistemas por razones, diríamos, tradicionales o culturales.

Para los tabiques, cada día los materiales permiten cálculos más precisos y con ello se reducen espesores y secciones que a su vez reducen los costes. Las vigas planas, los forjados más ligeros y de menor sección dan lugar a unos condicionantes para el resto de la obra del edificio, que si no se tienen en cuenta son la causa final de patologías, daños y perjuicios económicos a veces muy importantes.

El aumento en definitiva de las deformaciones, que apenas puede tener importancia en otras unidades de obra, dado que nunca se rebasan las tensiones admisibles, puede ser la causa de mayores problemas en la obra menor.

Todos los elementos en conexión con la obra gruesa o que sobre ella apoyan, han de ser capaces de absorber o de seguir dichas deformaciones, lo que sólo es posible con uniones flexibles. El diseño y elección del sistema de tabiquería a utilizar debe necesariamente tener en cuenta el resto de obra gruesa; porque a veces determinados sistemas resultan desaconsejados aún pudiendo satisfacer el mayor número de exigencias.

Es todavía desgraciadamente frecuente que cada oficio mire sólo por sus intereses y por ello que se permita a sí mismo, tolerancias en los trabajos que después no pueden ser admitidos por los siguientes oficios; de ahí que el Arquitecto deba establecer exactas tolerancias en los trabajos de la obra gruesa y elegir el sistema de partición apropiado; por ejemplo: Apoyo fijo en suelo y unión deslizante en el techo, con arriostramiento horizontal o acañado.

Conviene recordar numerosos casos en los que como consecuencia de un inadecuado diseño, el tabique termina recibiendo cargas estáticas imprevistas, que aún siendo capaz de soportarlas, las transmite al forjado inferior, el cual, a su vez, puede continuar la transmisión a otros tabiques en plantas inferiores. En estos casos las particiones están colaborando en la función estructural de soportar y transmitir las cargas, con el consiguiente riesgo de una actuación posterior que pretenda eliminar uno de los tabiques.

Como previsión para evitar algunas deficiencias en los paneles tales como fisuraciones se pueden dar los siguientes consejos<sup>3</sup>:

- Demorar la construcción de la partición hasta el momento más próximo a la entrada en carga de la estructura.
- Establecer una exigencia de rigidez a la partición, suficiente para resistir sus propias cargas en caso de deformación por flecha del suelo.
- Interponer junta elástica suficientemente ancha para absorber la deformación del forjado y evitar la entrada en carga del tabique.
- Adoptar las medidas necesarias para garantizar la planeidad del suelo o de los medios precisos para establecer un zócalo aceptable.
- Aislar, en casos extremos, las particiones con bandas elásticas perimetrales.
- Reforzar si fuese preciso, las uniones horizontales a la obra gruesa.
- Colocar juntas deslizantes en los elementos del entramado vertical.
- Reforzar los tabiques en las zonas próximas a huecos.

Por otro lado la plena aplicación de la Directiva de Productos de Construcción **DPC 89/106/CEE**<sup>4</sup>, con la cual la Unión Europea decidió a armonizar los criterios para garantizar

<sup>3</sup> "Las tecnologías de la industrialización de los edificios de vivienda". Alfonso del Aguila (1986)

que las obras de construcción en los Estados Miembros se proyecten y realicen de forma que no comprometan la seguridad de las personas y se impidan las barreras técnicas a la circulación de productos, ha dado lugar a la redacción para estos sistemas de una Guía Técnica EOTA<sup>5</sup>: “**Guía 003 particiones internas de edificios**”, cuya entrada en vigor en marzo del año 2004, una vez finalizado el periodo transitorio establecido por la UE para que los fabricantes y también los Estados Miembros se adapten a la nueva situación, ha traído consigo la obligatoriedad para muchos sistemas de obtener el **Documento de Idoneidad Técnica Europeo (DITE)** para poder realizar el **Marcado CE** de sus productos y tener libre circulación de los mismos en toda la UE.

Complementariamente la entrada en vigor de nuestro **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, con el que la Administración Española ha establecido el marco normativo por el que se regulan las **Exigencias Básicas** de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, ha planteado para nuestro País ya un nuevo marco para la “acreditación” técnica de todos los productos utilizados en los edificios y naturalmente para las tabiquerías. El CTE sin embargo no está aún totalmente finalizado, falta la redacción del **Documento Básico HR Protección contra el ruido**, probablemente uno de los aspectos más importantes de los que corresponden a las tabiquerías o particiones. Según la información de que disponemos es “inminente” la aprobación de este DB, aunque en todo caso el CTE, que sí ha definido obviamente cuáles son las “**Exigencias Básicas de protección contra el ruido**” en el artículo 14 de la Parte I, indica que en este periodo “transitorio” (...) “*se aplicará la Norma Básica de la Edificación NBE CA 88 “Condiciones acústicas en los Edificios”*”.

## 2. LOS MATERIALES Y TIPOS.

Entre todos los materiales para tabiquerías, mención aparte merece el yeso. Un material que ha sabido evolucionar hasta integrar las primeras propuestas industriales de tabiques y ser todavía la base de las más innovadoras soluciones para particiones. Y ello gracias a su facilidad para ser combinado con otros materiales que aporten a la unión las cualidades que le faltan.

La primera propuesta industrial a la tabiquería ligera fue el tablero de yeso-cartón que llegó a Europa en el año 1917, alcanzando un alto desarrollo, aunque en unos países más rápidamente que en otros. Estos primeros tableros usados en tabiquerías y decoración denominados Placas de Yeso Laminado, están formados por un alma de yeso entre dos celulosas especiales y se presentan en forma de placas de diferentes espesores, anchos y largos.

Este producto ha quedado regulado por la UNE-EN 520:2005, cuya fecha final del periodo de coexistencia y entrada en vigor del Mercado CE ha sido el uno de marzo de 2007. A todos los efectos las placas de yeso laminado son materiales tradicionales y por tanto no son objeto ya del DIT. La finalización del periodo transitorio significa que en España no pueden utilizarse estos sistemas si no disponen del Mercado CE

La alternativa directa más significativa al panel cartón-yeso es el panel de yeso reforzado con fibras. Varios sistemas de particiones basados en éste principio han sido evaluados por el IETcc, en los últimos años.

---

<sup>4</sup> En vigor desde el 1 de julio de 1991, modificada por la 93/68/CEE, de 22 de julio de 1993.

<sup>5</sup> **European Organization for Technical Approval** (Organización Europea para la Idoneidad Técnica)

Por ejemplo, un tipo de partición con DIT, es el de paneles de yeso con fibras de celulosa, en los que la celulosa o cartón, en lugar de incorporarse en forma de hoja continua adherida a las caras, se incorpora en pequeñas fibras formando, lo que se denomina de forma general, un material compuesto. (DIT nº 307, actualmente caducado)

Otro tipo de partición con DIT, es el panel de yeso o escayola reforzado con fibras de vidrio. Este sistema, que se analiza junto con otros más adelante, está compuesto por **piezas suelo-techo**, con unión machihembrada por uno de sus lados verticales mediante adhesivos o pegamentos específicos.

Actualmente sólo un fabricante de éstos paneles dispone del DIT: (DIT nº 378-R "**Sistema de tabiquería de paneles de yeso con fibra de vidrio PANELSYTEM**, de la empresa **TABIQUERÍA ESPECIALIZADA S.L.**).

En todo caso el yeso es, en el caso español, un material abundante y barato, lo que unido a su bajo módulo de elasticidad a compresión y su buena compatibilidad con las fibras en general, le hacen, en principio un material idóneo para ser utilizado como matriz en un material compuesto.

La primera ventaja de adicionar fibras al yeso es la de mejorar su resistencia al impacto - al choque -, es decir su tenacidad; pero además podrán obtenerse mejores prestaciones a la flexotracción, a su estabilidad dimensional y a la resistencia al fuego, entre otras.



Se ha experimentado con numerosas fibras, como:

- Fibras naturales: Cábamo, esparto, sisal, coco, celulosa o partículas de madera.
- Fibras sintéticas: Poliester, polipropileno, poliamida, poliacrilonitrilo.
- Fibras inorgánicas: Fibra de vidrio E, fibra de vidrio microcorrugada.

Y de todas ellas las que mejores resultados han dado hasta la fecha son las de celulosa y de vidrio tipo E, cuyas características son, sin embargo, bastante diferentes:

|  | Fibra de vidrio E | Fibra de celulosa |
|--|-------------------|-------------------|
| Densidad (g/m <sup>3</sup> )           | 2,4 – 2,5         | 0,12 – 0,15       |
| Absorción de agua (%)                  | 0,1               | 400               |
| Resistencia a la tracción (Mpa)        | 1030 – 3800       | 140               |
| Módulo de elasticidad a tracción (Mpa) | 70000             | 10700             |
| Alargamiento a la rotura (%)           | 2 - 3             | 1 – 1,5           |

La adición de las fibras puede hacerse bien durante el amasado, bien situando un velo o tejido sobre la superficie.

Los factores que influyen en el comportamiento del material compuesto final son, además del tipo de fibra, la longitud de esta, el porcentaje en peso o volumen, la orientación el

diámetro o superficie de la misma y de los aditivos que pudieran añadirse a la mezcla. Y son todos estos factores los que diferencian los productos y fundamentan las posibles patentes.

El Sistema de panel de yeso suelo techo aligerado no queda cubierto por el objeto de la Guía EOTA nº 3, una Guía de “scope” difícil de acotar, por lo que sigue siendo objeto del DIT.

Hay otro grupo de productos que junto con el anterior son el objeto de esta presentación. Son los “**Sistemas de tabiquería de piezas de arcilla cocida de gran formato**”. Estos Sistemas quedan cubiertos por el campo de aplicación de la Norma Europea Armonizada UNE EN 771-1:2003 y su modificación posterior UNE EN 771-1: 2003/A1 2005: *Especificaciones para fábricas de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida*. La entrada en vigor de esta Norma establece la obligatoriedad para todas las piezas cubiertas por la misma de disponer del marcado CE.



La Norma tiene como Sistema de Evaluación de la Conformidad<sup>6</sup> los niveles 2+ ó 4, dependiendo del uso del producto y no contempla por ejemplo la posibilidad de un nivel más exigente como el 1 ó el 1+. La Norma tampoco contempla numerosos aspectos como la puesta en obra de las piezas, aspectos como el mantenimiento, etc., aspectos todos ellos que algunos fabricantes nacionales han decidido evaluar mediante un **DIT plus**

En la actualidad los fabricantes que disponen del DIT plus son los siguientes:

| Nº DIT | Fabricante               | Sistema    |
|--------|--------------------------|------------|
| 334-p  | Cerámica La Paloma S.L.  | Tabiceram  |
| 455    | Cerámica La Minilla S.L. | Montabrick |

6

| Certificación de la Conformidad Niveles o Sistemas | Certificación de Conformidad de producto (Organismo notificado) | Certificación de Conformidad del Control de Producción en Fábrica (Organismo Autorizado) | Declaración de Conformidad (Fabricante) | Ensayo Inicial de tipo (*) (Fabricante u Organismo Autorizado) | Control de Producción en Fábrica (Fabricante) | Ensayos de muestras tomadas en fábrica conforme a plan tipo (Fabricante) | Ensayos de lote a entregar (fábrica) o entregado (obra o almacén) (Organismo Autorizado) | Inspección inicial de fábrica y del Control de Producción en Fábrica (Organismo Autorizado) | Supervisión continua del Control de Producción en Fábrica (Organismo Autorizado) |
|--|---|--|---|--|---|--|--|---|--|
| 1+   | SI  | -  | SI                                      | OA   | SI  | SI   | SI   | SI  | SI   |
| 1  | SI  | -  | SI                                      | OA   | SI  | SI   | -  | SI  | SI   |
| 2+   | -   | SI   | SI                                      | F  | SI  | SI   | -  | SI  | SI   |
| 2  | -   | SI   | SI                                      | F  | SI  | SI   | -  | SI  | -  |
| 3  | -   | -  | SI                                      | OA   | SI  | -  | -  | -   | -  |
| 4  | -   | -  | SI                                      | F  | SI  | -  | -  | -   | -  |

Dos fabricantes, parece cuando menos un número escaso si consideramos el número de sistemas similares que se ofrecen periódicamente en las revistas especializadas de construcción y arquitectura. Las razones pueden ser son naturalmente muy variadas, pero como en casi todos los casos que la evaluación técnica es voluntaria, mucho tiene que ver la preocupación por la calidad de los fabricantes, la disposición a ofrecer a los técnicos y Organismos de Control Técnico información técnica más completa y avalada por un Organismo de evaluación externo, como el IETcc en este caso.

Hay naturalmente muchos más productos para la utilización en particiones que los hasta aquí relacionados (paneles fijos o móviles, sobre entramados de madera, metal o plástico, vidrio, mamparas, etc.), pero hasta la fecha no disponen de un DIT ó un DIT plus que permita avalar su empleo; y en cuanto a los sistemas que disponen de DITE el número es muy escaso: Sólo 9 productos disponen de DITE en toda Europa, desde la entrada en vigor de la Guía.

| DITE    | Nombre   | Uso genérico (*)  |
|---------|--|---|
| 01/0002 | Eltete cubical partition systems for sanitary applications | Particiones para Aplicaciones sanitarias                              |
| 03/0002 | Deko partition type 1090, 1290, 1090-PF y 1290-PF          | Partición móvil   |
| 03/0007 | Ytong/hebel separatiepanelen type G4/600 y G5/800          | Particiones de paneles de gran tamaño de hormigón curado en autoclave |
| 04/0002 | Acotec partition kit                                       | Particiones para locales secos y húmedos                              |
| 05/0040 | Synops I y Syncrone  | Partición con uso genérico  |
| 05/0277 | Network  | Partición con uso genérico  |
| 06/0010 | Diedri   | Partición con uso genérico  |
| 06/0046 | Tecnika  | Partición con uso genérico  |
| 06/0190 | 3i-isolet-ND300  | Partición con uso genérico  |

(\*) La variación en los usos genéricos responde más a la evolución natural en la aplicación de la Guía, que finalmente ha dado lugar a definir la generalidad del uso, que a la existencia de muchas variantes en el objeto de la misma.

### 3. LA EVALUACIÓN DE LAS NUEVAS SOLUCIONES

La evolución de los sistemas de partición es constante y es preciso tener un principio básico que aplicar sobre como realizar el estudio y evaluación de la idoneidad de empleo de los sistemas; en definitiva, de cómo evaluar sus **prestaciones**, entendiendo este concepto como: *comportamiento en función de la utilización*.

Con la innovación se ha ido con las propuestas al, cada vez más ligero, cada vez más rápido, cada vez más económico; y con ello muchos productores y fabricantes de dudosa seriedad, han colocado en el mercado sistemas no suficientemente estudiados, cuyo deficiente comportamiento ha dado lugar a diferentes problemas y patologías, que aún no teniendo las consecuencias de un daño estructural, han producido cuantiosos daños a la funcionalidad y habitabilidad de las construcciones, además de pérdidas económicas a los usuarios y promotores.

La evaluación, el marco normativo como se ha explicado, es el establecido por la **Guía EOTA nº 3** para los productos objeto de la misma, las **Guías de la UEAtc<sup>7</sup>** y los

<sup>7</sup> "Union Européenne pour l'agrément technique dans la Construction". Unión Europea para la Idoneidad Técnica, Organización que reúne a los Organismos/Institutos reconocidos por sus respectivos países para la emisión de los DIT.

**Procedimientos específicos desarrollados por los Institutos de la UEAtc en el ámbito de su competencia** para los productos que no son objeto de la Guía, pero sobretodo en el caso español por el **Código Técnico de la Edificación**, tanto en su Parte I: “*Condiciones generales de aplicación del CTE y las Exigencias Básicas que deben cumplir los edificios*”, como en su Parte II: “*Documentos Básicos*”

De acuerdo con dichas Exigencias Básicas, para las particiones se deben tener en cuenta los siguientes aspectos de evaluación, complementarios según los casos al Mercado CE para los cerámicos, siguiendo el formato del DIT plus y completos para los DIT de paneles de yeso y fibras.

#### **a) Cumplimiento de la Reglamentación Nacional.**

De acuerdo con el CTE a esta tanto el DIT plus, como el DIT indican la idoneidad (conformidad) de los sistemas para las diversas localizaciones de obra en la geografía nacional, considerando como aspectos particulares para cada Exigencia Básica los siguientes:

- **Exigencia Básica de Seguridad Estructural:** Esos sistemas no comprometen la estabilidad de los edificios.
- **Exigencia Básica de Seguridad en caso de incendio:**
  - **Reacción al fuego:** De acuerdo con el R.D. 312/2005 la euroclasificación de las piezas cerámicas de piezas de arcilla cocida, yesos y adhesivos a base de yeso, se consideran como euroclase A1 sin necesidad de ensayo.

Las placas de yeso laminado son al menos A2, s1-d0 si su espesor es  $\geq 9,5$  mm y al menos clase B, s1-d0 si su espesor es  $\geq 12,5$  mm sin necesidad de ensayo. Además, al ser A1 la euroclase del soporte (piezas de arcilla cocida) satisfacen el requisito A2, s1 d0 exigido al soporte para la colocación adherida de placas de yeso laminado.

- **Resistencia al fuego:** Si procede, deberá satisfacerse las condiciones EI (en minutos) que se establecen en la tabla 1.2 de la Sección SI 1-2 del CTE para los elementos separadores de sectores de incendio, y asimismo las condiciones EI que se indican en la tabla 2.2 para las paredes de locales y zonas de riesgo especial, acreditándose por parte del beneficiario, la resistencia al fuego correspondiente.
- Para particiones interiores de viviendas o trasdosados, no es precisa tal acreditación en conformidad con el Documento citado. En el caso de las particiones entre viviendas y zonas comunes la exigencia de EI 60 puede satisfacerse con los valores tabulados para particiones de fábrica de ladrillo con enlucido de yeso por ambas caras de 15 mm de espesor de acuerdo con la tabla F.1 del Anejo F de este Documento Básico.

Los valores que aportan satisfacen los paneles de yeso reforzado mediante ensayo son para el panel de 7 cm. EI-90 y para el panel de 9 cm. EI-120 requisitos que contribuyen a la seguridad de los ocupantes del edificio.

- **Exigencia Básica de Salubridad:**

Según declaran los beneficiarios de los DIT y DIT plus realizados, los Sistemas satisfacen este requisito, así como las condiciones adecuadas para garantizar la higiene y salud de operarios de obra y usuarios de la construcción final.

- **Exigencia Básica de Seguridad de utilización**

De acuerdo con los ensayos realizados el comportamiento mecánico de las particiones analizadas (ver DIT 378-R y DIT plus 334-P) frente a impactos y frente a carga vertical excéntrica se considera satisfactorio, siempre que en función de sus dimensiones, el tabique se arriestre adecuadamente.

- **Exigencia Básica de Protección contra el ruido:**

Actualmente la NBE-CA-88 establece una serie de valores, previsiblemente revisables en corto plazo (El DB HR está actualmente en la fase de tramitación final). Los valores obtenidos mediante ensayos por los fabricante e incluidos en los DIT y DIT plus deben ser conformes a las nuevas exigencias. Con las naturales reservas se indica a continuación las previsiones del mismo que afectan a las particiones:

***Aislamiento acústico a ruido aéreo***

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las *fachadas*, las *cubiertas*, las *medianerías* y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada *recinto* de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

- a) En los *recintos protegidos*:
  - i) Protección frente al ruido generado en la misma *unidad de uso*:
    - El índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , de la *tabiquería* no será menor que 33 dBA.
  - ii) Protección frente al ruido procedente de otras *unidades de uso*:
    - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto protegido* y cualquier otro del edificio, colindante vertical u horizontalmente con él, que pertenezca a una *unidad de uso* diferente, no será menor que 50 dBA.
  - iii) Protección frente al ruido procedente de *zonas comunes*:
    - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto protegido* y una *zona común*, colindante vertical u horizontalmente con él, siempre que no comparta puertas o ventanas, no será menor que 50 dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica,  $R_A$ , de éstas, no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica,  $R_A$ , del muro no será menor que 54 dBA.
  - iv) Protección frente al ruido procedente de *recintos de instalaciones* y de *recintos de actividad*:
    - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto protegido* y un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.
  - v) Protección frente al ruido procedente del exterior:
    - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{2m,nT,Atr}$ , entre un *recinto protegido* y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del

uso del edificio y de los valores del índice de ruido día,  $L_d$ , de la zona donde se ubica el edificio.

**Tabla: Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día,  $L_d$ .**

| $L_d$<br>dBA       | Uso del edificio        |           |   |       |
|--------------------|-------------------------|-----------|---|-------|
|                    | Residencial y sanitario |           | Cultural, docente, administrativo y religioso |       |
|                    | Dormitorios             | Estancias | Estancias y salas de lectura                  | Aulas |
| $L_d \leq 60$      | 30                      | 30        | 30  | 30    |
| $60 < L_d \leq 65$ | 32                      | 30        | 32  | 30    |
| $65 < L_d \leq 70$ | 37                      | 32        | 37  | 32    |
| $70 < L_d \leq 75$ | 42                      | 37        | 42  | 37    |
| $L_d > 75$         | 47                      | 42        | 47  | 42    |

- El valor del índice de ruido día,  $L_d$ , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.
- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día,  $L_d$ , se utilizará el valor equivalente correspondiente al *área acústica* donde se ubique el edificio como figura en la tabla 2.2, en función del uso predominante del suelo, de acuerdo con el artículo 7 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

**Tabla: Valores del índice de ruido día para cada tipo de *área acústica***

| Tipo de <i>área acústica</i> <sup>(1)</sup> |  | $L_d$<br>dBA |
|---|--|--------------|
| E   | Uso sanitario, docente y cultural                                  | 55           |
| A   | Uso residencial  | 60           |
| D   | Uso terciario distinto del contemplado en C                        | 65           |
| C   | Uso recreativo y de espectáculos                                   | 68           |
| B   | Uso industrial   | 70           |
| F   | Infraestructuras de transporte y otro equipamiento público similar | -            |

- Cuando se prevea que algunas *fachadas*, tales como *fachadas* de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como *fachadas* exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día,  $L_d$ , 10 dB menor que el índice de ruido día de la zona.
  - Cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves según establezcan los mapas de ruido correspondientes, el valor de *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{2m,nT,Atr}$ , obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA.
- b) En los *recintos habitables*:
- i) Protección frente al ruido generado en la misma *unidad de uso*:
    - El índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , de la *tabiquería* no será menor que 33 dBA.
  - ii) Protección frente al ruido procedente de otras *unidades de uso*:
    - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto habitable* y cualquier *recinto habitable* colindante vertical u horizontalmente con él, que pertenezca a una *unidad de uso* diferente no será menor que 45 dBA.
  - iii) Protección frente al ruido procedente de *zonas comunes*:



- El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto habitable* y una *zona común*, colindante vertical u horizontalmente con él, siempre que no comparta puertas o ventanas, no será menor que 45 dBA. Cuando sí las compartan y sean edificios de uso residencial o sanitario, el índice global de reducción acústica,  $R_A$ , de éstas, no será menor que 20 dBA y el índice global de reducción acústica,  $R_A$ , del muro no será menor que 54 dBA.
- iv) Protección frente al ruido procedente de *recintos de instalaciones* y de *recintos de actividad*:
  - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*,  $D_{nT,A}$ , entre un *recinto habitable* y un *recinto de instalaciones*, o un *recinto de actividad*, colindantes vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA.
- c) En los *recintos habitables* y *recintos protegidos* colindantes con otros edificios:
 

El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ( $D_{2m,nT,Atr}$ ) de cada uno de los *cerramientos* de una *medianería* entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternativamente el *aislamiento acústico a ruido aéreo* ( $D_{nT,A}$ ) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

#### Valores límite de *tiempo de reverberación*

- 1 En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y *revestimientos* que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:
  - a) El *tiempo de reverberación* en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que  $350 \text{ m}^3$ , no será mayor que 0,7 s.
  - b) El *tiempo de reverberación* en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que  $350 \text{ m}^3$ , no será mayor que 0,5 s.
  - c) El *tiempo de reverberación* en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.
- 2 Para limitar el ruido reverberante en las *zonas comunes* los elementos constructivos, los acabados superficiales y los *revestimientos* que delimitan una *zona común* de un edificio de uso residencial o docente colindante con *recintos habitables* con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente de manera que el área de absorción acústica equivalente,  $A$ , sea al menos  $0,2 \text{ m}^2$  por cada metro cúbico del volumen del *recinto*.

#### - Exigencia Básica de Ahorro de energía.

Para cada obra deberá verificarse, por el proyectista, que el edificio u obra en cuestión esté cubierto tanto por el ámbito de aplicación descrito en la Sección HE 1 del Documento Básico DB HE del CTE, como por la opción de verificación (simplificada o general) escogida.

En lo que respecta a la *Exigencia Básica HE 1: Limitación de demanda energética* establecida en los apartados 4 y 5 de la Sección 2.1 para la zona climática correspondiente, se justificará para la zona climática correspondiente, y para medianerías y/o particiones interiores en contacto con la envolvente del edificio y trasdosados de fachadas el cumplimiento de la transmitancia térmica máxima establecida.

A título indicativo, se pueden tomar en cuenta los valores de conductividad térmica declarados por el fabricante ( $W/mK$ ), e incluidos en los DIT, para cada pieza en función de su espesor, densidad aparente y tipo de hueco.

Otros aspectos generales que la evaluación de los DIT plus y DIT consideran además de los referentes a la Normativa antes indicada son aquellos que tienen que ver con la puesta en obra.

Como hemos comentado a lo largo de esta jornada, la DPC no considera en su texto ni **el diseño ni la puesta en obra** de los productos, al entender y así fue confirmado posteriormente por el Documento Guía E<sup>8</sup>, que ambos aspectos forman parte de la correcta ejecución de la obra y deben ser por tanto regulado por los Estados Miembros.

Uno de los requisitos establecidos para la obtención del DIT o el DIT plus es que el fabricante debe disponer de un **Manual de Puesta en Obra**, que sea favorablemente evaluado para obtener el IETcc y que al menos incluya información y soluciones relativas a los siguientes aspectos:

- Diseño de juntas entre la partición y la estructura principal:
  - Permitir movimientos suficientes a la estructura en contacto.
  - Si es oportuno, fijaciones adecuadas a requerimientos sísmicos establecidos en las reglamentaciones nacionales correspondientes.
- Estabilidad dimensional:
  - Relación entre la flecha por unidad de altura y las condiciones térmicas a través de la partición.
- Reducción del riesgo de condensación superficial e intersticial:
  - Calefacción, Ventilación y Barrera de vapor
- Resistencia térmica:
  - Puentes térmicos.
- Aislamiento acústico:
  - Pasos de aire a través de huecos, grietas o hendiduras.
  - Transmisiones por los bordes.
  - Tipo de fijaciones.
- Riesgo de insectos:
  - Sellado de huecos.
  - Sellado de pequeñas aperturas.
- Mantenimiento y reparación.
  - Facilidad de pequeñas reparaciones

### **Otras características evaluadas en los DIT y DIT plus son las siguientes:**

#### **a) Prestaciones superiores a las en la DPC o características no requeridas en la DPC**

El IETcc ha realizado algunos ensayos basados en los métodos establecidos por las Guías UEAtc (*Choque de cuerpo blando*) o Guía EOTA n3 (*Particiones*). Concretamente para estas piezas se han evaluado:

---

<sup>8</sup> Guía E: Niveles y Clases en la Directiva de Productos de Construcción. (Revisión Septiembre 2002)

- Resistencia al impacto para diferentes formaciones del tabique (Guía UEAtc)
- Resistencia a carga vertical excéntrica (Guía EOTA)

b.) Aspectos medioambientales y/o de sostenibilidad (incluyendo análisis del ciclo de vida)

Los fabricantes deben declarar que sus productos, las particiones y todos los elementos auxiliares asociados, no contienen materiales que puedan amenazar la salud de los ocupantes o vecinos cuando la partición este en servicio. Concretamente los fabricantes que disponen del DIT han declarado que no se producen:

- Emisión de gases tóxicos.
- Emisión de partículas peligrosas.
- Posibilidad de crecimiento de microorganismos dañinos.
- Emisión de radiaciones peligrosas

c) Mantenimiento y condiciones de servicio del producto

Esos sistemas no requieren especiales condiciones de mantenimiento, pero al menos se realizarán las mismas que se exigen a las tabiquerías tradicionales

d) Prestaciones superiores o complementarias a las requeridas por la DPC

Para la concesión del DIT plus igual que para el DIT, el fabricante debe someterse a una inspección del IETcc equivalente al **nivel 1+** (el máximo) de la certificación de la conformidad establecido por la CE, que supone:

- Ensayo inicial de tipo del producto
- Inspección inicial de fábrica y del control de producción en fábrica.
- Inspecciones periódicas (dos visitas anuales)
- Ensayos por sondeo de muestras de fábrica, almacén u obra.

Los Sistemas de partición tienen establecido como Sistemas de Evaluación de la Conformidad en la Guía EOTA 003 para el Mercado CE vía DITE, los siguientes:

|  | <b>Uso previsto</b>  | <b>Sistema de evaluación de la conformidad</b> |
|--|--|--|
| Guía EOTA 003:<br>Kits<br>de tabiquería interior | Para usos sujetos a los requisitos de reacción al fuego  | 1/3/4  |
|  | Para compartimentación contra incendios  | 3  |
|  | Usos sujetos a la reglamentación sobre sustancias peligrosas   | 3  |
|  | Para usos que puedan presentar riesgos de seguridad de uso y que estén sujetos a la reglamentación correspondiente | 3  |
|  | Para usos distintos a los anteriores   | 4  |

Como se ve, sólo el primer uso tiene requisitos tan exigentes como los establecidos en el DIT o el DIT plus.

## 4. Sistemas de tabiquería de piezas de arcilla cocida de gran formato. DIT plus

El DIT plus define estos sistemas como: *Sistemas de partición interior o tabiquería, compuestos por piezas machihembradas de arcilla cocida de gran formato, para utilización tanto en distribuciones interiores de edificios como en trasdosados de fachadas.*

Estas piezas se obtienen una vez seleccionadas las arcillas, mediante un proceso de trituración y humectación con el fin de conseguir la granulometría apropiada para realizar la mezcla y antes de la extrusión se extrae el aire a la pasta en la cámara de vacío, para a continuación, realizar el moldeo en la zona de extrusión y, extendida la pasta sobre los rodillos, cortar en piezas, para su secado y apilado sobre vagoneta y posterior cocción en horno túnel a temperaturas y ciclos controlados.

Para la obtención del DIT plus, estos sistemas deben incluir la terminación de los elementos con revestimiento de yeso de aplicación manual o mecánica, o bien con un panelado a base placas de yeso laminado adheridas con pasta de escayola aditivada y cinta para juntas.

La unión entre piezas se resuelve con un pegamento con base de escayola. El machihembrado de las piezas va situado en los cantos de mayor dimensión, que quedarán en posición horizontal al ejecutar el tabique.

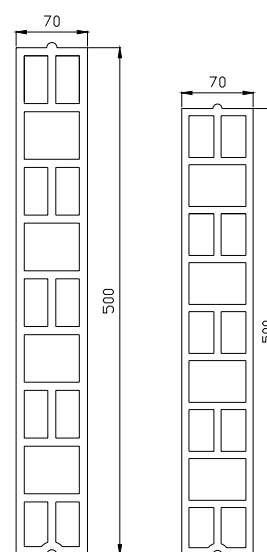
Las piezas cerámicas son fabricadas en distintas alturas para atender a las posibles diferentes alturas del forjado. Las dimensiones recomendadas por cada fabricante (altura y distancia entre arriostramientos) vienen limitadas por el espesor de las piezas.

El diseño y tamaño de huecos longitudinales de las piezas facilita la incorporación de las instalaciones, reduciendo sensiblemente las rozas horizontales.

Uno de los aspectos fundamentales de estos sistemas es la calidad de los adhesivos a utilizar. El adhesivo debe ser un polvo a base de escayola aditivada que debe disponer de Marcado CE de acuerdo con la Norma UNE EN 12860:2001. Para la fabricación de la pasta se requiere la adición de agua, aunque si procede, a efectos de control del fraguado puede añadirse yeso de fraguado controlado YG.

Para la solución de puntos singulares, encuentros, etc., estos sistemas proponen diversas soluciones, algunas de las cuales se utilizan normalmente con las tabiquerías tradicionales. En los encuentros con otros materiales suele utilizarse mallas de fibra de vidrio y en los encuentros con los forjados superiores suele colocarse una banda de poliestireno expandido para desolidarizar el tabique, tanto si éste se coloca directamente sobre el forjado, como sobre el pavimento.

La obtención del DIT plus exige la realización de un exigente plan de autocontrol de calidad por el fabricante, controlando tanto la materia prima, como la fase de fabricación y el producto acabado.



Ejemplo de pieza

#### 4.1 Puesta en Obra

Estas piezas aunque se denominan de gran formato son fácilmente manejables por los operarios, de hecho el equipo de colocación puede estar compuesto por un único operario.

De forma orientativa y según referencias de los fabricantes la capacidad diaria de montaje por persona está situada entre 40 m<sup>2</sup> y 50 m<sup>2</sup>, dependiendo del tipo de distribución y altura de tabique. Las herramientas empleadas son las habituales en albañilería: amasadora, cortadora, regla telescópica y útiles propios.

Los cortes deben ejecutarse con cortadora siempre que sea posible. El proceso de construcción de tabiques de una y dos hojas es similar, excepto por la incorporación de revestimientos en cara interior de hoja de ladrillo, y/o de materiales aislantes en la cámara de aire.

En el caso del tabique de dos hojas, se deberá proceder de forma progresiva y conjunta, levantando inicialmente hiladas de una de las dos hojas, y a la vez, colocando el material aislante, y continuando con las hiladas de la segunda hoja.

Las exigencias relativas a la impermeabilidad al agua de las particiones son relevantes, sólo cuando estas sean utilizadas en zonas directamente expuestas al agua, por ejemplo en baños. Los requerimientos relativos al sistema de revestimiento (alicatado por ejemplo), se tratan separadamente.

##### Replanteo previo

Debe de realizarse un replanteo para prever la resolución de los encuentros con otros elementos, tales como muros, pilares, huecos de paso y otros tabiques, y a continuación de forma arriostrada y aplomada, colocar a una distancia recomendada de 90 cm. aprox., las miras, para posteriormente, colocar si proceden, los precercos de huecos de paso.



##### Arranque y unión al techo del tabique

A fin de considerar en el arranque, la absorción de las deformaciones posibles de los forjados, en primer lugar y a modo además de regularización, se coloca una tira de poliestireno expandido de ancho igual a la pieza cerámica colocada y de espesor 1 cm.

Debe comprobarse, en proyecto, que este espesor es suficiente para la deformación prevista de los forjados en función de sus características y dimensiones. Sobre la tira de poliestireno se coloca, encolada, la primera hilada de piezas.

La unión del tabique al techo se realiza dejando una separación entre la última placa de y el forjado superior de 3 cm. a 4 cm. recibéndose con el yeso de fraguado controlado.

### Unión de piezas entre sí

La unión entre piezas se realiza por encolado, aplicando el pegamento sobre el perímetro de toda la pieza, las placas se van colocando por hiladas y siempre contrapeadas, de tal forma que las piezas vayan trabándose unas con otras y no existan dos juntas verticales coincidentes de dos hiladas consecutivas. Se comprueba la planeidad del tabique mediante regla.



### Unión de tabique a precerco, muros y pilares

La unión de precercos con el tabique se realiza con cuatro puntos de unión en cada lateral del precerco y uno al suelo. La parte superior del precerco se forra con una banda de poliestireno expandido para evitar una unión rígida. Se coloca adherida, en la parte superior y en una franja de 15 cm de longitud en los laterales. Es importante no situar juntas verticales alineadas con los montantes del precerco.

Cuando sea posible se realizarán la unión con enjarjes mediante roza abierta; en otro caso, se adoptarán alguna de las soluciones que se proponen en figura. La unión en esquina o en T se realiza por enjarjes alternativos. En las hiladas pares correspondientes al encuentro de tabiques, es necesario prever aberturas en uno de los tabiques.

### Rozas

Las rozas verticales se realizan con rozadora eléctrica. Generalmente las horizontales no es necesario abrirlas, basta con romper la unión vertical de dos placas en el punto por donde se va a pasar la canalización aprovechando los huecos horizontales existentes en cada placa. Una vez colocadas las canalizaciones, las rozas se rellenan con yeso de fraguado controlado como paso previo a la colocación de cualquier tipo de acabado.



### VENTAJAS MÁS SIGNIFICATIVAS DEL SISTEMA

Estos sistemas tienen varias ventajas frente a las albañilerías tradicionales; permiten una mayor rapidez de ejecución y mejor planeidad final en los paños, mejor comportamiento a los movimientos diferenciales entre juntas, además de la capacidad de arbitrar medidas correctoras frente a las deformaciones, con la colocación previa de elementos en las uniones con el resto de la estructura. Para el resto de aspectos, pueden considerarse como albañilerías tradicionales.

## 5) Sistemas de tabiquería de paneles de yeso con fibra de vidrio

El DIT define este sistema como: *Sistema de tabiquería industrializada de altura variable hasta 2,90 m, compuesta por paneles aligerados de yeso reforzado con fibra de vidrio, para utilización en trasdosados de fachadas y distribuciones interiores de edificios.*

Estos paneles se fabrican a partir de la recepción y selección del yeso, del tipo "E-30", conforme a la Norma UNE 102010:1986 y la fibra de vidrio tipo "E" con una longitud que varía entre los 6 y 30 milímetros que se incorpora a la masa en una proporción determinada de 3 kg por 300 kg.

La fabricación se inicia con la comprobación de las características del yeso pasa a almacenarse a los silos, de donde cae a las batidoras por medio de un dosificador automático.

Efectuada la mezcla de yeso y agua (medidor electrónico) y vertida la fibra en la cuba mezcladora, se bate mediante dos ejes provistos de dos aspas cada uno y la pasta conseguida se vierte en los moldes automáticamente.

Realizado el fraguado se procede al desmoldeo de los paneles mediante un sistema hidráulico para, posteriormente y mediante pinzas y ventosas neumáticas, retirar los mismos a las estanterías de secado.

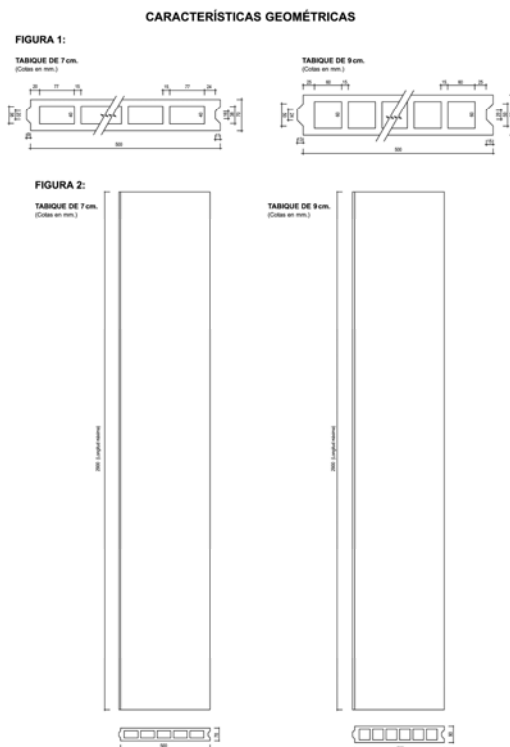
El secado se efectúa a cubierto, salvo que las condiciones atmosféricas permitan realizarlo a descubierto.

Los paneles se fabrican en dos espesores 7 y 9 cm, con una anchura de 50 cm. El panel tiene forma paralelepípedica con un machihembrado en los cantos laterales para conseguir el ensamble de los distintos elementos constitutivos del tabique. Su sección transversal presenta una serie de orificios rectangulares (antes circulares) en toda la longitud del panel, que a la vez que disminuyen el peso del elemento, pueden ser utilizados para incorporar las instalaciones eléctricas y de fontanería.

Uno de los aspectos determinante de este sistema, como de otras tabiquerías similares, es la calidad de los adhesivos utilizados. El pegamento para ensamblado de paneles consta básicamente de yeso y aditivos sintéticos. Este pegamento se presenta en envases de papel y debe ser mezclado con agua para su uso en obra. La proporción de la mezcla en relación al agua será del 70 % al 80 %.

### 5.1 Puesta en Obra

Los equipos de colocación están compuestos, normalmente, por dos personas, aunque el fabricante está investigando sobre el desarrollo de un robot de colocación, lo que sin duda beneficiará al sistema. De forma orientativa, según indica el fabricante, la capacidad de montaje por persona es de una vivienda de 180 m<sup>2</sup> a la semana.





Las herramientas empleadas por los equipos de montaje son las normales de obra, más una cortadora circular de Widia y una amasadora eléctrica. Los cortes deben ejecutarse con una radial. Antes de su colocación se quitará el polvo con un cepillo o trapo húmedo.

### **Unión de paneles entre sí**

La unión entre paneles se realiza por encolado directo, aplicando el pegamento a paleta sobre el canto con hembra y encajando en ésta el macho de la siguiente. Se comprueba la alineación de los paneles mediante regla.

### **Unión al techo, muros, pilares y suelos**

Estas uniones no deben ser solidarias, por tanto se realizan previa interposición de una banda de poliestireno expandido (Empolime Basic o similar) de 1 cm de espesor en todo el ancho, o espuma de poliuretano proyectada (Orbafoam o similar), con un espesor no mayor de 25 mm, adecuadamente protegida. Para las uniones en T Los tabiques se encolan directamente al tabique ya colocado, a través de un canto con hembra o de un corte. El apoyo de los paneles al suelo se realiza interponiendo una lámina asfáltica (Glasdan 20 Plástico o similar). La ejecución posterior del solado contribuye a la estabilidad del tabique.

### **Zonas húmedas**

La experiencia del fabricante ha demostrado que el panel queda protegido suficientemente si se realiza correctamente el alicatado del mismo con un mortero cola especial para yesos.

Conviene señalar, que aunque el tabique responde bien a la humedad, es significativamente sensible al agua, por lo que debe tenerse en cuenta en las zonas húmedas, la disposición de una barrera impermeable en el arranque de los mismos evita la ascensión capilar.

### **Unión con cercos**

La unión se efectúa por medio de zarpas metálicas o puntas cruzadas dispuestas a cada lado del cerco. Se realizará previamente una caja al panel, llevándose a cabo posteriormente el relleno con el pegamento.

Existen dos opciones para la realización de los cabeceros:





- En los cabeceros se coloca una pieza entera amarrada lateralmente a las placas, según figura 4. Una vez colocado el cabecero se le hace un corte vertical para que actúe como junta de dilatación. Finalmente se coloca un velo de fibra de vidrio o nailon (Osaka o similar) de 0,15 mm de espesor y 50 mm de anchura, con el pegamento y posteriormente se tiende con yeso.
- También se puede recibir directamente al tabique mediante fijaciones mecánicas adecuadas o mediante la aplicación de espuma de poliuretano. En el caso de utilizar espuma de poliuretano, la propia espuma actúa como junta de dilatación (figura 4 bis).

En caso de optar por la unión con espuma de poliuretano, durante la puesta en obra se deberán tomar las medidas necesarias para que no se vea afectada por la radiación ultravioleta. La anchura mínima de panel entre precercos será de 10 cm., cuidando la ejecución de los cabeceros.

### Acabados

Las juntas deben ser enrasadas y alisadas con el pegamento, de modo que queden preparadas para ser pintadas o revestidas. En los encuentros del tabique de yeso con elementos de otra naturaleza, se utiliza velo de fibra de vidrio con el pegamento, para prevenir la aparición de fisuras.

Considerando el sistema de puesta en obra, defectos en la rectitud de aristas y escuadrías, pueden ser corregidos directamente en la colocación, con la aplicación del pegamento. El acabado de las superficies exteriores del tabique no hace necesario operaciones posteriores del enlucido, quedando, por tanto, dispuesto para el revestimiento final.

Los revestimientos cerámicos deberán realizarse con adhesivos cuya adherencia mínima, conforme a las exigencias UEAtc, sea de 0,50 MPa.



### Rozas

Las rozas horizontales, no deben ser superiores a 2 y 3 cm. para los espesores de 7 y 9 cm. respectivamente, de acuerdo a la NTE-PTF. En todo caso, debe dejarse 1 cm. entre el tubo y la cara vista del tabique, que se rellena con el pegamento. Las rozas se harán con métodos no percusivos.

Se recomienda un estudio para prever huecos para instalaciones, así como que las rozas horizontales para paso de instalaciones tengan la menor longitud posible y que se realicen, en la medida de lo posible, por la parte superior del tabique.



### VENTAJAS MÁS SIGNIFICATIVAS DEL SISTEMA

La principal ventaja de estos paneles, es su rapidez de ejecución.

En ocasiones se ha finalizado la tabiquería del edificio antes que la ejecución de los cerramientos, dada no sólo la rapidez de montaje, también la confianza ante exposición moderada a la humedad.

La colocación de instalaciones y sobretodo la calidad del acabado final permiten un ahorro considerable de tiempo de ejecución. Por otro lado tanto la tecnología desarrollada para la fabricación del panel como para los adhesivos de unión, la facilidad de corte en obra y ejecución de remates han permitido unas prestaciones en muchos casos superiores a las que proporcionan las albañilerías tradicionales.

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis de estos dos sistemas constructivos tomados como ejemplo y de la normativa que de aplicación puede deducirse en primer lugar la importancia adquirida por esta unidad de obra en nuestros edificios.

Toda la evaluación y el conocimiento de las particiones, sobre todo en el campo de los productos no tradicionales, tiene como fin eliminar las reservas a la utilización de productos cuya idoneidad de empleo haya sido juzgada por los procedimientos hasta aquí descritos; la insuficiencia en muchos casos del Mercado CE para los productos pone de manifiesto la importancia del DIT Plus o del DIT, herramientas para facilitar el trabajo de técnicos y Organismos de Control de Calidad.

En dicho sentido, la adecuada redacción de los documentos de Proyecto resulta fundamental para la correcta definición tanto de las prestaciones requeridas a los productos, como para la definición del control de su puesta en obra. Para ello, sería preciso describir con exactitud, en sus capítulos correspondientes, la estructura sobre la que se va a situar la partición, y especialmente las tolerancias admisibles. Además se deberían indicar las flechas previstas para los forjados y vigas; y si las deformaciones esperadas corresponden al momento de puesta en obra de las particiones o si son diferidas.

En el capítulo específico de la solución de partición adoptada, deberán especificarse las exigencias requeridas, las dimensiones y modulación con sus tolerancias, cargas admisibles y todos los problemas que atañen a la solución adoptada, como por ejemplo las condiciones relativas a la incorporación de instalaciones; condiciones de mantenimiento y reparación.

Es recomendable adoptar una estructura a la de los Pliegos oficiales redactados por las Administraciones estatales o autonómicas; o de los Ayuntamientos; especificando al menos:

1. Tipo de partición. Características generales. Criterios de diseño.  
Referencia a la obligatoriedad de que el sistema en el caso de no tradicional disponga de un Documento de Idoneidad Técnica o un Documento de idoneidad Técnica Europeo.
2. Especificación de los elementos y componentes del sistema.
3. Prestaciones esperadas en función de los requisitos esenciales. (Definición de clases y usos específicos, indicando los valores mínimos requeridos y las prestaciones a definir por el fabricante, en los casos que no exista requerimiento específico).
4. Condiciones previas del soporte.
5. Condiciones de ejecución y montaje. Descripción de los elementos de unión y de los de fijación y anclaje. (Referencia al Manual de Puesta en Obra del fabricante y al DIT y/o DITE, si es el caso).

6. Condiciones de aceptación o rechazo. Control de los materiales. (Requerimiento del DIT o DITE en vigor y su correspondiente certificación de seguimiento, por ejemplo). Control de la ejecución. (Especificando el tipo de controles a realizar, la frecuencia y las condiciones de no aceptación automática).
7. Criterios de medición y abono.
8. Condiciones de conservación y mantenimiento.

Incluso para estas unidades de obra tan corrientemente subestimadas deberíamos seguir el famoso que lema que **Platón**, tenía escrito a la entrada de su Academia:

***“No entre nadie sin saber Geometría”***

AB 12/04/07



**Seminario S8: La evolución de productos innovadores de construcción: DIT, DITE y DIT plus**

Ponencia nº 15:

**NUEVOS SISTEMAS PARA CUBIERTAS**

Eduardo Lahoz, arquitecto IETcc.

---



## ÍNDICE

---

1. Introducción
  2. El DIT y los productos o sistemas constructivos para cubiertas
  3. Guías DIT: Directrices de los Organismos de la UEAtc para la evaluación
  4. El DITE y los productos o sistemas constructivos para cubiertas
  5. Guías DITE y CUAP: Directrices de los Organismos de la EOTA para la evaluación
- 

(Fotografía: Cubierta de la ampliación del Museo Nacional Reina Sofía (Madrid), cortesía de ALCAN ALUMINIO ESPAÑA)

## 1. Introducción.

Basta echar un vistazo a las cubiertas de la llamada arquitectura tradicional para distinguirlas como uno de los elementos más significativos a la hora de estudiar la relación del hombre con el lugar donde habita.

Los materiales que las constituyen y las técnicas que se utilizaron, responden a los recursos y a las condiciones climáticas del lugar. Por ejemplo, en las típicas pallozas de Galicia, se utilizaba la paja del campo, una vez trillado el grano, y se iban conformando haces que colocados en capas sobre listones o caña, configuraban la cubierta. La estanquidad se obtenía gracias al espesor, al agua absorbida por la propia paja y a la facilidad de la misma para evacuar esta hacia el suelo.

A lo largo de la historia surgieron nuevos tipos de cubierta que o bien supusieron la adaptación de los sistemas tradicionales o bien se basaron en nuevos materiales. De la variedad y complejidad de soluciones constructivas existentes, dan fe las clasificaciones habituales de cubiertas que pueden encontrarse consultando la bibliografía existente.

Se contemplan criterios que van desde la inclinación de la pendiente (plana o inclinada), hasta su forma de construcción (de una hoja ó varias hojas, convencional o invertida), pasando por su comportamiento higrotérmico (fría o caliente) y también por el uso previsto (transitable, ajardinada, parking...)

Nuevos usos que, en cierta forma nacieron gracias al genio de unos pocos. La cubierta transitable de la Villa Savoie (1929), (Le Corbusier), la cubierta para pista de pruebas de vehículos de la Factoría Fiat (Giacomo M. Trucco) nos trasladan a una época en la que se mitificaba a la máquina, a los coches y a los transatlánticos <sup>(1)</sup> como respuestas rigurosas a nuevos problemas y que además empleaban nuevos medios. Quizá estas “respuestas” las consideremos hoy en día algo ingenuas. Pero si nos volvemos a mirar en la industria naval, nos podríamos preguntar:

### **¿Por qué los edificios tienen goteras y los submarinos no? <sup>(2)</sup>**

A lo que se podría argumentar que los costes de construcción de un submarino son mayores que los de un edificio y que además, en la industria naval existe un mejor control de calidad que en Edificación.

Aquí entramos en la cuestión clave. Un submarino no puede tener entradas de agua porque entonces se hundiría. No es sólo un problema de **control de calidad**, sino también de satisfacer unos “**requisitos esenciales**”.

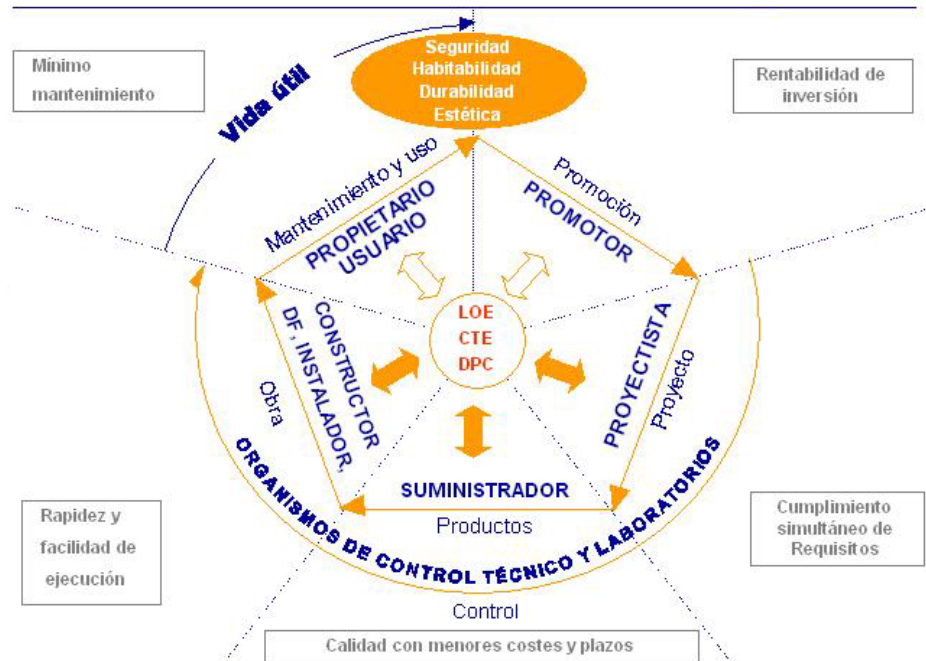
Lo mismo pasa con los edificios. Es más, de entre de todos los componentes de un edificio, la cubierta es el cerramiento que más requisitos ha de satisfacer tanto por estar más directamente expuesta al sol, a la intemperie, etc como también porque debe proteger a los espacios inferiores. Además, de estas funciones, el contexto en el que se están moviendo los productos de construcción destinados a cubiertas puede caracterizarse por los siguientes enfoques:

- **Optimización de costes y plazos de ejecución en obra**
- **Incorporación de nuevas prestaciones**

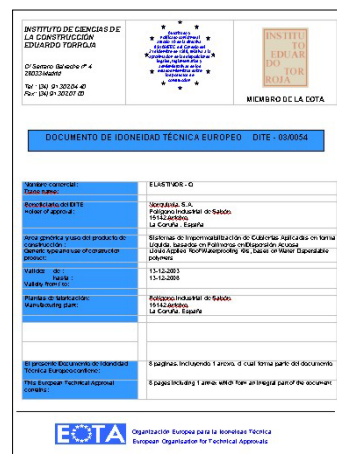
<sup>1</sup> Vers une Architecture. Le Corbusier, Editions Crés, París (1923)

<sup>2</sup> Submarines don't leak, why do buildings? Building Quality, technological impediment and organization of the building industry in Hong Kong. Habitat International vol. 27 (2003) . Yat – Huang Chiang, Bo - Sin Tang.

La gran complejidad de la construcción actual en España, con un elevado número de agentes y procesos intervinientes, desde la promoción hasta su conservación, hace prácticamente inviable que cualquiera de ellos lleve a cabo por sí mismos la evaluación técnica de productos y sistemas constructivos innovadores para cubiertas, y puede provocar en consecuencia, su rechazo por falta de conocimiento hacia los mismos. De ahí la garantía que tanto para promotores públicos como privados, técnicos proyectistas, fabricantes o distribuidores de productos de construcción, constructores y directores de obra, propietarios o usuarios, así como organismos de control técnico y laboratorios, suponen el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) y el Documento de Idoneidad Técnica Europeo, tanto para los nuevos sistemas para cubiertas.



Portada de DIT nº 400/R



Portada de DITE 03/ 0054

El propósito de la presente ponencia, es realizar una descripción de las distintas y más recientes evaluaciones técnicas realizadas así como de los procedimientos de evaluación en marcha sobre diversos productos y sistemas constructivos nuevos y/o innovadores previstos para su utilización en cubiertas, bien sea planas o inclinadas, y tanto en el campo de los soportes estructurales, impermeabilización, aislamiento térmico, cerramientos y elementos de cobertura.



## 02. El DIT y los productos o sistemas constructivos para cubiertas.

### 2.1. Generalidades

Recordemos que el **DIT** es un documento escrito emitido por el IETcc que contiene una evaluación técnica favorable realizada por el IETcc sobre la idoneidad de empleo para un uso previsto de aquellos materiales, sistemas o procedimientos constructivos para los que no se han desarrollado NORMAS que regulen sus características y/o su empleo o puesta en obra. Se fundamenta, si existen, en las llamadas “**Guías DIT**”, que veremos más adelante. A título indicativo, desde el inicio de las actividades del DIT en el IETcc, se han concedido el DIT a diversos productos o sistemas constructivos para cubiertas, como por ejemplo:

| Ejemplos de tipos de productos o sistemas para cubiertas con DIT concedidos |  |  |
|---|--|--|
| Tramitación   | Producto o Sistema   | Uso previsto   |
| Confirmación  | FOAMGLASS  | Aislamiento térmico para cubiertas   |
| Concesión   | MORTER PLAST “S” 3 mm  | Lámina impermeabilizante SBS   |
| Confirmación BBA  | TYVEK 1460 B SOFT<br>TYVEK 2001 B PRO                        | Láminas permeables al vapor de agua para revestimientos de cubiertas inclinadas bajo teja o pizarra  |
| Concesión   | INTEMPER TF  | Sistema de impermeabilización de cubiertas planas<br>-Sistema INTEMPER TF Básico<br>-Sistema INTEMPER TF Mixto<br>-Sistema INTEMPER TF Aljibe<br>-Sistema INTEMPER TF Ecológico<br>-Sistema INTEMPER TF Ecológico - Aljibe |
| Concesión   | PANEL PERFRISA   | Sistema de cerramiento ligero de cubiertas   |
| Concesión   | ROOFMATE SL  | Sistema de aislamiento para cubierta invertida   |
| Confirmación  | POLYTUIS DECRA   | Sistema de cobertura con tejas metálicas   |
| Concesión   | PLACAS ONDULADAS DE FIBROCEMENTO NT (sin amianto) REFORZADAS | Sistema de ejecución y cerramiento ligero de cubiertas   |
| Euroagrement  | FULLFLOW   | Sistema sifónico para la evacuación de pluviales en cubierta   |
| Concesión   | PANELES ISOTEGO 1000   | Sistema de cerramiento ligero de cubiertas   |
| Concesión   | PANELES ISOTEGO 5-1000                                       | Sistema de cerramiento ligero de cubiertas   |

| Ejemplos de nuevos DIT para tipos de productos o sistemas para cubiertas |                    |   |
|--|--------------------|---|
| Tramitación  | Producto o Sistema | Uso previsto  |
| Concesión  | CUMEVA             | Sistema de estructura para cubiertas                                |
| Concesión  | TEDUR 5            | Sistema de cubierta con piezas cerámicas de estructura celular      |
| Concesión  | PAISLANT           | Sistema de cerramiento de cubiertas a base de paneles autoportantes |
| Concesión  | TERMOCHIP          | Sistemas de paneles   |
| Concesión  | TERMOCHIP          | Sistemas de paneles...  |

## 2.2. Alcance de la evaluación técnica para nuevos sistemas para cubiertas

La **Evaluación Técnica** correspondiente a productos y sistemas constructivos de cubierta abarca, una serie de fases que van desde la redacción de un programa de trabajo hasta las visitas de obra y a fábrica, pero quizá tenga especial interés describir brevemente los ensayos y pruebas a las que han de someterse a estos productos y sistemas:

### 2.2.1. Ensayos de identificación

Son aquellos que sirven para definir de manera inequívoca al producto o sistema constructivo evaluado mediante la comprobación de una serie de características físico-químicas (no sus prestaciones). Suelen ser por ejemplo, características relativas a:

- Geometría: Dimensiones y tolerancias, o bien valores mínimos / máximos).
- Densidad: masa por unidad de superficie ( $\text{kg/m}^2$ ).
- Composición: Extracto seco, contenido en cenizas.
- Características mecánicas: en general hacen referencia a aquellas que son indicadoras de la idoneidad de su proceso de fabricación, no deben entenderse como prestaciones requeridas por el uso específico.

### 2.2.2. Ensayos de aptitud de empleo

Son aquellos que nos determinan si el producto o sistema constructivo en base a las prestaciones requeridas, se va a comportar de manera satisfactoria. Pueden agruparse en dos familias: Seguridad y Habitabilidad.

Por **Seguridad** entenderemos la capacidad que tiene un sistema constructivo para cumplir con las funciones requeridas en un nivel aceptable de riesgo. Los riesgos a los que debe hacer frente una cubierta van desde los que pueden clasificarse como “normales”, es decir, consecuencia de acciones mecánicas producidas por el uso habitual (por ejemplo cargas de uso, sobrecargas de viento, nieve, o de impacto) a los que son infrecuentes o “anormales” como por ejemplo un incendio. De ahí que se determinen prestaciones como por ejemplo:

- Resistencias mecánicas: analizando características como su resistencia a flexión, a succión, a tracción, a fatiga, al choque de cuerpo blando...
- Comportamiento frente incendio: analizando características como su reacción al fuego.

Por **Habitabilidad** de la cubierta entenderemos la capacidad que tiene para permitir la ocupación de los locales inferiores y la utilización de la cubierta. Por tanto, se determinarán prestaciones como por ejemplo:

- Protección frente a la medio exterior analizando características como su estanquidad al agua, o al aire...
- Confort higrotérmico y acústico analizando características como su conductividad térmica, resistencia a la difusión del vapor de agua, o aislamiento frente a ruido aéreo...

### 2.2.3. Ensayos de durabilidad

Son los que nos permiten estimar la capacidad del producto o sistema constructivo para mantener o conservar sus prestaciones a lo largo del tiempo, bajo la influencia de acciones previsibles, siempre y cuando la cubierta se haya diseñado y ejecutado correctamente, y además se realicen las necesarias operaciones de conservación, y eventualmente, de reparación. Las acciones previstas pueden ser:

- Externas: calor, radiación UV, cambios higrotérmicos, lluvia, hielo,
- Internas: Compatibilidad química entre componentes del sistema...

La siguiente tabla compara los ensayos efectuados en la evaluación técnica de algunos DIT:

| <b>Cuadro comparativo de ensayos</b>                           |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>DIT</b>   | <b>Identificación</b>   | <b>Aptitud de empleo</b>   | <b>Durabilidad</b>   |
| Sistemas de impermeabilización con láminas de E.P.D.M.         | Espesor (mm)<br>Anchura (cm)<br>Peso específico (g / cm <sup>3</sup> )<br>Masa nominal (g)<br>Resistencia tracción (MPa)<br>Alargamiento rotura (%)<br>Resistencia tracción al 300% de alargamiento   | <u><b>Relativos a láminas</b></u><br>Resistencia a succión<br>Resistencia al pelado<br>Estanquidad al agua<br>Resistencia al choque térmico<br>Estabilidad dimensional<br>Resistencia a fatiga<br>Resistencia a punzonamiento estático<br>Resistencia a punzonamiento dinámico<br>Resistencia al desgarro<br>Rectitud y planeidad de bordes<br>Absorción de agua<br>Resistencia al deslizamiento | <u><b>Relativos a láminas</b></u><br><u>Envejecimiento por calor</u><br>Pérdida de resistencia y alargamiento a tracción, resistencia al desgarro y a la fatiga<br><u>Envejecimiento por UV</u><br>Aspecto: sin fisuración Resistencia y alargamiento a tracción.<br>Punzonamiento dinámico –10°C  |
| Sistema de ejecución de cubiertas (placas onduladas)           | <u><b>Relativos a placas</b></u><br>Geometría de nervaduras<br>Densidad aparente<br>Absorción de agua<br>Ensayo de aptitud de empleo  | <u><b>Relativos a placas</b></u><br>Características mecánicas:<br>- Carga de rotura a flexión<br>- Incremento de Flecha<br>- Momento flector<br>Impermeabilidad al agua<br>Choque de cuerpo blando   | <u>Envejecimiento por calor</u><br>80°C 14 d, 28 d y 56 d<br>Carga de rotura a flexión<br><u>Envejecimiento por inmersión en agua caliente a 60 °C</u><br>60°C 14 d, 28 d y 56 d<br>Carga de rotura a flexión<br><u>Ciclos agua calor</u><br>25 y 50 ciclos<br>Carga de rotura a flexión<br><u>Ciclos hielo-deshielo</u><br>50 y 100 ciclos<br>Carga de rotura a flexión<br><u>Pérdida de resistencia a impacto por cuerpo blando</u><br>- Inmersión agua caliente 56 d 60 °C<br>- Ciclo de inmersión y secado |
| Sistemas de cerramiento ligero de cubiertas (paneles sándwich) | <u><b>Relativos a paneles</b></u><br>Longitud<br>Anchura<br>Espesor<br>Anchura<br>Contracción combado<br>Rectitud de aristas<br>Escuadría<br>Masa nominal (g)<br>Resistencia tracción (MPa)<br>Alargamiento rotura (%)<br>Densidad del núcleo<br><br><u><b>Relativos a accesorios</b></u><br>Dimensiones<br>Composición | <u><b>Relativos a la Seguridad</b></u><br>Ensayo de flexión sobre tres apoyos<br>Efectos térmicos<br>Resistencia a tracción perpendicular a las capas de cobertura<br>Resistencia a esfuerzo cortante<br>Resistencia al fuego<br>Absorción de agua<br><br><u><b>Relativos a la Habitabilidad</b></u><br>Aislamiento térmico<br>Aislamiento acústico  | <u>Tratamiento de 3 h a –20°C</u><br><u>3 h a 80 °C y 7 d a 70 °C</u><br><br>Estabilidad dimensional<br>Resistencia a tracción perpendicular a las capas de cobertura<br>Resistencia a la compresión<br>Resistencia a cortante   |

### **3. Las Guías DIT: Directrices de la UEAtc para la evaluación técnica**

Son las especificaciones técnicas que permiten que los DIT emitidos por los Institutos de la UEAtc tengan el mismo valor y puedan reconocerse como equivalentes. Su contenido abarca:

- Ámbito de la Evaluación.
- Características a evaluar.
- Procedimientos de ensayo.
- Exigencias cuantitativas o cualitativas que deben satisfacerse para la concesión del DIT, a nivel de identificación, aptitud de empleo y durabilidad.
- Requisitos del control de la producción, transporte y / o puesta en obra.

Por ahora, las Guías UEAtc vigentes o en elaboración, relacionadas con productos o sistemas constructivos para cubiertas son:

| <b>Guías UEAtc</b> |   |   |
|--------------------|---|---|
| <b>Año</b>         | <b>Título</b>   | <b>Observaciones</b>  |
| 1987               | Directrices especiales para la evaluación técnica de revestimientos de impermeabilización a base de betún polimérico reforzado APP (Atactic Polypropylene) con capas de polietileno | Vigente, sólo disponible en inglés  |
| 1992               | Sistemas de aislantes térmicos soporte de impermeabilización de cubiertas planas e inclinadas   | Vigente. Actualización de Guía de 1981  |
| 2001               | Guía Técnica de la UEAtc para la evaluación de Sistemas de impermeabilización de cubiertas a base de láminas de PVC plastificado reforzadas o no y/o con subcapa                    | Vigente, sólo disponible en inglés. Sustituye a Guías UEAtc: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistemas de impermeabilización independientes de hoja de PVC plastificado sin armadura (1982)</li> <li>▪ Sistemas de impermeabilización de cubiertas en láminas de PVC plastificado con armadura y / o subcapa e incompatibles con el betún (1997)</li> <li>▪ Guía Técnica UEAtc para la evaluación de laminas monocapa para impermeabilización (1991)</li> </ul>   |
| 2001               | Guía Técnica de la UEAtc para la Evaluación de Sistemas de Impermeabilización de Cubiertas a base de láminas de betún modificado reforzado APP o SBS                                | Vigente, sólo disponible en inglés. Sustituye a Guías UEAtc: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Guía para la evaluación técnica de Sistemas de Impermeabilización de cubiertas (1983)</li> <li>▪ Directrices especiales para la evaluación de revestimientos de impermeabilización a base de betún polimérico reforzado APP (Atactic Polypropylene) (1984)</li> <li>▪ Directrices especiales para la evaluación técnica de Sistemas de revestimiento de impermeabilización a base de betún elastómero homogéneo reforzado (SBS) (1984)</li> <li>▪ Guía Técnica UEAtc para la evaluación de laminas monocapa para impermeabilización (1991)</li> </ul> |
| 2001               | Guía UEAtc para la evaluación de Sistemas de impermeabilización de cubiertas a base de láminas de EPDM reforzadas o no, y/o con subcapa.  | Vigente, sólo disponible en inglés. Sustituye a Guías UEAtc: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Guía Técnica UEAtc para la evaluación de láminas monocapa para impermeabilización (1991)</li> <li>▪ Directrices especiales para la evaluación de sistemas de impermeabilización de cubiertas con EPDM vulcanizado no reforzado (1988)</li> </ul>  |
| 2001               | Guía UEAtc para la evaluación de Sistemas de impermeabilización de cubiertas a base de láminas de FPO reforzadas o no, y/o con subcapa.   | Sustituye a Guías UEAtc: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Guía para la evaluación técnica de Sistemas de Impermeabilización de cubiertas (1983)</li> <li>▪ Guía Técnica UEAtc para la evaluación de láminas monocapa para impermeabilización (1991)</li> </ul>  |

#### **4. El DITE para productos o sistemas constructivos de cubiertas**

Como ya se ha visto al principio de este Seminario, el DITE **Documento de Idoneidad Técnica Europeo**, (en inglés, European Technical Approval, ETA) es la expresión escrita de la Evaluación Técnica favorable de la idoneidad de un producto para un uso indicado, fundamentada exclusivamente en el cumplimiento de al menos alguno o algunos de los Requisitos Esenciales previstos para las obras en las que se utilice dicho producto. Hasta ahora los DITE emitidos por el IETcc relativos a cubiertas se muestran a continuación:

| <b>DITE vigentes específicos para productos para cubiertas basados en Guía DITE</b> |  |   |
|---|--|---|
| <b>DOCUMENTO</b>  | <b>Nombre del producto</b>                   | <b>Uso previsto</b>   |
| DITE 03/0054  | ELASTINOR Q                                  | Sistema de impermeabilización líquida basado en polímeros en dispersión acuosa              |
| DITE 04/0065  | ZORPIT IMPER                                 | Sistema de impermeabilización líquida basado en polímeros en dispersión acuosa              |
| DITE 04/0082  | HYPERDESMO                                   | Sistema de impermeabilización líquida basado en poliuretano                                 |
| DITE 04/0094  | TEIMLAM                                      | Sistema de impermeabilización líquida basado en resina epoxy                                |
| DITE 05/0085  | PRENOPLAST                                   | Sistema de impermeabilización líquida basado en emulsión bituminosa de polímeros modificado |
| DITE 05/0097  | KIMPER KIMI RED                              | Sistema de impermeabilización líquida basado en polímeros en dispersión acuosa              |
| DITE 05/0109  | MORTERPLAS FM<br>MOFLEX SBS FM               | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 05/0127  | PARATHANE                                    | Sistema de impermeabilización líquida basado en poliuretano                                 |
| DITE 06/0016  | ASFALDECK M-50                               | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0017  | ASFALDECK B-70                               | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0018  | MORTERPLAS FM BICAPA<br>MOPLAS SBS FN BICAPA | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0058  | POLYDAN PLUS FM                              | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0059  | COMPOLAM FM                                  | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0060  | POLITABER FM MONOCAPA                        | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0061  | ASSA FM-I                                    | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0062  | ESTERDAN PLUS FM BICAPA                      | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0063  | COMPOLAM FM BICAPA                           | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0064  | POLITABER FM BICAPA                          | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0065  | ASSA FM-II                                   | Sistema de impermeabilización a base de láminas SBS fijadas mecánicamente                   |
| DITE 06/0256  | TEPAINT IMPER                                | Sistema de impermeabilización líquida basado en polímeros en dispersión acuosa              |
| DITE 06/0263  | IMPERMAX                                     | Sistema de impermeabilización líquida basado en poliuretano                                 |
| DITE 07/0062  | TQ IMPER POL                                 | Sistema de impermeabilización líquida basado en poliuretano                                 |

Asimismo, se están desarrollando DITE para otros sistemas constructivos como los paneles sándwich aislantes con cobertura no metálica, en base a la Guía DITE 16., específicamente para cubiertas.

## **5. Guías DITE y CUAP para productos o sistemas constructivos de cubiertas**

Recordemos que tanto las **Guías DITE** como los CUAP son documentos redactados por y para los Organismos miembros de la EOTA autorizados para emitir el **DITE**, según mandato de la CE y de la EFTA-EEA. En él, se indican cómo realizar la evaluación técnica de la idoneidad de empleo de productos o sistemas constructivos innovadores por parte de los Organismos autorizados de la **EOTA**

En la actualidad, para productos y sistemas de cubiertas existen Guías DITE ya aprobadas, vigentes y disponibles para su descarga en inglés y en formato pdf, desde la web: [www.eota.be](http://www.eota.be) en el Apartado "Endorsed ETAG". Pero también, existen grupos de trabajo que están desarrollando otras Guías DITE e incluso CUAP para productos o sistemas de cubiertas, algunos de los cuales se muestran a continuación.

| <b>Guía DITE</b>         |                                 |   |                               |
|--------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|
| <b>Año de aprobación</b> | <b>Fin Período Coexistencia</b> | <b>Título</b>   | <b>Observaciones</b>          |
| 11-ago-2000              | Mayo 2003                       | ETAG 005: Kits de Impermeabilización líquida  | Obligatoriedad del mercado CE |
| 11-ago-2000              | Mayo 2003                       | ETAG 006: Sistemas de impermeabilización de cubiertas a base de láminas fijadas mecánicamente | Obligatoriedad del mercado CE |
| 24-sep-2002              | Junio 2005                      | ETAG 010: Sistemas de cubiertas traslúcidas autoportantes (excepto cristal)                   | Obligatoriedad del mercado CE |
| 17-feb-2004              | Noviembre 2006                  | ETAG 16 parte 2: Paneles composite autoportantes ligeros para cubierta                        | Obligatoriedad del mercado CE |
| PTE                      | PTE                             | ETAG XX: Productos de aislamiento térmico para cubiertas invertidas                           | En preparación                |

| <b>CUAP</b>              |   |                      |
|--------------------------|---|----------------------|
| <b>Año de aprobación</b> | <b>Título</b>   | <b>Observaciones</b> |
| ---                      | Sistemas de aislamiento soporte de impermeabilización para cubiertas  | En preparación       |
| Junio 2002               | Kits composite de impermeabilización de cubiertas   | Vigente              |
| Junio 2002               | Placa de cobertura a base de asfalto reforzado con celulosa   | Vigente              |
|                          | Sistema de fijación mecánica de aislamiento térmico sobre soporte de acero en cubiertas planas o inclinadas | En preparación       |
| --                       | Sistema de cobertura metálicas a base de piezas metálicas de gran tamaño con o sin aislamiento térmico      | En preparación       |
| Junio 2004               | Entramado de acero para cubierta  | En preparación       |
| Noviembre 2005           | Componentes de madera para muros y cubiertas  | En preparación       |
| Junio 2005               | Láminas para difusión de vapor de agua bajo placas de cobertura   | Vigente              |

# **Sistemas de impermeabilización de cubiertas con láminas flexibles fijadas mecánicamente**

Julián Rivera Lozano  
Doctor en C.C. Químicas  
Documento de Idoneidad Técnica  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

## INDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b>                                | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVO</b>                                    | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>DEFINICIÓN</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>4</b> | <b>REQUISITOS Y MÉTODOS DE VERIFICACIÓN</b>        | <b>4</b>  |
| 4.1      | RE 1: Resistencia mecánicas y estabilidad          | 4         |
| 4.2      | RE 2: Seguridad en caso de incendio                | 4         |
| 4.3      | RE 3: Higiene, salud y medio ambiente              | 5         |
| 4.3.1    | Ambiente interior                                  | 5         |
| 4.3.2    | Ambiente exterior                                  | 8         |
| 4.4      | RE 4: Seguridad de utilización                     | 9         |
| 4.4.1    | Resistencia a la succión del viento (sistema)      | 9         |
| 4.4.2    | Deslizamiento (membrana)                           | 13        |
| 4.4.3    | Carga axial (fijaciones)                           | 13        |
| 4.4.4    | Resistencia al destornillamiento (fijaciones)      | 13        |
| 4.5      | ER 5: Aislamiento acústico                         | 14        |
| 4.6      | ER 6: Ahorro energético y aislamiento térmico      | 14        |
| 4.7      | Aspectos de durabilidad                            | 14        |
| 4.7.1    | Lamina   | 15        |
| 4.7.2    | Fijaciones   | 15        |
| 4.8      | Modificaciones de algún componente del sistema     | 15        |
| 4.8.1    | Fijaciones   | 15        |
| 4.8.2    | Membrana   | 17        |
| 4.8.3    | Técnica de unión de los solapes                    | 17        |
| <b>5</b> | <b>CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD</b>                | <b>17</b> |
| <b>6</b> | <b>ASPECTOS INCLUIDOS EN EL DIT PLUS</b>           | <b>18</b> |
| 6.1      | Cumplimiento de la reglamentación nacional         | 18        |
| 6.2      | Prestaciones superiores a las requeridas en la DPC | 18        |
| 6.3      | Puesta en obra                                     | 18        |
| 6.3.1    | Preparación del soporte                            | 19        |
| 6.3.2    | Condiciones de aplicación                          | 19        |
| 6.3.3    | Puntos singulares                                  | 20        |
| 6.4      | Recomendaciones de mantenimiento y reparación      | 20        |
| 6.5      | Otro tipo de prestaciones                          | 20        |



# 1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de impermeabilización en base a láminas flexibles abarcan una gran cantidad de productos, lo cuales tienen un uso muy variado, como impermeabilización de cubiertas, túneles, obras subterráneas, depósitos de agua, etc.

Este trabajo se centrará principalmente en aquellos sistemas cuyo uso específico es la impermeabilización de cubiertas y que su instalación se realice mediante fijaciones mecánicas.

Estos sistemas de impermeabilización para cubiertas son muy variados y las características que presentan pueden ser muy diferentes. Por lo tanto, dependiendo de la composición de estos sistemas variarán sus prestaciones finales. La determinación de cuales deben ser las prestaciones adecuadas para que estos sistemas satisfagan una serie de requisitos mínimos, se encuentran recogidas en las reglamentaciones nacionales de cada país.

En el caso de los países pertenecientes a la Unión Europea y aquellos países de la EFTA (Asociación Europea de Libre Comercio) firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo (EFTA-EEA), estos sistemas deben cumplir con los requisitos esenciales que se recogen en la Guía de la EOTA (Organización Europea para los Documentos de Idoneidad Técnica) nº6 "Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente".

La reglamentación Nacional, la cual queda regulada por el Código Técnico de la Edificación (CTE), indica que estos productos deben poseer el marcado CE (ETAG 006).

A través del cumplimiento de los requisitos recogidos en esta Guía, se elabora un Documento de Idoneidad Técnica Europea (Cuerpo autorizado) que junto con la Declaración de Conformidad del fabricante, éste puede marcar su sistema con el marcado CE, que le permite la comercialización de su sistema en la UE. El marcado CE para este tipo de sistemas es de obligado cumplimiento desde mayo de 2003.

Una de las características de este marcado CE, es que aparece en primer lugar el marcado CE para el sistema y posteriormente aparece el marcado CE, a través de norma armonizada, para las láminas.

En algunos casos las prestaciones cubiertas por el marcado CE, no cubren con ciertos aspectos que el fabricante puede considerar fundamentales, como pueden ser: límites mínimos a ciertas prestaciones, condiciones de puesta en obra, un mayor control de la producción, etc, es decir, aspectos que quedarían recogidos en una evaluación voluntaria complementaria al marcado CE, que se llama DIT plus.

## 2 OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es establecer que se entiende por este tipo de sistemas de impermeabilización, sus prestaciones y su evaluación, según la Guía EOTA 006 "Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente" y que otros aspectos podrían recoger el DIT plus.

### 3 DEFINICIÓN

Son sistemas consistidos por una o varias láminas de impermeabilización conectadas a una estructura portante por medio de fijaciones. El sistema **puede** incluir el aislamiento como parte integrante del sistema.

Las láminas impermeabilizantes están limitadas a sistemas continuos estancos basados en láminas flexibles, tales como: poliméricas, caucho (UNE EN 13.956 Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características). o bituminosas (UNE EN 13.707 Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características) y deben estar fabricadas en fábrica.

Las fijaciones que constituyen el sistema podrán ser metálicas o plásticas. La estructura portante podrá ser de metal, hormigón o madera.

### 4 REQUISITOS Y MÉTODOS DE VERIFICACIÓN

Este tipo de productos debe cumplir con todas las exigencias que aparecen recogidas en la Guía nº 006 de la EOTA "Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente. Pero, además se les puede exigir una serie de prestaciones mínimas que se recogen en las guías de la UEAtc.

#### 4.1 RE 1: Resistencia mecánicas y estabilidad

Estos sistemas de impermeabilización, como un sistema instalado, no contribuye ni con la resistencia ni con la estabilidad de la obra. Por lo tanto, no hay ningún requerimiento específico.

#### 4.2 RE 2: Seguridad en caso de incendio

Cubierta expuesta a un fuego externo

- i) Una cubierta que incorpora este tipo de sistemas, cuando éste está expuesto a un fuego externo, limitará:
  - la penetración del fuego al edificio a través de la cubierta.
  - la propagación del fuego sobre la superficie o a través de su composición.
  - la producción de partículas y gotas inflamables.
- ii) Los requerimientos de reacción al fuego y de propagación de un fuego para estos sistemas instalados estará de acuerdo con las leyes, regulaciones y disposiciones administrativas, aplicables al uso final del sistema y será especificado vía documentos CEN y decisiones de la CE.

El Código Técnico de la Edificación establece que: Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las cubiertas, debe pertenecer a la clase de reacción al fuego Broof (t1), para el sistema instalado, pero no se exige ninguna exigencia para la lámina y el aislamiento independiente.

Cuando estos sistemas se vayan a instalar sobre diferentes tipos de soportes, es necesario que el ensayo se realice sobre el soporte que sea más desfavorable al ensayo. El soporte más desfavorable es aquel que tenga la mayor resistencia térmica.

## 4.3 RE 3: Higiene, salud y medio ambiente

### 4.3.1 Ambiente interior

Todos los componentes de la impermeabilización de la cubierta serán tal que no supongan ningún riesgo para la salud e higiene de sus ocupantes:

- No liberaran sustancias peligrosas
- Permeabilidad al vapor de agua
- Estanqueidad al agua.

Esto significa que estos productos deberán ser lo suficientemente resistentes a las cargas estáticas y dinámicas procedentes de persona y objetos y a las cargas dinámicas y estáticas procedentes de las fijaciones, sin que se produzca la ruptura de la lámina.

Las cargas pueden ser debidas a:

- al viento, la nieve, tráfico, etc..
- tráfico de personas
- cargas sobre las juntas y las fijaciones del la nieve, tráfico, agua estancada, etc..

Las prestaciones que deben presentar **las láminas** de estos sistemas son:

1. Resistencia al pelado de la junta.
2. Resistencia a la cizalla de la junta
3. Resistencia al desgarro
4. Resistencia al plegado en frío
5. Resistencia a la presión de agua
6. Permeabilidad al vapor de agua
7. Propiedades de tracción
8. Resistencia a una carga estática
9. Resistencia a una carga dinámica

#### 1. Resistencia al pelado de la junta

Se realizará según UNE EN 12316-1,-2. El ensayo consiste en someter una probeta formando un solape a un alargamiento a velocidad constante hasta su total separación o rotura.

Se sujetan las probetas firmemente entre las mordazas de la máquina de tracción, se separan a una velocidad constante de separación de mordazas y se registra de forma continua la fuerza aplicada en N, hasta la separación de las probetas. El resultado será la fuerza máxima de resistencia al pelado de la probeta expresada en N por 50 mm.



Con este ensayo se determina la buena adherencia del material en su solape. La guía ETAG 006, no establece ningún valor mínimo para este ensayo, mientras que la evaluación llevada a cabo por los miembros de la UEAtc para la obtención del DIT plus exige un valor de:

|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| APP (sólo para una lámina) | > 40 N/5 cm        |
| SBS (sólo para una lámina) | > 100 N/5 cm       |
| TPO                        | Media > 150 N/5 cm |
| EPDM                       | Media > 25 N/5 cm  |
| PVC                        | Media > 150 N/5 cm |

## 2. Resistencia a la cizalla de la junta

Se realizará según UNE EN 12317-1. -2. El ensayo consiste en someter una probeta formando un solape a una tracción a velocidad constante hasta su rotura o total separación. Se sujetan las probetas firmemente entre las mordazas de la máquina de tracción, se separan a una velocidad constante de separación de mordazas, se registra de forma continua la fuerza aplicada hasta rotura de las probetas y se anota el tipo de fallo de la probeta. La resistencia a la cizalla del solape la fuerza máxima registrada durante el ensayo, expresada en N por 50 mm.

Con este ensayo se determina la buena adherencia del material en su solape. La guía ETAG 006, no establece ningún valor mínimo para este ensayo, mientras que la evaluación llevada a cabo por los miembros de la UEAtc para la obtención del DIT plus exige un valor de:



|  |  |
|--|--|
| APP o SBS (sólo para juntas hechas con adhesivos). | > 500 N/5 cm   |
| TPO, PVC   | ≥ que la resistencia de tracción de la lámina o que no rompa fuera de la soldadura para laminas de poliolefinas termoplásticas |
| EPDM.  | > 200 N/5 cm   |

## 3. Resistencia al desgarro

Se realizará según UNE EN 12310, UNE EN 12112. El ensayo mide la fuerza necesaria para producir el desgarro de una probeta atravesada por un clavo, a partir de la fuerza aplicada al producto en ángulo recto con respecto al eje del clavo. Las probetas se insertan entre los brazos de un estribo, introduciendo un clavo de (2,5±0,1) mm de diámetro a través de los agujeros de los brazos del estribo, de tal forma que el clavo atraviese la probeta en la línea central a una distancia igual a (50±5) mm del límite inferior de la boca del estribo.

El conjunto se acopla a la máquina de tracción de tal forma que una de las mordazas presione la probeta y la otra el estribo. La actuación de la máquina de tracción a una velocidad constante de separación de mordazas da lugar a la extracción del clavo, desgarrando la lámina a través del plano del material y hacia su borde libre. La resistencia al desgarro (por clavo) de la probeta es la fuerza máxima registrada durante el ensayo obtenida a partir de la fuerza registrada de forma continua.



|  |         |
|--|---------|
| APP y SBS, TPO, PVC y EPDM (sólo para láminas reforzadas o formadas por capas) | > 150 N |
|--|---------|

#### 4. Resistencia al plegado en frío

Se realizará según UNE EN1109 y la UNE EN 495-5. En el ensayo, las probetas extraídas de la muestra se doblan sobre sus caras superior e inferior respectivamente en un ángulo de 180° por medio de un aparato mecánico de doblado sumergido en un refrigerante. Después del doblado, las probetas se examinarán para detectar la presencia de grietas en el mástico.



La temperatura de doblado en frío será aquella a la que cuatro de cinco probetas ensayadas no presentan agrietamiento en el intervalo de temperatura ensayado.

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| APP (sólo para una lámina) | ≤ -5C  |
| SBS (sólo para una lámina) | ≤ -15C |
| TPO                        | ≤ -25C |
| EPDM                       | ≤ -30C |
| PVC                        | ≤ -20C |

#### 5. Permeabilidad al vapor de agua

Se realizará según UNE EN 1931. Se sella la probeta de ensayo sobre la boca de una vasija de ensayo conteniendo un desecante. Se sitúa el conjunto en atmósfera con temperatura y humedad controladas. Se pesa el conjunto en el tiempo.

Se determinará el factor de resistencia a la humedad,  $\mu$ . El valor de la resistencia al vapor de agua será el declarado por el fabricante y verificado por el Cuerpo notificado. En base a este valor, se determinará si éste es el apropiado para el uso de la cubierta.

#### 6. Resistencia a la presión de agua

El sistema deberá permanecer estanco. El ensayo de estanquidad se describe en la norma UNE EN 1928. La probeta de ensayo se sometió a una presión de 60 KPa durante 24h.

#### 7. Propiedades de tracción

Se realizará según UNE EN 12311-1,-2. Se somete una probeta a alargamiento a una velocidad constante hasta rotura. La fuerza de tracción aplicada y el cambio correspondiente en la longitud de la probeta se registra de forma continua a lo largo del ensayo.

El ensayo se llevará a cabo a una velocidad constante de separación de mordazas y se registrará la fuerza aplicada y la correspondiente distancia de separación de mordazas.

Se determinará la fuerza máxima y el correspondiente alargamiento a partir de la fuerza y alargamiento registrados o del gráfico obtenido. El alargamiento se expresará como porcentaje de la longitud inicial.

|            |  |
|------------|--|
| TPO        | $\geq 6 \text{ N/mm}^2$ (sin refuerzo). Método B<br>$\geq 400 \text{ N/5cm}$ (refuerzo mineral o compuesto). Método A.<br>$\geq 450 \text{ N/5cm}$ (refuerzo sintético no tejido o laminado(backed)). Método A.<br>$\geq 700 \text{ N/5cm}$ (refuerzo sintético tejido). Método A. |
| SBS, APP   | No hay exigencias mínimas  |
| PVC y EPDM | Si la resistencia es menor de 100 N/5cm, no se puede considerar con refuerzo   |

### 8. Resistencia a una carga estática

Se realizará según UNE EN 12730. El ensayo consiste en aplicar una carga concentrada durante un periodo de tiempo, a través de una herramienta punzante situada sobre la superficie de la membrana colocada sobre un soporte blando.



El ensayo se llevará a cabo con tres probetas de ensayo en intervalos de carga, empezando con 5 kg. La carga se incrementará por etapas de 5 kg hasta que exista perforación, o hasta un máximo de carga de 20 Kg. El tiempo de carga será de 24 horas para cada intervalo de carga.

La resistencia a la carga estática se expresará como la carga que no ha ocasionado pérdida de estanquidad en tres de las tres probetas de ensayo.

En la EOTA no se establece ningún requisito, en la UEAtc se estudiando los valores mínimos de aceptación.

### 9. Resistencia a una carga dinámica

Ensayo según EN 12691. Se golpea la superficie externa de la probeta de ensayo por la caída libre de una masa con una herramienta punzante definida acoplada a su extremo inferior. El punzón es cilíndrico, variando su diámetro, mientras la energía del impacto se mantiene constante. El soporte será de poliestireno expandido. El ensayo se llevará a cabo a una temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  y, si se requiere a  $(-10 \pm 2)^\circ\text{C}$ . En



el último caso, las probetas se acondicionarán en un congelador a  $(-10 \pm 2)^\circ\text{C}$ . En el momento del ensayo, las probetas se extraerán del congelador y se ensayarán dentro de los 10 s siguientes a temperatura ambiente.

Al comienzo del ensayo se utilizará un punzón de 10 mm de diámetro y a continuación, en caso de que la probeta haya sido perforada, se colocará el diámetro superior siguiente y así sucesivamente hasta el punzón de 40 mm de diámetro.

La resistencia al impacto se expresará como el diámetro de punzón que no ha ocasionado pérdida de estanquidad en la lámina flexible para la impermeabilización de cubiertas en, al menos, cuatro de cinco probetas de ensayo.

#### 4.3.2 Ambiente exterior

**Estos sistemas** de impermeabilización no liberarán gases tóxicos o partículas peligrosas a la atmósfera causando una contaminación o envenenamiento de las aguas o suelos.

El solicitante confirmará por declaración escrita, si el sistema de impermeabilización aplicado contiene sustancia peligrosas, definidas en la base de datos de la UE sobre sustancias peligrosas y suministrará la composición química de los componentes usados en el sistema al



Cuerpo notificado (en forma de fórmula química ambigua). La composición del producto será comprobada por el Cuerpo notificado basándose en la declaración hecha por el solicitante.

Si los componentes contienen sustancias recogidas en la base de datos sustancias peligrosas de la UE. El DITE asegurará que el contenido de estas sustancias se recojan como una información que acompañará al marcado CE.

## 4.4 RE 4: Seguridad de utilización

### 4.4.1 Resistencia a la succión del viento (sistema)

El sistema de impermeabilización será capaz de resistir los fenómenos de succión que produce el viento sobre la cubierta.

El viento produce una serie de presiones sobre la cubierta que somete a estos sistemas a un esfuerzo continuo de succión, lo que produce un desgaste del sistema, tanto de las membranas, fijaciones y solapes.

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

La acción del viento ejerce una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática,  $q_e$  puede expresarse como (CTE):

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

$q_b$  la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse  $0,5 \text{ kN/m}^2$ . Si fuese necesario un cálculo específico este se realizará:  $q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$

siendo  $\delta$  la densidad del aire (en general puede adoptarse el valor de  $1,25 \text{ kg/m}^3$ ) y  $v_b$  el valor básico de la velocidad del viento (CTE)



**ce** el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

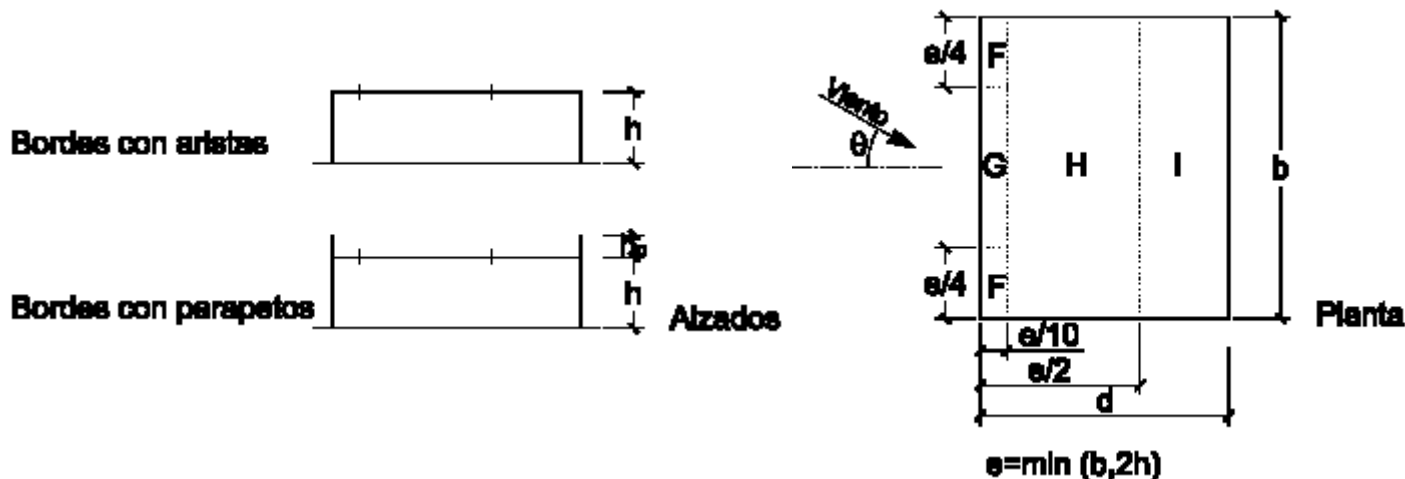
El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno.

| Grado de aspereza del entorno  | Altura del punto considerado (m) |     |     |     |     |     |     |     |
|--|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | 3                                | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 24  | 30  |
| I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud | 2,2                              | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3   | 3,1 | 3,3 | 3,5 |
| II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia   | 2,1                              | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3   | 3,1 | 3,3 | 3,5 |
| III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas       | 1,6                              | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,1 |
| IV Zona urbana en general, industrial o forestal   | 1,3                              | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,6 |
| V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura                                    | 1,2                              | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,0 |

**cp**; Los coeficientes de presión exterior o eólico,  $c_p$ , dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia. Un valor negativo indica succión.

Por tanto será necesario su cálculo para cada tipo de cubierta, como se recoge en el CTE, Requisito Esencial: Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación.

En el caso de una cubierta plana y con áreas tributarias inferiores a  $1\text{m}^2$ , que son lo más habituales para este tipo de sistemas, los coeficientes son:



|                    |                 | F    | G    | H    | I    |
|--------------------|-----------------|------|------|------|------|
| Bordes con aristas |                 | -2.5 | -2   | -1.2 | -0.2 |
| Con parapetos      | $h_p/h = 0.025$ | -2.2 | -1.8 | -1.2 | -0.2 |
|                    | $h_p/h = 0.05$  | -2   | -1.6 | -1.2 | -0.2 |
|                    | $h_p/h = 0.10$  | -1.8 | -1.4 | -1.2 | -0.2 |

Así, en el caso de una cubierta plana, el coeficiente de succión varía entre  $-2.5$  y  $-0.2$ , dependiendo de la zona de la cubierta y de la existencia de parapetos o no.

Es decir, que para una cubierta plana en condiciones extremas:



$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p; 0,52 \text{ kN/m}^2 \times 3,5 \times -1,2 = - 2,2 \text{ kN/m}^2 \text{ (H)}$$

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p; 0,52 \text{ kN/m}^2 \times 3,5 \times -2,5 = - 4,4 \text{ kN/m}^2 \text{ (F)}$$

En condiciones más normales, es decir, una zona urbana en general o industrial y un edificio de 5 plantas, con un parapeto:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p; 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,1 \times -1,2 = - 1,26 \text{ kN/m}^2 \text{ (H)}$$

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p; 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,1 \times -2,2 = - 2,3 \text{ kN/m}^2 \text{ (F)}$$

Los valores se reducen casi a la mitad.

Una vez determinada la presión de succión del viento, se tendrá que determinar el número de fijaciones mínimas por  $\text{m}^2$ , que sean capaces de mantener fijado el sistema a la cubierta.

Por tanto, es necesario conocer la resistencia que aporta cada fijación al sistema. Este valor se determina a través de la realización de un ensayo de succión en una cámara de presión donde se instala un modelo de una cubierta real instalada de acuerdo con las instrucciones del fabricante:

1. **Soporte.** Los soportes suelen ser de hormigón /motero, madera o cubiertas tipo deck.



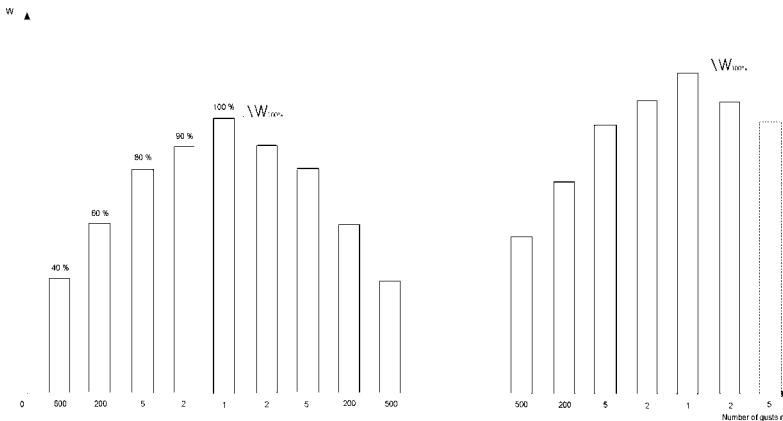
2. **Aislamiento térmico.** En el caso que el sistema deba llevar incorporado algún aislamiento térmico.



### 3. Colocación de las láminas, fijaciones y solapes.



Se creará un sistema hermético entre la lámina y la cámara de presión y dará comienzo los ciclos de presión negativa y se aplicarán determinados ciclos de carga hasta que el sistema falle.



| Ciclos | %   |
|--------|-----|
| 500    | 40  |
| 200    | 60  |
| 5      | 80  |
| 2      | 90  |
| 1      | 100 |
| 2      | 90  |
| 5      | 80  |
| 200    | 60  |
| 500    | 40  |

La carga máxima se alcanzará en un tiempo entre 0,7s-1s, y se mantendrá, como mínimo, durante dos segundos. El tiempo máximo entre inicio e inicio de la siguiente succión debe ser de 8s.

De acuerdo a la Guía EOTA 006, la carga máxima que soporta el sistema será la presión máxima del ciclo anterior al fallo el sistema.

El valor obtenido del ensayo es corregido a través de unos factores de corrección, siendo la carga máxima admisible:

$$W_{\text{corr}} = W_{\text{test}} \times C_a \times C_d$$

$$W_{\text{adm}} = W_{\text{corr}} / \gamma$$

**Ca**, es un factor geométrico debido a la diferencia entre la deformación del impermeabilizante en el ensayo y la deformación real del sistema.

**Cd**, es un factor estadístico relacionado con la probabilidad de fallo de uno de las fijaciones, debido al reducido número de fijaciones en el sistema.

$\gamma$  = es un factor relacionado con los efectos del material y el defecto de calidad de la instalación, este valor es fijado en 1.5.

El valor de la carga admisible indica la carga/fijación que soporta el sistema y es el valor que debe utilizarse para el cálculo del número de fijaciones.

Así, si el valor obtenido en este cálculo fuera de 420 N/fijación, y la presión de succión de una parte de la cubierta fuese  $1.260 \text{ N/m}^2$ . El número mínimo de fijaciones/m<sup>2</sup> sería de 3.

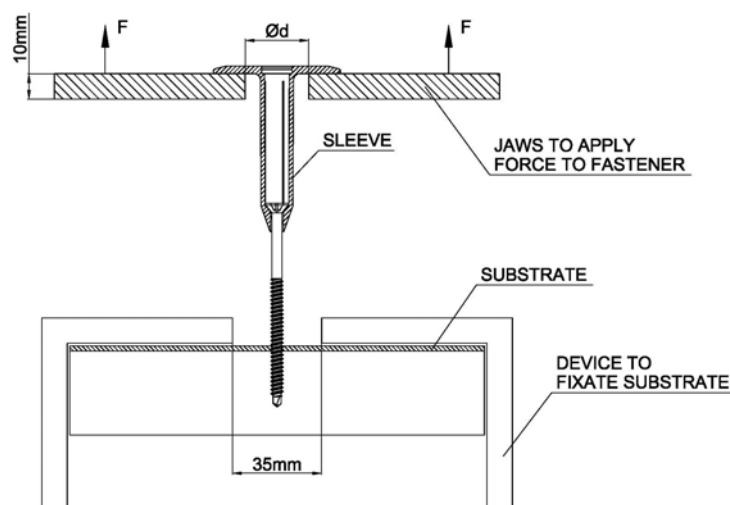
#### 4.4.2 Deslizamiento (membrana)

El coeficiente de fricción es determinado de acuerdo con la Norma Sueca SS 92 35 15, (2) – Métodos para la determinación de los coeficientes de fricción de varios materiales con respecto al deslizamiento.

La superficie de los cubiertas de productos bituminosos satisfacen este requisito y la realización del ensayo no es necesario.

#### 4.4.3 Carga axial (fijaciones)

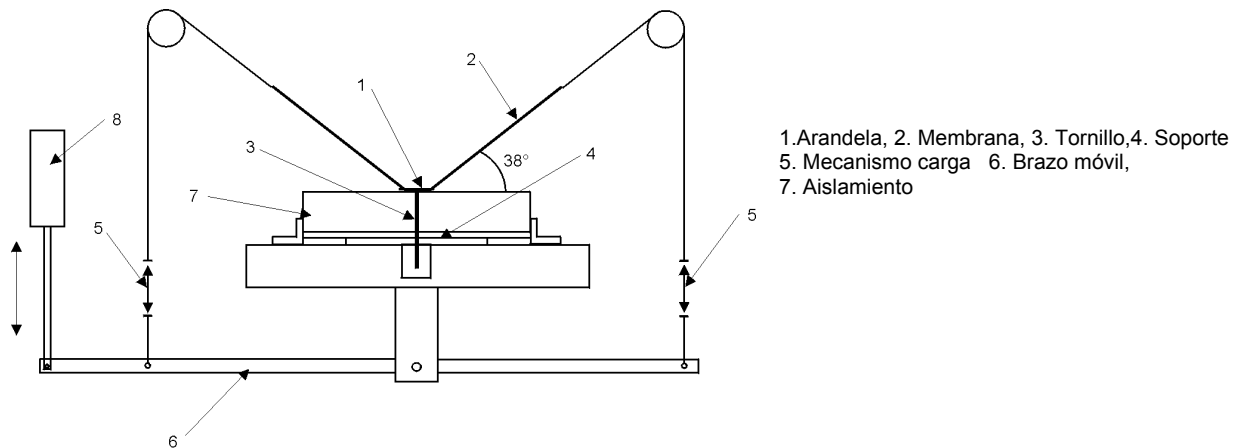
Se determina la carga necesaria para arrancar una fijación del soporte indicado. La velocidad de arrancamiento debe estar entre 5-10 mm/min.



#### 4.4.4 Resistencia al destornillamiento (fijaciones)

Determinará si las fijaciones una vez instaladas debido a los movimientos de las membranas pueden destornillarse y perder parte de sus prestaciones.

Se instala el sistema completo, soporte, aislamiento, lámina, tornillo y arandela, como se muestra en el dibujo. Los bordes de la lámina se sujetan, con una inclinación con respecto al soporte de 38°, al equipo de carga. Este equipo presenta un brazo rígido que transmite una carga alterna (8). Se ejerce una serie de 900 ciclos y cada ciclo tiene una frecuencia de 90 cargas (0,1 kN) por minuto. Tras estos 500 ciclos, el tornillo no deberá girar más de  $\frac{1}{4}$  y a los 900 ciclos menos de  $\frac{1}{2}$ . Asimismo no deberá tener un desplazamiento vertical superior a 1 mm.



#### 4.5 ER 5: Aislamiento acústico

No hay requerimientos

#### 4.6 ER 6: Ahorro energético y aislamiento térmico

Este trabajo se ha centrado en aquellos sistemas que no contienen aislamiento térmico, por tanto no hay ningún requerimiento para ellos. Pero en aquellos casos donde el sistema incluya el aislamiento será necesario indicar su resistencia térmica (UNE EN 6946, UNE EN ISO 8990, UNE EN 12.667, UNE EN 12.939, UNE EN 10211-1), su durabilidad (UNE EN 13.164: espuma de poliestireno, UNE EN 13.165: espuma de poliuretano, UNE EN 13.166: espuma fenólica) y la durabilidad de su espesor (UNE EN 1.604)

#### 4.7 Aspectos de durabilidad

De acuerdo con los Requisitos Esenciales durante toda la vida de la obra se requiere que el sistema de impermeabilización permanezca en buenas condiciones y que sus propiedades no estén sujetas a cambios inaceptables debido a agentes externos. El sistema deberá ser resistente a los efectos de:

- i) fuerza del viento;
- ii) daños mecánicos;
- iii) movimientos;
- iv) temperaturas extremas de la superficie durante su uso;
- v) agentes medioambientales, incluyendo calor, radiación UV y agua;

### 4.7.1. Lamina

Los ensayos de durabilidad de la lámina son:

| Durabilidad                                | Ensayos                 | Exigencia (EOTA)  | APP, SBS      | PVC              | EPDM             | TPO              |
|--|-------------------------|---|---------------|------------------|------------------|------------------|
| Calor: 168 días a 70°C                     | R. Pelado               | ≤ 20%   | ≤ 20%         | ≤ 20%            | ≤ 20%            | ≤ 20%            |
|  | R. Cizalla              | ≤ 20%   | ≤ 20%         | ≤ 20%            | ≤ 20%            | ≤ 20%            |
|  | R. Desgarro al clavo    | ≤ 20%   | ≤ 20%         | ≤ 20%            | ≤ 20%            | ≤ 20%            |
|  | Plegado a bajas T°C     | ≤ 15°   | ≤ 15° (≤ 0°C) | 0%(con refuerzo) | 0%(con refuerzo) | 0%(con refuerzo) |
|  | Perdida de peso         | -----   | -----         | ≤ 2%             | -----            | -----            |
| Tracción/alargamiento                      | -----                   | -----   | ± 20%         | ≤ 20%/ ≤ 40%     | ± 20%            |                  |
| Agua: 30 días a 60°C                       | R. Pelado               | ≤ 20%   | -----         | ≤ 20%            | -----            | -----            |
|  | Absorción de agua       | -----   | -----         | -----            | -----            | ≤ 2%             |
| Radiación UV                               | Plegado a bajas T°C     | ≤ 15°   | -----         | -----            | ≤ 10° C          | ≤ 10° C          |
|  | Contenido plastificante | -----   | -----         | ≤ 3 unidades     | -----            | -----            |
| Ozono: 168 horas, 40°C, 200 ppm en volumen | Plegado a bajas T°C     | ≤ 15°   | -----         | -----            | Sin daño         | Sin daño         |
| Estabilidad dimensional: 24 horas a 80°C   |                         | reforzada<br>≤ 0.6%   |               |                  |                  |                  |
|  |                         | no reforzada<br>≤ 2%  |               |                  |                  |                  |
|  |                         | (se anulan estos dos valores en la última versión de la guía en revisión) | -----         | -----            | -----            | -----            |

### 4.7.2 Fijaciones

La durabilidad de las fijaciones metálicas está relacionada con su resistencia a la corrosión. Todas aquellas fijaciones que estén hechas con materiales que este probado que son resistentes a la corrosión no necesitaran que se lleve a cabo los ensayos, pero para cualquier otra fijación metálica no compuesta por acero inoxidable de acuerdo a la norma UNE EN 10.088-1, será necesario realizar los ensayos.

El ensayo se llevará a cabo según la norma UNE EN ISO 6988. La fijación se instalará en un sistema de cubierta completo y a continuación se extraerá sin que las fijaciones sufran ningún daño. Éstas serán expuestas a 2, 7 y 15 ciclos en una atmósfera húmeda conteniendo 2 litros de dióxido de azufre, concentración SFW 2.0 S de acuerdo a la norma DIN 50.018. Cada ciclo comprende: a) 8h a 40°C en atmósfera de dióxido de azufre y b) Se apaga el calentador y se abre la cámara durante 16h.

Las fijaciones cumplen cuando a 2 ciclos no muestran nada de corrosión, a los 7 no pueden mostrar más que un 5% de la superficie con corrosión y de un 15% a los 15 ciclos.

## 4.8 Modificaciones de algún componente del sistema

### 4.8.1 Fijaciones

Estos sistemas incluyen principalmente la lámina y las fijaciones, pero no es frecuente que un mismo fabricante produzca las láminas y las fijaciones. Por tanto, cuando el fabricante de las láminas impermeabilizantes pide la evaluación de su lámina + las fijaciones, esto supone que el fabricante de las láminas debe asegurar un control de la producción tanto de su lámina como de las fijaciones, lo que implica que el fabricante de láminas se hace responsable de los controles, etc, de las fijaciones.

Este hecho ha producido que la evaluación de estos sistemas sea muy complicada. Para facilitar esta tarea, en un principio se crearon unos documentos "Evaluación Intermedia" donde se indicaban las prestaciones/características de las fijaciones en base a la Guía EOTA 006 y su uso para membranas flexibles para la impermeabilización de cubierta, lo cual permitía al fabricante de membranas, el uso de estas fijaciones y marcar el sistema con el marcado CE.

Pero, actualmente lo que se está produciendo es que es el fabricante de las fijaciones el que está solicitando el marcado CE para estos sistemas. En esta evaluación se centra en las prestaciones de las fijaciones que aparecen en la Guía de la EOTA 006.

Por tanto, se crea una situación en la que un fabricante de membranas, tiene un DITE donde aparecen sus membranas con una o varias fijaciones, los cuales están amparados por su marcado CE, y otras fijaciones con su correspondiente marcado CE.

Ante esta situación el fabricante de las láminas se pregunta: Es posible el uso de estas nuevas fijaciones con marcado CE para mi sistema, y que este siga cumpliendo con todos los requisitos de mi DITE?

La respuesta en principio puede parecer que sí, y esto no es cierto. Para que estas fijaciones puedan emplearse en su sistema y quedar amparadas por su correspondiente DITE debe tenerse en cuenta que las fijaciones con marcado CE (o evaluación intermedia) presentan una resistencia aceptable a la corrosión y al destornillamiento.

Pero el problema reside que de acuerdo a la ETAG 006 (vigente), podrán ser empleadas siempre que estas tengan unas prestaciones iguales o superiores a las fijaciones citadas en el DITE. La verificación de estas fijaciones se hará conforme al punto 5.1.4.1 y al anexo C de ETAG 006".

SMALL SCALE CONCEPT 1: VARIATIONS TO FASTENER EXCL. WASHER

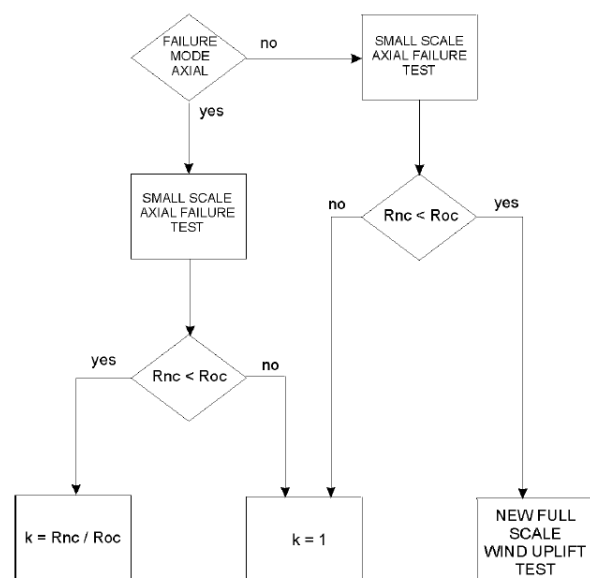
Este anexo, hace referencia al ensayo de succión al viento donde se indica claramente dos primeras posibilidades: a) El fallo se debe a la fijación cambiada (columna izquierda) o b) el fallo se debe a la membrana.

Normalmente **el fallo se debe a la membrana**, así aquellas fijaciones con una resistencia a carga axial superior a la original podrán ser empleadas, pero si su resistencia es menor será necesario repetir el ensayo de succión.

Pero además es necesario que:

- que no se modifique la geometría de la rosca,
- que no se modifique la geometría de la arandela.

Actualmente, la guía ETAG 006, está en proceso de revisión y en su última versión establece un procedimiento simplificado para cuando se produzcan cambios en las fijaciones.

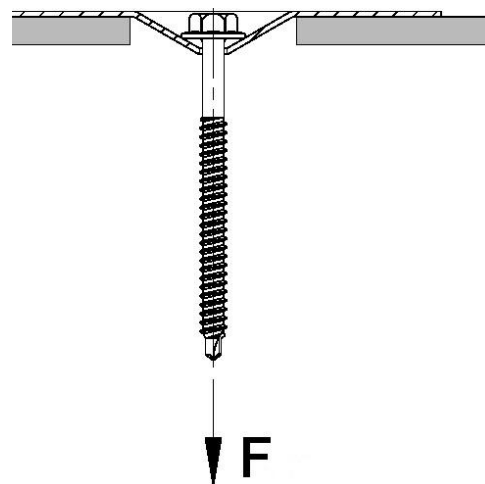


Rnc: Axial resistance of new fastener  
Roc: Axial resistance of original fastener

Este método es sólo aplicable cuando sólo se modifica un parámetro que afecte a la resistencia mecánica de la fijación (ejm. arandela, geometría o punta de la rosca, etc). En la siguiente tabla

se especifican los ensayos a tener en cuenta cuando se cambia un sólo parámetro, teniendo en cuenta que todas cumplen con las resistencias a la corrosión y al destornillamiento.

|  | Carga axial con arandela | Carga axial |
|--|--------------------------|-------------|
| <b>Tornillo</b>  |                          |             |
| Punta del taladro o geometría del punto de perforación |                          | X           |
| Dimensión de la rosca                                  |                          | X           |
| Tipo de cabeza   | X                        |             |
| Geometría de rosca                                     |                          | X           |
| Material   |                          | X           |
| <b>Arandela</b>  |                          |             |
| Dimensiones, geometría y forma                         | X                        |             |
| Espesor  | X                        |             |
| Material   | X                        |             |
| Dimensiones del agujero                                | X                        |             |



En esta revisión se ha incluido el ensayo de carga axial del tornillo junto con la arandela, tal y como se muestra en la figura.

Pero además incluye que los ensayos anteriores no serán necesarios si es obvio que la modificaciones realizadas mejoran las resistencias de la fijaciones.

Por tanto, en el momento que tengamos un listado de fijaciones con su correspondiente marcado CE, todas aquellas que tengan unas resistencias superiores a las recogidas en el DITE original, cumplirán con los requisitos de su DITE (*actualmente sólo es válido cuando se modifica un solo parámetro (guía en revisión)*).

#### 4.8.2 Membrana

Si un fabricante de membranas tuviera que llevar a cabo alguna modificación del tipo:

- *Cambio de refuerzo.* Es necesario repetir el ensayo de succión al viento.
- *Posición del refuerzo.* Es necesario repetir el ensayo de succión al viento.
- *Espesor.* Es necesario repetir el ensayo de succión al viento, sólo si la lámina es de menor espesor.

#### 4.8.3 Técnica de unión de los solapes

En algunos sistemas es posible que la unión entre sus láminas se realice de varias maneras (adhesivos, aire caliente, fuego, etc). En este caso es necesario realizar el ensayo de succión con la unión que presente la menor resistencia de pelado.

## 5 CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD

La Comisión Europea de acuerdo a la decisión (98/143/EC de febrero de 1998, Diario oficial de la Comunidades Europeas N° L 42, 14.02.1998) sobre Procedimientos de Certificación de la Conformidad ha establecido para este tipo de producto un

**Sistema 2+**

para la Certificación de Conformidad (Anexo III, cláusula 2 (ii), primera posibilidad) de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/CEE para Sistemas de Impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente.

Este Sistema 2+ establece:

a) *Tareas del fabricante:*

- Control de producción en fábrica.
- Ensayos iniciales del producto.

b) *Tareas Organismo notificado*

- Inspección inicial de la fábrica y del control de producción.
- Seguimiento anual, valoración y aprobación del control de producción de la fábrica.

## 6 ASPECTOS INCLUIDOS EN EL DIT PLUS

En la evaluación de un DIT plus se consideran todos aquellos aspectos complementarios al mercado CE, entre los cuales se pueden incluir:

### 6.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

Se especificará si estos productos con marcado CE cumplen con todos los requerimientos exigidos en el CTE.

### 6.2 Prestaciones superiores a las requeridas en la DPC

En el caso de estos sistemas, los criterios de aceptación de unas exigencias superiores se centrarán en los datos recogidos en las guías de la UEAtc.

Asimismo, podrán incluirse otro tipo de usos diferentes a los recogidos en la guía o en las normas.

### 6.3 Puesta en obra

Estos sistemas de impermeabilización una vez instalados en obra cumplirán con todos los requisitos esenciales expuestos anteriormente, siempre y cuando se realice su puesta en obra tal y como la especifica el fabricante.

Esta Guía de la EOTA nº 006, **no evalúa** la puesta en obra de estos sistemas, pero indica que es responsabilidad del fabricante garantizar que toda la información sobre la aplicación de su producto se comunica correctamente a sus usuarios. Esta información con su correspondiente evaluación entra en el campo de aplicación del DIT plus.

Cada sistema de impermeabilización, dependiendo de su naturaleza e incluso del fabricante, puede tener una serie de condiciones específicas para su puesta en obra. A continuación se mostrarán de forma general los aspectos más importantes a tener en cuenta en la aplicación en obra de estos sistemas.



### 6.3.1 Preparación del soporte

El soporte sobre el cual el Sistema de impermeabilización sea instalado debe ser lo suficientemente rígido, denso y dimensionalmente estable, para poder soportar el Sistema (membrana + aislamiento).

Se debe especificar una lista de los soportes útiles, sus posibles prestaciones y como deben presentarse para la aplicación correcta del sistema, condiciones que se deberán de verificar antes de la puesta en obra del sistema, *como por ejemplo:*

- la superficie del soporte deberá estar limpia y carente de cuerpos extraños, deberá ser uniforme, sin picos, ángulos o resaltes. Podrán admitirse irregularidades de altura superior a 1 mm, si se intercala una capa auxiliar antipunzonante Geotextil.
- Esta capa también es recomendable cuando el soporte este constituido por elementos prefabricados de hormigón, en cuyo caso la separación entre dichos elementos será inferior a 5 cm, para evitar el riesgo de daños mecánicos.
- Cuando las capas separadoras y/o antipunzonantes sean geotextiles, el gramaje mínimo será de 120 gr/m<sup>2</sup>, y su composición será preferiblemente de polipropileno.
- Si las chapas grecadas no quedan completamente selladas unas con otras será imprescindible utilizar una barrera de vapor si el cálculo higrométrico lo especifica.
- Se deberá indicar y comprobar la compatibilidad con los distintos soportes.

### 6.3.2 Condiciones de aplicación

Se deberá indicar en que medida las distintas condiciones de temperatura y humedad, antes, durante de la aplicación, pueden afectar al producto, así como las recomendaciones necesarias para evitar los efectos de estas condiciones ambientales.

Se indicaran todos los pasos necesarios para la correcta instalación, como por ejemplo:

- Antes de la aplicación de la impermeabilización, deberán instalarse las cazoletas de desagüe y prepararse las juntas de dilatación.
- En cada faldón las láminas de impermeabilización deben empezar a colocarse por la parte más baja del mismo.
- Las láminas se colocan en sentido perpendicular a los nervios del soporte de la chapa metálica.
- La colocación de las piezas debe hacerse de tal forma que ninguna junta entre las piezas de cada hilera resulte alineada con las de las hileras continuas y con un solape mayor de 12 cm.
- La fijación mecánica del sistema se realiza en los solapes, utilizando las fijaciones indicadas y donde las arandelas se deben colocar a una distancia del borde de la lámina de 2 cm.
- El número de fijaciones por m<sup>2</sup> viene determinado por la diferente presión que ejerce el aire sobre la cubierta, dependiendo de la zona geográfica, zona de la cubierta y de la altura del edificio.

Como mínimo, en condiciones normales, se utilizarán el siguiente número de fijaciones:

| Altura del edificio | Zona de la cubierta |       |         |
|---------------------|---------------------|-------|---------|
|                     | Centro              | Borde | Esquina |
| Hasta 10m           | 3                   | 5     | 7       |
| De 10 –15m          | 3                   | 6     | 8       |
| De 15-20m           | 4                   | 6     | 8       |

Para edificios con alturas superiores a 20 m o muy expuestos es necesario consultar con el fabricante.

- La distancia máxima entre líneas de fijaciones deberá ser de 90 cm.
- Se especificara el tipo de unión de los solapes y los procedimientos más adecuados.
- Pruebas de soldadura y estanqueidad en situ.
- Pruebas de servicio.

### 6.3.3 Puntos singulares

El fabricante redactará y adjuntará esquemas que reflejen la puesta en obra del sistema sobre los puntos singulares de la cubierta, tales como:

- Encuentros con paramentos verticales.
- Juntas estructurales
- Encuentro entre dos faldones (limahoyas, limatesa).
- Encuentro con un elemento pasante.
- Encuentro con un canalón.
- Encuentro con un sumidero.
- Refuerzos en esquinas y bordes.
- Refuerzos en zonas de acceso.

## 6.4 Recomendaciones de mantenimiento y reparación

La evaluación de la idoneidad de empleo se basa en el supuesto de que se realiza un mantenimiento continuo de la cubierta.

Se detallará cuales son los aspectos que deben incluir el mantenimiento, tales como:

- Inspección de la cubierta en intervalos regulares.
- Limpieza de las bajantes y sumideros.
- Eliminación de piedras, ramas y hojas, etc.
- Inspección de los remates, bordes, chimeneas, drenajes, lucernarios, etc.
- El personal de inspección, de conservación o reparación deberá llevar calzado con suela adecuada.

Asimismo se especificarán cuales son los procedimientos de reparación más habituales.

## 6.5 Otro tipo de prestaciones

En este punto se pueden incluir aquellos aspectos que el fabricante considere oportunos, tales como aspectos de estética y apariencia, etc...

# **Sistemas de Impermeabilización Líquida**

Julián Rivera Lozano  
Doctor en C.C. Químicas  
Documento de Idoneidad Técnica  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

## INDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVO</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>DEFINICIÓN</b>  | <b>3</b>  |
| <b>4</b> | <b>REQUISITOS Y MÉTODOS DE VERIFICACIÓN</b>  | <b>4</b>  |
| 4.1      | RE 1: Resistencia mecánicas y estabilidad  | 5         |
| 4.2      | RE 2: Seguridad en caso de incendio  | 5         |
| 4.3      | RE 3: Higiene, salud y medio ambiente  | 5         |
| 4.3.1    | Ambiente interior  | 5         |
| 4.3.2    | Ambiente exterior  | 6         |
| 4.3.3    | Vida útil de la obra, Durabilidad  | 6         |
| 4.4      | RE 4: Seguridad de utilización   | 13        |
| 4.4.1    | Deslizamiento  | 13        |
| 4.5      | ER 5: Aislamiento acústico   | 13        |
| 4.6      | ER 6: Ahorro energético y aislamiento térmico  | 13        |
| <b>5</b> | <b>CATEGORÍAS DE LOS SISTEMAS (uso previsto)</b>                                       | <b>13</b> |
| 5.1      | Categorías de acuerdo a la vida útil de la obra  | 13        |
| 5.2      | Categorías de acuerdo a la zona climática de uso                                       | 14        |
| 5.3      | Categorías de uso de carga   | 14        |
| 5.4      | Categorías según la pendiente de la cubierta   | 15        |
| 5.5      | Categorías según la temperatura de superficie  | 15        |
| <b>6</b> | <b>CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD</b>  | <b>16</b> |
| <b>7</b> | <b>Oros usos</b>   | <b>18</b> |
| 7.1      | Impermeabilizantes líquidos para zonas con tráfico de vehículos                        | 18        |
| 7.2      | Impermeabilización líquida protegida con azulejos                                      | 18        |
| 7.3      | Impermeabilización líquida para puentes (Liquid Applied Bridgedeck Waterproof Systems) | 18        |
| <b>8</b> | <b>ASPECTOS INCLUIDOS EN EL DIT PLUS</b>   | <b>19</b> |
| 8.1      | Cumplimiento de la reglamentación  | 19        |
| 8.2      | Prestaciones superiores a las requeridas en la DPC                                     | 19        |
| 8.3      | Puesta en obra   | 20        |
| 8.3.1    | Preparación del soporte  | 20        |
| 8.3.2    | Preparación del producto en obra   | 20        |
| 8.3.3    | Condiciones de aplicación  | 21        |
| 8.3.4    | Capas de aplicación  | 21        |
| 8.3.5    | Puntos singulares  | 21        |
| 8.4      | Recomendaciones para su mantenimiento y reparación                                     | 22        |

# 1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de impermeabilización líquida abarcan una infinidad de productos, lo cuales tienen un uso muy variado, como impermeabilización de cubiertas, fachadas, cámaras frigoríficas, depósitos de agua, etc.

Este trabajo sólo trata aquellos sistemas cuyo uso específico es la impermeabilización de cubiertas, quedando descartados el resto de sus posibles usos, aunque se hará mención a otros usos. Por lo tanto, toda la información presentada en este trabajo se refiere exclusivamente a los sistemas para un uso específico de impermeabilización de cubiertas.

Dentro de los sistemas de impermeabilización líquida para cubiertas son muy variados y las características que presentan pueden ser muy diferentes. Por lo tanto, dependiendo de la composición de estos sistemas variarán sus prestaciones finales. La determinación de cuales deben ser las prestaciones adecuadas para que estos sistemas satisfagan una serie de requisitos mínimos, se encuentran recogidas en las reglamentaciones nacionales de cada país.

En el caso de los países pertenecientes a la Unión Europea y aquellos países de la EFTA (Asociación Europea de Libre Comercio) firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo (EFTA-EEA), estos sistemas deben cumplir con los requisitos esenciales que se recogen en la Guía de la EOTA (Organización Europea para los Documentos de Idoneidad Técnica) nº5 “Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida”.

La reglamentación Nacional, la cual queda regulada por el Código Técnico de la Edificación (CTE), indica que estos productos deben poseer el marcado CE (ETAG 005).

A través del cumplimiento de los requisitos recogidos en esta Guía, se elabora un Documento de Idoneidad Técnica Europea (Cuerpo autorizado) que junto con la Declaración de Conformidad del fabricante, éste puede marcar su sistema con el marcado CE, que le permite la comercialización de su sistema en la UE. El marcado CE para este tipo de sistemas es de obligado cumplimiento desde mayo de 2003.

En algunos casos las prestaciones cubiertas por el marcado CE, no cubren con ciertos aspectos que el fabricante puede considerar fundamentales, como pueden ser: límites mínimos a ciertas prestaciones, condiciones de puesta en obra, un mayor control de la producción, etc, es decir, aspectos que quedarían recogidos en una evaluación voluntaria complementaria al marcado CE, que se llama DIT plus.

## 2 OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es establecer que se entiende por este tipo de sistemas de impermeabilización, sus tipos, categorías, prestaciones y su evaluación, según la Guía EOTA 005 “Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida” y que otros aspectos podrían recoger el DIT plus.

## 3 DEFINICIÓN

Son sistemas consistidos por productos líquidos de composición muy variada, los cuales se aplican mediante el uso de rodillo, broca o pistola de aire sobre la superficie del paramento.

Una vez aplicado, éste se polimeriza/endurece dando lugar a un revestimiento elástico, en forma de una capa adherida, semi-adherida o suelta sobre el soporte. Se consigue, de esta manera, una película impermeable y duradera capaz de garantizar la estanqueidad del paramento.

Estos sistemas además del producto impermeabilizante están constituidos, en muchos casos, por:

- Mallas de refuerzo constituidas por fibras de alta resistencia, como el vidrio y el poliéster. Estas dan una mayor resistencia al sistema y asimismo aseguran un espesor determinado.

La utilización de este refuerzo es aconsejada en ciertos casos como puntos singulares de las cubiertas, reparación de paramentos agrietados y cuando el impermeabilizante sea transitable, como el caso de terrazas.

- Imprimitaciones. Son productos líquidos que se aplican como una primera capa sobre el sustrato, para mejorar la adherencia entre el soporte y el impermeabilizante.
- Capa de protección pesada. Una o más capas de materiales aplicados sobre el impermeabilizante que evitan que el sistema se separe del soporte. Además, puede tener otras funciones de protección contra los agentes medioambientales y daños mecánicos.
- Capa de terminación. Una o más capas de un material aplicado sobre el impermeabilizante, cuya función es estética o como protección contra los agentes medioambientales.
- Capa soporte. Es una capa de material que conforma la base donde se asienta el impermeabilizante.

## 4 REQUISITOS Y MÉTODOS DE VERIFICACIÓN

Este tipo de productos deben cumplir con todas las exigencias que aparecen recogidas en la Guía nº 005 de la EOTA “Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida” parte 1 “General”, más las exigencias específicas para cada tipo de producto en las partes complementarias.

En la parte 1 de la Guía se recoge la terminología y definiciones, clasificación, categorización, requerimientos, métodos de verificación, procesos de evaluación, características de los productos, Certificación de conformidad y contenido del DITE para estos sistemas.

En las partes complementarias se definen las exigencias específicas para cada uno de los distintos tipos de familias de impermeabilizantes líquidos. Los cuales, dependiendo de su composición y su forma de aplicación, se dividen en:

- Sistemas basados en soluciones y emulsiones bituminosas modificadas con polímeros.
- Sistemas basados en resinas de poliéster insaturados flexible con refuerzo de malla de vidrio, los cuales se aplican en situ *sobre estructuras de madera*.
- Sistemas basados en poliéster insaturados flexibles.
- Sistemas basados en bitúmenes modificados con polímeros aplicados en caliente. Estos sistemas sólo pueden ser aplicados sobre soportes de hormigón, aunque se puede aplicar sobre otros materiales (metales, ladrillo, madera, etc) en los puntos singulares de la cubierta. Además, estos sistemas deben estar siempre protegidos ya sea por el aislamiento en cubiertas invertidas, protección pesada, cubiertas jardín o

verdes y por lo tanto, sólo puede ser usado en cubiertas con pendientes inferiores a 27% (15°)

- Sistemas basados en poliuretanos.
- Sistemas basados en soluciones y emulsiones bituminosas.
- Sistemas basados en polímeros dispersos en agua.

En este apartado se identifican las prestaciones que deben ser examinadas para satisfacer los Requisitos Esenciales relacionados con estos sistemas, los métodos de verificación y su evaluación.

## 4.1 RE 1: Resistencia mecánicas y estabilidad

Estos sistemas de impermeabilización, como un sistema instalado, no contribuye ni con la resistencia ni con la estabilidad de la obra. Por lo tanto, no hay ningún requerimiento específico.

## 4.2 RE 2: Seguridad en caso de incendio

Cubierta expuesta a un fuego externo

- i) Una cubierta que incorpora un sistema de impermeabilización líquida, cuando éste está expuesto a un fuego externo, limitará:
  - la penetración del fuego al edificio a través de la cubierta.
  - la propagación del fuego sobre la superficie o a través de su composición.
  - la producción de partículas y gotas inflamables.
- ii) Los requerimientos de reacción al fuego y de propagación de un fuego para estos sistemas instalados estará de acuerdo con las leyes, regulaciones y disposiciones administrativas, aplicables al uso final del sistema y será especificado vía documentos CEN y decisiones de la CE.

El Código Técnico de la Edificación establece que: Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las cubiertas, debe pertenecer a la clase de reacción al fuego Broof (t1).

Cuando estos sistemas se vayan a instalar sobre diferentes tipos de soportes, es necesario que el ensayo se realice sobre el soporte que sea más desfavorable al ensayo. El soporte más desfavorable es aquel que tenga la mayor resistencia térmica.

## 4.3 RE 3: Higiene, salud y medio ambiente

### 4.3.1 Ambiente interior

En unión con los otros elementos de la cubierta, un sistema de impermeabilización líquida controlará el paso de humedad desde el exterior hacia el interior del edificio, tanto en forma líquida como gaseosa, evitando la presencia de humedades en el interior de la obra.

La forma de establecer si un sistema de impermeabilización líquida cumple con este requisito es necesario establecer las siguientes características del sistema:

#### 4.3.1.1 Resistencia al vapor de agua

Se determina si un sistema impermeabilizante permite el paso del vapor del agua tanto hacia el interior como hacia el exterior. La determinación de este ensayo se lleva cabo siguiendo la norma UNE EN 1931.

El valor de la resistencia al vapor de agua será el declarado por el fabricante y verificado por el Cuerpo notificado. En base a este valor, se determinará si éste es el apropiado para el uso de la cubierta.

#### 4.3.1.2 Estanqueidad

El sistema deberá permanecer estanco. El ensayo de estanquidad se describe en el Informe técnico de la EOTA TR 003 ([www.eota.be](http://www.eota.be)) y básicamente consiste en someter a la muestra a una columna de agua de 1 metro de altura durante 24h.

#### 4.3.2 Ambiente exterior

Un sistema de impermeabilización líquida no liberará gases tóxicos o partículas peligrosas a la atmósfera causando una contaminación o envenenamiento de las aguas o suelos.

El solicitante confirmará por declaración escrita, si el sistema de impermeabilización aplicado contiene sustancia peligrosas, definidas en la base de datos de la UE sobre sustancias peligrosas y suministrará la composición química de los componentes usados en el sistema al Cuerpo notificado (en forma de fórmula química ambigua). La composición del producto será comprobada por el Cuerpo notificado en base a la declaración hecha por el solicitante.

Si los componentes contienen sustancias recogidas en la base de datos sustancias peligrosas de la UE. El DITE asegurará que el contenido de estas sustancias se recojan como una información que acompañará al marcado CE.

#### 4.3.3 Vida útil de la obra, Durabilidad

De acuerdo con los Requisitos Esenciales durante toda la vida de la obra se requiere que el sistema de impermeabilización líquida permanezca en buenas condiciones y que sus propiedades no estén sujetas a cambios inaceptables debido a agentes externos. El sistema deberá ser resistente a los efectos de:

- i) fuerza del viento;
- ii) daños mecánicos;
- iii) movimientos;
- iv) temperaturas extremas de la superficie durante su uso;
- v) agentes medioambientales, incluyendo calor, radiación UV y agua;
- vi) raíces de las plantas.

##### 4.3.3.1 Resistencia a la fuerza del viento

El sistema de impermeabilización será capaz de resistir los fenómenos de succión que produce el viento sobre la cubierta.



- i) Si el sistema está suelto y protegido por una capa pesada, la resistencia al viento viene dada por la masa de la capa usada. La verificación de la ejecución estará basada en los cálculos de la masa de la capa y del peso del sistema.

Nota: La información puede ser obtenida a través de las regulaciones nacionales, CTE.

La masa de la capa de lastrado con el espesor mínimo de uso, deberá ser declarado en el DITE, de forma que el usuario del sistema juzgue si el sistema es apropiado para su uso bajo las condiciones locales en que se encuentra la obra.

- ii) La resistencia al viento de sistemas parcial o totalmente adheridos será verificado a través de la medida de la fuerza de laminación (adherencia) a una temperatura de 23°C de acuerdo al método de ensayo dado en el informe técnico TR-004, para todos los sustratos propuestos.

La adherencia mínima que deben tener estos sistemas es de 50 KPa.

- iii) En el caso de un sistema, el cual incorpora una lámina soporte parcialmente adherida, se realizará un ensayo de succión del viento de acuerdo con el método dado en el informe técnico EOTA TR-005. Este ensayo será desarrollado sobre el sustrato que presente la menor fuerza de laminación a 23°C.

Esta resistencia deberá ser declarada en el DITE, de forma que el usuario del sistema juzgue si el sistema es apropiado para su uso bajo las condiciones locales en que se encuentra la obra.

#### **4.3.3.2 Resistencia al daño mecánico (perforación)**

La resistencia al daño mecánico será verificada sometiendo el sistema a un punzonamiento dinámico y a uno estático.

##### **Resistencia al punzonamiento dinámico**

La resistencia al punzonamiento dinámico a 23°C será determinado de acuerdo con el método de ensayo recogido en el informe técnico EOTA TR-006, usando el tamaño del punzón apropiado según el nivel de prestación requerido y definido por la correspondiente categoría de carga de uso (Fuerza de 5.9 J). La relación entre las categorías de carga de uso y los niveles de resistencias al punzonamiento dinámico es dada en la tabla 1.

Estos ensayos serán desarrollados sobre los sustratos de mayor y menor compresibilidad especificados por el fabricante del sistema. El sistema tras la realización de estos ensayos debe permanecer estanco.

##### **Resistencia al punzonamiento estático**

La resistencia al punzonamiento estático a 23°C será determinado de acuerdo con el método de ensayo recogido en el informe técnico EOTA TR-007, usando la carga apropiada según el nivel de prestación requerido y definido por la correspondiente categoría de carga de uso (punzón de 10 mm de diámetro). La relación entre las categorías de cargas de uso y los niveles de resistencia al punzonamiento estático se recoge en la tabla 1.

Estos ensayos serán desarrollados sobre los sustratos de mayor y menor compresibilidad especificados por el fabricante del sistema.

El sistema tras la realización de estos ensayos debe permanecer estanco.

En la tabla 1, se recogen los diámetros de los punzones utilizados para la realización del ensayo al punzonamiento dinámico y las cargas empleadas para la determinación del punzonamiento estático.

**Tabla 1.** Relación entre la carga de uso y los niveles de ejecución.

| Categoría de carga de uso | Nivel mínimo de resistencia |               |                        |            |
|---------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|------------|
|                           | Punzonamiento dinámico      | Diámetro mm   | Punzonamiento estático | Cargas Kg  |
| P1                        | $l_1$                       | $30 \pm 0,05$ | $L_1$                  | $7 \pm 1$  |
| P2                        | $l_2$                       | $20 \pm 0,05$ | $L_2$                  | $15 \pm 1$ |
| P3                        | $l_3$                       | $10 \pm 0,05$ | $L_3$                  | $20 \pm 1$ |
| P4                        | $l_4$                       | $6 \pm 0,05$  | $L_4$                  | $25 \pm 1$ |

#### 4.3.3.3 Resistencia al movimiento de fatiga

Un sistema totalmente adherido se someterá a movimientos de fatiga a una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  de acuerdo con el método recogido en el informe técnico EOTA TR-008. Éste se basa fundamentalmente en aplicar el impermeabilizante sobre un soporte, en el cual está formado por dos partes separadas entre sí por 1mm, el ciclo de movimiento del ensayo consiste en ampliar esta separación hasta 2mm y cerrar hasta 1mm, a una velocidad lenta de 16 mm/h. Movimiento que puede experimentar estos sistemas una vez aplicados en la cubierta.

El número de ciclos a los cuales el sistema será sometido estará determinado por la categoría del sistema de acuerdo a la vida de uso deseada, el cual está definido en la tabla 2.

**Tabla 2.** Número de ciclos de movimiento de fatiga

| Categoría de la vida de uso esperada | Número de ciclos |
|--------------------------------------|------------------|
| W1                                   | 250              |
| W2                                   | 500              |
| W3                                   | 1000             |

Después de someterse a estos ciclos, el sistema deberá permanecer estanco y si hubiese un deslizamiento de la lámina sobre el soporte, este no podrá exceder un total de 75 mm y, a su vez, éste no excederá más de 50 mm en uno de los lados del soporte.

#### 4.3.3.4 Resistencia a los efectos de alta y baja temperatura de superficie

##### Bajas temperaturas

- i) El efecto de las temperaturas mínimas de superficie en las resistencias al daño mecánico será determinado por la realización del ensayo de punzonamiento dinámico de acuerdo con

el método dado en el informe técnico EOTA TR-006 sobre el sustrato menos compresible a la temperatura de superficie mínima apropiada definida para la categoría del sistema.

El sistema tras la realización del ensayo de punzonamiento dinámico deberá permanecer estanco.

- ii) Para determinar la posible pérdida de flexibilidad del sistema, como resultado de su exposición a bajas temperaturas. Estos ensayos se llevarán a cabo sólo sobre los Sistemas basados en soluciones y emulsiones bituminosas modificadas con polímeros.

El ensayo de plegado a bajas temperaturas (EN1109-2) deberá ser satisfactorio a la temperatura establecida en la categoría TL para este sistema.

### **Temperaturas extremadamente bajas**

Para sistemas con categorías de acuerdo a la temperatura mínima de superficie TL4, el ensayo de puenteo de fisuras será determinado de acuerdo con el método recogido en el informe técnico EOTA TR-013, a una temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Este ensayo consiste en aplicar 6 muestras del impermeabilizante sobre un soporte constituido por dos piezas, 3 muestras se conservan en condiciones normales ( $23^{\circ}\text{C}$ , 50% HR) y otras 3 se envejecen durante 91 días a  $70^{\circ}\text{C}$ . A continuación se dejan a  $T^{\circ}$  ambiente y una vez alcanzada esta  $T^{\circ}$  se enfrían hasta  $-30^{\circ}\text{C}$ . Las dos partes del soporte se separan a una velocidad de 0.5mm/min hasta una separación de 1,5 mm, y se vuelve a la posición original.

Tras el ensayo el sistema no mostrará grietas visibles, ni falta de adherencia sobre el sustrato.

### **Altas temperaturas**

- i) El efecto de las temperaturas máximas de superficie sobre la resistencia al viento será determinado a través de la realización del ensayo de adherencia de acuerdo con el método recogido en el informe técnico EOTA TR-004 a una temperatura de  $+40^{\circ}\text{C}$  y a una velocidad de 10 mm/min. La adherencia mínima que deben tener estos sistemas es de 50 KPa.
- ii) El efecto de las temperaturas máximas de superficie sobre la resistencia a daños mecánicos será determinado a través de la realización del ensayo de punzonamiento estático de acuerdo con el método recogido en el informe técnico EOTA TR-007 sobre el sustrato menos compresible a la temperatura máxima de superficie apropiada y al nivel de resistencia, definido para la categoría del sistema. Tras el ensayo el sistema deberá permanecer estanco.
- iii) Los efectos de las altas temperaturas de superficie sobre la estabilidad del sistema con categorías S3 y S4, serán determinados a través de la realización del ensayo de resistencia al deslizamiento de acuerdo con el método recogido en el informe técnico EOTA TR-009 a la temperatura máxima de superficie apropiada definida por la categoría del sistema y sobre la pendiente máxima definida por la categoría del sistema de acuerdo con la pendiente de la cubierta.

Este ensayo no es requerido por sistemas con categorías de pendiente S1 o S2. Sin embargo, para todos los sistemas usados en partes verticales o cerca de la vertical, este ensayo será realizado sobre una pendiente de  $90^{\circ}$ . El deslizamiento del sistema no podrá exceder 2 mm.

Este ensayo determina si el sistema es capaz de soportar su propio peso.

#### 4.3.3.5 Resistencia a agentes ambientales

##### Resistencia a agentes de calor

- i) Los efectos de los agentes de calor sobre la resistencia al daño mecánico será verificado sometiendo al sistema a  $80 \pm 2^\circ\text{C}$ , de acuerdo con el método recogido en el informe técnico EOTA TR-011, durante un periodo de tiempo determinado por la categoría de zona climática y la categoría de vida útil del sistema. La relación entre estos aspectos y el periodo de exposición se recoge en la tabla 3.

Dependiendo de la naturaleza de las diferentes familias de productos, algunas condiciones específicas de este envejecimiento, definidas en sus correspondiente Partes Complementarias, podrían aplicarse.

**Tabla 3.** Relaciones entre la zona climática, vida útil y periodo de exposición al calor

| Categoría de zona climática  | Moderada (M) |    |     | Severa (S) |     |     |
|------------------------------|--------------|----|-----|------------|-----|-----|
|                              | W1           | W2 | W3  | W1         | W2  | W3  |
| Categoría de vida útil       |              |    |     |            |     |     |
| Periodo de exposición (días) | 25           | 50 | 100 | 50         | 100 | 200 |

Después de este periodo de envejecimiento, se determinará la resistencia al punzonamiento dinámico a la temperatura mínima de superficie, según la categoría TL definida para el sistema.

- ii) Los efectos de los agentes de calor sobre la resistencia al movimiento de fatiga de sistemas adheridos totalmente serán verificados sometiendo al sistema a  $80 \pm 2^\circ\text{C}$  de acuerdo con el método recogido en el informe técnico EOTA TR-011, durante un periodo de tiempo determinado por la categoría de zona climática y la categoría de vida útil del sistema. La relación entre estos aspectos y el periodo de exposición se recoge en la tabla 3.

Tras el periodo de envejecimiento al calor, se llevará a cabo el ensayo de resistencia al movimiento de fatiga a  $-10^\circ\text{C}$ . El número de ciclos será de 50 para todas las categorías W1, W2, y W3.

Dependiendo del tipo de sistema se pueden dar otras condiciones de envejecimiento de calor, que consiste en duplicar el tiempo de exposición a una temperatura de  $70^\circ\text{C}$ :

- Sistemas basados en soluciones y emulsiones bituminosas modificadas con polímeros, dependiendo del tipo de modificador está permitida.
- Sistemas basados en poliéster insaturados flexibles está permitida.
- Sistemas basados en bitúmenes modificados con polímeros aplicados en caliente, dependiendo del tipo de modificador está permitida.
- Sistemas basados en poliuretanos está permitida.
- Sistemas basados en polímeros dispersos en agua es obligatorio

iii) Verificación adicional después de la acción de los agentes de calor

Para los Sistemas basados en poliéster insaturados flexibles, en poliuretanos y en polímeros dispersos en agua es necesario tras el envejecimiento la comprobación de sus propiedades elásticas (EN ISO 527-1,3 y 4).

Para Sistemas basados en bitúmenes modificados con polímeros aplicados en caliente, se determinará la flexibilidad a bajas temperaturas.

### Radiación UV en presencia de humedad

Los efectos de la radiación UV en presencia de humedad serán determinados ensayando las características definidas del sistema antes y después de someterse al envejecimiento recogido en el informe técnico EOTA TR-010.

Las condiciones exactas de exposición serán determinadas de acuerdo a la categoría de la zona climática (ver Tabla 4) y a la categoría de vida útil deseada para el sistema.

**Tabla 4.** Relaciones entre la categoría de zona climática y condiciones de exposición UV

| Categorías zona climática | Condiciones de exposición ( ver EOTA TR-010) |
|---------------------------|--|
| M                         | M: UV+ Pulverización                         |
| S                         | S: UV + Pulverización                        |

Nota: La exposición de radiación UV está desarrollada a través del uso de aparatos de condiciones ambientales artificiales con arco de Xenón o bombilla de fluorescencia UV.

Las dosis de exposición, expresada como la radiación de exposición equivalente a un año, relacionada con la categoría de la vida útil del sistema, están dadas en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Relaciones entre la exposición de radiación UV y su estimada vida útil.

| UV (300-400nm)                            | Categoría W1 | Categoría W2 | Categoría W3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Exposición radiación (MJ/m <sup>2</sup> ) | 200          | 400          | 1000         |

Los procesos de UV no son requeridos para sistemas cuando incorporan de forma permanente una lámina pesada de protección como lastre o tejas.

- i) Tras finalizar el envejecimiento UV, se determinará la resistencia al punzonamiento dinámico a una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- ii) Verificación adicional después de la radiación UV.

Para los Sistemas basados en soluciones y emulsiones bituminosas modificadas con polímeros es necesario tras el envejecimiento, la comprobación de sus propiedades de flexibilidad a bajas temperaturas.

Para los Sistemas basados en poliéster insaturados flexibles, en poliuretanos y en polímeros dispersos en agua es necesario tras el envejecimiento, la comprobación de sus propiedades elásticas ( EN ISO 527-1,3 y 4).

Para los Sistemas basados en bitúmenes modificados con polímeros aplicados en caliente no es necesario que se sometan a este envejecimiento, ya que siempre se encuentran protegidos de esta radiación.

### Resistencia al agua

Los efectos del agua serán determinados de acuerdo con el método recogido en el informe técnico EOTA TR-012, a través de la exposición de la capa superior del sistema a una columna de agua a  $60 \pm 2^\circ\text{C}$  cuando se necesite el sistema adherido, y sumergido en agua cuando se emplea la lámina independiente. El periodo de exposición del sistema será determinado en base a la categoría de vida útil y de la pendiente de la cubierta.

La relación entre la vida útil y el periodo de exposición se muestran en la tabla 6.

Para ciertas aplicaciones (p.ej. cubiertas jardín o invertidos) en la que se prevé que los sistemas de impermeabilización permanezcan húmedos durante gran parte de su vida, se amplia su periodo de exposición como se indica en las correspondientes Partes Complementarias.

Así, los Sistemas basados en bitúmenes modificados con polímeros aplicados en caliente, los cuales son usados en cubiertas jardín y verdes, se seleccionan las condiciones de exposición más severas, es decir, P4 y W3.

**Tabla 6.** Relaciones entre aplicaciones, vida útil y periodo de exposición

| Aplicación | Periodo de exposición (días) |    |     |
|------------|------------------------------|----|-----|
|            | W1                           | W2 | W3  |
| S1 o S2    | 15                           | 30 | 60  |
| P4         | No aplicable                 | 90 | 180 |

Nota: Las categorías de acuerdo a la vida útil deseada del sistema para una aplicación en cubiertas jardín, invertida y verde (P4) serán, por lo menos, de 10 años (W2).

- i) Siguiendo el periodo de actuación del agua, se determinará la resistencia al punzonamiento estático a la temperatura máxima de superficie de acuerdo con el categoría TH definida.
- ii) Verificación adicional después del envejecimiento al agua.

Para los Sistemas basados en poliéster insaturados flexibles es necesario la realización del ensayo de dos horas a agua hirviendo (TR-004), tras el cual se determinan las propiedades a tracción y alargamiento (EN 61).

Para los Sistemas basados en poliéster insaturados flexibles es necesario tras el envejecimiento, la determinación de la adherencia del sistema a  $40^\circ\text{C}$ , a  $T^\circ\text{C}$  ambiente en los poliuretanos y polímeros dispersos en agua.

Para los Sistemas basados en bitúmenes modificados con polímeros aplicados en caliente es necesario tras este envejecimiento la comprobación de sus propiedades de flexibilidad a bajas temperaturas.

#### **4.3.3.6 Resistencia a las raíces de las plantas**

La resistencia a las raíces de las plantas de la cubierta de un sistema con una categoría de carga de uso P4 (cubiertas invertidos, jardín, verdes) será verificado de acuerdo a prEN 13.948 *“Laminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para impermeabilización. Determinación de la resistencia a la penetración radicular”*.

### **4.4 RE 4: Seguridad de utilización**

#### **4.4.1 Deslizamiento**

El coeficiente de fricción es determinado de acuerdo con la Norma Sueca SS 92 35 15, (2) – Métodos para la determinación de los coeficientes de fricción de varios materiales con respecto al deslizamiento.

La superficie de los cubiertas de productos bituminosos satisfacen este requisito y la realización del ensayo no es necesario.

#### **4.5 ER 5: Aislamiento acústico**

No hay requerimientos

#### **4.6 ER 6: Ahorro energético y aislamiento térmico**

No hay requerimientos

## **5 CATEGORÍAS DE LOS SISTEMAS (uso previsto)**

Debido a la gran variedad de productos y a las distintas condiciones climatológicas existentes en la UE, esta guía presenta las siguientes categorías de uso:

### **5.1 Categorías de acuerdo a la vida útil de la obra**

Esta guía tiene en cuenta que la vida de uso estimada del sistema aplicado es de 10 años. En circunstancias especiales, la cuales serán indicadas por el solicitante, la vida útil del sistema puede ser modificada entre 5 a 25 años.

Un sistema con una vida útil de 5 años, sólo será asumida en el caso de que el sistema tenga un uso específico para la reparación, renovación o mantenimiento, o para uso en trabajos de construcción los cuales tengan una vida útil limitada.

Una vida útil de 25 años sólo podrá tenerse en cuenta, en el caso, de que el solicitante pueda ofrecer, a través de la verificación del cuerpo notificado, ejemplos de un uso satisfactorio del sistema aplicado por un periodo mínimo de 5 años, bajo unas condiciones climáticas relevantes. Todas las especificaciones de los productos y métodos de verificación serán llevados a cabo teniendo en cuenta un vida de uso de 25 años.

Las categorías de acuerdo a la vida de uso son dadas en la tabla 7.

**Tabla 7.** Categorías de acuerdo a la vida de la obra

|                  | Categoría W1 | Categoría W2 | Categoría W3 |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| Vida útil (años) | 5            | 10           | 25           |

Las indicaciones dadas sobre la vida útil no pueden ser interpretadas como una garantía dada por el fabricante, deben sólo considerarse como un medio para la elección correcta del producto en relación con la vida útil estimada.

## 5.2 Categorías de acuerdo a la zona climática de uso

El sistema instalado, incluyendo su soporte y protección (si la tuviese) deberán resistir los efectos producidos por su exposición a la luz solar (energía solar, temperaturas, etc) durante su periodo de vida estimado, **los cuales dependerán de su localización geográfica**. Se han establecido dos categorías para las distintas zonas climáticas (Moderada y Severa), en base a la exposición anual media de radiación y a la temperatura del aire durante el mes más cálido. Los límites de estas categorías están definidos en la tabla 8.

**Tabla 8.** Categorías de acuerdo a la zona climática de uso

|   | Categoría M<br>Clima Moderado | Categoría S<br>Clima Severo |
|---|-------------------------------|-----------------------------|
| Exposición de radiación Anual sobre una superficie horizontal | < 5 GJ/m <sup>2</sup>         | ≥5 GJ/m <sup>2</sup>        |
| Temperatura media del mes más cálido del año                  | < 22°C                        | ≥ 22°C                      |

Nota 1: La exposición de radiación anual es la cantidad total de energía solar recibida por superficie horizontal en una región geométrica definida, calculado el valor medio a través de los resultados obtenidos en un periodo de cinco años. La temperatura media del mes más cálido es calculada a través de los valores obtenidos durante un periodo de cinco años, teniendo en cuenta el promedio de temperaturas máximas del aire medidas en ese mes.

Nota 2: La "línea isotérmica 5" (ver mapa de TR-010.C- media de la exposición de radiación UV) puede ser usada como un indicativo, dividiendo la línea de las zonas climáticas "Moderada" y "Severa", relativo a las temperaturas.

Sistemas valorados como idóneos para uso exclusivo en zonas moderadas no pueden ser usados en climas con categoría severa, para una misma vida útil.

## 5.3 Categorías de uso de carga

Los sistemas instalados, incluyendo sus soportes y protección, serán capaces de resistir daños mecánicos debidos al uso de cargas durante su vida útil. El riesgo de daños mecánicos dependerán de la accesibilidad a la cubierta y de la frecuencia del tráfico previsto. Las categorías apropiadas de uso de carga y ejemplos de la relativa accesibilidad son dados en la tabla 9.



**Tabla 9.** Categorías de uso de cargas

| Categoría | Carga    | Ejemplos de Accesibilidad   |
|-----------|----------|---|
| P1        | Baja     | No accesible  |
| P2        | Moderada | Accesible solo para el mantenimiento de la cubierta                             |
| P3        | Normal   | Accesible para el mantenimiento de la planta y equipo y para el uso de peatones |
| P4        | Especial | Tejados jardines, verdes, invertidos  |

## 5.4 Categorías según la pendiente de la cubierta

El sistema instalado, incluyendo sus soportes y protección, será capaz de resistir los efectos originados por su pendiente. Las categorías según la pendiente de la cubierta y ejemplos de los efectos relacionados que pueden alterar la idoneidad de uso del sistema son recogidos en la tabla 10.

**Tabla 10.** Categorías de acuerdo a la pendiente de la cubierta

| Categoría | Inclinación (%) | Ejemplos de posibles efectos relacionados   |
|-----------|-----------------|---|
| S1        | <5              | -Heladas (grosor de lámina de hielo)<br>- UV/agua estancada<br>- cargas (accesibilidad)<br>-efectos del agua estancada<br>-comportamiento contra el fuego.<br>-tejados con plantas ( tejados jardín y verdes) |
| S2        | 5-10            | -Heladas (grosor de lámina de hielo)<br>- UV<br>- cargas (accesibilidad)<br>-comportamiento contra el fuego.<br>-tejados con plantas ( tejados verdes solos)  |
| S3        | 10-30           | - Escurrimiento<br>-heladas (nieve congelada)<br>- UV<br>- cargas (accesibilidad)<br>-comportamiento contra el fuego.<br>-tejados con plantas ( tejados verdes solos)   |
| S4        | >30             | - Escurrimiento<br>-heladas (nieve congelada)<br>- UV<br>- cargas (accesibilidad)<br>-comportamiento contra el fuego.   |

## 5.5 Categorías según la temperatura de superficie

El sistema instalado, incluyendo su soporte y protección, será capaz de resistir las temperaturas máximas y mínimas de la superficie, que tengan lugar durante su vida útil, la cual dependerá de la localización geográfica y de los niveles de protección. Las tablas 11(a) y 11(b) definen estas categorías.

**Tabla 11(a).** Categorías de acuerdo a la temperatura mínima de superficie del sistema

| Categoría | Zona climática                     | Protección de la superficie                                    | Temperatura mínima de superficie (°C) |
|-----------|------------------------------------|--|---------------------------------------|
| TL1       | Todas las zonas climáticas         | Cubiertas invertidos y jardín (excluidos los cubiertas verdes) | +5                                    |
| TL2       | Temperaturas moderadamente bajas   | Todos los otros sistemas instalados con protección o sin ella  | -10                                   |
| TL3       | Temperaturas severamente bajas     |  | -20                                   |
| TL4       | Temperaturas extremadamente bajas* |  | -30                                   |

\*Nota: La localización particular para la cual la categoría TL4 ha sido tomada en cuenta puede ser declarada por los Estados Miembros (ver CPD – art. 3.2)

**Tabla 11(b).** Categorías de acuerdo a la temperatura máxima de superficie del sistema

| Categoría | Zona climática                   | Protección de la superficie  | Temperatura máxima de superficie (°C) |
|-----------|----------------------------------|--|---------------------------------------|
| TH1       | Todas las zonas climáticas       | Cubiertas invertidas y jardín  | 30                                    |
| TH2       | Temperaturas moderadamente altas | Cubiertas sin protección o altamente protegidos, incluyendo "cubiertas verdes" | 60                                    |
| TH3       |                                  | Cubiertas sin protección   | 80                                    |
| TH4       | Temperaturas severamente altas*  | Cubiertas sin protección   | 90                                    |

\*Nota: Para regiones del sur de Europa las cuales presentan unas condiciones climáticas "severas" (área sur de las "isolinea 5"- ver mapa del informe técnico de la EOTA TR-0140, anexo TR-010.C)

## 6 CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD

La Comisión Europea de acuerdo a su decisión sobre los procedimientos de Certificación de Conformidad 98/599/EC de octubre de 1998 (Official Journal of the European Communities N° L 287, 24.10.1998) ha establecido que para estos sistemas de impermeabilización líquida pueden darse tres sistemas de Certificación de Conformidad.

**Sistema 3** para los sistemas que no están sujetos a ninguna regulación de reacción o propagación al fuego.

Este sistema 3 (Anexo III, cláusula 2 (ii) segunda posibilidad de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/EEC) establece:

- a) *Tareas del fabricante:*
  - Control de producción en fábrica.
- b) *Tareas del Organismo notificado:*
  - Ensayos iniciales del producto.

**Sistema 1** para los sistemas de impermeabilización líquida sujetos a regulaciones de **reacción al fuego**, que presenten unas Euroclases A, B o C, las cuales pueden modificarse debido a algún cambio en la composición del sistema durante su fabricación o instalación

Este sistema 1 (Anexo III, cláusula 2 (i) de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/EEC) establece:

*a) Tareas para el fabricante:*

- Control de producción en fábrica,
- Ensayos sobre muestras tomadas de la fábrica por el fabricante de acuerdo al plan de ensayos.

*b) Tareas del Organismo notificado:*

- Ensayos iniciales del producto,
- Inspección inicial de la fábrica y del Control de Producción de Fábrica,
- Seguimiento continuo, evaluación y aprobación del Control de Producción de Fábrica

**Sistema 4** para los sistemas de impermeabilización líquida sujetos:

- a regulaciones de **Propagación de un fuego externo**, los cuales satisfacen estas regulaciones sin la necesidad de realizar ningún ensayo.
- a regulaciones de **reacción al fuego**, que presenten unas Euroclases A\*, D, E o F

\* Materiales con Euroclase A que, conforme a la Decisión de la Comisión del 9 de septiembre de 1994 (CONSTRUCT 94/611), no requieren ensayos para la determinación de su Euroclase A.

Este sistema 4 (Anexo III, cláusula 2 (ii), tercera posibilidad de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/EEC) establece:

*a) Tareas del fabricante:*

- Control de producción en fábrica.
- Ensayos iniciales del producto.

*b) Tareas del Organismo notificado:*

- *ninguna.*

| Uso previsto   | Niveles o clases (reacción al fuego)   | Sistema de certificación de conformidad |
|--|--|---|
| Todas las aplicaciones de impermeabilización                     |  | 3                                       |
| Para usos sujetos a reglamentación de reacción al fuego exterior | Productos que deben someterse a ensayo   | 3                                       |
|  | Productos considerados como satisfactorios sin necesidad de ensayo                               | 4                                       |
| Para usos sujetos a reglamentación de reacción al exterior       | A, B, C  | 1                                       |
|  | A, B, C,<br>No son susceptibles a cambios en la composición durante su fabricación o instalación | 3                                       |
|  | A*, D, E, F  | 4                                       |

## 7 Oros usos

### 7.1 Impermeabilizantes líquidos para zonas con tráfico de vehículos

La guía ETAG 005 cubre la impermeabilización de cubiertas, pero no cubre aquellas que tengan un tráfico de vehículos.

Actualmente, la EOTA ha aprobado un CUAP sobre estos sistemas cuando están protegidos y sometidos a un tráfico de vehículos. En este caso, la evaluación que se ha tenido en cuenta es la recogida en la ETAG 005, debiendo cumplir las mayores exigencias tanto de envejecimientos como de carga de uso.

En aquellos casos, donde los sistemas están en contacto directo con el tráfico no se han evaluado todavía.

### 7.2 Impermeabilización líquida protegida con azulejos

Actualmente existe un CUAP para este tipo de materiales en vigor, pero en breve se finalizará la guía de la EOTA "Watertight coverings for bathroom walls and floors Self-supporting composite light-weight panels part 1: Liquid applied waterproofing kits". "Protección estanca para paredes y suelos del cuarto de baño. Con capacidad autoportante de placas ligeras. part 1. Sistemas impermeables aplicados en forma líquida.

Algunas de las prestaciones a evaluar en estos productos serán:

- Resistencia de la difusión del vapor de agua.
- Estanqueidad bajo presión (1.5 MPa durante 28 días)
- Estanqueidad bajo presión a alta y baja T°C.
- Estanqueidad en las juntas
- Adherencia
- Resistencia al puenteo de fisuras
- Resistencia a los ciclos de hielo-deshielo (25 ciclos, -15°C)
- Resistencia a los efectos del calor (14 días a 70°C)
- Resistencia al agua (28 días, a 23°C)
- Resistencia a la alcalinidad (contacto con una disolución saturada de cal, 28 días).
- Resistencia al agua clorada

### 7.3 Impermeabilización líquida para puentes (Liquid Applied Bridgedeck Waterproof Systems)

Actualmente dentro de la EOTA existe un grupo de trabajo, que está elaborando una guía EOTA para este tipo de productos.

Además, a nivel nacional existen una serie de normas para impermeabilizantes líquidos para distintos usos:

**UNE 104.309-1.** Impermeabilización. Parte 1: Materiales líquidos para la impermeabilización de conducciones empleadas en obras hidráulicas. Características, métodos de ensayo y puesta en obra.

Algunas de las prestaciones a evaluar en estos productos serán:

- Punteo de fisuras
- Resistencia a la radiación UV:
- Resistencia al hielo y al calor
- Estanqueidad al agua
- Estanqueidad a presión negativa
- Adherencia > 1,5 MPa
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la penetración de gases (CO<sub>2</sub>)
- Resistencia química al agua

**UNE 104.309-2.** Impermeabilización. Parte 2: Materiales líquidos para la impermeabilización de paramentos en presas. Características, métodos de ensayo y puesta en obra.

**UNE 104.309-3.** Impermeabilización. Parte 3: Materiales líquidos para la impermeabilización de depósitos empleados en obras hidráulicas. Características, métodos de ensayo y puesta en obra

## 8 ASPECTOS INCLUIDOS EN EL DIT PLUS

En la evaluación de un DIT plus se consideran todos aquellos aspectos complementarios al marcado CE, entre los cuales se pueden incluir:

### 8.1 Cumplimiento de la reglamentación

Se especificará si estos productos con marcado CE cumplen con todos los requerimientos exigidos en el CTE y con las categorías de usos requeridas en España.

### 8.2 Prestaciones superiores a las requeridas en la DPC

En el caso de estos sistemas, los criterios de aceptación de unas prestaciones superiores se están estudiando actualmente, lo cual se debe a la gran variedad de productos y a una falta de conocimiento exhaustivo de los mismos.

El marcado CE para los SIL requiere un nivel 3 de certificación de la conformidad, lo que supone únicamente que el fabricante realice los ensayos iniciales de tipo y la declaración de conformidad, sin que intervenga un Organismo notificado.

Para la concesión del presente **DIT plus** el fabricante se ha sometido a la inspección del IETcc equivalente al nivel 1+ de certificación de la conformidad establecido por la CE, que supone:

- Ensayo inicial de tipo de producto (realizado por el IETcc).
- Inspección inicial de fábrica y del control de producción en fábrica.
- Inspecciones periódicas (1-2 visitas anuales).
- Ensayos por sondeo de muestras de fábrica, almacén u obra.

En este documento como información adicional se puede incluir la evaluación de este sistema cuando tiene unos usos diferentes a la impermeabilización de cubiertas. Estos usos pueden ser tan variados como: impermeabilización de cubiertas con tráfico de vehículos, fachadas, suelos, etc..

### 8.3 Puesta en obra

Los sistemas de impermeabilización líquida aplicados en las obras cumplirán con todos los requisitos esenciales expuestos anteriormente, siempre y cuando se realice su puesta en obra tal y como la especifica el fabricante.

Esta Guía de la EOTA nº 005, no evalúa la puesta en obra de estos sistemas, pero indica que es responsabilidad del fabricante garantizar que toda la información sobre la aplicación de su producto se comunica correctamente a sus usuarios. Esta información con su correspondiente evaluación entra en el campo de aplicación del DIT plus.

Por lo tanto, cada sistema de impermeabilización líquida, dependiendo de su naturaleza e incluso del fabricante, puede tener una serie de condiciones específicas para su puesta en obra. A continuación se mostraran de forma general los aspectos más importantes a tener en cuenta en la aplicación en obra de estos sistemas. Los datos que aparecen a continuación como ejemplos hacen referencia a un Sistema basado en polímeros dispersos en agua, los cuales pueden variar considerablemente con los de otros sistemas.

#### 8.3.1 Preparación del soporte

Se debe especificar una lista de los soportes útiles, sus posibles prestaciones y como deben presentarse y tratarse para la aplicación correcta del sistema, condiciones que se deberán de verificar antes de la puesta en obra del sistema, *como por ejemplo:*

- Las superficies a tratar, deberán estar limpias, secas, sin polvo ni restos de materiales sueltos y lo más lisas posible a nivel de un hormigón fratasado. Además debe estar exento de grasas y aceites. Para eliminar la suciedad, se pueden emplear agentes de limpieza químicos, como desengrasantes alcalinos- ácidos, disolventes o por medios mecánicos.
- En caso que el soporte esté muy pulido, es necesario abrir el poro del soporte, por ejemplo, a través de un producto ácido. Posteriormente debe aclararse con agua y dejar secar.
- Listado de todas las posibles imprimaciones o tratamientos dependiendo del estado del soporte y su naturaleza.
- En caso de haber grietas estas deben ser reparadas antes de proceder a la impermeabilización.
- Antes de la impermeabilización total de la cubierta, se procederá a tratar todos los puntos singulares como juntas de dilatación, desagües, etc.

#### 8.3.2 Preparación del producto en obra

Se indicarán todos los procedimientos necesarios para que el producto adquiera las características necesarias antes de su aplicación, como por ejemplo:

- El producto se suministra en uno o varios componentes, el cual debe ser homogeneizado mediante agitación manual o mecánica (si fuese necesario).
- En aquellos casos donde haya varios componentes se tendrá que especificar exactamente la dosificación de cada uno de ellos y el método apropiado para su mezcla, especificando ajuste de la maquinaria y equipos para su mezclado, presión, viscosidad de los componentes, etc.

- Si fuese necesario la incorporación de algún aditivo (ejem. acelerante, etc..) debido a las condiciones atmosféricas o del soporte, se indicará la dosificación y su preparación.

### 8.3.3 Condiciones de aplicación

Se deberá indicar en que medida las distintas condiciones de temperatura y humedad, antes, durante y después de la aplicación, pueden afectar al producto, así como las recomendaciones necesarias para evitar los efectos de estas condiciones ambientales, como por ejemplo:

- La temperatura recomendable del producto para su aplicación estará comprendida entre 5°C y 30°C no admitiéndose temperaturas superiores a 35°C, del soporte, debiéndose adoptar medidas complementarias en caso contrario y siguiendo, en ese caso las indicaciones del fabricante.
- No se debe aplicar cuando se prevean lluvias en las siguientes seis horas después de la aplicación.
- En caso de soportes húmedos, se deberá utilizar una imprimación, etc.

### 8.3.4 Capas de aplicación

La aplicación de los productos que constituyan el sistema puede realizarse mediante rodillo, brocha o pistola. Para que estos sistemas cubran totalmente todas las partes de la cubierta, y alcancen el espesor mínimo para su uso, en muchos casos es necesario la aplicación de varias capas del producto. La aplicación y consumo de estas capas debe de describirse correctamente por el fabricante, como por ejemplo:

- Este producto debe aplicarse en varias capas, con un mínimo de tres. La primera debe diluirse al 20% (peso) con agua para facilitar una mayor penetración en los poros del soporte y así conseguir una mejor adherencia, sobre todo si el soporte es muy absorbente. La segunda, tercera, etc se aplicarán sin diluir y sólo cuando la primera o sucesiva se encuentren totalmente secas.
- El tiempo de polimerización del producto a una temperatura de 20°C y humedad relativa del 60% es de unas 7-8 horas. Es importante tener en cuenta que las variaciones de temperatura o humedad ambiente influyen en los tiempos de polimerización del producto.
- En el caso de terrazas y jardineras, se puede armar con fibra de vidrio. Ésta se colocará encima de la primera mano después de aplicada y seca, haciendo solapes de al menos 15 cm y siempre en sentido de la caída de aguas. A continuación se aplicará una segunda capa del impermeabilizante procurando que quede bien embebida en la malla y sin que se formen arrugas ni bolsas de aire.
- Los consumos realizados, en ningún caso podrán ser inferiores a X kg/m<sup>2</sup>. La constatación de consumos inferiores significaría la obligación de aplicar **una capa más, de forma que el espesor de la lámina nunca sea inferior a X mm.**
- La determinación del espesor en obras se podrá controlar mediante la realización de catas, mediante un corte de la lámina y su medición con un pie de rey. La zona donde se realiza la cata será cubierta posteriormente con el impermeabilizante.

### 8.3.5 Puntos singulares

El fabricante redactará y adjuntará esquemas que reflejen la puesta en obra del sistema sobre los puntos singulares de la cubierta, tales como:

- Tratamiento de fisuras. Dependiendo del tipo y tamaño de la fisura se especificara la solución más apropiada.
  - Juntas de dilatación y estructurales. Las juntas de dilatación se pueden tratar:
    - Rellenando la junta con masilla de poliuretano, y aplicando seguidamente una banda de impermeabilizante armada con geotextil, que cubra 10 cm a cada lado de la junta.
    - Formando un fuelle en el interior de la junta con la ayuda de un geotextil embebido en impermeabilizante. La parte interior del fuelle debe quedar libre de materiales extraños, habiendo dos soluciones:
      1. Se sitúa en su interior un cordón celular, haciendo el sellado final de la junta con la masilla de poliuretano.
      2. Se deja sin ningún relleno y seguidamente se coloca de nuevo una banda de geotextil sin formar fuelle .
- Finalmente en los dos casos se procede a la impermeabilización de la cubierta.
- Juntas del aislamiento.
  - Encuentros con paramentos verticales.
  - Encuentro con un elemento pasante.
  - Encuentro con un canalón.
  - Encuentro con un sumidero.
  - Refuerzos en zonas de acceso.

#### 8.4 Recomendaciones para su mantenimiento y reparación

El fabricante dispondrá de una guía de mantenimiento y reparaciones, donde se describan los pasos a seguir en caso de deterioro del sistema, como por ejemplo:

- En aquellas cubiertas en las que se observen partes deterioradas, por levantamiento de la capa impermeabilizante, o fisuras se procederá saneando la zona deteriorada eliminando toda la capa de impermeabilizante. A continuación aplicar de nuevo el producto en la zona donde se ha eliminado, con la precaución de solapar las nuevas capas unos tres centímetros con las zonas no deterioradas.



ANÁLISIS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INNOVADORES. CUBIERTAS

## **SISTEMAS DE ENTRAMADOS LIGEROS Y COBERTURA**

---

Rosa Senent Domínguez, arquitecto

Documento de Idoneidad Técnica

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja - CSIC

## ÍNDICE

1. Introducción
2. Los Sistemas de Entramado Ligero
  - 2.1 Historia y evolución
  - 2.2 Características
  - 2.3 Campo de aplicación
  - 2.4 Principales cualidades del Sistema
3. Materiales y componentes
  - 3.1 Chapa de acero galvanizada
  - 3.2 Perfiles conformados en frío
  - 3.3 Protección frente a corrosión
4. Sistemas de unión
  - 4.1 Uniones soldadas
  - 4.2 Uniones atornilladas
  - 4.3 Uniones abotonadas (Sistema “uniblock” de CUMEVA)
  - 4.4 Sistemas de anclaje
5. Puesta en obra
6. Control de calidad
  - 6.1 Control de recepción de materiales y componentes
  - 6.2 Control de fabricación
  - 6.3 Control de puesta en obra
7. Exigencias y requisitos
  - 7.1 Normativa en España
  - 7.2 Otras normativas y fuentes de información
  - 7.3 Exigencia básica de Seguridad Estructural
  - 7.4 Exigencia básica de Resistencia al Fuego de la Estructura
  - 7.5 Exigencia básica de Seguridad de Utilización
8. Evaluación de la aptitud de empleo
  - 8.1 La Guía EOTA – ETAG 25.
  - 8.2 Evaluación realizada en el IETcc
9. DIT concedidos
10. Bibliografía

## 1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Entramado Ligero (“Light-Frame Construction” o “Stud Frame”) son sistemas estructurales basados en el empleo de piezas de pequeñas dimensiones (“stud”) espaciadas poca distancia (40-60 cm), que configuran un entramado resistente al que se fijan las hojas de cerramiento. Estos sistemas se han desarrollado en América del Norte como sistemas estructurales completos (paramentos verticales, forjados y cubierta) y han alcanzado gran aceptación en Centroamérica y Sudamérica.

En España se han introducido como alternativa a los sistemas tradicionales para la formación de la pendiente en las cubiertas inclinadas (tabiques palomeros, forjado inclinado, estructura de madera), y están empezando a entrar en el campo de los sistemas estructurales completos para vivienda unifamiliar y en rehabilitación.

## 2. LOS SISTEMAS DE ENTRAMADO LIGERO

### 2.1 Historia y evolución

Los Sistemas de Entramado Ligero de madera surgieron en América del Norte a finales del siglo XVIII como alternativa a la construcción tradicional europea (fábrica de ladrillo y estructuras de madera de grandes escuadrías). Las uniones en los sistemas de entramado se efectúan con clavos, no a base de uniones ensambladas, lo que facilita enormemente la realización de detalles constructivos.

Estos sistemas tradicionales europeos no eran asumibles por la creciente población de los Estados Unidos de América y la colonización del oeste por requerir grandes cantidades de material y mano de obra especializada.

El espectacular desarrollo de los sistemas de entramado de madera y su popularización se debieron a varios factores:

- Gran disponibilidad de materia prima;
- Patente para la fabricación de clavos (Jacob Perkins - 1975);
- Mano de obra no especializada - posibilidad de autoconstrucción;
- Cierta grado de industrialización de la construcción con la prefabricación y transporte de las piezas de madera muy manejables.

#### 2.1.1 “Balloon Frame Construction”

Se basa en la utilización de montantes (“stud”) que tienen la altura total del edificio (generalmente dos plantas), con las vigas del forjado intermedio sujetas de forma lateral a los montantes. Es introducido por Augustine Taylor en Chicago en 1833 con la construcción de la iglesia de St. Mary junto a Fort Dearborn.

El término “Balloon Framing” se debe a que los carpinteros, al ver este tipo de estructuras, se burlaron comparándolas con un globo, que saldría volando al primer viento fuerte. El nombre arraigó lo mismo que el sistema.

### 2.1.2 *“Platform Frame Construction”*

Se basa en el mismo concepto constructivo que el "Balloon Frame", con la diferencia que los montantes ("stud") tienen la altura de cada nivel o piso, y por lo tanto el forjado que los divide es pasante sobre los montantes. De este forma, el forjado transmite sus cargas de forma axial, y no de forma excéntrica como en el caso del "Balloon Frame", resultando montantes de secciones menores. Otra ventaja de este sistema es que al emplear montantes de menor longitud, permite un mayor nivel de prefabricación, realizando marcos estructurales en taller y transportándolos a obra.

### 2.1.3 *Sustitución de la madera por el acero galvanizado*

Paulatinamente se han ido introduciendo los perfiles conformados de chapa galvanizada como sustitutos de los elementos de madera pero basándose en los mismos principios estructurales y constructivos. El acero se está consolidando como sustituto de la madera a raíz de los movimientos ecologistas, las menores fluctuaciones de precio y al aseguramiento de la calidad en su fabricación.

## 2.2 **Características**

- Sistema de junta seca, basados en uniones atornilladas o soldadas.
- Sistema estructural ligero.
- Sistema abierto que puede combinarse con otros sistemas constructivos, tradicionales o no tradicionales, dentro de una misma estructura, o ser utilizado como único sistema estructural.
- Sistema especializado, donde se produce una clara diferenciación entre los elementos estructurales y de cerramiento.
- Sistema estructural basado en paneles (marcos) estructurales portantes.

## 2.3 **Campo de aplicación**

- Sistema estructural completo para edificios de una o dos alturas; quedando excluidas las zonas enterradas o semienterradas. Se presentan como una alternativa a la construcción de muros de ladrillo, con una configuración espacial similar.
- Sistema estructural parcial en edificación en altura, en particular como estructura de cubierta para cubiertas inclinadas:
  - Cubierta no habitable sobre forjado;
  - Cubierta habitable sobre forjado;
  - Cubierta autoportante.

- Uso en rehabilitación bien para la construcción de forjados intermedios apoyados en una estructura existente o como ampliaciones sobre un edificio existente (áticos), aprovechando el menor incremento de peso en comparación con otros sistemas.
- Como particiones interiores y cerramiento de fachadas sobre una estructura existente sometido a las cargas directamente aplicadas sobre él y transmitiéndolas a la estructura general del edificio (no se puede hablar propiamente de sistema estructural).

## 2.4 Principales cualidades del Sistema

- Flexibilidad de organización estructural según las exigencias del diseño arquitectónico.
- Reducción del espesor de las paredes, en comparación con los muros de ladrillo.
- Reducción de los plazos de ejecución.
- Reducción de medios auxiliares en obra.
- Reducción de la influencia del tiempo atmosférico durante la construcción.
- Posibilidad de auto-construcción.
- Posibilidad de realizar ampliaciones con posterioridad.
- Diferentes posibilidades de organización volumétrica y de acabados.
- Reducción de cargas debidas al peso propio.

## 3. MATERIALES Y COMPONENTES

### 3.1 Chapa de acero galvanizada

Chapa de acero galvanizado DX51D Z275 según norma UNE-EN 10327: 2007 “Chapas y bandas de acero bajo en carbono recubiertas en continuo por inmersión en caliente para conformado en frío. Condiciones técnicas de suministro”.

- Límite elástico:  $\geq 280 \text{ N/mm}^2$ .
- Resistencia a tracción:  $270 - 500 \text{ N/mm}^2$ .
- Alargamiento porcentual en rotura  $A_{80} \geq 22 \%$ .

### 3.2 Perfiles conformados en frío

Perfiles conformados en frío por plegado o prensa de embutir a partir de chapas galvanizadas de pequeño espesor.

La forma de los perfiles depende del fabricante, siendo las más habituales las U, C y omegas, y perfiles compuestos por distintos procedimientos de unión (abotonado o remachado).

### 3.3 Protección frente a la corrosión

Protección para la corrosión de calidad Z-275 (275 gr zinc/cm<sup>2</sup>). Las chapas de acero se galvanizan por inmersión en caliente en un baño de zinc fundido antes de ser sometidas al proceso de conformado en frío por plegado.

En aquellos puntos en los que el galvanizado se haya dañado durante los procesos de montaje y puesta en obra, es preciso aplicar una pintura de protección a base de zinc capaz de formar una película de zinc que preserva el material ferroso de la oxidación y puede ser sobre barnizado o dejado como protección final.

## 4. SISTEMAS DE UNIÓN

Las uniones se realizan principalmente por atornillado, con la interposición, en caso de ser necesario, de cartelas. En algunos casos se puede recurrir a uniones por cordones de soldadura, pero no son aconsejables en perfiles de chapa delgada. Algunos fabricantes han desarrollado uniones especiales por abotonado.

### 4.1 Uniones soldadas

Las uniones soldadas no son recomendables en este tipo de estructuras. El método habitual es el de arco eléctrico con electrodo revestido (tipo I según EA-95). El proceso de soldadura manual realizada en obra no es fácilmente aplicable con garantías cuando los espesores son menores de 2 mm (y en especial por debajo de 1,6 mm); el metal base funde a su través y el metal fundido abandona el perfil antes de que pueda ser establecido el cordón de soldadura. Se aprecian los característicos “boquetes” y se dice que la soldadura “se ha comido el perfil” no quedando garantizada suficientemente la calidad de la unión.

Ni siquiera empleando electrodos especiales y con baja penetración, se podría garantizar que no se produjera ningún “boquete”. Además, el zinc que compone su galvanizado exterior, una vez volatilizado por efecto del calor desprendido y combinado con oxígeno forma óxido de zinc, el cual en el caso de quedar atrapado en el cordón de soldadura produce poros en el mismo. Antes de soldar un elemento galvanizado se debería retirar previamente el recubrimiento de la zona afectada. Pero dado los escasos espesores con los que contamos, y el tiempo que se pierde en llevar a cabo este trabajo, no suele hacerse.

Otro problema de las uniones soldadas es que la temperatura producida al realizar una soldadura por arco revestido supera los puntos de fusión (419 °C) y de vaporización (907 °C) del Zinc, con lo que el recubrimiento se pierde en la zona que abarca el cordón de soldadura y en las superficies adyacentes que quedan dentro de su zona de influencia. En consecuencia, es necesario proteger con posterioridad las zonas en las que el recubrimiento ha quedado dañado.

## 4.2 Uniones atornilladas

Se emplean tornillos autorroscantes de un acero de características mejores que las de la chapa. La ventaja que presentan las uniones atornilladas frente a las soldadas es que el recubrimiento de zinc sólo quedará puntualmente debilitado en el momento de realizar el taladro del perfil para la introducción del tornillo autorroscante, pero una vez atornillado el hueco quedará completamente ocupado por el vástago.

Precauciones:

- Se deben emplear preferiblemente tornillos galvanizados y nunca de un material capaz de producir corrosión por par galvánico
- Los tornillos de acero inoxidable son también adecuados, no induciendo problemas de corrosión salvo en casos de agresividad ambiental muy elevada.
- El acero de los tornillos empleados no debe tener una resistencia menor que el acero de los perfiles.
- Es esencial, para el buen funcionamiento del sistema, que la fijación de los tornillos y pernos de anclaje se realice con el par de apriete definido.

## 4.3 Uniones abotonadas – Sistema “uniblock” de CUMEVA

Sistema de unión por abotonado sin aportación de soldadura, remaches, tornillos ni elementos externos de unión, que permite formar un perfil I a partir de dos perfiles U. El abotonado entre chapas se consigue por medio de un sistema de matrices accionadas por una prensa oleopneumática. Los “uniblock” se disponen cada 25 cm a tresbolillo sobre las vigas. La resistencia a tracción o cizalladura que transmite cada “uniblock” es  $> 1,8$  kN.

Este sistema de unión tiene la ventaja de que logra un perfil compuesto por dos chapas, que se comporta como si estuviera conformado por una sola chapa, no produciendo daños en el galvanizado de los perfiles.

## 4.4 Sistemas de anclaje

La estructura de entramado se ancla a una estructura de hormigón armado por medio de anclajes de expansión mecánica que deben estar en posesión del marcado CE. La disposición, número y dimensiones de estos anclajes debe calcularse de acuerdo a las reacciones que la estructura transmite al soporte. Cuando el anclaje se realice sobre una estructura existente, deberá asegurarse primero que el hormigón posee la resistencia adecuada para resistir las acciones que la transmitirá el anclaje.

## 5. PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por el fabricante o por empresas cualificadas, reconocidas por éste, bajo su control técnico, las cuales asegurarán que la utilización del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el

Documento de Idoneidad Técnica respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos.

Para evitar que, debido al pequeño espesor de los perfiles que componen este tipo de estructuras, se produzcan tensiones indeseadas durante los procesos de transporte e izado, el montaje se debe realizar "in situ", a su cota definitiva en la obra. Otra opción para solventar este problema es proceder a una primera fabricación de marcos, celosías y cerchas con un menor número de tornillos y sin fijar las triangulaciones, y proceder a montaje definitivo de elementos una vez situados en su posición definitiva en obra.

### 5.1 Cimentación

El anclaje de la estructura se realiza sobre una cimentación continua de hormigón (losa, zapata corrida o muro de sótano) o sobre una viga de hormigón cuando la estructura se apoya sobre una estructura existente. El anclaje se realiza mediante pernos de expansión mecánica o anclajes de tipo químico que deberán estar en posesión del mercado CE.

Este tipo de sistemas no están previstos para estructuras enterradas o semienterradas. Entre la cimentación y la estructura se interpondrá una banda asfáltica.

### 5.2 Estructura vertical

El montaje de la estructura vertical se inicia por una esquina, preferiblemente aquella que permita el mas inmediato encuentro del cierre de un recinto. Los marcos se van uniendo mediante perfiles y apuntalando provisionalmente con elementos ligeros. Antes del primer atornillado se verifica la perpendicularidad en el encuentro de marcos y el plomo de los mismos.

Terminada la colocación de todos los marcos, exteriores e interiores se vuelve a revisar para proceder a los ajustes necesarios y a unir con clavos los perfiles a la plataforma. Una vez que se han colocado esto clavos provisionales, se procede al perforado de perfil U y plataforma para la instalación de los anclajes definitivos.

### 5.3 Montaje de forjados

Se procederá al montaje de las vigas una vez verificada la correcta ejecución de la estructura sobre los que se van a apoyar.

Dado que en el perfil en C el baricentro (centro de gravedad) de la sección no coincide con el centro de esfuerzos cortantes de la misma, las vigas de entrepiso tenderán a rotar por la torsión que esa excentricidad genera. La rotación será mayor donde mayor sea el esfuerzo cortante, por tanto cerca de los apoyos. Para evitar este problema se colocan placas de metal desplegado sobre los perfiles para recibir el hormigón y flejes y bloques rigidizadores para grandes luces.

Cuando las luces a cubrir entre apoyos existentes sean muy grandes y se pretenda reducirlas, se podrá utilizar una viga cuelgue. En los casos en los que el nivel del cielorraso



esté limitado, impidiendo así el apoyo de las vigas por encima de la viga principal, deberán apearse. Los apeos pueden realizarse con un perfil “L” atornillando las almas de las vigas, o bien con una pieza especial denominada “hanger”. Estas soluciones particulares deberán haber sido verificadas por cálculo.

Las vigas en celosía o reticuladas se emplean para casos especiales. Los cordones inferior o superior pueden estar resueltos con perfiles omegas o perfiles U según requerimientos estructurales.

#### **5.4 Montaje de cubierta**

Primeramente se monta y nivela la cumbrera, generalmente paralela al forjado, y se fija a éste. Sobre la cumbrera nivelada se montan los pares de cerchas o pórticos, que quedan atornillados con sus extremos superiores a la cumbrera y en su extremo inferior al forjado.

#### **5.5 Colocación de cerramientos**

Terminada la estructura y verificada la horizontalidad, verticalidad, arriostramiento y cuadratura de los encuentros, se procede a la colocación de las diferentes capas que definen el cerramiento, de acuerdo a las características definidas para cada proyecto.

### **6. CONTROL DE CALIDAD**

#### **6.1 Control de recepción de materiales y componentes**

La chapa de acero galvanizada debe disponer de un certificado de fabricación donde queden garantizadas:

- Composición química;
- Características mecánicas;
- Calidad del galvanizado.

Los perfiles estarán en posesión de un certificado del proveedor donde queden recogidas:

- Chapa empleada (certificado de fabricación de la chapa);
- Características geométricas;
- Tolerancias dimensionales.

La tornillería deberá estar en posesión de un certificado emitido por el fabricante donde se detallen:

- Composición química;
- Características mecánicas;
- Calidad del galvanizado.

Los anclajes deberán estar en posesión del marcado CE.

## 6.2 Control de fabricación

En la fabricación de marcos estructurales, cerchas, y celosías, se deberá verificar, una vez montadas y antes de proceder a la puesta en obra:

- Coincidencia de perfiles según proyecto (sección y espesor);
- Cuadratura;
- Geometría y dimensiones según proyecto;
- Atornillado: tipo de tornillos y posición;

## 6.3 Control de puesta en obra

Una vez colocados los marcos estructurales de una planta, dispuestos los arriostamientos horizontales y quitados los elementos de apuntalamiento y arriostamiento provisionales, se comprobará:

- El anclajes de los marcos a la cimentación;
- La verticalidad de los marcos y la ortogonalidad de los encuentros de unos con otros;
- El atornillado lateral entre marcos;
- El encuentro de las esquinas;
- La horizontalidad del plano base del forjado o cubierta.

Para este tipo de sistemas, se han desarrollado unos sistemas de Control de Calidad en obra basados en listas de comprobación (“checklist”) donde se verifica la correspondencia entre los elementos dispuestos en obra y el proyecto.

## 7. EXIGENCIAS Y REQUISITOS

### 7.1 Normativa en España

- “Código Técnico de la Edificación” (CTE). Documento Básico de Seguridad Estructural - Acero (DB-SE-A).
- “Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación” NCSR-02.
- “Instrucción del Acero Estructural” (EAE). Artículo 73 “Estructuras ligeras” - *Proyecto*.
- Eurocódigo 3. “Proyecto de estructuras de acero”. Parte 1-3 “Reglas suplementarias para perfiles y chapas de paredes delgadas conformadas en frío” - *Proyecto*.
- UNE-EN 10327: 2007 “Chapas y bandas de acero bajo en carbono recubiertas en continuo por inmersión en caliente para conformado en frío. Condiciones técnicas de suministro”.
- UNE-ENV 1090-2: 1999 “Ejecución de estructuras de acero. Parte 2: Reglas suplementarias para chapas y piezas delgadas conformadas en frío”.

Las estructuras de perfiles de chapa de pequeño espesor quedaban fuera del campo de aplicación de la Norma Básica de la Edificación sobre “Estructuras de acero” (NBE-EA-95). En la Parte 2 de esta norma se indicaba: “Las reglas establecidas en esta parte se aplican a productos laminados en caliente de espesor mayor que 3 mm, a perfiles huecos y conformados en frío o caliente destinados a servir de elementos resistentes de espesor constante igual o mayor que 2 mm, a roblones y a tornillos ordinarios, calibrados y de alta resistencia empleados en estructuras de acero, así como a sus tuercas y arandelas.”

En la actualidad, este tipo de estructuras están cubiertas por el “Código Técnico de la Edificación” (CTE), Documento Básico de Seguridad Estructural - Acero (CTE-DB-SE-A).

Las estructuras de acero ligeras también quedarán recogidas en la nueva “Instrucción del Acero Estructural” (EAE), en su artículo 73, “Estructuras ligeras”, y en el Eurocódigo 3 (“Proyecto de Estructuras de acero”), parte 1-3 “Reglas suplementarias para perfiles y chapas de paredes delgadas conformadas en frío”, ambas en fase de proyecto.

## 7.2 Otras normativas y fuentes de información

- American Iron and Steel Institute (2002): “Cold-Formed Steel Framing Design Guide”, AISI Design Guide CF02-1, Washington, DC.
- American Iron and Steel Institute (2001): “North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members”, AISI Standard, 2001 Edition, Washington, DC.
- Instituto Técnico de la Construcción en Acero (ITEA) “Programa Europeo en Cálculo y Diseño de la Construcción en Acero”.
- US Army Corps of Engineers (1998): “Design of Cold-Formed Load-Bearing Steel Systems and Masonry Veneer/Steel Stud Walls”, Technical Instructions TI 809-07, Washington, DC.

## 7.3 Exigencia básica de Seguridad Estructural

El proyecto debe justificar el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad estructural:

- SE 1: Resistencia y estabilidad.
- SE 2: Aptitud al servicio.

conforme a la normativa en vigor.

Por razón del reducido espesor y de su elaboración, los perfiles de chapa delgada conformados en frío tiene unas características diferentes de los perfiles y chapas laminados en caliente, como son:

- Modificación parcial del límite elástico.
- Mayor influencia de los fenómenos de inestabilidad.

- Mayor influencia de las tolerancias dimensionales.
- Posible variación de dimensiones transversales.
- Medios de unión específicos.
- Frecuente utilización de métodos de diseño basados en ensayos
- Mayor influencia de la protección anticorrosiva.

### 7.3.1 Modelo estructural

La estructura la forman los montantes verticales (“stud”) agrupados configurando marcos estructurales verticales arriostrados con flejes, los forjados de viguetas, las vigas en celosía y las cerchas de cubierta.

Estructuralmente, este tipo de sistemas se conciben como estructuras formadas por paneles verticales que reciben la carga vertical del cerramiento y los forjados, y las cargas horizontales de viento o sismo en su plano. Éstos paneles sólo ofrecen resistencia en su plano y deben completarse con otros paneles perpendiculares a su plano, arriostramientos u otros sistemas de rigidización, capaces de arriostrar la estructura en el plano perpendicular.

### 7.3.2 Espesor de cálculo

En el espesor de cálculo debe tenerse en cuenta la gran influencia que puede tener el revestimiento protector y las tolerancias de suministro. En el caso de que ésta sea igual o inferior a un 5%, el espesor de cálculo se obtendrá deduciendo del nominal  $t_{nom}$  exclusivamente el espesor de galvanizado  $t_{mc}$

$$t_{cor} = t_{nom} - t_{mc}$$

Si la tolerancia de espesor es superior al 5% debe corregirse el valor anterior para prever la eventualidad de un valor negativo de dicha tolerancia.

$$t_{cor} = (t_{nom} - t_{mc}) (100 - tol) / 95$$

### 7.3.3 Modificación del límite elástico

En la Norma Básica de la Edificación MV-110/1982 “Cálculo de las piezas de chapa conformada de acero en edificación”, en el apartado 1.4 “Elevación del límite elástico” se contemplaba el incremento del límite elástico producido por el proceso de conformado en frío de la chapa de acero. La NBE-EA-95, que reunía y actualiza la normativa de obligado cumplimiento NBE-MV relativa a estructuras de acero aprobada entre los años 1966 y 1982, mantenía esta consideración.

El Código Técnico de la Edificación no contempla el aumento de límite elástico del acero producido por el proceso de conformado en frío (CTE-DB-SE-A, apartado 4.5), pero sí es tenido en cuenta en la “Instrucción del Acero Estructural” (EAE, artículo 73.4):

“Debido al proceso de deformación en frío en las esquinas y pliegues se produce un aumento de las características mecánicas del acero. Esta ventaja se puede tener en cuenta en algunos casos utilizando un límite elástico promedio  $f_{ya}$ .

(...)

El límite elástico promedio  $f_{ya}$  puede utilizarse en la comprobación tensional de las secciones. Para las comprobaciones de cargas concentradas, pandeo y abolladura por cortante obligatoriamente se usará el límite elástico básico  $f_{yb}$ , al igual que en las fórmulas que contemplan interacción de esfuerzos.

Cuando se someta al material a un recocido posterior o bien a un tratamiento térmico tal que se supere la temperatura de 580°C durante mas de una hora se deberá utilizar el límite elástico básico  $f_{yb}$ .”

#### 7.3.4 Esbeltez de chapa

El CTE clasifica los tipos de sección según su capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos comprimidos de una sección solicitada por un momento flector. Si bien es necesario un estudio de cada perfil en función de la esbeltez de la sección, su límite elástico y la sollicitación a la que esté sometida, este tipo de perfiles se engloban en la Clase 4 (Esbelta) en los que los elementos total o parcialmente comprimidos de la sección se abollan antes de alcanzar el límite elástico en la fibra más comprimida. Par este tipo de secciones se emplean, como métodos de cálculo:

- Método para determinar las sollicitaciones → Elástico con posible reducción de rigidez;
- Método para la determinación de la resistencia de las secciones → Elástico, con resistencia reducida.

(CTE-DB-SE-A, apartado 5.2.4).

En la norma del American Iron and Steel Institute (AISI) también se tiene en consideración este fenómeno, empleando la teoría de cálculo de verificación de anchos efectivos, que implica que a medida que aumenta la sollicitación no toda la sección del elemento trabaja, sino su ancho efectivo. La consideración de “anchos eficaces” también es tenida en cuenta por la “Instrucción del Acero Estructural” (EAE, artículo 73.9).

#### 7.4 Exigencia básica de Resistencia al Fuego de la Estructura

Aunque el acero es un material no combustible, sus propiedades mecánicas se ven gravemente afectadas al ser sometidos a las altas temperaturas que se producen durante un incendio. Por efecto del calor se originan amplias deformaciones y dilataciones que pueden poner en peligro la estabilidad de la estructura. Al tratarse de perfiles de espesores muy reducidos, es decir, con un factor de forma muy alto, la temperatura que alcanza un perfil de estas características durante un incendio es muy alta, siendo más sensibles que otros elementos estructurales metálicos a un incendio.

Para proteger la estructura y garantizar el cumplimiento de la exigencia básica de resistencia al fuego de la estructura (SI 6) se deben buscar protecciones a base de proyecciones aislantes, pinturas intumescentes o trasdosados con yeso laminado, siendo este último el procedimiento más habitual.

### 7.5 Exigencia básica de Seguridad de Utilización

Se deberá conectar a tierra la estructura metálica del edificio, con objeto de cumplir la Exigencia Básica de seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo (SU 8).

## 8. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

### 8.1 La Guía EOTA – ETAG 25

ETAG 25 - Guideline for European Technical Approval of Metal Frame Building Kits. EOTA. Fecha de aprobación: mayo 2006. Fin del período de coexistencia: abril 2009.

Esta guía cubre aquellos sistemas de entramado metálico industrializados, comercializados como “kits”, realizados a partir de elementos pre-diseñados y prefabricados previstos para ser producidos en serie. Los elementos metálicos pueden estar realizados con acero, acero galvanizado, acero inoxidable y aluminio.

El contenido del “kit” debe estar constituido, principalmente, por elementos estructurales metálicos, pero puede incluir elementos estructurales no metálicos. El “kit” puede comprender sólo la estructura portante del edificio; en ese caso, deben especificarse los sistemas de conexión a la envolvente externa (cerramientos y cubierta) y a la cimentación, quedando incluidos como parte del “kit”.

El contenido mínimo del “kit” debe incluir (en tanto en cuanto son necesarios para que el edificio pueda satisfacer los Requisitos Esenciales):

- los elementos estructurales del edificio (muros, pilares, vigas, forjados, estructura de cubierta...);
- el sistema de conexión de la estructura a la cimentación.

debiendo quedar definidos los sistemas de unión entre elementos estructurales y los detalles constructivos.

La envolvente externa (fachadas y cubiertas), particiones, acabados, puertas y ventanas,... pueden formar o no formar parte del “kit”. La cimentación y/o la subestructura no forman parte del “kit”. Los sistemas parciales no están cubiertos por esta guía.

## 8.2 Evaluación realizada en el IETcc, base del DIT – DITplus.

### 8.2.1 *Ensayos a las uniones*

#### **Ensayo a tracción de las uniones abotonadas (“uniblock”)**

El objetivo es verificar qué esfuerzo de tracción es capaz de transmitir cada unión, haciendo que los perfiles trabajen solidariamente.

#### **Ensayo a cizalladura de las uniones atornilladas**

El objetivo es verificar que los tornillos autorroscantes, que sirven de unión a los perfiles, transmiten y resisten la carga indicada por el fabricante.

#### **Ensayo de durabilidad a ciclos hielo-calor húmedo de las uniones**

El objetivo es verificar que los movimientos que se producen en las chapas producidos por la dilatación o contracción del material por efecto de los cambios de temperatura no afectan a la resistencia de las uniones atornilladas

#### **Ensayo a fatiga de las uniones**

El objetivo es verificar que en los tornillos, no se producen variaciones de los esfuerzos teóricos de cizalladura a lo largo del tiempo.

### 8.2.2 *Ensayo a esfuerzos horizontales del anclaje*

El objetivo es comprobar el comportamiento de los anclajes de la estructura al forjado, sometidos a un empuje horizontal.

### 8.2.3 *Ensayo de flexión a los perfiles compuestos*

El objetivo es verificar que los dos perfiles de chapa galvanizada en L, unidos por abotonadura (“uniblock”), trabajan solidariamente como un perfil en I, comprobando que sus características mecánicas son conformes con las previsiones de cálculo del fabricante.

### 8.2.4 *Deformabilidad de la estructura de cubierta*

El objetivo es comprobar las deformaciones que se producen en el sistema de cubierta, aplicando una carga uniformemente repartida en toda su superficie, para verificar que las características mecánicas definidas por el fabricante corresponden al comportamiento de dicha cubierta.

### 8.2.5 *Ensayo del panel vertical a compresión*

El objetivo es estudiar el comportamiento mecánico de los marcos estructurales verticales sometidos a las cargas verticales de los elementos superiores del edificio.

### 8.2.6 *Ensayo del panel vertical frente a cargas horizontales*

El objetivo es estudiar el comportamiento de los marcos estructurales verticales frente a una sollicitación horizontal en el plano del panel, que representan los esfuerzos transmitidos por el viento y/o el sismo.

Permite también comprobar el funcionamiento de la unión de la estructura vertical con la cimentación.

### 8.2.7 *Ensayo a flexión de los elementos de forjado*

El objetivo es estudiar el comportamiento mecánico del forjado sometido a cargas verticales que producen esfuerzos de flexotracción y verificar si se corresponde con los valores aportados por el fabricante de acuerdo a sus previsiones de cálculo.

### 8.2.8 *Ensayo de aptitud de empleo mecánico del Sistema*

El objetivo es estudiar el comportamiento mecánico de las juntas de unión entre los marcos estructurales verticales y el forjado horizontal, en los que los primeros están sometidos a las cargas verticales de los elementos superiores del propio edificio, más los pesos y sobrecargas correspondientes al forjado.

## 9. DIT CONCEDIDOS

DIT 338-R      **Sistema de Tejados TECTUM**      URALITA TEJADOS S.A.

El Sistema de Tejados Tectum, de URALITA TEJADOS S.A., configura un sistema de cubierta multicapa, que se fundamenta en la disposición de un placa de soporte de fibrocemento NATURVEX sin amianto, aislamiento térmico y acústico, sobre el plano de pendiente en cuestión, y sobre la que se dispone la cubierta de teja propiamente dicha.

El Sistema incluye, opcionalmente, la estructura metálica ligera TECTUM, y/o la capa de acabado interior.

DIT 438      **Sistema estructural metálico CUMEVA para cubiertas**      CUMEVA S.L.

Estructuras en acero ligero galvanizado patentadas bajo números 8800364, 9000965, 9002975 y 9500408, que tienen como finalidad la formación de cubiertas de edificios en sus múltiples variedades: habitables bajo cubierta, no habitables, etc., y las que a su vez, sirven de soporte a las cubriciones de dichas cubiertas: teja, pizarra, polivinilos, paneles sandwich,



madera, etc. Todas las cubriciones sobre las estructuras de soporte deberán realizarse siguiendo las normas vigentes NTE Cubiertas, sobre diseño, montaje, control, etc.

#### DIT 486      **Sistema estructural DITECVI de perfiles de acero galvanizado**

DITECVI, S.A.

Sistema estructural para la construcción de edificios cuyos forjados, cubiertas y paramentos se realizan con perfiles conformados en frío de chapa de acero galvanizada.

El sistema incluye un entramado formado por:

- Marcos verticales, preparados en taller, denominados Panel Autoportante DITECVI (PAD).
- Perfiles de forjados, que sirve de soporte a los diversos tipos de pavimentos, sea para pisos transitables o no transitables.
- Estructura de cubierta, que sirve de soporte al sistema de cubierta (tejas, paneles, etc.).

#### 10. BIBLIOGRAFÍA

- American Iron and Steel Institute, *Light gage cold-formed steel design manual*, New York, American Iron and Steel Institute, 1962. (Traducción española de Francisco Gil Bajo la Supervisión de Juan Batanero, Madrid, Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, 1969).
- A. Amundarain, J.L. Torero, A. Usmani, A.M. Al-Remal, "Light Steel Framing: Improving the Integral Design", *Global Built Environment: Towards an Integrated Approach for Sustainability*, Lancashire (UK), September 2006, pp. 190-198.
- Benson, T., *The Timber-Frame Home: Design, Construction, Finishing*. Newtown CT, The Taunton Press, 1988;
- Brown, R.J., *Timber-Framed Buildings of England*. London, Robert Hale, 1986.
- Caballol Bartolomé, David "Problemática de las estructuras de cubierta realizadas con perfiles metálicos ligeros". *BIA* (Revista del COAATM), No. 241, Ene-Feb. 2006,
- Field, W., "A Re-examination into the Invention of the Balloon Frame". *Journal of the American Society of Architectural Historians*, Vol. 2, No. 1-4, Jan-Oct. 1942, pp. 3-29.
- Instituto Técnico de la Construcción en Acero (ITEA) "Programa Europeo en Cálculo y Diseño de la Construcción en Acero".
- M Williams. "The Innovation of Light Frame Construction"  
(<http://www.wdsc.caf.wvu.edu/otherwebs/WDSC100-12.pdf>)
- Peterson, F.W., *Homes in the Heartland: Balloon Frame Farmhouses of the Upper Midwest, 1850-1920*. Lawrence KA, University of Kansas Press, 1992.

- Sherwood, G. & Moody, R.C. "Light-Frame Wall and Floor Systems". United States Department of Agriculture Forest Service Forest Products.
- Sprague, P.E., *Chicago Balloon Frame. The Technology of Historic American Buildings* (H.W., Jandl, ed.). Washington DC, Foundation for Preservation Technology, 1983.
- Woodward, G.E., *Woodward's Country Homes*. New York, Geo. E. Woodward, 1865.
- Youngquist, W.G., and H.O. Fleischer. 1977. *Wood in American Life: 1776-2076*. Forest Products Research Society, Madison, WI.

**ANEXO 1**  
**Listado Normas Armonizadas, Guías EOTA y ejemplos**  
**de Mercado CE**  
(Abril 2007)



## ANEXO 1

### PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN AFECTADOS POR LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN VÍA NORMAS ARMONIZADAS (marzo 2007)

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de<br>aplicabilidad de la<br>norma armonizada<br>e inicio del período<br>de coexistencia | Fecha final del<br>período de<br>coexistencia/<br>entrada en<br>vigor marcado<br>CE | Sistema de<br>evaluación de<br>la<br>conformidad<br>(*) |
|---|--|---|---|
| UNE-EN 40-4: 2006<br>Columnas y báculos de alumbrado. Parte 4: Requisitos para columnas y báculos de alumbrado de hormigón armado y hormigón pretensado.                  | 1.10.2006  | 1.10.2007   | 1   |
| UNE-EN 40-5:2003<br>Columnas y báculos de alumbrado — Parte 5: Requisitos para las columnas y báculos de alumbrado de acero   | 1.2.2003   | 1.2.2005  | 1   |
| UNE-EN 40-6:2003<br>Columnas y báculos de alumbrado — Parte 6: Requisitos para las columnas y báculos de alumbrado de aluminio  | 1.2.2003   | 1.2.2005  | 1   |
| UNE-EN 40-7:2003<br>Columnas y báculos de alumbrado — Parte 7: Requisitos para columnas y báculos de alumbrado de materiales compuestos poliméricos reforzados con fibra. | 1.2.2003   | 1.10.2004   | 1   |
| UNE-EN 54-3:2001<br>Sistemas de detección y alarma de incendios — Parte 3:<br>Dispositivos de alarma de incendios — Dispositivos acústicos                                | 1.4.2003   | 30.6.2005   | 1   |
| UNE-EN 54-3/A1:2002   | 1.3.2007   | 1.6.2009  |   |
| UNE-EN 54-3:2001/A2:2007 (1)  |  |   |   |
| UNE-EN 54-4:1997<br>Sistemas de detección y alarma de incendios — Parte 4:<br>Equipos de suministro de alimentación   |  |   | 1   |
| UNE-EN 54-4/AC:1999   |  |   |   |
| UNE-EN 54-4/A1:2003   | 1.10.2003  | 31.12.2007  |   |
| UNE-EN 54-4:1997/A2:2007 (1)  | 1.6.2006   | 1.6.2008  |   |
| UNE-EN 54-5:2001<br>Sistemas de detección y alarma de incendios — Parte 5:<br>Detectores de calor — Detectores puntuales  | 1.4.2003   | 30.6.2005   | 1   |
| UNE-EN 54-5/A1:2002   |  |   |   |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 54-7:2001<br>Sistemas de detección y alarma de incendios — Parte 7:<br>Detectores de humo — Detectores puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización<br>UNE-EN 54-7/A1:2002<br>UNE-EN 54-7:2001/A2:2007 (1) | 1.4.2003<br>1.5.2007   | 30.6.2005<br>1.8.2009  | 1   |
| UNE-EN 54-10: 2002<br>Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 10:<br>Detectores de llama. Detectores puntuales.<br>UNE-EN 54-10: 2002/A1: 2006   | 1.9.2006   | 1.9.2008   | 1   |
| UNE-EN 54-11: 2001<br>Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 11:<br>Pulsadores manuales de alarma.<br>UNE-EN 54-11: 2001/A1: 2006   | 1.9.2006<br>1.9.2006   | 1.9.2008<br>1.9.2008   | 1   |
| UNE-EN 54-12:2003<br>Sistemas de detección y alarma de incendios — Parte 12:<br>Detectores de humo — Detectores de línea que utilizan un haz óptico de luz  | 1.10.2003  | 31.12.2005   | 1   |
| UNE-EN 54-17: 2006<br>Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 17:<br>Seccionadores de cortocircuito.   | 1.10.2006  | 1.12.2008  | 1   |
| UNE-EN 54-18: 2006<br>Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 18:<br>Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos entrada/salida para su uso en las vías de transmisión de los detectores de fuego y de las alarmas de incendio                  | 1.10.2006  | 1.12.2008  | 1   |
| UNE-EN 54-20:2007 (1)<br>Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 20:<br>Detectores de aspiración de humos.   | 1.4.2007   | 1.7.2009   | 1   |
| UNE-EN 54-21:2007 (1)<br>Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 21: Equipos de transmisión de alarmas y avisos de fallo.  | 1.3.2007   | 1.6.2009   | 1   |
| UNE-EN 179:1997<br>Herrajes para la edificación — Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para salidas de socorro — Requisitos y métodos de ensayo<br>UNE-EN 179/A1:2001<br>UNE-EN 179/A1/AC:2003                                   | 1.4.2002   | 1.4.2003   | 1   |
| UNE-EN 197-1:2000<br>Cemento — Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes<br>UNE-EN 197-1/A1:2005  | 1.4.2001<br>1.2.2005   | 1.4.2002<br>1.2.2006   | 1+  |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>   | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor marcado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|--|---|---|--|
| UNE-EN 197-4:2005<br>Cemento — Parte 4: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial   | 1.2.2005  | 1.2.2006  | 1+   |
| UNE-EN 295-10:2005<br>Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento — Parte 10: Requisitos obligatorios   | 1.1.2006  | 1.1.2007  | 4  |
| UNE-EN 413-1:2005<br>Cementos de albañilería — Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad   | 1.12.2004   | 1.12.2005   | 1+   |
| UNE-EN 438-7:2005<br>Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 7: Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos externos e internos. | 1.11.2005   | 1.11.2006   | 1/3/4  |
| UNE-EN 442-1:1996<br>Radiadores y convectores. Parte 1: Especificaciones y requisitos técnicos.<br>UNE-EN 442-1/A1:2004  | 1.12.2004   | 1.12.2005   | 3  |
| UNE-EN 450-1:2006<br>Cenizas volantes para hormigón — Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad   | 1.1.2006  | 1.1.2007  | 1+   |
| UNE-EN 459-1:2002<br>Cales para la construcción — Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad   | 1.8.2002  | 1.8.2003  | 2  |
| UNE-EN 490:2005<br>Tejas y piezas de hormigón para tejados y revestimiento de muros. . Especificaciones de producto.   | 1.9.2005  | 1.6.2007 (2)  | 3/4  |
| UNE-EN 492:2005<br>Plaquetas de fibrocemento y piezas complementarias. Especificaciones de producto y métodos de ensayo<br>UNE-EN 492:2005/A2:2007 (1)   | 1.1.2006<br>1.7.2007  | 1.1.2007<br>1.7.2008  | 3/4  |
| UNE-EN 494:2005<br>Placas onduladas o nervadas de fibrocemento y piezas complementarias. Especificaciones de producto y métodos de ensayo<br>UNE-EN 494:2005/A2:2007 (1)   | 1.1.2006<br>1.7.2007  | 1.1.2008 (2)<br>1.7.2008  | 3/4  |
| UNE-EN 516:2006<br>Accesorios prefabricados para cubiertas. Instalaciones para acceso a tejados. Pasarelas, pasos y escaleras.   | 1.11.2006   | 1.11.2007   | 3  |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 517:2006<br>Accesorios prefabricados para cubiertas. Ganchos de seguridad  | 1.12.2006  | 1.12.2007  | 3   |
| UNE-EN 520:2005<br>Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.   | 1.9.2005   | 1.3.2007   | 3/4   |
| UNE-EN 523:2005<br>Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, especificaciones, control de la calidad  | 1.6.2004   | 1.6.2005   | 4   |
| UNE-EN 534:2007 (1)<br>Placas onduladas bituminosas. Especificaciones de productos y métodos de ensayo.   | 1.4.2007   | 1.4.2008   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 544:2006<br>Placas bituminosas con armadura sintética y/o mineral.   | 1.10.2006  | 1.10.2007  | 3/4   |
| UNE-EN 572-9:2005<br>Vidrio para la construcción. Productos básicos de vidrio. Vidrio de silicato sodocálcico. Parte 9: Evaluación de la conformidad/Norma de producto.                               | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 588-2:2002<br>Tuberías de fibrocemento para drenaje y saneamiento — Parte 2: Pasos de hombre y cámaras de inspección   | 1.10.2002  | 1.10.2003  | 4   |
| UNE-EN 671-1:2001<br>Instalaciones fijas de lucha contra incendios — Sistemas equipados con mangueras — Parte 1: Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas                               | 1.2.2002   | 1.4.2004   | 1   |
| UNE-EN 671-2:2001<br>Instalaciones fijas de lucha contra incendios — Sistemas equipados con mangueras — Parte 2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas                                     | 1.2.2002   | 1.4.2004   | 1   |
| UNE-EN 671-2:2001/A1:2005 (1)   | 1.3.2007   | 1.3.2008   |   |
| UNE-EN 681-1:1996<br>Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje — Parte 1: Caucho vulcanizado         | 1.1.2003   | 1.1.2004   | 4   |
| UNE-EN 681-1/A1:1999<br>UNE-EN 681-1/A2:2002  |  |  |   |
| UNE-EN 681-2:2001<br>Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje — Parte 2: Elastómeros termoplásticos | 1.1.2003   | 1.1.2004   | 4   |
| UNE-EN 681-2/A1:2002  |  |  |   |



| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor mercado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 681-3:2001<br>Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. — Parte 3: Materiales celulares de caucho vulcanizado<br>UNE-EN 681-3/A1:2002      | 1.1.2003   | 1.1.2004   | 4   |
| UNE-EN 681-4:2001<br>Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje — Parte 4: Elementos de estanquidad de poliuretano moldeado<br>UNE-EN 681-4/A1:2002 | 1.1.2003   | 1.1.2004   | 4   |
| UNE-EN 682:2002<br>Juntas elastoméricas — Requisitos de los materiales de juntas empleadas en tubos y accesorios para transporte de gases y fluidos hidrocarbonados   | 1.10.2002  | 1.12.2003  | 4   |
| UNE-EN 771-1:2003<br>Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería — Parte 1: Piezas de arcilla cocida<br>UNE-EN 771-1/A1:2005   | 1.4.2005   | 1.4.2006   | 2+/4  |
| UNE-EN 771-2:2005<br>Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 2: Piezas silicocalcáreas.<br>UNE-EN 771-2/A1:2005   | 1.4.2005   | 1.4.2006   | 2+/4  |
| UNE-EN 771-3:2004<br>Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería — Parte 3: Bloques de hormigón ( áridos densos y ligeros)<br>UNE-EN 771-3/A1:2005   | 1.4.2005   | 1.4.2006   | 2+/4  |
| UNE-EN 771-4:2004<br>Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 4: Bloques de hormigón celular curado en autoclave<br>UNE-EN 771-4/A1:2005   | 1.4.2005   | 1.4.2006   | 2+/4  |
| UNE-EN 771-5:2005<br>Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 5: Piezas de piedra artificial.<br>UNE-EN 771-5/A1:2005  | 1.4.2005   | 1.4.2006   | 2+/4  |
| UNE-EN 771-6:2006<br>Especificación de piezas para fábrica de albañilería. Parte 6: Piezas de piedra natural.   | 1.8.2006   | 1.8.2007   | 2+/4  |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>  | <b>Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE</b> | <b>Sistema de evaluación de la conformidad (*)</b> |
|---|---|---|--|
| UNE-EN 845-1:2005<br>Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería — Parte 1: Llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos.  | 1.2.2004  | 1.2.2005  | 3  |
| UNE-EN 845-2:2004<br>Especificaciones de componentes auxiliares para fábricas de albañilería — Parte 2: Dinteles  | 1.2.2004  | 1.4.2006  | 3  |
| UNE-EN 845-3:2004<br>Especificaciones de componentes auxiliares para fábricas de albañilería — Parte 3: Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero   | 1.2.2004  | 1.2.2005  | 3  |
| UNE-EN 858-1:2002<br>Sistemas separadores para líquidos ligeros (por ejemplo aceite y petróleo). Parte 1: Principios de diseño de producto, características y ensayo, marcado y control de calidad. | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 3/4  |
| UNE-EN 858-1/A1:2005  | 1.9.2005  | 1.9.2006  |  |
| UNE-EN 934-2:2002<br>Aditivos para hormigones, morteros y pastas — Parte 2: Aditivos para hormigones. -Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado                                  | 1.5.2002  | 1.5.2003  | 2+   |
| UNE-EN 934-2/A1:2005  | 1.7.2005  | 1.7.2005  |  |
| UNE-EN 934-2:2002/A2:2006   | 1.10.2006   | 1.10.2007   |  |
| UNE-EN 934-3:2004<br>Aditivos para hormigones, morteros y pastas — Parte 3: Aditivos para morteros para albañilería — Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado.                  | 1.6.2005  | 1.6.2006  | 2+   |
| UNE-EN 934-3:2004/AC:2005   |   |   |  |
| UNE-EN 934-4:2002<br>Aditivos para hormigones, morteros y pastas — Parte 4: Aditivos para pastas para tendones de pretensado — Definiciones, especificaciones, conformidad, marcado y etiquetado    | 1.5.2002  | 1.5.2003  | 2+   |
| UNE-EN 997:2004<br>Inodoros y conjuntos de inodoros con sifón incorporado.  | 1.12.2004   | 1.12.2006   | 4  |
| UNE-EN 998-1:2003<br>Especificaciones de los morteros para albañilería — Parte 1: Morteros para revoco y enlucido   | 1.2.2004  | 1.2.2005  | 4  |
| UNE-EN 998-1:2003/AC:2006   | 1.6.2006  | 1.6.2006  |  |
| UNE-EN 998-2:2004<br>Especificaciones de los morteros para albañilería — Parte 2: Morteros para albañilería   | 1.2.2004  | 1.2.2005  | 2+/4   |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada  | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor mercado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|--|--|--|---|
| UNE-EN 1057:2007 (1)<br>Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.  | 1.3.2007   | 1.3.2008   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 1096-4:2005<br>Vidrio para la edificación. Vidrio de capa. Parte 4: Evaluación de la conformidad/Norma de producto  | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 1123-1:2000<br>Tubos y accesorios de acero galvanizado en caliente soldados longitudinalmente con manguito acoplable para canalización de aguas residuales — Parte 1: Requisitos, ensayos, control de calidad | 1.6.2005   | 1.6.2006   | 4   |
| UNE-EN 1123-1/A1:2005  | 1.6.2005   | 1.6.2006   |   |
| UNE-EN 1124-1:2000<br>Tubos y accesorios de acero inoxidable soldados longitudinalmente, con manguito acoplable para canalización de aguas residuales. Parte 1: Requisitos, ensayos, control de calidad..            | 1.6.2005   | 1.6.2006   | 4   |
| UNE-EN 1124-1/A1:2005  | 1.6.2005   | 1.6.2006   |   |
| UNE-EN 1125:1997<br>Herrajes para la edificación — Dispositivos antipánico para salidas de emergencia activados por una barra horizontal — Requisitos y métodos de ensayo  | 1.4.2002   | 1.4.2003   | 1   |
| UNE-EN 1125/A1:2001  |  |  |   |
| UNE-EN 1125/A1/AC:2003   | 1.6.2005 (2)   | 1.6.2005 (2)   |   |
| UNE-EN 1154:2003<br>Herrajes para la edificación — Dispositivos de cierre controlado de puertas — Requisitos y métodos de ensayo   | 1.10.2003  | 1.10.2004  | 1   |
| UNE-EN 1155:2003<br>Herrajes para la edificación — Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes — Requisitos y métodos de ensayo  | 1.10.2003  | 1.10.2004  | 1   |
| UNE-EN 1158:2003<br>Herrajes para la edificación — Dispositivos de coordinación de puertas — Requisitos y métodos de ensayo  | 1.10.2003  | 1.10.2004  | 1   |
| UNE-EN 1158:2003/AC:2006   | 1.6.2006   | 1.6.2006   |   |
| UNE-EN 1168:2006<br>Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares   | 1.3.2006   | 1.3.2008   | 2+  |
| UNE-EN 1279-5:2006 —<br>Vidrio para la edificación. Unidades de vidrio aislante — Parte 5: Evaluación de la conformidad  | 1.3.2006   | 1.3.2007   | 1/3/4                                       |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>                           | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor mercado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|--|---|---|--|
| UNE-EN 1304:2006<br>Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Definiciones y especificaciones de producto | 1.2.2006  | 1.2.2007  | 3/4  |
| UNE-EN 1337-3:2005<br>Apoyos estructurales — Parte 3: Apoyos elastoméricos   | 1.1.2006  | 1.1.2007  | 1/3  |
| UNE-EN 1337-4:2005<br>Apoyos estructurales. Parte 4: Apoyos de rodillo.  | 1.2.2005  | 1.2.2006  | 1/3  |
| UNE-EN 1337-5:2006<br>Apoyos estructurales — Parte 5: Apoyos «pot»   | 1.1.2006  | 1.1.2007  | 1/3  |
| UNE-EN 1337-6:2005<br>Apoyos estructurales. Parte 6: Apoyos oscilantes   | 1.2.2005  | 1.2.2006  | 1/3  |
| UNE-EN 1337-7:2004<br>Apoyos estructurales. Parte 7: Apoyos de PTFE cilíndricos y esféricos.                         | 1.12.2004   | 1.6.2005  | 1/3  |
| UNE-EN 1338:2004<br>Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.                                     | 1.3.2004  | 1.3.2005  | 4  |
| UNE-EN 1338:2004/AC:2006   | 1.1.2007 (2)  | 1.1.2007 (2)  |  |
| UNE-EN 1339:2004<br>Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo                                       | 1.3.2004  | 1.3.2005  | 4  |
| UNE-EN 1339:2004/AC:2006   | 1.1.2007 (2)  | 1.1.2007 (2)  |  |
| UNE-EN 1340:2004<br>Bordillos prefabricados de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.                       | 1.2.2004  | 1.2.2005  | 4  |
| UNE-EN 1340:2004/ERRATUM:2007 (1)  | 1.1.2007  | 1.1.2007  |  |
| UNE-EN 1341:2002<br>Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior — Requisitos y métodos de ensayo     | 1.10.2002   | 1.10.2003   | 4  |
| UNE-EN 1342:2003<br>Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior — Requisitos y métodos de ensayo    | 1.10.2002   | 1.10.2003   | 4  |
| UNE-EN 1343:2003<br>Bordillos de piedra natural para uso como pavimento exterior — Requisitos y métodos de ensayo    | 1.10.2002   | 1.10.2003   | 4  |
| UNE-EN 1344:2002<br>Adoquines de arcilla cocida — Especificaciones y métodos de ensayo                               | 1.1.2003  | 1.1.2004  | 4  |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 1423:1998<br>Materiales para señalización vial horizontal. Materiales de postmezclado. Microesferas de vidrio, granulados antideslizantes y mezcla de ambos<br>UNE-EN 1423/A1:2004   | 1.5.2004   | 1.5.2005   | 1   |
| UNE-EN 1433:2003<br>Canales de desagüe para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Clasificación, requisitos de diseño y de ensayo, marcado y evaluación de la conformidad<br>UNE-EN 1433:2003/A1:2005                     | 1.8.2003<br><br>1.1.2006   | 1.8.2004<br><br>1.1.2006   | 3   |
| UNE-EN 1457:2003<br>Chimeneas — Conductos de humo de arcilla o cerámicos — Requisitos y métodos de ensayo<br>UNE-EN 1457:2003/AC:2007 (1)   | 1.8.2003<br><br>1.1.2007   | 1.8.2004<br><br>1.1.2007   | 2+  |
| UNE-EN 1463-1:1998<br>Materiales para señalización vial horizontal — Captafaros retrorreflectantes — Parte 1: Características iniciales<br>UNE-EN 1463-1/A1:2004  | 1.12.2004  | 1.12.2005  | 1   |
| UNE-EN 1469:2005<br>Piedra natural. Placas para revestimientos murales. Requisitos.   | 1.7.2005   | 1.7.2006   | 3/4   |
| UNE-EN 1504-2:2005<br>Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón — Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad — Parte 2: Sistemas para protección de superficie         | 1.9.2005   | 1.1.2009   | 1/2+/3/4                                    |
| UNE-EN 1504-3:2006<br>Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón — Parte 3: Reparación estructural y no estructural  | 1.10.2006  | 1.1.2009   | 1/2+/3/4                                    |
| UNE-EN 1504-4:2005<br>Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón — Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad — Parte 4: Adhesivos estructurales                        | 1.9.2005   | 1.1.2009   | 1/2+/3/4                                    |
| UNE-EN 1504-5:2004<br>Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón — Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad — Parte 5: Productos y sistemas de inyección del hormigón | 1.10.2005  | 1.1.2009   | 2+/4  |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 1504-6:2007 (1)<br>Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 6: Anclajes de armaduras de acero.            | 1.6.2007   | 1.1.2009   | 1/2+/3/4                                    |
| UNE-EN 1504-7:2007 (1)<br>Productos y sistemas para protección y reparación de estructuras de hormigón - Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 7: Protección contra la corrosión de armaduras. | 1.6.2007   | 1.1.2009   | 1/2+/3/4                                    |
| UNE-EN 1520:2003<br>Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta<br>UNE-EN 1520 AC:2004  | 1.9.2003   | 1.9.2004   | 2+/4  |
| UNE-EN 1748-1-2:2005<br>Vidrio para la edificación. Productos básicos especiales. Parte 1-2: Vidrio borosilicatado. Evaluación de la conformidad/Norma de producto.   | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 1748-2-2:2005<br>Vidrio para la edificación. Productos básicos especiales. Parte 2-2: Vitrocerámicas. Evaluación de la conformidad/Norma de producto.  | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 1806:2007 (1)<br>Chimeneas. Bloques para conductos de humos de arcilla o cerámicos para chimeneas de pared simple. Requisitos y métodos de ensayo.   | 1.5.2007   | 1.5.2008   | 2+  |
| UNE-EN 1825-1:2005<br>Separadores de grasas. Parte 1: Principios de diseño, características funcionales, ensayos, marcado y control de calidad.<br>UNE-EN 1825-1:2005/AC:2006 (1)   | 1.9.2005<br><br>1.1.2007   | 1.9.2006<br><br>1.1.2007   | 3/4   |
| UNE-EN 1856-1:2004<br>Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares<br>UNE-EN 1856-1:2004/1M 2005<br>UNE-EN 1856-1:2004/A1:2007 (1)  | 1.4.2004<br><br>1.3.2007   | 1.4.2005<br><br>1.3.2008   | 2+/4  |
| UNE-EN 1856-2:2005<br>Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2: Conductos interiores y conductos de unión metálicos  | 1.5.2005   | 1.11.2007  | 2+  |
| UNE-EN 1857:2004<br>Chimeneas. Componentes. Conductos interiores de hormigón<br>UNE-EN 1857:2004/AC:2006  | 1.5.2004<br><br>1.6.2006   | 1.5.2005<br><br>1.6.2006   | 2+  |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 1858:2004<br>Chimeneas. Componentes. Bloques para conductos de humo de hormigón.   | 1.5.2004   | 1.5.2005   | 2+  |
| UNE-EN 1863-2:2005<br>Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico termoendurecido. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto.  | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 1873:2006<br>Accesorios prefabricados para cubiertas. Luces individuales para cubiertas de plástico. Especificación de producto y métodos de ensayo.   | 1.10.2006  | 1.10.2009  | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 1916:2003<br>Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero<br>UNE-EN 1916:2003/AC:2005<br>UNE-EN 1916:2003/ERRATUM:2006<br>UNE 127916:2004 (6) | 1.8.2003<br><br>1.1.2007 (2)   | 23.11.2004<br><br>1.1.2007 (2)                                       | 4   |
| UNE-EN 1917:2003<br>Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero<br>UNE-EN 1917:2003/ERRATUM:2005  | 1.8.2003<br><br>1.1.2007   | 23.11.2004<br><br>1.1.2007   | 4   |
| UNE-EN 1935:2002<br>Herrajes para la edificación — Bisagras de un solo eje — Requisitos y métodos de ensayo<br>UNE-EN 1935:2002/AC:2004 (1)   | 1.10.2002 (2)<br><br>1.1.2007  | 1.10.2002 (2)<br><br>1.1.2007  | 1   |
| UNE-EN 10025-1:2005<br>Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.                                    | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 2+  |
| UNE-EN 10210-1:2007 (1)<br>Perfiles huecos para construcción acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.   | 1.2.2007   | 1.2.2008   | 2+  |
| UNE-EN 10219-1:2007 (1)<br>Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro                                | 1.2.2007   | 1.2.2008   | 2+  |
| UNE-EN 10224:2003<br>Tubos y racores de acero para el transporte de líquidos acuosos, incluido el agua destinada al consumo humano — Condiciones técnicas de suministro<br>UNE-EN 10224:2003/A1:2006      | 1.4.2006<br><br>1.4.2006   | 1.4.2007<br><br>1.4.2007   | 4   |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor mercado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 10311:2006<br>Juntas para la conexión de tubos de acero y racores para el transporte de líquidos acuosos incluido agua para el consumo humano  | 1.3.2006   | 1.3.2007   | 4   |
| UNE-EN 10312:2003<br>Tubos y racores de acero inoxidable para el transporte de líquidos acuosos incluyendo agua para el consumo humano — Condiciones técnicas de suministro<br>UNE-EN 10312:2003/A1:2006  | 1.4.2006<br>1.4.2006   | 1.4.2007<br>1.4.2007   | 4   |
| UNE-EN 12004:2001<br>Adhesivos para baldosas cerámicas — Definiciones y especificaciones<br>UNE-EN 12004/A1:2002<br>UNE-EN 12004/A1/AC:2002   | 1.4.2003<br>1.6.2005 (2)   | 1.4.2004<br>1.6.2005 (2)   | 3   |
| UNE-EN 12050-1:2001<br>Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo — Parte 1: Plantas elevadoras de aguas residuales que contienen materias fecales  | 1.11.2001  | 1.11.2002  | 3   |
| UNE-EN 12050-2:2001<br>Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo — Parte 2: Plantas elevadoras de aguas residuales que no contienen materias fecales   | 1.10.2001  | 1.10.2002  | 3   |
| UNE-EN 12050-3:2001<br>Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo — Parte 3: Plantas elevadoras de aguas residuales que contienen materias fecales para aplicaciones limitadas                                    | 1.10.2001  | 1.10.2002  | 3   |
| UNE-EN 12050-4:2001<br>Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo — Parte 4: Válvulas de retención para aguas residuales que no contienen materias fecales y para aguas residuales que contienen materias fecales | 1.10.2001  | 1.10.2002  | 3   |
| UNE-EN 12057:2005<br>Productos de piedra natural — Plaquetas— Requisitos  | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 3/4   |
| UNE-EN 12058:2005<br>Productos de piedra natural — Baldosas para pavimentos y escaleras. Requisitos.  | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 3/4   |



| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 12094-1:2004<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos — Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos automáticos y eléctricos de control y retardo.   | 1.2.2004   | 1.5.2006   | 1   |
| UNE-EN 12094-2:2004<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 2: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos automáticos no eléctricos de control y de retardo.                                       | 1.2.2004   | 1.5.2006   | 1   |
| UNE-EN 12094-3:2003<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 3: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos manuales de disparo y de paro  | 1.1.2004   | 1.9.2005   | 1   |
| UNE-EN 12094-4:2005<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 4: Requisitos y métodos de ensayo para los conjuntos de válvulas de los contenedores de alta presión y sus actuadores.                           | 1.5.2005   | 1.8.2007   | 1   |
| UNE-EN 12094-5:2007 (2) (4)<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos — Parte 5: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO <sub>2</sub> | 1.2.2007 (2)   | 1.2.2008 (2)   | 1   |
| UNE-EN 12094-6:2007 (2) (4)<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos — Parte 6: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos no eléctricos de aborto para sistemas de CO <sub>2</sub>                       | 1.2.2007 (2)   | 1.2.2008 (2)   | 1   |
| UNE-EN 12094-7:2001<br>Sistemas fijos de extinción de incendios — Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos — Parte 7: Requisitos y métodos de ensayo para difusores para sistemas de CO <sub>2</sub><br>UNE-EN 12094-7/A1:2005                                    | 1.10.2001<br><br>1.11.2005   | 1.4.2004<br><br>1.11.2006  | 1   |
| UNE-EN 12094-8:2007 (1)<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 8: Requisitos y métodos de ensayo para conectores.   | 1.2.2007   | 1.5.2009   | 1   |
| UNE-EN 12094-9:2003<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos — Parte 9: Requisitos y métodos de ensayo para detectores especiales de incendios  | 1.1.2004   | 1.9.2005   | 1   |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada  | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|--|--|--|---|
| UNE-EN 12094-10:2004<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 10: Requisitos y métodos de ensayo para presostatos y manómetros   | 1.2.2004   | 1.5.2006   | 1   |
| UNE-EN 12094-11:2003<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos — Parte 11: Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos mecánicos de pesaje   | 1.1.2004   | 1.9.2005   | 1   |
| UNE-EN 12094-12:2004<br>Sistemas fijos de extinción de incendios — Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos — Parte 12: Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos neumáticos de alarma  | 1.1.2004   | 1.9.2005   | 1   |
| UNE-EN 12094-13:2001<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos — Parte 13: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas de retención y válvulas antirretorno<br>UNE-EN 12094-13/AC:2002 | 1.1.2002   | 1.4.2004   | 1   |
| UNE-EN 12101-1: 2006<br>Sistemas para el control de humos y de calor. Parte 1: Especificaciones para cortinas de humo. Requisitos y métodos de ensayo.<br>UNE-EN 12101-1: 2005/A1:2006   | 1.6.2006<br><br>1.12.2006  | 1.9.2008<br><br>1.9.2008   | 1   |
| UNE-EN 12101-2:2004<br>Sistemas para el control de humos y de calor. Parte 2: Especificaciones para aireadores de extracción natural de extracción de humos y calor  | 1.4.2004   | 1.9.2006   | 1   |
| UNE-EN 12101-3:2002<br>Sistemas de control de humos y calor — Parte 3: Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos<br>UNE-EN 12101-3:2002/AC:2006  | 1.4.2004   | 1.4.2005   | 1   |
| UNE-EN 12101-6:2006<br>Sistemas para control de humos y de calor — Parte 6: Sistemas de presión diferencial — Equipos  | 1.4.2006   | 1.4.2007   | 1   |
| UNE-EN 12101-10:2006<br>Sistemas de control de humos y calor. Parte 10: Suministro de energía  | 1.10.2006  | 1.1.2009   | 1   |
| UNE-EN 12150-2:2005<br>Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto.   | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 1/3/4                                       |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>   | <b>Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor mercado CE</b> | <b>Sistema de evaluación de la conformidad (*)</b> |
|--|---|---|--|
| UNE-EN 12209:2004<br>Herrajes para edificación. Cerraduras y pestillos. Cerraduras, pestillos y cerraderos mecánicos. Requisitos y métodos de ensayo.<br>UNE-EN 12209: 2003/AC: 2006   | 1.12.2004<br><br>1.6.2006   | 1.6.2006<br><br>1.6.2006  | 1  |
| UNE-EN 12259-1:2002<br>Protección contra incendios — Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada — Parte 1: Rociadores automáticos<br>UNE-EN 12259-1/A2:2005<br>UNE-EN 12259-1:2002/A3: 2006   | 1.4.2002<br><br>1.3.2005<br>1.11.2006   | 1.9.2005<br><br>1.3.2006<br>1.11.2007                                       | 1  |
| UNE-EN 12259-2:2000<br>Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada — Parte 2: Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo<br>UNE-EN 12259-2/A1:2001<br>UNE-EN 12259-2:2000/A2: 2006<br>UNE-EN 12259-2/AC:2002 | <br><br>1.1.2002<br>1.9.2006  | <br><br>1.8.2007<br>1.8.2007  | 1  |
| UNE-EN 12259-3:2001<br>Protección contra incendios — Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada — Parte 3: Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca<br>UNE-EN 12259-3/A1:2001<br>UNE-EN 12259-3:2001/A2:2006                                    | <br><br>1.1.2002<br>1.9.2006  | <br><br>1.8.2007<br>1.8.2007  | 1  |
| UNE-EN 12259-4:2000<br>Protección contra incendios — Sistemas fijos de lucha contra incendios — Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada — Parte 4: Alarmas hidromecánicas<br>UNE-EN 12259-4/A1:2001   | <br><br>1.1.2002  | <br><br>1.4.2004  | 1  |
| UNE-EN 12259-5:2003<br>Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 5: Detectores de flujo de agua   | <br><br>1.7.2003  | <br><br>1.9.2005  | 1  |
| UNE-EN 12285-2: 2005<br>Tanques de acero fabricados en taller — Parte 2: Tanques horizontales cilíndricos, de pared simple o de pared doble, para el almacenamiento por encima del suelo de líquidos inflamables y no inflamables contaminantes del agua   | <br><br>1.1.2006  | <br><br>1.1.2008 (2)  | 1/3/4  |
| UNE-EN 12326-1:2005<br>Productos de pizarra y piedra natural para tejados y revestimientos discontinuos. Parte 1: Especificación de producto.  | <br><br>1.5.2005  | <br><br>1.5.2008  | 3/4  |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 12337-2:2005<br>Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico endurecido químicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto  | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 12352:2007 (1)<br>Equipamiento de regulación del tráfico. Dispositivos luminosos de advertencia de peligro y balizamiento.   | 1.2.2007   | 1.2.2008   | 1   |
| UNE-EN 12368:2006 (1)<br>Equipos de control de tráfico. Cabezas de semáforo.  | 1.2.2007   | 1.2.2008   | 1   |
| UNE-EN 12380:2003<br>Válvulas equilibradoras de presión para sistemas de desagüe — Requisitos, métodos de ensayo y evaluación de la conformidad   | 1.10.2003  | 1.10.2004  | 4   |
| UNE-EN 12416-1:2001<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios — Sistemas de extinción por polvo — Parte 1: Especificaciones y métodos de ensayo para los componentes<br>UNE-EN 12416-1/A1:2005                            | 1.1.2002   | 1.4.2004   | 1   |
| UNE-EN 12416-2:2001<br>Sistemas fijos de lucha contra incendios — Sistemas de extinción por polvo — Parte 2: Diseño, construcción y mantenimiento   | 1.4.2002   | 1.4.2004   | 1   |
| UNE-EN 12446:2003<br>Chimeneas. Componentes. Elementos de pared exterior de hormigón  | 1.2.2004   | 1.2.2005   | 2+  |
| UNE-EN 12467:2006<br>Placas planas de fibrocemento. Especificaciones del producto y métodos de ensayo<br>UNE-EN 12467:2006/A2:2007 (1)  | 1.1.2006   | 1.1.2007   | 3/4   |
| UNE-EN 12566-1:2000<br>Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 1: Fosas sépticas prefabricadas.<br>UNE-EN 12566-1/A1:2004                      | 1.12.2004  | 1.12.2005  | 3   |
| UNE-EN 12566-3:2006<br>Pequeñas instalaciones para el tratamiento de aguas residuales iguales o superiores a 50 PT — Parte 3: Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas ensambladas en su destino y/o embaladas | 1.5.2006   | 1.7.2008 (2)   | 3   |
| UNE-EN 12620:2003<br>Áridos para hormigón<br>UNE-EN 12620/AC:2004   | 1.7.2003   | 1.6.2004   | 2+/4<br>(3)                                 |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada  | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor mercado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|--|--|--|---|
| UNE-EN 12676-1:2001<br>Pantallas antideslumbrantes para carreteras. Parte 1:<br>Prestaciones y características<br>UNE-EN 12676-1/A1:2003   | 1.2.2004   | 1.2.2006   | 3   |
| UNE-EN 12764:2005<br>Aparatos sanitarios. Especificaciones para bañeras de hidromasaje.  | 1.10.2005  | 1.10.2007  | 4   |
| UNE-EN 12794:2006<br>Productos prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación   | 1.1.2006   | 1.1.2008   | 2+  |
| UNE-EN 12809:2002<br>Calderas domésticas independientes que utilizan combustible sólido-Potencia térmica nominal inferior o igual a 50 kW-<br>Requisitos y métodos de ensayo.<br>UNE-EN 12809/AC:2006 (2)<br>UNE-EN 12809:2002/A1:2005/AC:2006 (1) | 1.7.2005<br><br>1.1.2007 (2)<br>1.1.2007   | 1.7.2007<br><br>1.1.2007 (2)<br>1.1.2007                             | 3   |
| UNE-EN 12815:2002<br>Cocinas domésticas que utilizan combustibles sólidos-<br>Requisitos y métodos de ensayo<br>UNE-EN 12815/AC:2006 (2)<br>UNE-EN 12815:2002/A1:2005/AC:2006 (1)  | 1.7.2005<br><br>1.1.2007 (2)<br>1.1.2007   | 1.7.2007<br><br>1.1.2007 (2)<br>1.1.2007                             | 3   |
| UNE-EN 12839:2001<br>Productos prefabricados de hormigón — Elementos para vallas   | 1.3.2002   | 1.3.2003   | 4   |
| UNE-EN 12843:2005<br>Productos prefabricados de hormigón — Mástiles y postes   | 1.9.2005   | 1.9.2007   | 2+  |
| UNE-EN 12859:2001<br>Paneles de yeso — Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo<br>UNE-EN 12859/A1:2004  | 1.4.2002<br><br>1.6.2005   | 1.4.2003<br><br>1.6.2005   | 3   |
| UNE-EN 12860:2001<br>Adhesivos a base de yeso para paneles de yeso — Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo  | 1.4.2002   | 1.4.2003   | 3   |
| UNE-EN 12878:2006<br>Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal. Especificaciones y métodos de ensayo   | 1.3.2006   | 1.3.2007   | 2+  |
| UNE-EN 12951:2005<br>Accesorios para cubiertas prefabricados. Escaleras de cubierta permanentes. Especificaciones de producto y métodos de ensayo  | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 3   |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>  | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor mercado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|---|---|---|--|
| UNE-EN 12966-1:2006<br>Señales verticales para carreteras. Señales de tráfico de mensaje variable — Parte 1: Normas de producto   | 1.2.2006  | 1.2.2007  | 1  |
| UNE-EN 13024-2:2005<br>Vidrio para la edificación. Vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto.                                   | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13043:2003<br>Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas<br>UNE-EN 13043:2003/AC:2004                                    | 1.7.2003<br>1.6.2006  | 1.6.2004<br>1.6.2006  | 2+/4<br>(3)  |
| UNE-EN 13055-1:2003<br>Áridos ligeros — Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.<br>UNE-EN 13055-1/AC:2004   | 1.3.2003  | 1.6.2004  | 2+/4<br>(3)  |
| UNE-EN 13055-2:2005<br>Áridos ligeros — Parte 2: Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas                                     | 1.5.2005  | 1.5.2006  | 2+/4<br>(3)  |
| UNE-EN 13063-1: 2006<br>Chimeneas. Chimeneas modulares con conductos de humo de arcilla o cerámicos. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para resistencia al hollín                                 | 1.10.2006   | 1.10.2008 (2)   | 2+   |
| UNE-EN 13063-2:2006<br>Chimeneas. Chimeneas modulares con conductos de humo de arcilla o cerámicos — Parte 2: Requisitos y métodos de ensayo en condiciones húmedas                                     | 1.3.2006  | 1.3.2007  | 2+   |
| UNE-EN 13069:2006<br>Chimeneas. Paredes exteriores de arcilla o cerámicas para chimeneas modulares. Requisitos y métodos de ensayo  | 1.5.2006  | 1.5.2007  | 2+   |
| UNE-EN 13084-5:2006<br>Chimeneas industriales autoportantes — Parte 5: Materiales para conductos de ladrillo. Especificación del producto<br>UNE-EN 13084-5:2006/AC:2006 (1)                            | 1.4.2006<br>1.1.2007  | 1.4.2007<br>1.1.2007  | 2+   |
| UNE-EN 13084-7: 2006<br>Chimeneas autoportantes. Parte 7: Especificaciones de producto para construcciones cilíndricas de acero de uso en chimeneas de pared simple de acero y revestimientos de acero. | 1.8.2006  | 1.8.2007  | 2+   |
| UNE-EN 13101:2003<br>Pates para pozos de registro enterrados — Requisitos, marcado, ensayos y evaluación de conformidad   | 1.8.2003  | 1.8.2004  | 4  |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>   | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor mercado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|--|---|---|--|
| UNE-EN 13108-1:2007 (1)<br>Mezclas bituminosas: Especificaciones de materiales. Parte 1:<br>Hormigón de asfalto.   | 1.3.2007  | 1.3.2008  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13108-2:2007 (1)<br>Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales: Parte 2:<br>Hormigón asfáltico para capas muy finas.   | 1.3.2007  | 1.3.2008  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13108-3:2007 (1)<br>Mezclas bituminosas: Especificaciones de materiales. Parte 3:<br>Asfalto blando   | 1.3.2007  | 1.3.2008  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13108-4:2007 (1)<br>Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 4:<br>Mezclas cerradas   | 1.3.2007  | 1.3.2008  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13108-5:2007 (1)<br>Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5:<br>Asfalto mezclado con mástique y áridos   | 1.3.2007  | 1.3.2008  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13108-6:2007 (1)<br>Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 6:<br>Mástico bituminoso   | 1.3.2007  | 1.3.2008  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13108-7:2007 (1)<br>Mezclas bituminosas. Especificaciones del material. Parte 7:<br>Mezclas abiertas (PA)   | 1.3.2007  | 1.3.2008  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13139:2003<br>Áridos para morteros<br>UNE-EN 13139/AC:2004  | 1.3.2003  | 1.6.2004  | 2+/4<br>(3)  |
| UNE-EN 13160-1:2003<br>Sistemas de detección de fugas. Parte 1: Principios generales   | 1.3.2004  | 1.3.2005  | 3/4  |
| UNE-EN 13162:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de lana mineral (MW) —<br>Especificación<br>UNE-EN 13162: 2002/AC: 2006            | 1.3.2002<br><br>1.6.2006  | 13.5.2003<br><br>1.6.2006   | <br><br>1/3/4  |
| UNE-EN 13163:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS)<br>— Especificación<br>UNE-EN 13163: 2002/AC: 2006 | 1.3.2002<br><br>1.6.2006  | 13.5.2003<br><br>1.6.2006   | <br><br>1/3/4  |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>  | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor marcado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|---|---|---|--|
| UNE-EN 13164:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS) —<br>Especificación<br>UNE-EN 13164/A1:2004<br>UNE-EN 13164: 2002/AC: 2006                                   | 1.3.2002<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006   | 13.5.2003<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13165:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano<br>(PUR) — Especificación<br>UNE-EN 13165/A1:2004<br>UNE-EN 13165:2002/A2:2006<br>UNE-EN 13165:2002/AC:2006 | 1.3.2002<br><br>1.12.2004<br>1.1.2006<br>1.6.2006   | 13.5.2003<br><br>1.12.2004<br>1.1.2007 (2)<br>1.6.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13166:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de espuma fenólica (PF) —<br>Especificación<br>UNE-EN 13166/A1:2004<br>UNE-EN 13166:2002/AC:2006  | 1.3.2002<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006   | 13.5.2003<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13167:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de vidrio celular (CG) —<br>Especificación<br>UNE-EN 13167/A1:2004<br>UNE-EN 13167:2002/AC:2006   | 1.3.2002<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006   | 13.5.2003<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13168:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de lana de madera (WW) —<br>Especificación<br>UNE-EN 13168/A1:2004<br>UNE-EN 13168:2002/AC:2006   | 1.3.2002<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006   | 13.5.2003<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13169:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de perlita expandida (EPB) —<br>Especificación<br>UNE-EN 13169/A1:2004<br>UNE-EN 13169:2002/AC:2006   | 1.3.2002<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006   | 13.5.2003<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13170:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación<br>— Productos manufacturados de corcho expandido (ICB) —<br>Especificación<br>UNE-EN 13170:2002/AC:2006  | 1.3.2002<br><br>1.6.2006  | 13.5.2003<br><br>1.6.2006   | 1/3/4  |



| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 13171:2002<br>Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación — Productos manufacturados de fibra de madera (WF) — Especificación<br>UNE-EN 13171/A1:2004<br>UNE-EN 13171:2002/AC:2006  | 1.3.2002<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006  | 13.5.2003<br><br>1.12.2004<br>1.6.2006                               | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 13224:2005<br>Productos prefabricados de hormigón - Elementos nervados para forjados<br>UNE-EN 13224:2004/AC:2005  | 1.9.2005   | 1.9.2007   | 2+  |
| UNE-EN 13225:2005<br>Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales  | 1.9.2005   | 1.9.2007   | 2+  |
| UNE-EN 13229:2002<br>Aparatos insertables, incluidos los hogares abiertos, que utilizan combustibles sólidos- Requisitos y métodos de ensayo.<br>UNE-EN 13229/A1:2003<br>UNE-EN 13229:2002/A2:2005<br>UNE-EN 13229/AC:2006 (2)<br>UNE-EN 13229:2002/A2:2005/AC:2006 (1) | 1.7.2005<br><br>1.1.2007 (2)<br>1.1.2007   | 1.7.2007<br><br>1.1.2007 (2)<br>1.1.2007                             | 3   |
| UNE-EN 13240:2002<br>Estufas que utilizan combustibles sólidos- Requisitos y métodos de ensayo.<br>UNE-EN 13240:2002/A2:2005<br>UNE-EN 13240/AC:2006 (2)<br>UNE-EN 13240:2002/A2:2005/AC:2006 (1)   | 1.7.2005<br><br>1.1.2007 (2)<br>1.1.2007   | 1.7.2007<br><br>1.1.2007 (2)<br>1.1.2007                             | 3   |
| UNE-EN 13241-1:2004<br>Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones — Norma de producto — Parte 1: Productos sin características de resistencia al fuego o control de humos  | 1.5.2004   | 1.5.2005   | 3   |
| UNE-EN 13242:2003<br>Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para su uso en capas estructurales de firmes<br>UNE-EN 13242/AC:2004   | 1.10.2003<br><br>1.1.2007 (2)  | 1.6.2004<br><br>1.1.2007 (2)   | 2+/4<br>(3)                                 |
| UNE-EN 13249:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en la construcción de carreteras y otras zonas de tráfico (excluyendo las vías férreas y las capas de rodadura asfáltica)<br>UNE-EN 13249:2001/A1:2005                               | 1.10.2001<br><br>1.11.2005   | 1.10.2002<br><br>1.11.2006   | 2+/4  |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>   | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor mercado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|--|---|---|--|
| UNE-EN 13250:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en construcciones ferroviarias<br>UNE-EN 13250:2001/A1:2005   | 1.10.2001<br><br>1.6.2006   | 1.10.2002<br><br>1.6.2007   | 2+/4   |
| UNE-EN 13251:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención<br>UNE-EN 13251:2001/A1:2005                   | 1.10.2001<br><br>1.6.2006   | 1.10.2002<br><br>1.6.2007   | 2+/4   |
| UNE-EN 13252:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en sistemas de drenaje<br>UNE-EN 13252/Erratum:2002<br>UNE-EN 13252:2001/A1:2005                                    | 1.10.2001<br><br>1.6.2006   | 1.10.2002<br><br>1.6.2007   | 2+/4   |
| UNE-EN 13253:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes)<br>UNE-EN 13253:2001/A1:2005 | 1.10.2001<br><br>1.6.2006   | 1.10.2002<br><br>1.6.2007   | 2+/4   |
| UNE-EN 13254:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en la construcción de embalses y presas<br>UNE-EN 13254/AC:2003<br>UNE-EN 13254:2001/A1:2005                        | 1.10.2001<br><br>1.6.2006<br>1.6.2006   | 1.10.2002<br><br>1.6.2006<br>1.6.2007   | 2+/4   |
| UNE-EN 13255:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en la construcción de canales<br>UNE-EN 13255/AC:2003<br>UNE-EN 13255:2001/A1:2005                                  | 1.10.2001<br><br>1.6.2006<br>1.6.2006   | 1.10.2002<br><br>1.6.2006<br>1.6.2007   | 2+/4   |
| UNE-EN 13256:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en la construcción de túneles y estructuras subterráneas<br>UNE-EN 13256/AC:2003<br>UNE-EN 13256:2001/A1:2005       | 1.10.2001<br><br>1.6.2006<br>1.6.2006   | 1.10.2002<br><br>1.6.2006<br>1.6.2007   | 2+/4   |
| UNE-EN 13257:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en los vertederos de residuos sólidos<br>UNE-EN 13257/AC:2003<br>UNE-EN 13257:2001/A1:2005                          | 1.10.2001<br><br>1.6.2006<br>1.6.2006   | 1.10.2002<br><br>1.6.2006<br>1.6.2007   | 2+/4   |

| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada  | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor mercado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|--|--|--|---|
| UNE-EN 13263-1:2006<br>Humo de sílice para hormigón. Definiciones, requisitos y control de la conformidad  | 1.4.2006   | 1.4.2007   | 1+  |
| UNE-EN 13265:2001<br>Geotextiles y productos relacionados — Requisitos para su uso en proyectos de contenedores para residuos líquidos   | 1.10.2001  | 1.10.2002  | 2+/4  |
| UNE-EN 13265/AC:2003   | 1.6.2006   | 1.6.2006   |   |
| UNE-EN 13265:2001/A1:2005  | 1.6.2006   | 1.6.2007   |   |
| UNE-EN 13279-1:2006<br>Yeso y productos a base de yeso para la construcción — Parte 1: Definiciones y requisitos   | 1.4.2006   | 1.4.2007   | 3/4   |
| UNE-EN 13310:2003<br>Fregaderos de cocina. Requisitos funcionales y métodos de ensayo.   | 1.2.2004   | 1.2.2006 (2)   | 4   |
| UNE-EN 13341: 2005<br>Depósitos estáticos de materiales termoplásticos para el almacenamiento aéreo de carburantes, queroseno y combustibles diesel para calefacción doméstica. Depósitos de polietileno moldeados por soplado y por moldeo rotacional y de poliamida 6 fabricados por polimerización aniónica. Requisitos y métodos de ensayo | 1.1.2006   | 1.1.2009 (2)   | 3   |
| UNE-EN 13361:2005<br>Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de embalses y presas  | 1.9.2005   | 1.9.2006   | 2+  |
| UNE-EN 13361:2005/A1:2007 (1)  | 1.6.2007   | 1.6.2008   |   |
| UNE-EN 13362: 2006<br>Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de canales   | 1.2.2006   | 1.2.2007   | 2+  |
| UNE-EN 13383-1:2003<br>Escolleras — Parte 1: Especificaciones  | 1.3.2003   | 1.6.2004   | 2+/4<br>(3)                                 |
| UNE-EN 13383-1/AC:2004   |  |  |   |
| UNE-EN 13450:2003<br>Áridos para balasto   | 1.10.2003  | 1.6.2004   | 2+/4<br>(3)                                 |
| UNE-EN 13450/AC:2004   | 1.1.2007   | 1.1.2007   |   |
| UNE-EN 13454-1:2005<br>Ligantes, ligantes compuestos y mezclas prefabricadas a base de sulfato cálcico para soleras. Parte 1: Definiciones y requisitos.   | 1.7.2005   | 1.7.2006   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 13479:2005<br>Consumibles para el soldeo. Norma general de producto para metales de aportación y fundentes para el soldeo por fusión de materiales metálicos..  | 1.10.2005  | 1.10.2006  | 2+  |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>  | <b>Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor mercado CE</b> | <b>Sistema de evaluación de la conformidad (*)</b> |
|---|---|---|--|
| UNE-EN 13491:2005<br>Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización como membranas de impermeabilización frente a fluidos en la construcción de túneles y estructuras subterráneas.<br>UNE-EN 13491:2005/A1:2007 (1)              | 1.9.2005<br><br>1.6.2007  | 1.9.2006<br><br>1.6.2008  | 2+   |
| UNE-EN 13492:2006<br>Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de vertederos para residuos líquidos, estaciones de transferencia o recintos de confinamiento secundario.<br>UNE-EN 13492:2006/A1:2007 (1) | 1.9.2005<br><br>1.6.2007  | 1.9.2006<br><br>1.6.2008  | 2+   |
| UNE-EN 13493: 2006<br>Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de obras de almacenamiento y vertederos de residuos sólidos   | 1.3.2006  | 1.3.2007  | 2+   |
| UNE-EN 13502:2003<br>Chimeneas — Terminales de los conductos de humos arcillosos/cerámicos — Requisitos y métodos de ensayo   | 1.8.2003  | 1.8.2004  | 4  |
| UNE-EN 13561:2004<br>Toldos. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad   | 1.3.2005  | 1.3.2006  | 4  |
| UNE-EN 13564-1:2003<br>Dispositivos antiinundación para edificios — Parte 1: Requisitos   | 1.5.2003  | 1.5.2004  | 4  |
| UNE-EN 13565-1:2005<br>Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas de espuma. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para componentes.   | 1.12.2004   | 1.3.2008 (2)  | 1  |
| UNE-EN 13616:2005<br>Dispositivos de prevención del rebosamiento para tanques estáticos para combustibles petrolíferos líquidos<br>UNE-EN 13616:2005/AC: 2006   | 1.5.2005<br><br>1.6.2006  | 1.5.2006<br><br>1.6.2006  | 3/4  |
| UNE-EN 13658-1:2006<br>Enlistonado y cantoneras metálicas. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo — Parte 1: Enlucido interior  | 1.3.2006  | 1.3.2007  | 3/4  |
| UNE-EN 13658-2:2006<br>Enlistonado y esquineras metálicas. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo — Parte 2: Enlucido exterior  | 1.3.2006  | 1.3.2007  | 3/4  |
| UNE-EN 13659:2004<br>Persianas. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad  | 1.4.2005  | 1.4.2006  | 4  |
| UNE-EN 13693:2005<br>Productos prefabricados de hormigón — Elementos especiales para cubiertas.   | 1.6.2005  | 1.6.2007  | 2+   |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>  | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor mercado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|---|---|---|--|
| UNE-EN 13707:2005<br>Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características. | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13747: 2006<br>Productos prefabricados de hormigón. Losas planas para solado   | 1.5.2006  | 1.5.2008  | 2+   |
| UNE-EN 13748-1:2005<br>Baldosas de terrazo. Parte 1: Baldosas de terrazo para uso interior<br>UNE-EN 13748-1:2005/A1:2005<br>UNE-EN 13748-1:2005/AC:2005 (1)              | 1.6.2005<br>1.4.2006<br>1.6.2005  | 1.6.2006<br>1.10.2006<br>1.6.2005   | 4  |
| UNE-EN 13748-2:2005<br>Baldosas de terrazo. Parte 2: Baldosas de terrazo para uso exterior  | 1.4.2005  | 1.4.2006  | 4  |
| UNE-EN 13813:2003<br>Pastas autonivelantes y pastas autonivelantes para suelos — Pastas autonivelantes. Características y especificaciones                                | 1.8.2003  | 1.8.2004  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13815:2007 (1)<br>Materiales en yeso fibroso. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.  | 1.6.2007  | 1.6.2008  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13830:2004<br>Fachadas ligeras. Norma de producto.   | 1.12.2004   | 1.12.2005   | 1/3  |
| UNE-EN 13859-1:2006<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las capas base — Parte 1: Capa base para tejados discontinuos         | 1.1.2006  | 1.1.2007  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13859-2:2005<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las capas base. Parte 2: Capas base para muros                        | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13877-3:2005<br>Pavimentos de hormigón. Parte 3: Especificaciones para anclajes metálicos utilizados en pavimentos de hormigón.                                    | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 4  |
| UNE-EN 13950:2006<br>Paneles compuestos de cartón yeso aislantes térmico/acústicos. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo  | 1.9.2006  | 1.9.2007  | 3/4  |
| UNE-EN 13956:2006<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas de plástico y elastómeros para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características    | 1.7.2006  | 1.7.2007  | 1/2+/3/4   |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>   | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor mercado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|--|---|---|--|
| UNE-EN 13963:2006<br>Material de juntas para placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo   | 1.3.2006  | 1.3.2007  | 3/4  |
| UNE-EN 13964:2005<br>Techos suspendidos — Requisitos y métodos de ensayo.  | 1.1.2005  | 1.7.2007  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13967:2005<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Membranas aislantes de plástico y caucho incluyendo las membranas de plástico y caucho para el basamento de tanques. Definiciones y características.             | 1.10.2005   | 1.10.2006   | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13969:2005<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Membranas bituminosas aislantes incluyendo las membranas bituminosas para el basamento de tanques. Definiciones y características                                | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 13970:2005<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Capas base bituminosas para el control del vapor de agua. Definiciones y características.  | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13978-1:2006<br>Productos prefabricados de hormigón. Garajes prefabricados de hormigón — Parte 1: Requisitos para garajes reforzados de una pieza o formados por elementos individuales con dimensiones de una habitación | 1.3.2006  | 1.3.2008  | 2+   |
| UNE-EN 13984:2005<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Capas base de plástico y de caucho para el control del vapor de agua. Definiciones y características.  | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 13986:2006 (4)<br>Tableros derivados de la madera para su utilización en la construcción — Características, evaluación de la conformidad y marcado  | 1.6.2005  | 1.6.2006  | 1/2+/3/4   |
| UNE-EN 14016-1:2005<br>Ligantes de soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y cloruro de magnesio. Parte 1: Definiciones y requisitos  | 1.12.2004   | 1.12.2005   | 3/4  |
| UNE-EN 14037-1:2003<br>Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a una temperatura inferior a 120 °C. Parte 1: Requisitos y especificaciones técnicas  | 1.2.2004  | 1.2.2005  | 3  |
| UNE-EN 14041:2005<br>Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados. Características esenciales   | 1.1.2006  | 1.1.2007  | 1/3/4  |
| UNE-EN 14041:2005/AC:2007 (1)  | 1.1.2007  | 1.1.2007  |  |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>   | <b>Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE</b> | <b>Sistema de evaluación de la conformidad (*)</b> |
|--|---|---|--|
| UNE-EN 14063-1:2005<br>Productos y materiales aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos in-situ de agregado ligero de arcilla expandida aligerada (LWA). Parte 1: Especificación de los productos a granel antes de su instalación | 1.6.2005  | 1.6.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 14080:2006<br>Estructuras de madera. Madera laminada encolada. Requisitos   | 1.4.2006  | 1.4.2009 (2)  | 1  |
| UNE-EN 14081-1:2006<br>Estructuras de madera. Clasificación de la madera estructural con sección transversal rectangular. Parte 1: Especificaciones generales.   | 1.9.2006  | 1.9.2007  | 2+   |
| UNE-EN 14178-2:2005<br>Vidrio para la edificación. Productos de vidrio de silicato básico alcalinotérrico. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto.  | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 1/3/4  |
| UNE-EN 14179-2:2006<br>Vidrio para la edificación. Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente — Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto  | 1.3.2006  | 1.3.2007  | 1/3/4  |
| UNE-EN 14188-1:2005<br>Productos para sellado de juntas. Parte 1: Especificaciones para productos de sellado aplicados en caliente.  | 1.7.2005  | 1.1.2007  | 4  |
| UNE-EN 14188-2:2005<br>Productos para sellado de juntas — Parte 2: Especificaciones para productos de sellado aplicados en frío.   | 1.10.2005   | 1.1.2007  | 4  |
| UNE-EN 14188-3:2006<br>Juntas de sellado. Parte 3: Especificaciones para juntas preformadas  | 1.11.2006   | 1.11.2007   | 4  |
| UNE-EN 14190:2006<br>Productos de placas de yeso laminado de procesamiento secundario. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo  | 1.4.2006  | 1.4.2007  | 3/4  |
| UNE-EN 14195:2005<br>Perfilería metálica para particiones, muros y techos en placas de yeso laminado. Definiciones requisitos y métodos de ensayo  | 1.1.2006  | 1.1.2007  | 3/4  |
| UNE-EN 14195:2005/AC:2006 (1)  | 1.1.2007  | 1.1.2007  |  |
| UNE-EN 14209:2006<br>Molduras de yeso prefabricadas. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo.   | 1.9.2006  | 1.9.2007  | 3/4  |
| UNE-EN 14216:2005<br>Cemento — Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación  | 1.2.2005  | 1.2.2006  | 1+   |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>   | <b>Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor marcado CE</b> | <b>Sistema de evaluación de la conformidad (*)</b> |
|--|---|---|--|
| UNE-EN 14246:2007 (1)<br>Placas de escayola para techos suspendidos. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo  | 1.4.2007  | 1.4.2008  | 3/4  |
| UNE-EN 14250:2005<br>Estructuras de Madera — Requisitos de producto para elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada  | 1.9.2005  | 1.6.2008 (2)  | 2+   |
| UNE-EN 14296:2006<br>Cubetas de lavado comunes para usos domésticos  | 1.3.2006  | 1.3.2008  | 4  |
| UNE-EN 14316-1:2005<br>Productos aislantes térmicos para edificios. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por perlita expandida (PE). Parte 1: Especificación para productos de adhesivos y sellantes antes de instalación.          | 1.6.2005  | 1.6.2006  | 3/4  |
| UNE-EN 14317-1:2005<br>Productos aislantes térmicos para edificios. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por vermiculita exfoliada (EV). Parte 1: Especificación para productos de adhesivos y sellantes antes de instalación.      | 1.6.2005  | 1.6.2006  | 3/4  |
| UNE-EN 14321-2:2006<br>Vidrio para la edificación. Vidrio de seguridad de silicato alcalinotérrico endurecido en caliente — Parte 2: Evaluación de la conformidad  | 1.6.2006  | 1.6.2007  | 1/3/4  |
| UNE-EN 14339:2006<br>Hidrantes bajo nivel de tierra, arquetas y tapas  | 1.5.2006  | 1.5.2007  | 1  |
| UNE-EN 14342:2006<br>Suelos de madera. Características, evaluación de conformidad y marcado  | 1.3.2006  | 1.3.2008 (2)  | 3/4  |
| UNE-EN 14351-1:2006 (1)<br>Ventanas y puertas peatonales exteriores. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/o control de fugas de humo. | 1.2.2007  | 1.2.2009  | 1/3/4  |
| UNE-EN 14374:2005<br>Estructuras de madera — Madera microlaminada (LVL) — Requisitos   | 1.9.2005  | 1.9.2006  | 1  |
| UNE-EN 14384:2006<br>Hidrantes   | 1.5.2006  | 1.5.2007  | 1  |
| UNE-EN 14388:2006<br>Dispositivos de reducción del ruido de tráfico. Especificaciones  | 1.5.2006  | 1.5.2007  | 3  |



| Referencia norma UNE<br>y<br>Título de la norma transposición de norma armonizada   | Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor mercado CE | Sistema de evaluación de la conformidad (*) |
|---|--|--|---|
| UNE-EN 14396:2004<br>Escaleras fijas para pozos de registro   | 1.12.2004  | 1.12.2005  | 4   |
| UNE-EN 14399-1:2006<br>Pernos estructurales de alta resistencia para precarga — Parte 1: Requisitos generales   | 1.1.2006   | 1.10.2007  | 2+  |
| UNE-EN 14411:2004<br>Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado. (ISO 13006:1998 modificada)  | 1.12.2004  | 1.12.2005  | 3/4   |
| UNE-EN 14428:2005<br>Mamparas de ducha — Requisitos funcionales y métodos de ensayo   | 1.9.2005   | 1.9.2007   | 4   |
| UNE-EN 14449:2006<br>Vidrio para la edificación. Vidrio laminado y vidrio laminado de seguridad. Evaluación de la conformidad   | 1.3.2006   | 1.3.2007   | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 14449:2006/AC:2006   | 1.6.2006   | 1.6.2006   |   |
| UNE-EN 14471:2006<br>Chimeneas. Requisitos y métodos de ensayo para sistemas de chimeneas con conductos de humo de material plástico  | 1.6.2006   | 1.6.2007   | 1/2+/3/4                                    |
| UNE-EN 14496:2006<br>Adhesivos a base de yeso para aislamiento térmico/acústico de paneles de composite y placas de yeso. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo.                   | 1.9.2006   | 1.9.2007   | 3/4   |
| UNE-EN 14528: 2006<br>Bidets. Requisitos funcionales y métodos de ensayo.   | 1.10.2006  | 1.10.2008  | 4   |
| UNE-EN 14604:2006<br>Alarmas de humo autónomas  | 1.5.2006   | 1.8.2008   | 1   |
| UNE-EN 14647:2006<br>Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.  | 1.8.2006   | 1.8.2007   | 1+  |
| UNE-EN 14716:2005<br>Techos tensados. Especificaciones y métodos de ensayo.   | 1.10.2005  | 1.10.2006  | 1/3/4                                       |
| UNE-EN 14782:2006<br>Láminas de metal autoportantes para cubiertas y revestimiento de paredes.  | 1.11.2006  | 1.11.2007  | 3/4   |
| UNE-EN 14783:2007 (1)<br>Láminas y flejes de metal totalmente soportados para cubiertas de tejados y acabados de paredes interiores y exteriores. Especificación de producto y requisitos | 1.7.2007   | 1.7.2008   | 3/4   |

| <b>Referencia norma UNE<br/>y<br/>Título de la norma transposición de norma armonizada</b>  | <b>Fecha de<br/>aplicabilidad de la<br/>norma armonizada<br/>e inicio del período<br/>de coexistencia</b> | <b>Fecha final del<br/>período de<br/>coexistencia/<br/>entrada en<br/>vigor mercado<br/>CE</b> | <b>Sistema de<br/>evaluación de<br/>la<br/>conformidad<br/>(*)</b> |
|---|---|---|--|
| UNE-EN 14844:2007 (1)<br>Productos prefabricados de hormigón. Marcos  | 1.5.2007  | 1.5.2008  | 2+/4   |
| UNE-EN 14889-1:2007 (1)<br>Fibras para hormigón. Parte 1: Fibras de acero. Definiciones, especificaciones y conformidad                             | 1.6.2007  | 1.6.2008  | 1/3  |
| UNE-EN 14889-2:2007 (1)<br>Fibras para hormigón. Fibras poliméricas. Definiciones, especificaciones y conformidad                                   | 1.6.2007  | 1.6.2008  | 1/3  |
| UNE-EN 14904:2007 (1)<br>Superficies para áreas deportivas. Especificaciones para suelos multi-deportivos de interior                               | 1.2.2007  | 1.2.2008  | 1/3  |
| UNE-EN 14909:2007 (1)<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Barreras anticapilaridad plásticas y de caucho. Definiciones y características  | 1.2.2007  | 1.2.2008  | 1/3/4  |
| UNE-EN 14915:2007 (1)<br>Frisos y entablados de madera. Características, evaluación de la conformidad y marcado                                     | 1.6.2007  | 1.6.2008  | 1/3/4  |
| UNE-EN 14967:2007 (1)<br>Láminas flexibles para impermeabilización. Barreras anticapilaridad bituminosas. Definiciones y características.           | 1.3.2007  | 1.3.2008  | 1/3/4  |
| UNE-EN 15088:2005<br>Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos estructurales para construcción. Condiciones técnicas de inspección y suministro. | 1.10.2006   | 1.10.2007   | 2+   |

- (1) Referencias y títulos de normas no aparecidas en anteriores Órdenes Ministeriales o Resoluciones y que establecen la entrada en vigor del mercado CE para nuevos productos.
- (2) Modificaciones sobre datos ya aparecidos en anteriores Órdenes Ministeriales o Resoluciones
- (3) El sistema de evaluación de la conformidad aplicable en general a estos productos a efectos reglamentarios será el 2+; no obstante, las disposiciones reglamentarias específicas de cada producto podrán establecer para determinados productos y usos el sistema de evaluación de la conformidad 4.
- (4) Esta norma anulará y sustituirá, a los efectos del mercado CE, con las fechas de entrada en vigor que se indican, a la anterior norma armonizada cuya referencia ya ha sido publicada.
- (5) En la documentación comercial adjunta (catálogo u otra publicación correspondiente al aparato de calefacción) el fabricante, además del mercado CE, incluirá una copia de la declaración CE de conformidad (apartado ZA.2.2 del Anexo ZA de la norma UNE-EN 442-1:1996).
- (6) Complemento nacional de la norma UNE-EN 1916:2003

(\*) Sistemas de evaluación de la conformidad:

Sistema 1: Certificación de producto por un organismo de certificación notificado (incluye: ensayo inicial de tipo, auditoría inicial y auditorías complementarias del control de producción en fábrica y certificación del producto).

Sistema 1+: Es el sistema 1 incluyendo ensayos por sondeo de muestras tomadas en la fábrica o en el mercado o en la obra.

Sistema 2+: Certificación del control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado (incluye auditoría inicial y auditorías periódicas del control de producción en fábrica).

Sistema 2: Certificación inicial del control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado (incluye auditoría inicial del control de producción en fábrica).

Sistema 3: Ensayo inicial de tipo por un laboratorio notificado.

Sistema 4: Declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

En los sistemas 2, 2+ y 4 el fabricante deberá realizar bajo su responsabilidad los ensayos iniciales de tipo.

En los sistemas 3 y 4 el fabricante deberá tener implantado también un sistema de control de producción en fábrica.

**PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN AFECTADOS POR LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE  
CONSTRUCCIÓN  
VÍA GUÍA DITE  
(marzo 2007)**

| <b>GUÍA DITE</b>        | <b>PRODUCTO</b>   | <b>USO PREVISTO</b>  | <b>SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD</b><br>(Decisión Comisión)<br>(*) | <b>Fecha de inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor del marcado CE</b> |
|-------------------------|---|--|--|--|---|
| Nº 001, partes 1, 2 y 3 | Anclajes metálicos para hormigón  | Para fijar o soportar elementos estructurales o unidades pesadas de hormigón, como revestimientos y techos suspendidos                                     | 1<br>(96/582/CE)   | 29.07.1998   | 31.07.2002  |
| Nº 001, parte 4         | Anclajes metálicos para hormigón  | Para fijar o soportar elementos estructurales o unidades pesadas de hormigón, como revestimientos y techos suspendidos                                     | 1<br>(96/582/CE)   | 9.12.1998  | 31.07.2002  |
| Nº 001, parte 5         | Anclajes metálicos para hormigón - Anclajes químicos  | Para fijar o soportar elementos estructurales o unidades pesadas de hormigón, como revestimientos y techos suspendidos                                     | 1<br>(96/582/CE)   | 28.02.2002   | 28.02.2005  |
| Nº 001, parte 6         | Anclajes metálicos para hormigón – Anclajes para fijación múltiple en aplicaciones no estructurales | Sistemas constructivos fijados y/o soportados con múltiples anclajes y estructuras de hormigón, elementos tales como falsos techos ligeros e instalaciones | 2+<br>(97/161/CE)  | 1.8.2004   | 1.8.2006  |
| Nº 002, parte 1         | Sistemas de acristalamiento sellante estructural  | Muros exteriores y tejados   | Tipos II y IV:<br>1<br>(96/582/CE)   | 24.06.1999   | 30.06.2003  |
|                         |   |  | Tipos I y III:<br>2+<br>(96/582/CE)  |  |   |
| Nº 002, parte 2         | Sistemas de acristalamiento sellante estructural  | Muros exteriores y tejados   | Tipos II y IV:<br>1<br>(96/582/CE)   | 16.10.2002   | 16.10.2004  |
|                         |   |  | Tipos I y III:<br>2+<br>(96/582/CE)  |  |   |

| <b>GUÍA DITE</b> | <b>PRODUCTO</b>   | <b>USO PREVISTO</b>  | <b>SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD</b><br>(Decisión Comisión)<br>(*) | <b>Fecha de inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor del mercado CE</b> |
|------------------|---|--|--|--|---|
| Nº 002, parte 3  | Sistemas de acristalamiento sellante estructural<br>Sistemas que incorporan perfiles con rotura de puente térmico         | Muros exteriores y tejados   | Tipos II y IV:<br>1<br>(96/582/CE)   | 28.02.2003   | 28.02.5005  |
|                  |   |  | Tipos I y III:<br>2+<br>(96/582/CE)  |  |   |
| Nº 003           | Kits de tabiquería interior   | Para usos sujetos a los requisitos de reacción al fuego  | 1/3/4<br>(98/213/CE)   | 01.03.2002   | 31.03.2004  |
|                  |   | Para compartimentación contra incendios  | 3<br>(98/213/CE)   |  |   |
|                  |   | Usos sujetos a la reglamentación sobre sustancias peligrosas   | 3<br>(98/213/CE)   |  |   |
|                  |   | Para usos que puedan presentar riesgos de seguridad de uso y que estén sujetos a la reglamentación correspondiente | 3<br>(98/213/CE)   |  |   |
|                  |   | Para usos distintos de los anteriores  | 4<br>(98/213/CE)   |  |   |
| Nº 004           | Sistemas y kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco  | Muros exteriores sujetos a la normativa contra incendios   | 1/2+<br>(97/556/CE)  | 18.05.2001   | 18.05.2003  |
|                  |   | Muros exteriores no sujetos a la normativa contra incendios  | 2+<br>(97/556/CE)  |  |   |
| Nº 005           | Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida  | Todas las aplicaciones de impermeabilización   | 3<br>(98/599/CE)   | 18.05.2001   | 31.05.2003  |
|                  |   | Para usos sujetos a la reglamentación de reacción al fuego exterior  | 3/4<br>(98/599/CE)   |  |   |
|                  |   | Para usos sujetos a la reglamentación de reacción al fuego   | 1/3/4<br>(98/599/CE)   |  |   |
| Nº 006           | Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente                                 | Impermeabilización de cubiertas  | 2+<br>(98/143/CE)  | 18.05.2001   | 18.05.2003  |
| Nº 007           | Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de madera   | En obras de construcción   | 1<br>(1999/455/CE)   | 24.05.2001   | 24.05.2004  |
| Nº 008           | Escaleras prefabricadas (Kits)  | Para viviendas y otros edificios   | 2+<br>(1999/89/CE)   | 16.10.2002   | 16.10.2004  |
|                  |   | Para usos sujetos a la reglamentación de reacción al fuego   | 1/3/4<br>(1999/89/CE)  |  |   |
| Nº 009           | Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes o a veces de hormigón | Para la construcción de muros exteriores e interiores sujetos a la reglamentación contra incendios en edificios    | 1/2+<br>(98/279/CE)  | 28.02.2003   | 28.02.2005  |
|                  |   | Para la construcción de muros exteriores e interiores no sujetos a la reglamentación contra incendios en edificios | 2+<br>(98/279/CE)  |  |   |
| Nº 010           | Sistemas de cubierta traslúcida autoportante (excepto los de cristal)   | Cubiertas y acabados de cubiertas  | 1/3/4<br>(98/600/CE)   | 1.8.2004   | 1.8.2006  |

| <b>GUÍA DITE</b> | <b>PRODUCTO</b>  | <b>USO PREVISTO</b>  | <b>SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD</b><br>(Decisión Comisión)<br>(*) | <b>Fecha de inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor del mercado CE</b> |
|------------------|--|--|--|--|---|
| Nº 011           | Vigas y pilares compuestos a base de madera  | En edificios   | 1<br>(1999/92/CE)  | 16.10.2002   | 16.10.2004  |
| Nº 012           | Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de troncos   | En obras de construcción   | 1<br>(1999/455/CE)   | 28.02.2003   | 28.02.2005  |
| Nº 013           | Kits de postensado para el pretensado de estructuras   | Para el pretensado de estructuras  | 1+<br>(98/456/CE)  | 28.02.2003   | 28.02.2005  |
| Nº 014           | Anclajes de plástico para fijación de sistemas y Kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco   | Fijación de sistemas y Kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco | 2+<br>(97/463/CE)  | 16.10.2002   | 16.10.2004  |
| Nº 015           | Conectores y placas dentadas, placas clavadas y resistentes a esfuerzos cortantes (Three-dimensional nailing plants)   | Productos de madera uso estructural en construcción                                    | 2+<br>(97/638/CE)  | 1.8.2004   | 1.8.2007  |
| Nº 016-1         | Paneles compuestos ligeros autoportantes – Primera parte: Aspectos generales   | Muros, tabiques, suelos y cubiertas de edificios (sin capacidad portante)              | 1/3/4<br>(2000/447/CE)   | 9.11.2004  | 9.11.2006   |
| Nº 016-2         | Paneles compuestos ligeros autoportantes – Segunda parte: Aspectos específicos para cubiertas  | Cubiertas y tejados de edificios (máximo 70° de pendiente)                             | 1/3/4<br>(2000/447/CE)   | 17.11.2004   | 17.11.2006  |
| Nº 016-3         | Paneles compuestos ligeros autoportantes - Tercera parte: Aspectos específicos relativos a paneles para uso como cerramiento vertical exterior y como revestimiento exterior | Cerramiento vertical o revestimiento exterior de muros                                 | 1/3/4<br>(2000/447/CE)   | 1.12.2005  | 1.12.2007   |
| Nº 016-4         | Paneles compuestos ligeros autoportantes - Cuarta parte: Aspectos específicos relativos a paneles para uso en tabiquería y techos  | Techos y particiones interiores  | 1/3/4<br>(2000/447/CE)   | 1.12.2005  | 1.12.2007   |
| Nº 017<br>(1)    | Kits de elementos prefabricados para aislamiento térmico exterior en muros (vetures)   | En edificios   | 1/3/4<br>(2001/308/CE)   | 15.9.2006  | 15.9.2008   |
| Nº 018-1         | Productos de protección contra el fuego - Parte 1: General   | Para la compartimentación y/o la protección, o la estabilidad frente al fuego          | 1/3/4<br>(99/454/CE)   | 21.9.2004  | 21.6.2007   |

| <b>GUÍA DITE</b> | <b>PRODUCTO</b>  | <b>USO PREVISTO</b>  | <b>SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD</b><br>(Decisión Comisión)<br>(*) | <b>Fecha de inicio del período de coexistencia</b> | <b>Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor del mercado CE</b> |
|------------------|--|--|--|--|---|
| Nº 018-2<br>(1)  | Productos de protección contra el fuego. Parte 2: Pinturas reactivas para la protección al fuego de elementos de acero   | Para la compartimentación y/o la protección, o la estabilidad frente al fuego    | 1/3/4<br>(99/454/CE)   | 18.4.2007  | 18.4.2009   |
| Nº 018-3<br>(1)  | Productos de protección contra el fuego. Parte 3: Productos y kits de sistemas de revoco para aplicaciones de protección contra el fuego   | Para la compartimentación y/o la protección, o la estabilidad frente al fuego    | 1/3/4<br>(99/454/CE)   | 24.11.2006   | 24.11.2008  |
| Nº 018-4         | Productos de protección contra el fuego. Parte 4: Productos y kits para protección contra el fuego a base de paneles rígidos y semirrígidos, y mantas  | Para la compartimentación y/o la protección, o la estabilidad frente al fuego    | 1/3/4<br>(99/454/CE)   | 21.9.2004  | 21.6.2007   |
| Nº 019           | Paneles a base de madera prefabricados portantes de caras tensionadas  | Tejados, muros, tabiques y techos con función portante                           | 1<br>(2000/447/CE)   | 2.11.2005  | 2.11.2007   |
| Nº 020<br>(1)    | Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales. Parte 1: Aspectos generales. Parte 2: anclajes de plástico para hormigón de densidad normal. Parte 3: anclajes de plástico para fábrica de albañilería maciza. Parte 4: anclajes de plástico para fábrica de albañilería perforada o hueca. Parte 5: anclajes de plástico para hormigón celular curado en autoclave. Anexo A: detalles de ensayo. Anexo B: recomendaciones para los ensayos a ejecutar en las obras. Anexo C: métodos de diseño de las fijaciones | Estructuras de fachada de fijación o de soporte de elementos para su estabilidad | 2+<br>(97/463/Ce)  | 18.4.2007  | 18.4.2009   |

| GUÍA DITE     | PRODUCTO  | USO PREVISTO          | SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (Decisión Comisión)<br>(*) | Fecha de inicio del período de coexistencia | Fecha final del período de coexistencia/ entrada en vigor del mercado CE |
|---------------|---|-----------------------|--|---|--|
| Nº 021<br>(1) | Kits de construcción de almacenes frigoríficos. Parte 1: kits de cámaras frigoríficas. Parte 2: kits de edificios frigoríficos y de la envolvente de edificios frigoríficos | Obras de construcción | 1<br>(2003/728/CE)   | 21.8.2006                                   | 21.8.2008  |
| Nº 023<br>(1) | Unidades prefabricadas de edificios   | Obras de construcción | 1<br>(2003/728/CE)   | 4.5.2007                                    | 4.5.2009   |
| Nº 024<br>(1) | Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de hormigón   | Obras de construcción | 1<br>(2003/728/CE)   | 25.4.2007                                   | 25.4.2009  |
| Nº 025<br>(1) | Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura metálica  | Obras de construcción | 1<br>(2003/728/CE)   | 25.4.2007                                   | 25.4.2009  |

(1) Referencias de nuevas Guías DITE no aparecidas en anteriores órdenes o resoluciones.

(\*) Sistemas de evaluación de la conformidad:

Sistema 1: Certificación de producto por un organismo de certificación notificado (incluye: ensayo inicial de tipo, auditoría inicial y auditorías complementarias del control de producción en fábrica y certificación del producto).

Sistema 1+: Es el sistema 1 incluyendo ensayos por sondeo de muestras tomadas en la fábrica o en el mercado o en la obra.

Sistema 2+: Certificación del control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado (incluye auditoría inicial y auditorías periódicas del control de producción en fábrica).

Sistema 2: Certificación inicial del control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado (incluye auditoría inicial del control de producción en fábrica).

Sistema 3: Ensayo inicial de tipo por un laboratorio notificado.

Sistema 4: Declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

En los sistemas 2, 2+ y 4 el fabricante deberá realizar bajo su responsabilidad los ensayos iniciales de tipo.

En los sistemas 3 y 4 el fabricante deberá tener implantado también un sistema de control de producción en fábrica.

**ANEXO 2**  
**SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD**  
**DIRECTIVA 89/106/CEE - PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN**

| Sistema | Tareas del Fabricante  | Tareas del Organismo notificado | Documentos del mercado CE                 |
|---------|--|---------------------------------|---|
| 4       | Ensayo inicial de tipo de producto<br>Control de producción en fábrica |                                 | Declaración de conformidad del fabricante |

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD**  
**DIRECTIVA 89/106/CEE - PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN**

| <b>Sistema</b> | <b>Tareas del Fabricante</b>   | <b>Tareas del Organismo notificado</b>  | <b>Documentos del marcado CE</b>   |
|----------------|--|---|--|
| 3              | Control de producción en fábrica   | Ensayo inicial de tipo de producto  | Declaración de conformidad del fabricante  |
| 2              | Ensayo inicial de tipo de producto<br>Control de producción en fábrica   | Certificación de control de producción en fábrica en base a una inspección inicial  | Declaración de conformidad del fabricante acompañada del<br><br>Certificado del control de producción en fábrica |
| 2+             | Ensayo inicial de tipo de producto<br>Control de producción en fábrica<br>Ensayo de muestras tomadas en la fábrica de acuerdo con un plan determinado de ensayos | Certificación de control de producción en fábrica en base a:<br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección inicial</li> <li>• Vigilancia, evaluación y autorización permanente del control de producción en fábrica (inspecciones periódicas)</li> </ul>   | Declaración de conformidad del fabricante acompañada del<br><br>Certificado del control de producción en fábrica |
| 1              | Control de producción en fábrica<br>Ensayos complementarios de muestras tomadas en la fábrica por el fabricante de acuerdo con un plan de ensayo determinado     | Certificación de conformidad del producto en base a las tareas del organismo notificado y a las tareas asignadas al fabricante.<br>Tareas del organismo notificado:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo inicial de tipo de producto</li> <li>• Inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica</li> <li>• Vigilancia, evaluación y autorización permanente del control de producción en fábrica (inspecciones periódicas)</li> </ul> | Declaración de conformidad del fabricante acompañada del<br><br>Certificado de conformidad del producto          |



**SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD  
DIRECTIVA 89/106/CEE - PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN**

| Sistema | Tareas del Fabricante  | Tareas del Organismo notificado  | Documentos del mercado CE  |
|---------|--|--|--|
| 1+      | Control de producción en fábrica<br>Ensayos complementarios de muestras tomadas en la fábrica por el fabricante de acuerdo con un plan de ensayo determinado | Certificación de conformidad del producto en base a las tareas del organismo notificado y a las tareas asignadas al fabricante.<br>Tareas del organismo notificado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo inicial de tipo de producto</li> <li>• Inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica</li> <li>• Vigilancia, evaluación y autorización permanente del control de producción en fábrica (inspecciones periódicas)</li> <li>• Ensayo por sondeo de muestras tomadas en la fábrica, en el mercado o en obra</li> </ul> | Declaración de conformidad del fabricante acompañada del Certificado de conformidad del producto |

**ANEXO 3**

**MARCADO (ETIQUETADO) CE**

En realidad, el marcado CE es un conjunto de información que incluye el logotipo CE y una serie de datos del fabricante, el producto y, en su caso, el organismo notificado, incluidos dentro de un recuadro que al final tiene el aspecto de una etiqueta.

Es obligación y responsabilidad del fabricante que el marcado CE llegue y esté a disposición del usuario o cliente que recibe el producto.

El marcado CE puede ir, a elección del fabricante, en al menos uno de estos lugares:

- sobre el producto, o
- en una etiqueta adherida al producto, o

- en el embalaje del producto, o
- en una etiqueta adherida al embalaje del producto, o
- en la documentación de acompañamiento del producto (por ejemplo, en el albarán o factura). Se suele aconsejar que para mejor trazabilidad y seguimiento se incluya el marcado CE completo en esta documentación de acompañamiento.

Este marcado CE debe ser completo, respetándose tanto todos los contenidos como su ordenación según los ejemplos siguientes o, en su caso, con el contenido y ordenación que se indiquen en el anexo ZA de la norma armonizada o en la Guía de DITE correspondiente.

Cuando en una etiqueta de marcado CE de un productos concreto, en alguna de las características nos encontremos con las siglas “NPD” o “PND” (o similar), esto significa que el fabricante no ensaya ni controla dicha característica, que estará asociada a una prestaciones o uso concreto del producto (“prestación no determinada”), es decir, que el fabricante no garantiza la aplicabilidad del producto para ese uso o para garantizar esa característica asociada (por ejemplo: resistencia térmica, heladicidad, sustancias peligrosas, etc.). Estas siglas van también asociadas a la existencia o no en el país de destino del producto de una exigencia reglamentaria de obligado cumplimiento para ese producto o esa característica (como puede ser el caso de las sustancias peligrosas).

En muchos productos el marcado CE incluye características obligatorias, en las que en ningún caso será posible la utilización de las siglas “NPD”, y otras características “voluntarias” asociadas a usos o prestaciones concretas y será sólo en estas características en las que se podría aceptar la declaración de “prestación no determinada” (NPD).

- **Ejemplo de marcado CE para un producto por sistema de evaluación de la conformidad 1+, 1, 2+ ó 2**

|   |
|---|
| <br><b>nnnn</b>  |
| <b>XXX</b><br><b>04</b><br><b>nnnn-DPC-zzzz</b>   |
| <b>EN 13162</b><br><b>YYY</b><br><b>Conductividad:</b> $\lambda D = 0.037 \text{ W/mK}$<br><b>Resistencia térmica:</b> $RD = 1,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$<br><b>Clasificación al fuego :</b> A1 |

LOGOTIPO CE

**nnnn:** número del organismo notificado.

**XXX:** nombre y dirección del fabricante

**04:** dos últimas cifras del año en que se inició el marcado CE


**nnnn-DPC-zzzz:** número del certificado emitido por el organismo notificado.

**EN 13162:** código de la norma aplicable

**YYY:** descripción del producto

Características que declara el fabricante: LAS QUE APARECEN EN LA TABLA ZA-1 O EN LOS EJEMPLOS DE MARCADO CE DE LA CORRESPONDIENTE NORMA DEL PRODUCTO EN CUESTIÓN (ver nota final)

- **Ejemplo de marcado CE para un producto por sistema de evaluación de la conformidad 3**

|  |
|--|
|   |
| XXX<br>04  |
| <b>EN 13163</b><br><b>YYY</b><br><b>Espesor:</b> 20 mm<br><b>Conductividad térmica</b> – $\lambda_D = 0.038 \text{ W/mK}$<br><b>Resistencia térmica</b> $R_D = 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ |

LOGOTIPO CE

**XXX:** nombre y dirección del fabricante

**04:** dos últimas cifras del año en que se inició el marcado CE

**EN 13163:** código de la norma aplicable

**YYY:** descripción del producto

Características que declara el fabricante: LAS QUE APARECEN EN LA TABLA ZA-1 O EN LOS EJEMPLOS DE MARCADO CE DE LA CORRESPONDIENTE NORMA DEL PRODUCTO EN CUESTIÓN (ver nota final).

Obsérvese que en los productos que van por sistema 3, en el marcado CE no se identifica el número del laboratorio notificado que ha realizado los ensayos iniciales de tipo

- **Ejemplo de marcado CE para un producto por sistema de evaluación de la conformidad 4**

|   |
|---|
|   |
| XXX<br>05   |
| <b>EN 13043</b><br>Tamaño del árido: 6/10<br>Categoría: G <sub>c</sub> 85/20<br>Forma del árido grueso: FI20 / SI NPD<br>Densidad del árido: 2,70 |

LOGOTIPO CE

**XXX:** nombre y dirección del fabricante


**05:** dos últimas cifras del año en que se inició el marcado CE

**EN 13043:** código de la norma aplicable

Características que declara el fabricante: LAS QUE APARECEN EN LA TABLA ZA-1 O EN LOS EJEMPLOS DE MARCADO CE DE LA CORRESPONDIENTE NORMA DEL PRODUCTO EN CUESTIÓN (ver nota final)

- **Marcado reducido**

Otra posibilidad que admite la Directiva es lo que se puede denominar un “marcado reducido”, lo que supone que el fabricante puede poner en el producto o en un lugar de visibilidad inmediata para el receptor del producto, un marcado o etiquetado que incluya solamente:

|   |
|---|
|  |
| XXX<br>05   |
| <b>EN 12676</b>   |

LOGOTIPO CE

**XXX:** nombre y dirección del fabricante

**05:** dos últimas cifras del año en que se inició el marcado CE

**EN 12676:** código de la norma armonizada que se cumple

Además, también debe de incluir, aconsejablemente en la documentación de acompañamiento, el marcado CE (etiquetado) completo que se indicaba en los ejemplos anteriores.

**ANEXO 4**

**DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD**

(Ejemplo)

A continuación se muestra un ejemplo tipo de documento de Declaración CE de conformidad. Para algunos productos la norma armonizada en su ANEXO ZA, en la que se concreta este tema, puede establecer algún dato más a incluir en el documento, por lo que en caso de duda siempre es conveniente consultar con la norma armonizada del producto en cuestión.

- Nombre y dirección del fabricante o su representante legal autorizado en el Espacio Económico Europeo y lugar de producción.
- Descripción del producto (tipo, clasificación, uso, etc.).
- Disposiciones con las que el producto es conforme (por ejemplo, ANEXO ZA de la UNE-EN xxx:2004
- Condiciones particulares aplicables en la utilización del producto.
- Número del certificado emitido por el organismo notificado (sólo para los sistemas 1+, 1, 2+ y 2)

Nombre y cargo del firmante de la declaración (por el fabricante o su representante autorizado)

Firma:

Fecha:

Esta declaración deberá presentarse en el idioma oficial del Estado miembro en el que se pretenda comercializar el producto.

Este ejemplo no supone tipo; el fabricante puede optar por un diseño diferente, siempre que no omita ninguno de los aspectos que se reflejan en este ejemplo

## ANEXO 5

### EJEMPLOS DE CERTIFICADOS CE DE CONFORMIDAD

#### (SISTEMAS 1+ Y 1)

Annex 1 : Example of Certificate 1+

Logo of the certification  
Body

<< Name and address of the certification body >>

## EC-CERTIFICATE OF CONFORMITY

< XXXX - CPD – YYYY >

In compliance the Directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products (Construction Products Directive - CPD), amended by the Directive 93/68/EEC of the Council of European Communities of 22 July 1993, it has been stated that the construction product

### < PRODUCT >

< eventually product parameters (performance of the product) and classes; description of the product (type, identification, use...); field of direct application; particular conditions applicable to the use of the product according to the technical specification >

placed on the market by

< Name of the producer or its authorised representative >

< Full address >

and produced in the factory

< Factory >

is submitted by the manufacturer to a factory production control *and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed test plan* and that the notified body - < Name of the certification body > - has performed the initial type-testing for the relevant characteristics of the product, the initial inspection of the factory and of the factory production control and performs the continuous surveillance, assessment and approval of the factory production control and an audit-testing of samples taken at the factory, on the market or at the construction site.

This certificate attests that all provisions concerning the attestation of conformity and the performances described in the ETA or Annex ZA of the standard (*resp. in*)

< ETA AAA >*resp* < EN BBBB:CCCC >

were applied and that the product fulfils all the prescribed requirements.

This certificate was first issued on < date > and remains valid as long as the conditions laid down in the harmonised technical specification in reference or the manufacturing conditions in the factory or the FPC itself are not modified significantly.

< City, Date >

< Authorized signature >  
< Title, Position >

Logo of the certification  
Body

<<Name and address of the certification body >>

## EC-CERTIFICATE OF CONFORMITY

< XXXX - CPD – YYYY >

In compliance with the Directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products (Construction Products Directive - CPD), amended by the Directive 93/68/EEC of the Council of European Communities of 22 July 1993, it has been stated that the construction product

### < PRODUCT >

< eventually product parameters (performance of the product) and classes; description of the product (type, identification, use...); field of direct application; particular conditions applicable to the use of the product according to the technical specification >

placed on the market by

< Name of the producer or its authorised representative >  
< Full address >

and produced in the factory

< Factory >

is submitted by the manufacturer to a factory production control *and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed test plan* and that the notified body - < Name of the certification body > - has performed the initial type-testing for the relevant characteristics of the product, the initial inspection of the factory and of the factory production control and performs the continuous surveillance, assessment and approval of the factory production control.

This certificate attests that all provisions concerning the attestation of conformity and the performances described in the ETA or Annex ZA of the standard (*resp. in*)

< ETA AAA >*resp* < EN BBBB:CCCC >

were applied and that the product fulfils all the prescribed requirements.

This certificate was first issued on < date > and remains valid as long as the conditions laid down in the harmonised technical specification in reference or the manufacturing conditions in the factory or the FPC itself are not modified significantly.

< City, Date >

< Authorized signature >  
< Title, Position >

Estos certificados deben de ir redactados en el idioma del país de destino del producto, y el organismo certificador no debe poner problemas para emitirlos.

## ANEXO 6

### EJEMPLOS DE CERTIFICADOS DEL CONTROL DE PRODUCCIÓN EN FÁBRICA

#### (SISTEMAS 2+ Y 2)

Logo of the certification  
Body

Annex 3 : Example of Certificate 2+

<<Name and address of the certification body >>

## CERTIFICATE OF FACTORY PRODUCTION CONTROL

< XXXX - CPD – YYYY >

In compliance with the Directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products (Construction Products Directive - CPD), amended by the Directive 93/68/EEC of the Council of European Communities of 22 July 1993, it has been stated that the construction product

### < PRODUCT >

< eventually product parameters (performance of the product) and classes; description of the product (type, identification, use...); field of direct application; particular conditions applicable to the use of the product according to the technical specification >

produced by the manufacturer

< Name of the producer >

< Full address >

in the factory

< Factory >

is submitted by the manufacturer to the initial type-testing of the product, a factory production control *and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed test plan* and that the notified body - < Name of the certification body > - has performed the initial inspection of the factory and of the factory production control and performs the continuous surveillance, assessment and approval of the factory production control.

This certificate attests that all provisions concerning the attestation of factory production control described in the ETA or Annex ZA of the standard (*resp. in*)

< ETA AAA >*resp* < EN BBBB:CCCC >

were applied.

This certificate was first issued on < date > and remains valid as long as the conditions laid down in the harmonised technical specification in reference or the manufacturing conditions in the factory or the FPC itself are not modified significantly.

< City, Date >

< Authorized signature >  
< Title, Position >

Logo of the certification  
Body

<<Name and address of the certification body >>

## CERTIFICATE OF FACTORY PRODUCTION CONTROL

< XXXX - CPD – YYYY >

In compliance with the Directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products (Construction Products Directive - CPD), amended by the Directive 93/68/EEC of the Council of European Communities of 22 July 1993, it has been stated that the construction product

### < PRODUCT >

< eventually product parameters (performance of the product) and classes; description of the product (type, identification, use...); field of direct application; particular conditions applicable to the use of the product according to the technical specification >

produced by the manufacturer

< Name of the producer >

< Full address >

in the factory

< Factory >

is submitted by the manufacturer to a factory production control and that the notified body - < Name of the certification body > - has performed the initial inspection of the factory and of the factory production control.

This certificate attests that all provisions concerning the attestation of factory production control described in the ETA or Annex ZA of the standard (*resp. in*)

< ETA AAA >*resp* < EN BBBB:CCCC >

were applied.

This certificate was first issued on < date > and remains valid as long as the conditions laid down in the harmonised technical specification in reference or the manufacturing conditions in the factory or the FPC itself are not modified significantly.

< City, Date >

< Authorized signature >  
< Title, Position >

Estos certificados deben de ir redactados en el idioma del país de destino del producto, y el organismo certificador no debe poner problemas para emitirlos.



## ANEXO 7

### **EJEMPLO DE INFORME DE ENSAYOS INICIALES DE TIPO** **(SISTEMA 3)**

Es importante recalcar que estos informes de ensayo inicial de tipo no pueden ni deben ser considerados como “certificados”, ni así debe aparecer en los documentos emitidos por los laboratorios notificados.

La información fundamental que deben contener estos informes, según la Guía K de la Comisión Europea (Guidance Paper K) será:

- Identificación del fabricante y del lugar de fabricación.
- Identificación del producto de acuerdo con la correspondiente especificación técnica (norma armonizada o Guía de DITE).
- Información sobre:
  - Toma de muestras (lugar, fecha, persona, etc.)
  - Fecha de ensayo
  - Personal del organismo involucrado
  - Métodos de ensayo aplicados de acuerdo con las correspondientes especificaciones técnicas.
- Identificación del laboratorio y personal que realiza los ensayos.
- Lugar y fecha
- Resultados de los ensayos, incluyendo el análisis de los mismos, cuando sea necesario.
- Lugar y fecha de entrega del informe de ensayo.
- Número del organismo (a efectos de su notificación).
- Firma del director del laboratorio y sello (en su caso).

Los ensayos iniciales de tipo prescritos pueden aparecer en un solo informe o en diferentes informes de ensayo.

Este modelo también puede servir de guía para la elaboración de los ensayos iniciales de tipo que realiza el fabricante bajo su responsabilidad en los sistemas 2+, 2 y 4, eliminando simplemente los apartados que se refieren a la actuación del laboratorio externo notificado.

## ANEXO 8

### **DOCUMENTOS ACLARATORIOS DE LA DIRECTIVA**

#### **1. LOS DOCUMENTOS GUÍA DEL CPC**

Son documentos aprobados en el Comité Permanente de la Directiva, con el carácter de recomendación de la Comisión, que tratan de aclarar diversos aspectos de la puesta en práctica de la Directiva y que pueden consultarse.

La lista de las Guías aprobadas hasta el momento es:

- Guía A: la designación de organismos autorizados en el campo de la Directiva de Productos de Construcción
- Guía B: el establecimiento del control de producción en fábrica en las especificaciones técnicas de los productos de construcción
- Guía C: el tratamiento de los kits y sistemas en la Directiva de Productos de Construcción
- Guía D: el Mercado CE bajo la Directiva de Productos de Construcción
- Guía E: niveles y clases en la Directiva de Productos de Construcción
- Guía F: durabilidad en la Directiva de Productos de Construcción
- Guía G: el sistema de clasificación europea para las prestaciones de reacción al fuego de los productos de construcción
- Guía H: la armonización del tratamiento de las sustancias peligrosas bajo la Directiva de Productos de Construcción
- Guía I: la aplicación del artículo 4.4. en la Directiva de Productos de Construcción
- Guía J: el período transitorio en la Directiva de Productos de Construcción
- Guía K: la certificación de conformidad y el papel y tareas de los organismos notificados en el campo de la Directiva de Productos de Construcción
- Guía L: aplicación y uso de los Eurocódigos
- Guía M: la evaluación de conformidad según la Directiva de Productos de Construcción. Los ensayos iniciales de tipo y el control de producción en fábrica

Estas Guías pueden consultarse en la siguiente página web:

<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm>

La traducción de estas Guías la tenemos en una publicación del Ministerio de Fomento con el título "Guías para la aplicación de la Directiva 89/106/CEE, transpuesta por Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, sobre disposiciones para la libre circulación de productos de construcción", y que se puede pedir en:

- Fax: 91 597 61 86

- e-mail: [cpublic@fomento.es](mailto:cpublic@fomento.es)
- Ministerio de Fomento. Plaza San Juan de la Cruz, s/n. 28071 MADRID

## **2. LOS “POSITION PAPERS”**

Otros documentos que van a tener una particular importancia en la aplicación de la Directiva son los denominados “Position Papers”.

Dichos documentos están surgiendo de los grupos sectoriales del Grupo de Organismos Notificados. En estos grupos se reúnen los organismos notificados por los distintos Estados miembros para cada producto o familia de productos y allí se discuten y acuerdan los múltiples detalles de la aplicación efectiva del mercado CE para ese producto específico. Todo ello se convierte en estos “Position Papers”, que se pueden consultar en la página web citada.

## **3. LAS INSTRUCCIONES E INFORMES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO**

Los documentos que hasta el momento ha editado el MITYC, que tratan de aclarar aspectos concretos del mercado CE de determinados productos o ensayos son:

### - INSTRUCCIONES MARCADO CE:

- Áridos
- Morteros de albañilería
- Piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería
- Control de áridos por empresas constructoras
- Baldosas de piedra natural para pavimentación exterior

(en elaboración instrucciones sobre: ventanas y puertas peatonales de exterior y mezclas bituminosas para carreteras).

### - INFORMES:

- Reacción al fuego de láminas bituminosas (EXAP)
- Reacción al fuego en cubiertas de láminas bituminosas (EXAP)
- Transición mercado CE/homologación de blindajes transparentes.

Todos estos documentos se pueden obtener en la página web del MITYC:

<http://www.mityc.es>

Legislación

Legislación sobre seguridad industrial

Directivas comunitarias

Productos de construcción (89/106/CEE)

“listados compilados”

## ANEXO 9

### PÁGINAS WEB DE INTERÉS

#### - COMISIÓN EUROPEA / DIRECCIÓN GENERAL DE EMPRESAS

Esta es la página de la Comisión dedicada al seguimiento de los temas de la Directiva de productos de construcción, donde se pueden consultar los diferentes documentos llamados las “herramientas” de la Directiva, y los aspectos generales de su aplicación.

[http://ec.europa.eu/enterprise/construction/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/construction/index_en.htm)

#### - MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO

Es la página que este Departamento tiene sobre la Directiva, donde también podemos encontrar una información bastante completa sobre la Directiva y su puesta en práctica en España, con numerosos enlaces a páginas y documentos de interés sobre la misma.

<http://www.mityc>

Legislación

Legislación sobre seguridad industrial

Directivas comunitarias

Productos de construcción (89/106/CEE)

#### - MINISTERIO DE FOMENTO

Es otra página para consultar Reglamentos y disposiciones de interés para el sector, emanados de este Departamento.

<http://www.fomento.es>

#### - COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN - CEN

Esta es la página del organismo que elabora las normas armonizadas, y en la que también se pueden consultar documentos útiles, en particular los listados de avances en la elaboración de las normas para la Directiva (hEN).

<http://www.cenorm.be/cenorm/index.htm>

business domains

all domains by subjects

construction

snapshot of current situation ...

- **EOTA**

Esta es la página de la organización que elabora las Guías de DITE en la que las podemos ver e imprimir, si las necesitamos.

<http://www.eota.be>

“Endorseds ETAG’s”

- **AENOR**

La página de nuestro organismo de normalización para consultar y la vía para obtener las normas armonizadas UNE-EN que van estando disponibles y traducidas.

<http://www.aenor.es>

- **NANDO / ORGANISMOS NOTIFICADOS**

Esta es una página habilitada por la Comisión Europea de gran interés para conocer los organismos notificados por los diferentes Estados miembros, y otros documentos útiles relacionados con la actividad de los organismos, como los llamados “position papers”.

<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm>

- **DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA**

Es la página en la que podemos buscar todas las disposiciones de puesta en práctica de la Directiva, en particular las Decisiones y Comunicaciones de la Comisión que hemos indicado en el curso.

<http://eur-lex.europa.eu/es/index.htm>

- **BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO**

Aquí podemos buscar todas las disposiciones nacionales relacionadas con la Directiva que se han ido indicando.

<http://www.boe.es>

## ANEXO 10

### GLOSARIO DE SIGLAS Y TÉRMINOS

**ACREDITACIÓN:** Reconocimiento formal de la competencia técnica de una entidad para certificar, inspeccionar o auditar la calidad, o un laboratorio de ensayo o calibración industrial.

**AENOR:** Asociación Española de Normalización, organismo designado en el Real Decreto 2200/1997 como organismo nacional de normalización.

**AEN/CTN:** Siglas de Comité Técnico de Normalización de AENOR.

**ANEXO ZA:** Anexo de una norma armonizada en el que se establecen los aspectos de la norma pertinentes para el mercado CE y el cumplimiento de la Directiva 89/106/CEE.

**BOE:** Siglas de Boletín Oficial del Estado.

**CE:** Símbolo del mercado CE.

**CEN:** Comité Europeo de Normalización. Es un organismo facultado para la elaboración de las normas europeas EN, formado por los organismos nacionales de normalización de los Estados miembros de la Unión Europea y de la Asociación Europea de Libre Comercio. Actualmente tiene 18 miembros.

**CEN/TC:** Siglas del Comité Técnico de Normalización del CEN

**CENELEC:** Organismo Europeo encargado de la elaboración de las normas europeas en el sector electrotécnico.

**CERTIFICACIÓN:** La actividad que permite establecer la conformidad de una determinada empresa, producto, proceso o servicio con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas. Cuando se trata de conformidad con reglamentos técnicos de habla de certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios.

**COMUNICACIÓN:** Disposición de la Comisión Europea, publicada en la serie C del DOUE, que oficializa las fechas de entrada en vigor de mercado CE para determinados productos.

**CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN:** Nuevo concepto anunciado por el actual borrador de Ley de Ordenación de la Edificación, como elemento integrador de la normativa básica de la edificación, a la vez que medio de simplificación y expresión de los requisitos esenciales que han de ser satisfechos por los edificios.

**C.P.C.:** Siglas del Comité Permanente de la Directiva de Construcción en Bruselas (artículo 19 de la DPC).

**C.P.F.:** Siglas de Control de Producción en Fábrica.

**DAV:** Fecha de disponibilidad de una norma armonizada. Es el momento en el que el CEN la adopta y hace pública como norma europea.

**DECISIÓN:** Decisión de la Comisión. Disposición publicada en el DOUE que establece el sistema de evaluación de la conformidad para un producto o familia de productos.

**DIRECTIVA EUROPEA:** Disposición legal de ámbito europeo, que puede emanar tanto de la Comisión como del Consejo, y que obliga al Estado miembro destinatario en lo que se refiere al resultado que deba conseguirse, respetando, sin embargo, la competencia de las autoridades nacionales en cuanto a la forma y los medios. La directiva debe, por tanto, ser traspuesta al derecho interno del Estado.

**DOCE/DOUE:** Diario Oficial de la Comunidad Europea o Diario Oficial de la Unión Europea (desde febrero de 2003).

**DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA EUROPEO (DITE):** Evaluación técnica favorable, de ámbito europeo, prevista en la DPC sobre la aptitud de un producto para el uso asignado, concedida por alguno de los organismos autorizados a tal efecto, fundamentada en el cumplimiento de los requisitos esenciales previstos para las obras en las que este producto se utiliza y basada en exámenes, ensayos y una evaluación efectuada con arreglo a los documentos interpretativos, así como, en su caso, en las guías elaboradas por la entidad que agrupa a los organismos autorizados para su concesión.

**DOCUMENTOS INTERPRETATIVOS:** Documentos establecidos por la DPC para dar forma concreta a los requisitos esenciales. Sirven igualmente para armonizar la terminología y las bases técnicas de estos, indicar en su caso clases o niveles para los requisitos y servir de referencia para la creación de las normas armonizadas y de las guías del documento de idoneidad técnica europeo DITE.

**DPC:** Siglas correspondientes a la Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción.

**EE.MM.:** Abreviatura de Estados miembros de la Unión Europea.

**ENAC:** Siglas de la Entidad Nacional de Acreditación.

**ENICRE:** Entidad de Inspección y Control Reglamentario. Entidad colaboradora de la Administración autorizada para realizar tareas de Inspección en el campo reglamentario (desde el Real Decreto 2200/1997 se las comienza a llamar OCA)

**ENSAYO:** Operación consistente en un examen o comprobación con los equipos adecuados de una o más propiedades de un producto, proceso o servicio, de acuerdo con un procedimiento especificado.

**ENTIDAD DE ACREDITACIÓN:** Son entidades privadas, sin ánimo de lucro, que se constituyen con el fin de acreditar en el ámbito estatal a las entidades de certificación, laboratorios de ensayo y calibración y entidades auditoras y de inspección que actúan en el campo voluntario de la calidad, así como a los organismos de control que actúan en el ámbito reglamentario y a los verificadores medioambientales, mediante la verificación del cumplimiento de las condiciones y requisitos técnicos exigidos para su funcionamiento. En España la entidad de acreditación reconocida en el Real Decreto 2200/1997 es ENAC.

**EOTA:** Organización Europea para la Idoneidad Técnica (siglas en inglés: European Organization for Technical Approval) a la que se refiere la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, que tiene como fin elaborar las normas comunes de procedimiento y las guías para la concesión de los documentos de idoneidad técnica europeos (DITE) y que reúne a los organismos nacionales notificados por los Estados miembros para esta tarea.

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:** Especificación que figura en un documento en el que se definen las características requeridas por un producto, tales como los niveles de calidad, el uso específico, la seguridad o las dimensiones, incluidas las prescripciones aplicables al producto en lo referente a la terminología, los símbolos, los ensayos y métodos de ensayo, el envasado, marcado y etiquetado.

**EUROCÓDIGO ESTRUCTURAL EC:** norma europea, y su equivalente norma nacional (en España UNE-EN) elaborada por encargo de la Comisión Europea por el CEN, como resultado de un acuerdo marco entre ambas instituciones, que trata de las reglas de proyecto y cálculo de distintas clases de estructuras empleadas en la construcción.

**Guía de DITE:** Guía del Documento de Idoneidad Técnica Europeo. Especificación técnica europea armonizada que se aplica a productos no tradicionales.

**hEN:** Siglas de norma europea armonizada.

**HOMOLOGACIÓN:** Certificación por parte de una Administración Pública de que el prototipo de un producto cumple los requisitos técnicos reglamentario. Suele denominarse N+H. Las figuras de homologación de producto, homologación de tipo y registro de tipo se sustituyen, según el Real Decreto 2200/1997, por la Certificación de Conformidad con los Requisitos Reglamentarios.

**INSPECCIÓN:** La actividad por la que se examinan diseños, productos, instalaciones, procesos constructivos y servicios para verificar el cumplimiento de los requisitos que le sean de aplicación.

**INSTALACIÓN INDUSTRIAL:** Conjunto de aparatos, equipos, elementos y componentes asociados a las actividades definidas en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992.

**INSTRUCCIÓN:** Denominación genérica dada a la disposición reglamentaria, de obligado cumplimiento, que se ha de aplicar en el proyecto y la ejecución de determinado tipo de obras de construcción, o en la recepción en las obras de determinados materiales de construcción, con el fin de asegurar el cumplimiento de unos requisitos mínimos de seguridad y durabilidad de estas obras.

**MANDATO:** Encargo realizado al CEN o a la EOTA por la Comisión Europea para la elaboración de las normas armonizadas o las Guías de DITE, respectivamente, de un determinado producto o familia de productos.

**MARCA DE CALIDAD:** Distintivo ostensible concedido por Organismo autorizado y competente que acompaña a un producto que cumple las especificaciones técnicas en que se basa la valoración de la calidad y que figuran en normas específicas obligatorias reconocidas por aquel (también se conoce como distintivo de calidad o sello de calidad).

**MARCA N:** Marca de calidad emitida por AENOR.

**MITYC:** Siglas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

**M.U.E.:** Abreviatura de Mercado Único Europeo.

**NORMA:** La especificación técnica de aplicación repetitiva y continuada cuya observancia no es obligatoria, establecida con participación de todas las partes interesadas, que aprueba un Organismo reconocido, a nivel nacional o internacional, por su actividad normativa.

**NORMA ARMONIZADA** (Directiva 89/106/CEE): Especificaciones técnicas adoptadas por el CEN o por el CENELEC o por ambos, con arreglo a mandatos de la Comisión, de conformidad con la Directiva 83/189/CEE, sobre la base de un dictamen emitido por el Comité Permanente de la Construcción y de acuerdo con las disposiciones generales relativas a la cooperación entre la Comisión Europea y estos dos organismos firmadas el 13 de noviembre de 1984.

**NORMA ESPAÑOLA (NORMA UNE):** Toda norma aprobada por AENOR, en la que también figura el anagrama UNE, indicativo de “Una Norma Española”.

**NORMA TRASPOSICIÓN DE NORMA ARMONIZADA:** Norma nacional de un Estado miembro de la Unión Europea que sea transposición de una norma armonizada. Las referencias de las normas españolas “UNE” que sean transposición de normas armonizadas se publicarán en el BOE (UNE-EN).

**NORMALIZACIÓN:** La actividad por la que se unifican criterios respecto a determinadas materias y se posibilita la utilización de un lenguaje común en un campo de actividad concreto.

**ORGANISMOS DE CONTROL (OCA):** Son entidades públicas o privadas previstas por la Ley 21/1992, con personalidad jurídica, que realizan en el ámbito reglamentario, en materia de seguridad industrial, actividades de certificación, ensayo, inspección o auditoría. Deberán disponer de medios materiales y humanos, así como de solvencia técnica y financiera e imparcialidad necesarias para realizar su cometido.

**PRODUCTO DE CONSTRUCCIÓN:** Según la DPC es cualquier producto fabricado para su incorporación con carácter permanente a las obras de construcción, incluyendo tanto las de edificación como las de ingeniería civil.

**PRODUCTO INDUSTRIAL:** Cualquier manufactura o producto o producto transformado o semitransformado de carácter mueble, aún cuando esté incorporado a otro bien mueble o a uno inmueble, y toda la parte que lo constituya, como materias primas, sustancias, componentes y productos semiacabados.

**REGLAMENTO TÉCNICO** (Ley 21/1992): La especificación técnica relativa a productos, procesos o instalaciones industriales, establecida con carácter obligatorio, para su fabricación, comercialización o utilización.

**REQUISITOS ESENCIALES (RE)** (Según la DPC): Criterios generales y específicos a los que deben atender, en su caso, las obras de construcción en el sentido que estas obras respondan a un grado de fiabilidad adecuado con respecto a uno, varios o todos los requisitos siempre y cuando estén establecidos en una normativa.

**SISTEMA DE CALIDAD:** Conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimiento de la organización de una empresa, que ésta establece para llevar a cabo la gestión de su calidad.

**UE:** Abreviatura de Unión Europea.



**ANEXO 2**  
**Listado de DIT en validez**  
(Abril 2007)



INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO TOR  
ROJA

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION

EDUARDO TORROJA



**MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS NO TRADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN  
DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA**

***RESUMEN DE LOS DOCUMENTOS DE IDONEIDAD TÉCNICA  
VÁLIDOS AL 31/03/07***

**DIT Nº: 179**

**SISTEMA PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS VOLCLAY**

DUKA-MADRID S.A. (VOLCLAY LTD. - U.K.)

Segre, 16; 28002 MADRID

**Sistema de impermeabilización de estructuras**

Sistema para la impermeabilización de sótanos y otras estructuras subterráneas constituido por paneles y otros productos basados en la bentonita. No debe estar expuesto permanentemente a la intemperie. Paneles de cartón ondulado, rellenos y sellados, tipos 1 y 1C; tubos Hydrobar y bandas Waterstop Rx y juntas JointPak. Confirmación del Agrément 86/1650 del BBA con supervisión de autocontrol.

**VALIDEZ:** Ilimitada, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 183/A**

**SISTEMA PARA CERRAMIENTO LIGERO DE CUBIERTAS CON PANEL NERVADO PERFRISA**

ACERALIA TRANSFORMADOS S.A.

Santa Engracia, 2; 31014 PAMPLONA (Navarra)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

Sistema de cerramiento de cubiertas ligero, compuesto por paneles constituidos por dos chapas de acero galvanizado y alma de espuma rígida de poliuretano expandido, recubiertos o no con prelacados o adheridos plásticos.

**VALIDEZ:** Ilimitada, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 188**

**CUBIERTA INVERTIDA CON PANELES AISLANTES ROOFMATE SL**

DOW CHEMICAL IBÉRICA S.A. (DOW CHEMICAL BELGIUM)

Cerro del Castañar, 72 B (E. Repsol); 28034 MADRID

**Sistema de cubierta invertida**

Sistema de cubierta invertida con planchas aislantes de poliestireno extruido. Destinado al aislamiento térmico de cubiertas de edificios y que se aplica por encima de las membranas de impermeabilización.

Validez condicionada a la posesión del Sello INCE.

**VALIDEZ:** Ilimitada, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 267**

**MEMBRANA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE SÓTANOS E INFRAESTRUCTURAS BITUTHENE 1000X Y BITUTHENE 1200X**

GRACE S.A. (GRACE CONSTRUCTION PRODUCTS, CEMENT & CONCRETE PRODUCTS LTD. - U.K.)

Riera de Fonollar, 12; 08830 SANT BOI DE LLOBREGAT (Barcelona)

**Sistema de impermeabilización de estructuras**

Sistema para la impermeabilización y tratamiento antihumedad de estructuras subterráneas y para protección exterior de muros y losas, impermeabilizando en contacto con el terreno y actuando contra la presión hidrostática del nivel freático o como barrera de vapor aplicado por el interior. Lámina impermeabilizante autoadhesiva compuesta de una película de polietileno, laminada en cruz y un compuesto adhesivo de betún-caucho, protegido con un papel tratado con silicona.

Confirmación del Agrément 90/2553 del BBA con supervisión de autocontrol.

**VALIDEZ:** Ilimitada, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 269**

**SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS CON CEMENTO ALUMINOSO UNDO**

TEC-4 S.A.

Aribau, 237-241; 08021 BARCELONA

**Sistema de reparación de forjados**

Sistema para la reparación de forjados unidireccionales cuyas viguetas de cemento aluminoso tengan afectada su capacidad resistente, mediante la sustitución funcional de las mismas, por la colocación bajo ellas de elementos metálicos estructurales capaces de asegurar la estabilidad del forjado en caso de pérdida total de resistencia de la vigueta afectada. Cada unidad de soporte se compone de cartelas, placas de anclaje, tramos longitudinales, piezas de unión, tornillería y retacado.

**VALIDEZ:** Pendiente de renovación.

**DIT Nº: 270/A**

**SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS CON CEMENTO ALUMINOSO EXTEND**

SENETON S.A.

Muntaner, 472 Entr. dcha.; 08006 BARCELONA

**Sistema de reparación de forjados**

Sistema de refuerzo de forjados unidireccionales de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento aluminoso, consistente en una sustitución funcional de las viguetas determinadas, mediante la colocación bajo las mismas, flanqueándolas lateralmente, de vigas extensibles de aluminio, capaces de asegurar la estabilidad del forjado en caso de pérdida total de resistencia. La viga de refuerzo se retaca con mortero de

retracción controlada y resina epoxi como separación química.

**VALIDEZ:** Pendiente de renovación.

**DIT Nº: 271 SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS CON CEMENTO ALUMINOSO NOU BAU**

SISTEMES DE REFORÇ ACTIU, S.L.

C/ San Agustí nº 40, 08301 MATARÓ (Barcelona)

**Sistema de reparación de forjados**

Sistema de refuerzo de forjados nervados unidireccionales de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento aluminoso, consistente en un refuerzo o sustitución funcional de las viguetas deterioradas mediante la colocación, bajo las mismas, de unos perfiles de acero inoxidable deslizables capaces de asegurar la estabilidad del forjado en caso de pérdida total de resistencia de la vigueta afectada.

**VALIDEZ:** En renovación.

**DIT Nº: 276**

**SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS CON CEMENTO ALUMINOSO COINTECS**

COINTECS S.A.

C/Marruecos, 93; 08020 BARCELONA

**Sistema de reparación de forjados**

Sistema de sustitución o refuerzo de forjados nervados unidireccionales de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento aluminoso, destinado a suplir la función resistente de las viguetas y capaces de asegurar la estabilidad del forjado en caso necesario. Está compuesto por dos perfiles de chapa galvanizada, colocados simétricos respecto al eje longitudinal y adosados a sus caras laterales, unidos por tornillos pasantes, a intervalos regulares y situados en el alma de vigueta.

**VALIDEZ:** En renovación.

**DIT Nº: 281**

**SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS CON CEMENTO ALUMINOSO BETTOR**

BETTOR MBT S.A.

C/ Basters, 13-15; 08184 PALAU DE PLEGAMANS (Barcelona)

**Sistema de reparación de forjados**

Sistema de refuerzo de forjados unidireccionales de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento aluminoso, consistente en una sustitución funcional de las viguetas determinadas, mediante la colocación bajo las mismas, de vigas mixtas con perfiles de chapa de acero telescópicos y mortero con función resistente, capaces de asegurar la estabilidad del forjado. Los perfiles de refuerzo en forma de U, se consolidan con un mortero y se protegen con pintura epoxídica.

**VALIDEZ:** En renovación.

**DIT Nº: 289**

**SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS CON CEMENTO ALUMINOSO HERMS**

HERMS S.A.

C/ Sants, 307-309; 08028 BARCELONA

**Sistema de reparación de forjados**

Sistema de refuerzo de forjados unidireccionales de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento aluminoso, consistente en la colocación bajo las mismas de vigas telescópicas de perfiles tubulares cuadrados de acero galvanizado que, trabajando conjuntamente con el forjado existente, mejoran la capacidad resistente del mismo. Bajo la vigueta se disponen tornillos anclados y en la viga bulones soldados que actúan de conectores, el espacio se rellena con un mortero de retracción controlada, previa imprimación con epoxi. El sistema precisa de la colaboración del forjado existente.

**VALIDEZ:** En renovación.

**DIT Nº: 290**

**SISTEMA PARA CERRAMIENTO LIGERO DE FACHADAS CON PANEL PLUS CSI TRANSFORMADOS S.A.**

CSI TRANSFORMADOS S.A.

C/ Santa Engracia, 2; 31014 PAMPLONA (Navarra)

**Cerramiento ligero de fachadas**

Sistema de cerramiento ligero de fachadas, compuesto por paneles planos, realizados en factoría, constituidos por dos chapas metálicas, recubiertas o no con prelacados, unidas por un alma de espuma de PU expandido sin CFC. La unión horizontal se resuelve mediante una junta ventilada y la vertical mediante una pieza especial, con fijaciones ocultas.

**VALIDEZ:** Ilimitada, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 303/R**

**SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS CON CEMENTO ALUMINOSO MECANOVIGA PERFIL MVH**

MECANOVIGA S.L.

Passeig del Ferrocarril, 383; Polígono Industrial Camí Ral; 08850 GAVÁ (Barcelona)

**Sistema de reparación de forjados**

Sistema de refuerzo de forjados unidireccionales de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento aluminoso, consistente en una sustitución funcional de las viguetas deterioradas mediante la colocación bajo las mismas de vigas metálicas telescópicas de chapa de acero conformadas y compuestas de tres tramos unidos mediante tornillería de alta resistencia capaces de asegurar la estabilidad del forjado en caso de pérdida total de la resistencia de la vigueta afectada.

Concesión que sustituye al DIT nº 303.

**VALIDEZ:** 30/12/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 319**

**SISTEMA DE EJECUCIÓN DE CUBIERTAS Y CERRAMIENTOS CON PLACAS ONDULADAS DE FIBROCEMENTO NT (SIN AMIANTO)**

FIBROCEMENTOS NT S.L.

Mejía Lequerica, 10; 28004 MADRID

**Cerramiento ligero de cubiertas**

Sistema para ejecutar cubiertas y cerramientos mediante productos de colocación discontinua, solapando entre sí placas onduladas de fibrocemento NT (sin amianto) y sus piezas complementarias. Las placas pueden emplearse en cubierta como elemento de cobertura generalmente en edificios no residenciales, o como elemento soporte de teja generalmente en edificios residenciales.

**VALIDEZ:** Anulado.

**DIT Nº: 331/R**

**SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS CON CEMENTO ALUMINOSO MECANOVIGA PERFIL MVV**

MECANOVIGA S.L.

Passeig del Ferrocarril, 383; Polígono Industrial Camí Ral; 08850 GAVÁ (Barcelona)

**Sistema de reparación de forjados**

Sistema de refuerzo de forjados unidireccionales de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento aluminoso, consistente en una sustitución funcional de las viguetas deterioradas mediante la colocación bajo las mismas de vigas metálicas telescópicas de chapa de acero conformadas y compuestas de tramos unidos mediante tornillería de alta resistencia, capaces de asegurar la estabilidad del forjado en caso de pérdida total de la resistencia de la vigueta afectada.

Concesión que sustituye al DIT nº 331.

**VALIDEZ:** 30/12/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 334-p**

**SISTEMA DE TABIQUERÍA DE PIEZAS DE ARCILLA COCIDA DE GRAN FORMATO TABICERAM**

CERÁMICA LA PALOMA S.L.

Camino del Ferrocarril s/n; 45290 PANTOJA (TOLEDO)

**Sistema de tabiquería**

TABICERAM es un sistema de partición interior compuesto por piezas machihembradas de arcilla cocida de gran formato, para utilización en distribuciones interiores y trasdosados de fachadas. El sistema incluye la terminación con revestimiento de yeso de aplicación manual o mecánica, o bien con un panelado a base de placas de yeso laminado adheridas con pasta de escayola aditivada y cinta para juntas.

Es un DIT plus.

**VALIDEZ:** 1/09/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 337**

**SISTEMA AUTOMÁTICO MEGAMIX-5S DE FABRICACIÓN MECÁNICA A PIE DE OBRA DE MORTEROS (VÍA HÚMEDA)**

MEGAMIX MADRID S.A. (MORTEROS DEL PRINCIPADO S.A.; HORMIGONES Y MORTEROS DE VIZCAYA S.A.; HORMIGONES BERIÁIN S.A.)

Orense, 81 - 2º 1; 28020 MADRID

**Mortero seco preparado**

El sistema MEGAMIX-5S constituye un sistema automático de fabricación de mortero a pie de obra, con el que se pueden preparar morteros tradicionales homogéneos con características adaptadas a cada obra. Consta de un silo metálico transportable, dividido en dos compartimentos, cuya relación de capacidades es aproximadamente 1:5. El primero contiene una mezcla de cemento con aditivo en polvo y el segundo la arena. Dispone de un panel de control, con el que se dosifican los componentes del mortero y de un sistema de mezclado, tornillo sin fin.

**VALIDEZ:** 17/06/04, con seguimiento anual, en renovación.

**DIT Nº: 338/R**

**SISTEMA DE TEJADOS TECTUM**

URALITA PRODUCTOS Y SERVICIOS S.A.

Mejía Lequerica, 10; 28004 MADRID

**Sistema de cubiertas**

Configura un sistema de cubierta multicapa que se fundamenta en la disposición de una capa soporte de fibrocemento sobre la estructura de formación de pendiente o sobre el plano de pendiente en cuestión, y sobre la que se dispone la cubierta de teja propiamente dicha. El sistema se completa con una capa de aislamiento térmico y con una capa de acabado interior. El soporte está formado por una placa ondulada de fibrocemento de 6 mm de espesor, según Norma UNE EN 494, certificada, de los tipos Granonda, Gredos, y Perfil mixto.

**VALIDEZ:** 18/05/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 339**

**SISTEMA DE CERRAMIENTO DE FACHADAS CON PLACAS MAX EXTERIOR F**

TEINSER S.A. (ISOVOLTA - AUSTRIA)

Valdivieso, 2; 28023 ARAVACA (Madrid)

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Sistema de construcción de cerramiento de fachadas con placas planas y compactas, MAX EXTERIOR F, resultantes de un proceso industrial consistente en aplicar resinas termoendurecibles y termoestables, de forma continua, sobre material de fibras de celulosa, sometiendo al conjunto a la acción combinada de calor y alta presión. Las distintas soluciones de cerramiento se obtienen fijando las placas a subestructuras de aluminio ancladas a su vez al cerramiento base.

**VALIDEZ:** 23/07/2004, con seguimiento anual, en renovación.

**DIT Nº: 340**

**SISTEMA DE PAVIMENTACIÓN EN INTERIORES DE BALDOSAS DE CUARZO / GRANITO CON RESINAS DE POLIÉSTER FANTASIA Y CROMÁTICA**

PRIVILEGE ADVANCED SURFACES S.A.

Ctra. Cedeira, km 2; Polígono Industrial As Lagoas; 15407 NARON (La Coruña)

**Sistema de revestimiento de suelos**

Consiste básicamente en baldosas con cuarzo /granito o arena en distintas granulometría, ligados con resinas de poliéster, para su utilización en el sector de la construcción y de la decoración en pavimentación de interiores. La colocación se realiza sobre cualquier superficie horizontal mediante la utilización de diversos tipos de adhesivos. Es un DIT Mediterráneo, concedido simultáneamente por el ITC nº 536/99 y el IETcc.

**VALIDEZ:** 30/07/2004, con seguimiento anual, en renovación.

**DIT Nº: 345/R**

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS MEDIANTE BANDEJAS PROCEDENTES DE PANELES ALUCOBOND**

ALCAN ALUMINIO ESPAÑA S.A. (ALUSUISSE SINGEN GMBH)

Riera Can Pahissa, 24 A; Polígono Industrial El Pla; 08750 MOLINS DEL REI (Barcelona)

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Sistema de construcción de cerramiento de fachadas ventiladas con elementos conformados en forma de bandejas a partir de paneles ALUCOBOND, fabricados mediante un proceso industrial consistente en adherir, de forma continua y en ambos lados de un núcleo de polietileno, dos láminas de aluminio aleado. El sistema resulta de fijar las bandejas encajándolas en soportes transversales y fijos a una perfilería de aluminio anclada al elemento de soporte.

**VALIDEZ:** 31/03/2005, con seguimiento anual, en renovación.

**DIT Nº: 346/R**

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS MEDIANTE PLACAS REMACHADAS PROCEDENTES DE PANELES ALUCOBOND**

ALCAN ALUMINIO ESPAÑA S.A. (ALUSUISSE SINGEN GMBH)

Riera Can Pahissa, 24 A; Polígono Industrial El Pla; 08750 MOLINS DEL REI (Barcelona)

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Sistema de construcción de cerramiento de fachadas ventiladas con elementos conformados en forma de placas a partir de paneles ALUCOBOND, fabricados mediante un proceso industrial consistente en adherir, de forma continua y en ambos lados de un núcleo de polietileno, dos láminas de aluminio aleado. El sistema resulta de fijar las placas mecánicamente, mediante remaches a una subestructura que, a su vez, se fija al elemento soporte.

**VALIDEZ:** 31/03/2005, con seguimiento anual, en renovación.

**DIT Nº: 347**

**SISTEMA PARA CERRAMIENTO DE CUBIERTAS CON PANELES SANDWICH THERMOCHIP TIPOS THH, TFH y TPH de AUXITESA S.L.**

AUXITESA S.L.

La Medua s/n; 32330 SOBRADELO DE VALDEORRAS (Orense)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

El procedimiento THERMOCHIP es un sistema de cerramiento ligero de cubiertas, compuesto por paneles constituidos por dos tableros de derivados de la madera y alma de espuma de poliestireno extruido, recubiertos o no con barnices, pinturas o acabados plásticos. La unión entre el alma y las caras se realiza mediante una cola de poliuretano. Los cantos poseen un ranurado con el fin de recibir en el montaje una lengüeta de tablero de DM.

**VALIDEZ:** 15/06/2005, con seguimiento anual. Validez prorrogada hasta concesión de DITE.

**DIT Nº: 348-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS MORVIM S-1L**

ASOES CONDAL S.A.

Crom, 76; 0894 CORNELLÁ DE LLOBREGAT (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso.

Renovación del DIT nº 282/R.

**VALIDEZ:** 20/04/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 353**

**SISTEMA DE FACHADA VENTILADA MECANOFAS KARRAT S-7**

MECANOGUMBA S.A.

Polígono Industrial Can Magarola s/n; 08100 MOLLET DEL VALLÉS (Barcelona)

**Sistema de revestimiento de fachadas**

El sistema de fachada ventilada Mecanofas Karrat S-7 es un sistema para el revestimiento de fachadas ventiladas de fijación directa o indirecta resultante de un proceso industrial en el que se incorpora a las placas de piedra natural (granito y mármol) o gres porcelánico un perfil de aluminio, que se utiliza para la sustentación de éste a una subestructura de aluminio. Esta subestructura se fija al muro soporte mediante los anclajes apropiados dependiendo de su naturaleza.

**VALIDEZ:** 02/11/2005, con seguimiento anual, en renovación.

**DIT Nº: 355-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS REVINTEC P**

PAVIMENTOS ASFÁLTICOS SALAMANCA, S.L.

Avda. Salamanca nº 264-268; 37005 SALAMANCA

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero.

**VALIDEZ:** 01/02/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº 356-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS REVINTEC R**

PAVIMENTOS ASFÁLTICOS SALAMANCA, S.L.

Avda. Salamanca nº 264-268; 37005 SALAMANCA

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados (Raspado o labrado, Tirolesa o gota, Rústico, chafado y Liso).

**VALIDEZ:** 01/02/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 357/R**

**SISTEMA DE MÓDULOS TERMOESTRUCTURALES INDUSTRIALIZADOS HOGARSUR**

HOGARSUR OBRAS Y CONSTRUCCIONES S.A.U.

Misericordia, 33; 11500 EL PUERTO DE SANTA MARÍA (Cádiz)

**Sistema constructivo**

Sistema constructivo basado en el diseño de un módulo autoportante en forma de marco, realizado con hormigón armado, llevando un relleno en el interior del mismo de poliestireno expandido. Este módulo adopta la misión resistente, a la vez que sirve como soporte del acabado del cerramiento. Es, por tanto, el elemento de cerramiento y estructural del edificio. La limitación de altura del edificio construido con este sistema es de cuatro plantas. El sistema está enmarcado dentro del grupo de paneles de hormigón armado. Se realiza colocándolos sobre la base de cimentación corrida, en la que previamente, se habrán colocado 3 conectores de acero.

**VALIDEZ:** 07/07/2011, con seguimiento anual.



**DIT Nº: 359****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ADHEROL**

YEDESA (Yesos, Escayolas y Derivados S.A.)

Autovía del Mediterráneo, salida 537; 04628 ANTAS (Almería)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero al que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero.

Renovación del DIT nº 280.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 360****LÁMINAS TYVEK 1460 B SOFT Y 2001 B PRO**

RAVAGO PLÁSTICOS S.A. (DU PONT DE NEMOURS ENGINEERING PRODUCTS - LUXEMBOURG)

Ctra. Alcover, s/n; 43141 VILALLONGA (Tarragona)

**Sistema de impermeabilización de cubiertas**

Láminas permeables al vapor de agua e impermeable a la acción directa del agua para ser incorporada en cubiertas inclinadas bajo tejas o pizarras.

Confirmación del Agrément 94/3054 del BBA con supervisión de autocontrol.

**VALIDEZ:** 06/03/2006, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 361****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ONELITE-P**

OPTIROC PREMIX S.A.

Aritz Bidea, 103; 48100 MUNGUÍA (Vizcaya)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachada de albañilería u hormigón, constituido por un mortero al que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero.

Renovación del DIT nº 273.

**VALIDEZ:** en tramitación DIT plus.

**DIT Nº: 362****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ONELITE-RG**

OPTIROC PREMIX S.A.

Aritz Bidea, 103; 48100 MUNGUÍA (Vizcaya)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachada de albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado, labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso.

Renovación del DIT nº 287.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 365****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ADHEROL-RG**

YEDESA (Yesos, Escayolas y Derivados S.A.)

Autovía del Mediterráneo, salida 537; 04628 ANTAS (Almería)

**Revestimiento monocapa**

Constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso. Es un revoco pesado que colabora en la impermeabilidad del soporte (hormigón, bloques de hormigón y fábrica de ladrillo cerámico), resistente a las temperaturas extremas y al impacto de cuerpos duros. Durabilidad y comportamiento a la suciedad similar a los revocos tradicionales.

Renovación del DIT nº 288.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 366****SISTEMAS DE PILARES R PREFABRICADOS DE HORMIGÓN**

RUBIERA BURGOS S.A.

Federico Martínez Varea, 31; Apartado 114; 09080 BURGOS

**Sistema constructivo**

Pilares prefabricados de hormigón armado fabricados en diferentes secciones y longitudes de acuerdo con las necesidades de proyecto. El armado también será variable en función de las solicitudes a las que estará sometido. La unión se realiza mediante un hormigonado en obra a través de un cajetín en la parte inferior del pilar y de una armadura de solape en la parte superior. La adherencia está garantizada por la superficie estriada del cajetín. Desde 1977 se han construido más de 2.600.00 m<sup>2</sup> en tipologías de edificación diversas: viviendas, centros comerciales, docentes, industriales, aparcamientos, etc.

Renovación del DIT nº 292.

**VALIDEZ:** 30/06/2006, con seguimiento anual, en renovación

**DIT Nº: 367/R**

**SISTEMA DRACE PARA CERRAMIENTO DE FACHADAS CON PANELES PREFABRICADOS DE G.R.C.**

DRACE-CONSTRUCCIONES ESPECIALES Y DRAGADOS S.A.

Avenida Fuente La Mora, 2; 28050 MADRID.

**Cerramiento de fachadas**

Sistema constructivo de paneles ligeros de GRC, prefabricados con sistemas industriales en factoría, para cerramientos de fachadas, no portantes. Se fabrican en tres tipos: Cáscara, Stud-Frame y Sándwich, con distintos acabados: Natural (varios colores dependiendo del cemento y varias texturas), Pétreo (color y textura en función del árido utilizado) y Pintado.

**VALIDEZ:** 26/01/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 368**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS CREVIGRAN**

CREVILLENINA DE COLORES S.L.

Partida de Cachapets, 43; 03330 CREVILLENTE (Alicante)

**Revestimiento monocapa**

Constituido por un mortero que una vez aplicado y en fresco se le proyecta un árido de mayor tamaño. Revoco ligero que colabora en la impermeabilidad del soporte (hormigón, bloques de hormigón y fábrica de ladrillo cerámico) y es resistente a las temperaturas extremas y al impacto de cuerpos duros. Durabilidad y comportamiento a la suciedad similar a los del hormigón lavado de árido liso.

Renovación del DIT nº 278/R.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 369**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS CREVIGRAN-R**

CREVILLENINA DE COLORES S.L.

Partida de Cachapets, 43; 03330 CREVILLENTE (Alicante)

**Revestimiento monocapa**

Constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso. Es un revoco pesado que colabora en la impermeabilidad del soporte (hormigón, bloques de hormigón y fábrica de ladrillo cerámico), resistente a las temperaturas extremas y al impacto de cuerpos duros. Durabilidad y comportamiento a la suciedad similar a los revocos tradicionales.

Renovación del DIT nº 279/R.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 370-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS MYRSAC 700 Y 710**

GRUPO HORMASA

Edificio CTH, Polígono Industrial Talluntxe II, (M-10); 31192 TAJONAR (Navarra) )Revestimiento monocapa

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados (Raspado o labrado, Tirolesa o gota, Rústico, chafado y Liso)

**VALIDEZ:** 08/01/2012, con seguimiento anual.

**DIT Nº 371**

**SISTEMA DE PUNTALES STEN**

SISTEMAS TÉCNICOS DE ENCOFRADOS S.A.

Ctra. N-152, km 14; C/ Besós, 4; Apartado, 87; 08150 PARETS DEL VALLÉS (Barcelona)

**Sistema de puntales**

El puntal STEN es una pieza resistente a los esfuerzos de compresión. Se utiliza en las obras de construcción para soportar temporalmente el encofrado y parte de la estructura de hormigón armado, hasta que ésta adquiere la resistencia necesaria. Incorpora un mecanismo que permite la descarga casi instantánea del mismo con un mínimo esfuerzo.

**VALIDEZ:** 20/12/2006, con seguimiento anual, en renovación

**DIT Nº: 372-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS TECNOCEM-P**

TECNOLOGÍA DEL CEMENTO, S.L.

Polígono Industrial Agruenco.C/ Plateros nº 7; 04738 PUEBLA DE VICAR (Almería)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachada en albañilería u hormigón. Constituido por un mortero modificado y coloreado al que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 373-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS TECNOCEM**

TECNOLOGÍA DEL CEMENTO, S.L.

Polígono Industrial Agruenco. C/ Plateros nº 7; 04738 PUEBLA DE VICAR (Almería)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o rústico, chafado y liso.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 374**

**SISTEMA MONDIAL DE TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE A PRESIÓN, EN INSTALACIONES ENTERRADAS**

UPONOR RESIPLAST S.A.U. (ECOPLAS S.A. – PORTUGAL)

Frederic Mompou, 5; Edif. Euro 2 - 4º B; 08960 SAN JUST DESVERN (Barcelona)

**Sistema de tuberías para la conducción de agua a presión, en instalaciones enterradas**

Sistema de tuberías para aplicación en la canalización enterrada para la conducción de agua potable a presión hasta 45º C. El tubo se obtiene en continuo por extrusión del compuesto de resina de PVC, y donde se modifica la estructura molecular del PVC orientando sus moléculas preferentemente en dirección circunferencial y confiriendo al tubo final, unas características físicas diferentes.

Confirmación del Documento de Homologação DH 599 del LNEC.

**VALIDEZ:** Anulado.

**DIT Nº: 378/R**

**SISTEMA DE TABIQUERÍA DE PANELES DE YESO CON FIBRA DE VIDRIO PANELSYSTEM**

TABIQUERÍA ESPECIALIZADA S.L.

Camino de la Vega s/n; 19160 CHILOECHES (Guadalajara)

**Sistema de tabiquería**

Tabiquería industrializada de altura variable hasta 2,90 m, compuesta por paneles aligerados de yeso reforzado con fibra de vidrio, para utilización de trasdosados de fachadas y distribuciones interiores de edificios. Se fábrica con dos espesores 7 y 9 cm, con anchos de 61 y 50 cm respectivamente. El panel tiene una forma paralelepípedica con un machihembrado en los cantos laterales para conseguir el ensamble de los distintos elementos constitutivos del tabique.

Renovación del DIT nº 309.

**VALIDEZ:** 01/08/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 379**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS MORCEMDUR-P**

GRUPO PUMA S.A.

Alcalde Guillermo Reina, 144; Polígono Industrial El Viso; 29006 MÁLAGA

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado sobre el que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero.

Renovación del DIT nº 294.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 380/R**

**SISTEMA DE AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO CON CONTRIBUCIÓN A LA IMPERMEABILIZACIÓN URSA MUR**

URSA IBÉRICA AISLANTES S.A.

Mejía Lequerica, 10; 28004 MADRID

**Sistema de aislamiento termoacústico impermeabilizante**

Solución constructiva con funciones de impermeabilización y de aislamiento termoacústico, consistente en incorporar un aislamiento, en el trasdós de una fábrica de cerramiento exterior, fijándolo con un mortero preparado al efecto. El conjunto se trasdosa posteriormente. El objeto del sistema es aislar térmicamente el cerramiento e incrementar las prestaciones acústicas del mismo e impermeabilizar al agua el trasdós.

**VALIDEZ:** 18/03/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 382**

**SISTEMA IRETE DE IMPERMEABILIZACIÓN LÍQUIDA**

IRET S.A. (Ingeniería y Realizaciones Técnicas)

José Antonio Navarrete, 2 - 1º G; 28043 MADRID

**Sistema de impermeabilización líquida en obras hidráulicas en hormigón**

Sistema de impermeabilización líquida, continuo, adherido, de aplicación "in situ", basado en el empleo de resinas sintéticas de poliuretano bicomponentes, para estanqueidad de obras hidráulicas en hormigón y soportes

metálicos. El sistema contribuye a la protección contra la corrosión debida al agua o aguas residuales. El campo de aplicación es el tratamiento de estanqueidad de obras hidráulicas en hormigón, quedando excluida la impermeabilización de cubiertas y otros elementos de edificación.

Renovación del DIT nº 291.

**VALIDEZ:** 20/05/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 384**

**SISTEMA DE TUBERÍA DE SANEAMIENTO CORRUGADA DE DOBLE PARED PVC SN 8 "URALITA SANECOR"**

URALITA SISTEMAS DE TUBERÍAS S.A.

Pueblos, 23; 28760 TRECANTOS (MADRID)

**Sistema de tubería de saneamiento**

Sistema de canalizaciones subterráneas enterradas en zanja o en galerías de servicio, para saneamiento sin presión, para transporte de efluentes, conforme a reglamentación en vigor y siempre a temperaturas inferiores a 35° C. Estas canalizaciones son de utilidad en las acometidas domiciliarias, conexiones de sumideros, colectores urbanos, industriales, interceptores y emisarios.

**VALIDEZ:** 07/06/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 385**

**SISTEMA DE CERRAMIENTO LIGERO DE FACHADAS CON PANEL HIPERTEC WALL**

METECNO

Vía per Casino, 19; 20067 TRIBIANO (MILÁN – ITALIA)

**Cerramiento ligero de fachadas**

El panel HIPERTEC WALL configura un sistema de cerramiento ligero de fachadas compuesto por paneles sándwich con un alma de lana de roca y caras de chapas de acero galvanizadas y accesorios (remates, juntas, mecanismos de fijación y sellante).

Euroagrément 004/02/E.

**VALIDEZ:** 21/06/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 386**

**SISTEMA DE CERRAMIENTO LIGERO DE CUBIERTAS CON PANEL HIPERTEC ROOF**

METECNO

Vía per Casino, 19; 20067 TRIBIANO (MILÁN – Italia)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

El panel HIPERTEC ROOF configura un sistema de cerramiento ligero de fachadas compuesto por paneles sándwich con un alma de lana de roca y caras de chapas de acero galvanizadas y accesorios (remates, juntas, mecanismos de fijación y sellante).

Euroagrément 005/02/E.

**VALIDEZ:** 21/06/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 389**

**SISTEMA VISEMAR DE LOSAS DE MÁRMOL REFORZADAS CON PLACAS PLANAS DE FIBROCEMENTO (SIN AMIANTO) PARA PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS**

VISEMAR PIEDRA NATURAL S.L.U.

Carretera del Castillo, km 1; 03660 NOVELDA (Alicante)

**Sistema de revestimiento de suelos**

El sistema VISEMAR consiste en el revestimiento y pavimento que permite elaborar y aplicar la piedra natural, y los mármoles en particular, en forma de un producto laminado compuesto por una parte principal de la materia natural y una placa plana de fibrocemento (sin amianto) de refuerzo que le confiere a las piezas resultantes una mayor fiabilidad en su manejo y aplicación.

**VALIDEZ:** 16/07/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 390**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS MORCEMDUR-R**

GRUPO PUMA S.A.

Alcalde Guillermo Reina, 144; Polígono Industrial El Viso; 29006 MÁLAGA

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado sobre el que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o rústico, chafado y liso.

Renovación del DIT nº 295.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 391**

**SISTEMA PARA VIVIENDAS PROVISIONALES DE EMERGENCIA (VPE)**  
DIRECCIÓN GENERAL DE LA VIVIENDA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
Paseo de la Castellana, 67; 28071 MADRID

**Viviendas provisionales de emergencia**

El sistema VPE para Viviendas Provisionales de Emergencia está previsto para facilitar alojamiento a las personas, en condiciones de emergencia. El Sistema VPE conforma un sistema de vivienda completo que incluye, además, soluciones de agrupación e implantación en el terreno. Configura un sistema de viviendas provisionales completo, solucionado, fundamentalmente, con la madera y sus derivados. La vivienda está diseñada para disponerse en determinadas agrupaciones, en las que se resuelven, además, las infraestructuras que éstas requieren.

**VALIDEZ:** 30/07/2007.

**DIT Nº: 392**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS REVAT-PIEDRA**  
PROPAMSA S.A.

Ctra. N-340, km 1242,3; Polígono Industrial Les Fallulles; 08620 SANT VICENÇ DELS HORTS (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros y fachadas de albañilería y hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado sobre el que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero. Renovación del DIT nº 310.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 393**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS REVAT-RASPADO**  
PROPAMSA S.A.

Ctra. N-340, km 1242,3; Polígono Industrial Les Fallulles; 08620 SANT VICENÇ DELS HORTS (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros y fachadas de albañilería y hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado sobre el que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o rústico, chafado y liso.

Renovación del DIT nº 311.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 395**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS COTEGRAN NG**  
LAFARGE TEXSA MORTEROS S.A.

Ferro, 7; Polígono Industrial Can Pelegrí; 08755 CASTELLBISBAL (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros y fachadas de albañilería y hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado sobre el que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado, labrado, tirolesa o rústico, chafado y liso.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 396**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS COTEGRAN RPM**  
LAFARGE TEXSA MORTEROS S.A.

Ferro, 7; Polígono Industrial Can Pelegrí; 08755 CASTELLBISBAL (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros y fachadas de albañilería y hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado sobre el que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o rústico, chafado y liso.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 398**

**SISTEMA INDUSTRIALIZADO BSCP PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS CON ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO**

BSCP S.L.

Corona Austral, 32; 28023 ARAVACA (Madrid)

**Sistema constructivo**

Sistema constructivo que permite la construcción de edificios con elementos de hormigón armado fabricados mediante sistemas industriales y de forma racionalizada, según el tipo de obra, en taller o a pie de obra. Es un sistema abierto que permite la combinación con otros sistemas constructivos tanto tradicionales como no

tradicionales.

**VALIDEZ:** 21/12/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 399**

**MORTERO HIDRÁULICO PARA IMPERMEABILIZACIÓN ZORCONS HIDRO**

ZORELOR S.A.

Zurrupitieta, 7; Polígono Industrial Júndiz; 01195 VITORIA (Álava)

**Revestimiento hidráulico para impermeabilización**

Revestimiento hidráulico para impermeabilización de paramentos verticales de hormigón y albañilería, aplicable tanto en interiores como en exteriores, así como por encima y por debajo del nivel del terreno.

**VALIDEZ:** 21/12/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 400/R**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN INTEMPER TF PARA CUBIERTAS: TF BASICO, TF MIXTO, TF ALJIBE, TF ECOLOGICO Y TF ECOLOGICO ALJIBE**

INTEMPER ESPAÑOLA S.A.

Eugenio Salazar, 23; 28002 MADRID

**Sistema de impermeabilización de cubiertas**

Los sistemas INTEMPER TF de impermeabilización de cubiertas están formados, entre otros componentes, por una membrana impermeabilizante no adherida de PVC-P plastificado, más un pavimento aislante y drenante, de hormigón poroso y poliestireno extruido, configurado por baldosas denominadas losas FILTRÓN.

**VALIDEZ:** 21/12/2007, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 401**

**SISTEMA URATOP DE TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN, EN INSTALACIONES ENTERRADAS**

URALITA SISTEMAS DE TUBERÍAS S.A.

Pueblos, 23; 28760 TRES CANTOS (Madrid)

**Sistema de tuberías para la conducción de agua a presión, en instalaciones enterradas**

Sistema de tuberías de PVC orientada molecularmente para la conducción de agua a presión hasta 45°C, en instalaciones enterradas.

**VALIDEZ:** Anulado .

**DIT Nº: 402**

**SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR WALL-TERM**

ALP PINTURAS S.A.

Francia, 7; Polígono Industrial Pla de Llerona; 08520 LAS FRANQUESAS DEL VALLÉS (Barcelona)

**Sistema de aislamiento por el exterior**

Sistema de aislamiento térmico por el exterior, aplicado sobre paredes verticales en albañilería o en hormigón, para las que constituyen una unidad de obra complementaria y diferente.

Renovación del DIT nº 308.

**VALIDEZ:** 21/12/2007, con seguimiento anual, en tramitación de DITE.

**DIT Nº: 403**

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS CON PLACAS PLANAS NATURVEX TC**

FIBROCEMENTOS NT S.L.

Mejía Lequerica, 10; 28004 MADRID

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Revestimiento de fachadas ventiladas ejecutado con placas planas Naturvex TC de cemento reforzado con fibras de celulosa y otras cargas, fijadas mediante remaches a una subestructura vertical metálica, solidaria con el muro soporte.

**VALIDEZ:** Anulado.

**DIT Nº: 404**

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS UNYCLAD**

EUROGRAMCO S.L.

Becerreira, 233; Nave 1 - Cabral; 36310 VIGO (Pontevedra)

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas para placas de piedra compuesto por un entramado oculto de perfiles verticales y horizontales de aleación de aluminio que se fijan a la estructura del edificio.

**VALIDEZ:** 20/03/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 405**

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS MEDIANTE BANDEJAS PROCEDENTES DE PANELES LARSON PCA**

ALUACOIL S.A.

Ircio; Parcelas R72-R77; Polígono Industrial Bayas; 09200 MIRANDA DEL EBRO (Burgos)

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Revestimiento de fachadas ventiladas a base de elementos conformados con bandejas a partir de paneles LARSON PCA (panel composite de aluminio fabricado mediante un proceso industrial consistente en adherir, de forma continua y en ambos lados de un núcleo de polietileno, dos láminas de aluminio aleado).

**VALIDEZ:** 10/04/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 406**

**SISTEMA FOREL PARA FORJADOS LIGEROS**

FOREL S.A.

Turquesa, 15; Parcela 261; Polígono San Cristóbal; 47012 VALLADOLID

**Forjados**

Sistema constructivo para la realización de forjados ligeros unidireccionales o reticulares hormigonados "in situ", basado en elementos que actúan como piezas de entrevigado y de encofrado perdido para hormigonado de los nervios; con adicionalmente aislamiento térmico intrínseco.

**VALIDEZ:** 14/05/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 407**

**SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE PANELES DE HORMIGÓN ARMADO PANELMARK**

PIEDRA NATURAL DE LEIRO S.A.

Ctra. de Ribes, km 46,300; El Rieral-Tagamanet; 08591 BARCELONA

**Sistema constructivo**

Sistema constructivo basado en paneles portantes de hormigón armado fabricados mediante sistemas industriales y de forma racionalizada en taller. Es un sistema abierto que permite la combinación con otros sistemas constructivos tradicionales como estructuras de elementos metálicos, de hormigón armado, cerramientos exteriores y divisiones interiores.

**VALIDEZ:** 21/05/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 408**

**SISTEMA DE COLUMNAS PARA ALUMBRADO DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO POSTES NERVIÓN**

POSTES NERVIÓN S.A.

Gran Vía, 81 - 7ª planta, Dpto. 2; 48011 BILBAO (Vizcaya)

**Columna de alumbrado**

Columnas troncocónicas obtenidas por el procedimiento de centrifugación, que van empotradas, o bien provistas de una placa de acero galvanizado u otro material que, fijado a la columna por medio de resina de poliéster y fibra de vidrio, facilite el anclaje de aquella al terreno. Están constituidas por una mezcla de resinas de poliéster, reforzadas con fibra de vidrio y un velo superficial también de vidrio, pigmentos y resina de poliuretano.

Renovación del DIT nº 315.

**VALIDEZ:** 19/05/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 409/A**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS MAPEFRONT RASPAT**

IBERMAPEI S.A.

Plaza de Cataluña, 20 - 5ª planta; 08002 BARCELONA

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

Renovación del DIT nº 313.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 410**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS PLIMADUR-S**

PUMA-STIKEN S.A.

Marineta, 14-16; Polígono Industrial Levant; 08150 PARET DEL VALLÉS (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

Renovación del DIT nº 317.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 411-p****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS REMOR-R**

RODACAL BEYEM S.L.

Ctra. Madrid-Alicante, km 213; 02630 LA RODA (Albacete)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

Renovación del DIT nº 322.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual.**DIT Nº: 412****HIDROFUGANTE SUPERFICIAL PARA FACHADAS IMPERNOR-Q**

NORQUIMIA S.A.

Polígono Industrial de Sabón; Parcela 143; Naves 6, 6A y 7; 15142 ARTEIXO (La Coruña)

**Hidrofugante**

Producto hidrofugante formado por una disolución de compuestos alquilsilicónicos, el cual una vez aplicado sobre el soporte penetra en él polimerizándose con la humedad atmosférica o la presente en el propio soporte, formando películas muy finas en las superficies interiores de los capilares, las cuales funcionan como una membrana que reduce el paso del agua, permitiendo el paso del vapor de agua sin afectar significativamente a la apariencia exterior del soporte.

**VALIDEZ:** 12/06/2008, con seguimiento anual.**DIT Nº: 413****ADHESIVO DE UNIÓN DE MORTERO FRESCO RESINOR**

NORQUIMIA S.A.

Polígono Industrial de Sabón; Parcela 143; Naves 6, 6ª y 7; 15142 ARTEIXO (La Coruña)

**Agentes adhesivos**

Producto formado por un copolímero acrílico en dispersión acuosa con antiespumantes, antimicrobianos y otros aditivos. Este producto es utilizado para incrementar la adherencia de un mortero u hormigón de cemento nuevo sobre soportes, que presentan superficies poco porosas.

**VALIDEZ:** 12/06/2008, con seguimiento anual.**DIT Nº: 414-p****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS PREBESEC**

PREBESEC S.A.

C/ Torrenteres nº 20-22; Polígono Industrial Sur; 08754 EL PAPIOL (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite el acabado raspado.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual**DIT Nº: 415****SISTEMA FULLFLOW DE EVACUACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA EN CUBIERTAS POR EFECTO SIFÓNICO**

FULLFLOW SISTEMAS S.L. (FULLFLOW GROUP LTD.)

Canteras, 30; 28860 PARACUELLOS DEL JARAMA (Madrid)

**Sistema de evacuación de aguas pluviales**

Sistema para la evacuación de aguas de lluvia, por efecto sifónico, desde la cubierta hasta el sistema subterráneo de saneamiento en edificios industriales, comerciales y públicos.

Euroagrément 003/02/E.

**VALIDEZ:** 29/08/2008, con seguimiento anual.**DIT Nº: 416****SISTEMA PREINCO PARA CERRAMIENTO DE FACHADAS CON PANELES PREFABRICADOS DE G.R.C.**

PREINCO S.A.

Bronce, 14; 28830 SAN MARTÍN DE LA VEGA (Madrid)

**Cerramiento ligero de fachadas**

Sistema constructivo de paneles de fachadas ligeros formado por G.R.C., un mortero reforzado con fibra de vidrio, resistente a los álcalis del cemento en una proporción entre el 4% y 5% del peso total. Se fabrican en tres tipos: Lámina rigidizada, Stud-Frame y Sándwich, con distintos acabados.

**VALIDEZ:** 25/07/2008, con seguimiento anual.**DIT Nº: 417****SISTEMA DE EJECUCIÓN DE CUBIERTAS Y CERRAMIENTOS CON PLACAS ONDULADAS DE**



**FIBROCEMENTO NT (SIN AMIANTO) REFORZADAS**

FIBROCEMENTOS NT S.L.

Mejía Lequerica, 10; 28004 MADRID

**Cerramiento ligero de cubiertas**

Sistema de cubiertas y cerramientos ejecutados mediante productos de colocación discontinua, solapando entre sí placas onduladas de fibrocemento NT (sin amianto reforzadas) y sus piezas complementarias.

Renovación del DIT nº 330.

**VALIDEZ:** Anulado.**DIT Nº: 418-p****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ISOPREN**

REVESTIMIENTO MACAEL S.L.

Polígono Industrial Rubira Sola; Parcela S-2A; 04867 MACAEL (Almería)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso.

**VALIDEZ:** 01/02/2012, con seguimiento anual.**DIT Nº: 419****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS COTEGAN RPB**

TEXSA S.A.

Ferro, 7; Polígono Industrial Can Pelegrí; 08755 CASTELLBISBAL (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado al que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero.

Renovación del DIT nº 297.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.**DIT Nº: 420****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS COTEGAN RPL**

TEXSA S.A.

Ferro, 7; Polígono Industrial Can Pelegrí; 08755 CASTELLBISBAL (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite el acabado raspado.

Renovación del DIT nº 298.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.**DIT Nº: 422****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS COTEGAN 2000**

TEXSA S.A.

Ferro, 7; Polígono Industrial Can Pelegrí; 08755 CASTELLBISBAL (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite el acabado raspado.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.**DIT Nº: 423****MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS TISAGRAN RF**

MORTEROS TISA S.L.

Polígono Industrial Santa Ana; Parcela 16; 41590 LA RODA DE ANDALUCÍA (Sevilla)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite el acabado raspado.

**VALIDEZ:** 31/12/2005, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 424**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ONELITE RF**

OPTIROC PREMIX S.A.

Aritz Bidea, 103; 48100 MUNGUIA (Vizcaya)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite los siguientes acabados: raspado, rústico, gota o tirolesa y chafado.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 425**

**SISTEMA PARA CERRAMIENTO DE CUBIERTAS CON PANELES SANDWICH TERMOCHIP TIPOS TAH, TRcH, TRrH, TPzH, TDmH, TFeH y TVH DE AUXITESA**

AUXITESA S.L.

La Medua s/n; 32330 SOBRADELO DE VALDEORRAS (Orense)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

Sistema de cerramiento ligero de cubiertas, compuesto por paneles constituidos por dos tableros de materiales diversos recubiertos o no con barnices, pinturas o acabados plásticos y alma central de espuma de poliestireno extruido. El sistema requiere una impermeabilización complementaria.

**VALIDEZ:** 03/12/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 426-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS REVOCRIL-P**

REVESTIMIENTOS ANDALUCES S.A.

Polígono Industrial 2 de Octubre, c/ Bernard Vicent, Parcela5 – Manzana 8; 18320 SANTA FÉ (Granada)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado al que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero.

**VALIDEZ:** 20/04/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 427-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS REVOCEM-R**

REVESTIMIENTOS ANDALUCES S.A.

Polígono Industrial 2 de Octubre, c/ Bernard Vicent, Parcela 5 – Manzana 8; 18320 SANTA FE (Granada)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 429-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS REPOIS-P**

TEAIS S.A.

Polígono Industrial de Sabón; Parcela 156; 15142 ARTEIXO (La Granada)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado al que, una vez aplicado sobre el cerramiento y en fresco, se proyecta un árido de mayor tamaño que el utilizado en el mortero.

Renovación del DIT nº 332.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 430-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS REPOIS-R**

TEAIS S.A.

Polígono Industrial de Sabón; Parcela 156; 15142 ARTEIXO (La Coruña)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso.

Renovación del DIT nº 333.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 431/A**

**SISTEMA PORTANTE EMMEDUE DE PANELES DE HORMIGÓN ARMADO CON NÚCLEO DE E.P.S.**

M2 EMMEDUE S.P.A.

Via Toniolo, 39 b; Z.I. Bellocchi; 61032 FANO (Italia)

**Sistema constructivo**

Sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en su caras constituida por mallazos de acero de alta resistencia y barras corrugadas, vinculados entre sí por conectores de acero electrosoldados.

**VALIDEZ:** 19/12/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 432**

**SISTEMA PREINCO DE PANELES PORTANTES DE HORMIGÓN ARMADO**

PREINCO S.A.

Bronce, 14; 28830 SAN MARTÍN DE LA VEGA (Madrid)

**Sistema constructivo**

Sistema constructivo basado en paneles portantes de hormigón armado fabricados con sistemas industriales y de forma racionalizada en taller. El sistema está enmarcado dentro del grupo de paneles armados previstos para trasdosar.

**VALIDEZ:** 19/12/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 433**

**SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN EN SECO DE FABRICAS CON BLOQUES DE HORMIGÓN CELULAR TASTA**

GRUPO EURO BLOQUE S.L. (TASTA B.V. - HOLLAND)

Cap Negret, 55 A, Loc. 6; 03590 ALTEA (Alicante)

**Muro de hormigón celular**

Sistema de construcción en seco de fábricas con bloques de hormigón celular TASTA, consiste en bloques de hormigón celular curado en autoclave aparejados para formar muros de carga para uso tanto al exterior como al interior de los edificios sobre rasante, como muros no portantes y paredes medianeras entre viviendas. Estos bloques se unen por medio de perfiles de materiales sintéticos que se introducen en ranuras entalladas en los mismos, excepto en las primeras células que se utiliza un mortero de asiento.

Confirmación del Agrément KOMO 18001/98 del IKOB con supervisión de autocontrol.

**VALIDEZ:** 30/12/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 435**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS WEBER.PRAL TERRA**

SAINT GOBAIN WEBER CEMARKSA

Ctra. N-152, km 9; 08110 MONTCADA I REIXAC (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 436**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS PAVISTAMP R**

CIA. ESP. DE HORMIGONES ESTAMPADOS S.L.

Polígono Industrial Mas-Roig; Parcela 50; 43896 L'ALDEA (Tarragona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado decorativo y protección frente a la intemperie de muros de fachadas en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado sobre el cerramiento y parcialmente endurecido, admite el acabado raspado.

**VALIDEZ:** en tramitación de DIT plus.

**DIT Nº: 437/R**

**SISTEMA DE CERRAMIENTO LIGERO DE CUBIERTAS CON PANEL ISOTEGO 1000**

ISOPÁN IBÉRICA S.L.

Avda. de les Puntetes, P-23; Polígono Industrial de Constantí; 43120 CONSTANTÍ (Tarragona)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

Sistema de cerramiento ligero de cubiertas con pendiente mínima del 7%, compuesto por paneles fuertemente nervados, construidos en factoría, constituidos por dos láminas metálicas perfiladas en frío, recubiertas o no con prelacados, unidas entre sí por un alma de espuma de poliuretano rígido expandido sin CFC, ni HCFC, inyectado en continuo a alta presión y adherido durante la fabricación a los perfiles metálicos.

**VALIDEZ:** 30/12/2008, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 438**

**SISTEMA ESTRUCTURAL METÁLICO CUMBEVA PARA CUBIERTAS**

CUBIERTAS METÁLICAS VÁZQUEZ S.L.

Cuesta de San Francisco, 4; Polígono Industrial Las Arenas (Pinto); 28230 LAS ROZAS (Madrid)

**Sistema de cubiertas**

Estructuras en acero ligero galvanizado que tienen como finalidad la formación de cubiertas de edificios en sus múltiples variedades: habitables bajo cubierta, no habitables, etc., y que a su vez, sirven de soporte a las coberturas de dichas cubiertas: teja, pizarra, polivinilos, paneles sándwich, madera, etc.

**VALIDEZ:** 07/07/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 439**

**SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN DE RUIDO DE IMPACTO IMPACTODAN**

DANOSA

Antigua Ctra. Burgos, km 18,700; 28700 SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (Madrid)

**Sistema de aislamiento acústico**

El sistema IMPACTODAN contribuye a la mejora del comportamiento frente al ruido de impacto de los forjados. Este sistema está formado por una lámina de polietileno reticulado IMPACTODAN y por bandas del mismo material que se sellan sobre la anterior y se utilizan para desolidarizar la lámina en encuentros en muros, material, etc. La lámina va protegida por un mortero antes de la colocación del solado.

**VALIDEZ:** 12/07/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 440**

**SISTEMA URALITA: POZOS DE REGISTRO SANECOR Y ACOMETIDAS CON TUBOS SANECOR PARA SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN INSTALACIONES ENTERRADAS**

URALITA SISTEMAS DE TUBERÍAS S.A.

Carpinteros s/n; 28906 GETAFE (Madrid)

**Aplicaciones en saneamiento**

El sistema URALITA de pozos de registro SANECOR y acometidas con tubos SANECOR es aplicable en conducciones de saneamiento sin presión, conforme a la reglamentación en vigor y siempre a temperaturas inferiores a 35° C.

**VALIDEZ:** 06/08/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 441**

**SISTEMA DE TUBERÍAS MOLECULARMENTE ORIENTADA DE PVC "URATOP" PARA PRESIONES DE 16 BAR Y 25 BAR Y DIÁMETROS 110, 140, 160, 200, 250 Y 315 PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN, EN INSTALACIONES ENTERRADAS**

URALITA SISTEMAS DE TUBERÍAS S.A.

Carpinteros s/n; 28906 GETAFE (Madrid)

**Sistema de tuberías para la conducción de agua a presión, en instalaciones enterradas**

El sistema URATOP es aplicable en canalizaciones enterradas, para la conducción de agua destinada al consumo humano y usos generales a presiones de 16 bar y 25 bar y a temperatura inferior a 45° C.

**VALIDEZ:** 06/08/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 442-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS EXINTER RASQUETA**

RYDESA S.A.

Ctra. M-311 Chinchón a Morata de Tajuña, km 8,500; 28530 MORATA DE TAJUÑA (Madrid)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 443-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS CoverMed**

MONOCAPAS MEDITERRÁNEO S.L.

Finca Los Conesas; 30593 LA PALMA - CARTAGENA (Murcia)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que, una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados: raspado o labrado, tirolesa o gota, rústico, chafado y liso.

**VALIDEZ:** 20/07/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 444**

**SISTEMA DE FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE TUBOS AFTHAP DRACE DE HORMIGÓN ARMADO**

**Y POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA**

DRACE-CONST. ESPECIALES Y DRAGADOS S.A.

Finca El Lobo; 11368 ESTACIÓN FÉRREA DE SAN ROQUE (Cádiz)

**Sistema de fabricación de tuberías para la conducción de agua a presión, en instalaciones enterradas**

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP DRACE de hormigón armado y postesado con camisa de chapa, válidos para distintas presiones en función de su diseño, y para su uso en abastecimientos, saneamientos, riegos, impulsiones, sifones, depuradoras, centrales hidroeléctricas y otros.

**VALIDEZ:** 30/08/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 445****SISTEMA DE FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE TUBOS AFTHAP DELTA DE HORMIGÓN ARMADO Y POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA**

PREFABRICADOS DELTA S.A.

La Alianza s/n; Polígono Industrial de San Pancracio; 14500 PUENTE GENIL (Córdoba)

**Sistema de fabricación de tuberías para la conducción de agua a presión, en instalaciones enterradas**

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP DELTA de hormigón armado y postesado con camisa de chapa, válidos para distintas presiones en función de su diseño, y para su uso en abastecimientos, saneamientos, riegos, impulsiones, sifones, depuradoras, centrales hidroeléctricas y otros.

**VALIDEZ:** 30/08/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 446****SISTEMA DE FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE TUBOS AFTHAP TYPASA DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA**

TUBERÍAS Y PREFABRICADOS S.A.

Ctra. Isla Menor, km 1,500; 41700 DOS HERMANAS (Sevilla)

**Sistema de fabricación de tuberías para la conducción de agua a presión, en instalaciones enterradas**

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP TYPASA de hormigón armado con camisa de chapa, válidos para distintas presiones en función de su diseño, y para su uso en abastecimientos, saneamientos, riegos, impulsiones, sifones, depuradoras, centrales hidroeléctricas y otros.

**VALIDEZ:** 30/08/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 447/A****SISTEMA DE FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE TUBOS AFTHAP STF DE HORMIGÓN ARMADO Y POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA**

S.A.E. TUBO FÁBREGA UNIPERSONAL

Ctra. C-404 Navalcarnero a Chinchón, km 40; 28350 CIEMPOZUELOS (Madrid)

**Sistema de fabricación de tuberías para la conducción de agua a presión, en instalaciones enterradas**

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP STF de hormigón armado con camisa de chapa, válidos para distintas presiones en función de su diseño, y para su uso en abastecimientos, saneamientos, riegos, impulsiones, sifones, depuradoras, centrales hidroeléctricas y otros.

**VALIDEZ:** 30/08/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 448****SISTEMA DE FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE TUBOS STF DE HORMIGÓN ARMADO**

S.A.E. TUBO FÁBREGA UNIPERSONAL

Ctra. C-404 Navalcarnero a Chinchón, km 40; 28350 CIEMPOZUELOS (Madrid)

**Sistema de fabricación de tuberías para la conducción de agua en instalaciones enterradas**

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos STF de hormigón armado, válidos para su uso en abastecimientos y en perforaciones horizontales, fabricados por SAE Tubo Fábrega Unipersonal en su factoría de Ciempozuelos (Madrid).

**VALIDEZ:** 30/08/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 449****SISTEMA PARA CERRAMIENTO LIGERO DE CUBIERTAS CON PANEL ISOCOP-5 1000**

ISOPÁN IBÉRICA S.L.

Avda. de les Puntetes; Parcela 23; Polígono Industrial de Constantí; 43120 CONSTANTÍ (Tarragona)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

El panel ISOCOP-5 1000 de ISOPAN IBÉRICA S.L., configura un sistema de cerramiento ligero de cubiertas con pendiente mínima del 7% compuesto por paneles fuertemente nervados, construidos en fábrica, constituidos por dos láminas metálicas perfiladas en frío, recubiertas o no con prelacados, unidas entre sí por un alma de espuma de poliuretano rígido expandido sin CFC (clorofluorocarbono), ni HCFC (hidroclorofluorocarbono), inyectado en continuo a alta presión y adherido durante la fabricación a las chapas metálicas.

**VALIDEZ:** 29/10/2009, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 450****SISTEMAS PARA CERRAMIENTO LIGERO DE FACHADAS CON PANELES ISOPIANO 1000, ISORIGHE 1000 E ISOBOX 1000**

ISOPAN IBÉRICA S.L.

Avda. de les Puntetes; Parcela 23; Polígono Industrial de Constantí; 43120 CONSTANTÍ (Tarragona)

**Cerramiento ligero de fachadas**

Los paneles ISOPIANO 1000, ISORIGHE 1000 e ISOBOX 1000 de ISOPAN IBÉRICA S.L., configuran unos sistemas de cerramiento ligero de fachadas, compuesto por paneles sin nervaduras en el caso de ISOPIANO 1000, o poco nervados en el caso de ISORIGHE 1000 e ISOBOX 1000 que se diferencian en la geometría de las micronervaduras. Los paneles, construidos en fábrica, están constituidos por dos chapas metálicas galvanizadas, recubiertas o no con prelacados, unidas entre sí por un alma de espuma de poliuretano expandido sin CFC (clorofluorocarbono), ni HCFC (hidroclorofluorocarbono), inyectado en continuo a alta presión y adherido durante la fabricación a las chapas metálicas.

**VALIDEZ:** 29/10/2009, con seguimiento anual.**DIT Nº: 451****SISTEMA PARA CERRAMIENTO DE CUBIERTAS CON PANELES SANDWICH THERMOCHIP TIPOS TAO, TRo, TOO, TOH, TVO, TPO, TMH, TPF, TlrH y TPIH**

AUXITESA S.L.

La Medua, s/n; 32330 SOBRADELO DE VALDEORRAS (Orense)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

El procedimiento THERMOCHIP es un sistema de cerramiento ligero de cubiertas compuesto por paneles constituidos por dos tableros de materiales diversos recubiertos o no con barnices, pinturas o acabados plásticos y alma central de espuma de poliestireno extruido. El sistema requiere una impermeabilización complementaria.

**VALIDEZ:** 16/11/2009, con seguimiento anual.**DIT Nº: 452****SISTEMA DE PANELES PREFABRICADOS PORTANTES INDAGSA DE HORMIGÓN ARMADO**

INDAG S.A.

Santa María Magdalena, 14; 28016 MADRID

**Sistema constructivo**

Sistema constructivo basado en paneles portantes de hormigón armado fabricados con sistemas industriales y de forma racionalizada, en taller. El sistema está enmarcado dentro del grupo de paneles de hormigón armado previstos para trasdosar. Estos elementos, una vez montados en obra, constituyen el cerramiento y la estructura del edificio.

Renovación del DIT nº 326.

**VALIDEZ:** 23/12/2009, con seguimiento anual.**DIT Nº: 453/A****SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS CON BALDOSAS CERÁMICAS****PORCELANOSA GRUPO FV**

PORCELANOSA Grupo A.I.E.

Ctra. N-340, km 55,800; 12540 VILLAREAL (Castellón)

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Revestimiento de fachadas ventiladas ejecutado con baldosas de material cerámico de Porcelanosa Grupo FV, fijadas a una subestructura vertical metálica, solidaria con el muro soporte, fabricada por PROESGA, S.L.

**VALIDEZ:** 30/12/2009, con seguimiento anual.**DIT Nº: 454****SISTEMAS DE TABIQUERIA DE PIEZAS CERÁMICAS DE GRAN FORMATO MONTABRICK**

CERÁMICA LA MINILLA S.L.

Ctra. Alcalá de Henares, km 17,800; 19174 TORREJÓN DEL REY (Guadalajara)

**Sistema de tabiquería**

MONTABRICK es un sistema de tabiquería, compuesto por piezas cerámicas machihembradas de gran formato, para la utilización en distribuciones interiores de edificios con los espesores de 7 y 9,5 cm, y en trasdosados de fachadas con los espesores de 4,5 y 6 cm.

**VALIDEZ:** 30/12/2009, con seguimiento anual.

**DIT N°: 455**

**SISTEMA PORTANTE MK2 DE PANELES DE HORMIGÓN ARMADO CON NÚCLEO DE EPS**

EMMEDUE CONTINENTAL S.L.

Rafael Salgado, 7 Bajo izda.; 28036 MADRID

**Sistema constructivo**

MK2 es un sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en sus caras constituida por mallazos de acero de alta resistencia y barras corrugadas, vinculados entre sí por conectores de acero electrosoldados.

**VALIDEZ:** 30/12/2009, con seguimiento anual.

**DIT N°: 456-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ONELITE MQ**

MAXIT S.L.

Aritz Bidea, 103; 48100 MUNGUÍA (Vizcaya)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

**VALIDEZ:** 20/04/2011, con seguimiento anual.

**DIT N°: 457-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ONELITE R**

MAXIT S.L.

Aritz Bidea, 103; 48100 MUNGUÍA (Vizcaya)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

**VALIDEZ:** 20/04/2011, con seguimiento anual.

**DIT N°: 458-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS RASPADO VALLDI**

VALLDI S.L.

Antonio Tapies, 6-8; Polígono Industrial Can Humet; 08010 BARCELONA

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

**VALIDEZ:** 20/04/2011, con seguimiento anual.

**DIT N°: 459-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS CRYSOLEX**

EUROMONEY S.L.

Mar Mediterráneo, 4; 30163 COBATILLAS (Murcia)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

**VALIDEZ:** 20/04/2011, con seguimiento anual.

**DIT N°: 460**

**SISTEMA DE ENCOFRADOS NOPIN**

TALLERES ROMÁN GÓMEZ S.A.

Zorrolleta, 4; Polígono Industrial Jándiz; 01015 VITORIA (Álava)

**Sistema de encofrados**

NOPIN es un sistema de encofrados para forjados de hormigón armado apropiado para edificios de varias plantas y también para forjados de gran superficie que sea conveniente hormigonar en varias fases. Consta de una serie de elementos prefabricados que se ensamblan entre sí formando una base plana y resistente apoyada sobre puntales (que no forman parte del sistema). Sobre esta base se coloca el hormigón, las armaduras y el resto de los elementos que conforman el forjado.

**VALIDEZ:** 04/03/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 461****SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN CON LÁMINAS DE EPDM GISCOLENE 120**

GISCOSA S.L.

Torres Quevedo; Naves 2, 3 y 4; 28820 COSLADA (Madrid)

**Sistema de impermeabilización de cubiertas**

Sistema de impermeabilización con revestimiento monocapa con caucho EPDM GISCOLENE 120 aplicado a cubiertas. La lámina elastómera de caucho sintético EPDM se obtiene por calandrado y posterior vulcanización. El caucho base EPDM se obtiene por terpolimerización de etileno y propileno en presencia de compuestos diénicos y catalizadores. Al elaborar la lámina impermeabilizante se le añaden los aditivos y cargas correspondientes. La lámina GISCOLENE 120 se presenta en rollos de 1,50 m de largo por 20 m de largo (30 m<sup>2</sup>). También se puede servir en otras longitudes (hasta 300 metros lineales) o en forma de grandes mantas. Renovación del DIT nº 344.

**VALIDEZ:** 25/02/2010, con seguimiento anual.**DIT Nº: 462****SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE PANELES PORTANTES DE HORMIGÓN ARMADO AYC**

AYC ALLER S.L.

Juan de Austria, 29; 35660 CORRALEJO - LA OLIVA; FUERTEVENTURA (Gran Canaria)

**Sistema constructivo**

Sistema constructivo basado en paneles portantes de hormigón armado fabricados con sistemas industriales y de forma racionalizada en taller. El sistema está enmarcado dentro del grupo de paneles de hormigón armado previstos para trasdosar. Estos paneles, una vez montados en obra, constituyen el cerramiento y la estructura del edificio.

**VALIDEZ:** 25/02/2010, con seguimiento anual.**DIT Nº: 463****SISTEMA NIDYON DE PANELES VERTICALES PORTANTES DE HORMIGÓN CON NÚCLEO EPS**

NIDYON COSTRUZIONI S.P.A.

Via del Gelso, 13; 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN-ITALIA)

**Sistema constructivo**

El sistema constructivo NIDYON NYSP está basado en paneles verticales portantes, o no portantes, que permiten la construcción de los cerramientos exteriores y la tabiquería interna, tanto para la edificación civil como naves industriales, en edificios de hasta tres plantas. El sistema NIDYON NYSP se basa en un panel compuesto de una plancha de poliestireno expandido, acoplada con mallas electrosoldadas de acero galvanizado, que se completan en la obra con hormigón aplicado por proyección.

Es un DIT Mediterráneo, concedido simultáneamente por el ITC nº 632/05 y el IETcc.

**VALIDEZ:** 28/03/2010, con seguimiento anual.**DIT Nº: 464****SISTEMA DE MUROS DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO ROCKWOOD**

HERRERA-1 S.A.

Calzada Romana s/n; 06490 PUEBLA DE LA CALZADA (Badajoz)

**Sistema constructivo**

El sistema de muros de contención de tierras de Herrera obedece estructuralmente al tipo de muros segmentados de tierra reforzada, consistentes en un paramento exterior de bloques prefabricados de hormigón en masa, interconectados entre sí mediante cuñas situadas en la base de las piezas y un refuerzo de georred o geomalla sintética como elemento estructural.

**VALIDEZ:** 28/03/2010, con seguimiento anual.**DIT Nº: 465****SISTEMA PARA CERRAMIENTO DE CUBIERTAS CON PANELES PAISLANT TIPOS PANFRI 80, PANFRI 100 Y SANFRI 48 DE AISLAMIENTOS PAIS S.L.**

AISLAMIENTOS PAIS S.L.

Polígono Industrial de Barros; Parcela 29/9-10; 39408 LOS CORRALES DE BUELNA (Cantabria)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

El procedimiento PAISLANT es un sistema de cerramiento ligero de cubiertas realizado con paneles autoportantes constituidos por uno o dos (sándwich) tableros de madera o de partículas y alma central de espuma de poliuretano con cabrios laterales de madera.

**VALIDEZ:** 30/03/2010, con seguimiento anual.**DIT Nº: 466****SISTEMAS DE ENCOFRADOS ALUMECANO-ALUCUBETAS**

J. ALSINA S.A.

Polígono Industrial Pla d'en Coll-Camí de la Font Freda, 1; 08110 MONTCADA I REIXAC (Barcelona)

**Sistema de encofrados**

Los sistemas de encofrados se componen de diversos elementos que encajados entre sí, conforman una superficie plana sobre la que se colocan los elementos que componen el forjado (armaduras, hormigón y en su



caso casetones).

**VALIDEZ:** 30/05/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 467**

**SISTEMA PARA CERRAMIENTO DE CUBIERTAS CON PANELES SANDWICH DONPÓL PANEL FRISO HIDRÓFUGO + NÚCLEO AZUL O GRIS + FRISO, DE JOSÉ MANUEL VALERO, S.L.**

JOSÉ MANUEL VALERO S.L.

Ctra. N-340, km 693,900; 03350 COX (Alicante)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

Los paneles DONPÓL Panel Friso objeto de este DIT constituyen un Sistema para la ejecución de cubiertas (con pendiente mínima del 1%) por medio de paneles ligeros.

**VALIDEZ:** 29/06/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 468**

**SISTEMA ESTRUCTURAL Y DE CERRAMIENTO PAMODIN DE PANELES DE HORMIGÓN ARMADO CON NÚCLEO DE E.P.S.**

PAMODÍN S.L.

Ctra. C-45 Serós-Maials, km 10; Polígono 9; 25183 SERÓS (Lérida)

**Sistema constructivo**

PAMODÍN es un sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en sus caras constituida por mallazos de acero de alta resistencia, vinculados entre sí por conectores de acero electrosoldados y con la incorporación posterior de barras corrugadas.

**VALIDEZ:** 22/11/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 469-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS CLR 12**

CEMENTOS CAPA S.L.

Ctra. N-342, km 185,500; Polígono Industrial de Salinas; 29315 SALINAS-ARCHIDONA (Málaga)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

Es un DIT Plus.

**VALIDEZ:** 01/09/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 470-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS COTEGRAN MAX**

TEXSA MORTEROS S.A.

Ronda can Fatjó, 11; Parque tecnológico del Vallés; 08290 CERDANYOLA (Barcelona)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

Es un DIT Plus.

**VALIDEZ:** 01/09/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 471-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS ARECAL-S**

AREGRAN S.L.

Polígono Industrial La Fuente, s/n; 29532 MOLLINA (Málaga)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

Es un DIT plus.

**VALIDEZ:** 01/09/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 472-p**

**MORTERO MONOCAPA PARA REVESTIMIENTO DE FACHADAS X-TUK-O**

UNICAPA S.L.

Polígono Industrial Mos del Bou; Parcela 14 B; 03340 ALBATERA (Alicante)

**Revestimiento monocapa**

Revestimiento monocapa continuo para acabado y protección frente a la lluvia de muros de fachada en albañilería u hormigón, constituido por un mortero modificado y coloreado que una vez aplicado y parcialmente endurecido, admite diversos acabados.

Es un DIT Plus.

**VALIDEZ:** 01/09/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 473**

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS CON PLACAS TRESPA METEON FR**

GESTIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS S.L. (TRESPA INTERNACIONAL B.V. – HOLLAND)

Gran Vía, 680 Ático; 08010 BARCELONA

**Sistema de revestimiento de fachadas**

Solución constructiva de revestimiento de fachadas con placas planas y compactas TRESPA METEON FR, resultantes de un proceso industrial consiste en aplicación combinada de calor y presión a resinas sintéticas termoendurecibles reforzadas con fibras de madera. El aspecto decorativo de las placas es el resultado de un acabado superficial con resinas pigmentadas. Las placas estándar se suministran en varios colores.

Confirmación del Agrément INTRON KOMO GB-001/6 del BDA con supervisión de autocontrol.

**VALIDEZ:** 01/09/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 474**

**SISTEMA DE AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO CON CONTRIBUCIÓN A LA IMPERMEABILIZACIÓN FIXROCK**

ROCKWOOL PENINSULAR S.A.

Ctra. de Zaragoza, km 53,500; Polígono Industrial de Caparrosa; 31380 CAPARROSO (Navarra)

**Sistema de aislamiento termoacústico impermeabilizado**

Solución constructiva con funciones de impermeabilización y de aislamiento termoacústico, consistente en incorporar un aislamiento, en el trasdós de una fábrica de cerramiento exterior, fijándolo con un mortero preparado al efecto. El conjunto se trasdosa posteriormente.

**VALIDEZ:** 22/11/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 475**

**SISTEMA PARA CERRAMIENTO DE CUBIERTAS CON PANELES SANDWICH THERMOCHIP TIPOS TFeF, TFeO, TRcO, TRcF, TRrF, TPzO, TPzF, TDmO, TDmF, TMF y TAcH DE AUXITESA, S.L.**

AUXITESA S.L.

La Medua, s/n; 32330 SOBRADELO DE VALDEORRAS (Orense)

**Cerramiento ligero de cubiertas**

El procedimiento THERMOCHIP es un sistema de cerramiento ligero de cubiertas, compuesto por paneles constituidos por dos tableros de materiales diversos, recubiertos o no con barnices, pinturas o acabados plásticos, y alma de espuma de poliestireno extruido. La unión entre el alma y las caras se realiza mediante una cola de poliuretano. Los cantos poseen un ranurado con el fin de recibir en el montaje una lengüeta de tablero de MDF. El sistema requiere una impermeabilización complementaria.

**VALIDEZ:** 30/11/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 476**

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS ULMA CON PLACAS DE HORMIGÓN POLÍMERO**

ULMA HORMIGÓN POLÍMERO S. COOP.

Barrio Zubillaga, 89; 20560 OÑATE (Guipúzcoa)

**Sistema de revestimiento de fachadas**

ULMA es un sistema de revestimiento de fachadas ventiladas ejecutado con placas de hormigón polímero, de la empresa ULMA Hormigón Polímero S. Coop., fijadas a una subestructura vertical de aluminio, solidaria con el muro soporte.

**VALIDEZ:** 30/12/2010, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 477**

**ADHESIVO DE UNIÓN DE MORTERO FRESCO ESLOFIX**

SOLUCIONS QUÍMIQUES ESLO S.A.

Polígono Industrial Pla de Polige, s/n; 17854 SANT JAUME DE LLIERCA (Gerona)

**Adhesivo de unión de mortero fresco**

ESLOFIX es un producto que incrementa la adherencia de un mortero u hormigón de cemento y yeso nuevo sobre soportes que presentan superficies poco porosas. Su aplicación puede realizarse tanto en superficies verticales como horizontales.

**VALIDEZ:** 31/01/2011, con seguimiento anual.

**DIT Nº: 478****AISLAMIENTO TÉRMICO REFLECTIVO POLYNUM HR PARA CERRAMIENTOS CON CÁMARA DE AIRE (CUBIERTAS, FACHADAS Y SUELOS O TECHOS)**

OPTIMER SYSTEM S.A. (POLYON BARKAI INDUSTRIES (1993)

Polígono Ind. San Miguel, Nave 7 B. Ctra. Alcalá de Henares-Daganzo km 3,2; 28806 ALCALÁ DE HENARES (Madrid).

**Aislamiento térmico**

POLYNUM HR es un aislamiento térmico reflectivo que incrementa la resistencia térmica de las cámaras de aire existentes en cubiertas, fachadas y suelos o techos, y cuya capacidad de aislamiento está ligada a su baja emisividad superficial y a la existencia de una cámara de aire en contacto con él.

**VALIDEZ:** 20/03/2011, con seguimiento anual.**DIT Nº: 479****SISTEMA RE-CHA PARA FORJADOS LIGEROS**

REPRESENTACIONES CHAMORRO, S.L.

Polígono Industrial, C/ 6 Parcela 21

32901 SAN CIPRIÁN DE VIÑAS (Orense)

**Sistemas de construcción**

Sistema constructivo para la realización de forjados ligeros unidireccionales o reticulares hormigonados "in situ", basado en elementos que actúan como piezas de entrevigado y de encofrado perdido para el hormigonado de los nervios. El sistema está dotado adicionalmente de aislamiento térmico intrínseco.

**VALIDEZ:** 24/03/2011, con seguimiento anual.**DIT Nº: 480****SISTEMA PORTANTE TECNOPANEL DE PANELES DE HORMIGÓN ARMADO CON NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)**

TECNOPANEL SYSTEM S.L.

Avda. del Poeta Muñoz Rojas s/n, Polígono Industrial de Antequera; 29200 ANTEQUERA (Málaga)

**Sistemas de construcción**

TECNOPANEL es un sistema constructivo estructural basado en un conjunto de paneles de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en sus caras constituida por mallazos de acero de alta resistencia y barras corrugadas, vinculadas entre sí por conectores de acero electro-soldados.

**VALIDEZ:** 25/07/2011, con seguimiento anual.**DIT Nº: 481****SISTEMA DE CUBIERTA CON PIEZAS CERÁMICAS DE ESTRUCTURA CELULAR TEDUR 5**

CERÁMICA SAN JAVIER, S.L.

Ctra. de Cobeja, km 2,700, 45290 PANTOJA (Toledo)

**Cubiertas**

Solución constructiva de cubierta inclinada consistente en la incorporación de piezas TEDUR 5 –elementos cerámicos con estructura celular con tomas de aire individualizadas- sobre una subestructura convencional como soporte.

El objeto del Sistema es configurar cubiertas inclinadas equivalentes funcionalmente a las realizadas de modo convencional con tejado de tejas, incorporando a ello un sistema autónomo de ventilación, llamado por ello autoventilado.

**VALIDEZ:** 07/10/2011, con seguimiento anual.**DIT Nº 482****SISTEMA DE MUROS DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO MURO VERDE HUÉSKER**

HUÉSKER, S.A.

Polígono Industrial Talluntxe II, Calle O, Nave 8; 31110 NOAIN (Navarra).

**Sistemas de muros**

El sistema de muros de contención de tierras de HUÉSKER, S.A., obedece estructuralmente al tipo de muros segmentados de tierra reforzada, consistentes en un macizo de relleno reforzado con geomallas, fabricadas a tal fin. El conjunto de material de relleno y geomallas tiene un comportamiento semejante al comportamiento de un terraplén de tierra, pero con unos taludes que pueden llegar a ser de 90°.

**VALIDEZ:** 30/12/2011, con seguimiento anual.**DIT Nº 483****SISTEMA DE EJECUCIÓN DE CUBIERTAS CON TEJA CERÁMICA CURVA SOBRE PLACA DE FIBROCEMENTO Y AISLAMIENTO TÉRMICO SYSTEM VEREA**

CERÁMICA VEREA, S.A.

Ctra. N-634, San Sebastián-Santiago, km 683, C/ Lanzá s/n, 15685 MESÍA (La Coruña)

**Cubiertas**

El Sistema de Tejados SYSTEM VEREA, de Cerámica VEREA,S.A., configura un sistema de tejado multicapa integrado por teja cerámica curva dispuesta sobre placa ondulada de fibrocemento como soporte.

**VALIDEZ:** 19/03/2012, con seguimiento anual.

**DIT N° 484**

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS FAVEMANC XA CON PLACAS CERÁMICAS**

GRESMANC INTERNACIONAL, S.L.

Ctra. Consuegra, km 1,2; 45470 LOS YÉBENES (Toledo)

**Revestimiento de fachadas**

Revestimiento de fachadas ventiladas FAVEMANC XA ejecutado con placas de material cerámico “gres extruido” de la empresa GRESMANC INTERNACIONAL, S.L. , fijadas a una subestructura vertical aluminio, solidaria con el muro soporte.

**VALIDEZ:** 14/03/2012, con seguimiento anual.

**ANEXO 3**  
**Listado de DITES en validez**  
(Abril 2007)

**INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN  
EDUARDO TORROJA**

*C/ Serrano Galvache nº 4  
28033 Madrid*

*Tel.: (34) 91 302 04 40  
Fax: (34) 91 302 07 00*

Autorizado y  
notificado conforme al  
artículo 10 de la directiva  
89/106/EEC del Consejo del  
21 diciembre de 1988, relativa a la  
aproximación de las disposiciones  
legales, reglamentarias y  
administrativas de los  
estados miembros sobre  
los productos de  
construcción



**MIEMBRO DE LA EOTA**

**MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS NO TRADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN  
DOCUMENTOS DE IDONEIDAD TÉCNICA EUROPEO**

***RESUMEN DE LOS DOCUMENTOS DE IDONEIDAD TÉCNICA EUROPEOS  
VÁLIDOS AL 31/03/07***


**DITE – 03/0054**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADAS EN FORMA LÍQUIDA, BASADOS EN POLÍMEROS EN DISPERSIÓN ACUOSA - ELASTINOR**

NORQUIMIA S.A.

Polígono Industrial de Sabón; 15142 Arteixo; La Coruña – España

Tel: 981 60 18 07

 I+D@norquimia.com

**Sistemas de impermeabilización líquida de cubiertas**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicadas en forma líquida, basados en polímeros en dispersión acuosa, “ELASTINOR-Q” fabricado por la empresa NORQUIMIA S.A., está constituido por un copolímero estireno-acrílico en dispersión acuosa, con cargas y pigmentos minerales, y aditivos (antiespumantes, biocidas, etc.); el cual una vez polimerizado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero, cerámica).

**Liquid Applied Roof Waterproofing Kits (LARWK)**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on water dispersible polymers “ELASTINOR-Q”, manufactured by the company NORQUIMIA S.A, consists of a water dispersible styrene - acrylic copolymers, with loads and pigments mineral, and additives (anti-air entering, biocides, etc.); which once polymerised conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic).*

**VALIDEZ:** 13-12-2008.


**DITE – 04/0065**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADAS EN FORMA LÍQUIDA, BASADOS EN POLÍMEROS EN DISPERSIÓN ACUOSA – ZORPIT IMPER**

ZORELOR S.A.

C/ Zurrupieta, 24; Polígono Industrial Júndiz; 01015 Vitoria - España

Tel: 945 29 01 20

 cristinacampos@zorelor.es

**Sistemas de impermeabilización líquida de cubiertas**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicadas en forma líquida, basados en polímeros en dispersión acuosa, “ZORPIT IMPER” fabricado por la empresa ZORELOR S.A., está constituido por un copolímero estireno-acrílico en dispersión acuosa, con cargas y pigmentos minerales, y aditivos (antiespumantes, biocidas, etc.); el cual una vez polimerizado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero, cerámica).

**Liquid Applied Roof Waterproofing Kits (LARWK)**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on water dispersible polymers “ZORPIT IMPER”, manufactured by the company ZORELOR S.A, consists of a water dispersible styrene - acrylic copolymers, with loads and pigments mineral, and additives (anti-air entering, biocides, etc.); which once polymerised conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic).*

**VALIDEZ:** 30-08-2009.


**DITE – 04/0082**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADAS EN FORMA LÍQUIDA, BASADO EN POLIURETANOS – HYPERDESMO**

ALCHIBESA S.L.

C/ Islandia, 3; Polígono Industrial El Pla de Llerona; 08520 Les Franqueses del Vallés; Barcelona - España

Tel: 93 840 90 78; 658 98 54 05

 alchibesa@alchibesa.com

**Sistemas de impermeabilización líquida de cubiertas**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicadas en forma líquida, basado en poliuretano “HYPERDESMO”, fabricado por la empresa ALCHIMICA CHEMICAL S.A., está constituido por resinas de poliuretano monocomponente, elastomérico no armado de aplicación “in situ”; el cual una vez polimerizado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero, cerámica).

**Liquid Applied Roof Waterproofing Kits (LARWK)**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on polyurethane “HYPERDESMO”, manufactured by the company ALCHIMICA CHEMICAL S.A, consists of a polyurethane resins, mono-component, elastomeric without internal protection layer; which once polymerised conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic).*

**VALIDEZ:** 02-11-2009.


**DITE – 04/0097**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADAS EN FORMA LÍQUIDA, BASADOS EN RESINAS EPOXÍDICAS – TEIMLAM**

TEIMPER S.A.

Ctra. N-651 Betanzos a Ferrol, Km. 27.3; 15500 Fene; La Coruña - España

Tel: 981 342100

 teimper@teimper.com

**Sistemas de impermeabilización líquida de cubiertas**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas “TEIMLAM”, está basado en el concepto de un sistema continuo, tipo laminado, el cual se obtiene mediante la impregnación “in situ” de telas seleccionadas de hilo de fibra de vidrio (refuerzo)

con una Resina Epoxi en forma líquida (matriz). Su polimerización, a temperatura ambiente, da lugar a un compuesto sólido en forma de laminado continuo, adherido al soporte.

**Liquid Applied Roof Waterproofing Kits (LARWK)**

*The liquid applied roof waterproofing kit, "TEIMLAM", manufactured by the company GAIRESA, S.A, is based in the concept of continue system, multi-layers type, which is obtained by mean of impregnation "in situ" of fibre glass sheets (reinforced) with a liquid Epoxi resin (matrix). Its polymerising, at room temperature, conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic).*

**VALIDEZ:** 02-11-2009.


**DITE – 04/0100**

**ANCLAJE GRANDES CARGAS INDEX SLVT**

TÉCNICAS EXPANSIVAS S.L.

C/ Segador s/n; Polígono Industrial La Portalada II; E-26006 Logroño - España

Tel: 941 272132

 [santiago@grupoindex.biz](mailto:santiago@grupoindex.biz)

**Sistemas de anclajes de expansión**

Los anclajes "INDEX tipo SLVT" de métricas M8, M10, M12, M16, M20, y M24 son anclajes fabricados en acero bicromado, previstos para insertarse en un taladro y fijarse por medio de una expansión controlada por par de apriete.

**Torque Controlled Expansion Anchor**

*The "INDEX SVLT" anchors M8, M10, M12, M16, M20 and M24 are anchors made of electrocincplated steel, which is placed into a drilled hole and anchored by torque-controlled expansion.*

**VALIDEZ:** 29-11-2009.


**DITE – 05/0085**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN LÍQUIDA PARA CUBIERTAS – PRENOPLAST**

IMREPOL

C/ Ecuador, s/n. Edificio L'Espill; 08400 Granollers, Barcelona - España

Tel: 93 879 39 21

 [info@imrepol.com](mailto:info@imrepol.com)

**Sistemas de impermeabilización de cubiertas**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicadas en forma líquida, basado en una emulsión bituminosa modificada con polímeros PRENOPLAST fabricado por la empresa "IMREPOL, S. A., está constituido por una emulsión de betún asfáltico modificado por un látex; el cual una vez que el agua se ha evaporado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero, cerámica).

**Liquid Applied Roof Waterproofing Kits, (LARWK)**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on polymer modified bitumen emulsions "PRENOPLAST", manufactured by the company IMREPOL, S.A., consists of asphalt bitumen emulsion modified which once the water has been evaporated conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic).*

**VALIDEZ:** 20-04-2010.


**DITE – 05/0097**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADAS EN FORMA LÍQUIDA, BASADOS EN POLÍMEROS EN DISPERSIÓN ACUOSA – KIMPER-KIMI RED**

QUÍMICA TÉCNICA S.A. KIMI RED

C/ Rosa de los Vientos, 75; 29006 Málaga - España

Tel: 952 040059

 [info@kimired.es](mailto:info@kimired.es)

**Sistemas de impermeabilización líquida de cubiertas**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicadas en forma líquida, basados en polímeros en dispersión acuosa, "KIMPER-KIMI RED" fabricado por la empresa QUÍMICA TÉCNICA S.A KIMI RED., está constituido por un copolímero estireno-acrílico en dispersión acuosa, con cargas y pigmentos minerales, y aditivos (antiespumantes, biocidas, etc.); el cual una vez polimerizado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero).

**Liquid Applied Roof Waterproofing Kits (LARWK)**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on water dispersible polymers "KIMPER-KIMI RED", manufactured by the company QUÍMICA TÉCNICA, S.A. KIMI RED, consists of a water dispersible styrene - acrylic copolymers, with loads and pigments mineral, and additives (anti-air entering, biocides, etc.); which once polymerised conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar).*

**VALIDEZ:** 20-02-2010.


**DITE – 05/0109**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES SBS FIJADAS MECÁNICAMENTE – MORTERO PLAS FM, MOFLEX SBS FM**

TEXSA S.A.

C/ Ferro nº 7. Polígono Can Pelegrí; 08755 CASTELLBISBAL (BARCELONA) – España

Tel: 93 635 14 00, 93 635 14 80

 [lluis.caula@texsa.com](mailto:lluis.caula@texsa.com)

**Sistemas de impermeabilización de cubiertas**



MORTER PLAS FM o MOFLEX SBS FM es un sistema de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles monocapa, fijadas mecánicamente con fijaciones metálicas puntuales sobre el área de solapo con el borde de la membrana, sobre cubierta tipo Deck con pendientes mayores del 1%.

**Liquid Applied Roof Waterproofing Kits (LARWK)**

*MORTER PLAS FM or MOFLEX SBS FM is a single-ply flexible waterproofing roof Kit fastened mechanically with metallic point fasteners in area of overlapping at edge of roofing to metal deck structures, with a slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 09-06-2010.


**DITE – 05/0127**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADAS EN FORMA LÍQUIDA, BASADOS EN POLIURETANOS.**

PARATHANE

Rue Cabanis n° 12; F-75680 Paris-Cedex - Francia

Tel: +33(0)1 40 78 35 00

 : [contact.fr@icopal.com](mailto:contact.fr@icopal.com); [contact.international.fr@icopal.com](mailto:contact.international.fr@icopal.com)

**Sistemas de impermeabilización líquida de cubiertas**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicado en forma líquida, basado en poliuretano “PARATHANE”, fabricado por la empresa ICOPAL, está constituido por resinas de poliuretano monocomponente, elastomérico no armado de aplicación “in situ”; el cual una vez polimerizado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero, cerámica).

**Liquid Applied Roof Waterproofing Kit, (LARWK)**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on polyurethane “PARATHANE”, manufactured by the company ICOPAL, consists of a polyurethane resins, mono-component, elastomeric without internal protection layer ; which once polymerised conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic).*

**VALIDEZ:** 02-11-2009.


**DITE – 05/0242**

**ANCLAJE DE PAR CONTROLADO FABRICADO EN ACERO CINCADO DE MEDIDAS M6, M8, M10, M12, M14, M16 Y M20 PARA ÚNICO USO EN HORMIGÓN NO FISURADO “INDEX MTH”.**

TÉCNICAS EXPANSIVAS S.L.

C/ Segador s/n; Polígono Industrial La Portalada II; E-26006 Logroño - España

Tel: 941 272132

 [santiago@grupoindex.biz](mailto:santiago@grupoindex.biz)

**Sistemas de anclajes de expansión**

Los anclajes “INDEX tipo “MTH” de métricas M6, M8, M10, M12, M14, M16, y M20 son anclajes fabricados en acero zincado, previstos para insertarse en un taladro y fijarse por medio de una expansión controlada por par de apriete.

**Torque Controlled Expansion Anchor made of zinc plated steel of sizes M6, M8, M10, M12, M14, M16 y M20 for use in non cracked concrete only.**

*The “INDEX MTH” anchors M6, M8, M10, M12, M14, M16 and M20 are anchors made of zinc plated steel, which are placed into a drilled hole and anchored by torque-controlled expansion.*

**VALIDEZ:** 07-11-2010

**DITE – 06/0016**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS, FIJADAS MECÁNICAMENTE**

ASFALTEX, S.A.

Ctra. Molins de Rei a Rubi, km 7,3; 08197 SANT CUGAT DEL VALLÉS (Barcelona) – España

Tel: 936747112

 [laboratorio@asfaltex.com](mailto:laboratorio@asfaltex.com)

**Sistemas monocapa de impermeabilización de cubiertas**

ASFALDECK M-50 es un sistema de impermeabilización de cubiertas de una sola capa. de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas, con pendientes mayores del 1%.

**Systems of mechanically fastened SBS modified bitumen flexible roof waterproofing membranas.**

*ASFALDECK M-50 is single-ply flexible (SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) modified bitumen) waterproofing roof Kit fastened mechanically with metallic point fasteners to deck structures, with a slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 17-02-2011

**DITE – 06/0017**

**SISTEMA BICAPA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS, FIJADAS MECÁNICAMENTE**

ASFALTEX, S.A.

Ctra. Molins de Rei a Rubi, km 7,3; 08197 SAN CUGAT DEL VALLÉS (Barcelona) – España

Tel: 936747112

 [laboratorio@asfaltex.com](mailto:laboratorio@asfaltex.com)

**Sistema bicapa de impermeabilización de cubiertas**

ASFALDECK B-70 es un sistema de impermeabilización de cubiertas con dos capas de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas con pendientes mayores del 1%.

**Multi-layer systems of mechanically fastened flexible SBS bitumen modified roof waterproofing membranas**

*ASFALDECK B-70 is a multi-layer flexible (SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) modified bitumen) waterproofing roof Kit fastened mechanically, with a slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 17-02-2011


**DITE – 06/0018**

**SISTEMA BICAPA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS, FIJADAS MECÁNICAMENTE**

TEXSA, S.A.

C/ Ferro nº 7; Polígono Can Pelegrí; 08755 CASTELLBISBAL (Barcelona) – España

Tel: 936351400

 [lluis.caula@texsa.com](mailto:lluis.caula@texsa.com)

**Sistema bicapa de impermeabilización de cubiertas**

MORTERPLAS SBS FM BICAPA/MOPLAS SBS FM BICAPA es un sistema de impermeabilización de cubiertas con dos capas de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente sobre cubiertas con pendientes mayores del 1%.

***Multi-layer systems of mechanically fastened flexible SBS bitumen modified roof waterproofing membranes.***

*MORTERPLAS SBVS FM BICAPA/MOPLAS SBS FM BICAPA is a multi-layer flexible (SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) modified bitumen) waterproofing roof Kit fastened mechanically, with slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 17-02-2011

**DITE – 06/0058**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS, FIJADAS MECÁNICAMENTE**

DERIVADOS ASFÁLTICOS NORMALIZADOS, S.A. (DANOSA)

Avda. Somosierra nº 8; 28700 SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (Madrid) – España

Tel: 916586850

 [jpareja@danosa.com](mailto:jpareja@danosa.com)

**Sistemas monocapa de impermeabilización de cubiertas**

POLYDAN PLUS FM es un sistema de impermeabilización de cubiertas de una sola capa, de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas, con pendientes mayores del 1%.

***Systems of mechanically fastened SBS modified bitumen flexible roof waterproofing membranes***

*POLYDAN PLUS FM is single-ply flexible (SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) modified bitumen) waterproofing roof Kit fastened mechanically with metallic point fasteners to deck structures, with a slope exceeding 1%*

**VALIDEZ:** 01-02-2011

**DITE – 06/0059**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS, FIJADAS MECÁNICAMENTE**

COMPOSAN CONSTRUCCIÓN, S.A.

Ctra. de Andalucía km 28,600; 28340 VALDEMORO (Madrid) – España

Tel: 913604900

 [sotero@composan.com](mailto:sotero@composan.com)

**Sistemas de impermeabilización de cubiertas**

COMPOLAM FM es un sistema de impermeabilización de cubiertas de una sola capa, de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas, con pendientes mayores del 1%.

***Systems of mechanically fastened SBS modified bitumen flexible roof waterproofing membranes***

*COMPOLAM FM is single-ply flexible (SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) modified bitumen) waterproofing roof Kit fastened mechanically with metallic point fasteners to deck structures, with a slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 01-02-2011

**DITE - 06/0060**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS, FIJADAS MECÁNICAMENTE**

ASFALTOS CHOVA, S.A.

Ctra. Tavernes – Liria km 4,3; 46760 TAVERNES DE LA VALLDIGNA (Valencia) – España

Tel: 962822150

 [jbisquert@chova.com](mailto:jbisquert@chova.com)

**Sistema monocapa de impermeabilización de cubiertas**

POLITABER-FM MONOCAPA es un sistema de impermeabilización de cubiertas de una sola capa, de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas, con pendientes mayores del 1%

***Systems of mechanically fastened SBS modified bitumen flexible roof waterproofing membranes***

*POLITABER-FM MONOCAPA is single-ply flexible (SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) modified bitumen) waterproofing roof Kit fastened mechanically with metallic point fasteners to deck structures, with a slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 01-02-2011

**DITE – 06/0061**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES FIJADAS MECÁNICAMENTE**

ASFALTOS DEL SURESTE, S.A.

c/ Pacheca de Abajo nº 1; 30740 SAN PEDRO DEL PINATAR (Murcia) – España

Tel: 968180402

 [info@assa.com](mailto:info@assa.com)

**Sistemas monocapa de impermeabilización de cubiertas**

ASSA FM-I es un sistema de impermeabilización de cubiertas de una sola capa, de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas, con pendientes mayores del 1%.

***Systems of mechanically fastened SBS modified bitumen flexible roof waterproofing membranes***

*ASSA FM-I is single-ply flexible (SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) modified bitumen) waterproofing roof Kit fastened mechanically with metallic point fasteners to deck structures, with a slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 01-02-2011


**DITE – 06/0062**

**SISTEMA BICAPA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS FIJADAS MECÁNICAMENTE**

DERIVADOS ASFÁLTICOS NORMALIZADOS, S.A. (DANOSA)

Avda. Somosierra nº 8; 28700 SAN SEBASTIAN DE LOS REYES (Madrid) – España

Tel: 916586850

 [jpareja@danosa.com](mailto:jpareja@danosa.com)

**Sistema bicapa de impermeabilización de cubiertas**

ESTERDAN PLUS FM BICAPA es un sistema de impermeabilización de cubiertas con dos capas de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas con pendientes mayores del 1%.

***Multi-layer systems of mechanically fastened flexible SBS bitumen modified roof waterproofing membranes***

*ESTERDAN PLUS FM BICAPA is a multi-layer flexible (bitumen modified with Styrene-Butadiene-Styrene (SBS)) waterproofing roof Kit fastened mechanically, with a slope exceeding 1%*

**VALIDEZ:** 17-02.-2011.

**DITE - 06/0063**

**SITEMA BICAPA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS, FIJADAS MECÁNICAMENTE**

COMPOSAN CONSTRUCCIONES, S.A.

Ctra. de Andalucía km 28,600; 28340 VALDEMORO (Madrid) – España

Tel: 913604900

 [sotero@composan.com](mailto:sotero@composan.com)

**Sistema bicapa de impermeabilización de cubiertas**

COMPOLAM FM BICAPA es un sistema de impermeabilización de cubiertas con dos capas de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas con pendientes superiores del 1%.

***Multi-layer systems of mechanically fastened flexible SBS bitumen modified roof waterproofing membranes***

*COMPOLAM FM BICAPA is a multi-layer flexible (bitumen modified with Styrene-Butadiene-Styrene SBS) waterproofing roof Kit fastened mechanically, with a slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 17-02-2011.

**DITE – 06/0064**

**SISTEMA BICAPA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS, FIJADAS MECÁNICAMENTE**

ASFALTOS CHOVA, S.A.

Ctra. Tavernes – Liria, km 4,3

46760 TAVERNES DE LA VALLDIGNA (Valencia) – España

Tel: 962822150

 [jbisquert@chova.com](mailto:jbisquert@chova.com)

**Sistema bicapa de impermeabilización de cubiertas**

POLITABER FM BICAPA es un sistema de impermeabilización de cubiertas con dos capas de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas con pendientes mayores del 1%.

***Multi-layer systems of mechanically fastened flexible SBS bitumen modified roof waterproofing membranes***

*POLITABER FM BICAPA is a multi-layer flexible (bitumen modified with Styrene-Butadiene-Styrene SBS) waterproofing roof Kit fastened mechanically, with a slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 17-02-2011

**DITE – 06/0065**

**SISTEMA BICAPA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS CON MEMBRANAS FLEXIBLES DE BETÚN MODIFICADO CON SBS FIJADAS MECÁNICAMENTE**

ASFALTOS DEL SURESTE, S.A.

c/ Pacheca de Abajo nº 1  
30740 SAN PEDRO DEL PINATAR (Murcia) – España

Tel: 968180402

 [info@assa.com](mailto:info@assa.com)

#### **Sistema bicapa de impermeabilización de cubiertas**

ASSA FM II es un sistema de impermeabilización de cubiertas con dos capas de láminas flexibles de betún modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) fijadas mecánicamente, sobre cubiertas con pendientes mayores del 1%

#### ***Multi-layer systems of mechanically fastened flexible SBS bitumen modified roof waterproofing membranes***

*ASSA FM II is a multi-layer flexible (bitumen modified with Styrene-Butadiene-Styrene (SBS)) waterproofing roof Kit fastened mechanically, with slope exceeding 1%.*

**VALIDEZ:** 17-02-2011


#### **DITE - 06/0088**

#### **SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR CON REVOCO PARA USO COMO AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR DE MUROS DE EDIFICACIÓN OTRELIT**

TEXSA MORTEROS S.A.U.

Calle Can Fatjó nº 11. Parque Tecnológico del Vallés; 08290 CERDANYOLA (Barcelona) - España

Tel: 935045800

 [info@texsamorteros.es](mailto:info@texsamorteros.es)

#### **Sistema de aislamiento térmico por el exterior**

El Sistema "OTRELIT" está previsto para uso como aislamiento térmico por el exterior de muros de edificación. Los muros pueden ser de albañilería (ladrillo, bloque, o bien de hormigón, hecho in situ o a base de paneles prefabricados). El Sistema está destinado a dotar al paramento sobre el que se instale de un aislamiento térmico satisfactorio. El Sistema se compone de elementos no portantes y no participa en la estabilidad ni en la estanquidad al aire del soporte sobre el que se aplica, pero en cambio contribuye a su durabilidad al protegerle frente a los agentes naturales.

#### ***External Thermal Insulation Composite System (ETICS)***

*The "OTRELIT" System is intended to be used as external thermal insulation for building walls. The walls are made of masonry (bricks, blocks, or concrete, cast on site or as prefabricated panels). The "OTRELIT" System is designed to give the wall to which is applied satisfactory thermal insulation. The "OTRELIT" System is made of non load-bearing construction elements. It does not contribute directly to the stability of the wall on which is installed, neither to ensure the air tightness of the building structure but it can contribute its durability by providing enhanced protection from the effect of weathering.*

**VALIDEZ:** 01/09/2011.

#### **DITE - 06/0089**

#### **SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - COTETERM**

TEXSA MORTEROS S.A.U

Calle Ronda Can Fatjó nº 11; Parque Tecnológico del Vallés; 08290 CERDANYOLA (Barcelona) - España

Tel: 935045800

 [info@texsamorteros.es](mailto:info@texsamorteros.es)

#### **Sistema de aislamiento térmico por el exterior**

El Sistema "COTETERM" está previsto para uso como aislamiento térmico por el exterior de muros de edificación. Los muros pueden ser de albañilería (ladrillo, bloque, o bien de hormigón, hecho in situ o a base de paneles prefabricados). El Sistema está destinado a dotar al paramento sobre el que se instale de un aislamiento térmico satisfactorio y se une al soporte mediante adhesivo y fijaciones mecánicas suplementarias. El Sistema se compone de elementos no portantes y no participa en la estabilidad ni en la estanquidad al aire del soporte sobre el que se aplica, pero en cambio contribuye a su durabilidad al protegerle frente a los agentes naturales.

#### ***External Thermal Insulation Composite System (ETICS)***

*The "COTETERM" System is intended to be used as external thermal insulation for building walls. The walls are made of masonry (bricks, blocks, or concrete, cast on site or as prefabricated panels). The "COTETERM" System is designed to give the wall to which is applied satisfactory thermal insulation. The "COTETERM" System is made of non load-bearing construction elements. It does not contribute directly to the stability of the wall on which is installed, neither to ensure the air tightness of the building structure but it can contribute its durability by providing enhanced protection from the effect of weathering.*

**VALIDEZ:** 01/09/2011

#### **DITE – 06/0256**

#### **SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADOS EN FORMA LÍQUIDA, BASADOS EN POLÍMEROS EN DISPERSIÓN ACUOSA TEPAIN-IMPER**

INTEMAN, S.A.

Calle Lemandabide nº 23, Polígono Industrial Júndiz; 01015 VITORIA – España

Tel: 945292100

 [cperal@inteman.com](mailto:cperal@inteman.com)

#### **Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicado en forma líquida**

El sistema de impermeabilización de cubiertas aplicado en forma líquida, basado en polímeros en dispersión acuosa TEPAIN-IMPER, está constituido por un copolímero estireno-acrílico monocomponente en dispersión acuosa, con cargas y pigmentos minerales, y aditivos (antiespumantes, biocidas, etc.); el cual una vez polimerizado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero, cerámica). El Sistema incluye una malla

Mat de fibra de vidrio como refuerzo de la membrana.

**Liquid applied roof waterproofing kit**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on water dispersible polymers TEPAIN-IMPER, consists of a water dispersible styrene-acrylic copolymers mono-component, with loads and pigments mineral, and additives (anti-air entering, biocides, etc.); which once polymerised conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic). The kit contents an internal layer of Mat glass fiber as reinforcement of the membrane.*

**VALIDEZ:** 29/11/2011


**DITE – 06/0263**

**SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADO EN FORMA LÍQUIDA, BASADO EN POLIURETANOS IMPERMAX**

KRYPTON CHEMICAL, S.L.

C/ Martí Franques nº 12; Polígono Ind. Les Tapies; 43890 L'HOSPITALET DE L'INFANT(Tarragona)-España

Tel.: 977373300 – 977823493

 [kryptonchemical@yahoo.com](mailto:kryptonchemical@yahoo.com)

**Sistema de impermeabilización de cubierta aplicado en forma líquida, basado en poliuretanos**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicado en forma líquida, basado en poliuretanos IMPERMAX, está constituido por una resina en base poliuretano, monocomponente, sin malla de refuerzo interior y un acelerante; el cual una vez polimerizado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero, cerámica).

**Liquid applied roof waterproofing kit**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on polyurethane IMPERMAX, consists of a polyurethane resins, monocomponent, elastomeric without internal protection layer; which once polymerised conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic)*

**VALIDEZ:** 05/12/2011

**DITE 07/0054**

**SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR CON REVOCO PARA USO COMO AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR DE MUROS DE EDIFICACIÓN TRADITERM**

GRUPO PUMA, S.L.

C/ Alcalde Guillermo Reina nº 144; 29006 MÁLAGA – España

Tel.: 952344391 - 952028765

 [grupopuma@grupopuma.com](mailto:grupopuma@grupopuma.com)

**Sistema de aislamiento térmico por el exterior**

El Sistema "TRADITERM" está previsto para uso como aislamiento térmico por el exterior de muros de edificación. Los muros pueden ser de albañilería (ladrillo, bloque, o bien de hormigón, hecho in situ o a base de paneles prefabricados). El Sistema está destinado a dotar al paramento sobre el que se instale de un aislamiento térmico satisfactorio y se une al soporte mediante adhesivo y fijaciones mecánicas suplementarias. El Sistema se compone de elementos no portantes y no participa en la estabilidad ni en la estanquidad al aire del soporte sobre el que se aplica, pero en cambio contribuye a su durabilidad al protegerle frente a los agentes naturales

**External Thermal Insulation Composite System (ETICS)**

*The "TRADITERM" System is intended to be used as external thermal insulation for building walls. The walls are made of masonry (bricks, blocks, or concrete, cast on site or as prefabricated panels). The "TRADITERM" System is designed to give the wall to which is applied satisfactory thermal insulation. The "TRADITERM" System is made of non load-bearing construction elements. It does not contribute directly to the stability of the wall on which is installed, neither to ensure the air tightness of the building structure but it can contribute its durability by providing enhanced protection from the effect of weathering.*

**VALIDEZ:** 09/03/2012

**DITE 07/0062**

**SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS APLICADO EN FORMA LÍQUIDA, BASADO EN POLIURETANOS TQ IMPER POL**

TQ TECNOL, S.A.

C/ Guereau de Liost nº 11-13; Polígono Industrial Mas Les Animes; 43206 REUS (Tarragona) – España

Tel.: 977333353 – Fax: 977333245

 [madrid@tecnol.es](mailto:madrid@tecnol.es)

**Sistema de impermeabilización de cubierta aplicado en forma líquida, basado en poliuretanos**

El Sistema de impermeabilización de cubiertas aplicado en forma líquida, basado en poliuretanos TQ IMPER POL, está constituido por una resina en base poliuretano, monocomponente, sin malla de refuerzo interior y un acelerante; el cual una vez polimerizado conforma un revestimiento elástico, en forma de una capa totalmente adherida al soporte (hormigón, mortero, cerámica).

**Liquid applied roof waterproofing kit**

*The liquid applied roof waterproofing kit, based on polyurethane TQ IMPER POL consists of a polyurethane resins, monocomponent, elastomeric without internal protection layer; which once polymerised conforms an elastic lining, in form of a layer completely bonded to the support (concrete, mortar, ceramic)*

**VALIDEZ:** 05/12/2011



**ANEXO 4**  
**DITEs sin Guías. Procedimientos CUAPs**  
(Abril 2007)



| Subjects   | Final CUAP   |
|--|--|
| 1. Permanent insulating shuttering system  | Nov 1997   |
| 2. Internal insulating floor finishing system  | Aug 1999   |
| 3. Construction products made of animal fibres for acoustic and thermal insulation   | Aug 1997   |
| 4. Construction products made of vegetable fibres for acoustic and thermal insulation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amendment presented</li> <li>• Amendment regrouping previous versions</li> <li>• <b>cluster 1</b> for Factory made products made of vegetable and/or animal fibres</li> <li>• <b>cluster 1 Rev1</b> for Factory made products made of vegetable and/or animal fibres; Rev 1</li> <li>• <b>cluster 2</b> for in-situ formed loose fill products of vegetable or animal fibress</li> <li>• Thermal insulation material and/or acoustic insulation material made of hemp fibres to be used under floating floors.</li> </ul> | Aug 1997<br>Jan 2001<br>Oct 2002<br>Jun 2003<br>Jun 2005<br>Jun 2003<br>Jun 2004 |
| 5. Kit for traffic noise reducing devices (using hollow blocks of cement bonded wood chips as permanent shuttering system)   | Oct 2000   |
| 6. Prefabricated compressed mineral wool boards with two layers of acrylic paints (on the external side of the product)  | Oct 1999   |
| 7. Lightweight sound absorbent baffle made of wood fibres (laminated particle board, for interior walls)   |  |
| 8. Sound absorbing elements for internal use, made of melamine resin foam with variable surface structure, used with or without coating  | Jun 2003   |
| 9. Vibration and impact noise isolation with floating floor systems. Surface mats and discrete (pads) resilient isolators as element of floating floor systems.  |  |
| 10. Bitumen on coated polystyrene granules as a dry mix for impact sound insulation,   | Oct 2000   |
| 11. Large-sized fibre gypsum panels used for walls of prefabricated houses.  | Jun 2002   |
| 12. Channel bars (cast-in steel channel bars)  | Jun 2004   |
| 13. Vibration and noise isolation with elastically fixed wall panels (elastomeric or composite-elastomeric materials placed between supported wall element and the structural element of the building)   |  |
| 14. Chemical anchoring kit, consisting of a polymer resin and an activator contained separately within a single cartridge. Complete mixing when extruded   |  |
| 15. Special anchors (bolt and eccentric sleeve of stainless steel)   | Aug 1999   |



|   |                      |
|---|----------------------|
| 16. Wall plates made of stainless steel   |                      |
| 17. Kit consisting of a trap with partially mechanical closure, mounted in a non-trapped gully<br>17.1 Kit consisting of a trap with partially mechanical closure, mounted in a non-trapped gully – Rev 1 | Aug 1999<br>May 2006 |
| 18. Rice husks in bulk  | October 2003         |
| 19. Rubber-based expansion anchor<br>19.1 Rubber-based expansion anchor – Rev1  | Feb 2004<br>Jun 2005 |
| 20. Cast-in anchor bolt   | Feb 2002             |
| 21. Steel plate with cast-in anchor(s)  | Feb 2003             |
| 22. Kit of epoxy concrete / glassfibre-reinforced polyester anchors / epoxy mortar  |                      |
| 23. Powder actuated fastener for the fixing of insulation material  | Jan 2001             |
| 24. Connection and protection devices for load-bearing pre-cast concrete piles (two products: pile joint and rock shoe)   | June 2005            |
| 25. Solid wood slab element (bridges)   |                      |
| 26. Punching preventer for concrete slabs   | Feb 2003             |
| 27. Solid wood slab element (buildings)   | Jun 2005             |
| 28. Roof insulation supporting waterproofing systems  |                      |
| 29. Cellulose-reinforced bitumen shingles   | Jun 2002             |
| 30. Stud rails and double head studs for increasing the punching capacity of flat slabs on columns  |                      |
| 31. Homogenous building board for external cladding   |                      |
| 32. Composite structural floor system   | Feb 2006             |
| 33. Internal covering system of gypsum fibre boards   |                      |
| 34. Homogenous building board for internal lining   | Jan 2001             |
| 35. Gypsum bonded particleboard   | Jan 2001             |
| 36. Cavity trays  | May 2001             |
| 37. Couplings for standardised reinforcing bars   |                      |
| 38. Pressboard façade claddings   |                      |
| 39. Modular building panels   | Feb 2002             |
| 40. Fastener of external wall claddings   | May 2001             |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 41. Microprismatic retro-reflective sheetings   | Jun 2002            |
| 42. Building kit made of special components of wood-based materials   |                     |
| 43. Column shoes  |                     |
| 44. Connector for Sandwich elements of concrete   |                     |
| 45. Kit for manhole top consisting of Cover and additional rings made of plastic for different purposes             |                     |
| 46. Balcony glazing system without vertical frames  | Jun 2004            |
| 47. Composite roof waterproofing kit  | Jun 2002            |
| 48. Mechanical fastening system for fixation of thermal insulation in flat or pitched roofs made of steel           |                     |
| 49. Gas and watertight seals for pipes in the area of wall and floor penetrations                                   | Jun 2003            |
| 50. Ceiling/flooring elements made of wooden boards or laths, glued on the flat side                                |                     |
| 51. Sealing kits, profiles and strips usually made of foamed polyurethane, plastic impregnated bitumen, or butyl    | Feb 2003            |
| 52. Joints sealing compounds and profiles   | Jun 2003 & Jun 2004 |
| 53. Roof systems: large metal shells with or without thermal insulation   |                     |
| 54. Chemical waste drainage system  |                     |
| 55. 3D Construction Kit   |                     |
| 56. Steel truss for roofs   | Jun 2004            |
| 57. Prefabricated roller shutter box  |                     |
| 58. Vibration and noise isolation with elastically suspended ceilings   |                     |
| 59. Anchor for External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS)  | Jun 2002            |
| 60. Tension Rod System  | Feb 2003            |
| 61. Ventilation opening device with acoustic damping  |                     |
| 62. Wood shavings in bulk to be used for thermal insulation   | October 2003        |
| 63. Kit for injection piles (composite steel/concrete piles) with a structural member of defined steel, dia 63,5 mm |                     |
| 64. Elastomeric bearings for the building sector of type "b": Profiled elastomeric bearing                          | Feb 2004            |
| 65. Sliding bearing   | Feb 2004            |

|   |                      |
|---|----------------------|
| 66. Admixture for concrete recycling "Delvo Stop 10G"   |                      |
| 67. Admixture "Delvo stop 10 G" for washing water   |                      |
| 68. Rapid setting cement A, B and C   | Feb 2004             |
| 69. Rapid setting cement  | Oct 2004             |
| 70. Timber units for walls and roofs  | Nov 2005             |
| 71. Single point supported vertical glazing   |                      |
| 72. Point fastener  | Jun 2003             |
| 73. Surface water repellent product, hydrofobic agents based on organo-metallic substances  |                      |
| 74. Coating system eliminating electrostatic charges for facilities used for storage, filling and handling of water endangering liquids.                                    | May 2006             |
| 75. Coating system to be used for facilities used for storage, filling and handling of water endangering liquids.   | May 2006             |
| 76. Fire resistant glazed kits  | Dec 2005             |
| 77. Wood fibre insulation as boards sprayed in situ   |                      |
| 78. Thermal insulating board made of mineral material<br>78.1 Thermal insulating board made of mineral material   | Feb 2004<br>Oct 2006 |
| 79. Kit for pipe system consisting of outer pipe made of concrete, unreinforced or reinforced and inliner made of unplasticized polyvinylchloride (PVC – U) which are fixed |                      |
| 80. Light composite wood based beam   | Dec 2005             |
| 81. Lightweight framing elements for non-ventilated sheet metal façades   |                      |
| 82. External thermal insulation system based on cement-free adhesive mortar<br>And base coat  |                      |
| 83. Fire screen (A barrier to prevent the spread of fire, smoke and sparks in ventilation ducts)  |                      |
| 84. Fabric connecting joints  |                      |
| 85. Level-crossing systems (types A1, A2 and B)   | June 2006            |
| 86. Plastic piping kits for the transport system of cold and hot water intended for human consumption, made of PE-RT with or without barrier layer                          | Jan 2006             |
| 87. Double-wall cylindrical flat-bottom tank made of GRP  |                      |
| 88. Spherical, double-walled tank of polymer concrete faced with GRP  |                      |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 89. Single-wall cylindrical flat-bottom tank of GRP  |                       |
| 90. Concrete screw for anchorage in normal-weight concrete   | October 2003          |
| 91. Cartridge fired pin for connections for thin gauge steel members and sheeting  | Feb 2004              |
| 92. Steelwork connector  |                       |
| 93. Buried glass reinforced filament wound(GRE)piping systems for the transport under pressure of water intended for human consumption                     |                       |
| 94. Buried glass reinforced filament wound (GRE) piping systems for the transport under pressure of water intended for human consumption in polluted soils |                       |
| 95. Buried glass reinforced filament wound (GRE) piping systems for the transport under pressure of water not intended for human consumption               | June 2006             |
| 96. Buried glass reinforced filament wound (GRE) piping systems for drainage and sewerage with or without pressure   |                       |
| 97. Plastic piping kits for heating systems, made of PE-RT with an oxygen barrier layer  | Jun 2004              |
| 98. Piping made from thermoplastic materials, for the transport of chilled water   |                       |
| 99. Factory made loose fill cellulose glass  |                       |
| 100. Pile Pipes made of ductile iron   | October 2006          |
| 101. Thermal insulation kit for roofs intended to be assembled in situ   | June 2005             |
| 102. Vibration isolation of buildings with elastomeric bearing   |                       |
| 103. Roofing Underlay  | Jun 2005              |
| 104. Binder in Concrete and mortar   |                       |
| 105. Door Treshold with build-in draining system for draining off of water   | Aug 2004              |
| 106. Hydraulic Binder (slag and additives)   | Oct 2004              |
| 107. Specialised glued laminated wood beam   |                       |
| 108. Annular ringed shank nails and connector screws   | Oct 2003              |
| 109. Fly ash for concrete<br>109.1 Fly Ash for Concrete Rev 1  | Oct 2004<br>June 2005 |
| 110. Panels for acoustic and thermal insulation  |                       |
| 111. Pipe penetration seal using an intumescent mat  | Feb 2006              |
| 112. Damper for damping vibrations, mainly in buildings  |                       |
| 113. Glass concrete composite system (gccs)  |                       |

|  |           |
|--|-----------|
| 114. Structural Sealant Glazing System   |           |
| 115. Variable Geometry Moving Axis Unsprung Concealed Hinge Assembly   | Aug 2006  |
| 116. Emergency Escape Bolt operated by a pull handle & frangible component   | June 2004 |
| 117. Polyurethane-bound mats made of mineral material to be used for impact sound insulation   | May 2006  |
| 118. Cement-bonded board   | Aug 2006  |
| 119. Metal Anchor for use in autoclaved aerated concrete   | Sept 2004 |
| 120. Levelling fastener system for roofs, walls and interior applications with sub-constructions made out of concrete  |           |
| 121. Levelling fastener system for roofs, walls and interior applications with wooden sub-constructions  |           |
| 122. Pre-fabricated elements made of concrete and reinforced concrete used in facilities to deal with liquid chemicals (substances hazardous to water)   |           |
| 123. Sealing system made of asphalt to seal areas, suitable as installation for discharging water-contaminating liquids over sloping to use in construction works to deal with water-contaminating substances.   |           |
| 124. Restoration system for sett paving areas  |           |
| 125. Joint sealing system glued on concrete  |           |
| 126. Surfacing material for a layer impervious to water contaminating substances   |           |
| 127. Kit of waterproofing polymeric membrane and other components for creating a waterproofing system against action of water on walls and floors of buildings under indoor and outdoor conditions   |           |
| 128. Kit of a Elastomer/Bitumen composite sheet and other components for creating a roof and construction waterproofing system   | Feb 2006  |
| 129. Kit of liquid applied polymer modified mineral sealing mass and other components in contact with tile coverings for creating a waterproofing system against action of water on different parts of constructions under indoor and outdoor conditions | Jun 2005  |
| 130. Polypropylene foam insulating boards  |           |
| 131. Intumescent, flexible fire stopping fire sealing product based on graphite (reactive material)  |           |
| 132. Adhesive tape for structural glazing application  |           |
| 133. Natural calcined pozzolana as type II addition  | June 2005 |
| 134. Kit for pre-insulated aluminium ducts   |           |
| 135. Ceramic coating for thermal insulation  |           |

|  |          |
|--|----------|
| 136. Translucent external wall insulation made of prefabricated façade panels  |          |
| 137. Kit for soil nails  |          |
| 138. Kit for rock and soil anchors   |          |
| 139. Spherical bearing with special sliding material   | Jan 2006 |
| 140. Floor covering on the basis of polyurethane   |          |
| 141. Thin reflective insulation product intended to be used as thermal insulation complement in the construction envelope  |          |
| 142. Spray-applied mineral wool  |          |
| 143. Dry Plate   |          |
| 144. Pipe liner for renovation of underground non-pressure sewerage networks with nominal pipe diameters from 100 mm to 1200 mm to be incorporated with a special procedure                                  |          |
| 145. Steel beams with special joining technology   | Feb 2006 |
| 146. Elastomeric bearings for the building sector Specific title of the products applied for:<br>Type "a": Elastomeric bearing of higher hardness  |          |
| 147. Road Marking products   |          |
| 148. A kit consisting of a thermal insulation board, fabricated from expanded polystyrene (EPS) and a defined facing to be used for accessible flat roofs for pedestrian traffic applied in a roofing system |          |
| 149. Finishing board, kit with patented click mechanism  |          |
| 150. Plastic sheets for sealing of collecting basins and collecting rooms for the storage of water-contaminating liquids (liquids hazardous to water).   |          |
| 151. Fire seals, smoke seals and combined fire and smoke seals - for fire resisting and/or smoke control door assemblies   |          |
| 152. Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) piping system for domestic waste water discharge inside the building to a maximum discharge temperature of 75 °C.   |          |
| 153. Sheets of factory-made machine-welded fabric for cracking control in concrete elements  |          |
| 154. Soft foam insulation  |          |
| 155. Flexible coupling for gravity and pressure (below 1.5 bars) sewerage and drainage pipe  |          |
| 156. Quenched and tempered wire for prestressing, ribbed and plane   |          |
| 157. Plastic steps for underground man entry chambers  |          |

|  |          |
|--|----------|
| 158. Double wall static tanks made from rotating moulded polyethylene for above ground storage of domestic heating oils and diesel fuels                       |          |
| 159. Precast concrete products – Beams made of prestressed steel fibre concrete  |          |
| 160. HRC T-headed reinforcement steel bar  |          |
| 161. Special cement CEM III/A with high sulfate resistance   | Aug 2006 |
| 162. Glass-crystallic Cladding plates  |          |
| 163. Self-Adhesive Glass mesh Tape   |          |
| 164. Highly densified EPS as a load bearing and thermal insulating element   |          |
| 165. Insulation product made of expanded perlite (EPB)   | Sep 2006 |
| 166. Composite cement (clinker, blast furnace slag, natural puzzolana) class 32,5 N-LH with high sulfate resistance  |          |
| 167. Wood & Metal composite lighting columns   |          |
| 168. Sauna Stove fired by wood   |          |
| 169. Polystyrene fibre thermal & Acoustic insulation   |          |
| 170. Timber Frame Kit  |          |
| 171. Kit Composed by sub frame and fixings for fastening cladding elements and also external wall elements, made of stone and ceramics                         |          |
| 172. A packaged small domestic waste water treatment plant for up to 50 PT, made of rotationally moulded PE for use underground and subjected to traffic loads |          |
| 173. Compostion toilet   |          |
| 174. With bricks coated external insulation system   |          |
| 175. Boards made of natural agglomerated cork for thermal and acoustic insulation  |          |
| 176. Bitumen shingles with mineral or synthetic reinforcement  |          |
| 177. Laminated bitumen shingles with mineral or synthetic reinforcement  |          |
| 178. Fiberboard for wall and roof constructions, vapour open   |          |
| 179. Floor panel with a polyurethane surface   |          |
| 180. Profiled steel sheeting for floor systems in combination with a ribbed reinforced concrete slab   |          |
| 181. Punched metal plate fasteners   |          |

|   |  |
|---|--|
| 182. Welded gabion products   |  |
| 183. Pool Safety Cover  |  |
| 184. Prefabricated cable pits in reinforced concrete  |  |
| 185. Prefabricated cable pits made of polystyrene (ps) recycled   |  |
| 186. Calcium carbonate fines as additions for concrete with binding properties similar to additions type II.  |  |
| 187. Masonry Spacer Mat   |  |
| 188. Roof insulation supporting roofing tiles   |  |
| 189. One component bitumen-polyurethane resin for flashing application applied directly to bitumen waterproofing membrane used in the horizontal part of the roof   |  |
| 190. Remedial Damp-proof course   |  |
| 191. Powered pedestrian door drives and systems   |  |
| 192. Sandwich boards composed by three layers, respectively of agglomerated cork, coconut fibres and fibreboard MDF   |  |
| 193. Agglomerated cork and grain recycled rubber with polyurethane binder   |  |
| 194. Agglomerated cork with polyurethane binder   |  |
| 195. Mortar with insulating components for floor-decks  |  |
| 196. Cast-in anchor with internal threaded socket   |  |
| 197. Fastening screw for metal sheet roof covering  |  |
| 198. Fabricated fittings manufactured by heat moulding (thermo moulding) from an extruded unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) pipe with an intermediate layer of PVC-U foam, to be used with PVC-U pipes for non-pressure drainage and sewerage buried in the ground.  |  |
| 199. Swivel joints manufactured by heat moulding (thermo moulding) from an extruded unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) pipe, with a free angle of deflection to a maximum of 30 ° to increase the flexibility of fittings, such as brands, couplers and saddles, in buried non-pressure and sewage applications |  |
| 200. Copper plumbing tube with polyethylene covering for sanitary and heating applications  |  |
| 201. Kit for closure system for conveyors systems   |  |
| 202. Insulation material made of granulated polystyrene and compound  |  |
| 204. Glazing guardrail kit  |  |
| 205. PVC sheet for leak protecting linings  |  |



|  |  |
|--|--|
| 206. Thermomechanically rolled long steel products made of weldable fine grain structural steel of special steel grades                          |  |
| 207. Structural sealant glazing on wood frame  |  |
| 208. External Thermal Insulation Composite System faced with clinker brick   |  |
| 209. Semi-flexible pavement/floor topping  |  |
| 210. Ventilated façade system with self-supporting composite panels.   |  |
| 211. Mechanical Anchorages for Reinforcing Bars  |  |
| 212. Reinforcing Bars with Threaded Ribs   |  |
| 213. Hot rolled products of structural steels  |  |
| 214. Plastics piping kits for the transport system of hot and cold water, intended for human consumption, made of glass reinforced polypropylene |  |
| 215. Plastics piping kits for heating systems, made of glass-reinforced polypropylene  |  |
| 216. Plastics piping kits to be used in fixed fire fighting systems, made of glass-reinforced polypropylene                                      |  |

Consulta: [www.eota.be](http://www.eota.be)



Seminario S11

**Últimos avances en cerámica, vidrio y piedra natural**



# VIDRIERAS CONTEMPORÁNEAS

*Ximo Roca. Vitralista*

¿Vidrieras contemporánea? ,

El interrogante, en cierto modo desconcierta; sitúa en nuestra retina los grandes ventanales cerrados con vidrios de colores y unidos mediante vergas de plomo que nos encontramos en los edificios religiosos, y que por lo general sirven como soporte para la representación de temática religiosa (figuras de santos, escenas de la vida religiosa...). La limitación de esta apreciación hace que se considere a la vidriera como anacrónica y fuera de la época.

Aun así (o a pesar de ello) vamos a referirnos a la vidriera en sus manifestaciones contemporáneas, las obras de los artistas que trabajan en la actualidad y la singularidad de sus obras apoyadas en un material tan común y cotidiano como es el vidrio.

La extensión de este trabajo nos obliga a dar un salto temporal muy grande en la historia del vitral. No hablaremos ni de los orígenes, (el gótico); ni de los vitrales de la reforma y contrarreforma; ni del modernismo. Sobre los mismos existe una excelente y dilatada bibliografía.

Así pues, el arranque histórico lo situaremos en Centro Europa en los años inmediatamente posteriores al final de la II Guerra Mundial. Es allí y entonces cuando de la mano de la Iglesia y de artistas plásticos, inmersos en el amplio programa de restauración del patrimonio, en muchos casos se adopta la decisión de sustituir los vitrales que habían desaparecido por otros de plástica mas acorde con las corrientes artísticas de la época.

Establecida la motivación y los criterios que orientaran esta ponencia y para un mejor conocimiento del complejo entramado que envuelve la ejecución de un vitral bueno será hacer un recorrido, aunque de forma breve, por los materiales, técnicas y procedimientos de trabajo a los que recurrimos los vitralistas. Todo ello contemplado desde la perspectiva del vitral como "material constructivo", ya que además de la vertiente estética, la obra tiene que dar respuestas practica por su carácter de cierre, aislante... en definitiva "tiene que aguantar".

El cuanto a la **Materia**, es sin duda el vidrio plano, bien de fabricación artesanal o de producción industrial. En todos los casos las hojas se elaboran en vidrierías o fundiciones de vidrio y llegan a nuestros talleres dispuestas para su uso. Sobre los vidrios de fabricación industrial (flotados, laminados de seguridad...) y de su oferta por los fabricantes poco diremos, ellos ya se encargan de promocionar sus artículos y orientar sobre sus características y aplicaciones.

Los vidrios policromos que empleamos en nuestras obras gozan de unas características especiales. Para su fabricación se emplean distintos procedimientos, pero todos tienen en común el que se fabrican en pequeñas cantidades, lo que permite una gran agilidad para concretar colores, tonos, texturas.... Algunos procedimientos de trabajo han permanecido inmutables desde la Edad Media; otros fueron incorporados a finales del siglo XIX, durante la conocida como Revolución Industrial. Tanto unos como otros aun permanecen vigentes.

**Método de la Corona.**- De los procedimientos que aun continúan en uso este es el más antiguo: comenzó a utilizarse en Inglaterra y ha permanecido inmutable hasta la actualidad, aunque solo como medio de obtención de piezas muy singulares. La hoja conseguida por este medio es de forma circular con un “tetón” en el centro resultado del punto por el que, durante su elaboración, se sujeta la masa de vidrio al “puntil”. Después de la toma de la “posta” del horno, el soplador infla una bola de vidrio de unos cuarenta centímetros de diámetro. Una vez consolidada esta esfera, por la parte contraria a la de la caña de soplado se le pega el “puntil” (barra de hierro maciza) y se separa de la caña; por la abertura que ha dejado la caña se abre la esfera con un enérgico movimiento de rotación y ayudándose de unas pinzas u otros útiles (también con la ayuda de otros obreros auxiliares); lo que ocasiona que la esfera se vaya abriendo hasta quedar la superficie resultante completamente perpendicular al “puntil”, lográndose una hoja plana y circular.

**Vidrio plano Soplado a boca.**- Los vidrios que conocemos bajo esta denominación recuperan las técnicas de elaboración manual, así como la policromía y texturas propias de la época de esplendor del vitral durante la Edad Media (paralelamente por medio de procedimientos industriales se fabrican laminas que intentan imitar las particularidades de los vidrios soplados a boca). El procedimiento consiste en el soplado de la “posta” dándole forma de cilindro, conocido como “manchon”, que una vez separado de la caña y abierto por ambos extremos se convierte en un tubo que abierto longitudinalmente se extiende sobre una superficie plana, obteniendo con ello una plancha de 90 x 60 cm. aproximadamente. Presentan diferencia de calibre en su espesor a causa de la irregularidad con la que queda repartido el vidrio de la “posta”, lo que ocasiona una ligera diferencia de la intensidad del color dentro de la misma hoja; también la textura presenta irregularidades propias de la intervención manual.

**Vidrio plano estirado sobre mesa.**- Son conocidos también como “catedrales”. Se obtienen por medio de un prensado de la masa vítrea entre dos superficies, bien cilíndricas, bien una plana y otra cilíndrica, que a modo de tórculo comprimen el vidrio en estado pastoso dejándolo reducido a una hoja de tamaño y espesor deseado. Las hojas de esta manera obtenida presentan diversos tamaños y proporciones, no superando en ningún caso el metro cuadrado de superficie.

Estos procedimientos fabriles permiten la mezcla de vidrios de distinta coloración, obtenidos en distintos hornos de fusión, resultando con ello hojas de vidrio con combinaciones policromas un tanto caprichosas e irrepetibles. En ocasiones y según el procedimiento empleado se obtienen hojas con una cierta regularidad.

**El vitral emplomado.**- Esta breve aproximación a la materia nos permitirá acercarnos a la particularidad de la elaboración de un vitral cuya simplicidad no ha variado sustancialmente desde sus orígenes, otra cuestión es el dominio de los materiales y los resultados obtenidos.

Primeramente se plasma la intención en un **boceto** o proyecto. Una vez establecidos forma, color y despiece se traslada este “boceto” a “**cartón**” o dibujo a tamaño real (E: 1/1), en el que se reflejaran todos los condicionamientos técnicos y estéticos que nos ayudaran en nuestro trabajo: línea de emplomado y corte; calidad de los vidrios a emplear (textura, policromía); enmarcamiento; soporte... Y todas cuantas consideremos necesarias.

Dibujado el “**cartón**” se procede a la selección y corte de los vidrios que se van depositando sobre un “cartón gemelo”. El corte de los vidrios se realiza manualmente con la ayuda de una rulina de vidria (corta vidrios, ruleta, diamante...) que se hace discurrir de forma coincidente con la línea de dibujo y posteriormente se abre la línea con una ligera presión de los dedos o con una tenazas especiales llamadas “de vidriero”. Algunos cortadores prefieren confeccionarse unas plantillas de papel para cada una de las piezas de vidrio a obtener. Los vidrios han de cortarse con la holgura suficiente para permitir su inserción en el canal de la verga de plomo, que presenta la sección en forma de “H”.

El engarce de los vidrios por medio de la verga de plomo es la técnica más antigua que conocemos. Partiendo de los vidrios cortados y ajustados a forma se procede a su contorneado con la verga de plomo. Por uno de sus canales se inserta la pieza de vidrio que vamos a colocar y se deja instalada sobre la mesa de montaje, seguidamente se coloca la pieza contigua y así sucesivamente hasta tener completado el panel. Normalmente se inicia el trabajo con la colocación de la pieza situada en el ángulo inferior izquierdo y se va avanzando en diagonal, pieza a pieza, hasta llegar al extremo opuesto, el superior derecho. Todo ello debe efectuarse con absoluta pulcritud con la finalidad de que la obra acabada no presente problemas de prestaciones, desajustes o deficiencias en el encaje. Acabado el panel, que puede constituir por sí solo una obra completa o parte de otra de mayor tamaño, se procede a la unión mediante soldadura de estaño en los puntos de intersección de los distintos tramos de plomo. El rellenado de los canales con masilla cálcica, el ajuste de los labios de la verga de plomo sobre el vidrio y la limpieza del panel dejan al vitral listo para su instalación en el emplazamiento previsto.

Siendo el anterior el recurso tradicionalmente aceptado por los vitralistas, desde finales del siglo XIX y principios del XX se incorporan nuevos recursos de manufactura entre los que cabe destacar las conocidas como “de cinta de cobre” y “cemento”

**El vitral con cinta de cobre.**- Aplicada por L.C. Tiffanys (hijo del celebre joyero) sustituye el emplomado tradicional por una línea de estaño fundido sobre una fina cinta de cobre con la que se contornea el perímetro de cada una de las piezas que formaran el vitral según las prescripciones del “cartón”. La línea de estaño debe aplicarse por ambas caras del panel, logrando con ello el efecto idéntico al de la verga de plomo; es decir, dejar insertados los vidrios en un canal en forma de “H”. La línea de estaño puede dejarse en su aspecto natural o bien aplicarle una patina (cobre, bronce, negro...) que modificara su aspecto. La ventaja de este recurso sobre el tradicional de verga de plomo es la que se deriva de la eliminación de la masilla de relleno; la escasa dilatación de la línea de emplomado, causa del pandamiento

característico de los vitrales de plomo; el posibilitar la confección de paneles de mayores dimensiones. Aunque la ventaja principal es la de permitir un trazado de dibujo más sensitivo, modulado y rico en matices al reducir la impronta visual de la línea de emplomado de los 7/8 milímetros a una anchura de 3/4 milímetros.

**El vitral de cemento.**- Es aquel en el que se ha sustituido la línea de emplomado por un entramado de hormigón armado con varillas de hierro corrugado. Este recurso, utilizado por primera vez por Legér, obliga a un particular proceso de abstracción. El contraste entre luz y sombra es tan rotundo que no podemos sustraernos del mismo y debe ser considerado en todo su valor plástico. Tiene la ventaja, defendida por sus partidarios, de la posibilidad funcional de utilizarse a modo de tabique. El vidrio empleado en esta técnica se nos ofrece en baldosas (fórmelas, dalle...) de dimensiones reducidas (30 x 20 cm.) y de un espesor entre 15 y 20 milímetros.

**El vitral laminado.**- Las innovaciones técnicas en el campo de los polímeros (resinas) han encontrado un campo propicio en el mundo de los vitralistas. Algunos se han acercado a los mismos en un intento de renovación de la especialidad; con la intención de incorporar a la misma las innovaciones técnicas de los vidrios industriales (templado, vidrios cámara, laminares de seguridad, anti reflectantes,). El recurso consiste en la fijación de unas piezas de vidrio previamente cortadas y tratadas sobre una hoja de vidrio industrial de las características deseadas. Para ello se recurre a resinas poliméricas o siliconas neutras de características específicas, que comercializa la industria de esos sectores.

**El fusing.**- Desde hace algunos años el mundo del vitral se ha enriquecido con la recuperación de una técnica ancestral, ya desarrollada en Egipto y Oriente Medio, antes de J.C. y que pretende dotar de modernidad a su oferta. Consiste la misma en la integración (fusión) por medio del calor de distintos vidrios consiguiendo composiciones en las que las formas y colores se suceden y combinan con total ausencia de emplomado. Para ello, los fabricantes atendiendo a la demanda, han desarrollado una línea de fabricación de vidrio plano que llaman "compatible", es decir que presentan idéntico coeficiente de dilatación, pues sin esta característica los intentos de integración de los distintos vidrios están abocados al fracaso. Hay que decir que estos vidrios "compatibles", solo lo son entre los ofrecidos por un mismo fabricante. Pues bien, se parte de un vidrio base sobre el que se depositan los vidrios motivo de la composición que se pretende conseguir. La fijación puede hacer por simple depósito o bien con el auxilio de algún pegamento. Este conjunto se somete a los efectos del fuego en un horno específico (entre 700 y 800 ° C) y estableciendo una curva temporal de subida, mantenimiento y descenso de la temperatura se obtiene la integración de los distintos vidrios. El tamaño de los artículos obtenidos depende pues del de los hornos empleados y el éxito o fracaso del resultado, de las curvas temporales de temperatura. Algunas empresas a corriente de esta moda han lanzado al mercado hojas de vidrio flotado preesmaltado con el que se consiguen las partes coloreadas y que se aplican sobre una base también de flotado incoloro.

**Casting.**- Este término anglosajón define los trabajos de vidrio en caliente salido directamente de los hornos de fusión. Consiste, al igual que el *fusing* en la combinación de diversos vidrios, procedentes de diversos hornos, con la finalidad de obtener una pieza de vidrio que reúna todos ellos. Los procedimientos de trabajo se centran en el vertido de los



distintos vidrios en un solo molde o en varios moldes que nos ayudan a conseguir las formas deseadas. En ocasiones se trabaja con una base de vidrio previamente fundido, enfriado y fragmentado en granulometrías variadas, con el que se configura previamente una composición sobre una superficie plana, sobre la misma se va vertiendo el vidrio fundido, generalmente incoloro. Este vidrio recoge el polvo de vidrio de la base y lo incorpora a su masa. Si la integración no ha sido completa, es decir si aun permanece el aspecto de grano o polvo, puede someterse nuevamente al efecto del calor en hornos de mufla a temperatura conveniente para conseguir la integración deseada. No suelen fabricarse piezas de gran tamaño, por la dificultad que comporta el proceso de templado o recocido. Una pieza de dimensiones 60 x 60 cm. y de 3 cm. de espesor puede considerarse de gran tamaño.

**Aplicaciones superficiales sobre la superficie de los vidrios.**- Desde el origen del vitral la superficie de los vidrios empleados para su fabricación ha sido sometida a diversas técnicas de transformación, que aun se mantienen: Alteraciones térmicas, químicas, mecánicas, etc.

- a) Entre las **alteraciones térmicas** la aplicación de grisallas, esmaltes y amarillo de plata son las mas habituales: Las **grisallas** son un material procedente de las laminaduras de hierro que mezcladas con un fundente se aplican sobre la superficie de los vidrios con la finalidad de conseguir efectos dibujísticos y de veladuras. Son las aplicaciones con la que se consiguen dibujar detalles cuando se pretende realizar un vitral de temática figurativa y también con lo que se consiguen los efectos de volumen en dichas figuras. Son opacas por lo que su aplicación dificulta o impide al paso de la luz. Solían prepararse en cada taller, pero en la actualidad se nos ofrecen fabricadas de manera industrial. Generalmente son de color negro, gris, marrón, pardo..., aunque en la actualidad podemos encontrarlas en una amplia paleta policroma. Los **esmaltes** gozan de propiedades similares a las grisallas, su aplicación es muy similar; existen esmaltes transparentes, traslucidos y opacos; en realidad son vidrios de baja fusión reducidos a granulometría de polvos de talco. El **amarillo de plata** (Cloruro de plata), aplicado sobre la superficie del vidrio y sometido a la acción térmica transfieren al mismo un agradable color dorado que va desde el amarillo limón al anaranjado, de aspecto transparente. Su descubrimiento significo una verdadera revolución de los talleres vidrieros. La fijación a la superficie de los vidrios se consigue con el sometimiento de los mismos a la acción de temperatura entre los 550 y los 690 ° C.
- b) Aplicación de **pinturas en frio**. Es un recurso empleado cuando la economía impide el uso de los vidrios policromos, o los costosas trabajos de agrisallado y cocido de los vidrios. Sobre un vidrio incoloro, generalmente deslustrado al chorro de arena, se aplican pigmentos que se empastan con agua y se fijan a la superficie con la ayuda de colas o aceite. Generalmente, a modo de un lienzo, se interviene sobre toda la superficie del panel, por lo que la ausencia de emplomado es manifiesta. En algunos vitrales nos encontramos con piezas que han sido coloreadas con esta técnica, aunque generalmente obedecen a restauraciones en las que algunas piezas ausenten han sido sustituidas sin desmontar los vitrales de su ubicación. A principios de los 90 del pasado siglo algunos artistas comienzan a utilizar **pigmentos con base polimerica** (epoxi). Aplicados sobre la superficie de vidrios industriales

(flotados, laminares, endurecidos...) superan las limitaciones a que se hallan sometidos los paneles con los que se subdividen los vitrales realizados por los procedimientos tradicionales, ya que la ausencia de emplomado posibilita que su dimensión no halle otros límites más que los impuestos por un acristalamiento tradicional. Estos pigmentos se aplican de muy diversas maneras: a pincel o brocha, rodillo, pistola, serigrafía... en definitiva según los recursos habituales en las obras sobre lienzo, tabla o murales.

- c) Entre las **transformaciones químicas** la más habitual es la del ataque con **ácido fluorhídrico** que “muerde” la superficie de los vidrios, que pasa de transparente a traslúcida, con un bello aspecto sedoso. Si dilatamos el tiempo de actuación del ácido sobre la superficie de los vidrios pueden conseguirse texturas de acusado relieve e incluso lograr perforaciones completas de los vidrios.
- d) Así mismo, las **variaciones por la acción mecánica** con que podemos cambiar el aspecto de los vidrios son amplias y variadas. El ataque con **chorro de arena** deja la superficie del vidrio con un aspecto muy similar a la que se obtiene con la aplicación del ácido, siempre que el grano de la “arena” utilizada sea lo suficientemente fino; al igual que con aquel procedimiento, insistiendo convenientemente, puede llegar a conseguirse texturas de cierto relieve, e incluso llegar a perforar la hoja de vidrio. La **talla y gravado** es otro tipo de intervención mecánica sobre la superficie de los vidrios, se efectúa con la ayuda de muelas de piedra natural, carborundum, cobre o diamante. Los **biselados** consisten en la alteración de los bordes de las piezas de vidrio rebajando su calibre en forma de cuña, con lo que obtenemos una especie de prisma que descompone la luz.
- e) El **dorado**, de los vidrios aún encuentra su aplicación en algún tipo de trabajos específicos. Puede hacerse en frío con la fijación de las hojas de pan de oro con ayuda de cola de conejo o bien mediante la aplicación de oro líquido que se fija posteriormente en horno de mufla a unos 550° C. Los mismos procedimientos se aplican con platino.
- f) El **grabado del vidrio por láser** es una técnica innovadora que consiste en la agresión superficial del vidrio con un rayo láser. La imagen a grabar ha de someterse a un proceso de digitalización previo; de esta manera cada uno de los puntos digitalizados se convertirá en un punto de agresión superficial provocando sobre el vidrio una incisión cóncava de entre 0,08 y 0,3 mm. de diámetro con una profundidad de hasta 0,3 mm. con un aspecto blanquecino. Este “repulsado” del vidrio puede ser de distinta intensidad, como hemos dicho, de esta manera pueden conseguirse zonas en donde se conserva la transparencia del vidrio u otras donde la opacidad es absoluta. Puede efectuarse este tipo de grabado sobre cualquier vidrio: flotados, antireflectantes, mateados, espejos, lacados de color; siempre teniendo en cuenta las particularidades de cada vidrio y el aspecto final de la obra acabada.
- g) La utilización de **láminas de polivinilo** ha ido generalizándose. La resolución económica de los anagramas y señas identitarias de los establecimientos comerciales recurre a este tipo de trabajos. Existe una amplia gama de colores e incluso una hoja que imita a la perfección el aspecto de los vidrios tratados al ácido o al chorro de arena.

Llegado a este punto retomamos el tema motivo de este trabajo: ¿Vidrieras Modernas?, ¿Vidrieras Contemporáneas?

Las posibilidades de transformación del espacio arquitectónico en función de la luz fue tema de reflexión de la mística del arquitecto gótico y las soluciones adoptadas fueron tan contundentes que no podemos olvidar su influencia en los posteriores estilos arquitectónicos. En el Renacimiento es utilizado como soporte pictórico; el Barroco lo elimina de los grandes programas de iconografía religiosa; a finales del siglo XIX el Neogótico recupera las técnicas y procedimientos olvidados (Viollet-le-Duc, Williams Morris, Burne-Jones, Tiffanys); es el Art Nouveau, el Modernismo quien libera al vitral de su funcionalidad religiosa y lo instauro definitivamente en la arquitectura civil (Machinstosh, Wright, Gaudi, Domenech i Montaner, Puig i Cadaflach).

Después de la Segunda Guerra Mundial, Europa presenta un estado lamentable en todos los aspectos. Por lo que concierne a la especialidad muchos de los vitrales históricos habían desaparecido o presentaban un estado de ruina tal que los hacia irrecuperables. Propiciada por esta circunstancia y alentados por las instancias religiosas arquitectos y artistas comprometidos con las corrientes artísticas que se iban afianzando inician un programa de restauración-reintegración del patrimonio vitralístico asolado.

Pintores de la talla de Léger, Marc Chagall, Roualt, invitados por un inteligente dominico, el Padre Couturier, trabajan entre otros en el diseño de los "cartones" para los vitrales de la iglesia de Notre-Dame de Toute Grace, que luego realizarían cualificados artesanos. También Matisse trabajo, entre 1947 y 1950, en la Capilla del Rosario de los dominicos en Vence. De la producción vitralística de estos artistas poco se ha publicado, pasando con demasiada frecuencia desapercibidos en la historia del arte. Caso excepcional presenta, por otra parte, el caso de Léger, conocido más por su aportación en cuanto a la utilización de la baldosa de vidrio y el cemento, que junto a Alfred Manessier derrocha gran imaginación en el empleo de estos elementos; y por otra resulta muy familiar el trabajo de Marc Chagall, sobre todo las obras para las sinagogas, resaltando por más conocido, el conjunto de doce vitrales (1962) para la sinagoga Hadassah-Hebrew University Medical Center, de Israel, representando en cada uno de ellos una de las doce tribus de Israel, en las que crea un sugestivo mundo zoomórfico lleno de sensibilidad. Importante resulta, por insólito, el conjunto que para la iglesia de Notre-Dame du Haut, en Ronchamp, ideo Le Corbusier. Sorprendente resulta, por desconocida, la única manifestación que se conoce de Miró y que por encargo de la Fundación Czipra realizó para la Capilla Real de Saint Frambonrg, en Senlis; el mismo Miró no pudo realizar su sueño de intervenir en la creación de vitrales para la catedral de Palma de Mallorca.

En Alemania Meinstermann tuvo la oportunidad, por primera vez en la época moderna, de diseñar y ejecutar grandes conjuntos vitralísticos. Se le considera el vínculo de unión entre Prinker y la siguiente generación de vitralistas alemanes: L. Schaffrath, W. Buschulte, J. Schreiter, D. Bhom, J. Poensgen. La obra de estos artistas discurre por los parámetros conceptuales de la abstracción; en algunos casos, como en el de Meinstermann, la fuerza del color es fundamental, en otros (Schaffrath) se evidencia su antítesis en obras cuya sensibilidad lineal y dibujística son el único recurso expresivo.

En Irlanda trabajó Sara Purser hasta 1983. De su escuela surgen personalidades como Harry Clarke, Michael Healy y Eric Hone. La reconstrucción de la catedral de Coventry conto con la intervención de Lawrenn Lee, Geoffrey Clarke y Keith New; también John Piper diseño algunos cartones que fueron realizados en el taller de Reyntiens.

En Estados Unidos, después de Tiffanys, el vitral languidece. Solo durante la década de los 70 resurge de la mano del movimiento *hippy* que se concreta en obras de poca identidad, de carácter pop y de uso domestico. Hijos de aquellos aires renovadores son Narcissus Quagliata, Ed Carpenter, Peter Mollico... y los canadienses Lutz Haufschild, Claude Bettinger ...

Con fuerte empuje comienzan a surgir artistas que orientan su trabajo preferentemente en el campo del vitral y que reúnen en su personalidad las dos facetas de pensadores y ejecutores de la obra. De aquí a la tendencia, más reciente, de considerar al vitral como obra de arte con valor propio desligado de la arquitectura, solo existía un paso, que se dio, pero esta corriente aunque muy interesante, deberemos dejarla para mejor ocasión.

Esta fuerza renovadora, iniciada por Jan Thorn Prikker, también se extiende hacia Canadá, Australia, Japón, Nueva Zelanda ... y solo a finales de los años 70 y principio de los 80 llega tímidamente a España de la mano de artistas como Muñoz de Pablos, formado en los talleres Maumejean de Madrid; Luís García Zurdo, además de pintor vitralista, hijo de la corriente expresionista europea, que tal vez sensibilizado por los vitrales leoneses, de donde es originario, descubre el vital contemporáneo durante su estancia el Alemania; Joan Vila Grau, pintor y estudioso del vitral, autor de una extensa producción vitralista y responsable de la incorporación de vitrales en las obras de la Sagrada Familia de Barcelona; Antonio Povedano, también pintor, que desde una concepción pictórica de sus vitrales refuerza los componentes tradicionales de este arte; Antonio Sainz -"Keshava", arquitecto que se dedica única y exclusivamente a la creación de vitrales; Fernández Castrillo, que inicia una línea investigadora muy interesante en lo que se ha dado en llamar "vitrografías"; Pere Valldeperez, con una obra muy mediterránea, que halla sus fuentes en el modernismo catalán; Pertegaz & Hernandez, de corta pero apasionante trayectoria que abandonan la actividad a principios de los 90; Enrique y Santiago Barrio, que desde sus talleres en Burgos, alternan la producción de obras tradicionales con otras de plástica contemporánea; y yo mismo, que me incorporo a medianos de los 80, procedente del campo del vidrio caliente, después de pasar por la Escuela de Artes Aplicadas i Oficios Artísticos de Valencia. Nuevas y prometedoras incorporaciones a nuestro mundo son las de Elena García Sánchez y la de Lorena Valldeperez, que desde hace años marcan su impronta..

Como antaño también en la actualidad algunos pintores se han sentido atraídos por el vitral. A destacar por su magnitud, la incorporación de vitrales a la catedral de Cuenca realizada en la década de los 90. Firman los mismos artistas de la talla de Gustavo Torner, Alfonso Bonifacio, Gerardo Rueda y Henri Dechanet. Recientemente es la obra de Miquel Barceló para la catedral de Mallorca, la que junto al gran mural cerámico incorpora un conjunto de vitrales, que sin duda contribuyen a crear el aspecto trascendente del recinto.

El arte del vitral, es el arte de la luz. Cualquier otra manifestación plástica se concibe para admirarse en condiciones de luz reflejada; de ahí su gran diferencia. El pintor se esfuerza

por convertir la materia en luz, ya que en este “engaño” radica la magia de su arte; el escultor aprovecha la luz que penetra en la materia vacía; los vitralistas transformamos la luz, elemento impalpable, en materia. Es decir, nos apoyamos en la capacidad de transparencia de la materia para suspender la luz en el punto espacial elegido o disponible. Contamos con la fuerza de una potente energía natural que se consolida mediante el vidrio y en el que halla su medio expresivo. Pintamos con la propia luz, nuestro trabajo es un intento de controlar su potencial que siempre acaba superándonos. Es cuando los vitrales quedan fijados en el marco arquitectónico cuando nos descubren su misterio. Descubrimos que la luz los somete a alteraciones radicales, en función de su intensidad: época del año, hora de cada día, condiciones meteorológicas... que resultan en gran medida inaprensibles por el artista. La fuerza del sol puede hacerlos aparecer como descoloridos. En ocasiones la luz incide con intensidad desigual sobre la superficie del vitral, apareciendo zonas quemadas y otras oscuras; pueden producirse interacciones policromas entre vidrios contiguos creando matices no deseados; los elementos inmediatos que interfieren sobre el vitral gracias a su transparencia (algunos fijos, como los arquitectónicos; otros cambiantes, como arboles, nubes, vehículos, personas...) influyen en la plástica del vitral. Es de esta capacidad cambiante y dinámica de la luz de la que debemos apropiarnos en beneficio de la obra acabada. El vitral visto y estudiado a través de fotografías nos engaña, puede parecernos que son obras pictóricas, ¡Pero no!... El vitral como arte de la luz tiene una vida tan dinámica y cambiante como la luz misma.

Reiteradamente los vitralistas encontramos un cierto rechazo por parte de los arquitectos a las incorporaciones de vitrales en sus proyectos. Diversas pueden ser las causas: desde económicas, desconocimiento, falta de divulgación y promoción, etc. El análisis de las mismas sería tan amplio que creemos queda descartado en estos momentos...

Confiar que esta aproximación al apasionante mundo del vitral contemporáneo haya avivado su curiosidad y que haya despertado en Vds. el interés suficiente como para tenerlo en cuenta en sus futuros proyectos es la terea que nos ocupa a todos los vitralistas. Nuestra capacidad, los recursos técnicos, están ahí y son aplicables... Hoy solo nos queda reclamar un acto de fe.

## **Bibliografía**

**BAAL-TESHUA, Jacob.** Chagall. Edit. Taschen. Madrid, 1997

**BARRAL I ALTET, Xavier.** Vidrieras medievales de Cataluña. Ed. Lunweg. Barcelona, 2000

**CASTRILLO, Josep.** Castrillo 1984-1994. Edic. Caja Madrid, 1994

**CLARKE, Brian.** Architectural Artist. Academy Editions. Londres, 1994

**GOMÉZ RASCÓN, Maximo.** Las vidrieras de la catedral de León. Edilesa. León, 2000

**INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS.** Els vitralls de la catedral de Barcelona i del monestir de Pedralbes. Corpus Vitrearum Medii Aevi. España, 9. Barcelona, 1997

**KLOOS, Werner.** Gestaltung in glass. Stein und Metall Heinz Liebthal. Edit. Schünemann. Bremen, 1985

**KNAPP, Stephen.**The Art of glass. Rockport. Massachusetts, 1998

**LEE, Lawrence y otros.** Vidrieras. Ediciones Destino. Barcelona, 1987

**MOOR, Andrew.** Contemporary Stained Glass. Edit. Mitchell Beaxley. London, 1989

**MORRIS, Elizabeht.** Stained and decorative glass. Edi. Tiger Book International. London, 1990.

**MURRAY, John.** Architectural Stained Glass. Edi. Brian Clarke. London, 1979

**NIETO ALCAIDE, Victor.** Las Vidrieras de la Catedral de Sevilla. Corpus Vitrearum Medii Aevi. España 1. Instituto Diego Velazquez del C.S.I.C. Madrid, 1969

**NIETO ALCAIDE, Víctor.** Las vidrieras del renacimiento en España. Instituto Diego Velazquez del C.S.I.C. Madrid, 1970

**NIETO ALCAIDE, Víctor.** Las vidrieras de la catedral de Granada. Corpus Vitrearum Medii Aevi. España 2. Granada, 1973

**NIETO ALCAIDE, Víctor.** La vidriera y su evolución. Edit. La Muralla. Madrid, 1974

**NIETO ALCAIDE, Víctor.** La luz, símbolo y sistema visual. Edit. Catedra. Madrid, 1981

**NIETO ALCAIDE, Víctor.** La vidriera española. Ocho siglos de luz. Edit. Nerea. Madrid, 1998

**NIETO ALCAIDE, Víctor.** La vidriera española. Del gótico al siglo XXI. Fundación Santander- Central- Hispano. Madrid, 2001

**ROCA, Ximo.** Panorama contemporáneo de la vidriera de arte. Tribuna de la Construcción. Núm. 1 . Valencia, abril 1992

**ROCA, Ximo.** Última generación de artistas vidrieros de Valencia. Tribuna de la Construcción. Núm. 4. Valencia, julio 1992

**ROCA, Ximo.** Disposiciones técnicas para la instalación de vidrieras de arte. Tribuna de la Construcción. Núm. 5. Valencia, septiembre 1992

**ROCA, Ximo.** Mike Davis o la fuerza expresiva de la luz retenida. Tribuna de la Construcción. Núm. 13. Valencia, mayo de 1993

**ROCA, Ximo.** Valerio Adami. La fuerza del dibujo o la potencialidad del color luz. Tribuna de la Construcción. Núm. 14. Valencia, junio, 1993

**TRAPP, Henneth y otros.** Narcissus Quagliata. Pintando con luz. Edit. Il Cigno Galileo Galilei. Roma, 1995

**VALLDEPEREZ, Pere.** Vidres, Llum i color. Edit. Vedrà. Barcelona, 1997

**VALLDEPEREZ, Pere.** El vitrall. Edit. Parramón. Barcelona, 1999

**VILA-GRAU, Joan; RODON, Francesc.** Las vidrieras modernistas catalanas. Edit. Polígrafa. Barcelona, 1983

**VOGELSANGER-DE ROCHE, Irmgard.** Les vitraux de Marc Chagalla u fraumünster de Zürich.. Ed. Dössli Verlag. Zürich, 1971

**VARIOS.** Homenatge a Joan Miró. 1 er. Concurs internacional de vitralls. Ajuntament de Barcelona. Casa Elizalde. Barcelona, 1984

**VARIOS.** Els vitralls cloisoné de Barcelona. Ajuntament de Barcelona. Casa Elizalde. Barcelona, 1985

**VARIOS.** Vidre d'art. Hivernacle de la Ciutadela. Ajuntament de Barcelona. Barcelona, 1987

**VARIOS.** II e. Salon International du vitrail, 1989.(Catalogo) Ed. Centre International du Vitral. Chartres, 1989

**VARIOS,** Josef Albers. Vidrio, color, luz. Centre Julio Gonzalez. IVAM. Generalitat Valenciana. Valencia, 1994

**VARIOS.** The windows of St Vitu's cathedral. Pregel Castle Administration. Prage, 2000

### **Instituciones**

FUNDACION CENTRO NACIONAL DEL VIDRIO. REAL FABRICA DE CRISTALES. La Granja de San Ildefonso. Segovia.

FUNDACION CENTRE DEL VIDRE DE BARCELONA. Barcelona

CENTRE INTERNATIONAL DU VITRAIL. Chartres. Francia

### **Revistas.**

STAINED GLASS. Quarterly of the Stained Glass Association of America. Estados Unidos de America.





# **El Vidrio en la Arquitectura actual**

J. P. CALVO, CITAV, Saint- Gobain

## **Resumen**

El vidrio, ese habitual material compañero inseparable de nuestras ventanas desde la lejana Baja Edad Media, que por su transparencia ocupa un puesto indiscutible en las fachadas como elemento de iluminación y de comunicación visual con el exterior, ha sufrido en los últimos cincuenta años una evolución tan profunda que lo ha llevado de ser el “viejo amigo” a “gran desconocido” en la fachada actual. El crecimiento de los huecos en las fachadas, fruto de los criterios del Movimiento Moderno que a principios del Siglo XX revolucionó la Arquitectura europea, puso en crisis la tradicional función del vidrio al demandar, además de iluminación y transparencia, protección frente a las condiciones climáticas externas, seguridad, resistencia mecánica y en general todas las condiciones que la primitiva fachada pétreo cumplía como elemento frontera, como piel de nuestras edificaciones. Así han nacido, en las últimas décadas, los acristalamientos de protección solar y aislamiento térmico para hacer sostenibles, económicamente, las grandes superficies vítreas en los climas más adversos, los vidrios de alta resistencia y de seguridad que hacen posible la realización de muros cortina sin más estructura, prácticamente, que el propio vidrio, acristalamientos de alto aislamiento acústico y resistentes al fuego, de visión selectiva, ..., etc. son habituales ya en nuestras edificaciones. Es razonable que el diseñador ante la múltiple, y en ocasiones confusa, información muestre perplejidad a la hora de decidir la composición de un acristalamiento, siendo nuestra intención orientar en lo posible de forma clara esa decisión para obtener el mejor rendimiento térmico y mecánico de las fachadas vítreas.

## **1. Bienestar en los alojamientos humanos**

La actividad humana, por regla general, se desarrolla en espacios cerrados en los que debemos crear y mantener unas condiciones de bienestar en función de la propia actividad a desarrollar (no serán las mismas para un gimnasio que para una oficina) y de la climatología del lugar.

Estas condiciones de bienestar suelen definirse en términos generales con unas condiciones térmicas, temperatura interior y humedad relativa, y otras acústicas y en su mantenimiento es fundamental la composición de la **piel** que cierra el espacio, la fachada, que es límite y frontera entre las condiciones exteriores, marcadas por el entorno y fuera de nuestro control, y las interiores, limitadas por nosotros en función de los parámetros antes mencionados.

A través de esa **piel** se generan los intercambios térmicos que marcarán las temperaturas interiores y la dificultad de mantenerlas, por ella penetrarán los ruidos exteriores, ..., etc. por consiguiente su permeabilidad a la radiación solar, al calor interior y al sonido son valores básicos para el mantenimiento del bienestar.

Con el crecimiento que las superficies acristaladas han experimentado en los nuevos diseños arquitectónicos, desde hace 30 a 40 años, el vidrio ha tenido que responder a demandas de protección que antes no tenía, pues su defensa se organizaba mediante elementos secundarios, toldos frente a la radiación solar, contraventanas, fraileros o pesadas cortinas para evitar pérdidas del calor interior y un mundo menos ruidoso que el actual, que hicieron posible la utilización del vidrio en nuestras clásicas ventanas desde el

siglo XI hasta prácticamente la mitad del XX sin evolución apreciable en cuanto a sus prestaciones térmicas y acústicas.

Asimismo las necesidades de protección física y reducción del riesgo de accidentes personales por fractura del vidrio, el uso del mismo en aplicaciones no habituales (suelos, vigas vítreas, etc.) aumentan el campo de las demandas que el vidrio debe cubrir.

Presentamos a continuación algunos de los vidrios de altas prestaciones que facilitarán el diseño de fachadas adecuadas, térmica, mecánica y económicamente sostenibles.

## **2. Acristalamientos para la protección térmica**

El vidrio constituye parte de la frontera, en ocasiones y cada vez con mayor frecuencia, la única entre espacio interior y exterior lo que le obliga a reducir los aportes térmicos solares y evitar las pérdidas de calor interno para mantener unas condiciones adecuadas de bienestar interior, con moderados consumos de mantenimiento.

La consecución de este objetivo se facilita, como veremos a continuación, con el empleo de vidrios de altas prestaciones térmicas.

### **2.1. Vidrios de protección solar**

El **Factor Solar** de un vidrio (**F<sub>s</sub>**) se define como la proporción de energía solar percibida en el interior en relación con la total exterior, en esa energía que percibimos hay dos factores claramente diferenciados por un lado la **transmisión directa** o diferencia entre radiación total y reflexión más absorción del vidrio, y por otro la **absorción reenviada al interior**, función del régimen de temperaturas y del calentamiento del vidrio. En términos coloquiales podemos definir al Factor Solar como **la permeabilidad del vidrio a la radiación solar**.

El vidrio habitual PLANILUX de silicato sodocálcico, incoloro, habitual en edificación es de alta permeabilidad a la radiación solar, su factor solar **F<sub>s</sub>** es elevado, de más del 80%. Para obtener acristalamientos de buen Factor Solar se crearon las siguientes familias de vidrios:

**2.1.2. Vidrios Absorbentes:** Con color en masa que incrementa la absorción del vidrio y por tanto reduce la transmisión directa.

Corresponden a la denominación PARSOL y sus colores son bronce gris y verde.

**2.1.3. Vidrios Reflectantes (pirolíticos):** Su función es la de aumentar la reflexión del vidrio creando un espejo energético por deposición, en caliente, de una capa metálica o no sobre una de las caras del vidrio, obteniéndose los REFLECTASOL o ANTELIO.

**2.1.4. Vidrios Reflectantes (magnetronicos):** Basados en el mismo principio de reflexión se fabrican en frío depositando capas de metales puros, óxidos o nitruros metálicos sobre una cara del vidrio. Se conocen como COOL-LITE y tienen a su vez dos familias, los habituales de alta protección y baja transmisión luminosa y los COOL-LITE – KN con buen Factor Solar y alta transmisión luminosa.

A esta última familia pertenecen los vidrios de Baja Emisividad, que reducen las pérdidas de calor por radiación del vidrio y cuyo campo de aplicación fundamental es el ahorro energético en clima frío temporada invernal. Su denominación es PLANITHERM “S”.

A continuación presentamos una tabla con los valores fundamentales de espectrofotometría de algunos de los vidrios descritos, para una composición genérica en doble acristalamiento de vidrio exterior de protección solar de 6 mm, cámara de aire de 12 mm, y vidrio interior incoloro de 6 mm.

| VIDRIO EXTERIOR     | Espectrofotometría |    |      | Observaciones                         |
|---------------------|--------------------|----|------|---------------------------------------|
|                     | TL                 | AE | Fs   |                                       |
| Planilux (incoloro) | 80                 | 21 | 0,72 | Gran transparencia, Fs alto.          |
| Parsol verde        | 67                 | 54 | 0,47 | Alta AE, riesgo de rotura térmica.    |
| Reflectasol K (2)   | 30                 | 29 | 0,45 | Alta reflexión luminosa.              |
| COOL-LITE SS-108    | 8                  | 59 | 0,12 | Muy buen Fs, baja TL, alta AE.        |
| COOL-LITE SS-408    | 6                  | 80 | 0,12 | Altísima AE, muy buen Fs, baja TL.    |
| COOL-LITE KN-169    | 62                 | 37 | 0,42 | Alta TL, buen Fs, reflexión natural.  |
| COOL-LITE KN-155    | 50                 | 46 | 0,36 | Media TL, buen Fs, reflexión natural. |
| PLANITHERM "S"      | 67                 | 33 | 0,49 | Alta TL, medio Fs, reflexión natural. |

Fs: Factor Solar .

TL: Transmisión luminosa (%)

AE: Absorción energética (%)

## 2.2. Vidrios para aislamiento térmico

Las pérdidas de calor en un recinto se producen por convección y radiación de los cerramientos, más cálidos que el exterior, y su magnitud depende del valor del Coeficiente de Transmisión Térmica **K**.

En la conocida expresión de cálculo del coeficiente **K**, para un elemento homogéneo de espesor **e**:

$$K = \frac{1}{h_e} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_i}$$

se comprueba que su valor es función de tres factores, dos de ellos externos ( $h_e$  y  $h_i$ ) y el otro dependiente del material ( $e/\lambda$ ) que en el caso del vidrio, habida cuenta de las unidades empleadas en el cálculo (W, m, °K), es prácticamente nulo pues el espesor de los acristalamientos nunca es superior a pocas milésimas

Por tanto, la creación de acristalamientos aislantes tuvo que incorporar elementos, ajenos al vidrio, para conseguir el aislamiento térmico que este era incapaz de facilitar, que fueron las cámaras de aire deshidratado de baja convección.

Con la incorporación de cámaras de aire, con espesores entre 6 y 15 mm, entre dos vidrios monolíticos su **K** se rebajó a la mitad, había nacido el doble acristalamiento aislante CLIMALIT.

Con los vidrios de cámara se eliminaba gran parte de las pérdidas térmicas por convección pero seguía existiendo la radiación y para reducirla se acudió, como antes comentamos, a los vidrios de Baja Emisividad que reducen las pérdidas de un doble acristalamiento habitual en un 36-40%.

El empleo del vidrio adecuado en clima frío, o período invernal, no sólo influye en los costes de mantenimiento futuro de la edificación sino que también reduce los problemas de condensaciones interiores al elevar la temperatura de cara interna del acristalamiento y, por la misma razón, elimina los efectos de pared fría y la reducción del bienestar en las proximidades de un acristalamiento con altas pérdidas térmicas. Además, la reducción de consumos para el acondicionamiento de la edificación conlleva una menor emisión de gases contaminantes para la producción de la energía necesaria, lo que se valora de forma positiva en la Calificación Energética de Viviendas (C.E.V) que será la

base fundamental de aplicación de la futura Norma Básica de Condiciones Térmicas en la Edificación.

Cuando se desean prestaciones en cualquier estación o condición climatológica se pueden realizar dobles acristalamientos aislantes combinando vidrios de protección solar y de baja emisividad para obtener el mejor equilibrio entre Transmisión Luminosa (TL), Factor Solar (Fs), y Coeficiente de Transmisión Térmica (K).

En la tabla siguiente se presentan los valores espectrofotométricos de algunas de las composiciones más comunes de acristalamientos aislantes.

| ACRISTALAMIENTO                                      | K    |
|--|------|
| Planilux, monolítico de 6 mm                         | 5,75 |
| CLIMALIT, Planilux, 6, aire 12 mm, Planilux, 6       | 2,70 |
| CLIMALIT, Planitherm "S", 6, aire 12 mm, Planilux, 6 | 1,70 |

K: Coeficiente de Transmisión Térmica ( $W/m^2 \cdot K$ )

### 2.3. Parámetros para la elección de un acristalamiento. Balance energético

A la vista de lo expuesto es fácil entender que la elección de un acristalamiento óptimo, desde el punto de vista energético, precisa una evaluación de la carga térmica que el vidrio aportará a la edificación.

Esta carga está formada, fundamentalmente, por aportes solares y pérdidas energéticas por convección y radiación, y la suma de todas ellas es lo que denominamos Balance Energético, siendo su valor en kWh la energía necesaria para mantener el ambiente interior dentro de los límites de bienestar que en cada caso se marquen.

A continuación se incorporan tablas donde, para diferentes tipos de acristalamiento, se da este balance energético para 1 m<sup>2</sup> de vidrio en diferentes situaciones geográficas y orientaciones.

#### TIPOS DE VIDRIOS

| Vidrio<br>(Nomenclatura) | C O M P O S I C I Ó N   |              |                 |
|--------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|
|                          | Vidrio exterior         | Cámara       | Vidrio interior |
| VDR-1                    | Planilux, 6 mm          | (Monolítico) | —               |
| VDR-2                    | Parsol verde, 10 mm     | (Monolítico) | —               |
| VDR-3                    | Planilux, 6 mm          | Aire, 12 mm  | Planilux, 6 mm  |
| VDR-4                    | Cool-lite, SS-108, 6 mm | Aire, 12 mm  | Planilux, 6 mm  |
| VDR-5                    | Cool-lite, KN-169, 6 mm | Aire, 12 mm  | Planilux, 6 mm  |
| VDR-6                    | Planitherm "S", 6 mm    | Aire, 12 mm  | Planilux, 6 mm  |

Los valores de las tablas se dan en kWh, positivos si hay que eliminarlos con refrigeración y negativos si se deben aportar con calefacción, y para las siguientes condiciones generales:

|        |          |   |
|--------|----------|---|
| BURGOS | Invierno | Ene-Feb-Mar-Abr-May/Oct-Nov-Dic<br>Temperatura interior 19 K            |
|        | Verano   | (No es necesaria refrigeración ningún mes)<br>Temperatura interior 22 K |
| MADRID | Invierno | Ene-Feb-Mar-Abr/Nov-Dic<br>Temperatura interior 20 K                    |
|        | Verano   | Jun-Jul-Ago-Sep   |

Temperatura interior 24 K

MÁLAGA Invierno Ene-Feb/Dic  
Temperatura interior 22 K  
Verano Jun-Jul-Ago-Sep  
Temperatura interior 25 K

Condiciones de intercambio convectivo superficial:  $h_i=6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ,  $h_e=11,73 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

#### BURGOS

| Vidrio | NORTE    |        | SUR      |        | ESTE     |        | OESTE    |        |
|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
|        | Invierno | Verano | Invierno | Verano | Invierno | Verano | Invierno | Verano |
| VDR-1  | -121     | 0      | 108      | 0      | -7       | 0      | -7       | 0      |
| VDR-2  | -193     | 0      | -76      | 0      | -135     | 0      | -135     | 0      |
| VDR-3  | -14      | 0      | 161      | 0      | 73       | 0      | 73       | 0      |
| VDR-4  | -86      | 0      | -66      | 0      | -76      | 0      | -57      | 0      |
| VDR-5  | -10      | 0      | 95       | 0      | 42       | 0      | 42       | 0      |
| VDR-6  | -3       | 0      | 112      | 0      | 54       | 0      | 54       | 0      |

#### MADRID

| Vidrio | NORTE    |        | SUR      |        | ESTE     |        | OESTE    |        |
|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
|        | Invierno | Verano | Invierno | Verano | Invierno | Verano | Invierno | Verano |
| VDR-1  | -80      | 139    | 224      | 231    | 50       | 301    | 50       | 301    |
| VDR-2  | -136     | 55     | 18       | 103    | -69      | 142    | -69      | 142    |
| VDR-3  | -62      | 4      | 230      | 170    | 95       | 235    | 95       | 235    |
| VDR-4  | -62      | 4      | -35      | 12     | -49      | 21     | -49      | 21     |
| VDR-5  | -4       | 64     | 136      | 103    | 55       | 142    | 55       | 142    |
| VDR-6  | 0        | 71     | 156      | 113    | 67       | 157    | 67       | 157    |

#### MÁLAGA

| Vidrio | NORTE    |        | SUR      |        | ESTE     |        | OESTE    |        |
|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
|        | Invierno | Verano | Invierno | Verano | Invierno | Verano | Invierno | Verano |
| VDR-1  | -33      | 140    | 127      | 212    | 16       | 302    | 16       | 302    |
| VDR-2  | -56      | 53     | 24       | 91     | -31      | 140    | -31      | 140    |
| VDR-3  | -2       | 108    | 123      | 157    | 35       | 237    | 35       | 237    |
| VDR-4  | -25      | 2      | -11      | 9      | -21      | 20     | -21      | 20     |
| VDR-5  | -1       | 65     | 73       | 94     | 20       | 143    | 20       | 143    |
| VDR-6  | 0        | 72     | 83       | 105    | 25       | 158    | 25       | 158    |

La elección del vidrio adecuado para cada aplicación se realizará atendiendo a las siguientes condiciones:

- 1.- Optimización del mantenimiento futuro, con Balances Energéticos bajos, fundamentalmente atendiendo a la refrigeración, más costosa que la calefacción.
- 2.- Necesidades de iluminación según el uso de los locales.
- 3.- Estética buscada para la fachada.

### 3. Características mecánicas del vidrio. Resistencia y seguridad

El incremento en las dimensiones de los vidrios empleados en los acristalamientos, así como su empleo en elementos estructurales, suelos, vigas, fachadas totalmente vítreas, ..., etc. ha obligado a considerar al vidrio como un material estructural más, investigando a fondo sus características resistentes que hasta hace escasamente cien años eran prácticamente desconocidas.

### 3.1. Estructura física del vidrio

El vidrio, mal nominado vulgarmente cristal, es un silicato **no cristalino** que contiene otros óxidos, fundamentalmente de calcio, potasio, sodio y aluminio, careciendo del orden estructural que caracteriza a las cristalizaciones, formando una estructura molecular amorfa similar a la de los líquidos, físicamente, pero con la rigidez del sólido, lo que ha llevado a definirlo como **líquido de viscosidad infinita**, y a los físicos a clasificarlo como el **cuarto estado de la materia**.

Su comportamiento mecánico está, por consiguiente, marcado por su estructura y su rotura se produce de forma frágil, con pequeñas deformaciones unitarias y sin el característico periodo elastoplástico, que constituye una reserva de resistencia importante en algunos materiales como los aceros.

### 3.2. Resistencia mecánica del vidrio

El vidrio es un material de excelente resistencia a la compresión pura, 1.000 MPa, aunque es poco aprovechable a nivel práctico, si bien nos sirve para precomprimirlo por templado. Su resistencia a flexo-tracción se resume en el cuadro adjunto, pero debemos advertir que la misma está condicionada por dos factores fundamentales:

- Estado de los cantos del vidrio, pues para cortes defectuosos, o cantos dañados, la resistencia disminuye notablemente por el efecto de entalla de la microfisuración del borde.
- Tiempo de duración de la carga, ya que debido a su estructura el vidrio disipa muy mal las tensiones en su masa y para cargas de duración inferior a sesenta segundos su tensión de rotura es casi doble que para acciones de más larga duración o permanentes.

Asimismo es de advertir que el cálculo generalizado del vidrio se realiza por criterios absolutamente elásticos, como placa apoyada en las condiciones que marque su colocación, y siempre que sea posible en condiciones isostáticas, como simples apoyos, pues el vidrio se comporta mal ante la alternancia de signo en las acciones dentro de la misma placa.

| TIPO DE VIDRIO    | Tensiones admisibles     |                          |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
|                   | Cargas de corta duración | Cargas de larga duración |
| Recocido          | 20                       | 10                       |
| Templado habitual | 50                       | 25                       |

Tensiones en MPa

El temple térmico es una técnica habitual para mejorar la resistencia mecánica del vidrio recocido mediante el sistema de calentamiento y enfriamiento rápido, lo que incorpora fuertes tensiones de compresión en el vidrio por retracción térmica.

No obstante conviene tener presente que en el vidrio el incremento de resistencia mecánica absoluta no implica un aumento de la seguridad, como en otros materiales, pues su fragilidad aumenta con el temple y la fractura se produce con gran fragmentación en trozos de no más de 10 mm, siendo por tanto muy arriesgado emplearlo cuando es

fundamental la permanencia aún después de la rotura, suelos, antepechos, acristalamientos contra impactos, ..., etc.

### 3.3. Vidrios de seguridad

A la vista de lo expuesto serán de seguridad aquellos vidrios que permanezcan en la carpintería después de su fractura.

Este tipo de vidrios son los laminados STADIP, formados por laminación de vidrios habituales con capas de butiral de polivinilo (PVB) entre ellos, lo que les confiere gran tenacidad ante el impacto aunque los vidrios se fracturen.

Para garantizar su comportamiento al impacto las diferentes composiciones vítreas, que pueden combinar láminas de vidrios de espesor diferente hasta 70 mm de grueso total, se ensayan de acuerdo a la Norma UNE 108/131 Partes 1 y 2 siendo homologadas por el MINER en los siguientes niveles de seguridad:

**Agresión manual:** Nivel A, de Seguridad Física a impacto fortuito, y B de Seguridad Antiagresión a impactos intencionados, en lenguaje coloquial Antirrobo.

**Anti-balas:** Nivel A, impacto concentrado de proyectil singular, y Nivel B, impactos dispersos de proyectiles múltiples, perdigones gruesos, vulgarmente postas.

Con independencia de las homologaciones oficiales es posible diseñar vidrios específicos para usos concretos, visores de acuarios, pisables, ..., o en aplicaciones estructurales concretas, contrafuertes de vidrio, vigas o pilares vítreos, ..., etc.

En los vidrios laminados es posible combinar funciones térmicas incorporando a sus composiciones vidrios de control solar o butirales (PVB) de color.

También es habitual realizar acristalamientos de cámara, aislantes, con este tipo de vidrios para obtener la seguridad que el vidrio habitual no posee.

### 3.4. Vidrios especiales

En este capítulo podemos situar los acristalamientos resistentes al fuego obtenidos a partir de vidrios habituales sodocálcicos recocidos que, mediante templado especial o por composición con cámaras de gel pueden resistir tanto la acción de la llama como hacerse impermeables a la radiación térmica del incendio durante el tiempo prescrito por la Norma en cada categoría

Estas categorías de resistencia son las siguientes:

- **Vidrios PF:** O parallamas, en los niveles 30 y 60 minutos, facilitados por los vidrios FIVESTAR, PYROSWISS, VETROFLAM y SWISSFLAM LITE.
- **Vidrios RF:** O resistentes al incendio, que protegen de las llamas y de la radiación, en los niveles 30, 60, 90 y 120, minutos dados por los SWISSFLAM, CONTRAFLAM y CONTRAFLAM N2.

Como conclusión podemos afirmar que, combinando las últimas generaciones de vidrios de altas prestaciones se pueden obtener acristalamientos óptimos para cualquier aplicación y en cualquier situación climática.





# PRESTACIONES Y NUEVAS APLICACIONES ÓPTICAS DEL VIDRIO EN LA EDIFICACIÓN

**M<sup>a</sup> Angeles Villegas**

CENIM, Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Avda. Gregorio del Amo, 8  
28040 Madrid

## 1 INTRODUCCIÓN

Desde las vidrieras de las catedrales góticas, el vidrio plano ha brindado a las edificaciones protección del medio ambiente a la vez que reflejaba su belleza. Actualmente el vidrio aún presenta aquellas características del vidrio antiguo en cuanto a forma y funciones, pero simultáneamente nos transporta al futuro y nos sitúa en un punto de partida hacia las tecnologías más prácticas y exóticas. Ya disfrutamos de una amplia gama de beneficios funcionales: protegemos los objetos de la decoloración, reducimos costes de energía y la transmisión sonora, mejoramos la seguridad de los recintos; el vidrio también nos permite reemplazar las paredes de ladrillos y mortero por paisajes.

En la última década el vidrio ha cambiado su papel en la arquitectura: de un simple material que transmite la luz y a la vez proporciona una barrera al frío, ha comenzado a desempeñar un papel dominante en la arquitectura moderna definiendo virtualmente la apariencia de un edificio y soportando una funcionalidad esencial del mismo.

En el mundo de la construcción los vidrios más implantados son el vidrio plano, los productos estructurales y las fibras de vidrio. Al hablar del vidrio en la construcción se menciona constantemente el vidrio plano como producto industrial. En la fig. 1 se recogen los distintos usos del vidrio plano entre los que cabe destacar el dedicado a la construcción por sus variedades y aplicaciones. En nuestros días el desarrollo industrial del vidrio se enfoca hacia tres acciones: modificación de la composición, transformaciones superficiales y asociación con otros materiales.

Según los procesos de fabricación, el vidrio plano puede clasificarse en dos grupos:

- Vidrio plano flotado con caras planoparalelas pulidas que se obtiene por estirado del vidrio sobre un baño de estaño fundido. Es transparente y permite ver los objetos a su través con claridad.
- Vidrio laminado o impreso que se obtiene tras el paso del vidrio por dos cilindros, uno de los cuales le imprime un determinado grabado al vidrio. Es translúcido y distorsiona los objetos que se sitúan detrás de él.

La composición química de ambos tipos de vidrio son muy parecidas y sólo se diferencian en sus propiedades ópticas. La transformación de la superficie, en la mayoría de los casos, dará lugar a una gama de productos finales de propiedades muy distintas: vidrios antisolares, de

seguridad, para aislamiento térmico y acústico, coloreados, templados, curvados, etc.

El vidrio en la construcción cumple principalmente con dos funciones: protección del exterior y transmisión de la luz. Modernamente el vidrio también tiene que responder a otras exigencias que plantea la arquitectura: mejorar la estética de las edificaciones, formar parte del diseño estructural arquitectónico, proporcionar confort interior y ofrecer una seguridad cada vez más rigurosa. En todos estos puntos las propiedades ópticas del vidrio juegan un papel esencial.

El coste de las grandes inversiones en el acristalamiento de fachadas de altas prestaciones puede ser paliado en parte por los ahorros previsibles en sistemas de calefacción o de refrigeración que pasarían a ser más pequeños y más simples. De hecho el uso de vidrio es una de las vías más eficaces de ahorrar energía en la calefacción y refrigeración de edificios. La mayoría del vidrio que se comercializa se usa como doble acristalamiento no recubierto, con un coeficiente térmico de casi  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

A partir del vidrio plano convencional surgen nuevos productos obtenidos por modificación en su composición, por transformación superficial o por asociación con otros productos. Desde el punto de vista de sus propiedades ópticas, los productos derivados del vidrio plano común se pueden esquematizar en la tabla 1.1.

**Tabla 1.1 Modificación de propiedades y productos derivados del vidrio plano común.**

| <b>MODIFICACIONES</b>                      | <b>PROPIEDADES</b>   | <b>PRODUCTOS</b>  |
|--|--|---|
| Composición y tratamientos                 | Transmisión<br>Color   | Extra blancos (incolores)<br>Absorbentes de color                                   |
| Superficiales y capas                      | Reflexión luminosa<br>Reflexión IRP<br>Fotocromismo<br>Electrocromismo | Reflectantes<br>Reflexión selectiva<br>Antisolares<br>Color y transmisión variables |
| Materiales compuestos<br>(vidrio-plástico) | Transmisión  | Coloreados  |

## **2 PROPIEDADES ÓPTICAS DEL VIDRIO PLANO**

En la tabla 2.1 se resumen las propiedades ópticas de un vidrio plano común de 10 mm de espesor.

**TABLA 2.1 Propiedades ópticas de un vidrio plano de 10 mm de espesor.**

| <b>PARÁMETRO</b>           | <b>VALOR</b>                  |
|----------------------------|-------------------------------|
| Índice de refracción $n_D$ | 1,52                          |
| Transmisión luminosa (%)   | 88                            |
| Transmisión energética (%) | 76                            |
| Transmisión UV             | nula hasta 310 nm             |
| Transmisión IR             | casi nula a partir de 2000 nm |
| Factor solar               | 82                            |

Una forma de modificar las propiedades ópticas del vidrio plano común consiste en variar los llamados "colorantes" que gobiernan las características espectrofotométricas del vidrio, con lo cual es posible ajustar dichas propiedades a la funcionalidad elegida. Los colorantes son en general iones de los metales de transición presentes en los vidrios que son responsables de las correspondientes bandas de absorción. Por la adición de óxidos como  $Fe_2O_3$ ,  $CoO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $NiO$ , etc. se pueden modificar el color y la transmitancia. Con ello, por lo tanto, se podrá actuar sobre la estética, el confort visual y térmico de los acristalamientos. Los ejemplos más usuales desde el punto de vista de su aplicación en la construcción son:

- vidrios incoloros
- vidrios de color y absorbentes
- vidrios muy absorbentes

En la fig. 2 se muestran los espectros de transmitancia de un vidrio incoloro, un vidrio verde (tipo PARSOL<sup>®</sup>) y un vidrio muy absorbente, juntamente con el espectro de la luz solar y la sensibilidad del ojo humano.

La distribución de energía de un rayo solar en tantos por ciento por zonas del espectro es: 5 % en el UV, 50 % en el visible y 45 % en el IR. En la tabla 2.2 se recogen los porcentajes de transmisión para distintos tipos de vidrios planos.

**TABLA 2.2 Transmisión de la radiación en las regiones UV, VIS e IR de vidrios modificados con colorantes.**

| TIPO DE VIDRIO | ESPESOR (mm) | T <sub>UV</sub> (%) | T <sub>VIS</sub> (%) | T <sub>IR</sub> (%) | T <sub>total</sub> (%) |
|----------------|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| Incoloro       | 4            | 39                  | 88                   | 77                  | 78                     |
|                | 6            | 38                  | 86                   | 70                  | 72                     |
| Gris           | 4            | 14                  | 57                   | 56                  | 54                     |
|                | 6            | 12                  | 46                   | 43                  | 42                     |
| Bronce         | 4            | 14                  | 61                   | 57                  | 56                     |
|                | 6            | 11                  | 49                   | 54                  | 52                     |
| Verde          | 4            | 18                  | 71                   | 43                  | 48                     |
|                | 6            | 16                  | 68                   | 40                  | 45                     |

Los vidrios se caracterizan energéticamente por dos valores: el factor solar ( $F_s$ ) y el coeficiente de transmisión térmica (K). Estos valores son muy importantes ya que evalúan la aptitud del material para la protección en regímenes calurosos y su efectividad para impedir las pérdidas de energía en climas fríos, respectivamente.

La interacción vidrio-luz en régimen de verano o clima cálido se ajusta al que representa la fig. 3. El vidrio expuesto a la radiación solar permite el paso de una parte de la radiación de forma directa (A), otra parte se refleja por la superficie (C) y el resto es absorbido por el vidrio en función de su color y espesor, para reenviarla al exterior (D) y al interior (B), según el régimen relativo de temperaturas.

El factor solar  $F_s$  se define como la energía procedente de la radiación solar que atraviesa un acristalamiento y que se transforma en calor. Esta energía corresponde a la suma de la energía solar transmitida directamente a través del vidrio y la energía absorbida por el vidrio y reenviada al interior (fig. 3); es decir:  $F_s=A+B$ . Tras la irradiación solar, el vidrio retiene en gran medida la radiación infrarroja, por lo que el calor producido por la emisión energética que atraviesa el vidrio queda en el interior provocando el conocido efecto invernadero. Este indeseable efecto en climas calurosos se reduce rebajando el factor solar.

Los vidrios incoloros, como el de la fig. 2, se utilizan muy frecuentemente en la construcción. Son vidrios de elevada transmisión luminosa (90 %) y energética ( $F_s>0,8$ ). Son adecuados para facilitar los aportes luminosos y energéticos solares. Dentro de este grupo de vidrios se encuentra el extra blanco, cuya característica principal es su extremada transparencia y pureza con una absorción energética de 1%. Como ejemplo de construcción en la que se utiliza este tipo de vidrio cabe citar la pirámide del Museo de Louvre de París. También se utiliza en equipos de recuperación y captación de energía solar.

Los acristalamientos de control solar también afectan grandemente al consumo de energía de los edificios reduciendo el problema del acondicionamiento de aire interior. Estos recubrimientos proporcionan los mejores valores para la transmisión de la luz visible, combinan una transmisión energética solar muy reducida, garantizan una iluminación natural y aseguran costes bajos para el acondicionamiento de aire interior. Este tipo de recubrimientos se fabrica a gran escala y con

las mejores condiciones económicas proporcionando buenos resultados desde el punto de vista ecológico.

Los vidrios absorbentes coloreados, se usan con finalidad protectora respecto al sol. En ellos una parte importante de la radiación solar incidente (casi un 50 % para una hoja de 6 mm de espesor) es absorbida por el vidrio y reenviada en forma de radiación IR al exterior y al interior, en proporciones dependientes de las velocidades del aire y de las temperaturas interna y externa. Los valores del factor solar varían mucho en función del espesor. Para espesores normales el factor solar se reduce al 57-60 %.

Los vidrios funcionales muy absorbentes son un caso particular de los vidrios coloreados en masa. Mediante el control de los componentes colorantes y las condiciones de fusión se puede obtener un vidrio, que manteniendo su transmisión luminosa suficientemente elevada (>60 %), posee una transmisión energética moderada (30 %), gracias a la fuerte banda de absorción que presenta en la zona del IR solar.

El control y la mejora de las propiedades ópticas de los vidrios antes expuestos supone actuar sobre el factor de la reflexión de la radiación solar incidente. Para ello se recurre a la modificación de la superficie del vidrio.

### **3 VIDRIOS CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL**

Aunque la demanda evoluciona con el tiempo, el vidrio ha mantenido su identidad o incluso ha aumentado su mercado debido a que los fabricantes de vidrio han sabido aumentar ampliamente sus prestaciones a base de recubrimientos. Actualmente se estima en más de un 30 % el porcentaje de ventas de vidrio con algún tipo de recubrimiento.

Los recubrimientos transforman la barrera física invisible del vidrio simple en un producto de valor añadido con una funcionalidad ampliamente mejorada. Los recubrimientos alteran y mejoran las propiedades intrínsecas del vidrio en aspectos como la transferencia de calor, control luminoso, privacidad, color y apariencia, contenido de información, dureza y durabilidad. El grado de control que se puede alcanzar es muy importante. Actualmente el vidrio recubierto es un elemento esencial en ventanas y pueden constituir la mejor pared aislada y opaca. Los recubrimientos de hoy en día operan generalmente mediante el uso del control estático de la intensidad y el espectro de la luz solar transmitida. La próxima generación de recubrimientos ofrecerá un control dinámico de la intensidad y transmisión angular, añadiendo nuevas capacidades y prestaciones a las opciones de diseño de los arquitectos e ingenieros.

Los vidrios recubiertos responden a las tres exigencias que se plantean a los vidrios para la construcción, resolviendo los problemas de confort térmico, aportando nuevas funciones más complejas al vidrio base y contribuyendo notablemente a mejorar los aspectos estéticos y de diseño de las edificaciones modernas.

Los acristalamientos recubiertos se ofrecen como parte de los elementos de ventanas multifuncionales y más complejas, donde el recubrimiento mejora las prestaciones globales del sistema y el sistema amplía las prestaciones del recubrimiento respecto de lo que podría haber sido en solitario. Las ventanas modernas pueden tener una cara exterior permanente integrada en la fachada del edificio con un acristalamiento interior recubierto reemplazable, que se puede adaptar o actualizar periódicamente en función de los cambios que aporten los avances tecnológicos o la ocupación del edificio.

Las transformaciones ópticas que aportan las capas o recubrimientos a un vidrio plano base, se pueden concretar en las siguientes propiedades:

- Transmisión luminosa, transmisión energética y factor solar
- Color por transmisión y por reflexión
- Reflexión selectiva

En la tabla 3.1 se resumen las propiedades modificadas por los recubrimientos y la funcionalidad óptica obtenida.

**TABLA 3.1 Propiedades modificadas por los recubrimientos y funcionalidad óptica obtenida.**

| ZONA ESPECTRAL             |  | PROPIEDAD MODIFICADA | FUNCIÓN OBTENIDA               |
|----------------------------|--|----------------------|--------------------------------|
| Visible 420-720 nm         |  | Color                | Estética                       |
|                            |  |                      | Alternativa coloración en masa |
|                            |  | Reflexión aumentada  | Confort en verano              |
|                            |  |                      | Ahorro en climatización        |
| Solar 300-2200 nm          |  | Reflexión aumentada  | Confort en verano              |
|                            |  |                      | Ahorro en climatización        |
|                            |  | UV 300-420 nm        | Transmisión disminuída         |
| Infrarrojo lejano 13500 nm |  | Reflexión aumentada  | Ahorro en calefacción          |

## 4 VIDRIOS CON DEPÓSITOS QUÍMICOS

Se obtienen por reacción química sobre el sustrato. El resultado es una capa metálica en general de escasa adherencia al sustrato. Por este procedimiento se obtienen los espejos de la forma más tradicional a base de capas de plata y de cobre que posteriormente se protegen con una pintura o laca de tipo polímero.

Desde el punto de vista óptico la propiedad más relevante es la alta transparencia que se requiere por parte del sustrato y el efecto reflectante del conjunto tras la deposición del metal.

## 5 VIDRIOS CON DEPÓSITOS OBTENIDOS POR PIRÓLISIS

La pirólisis consiste en la descomposición a altas temperaturas (600°C) de compuestos químicos que reaccionan originando nuevos compuestos en la capa fina y homogénea que se forma sobre el sustrato. Su adherencia es muy buena, ya que la capa formada reacciona con el propio sustrato vítreo en la superficie de contacto. Este procedimiento además reúne las

ventajas de ser relativamente económico y poder adaptarse fácilmente a una línea continua de producción.

En los siguientes apartados se consideran los tipos de pirólisis según el estado físico de los compuestos que reaccionan.

### **5.1 Pirólisis en fase de vapor (CVD).**

Los compuestos a reaccionar se encuentran en estado gaseoso y se hacen entrar en contacto con el vidrio sustrato previamente calentado. La velocidad de deposición no es muy elevada por lo que su adaptación a una línea continua de fabricación está limitada.

Normalmente se usa silano gas a unos 400°C que se descompone sin la presencia de oxígeno depositando silicio sobre el vidrio. Así se obtienen capas reflectantes de la radiación solar con alta reflexión luminosa y energética (factor solar de 50 %). Se aplican en acristalamientos en climas cálidos y lugares muy soleados. Este tipo de capas permite la manufactura, templado y ensamblado en dobles acristalamientos, en vidrios laminados, etc.

### **5.2 Pirólisis en fase líquida.**

En este caso se proyecta una solución o una suspensión sobre el vidrio caliente, con un portador líquido. Frecuentemente se usan compuestos organometálicos de cromo, cobalto, níquel, hierro, etc. en un disolvente adecuado. Las soluciones se aplican directamente a la hoja de vidrio caliente con proyectores en la misma línea de fabricación. Los compuestos organometálicos se descomponen y forman la capa de óxidos metálicos sobre el vidrio sustrato.

Las capas que se obtienen poseen buena adherencia y estabilidad química y mecánica. Estas propiedades permiten los tratamientos posteriores de templado, curvado, esmaltado, etc. Los productos que se obtienen tienen características antisolares ( $F_s=55\%$ ).

### **5.3 Pirólisis en fase sólida.**

Consiste en proyectar sobre el vidrio caliente un flujo gaseoso portador de pequeñas partículas sólidas (5 nm) del compuesto reactivo, mediante un sistema de distribución lineal. Por descomposición pirolítica se forma sobre el vidrio una capa transparente semiconductora ( $\text{SnO}_2$ ) dopada con flúor. El papel del dopante es la reducción de la resistividad del  $\text{SnO}_2$ . Debido al elevado contenido de portadores de carga y su gran movilidad, las capas presentan una conductividad metálica, lo que equivale a una elevada reflexión en el IR. Por lo tanto son capas de baja emisividad, con la ventaja de que se pueden obtener en la misma línea de fabricación sobre sustratos de diferentes espesores.

Este tipo de capas son transparentes y dejan pasar la mayoría de la energía solar incidente ( $F_s=74\%$  en doble acristalamiento). Su color es ligeramente azulado por reflexión observado desde el exterior e incoloro observado por transmisión desde el interior. Su principal característica es que refleja la radiación IR emitida desde el interior del edificio, es decir reduce las pérdidas caloríficas por el acristalamiento, reduciendo el efecto de "pared fría". Sus aplicaciones se dirigen tanto al confort térmico como al ahorro energético. En cuanto a otras propiedades, posee buena resistencia a la abrasión, a la corrosión del ambiente y al envejecimiento.

## 5.4 Depósitos superficiales a vacío.

Consisten en transformar el compuesto a depositar en un vapor dentro de una cámara de vacío, dirigir y transportar el vapor al vidrio sustrato y, finalmente, condensar el vapor sobre el vidrio formando la capa. Por este procedimiento se depositan metales y aleaciones, así como óxidos, carburos, nitruros, etc. También es posible formar multicapas.

El vapor del compuesto a depositar se puede producir por distintas técnicas como:

- evaporación por calentamiento del compuesto y condensación sobre el vidrio.
- pulverización catódica o "sputtering" por el que un gas parcialmente ionizado bombardea un cátodo del material a depositar, se arrancan átomos de éste y se proyectan sobre el sustrato.
- pulverización catódica con magnetrón, basado en el caso anterior con la particularidad de que se superpone un campo magnético sobre el cátodo que aumenta el rendimiento del proceso.
- pulverización reactiva, deriva también de los casos anteriores y permite el depósito de compuestos diatómicos estables por reacción del cátodo con un gas. Así se forman las capas de óxidos, carburos y nitruros.

Los productos que se comercializan suelen tener una o varias capas finas de metales como Au, Ag, Cr, Ti, Zn, Sn, Cu, acero inoxidable, etc. y/o óxidos metálicos sobre sustratos de vidrio incoloro o de color. Esto explica que existan amplios catálogos de vidrios coloreados con diferentes valores de transmisión luminosa, energética, factor solar, emisividad, etc.

Actualmente la situación de los recubrimientos a gran escala hechos por "*sputtering*" con emisividad superficial de un 4 % proporcionan un coeficiente térmico de 1,1 W/m<sup>2</sup>K para doble acristalamiento. Los acristalamientos de altas prestaciones de ese tipo no son como una gotera térmica en la piel del edificio. Una mejora de 0,1 en el coeficiente térmico daría lugar a un ahorro energético anual de 12 kWh por m<sup>2</sup>, equivalente a 1,2 l de fueloil por año y m<sup>2</sup>. Se podría alcanzar un ahorro energético anual de 10 billones de kWh en Europa utilizando un vidrio recubierto en vez de elementos no recubiertos.

Un caso particular de capas obtenidas por pirólisis es el de las capas de baja emisividad (Low-E), que se preparan a base de multicapas del tipo SnO<sub>2</sub>/Ag/SnO<sub>2</sub>. Poseen una elevada transmisión luminosa y un coeficiente de emisividad de sólo 0,1 por lo que limitan las pérdidas energéticas de los acristalamientos.

La energía necesaria para producir un recubrimiento a base de plata de baja emisividad (4 %) es de 1 kWh aproximadamente, mientras que el ahorro energético durante el tiempo de vida de ese recubrimiento puede llegar hasta 4000kWh. Esta relación 4000/1 muestra claramente la eficacia del ahorro energético del vidrio de baja emisividad.

## 6 VIDRIOS CON CAPAS SOL-GEL

Los recubrimientos sol-gel fueron los primeros productos de esta tecnología que se instalaron en una empresa, la alemana Jenaer Glaswerk Schott que patentó la preparación de recubrimientos de óxidos sobre vidrio. Para vidrio plano el proceso de deposición es el siguiente: las hojas de vidrio de 4x3 m se someten a una limpieza química, se sumergen en un baño que contiene el compuesto metálico hidrolizable y se extrae lentamente en una atmósfera húmeda que hidroliza la capa formando un recubrimiento transparente de óxido metálico en la superficie. La superficie del sustrato se humedece con el sol y este fluye y escurre mientras se



adhiera a dicha superficie. Se produce la hidrólisis y condensación y después puede ser sometido a un tratamiento térmico para alcanzar la densificación final.

El mayor problema que surge es la contracción anisotrópica. Si el recubrimiento de gel empieza a contraer, no podrá hacerlo en la dirección lateral por la adhesión al sustrato. Por eso la contracción se produce en el sentido perpendicular al sustrato y, por lo tanto, comprimiendo la capa.

Una ventaja de esta técnica sobre otras es la homogeneidad y uniformidad de las capas que se pueden obtener. Por ejemplo, se puede comprobar que, si el recubrimiento está bien preparado, aparece muy homogéneo y uniforme cuando se observa por reflexión de luz. La técnica de recubrimientos sol-gel es muy versátil y permite obtener recubrimientos multicapa que mejoran el abanico de propiedades ópticas que se pueden conseguir. Los vidrios que se preparan a partir de alcóxidos también se pueden dopar con metales de transición como cobalto, níquel, cromo y cobre y han servido para desarrollar los siguientes productos:

- Capas antirreflectantes (recubrimientos de silicio en células solares)
- Recubrimientos parcialmente reflectantes
- Recubrimientos reflectantes
- Filtros para UV y de corte de color
- Capas protectoras para vidrios sensibles
- Capas antihumedad o antivaho
- Capas fotocromáticas de control solar
- Capas electrocromáticas para acristalamientos inteligentes

Hay una serie de ventajas e inconvenientes inherentes al uso de soluciones para preparar recubrimientos. En primer lugar es posible recubrir todo el sustrato, por una cara y por otra. Esto supone una ventaja en comparación con las técnicas de vacío, aunque puede no ser deseable recubrir todo. El equipamiento que se necesita no es sofisticado aunque la extracción de la solución requiere eliminar las vibraciones y es conveniente que esté muy bien regulada. Actualmente esto se consigue usando motores de alta resolución con correas sin fricción que van montados en el recubridor sobre una mesa antivibratoria.

Algunos productos comerciales sol-gel preparados por inmersión son los siguientes:

- Vidrio protector solar. Las capas de interferencia permiten que se transmitan algunas partes del espectro de la luz incidente, mientras que otras se reflejan. El recubrimiento es de  $\text{TiO}_2$  coloidal en el que se han incorporado ciertas partículas metálicas coloidales. Este tipo de recubrimiento proporciona una resistencia al rayado que no cambia el color en términos de luz transmitida y reflejada.

- Recubrimientos antirreflectantes. Este tipo de recubrimientos reducen la cantidad de luz reflejada desde una superficie. Además de aplicarse a vidrio para la construcción, este tipo de recubrimiento es muy útil en los vidrios que se usan para cuadros de mando de los aviones y en espejos retrovisores de automóviles.

Los recubrimientos antirreflectantes son de tres tipos:

- 1- Recubrimientos de una sola capa en que  $n_c = n_g$   
 $n_c$  = índice de refracción del recubrimiento  
 $n_g$  = índice de refracción del vidrio.

2- Recubrimientos multicapa con  $n_{c1}$  y  $n_{c2}$ , dos índices de refracción distintos.

3- De índices graduados, en que hay un cambio progresivo del índice de refracción del vidrio sustrato hasta la superficie externa, normalmente aire. Esto se consigue utilizando un vidrio con separación de fases sobre el recubrimiento. Después se elimina una fase separada y se obtiene un material con una porosidad variable según la profundidad.

- Recubrimientos absorbentes. Son recubrimientos absorbentes pero que no presentan efectos de interferencia. Esto se consigue incorporando platino o paladio finamente divididos en una matriz de sílice o de alúmina. Dan absorción "gris", es decir que no es en realidad dependiente de la longitud de onda. También se pueden preparar usando óxido de níquel que es más barato. Estos recubrimientos se usan en sistemas en los que el brillo es un problema.

## 7 VIDRIOS COMPUESTOS

La asociación del vidrio con otros vidrios o con otros materiales como los plásticos, metales, etc. da lugar a los vidrios compuestos. Los más frecuentes se resumen a continuación.

### 7.1 Acristalamientos múltiples.

Son asociaciones vidrio-vidrio con diversos elementos de sellado y unión. El producto más extendido es el doble acristalamiento que se dedica al aislamiento térmico y la reducción del efecto "pared fría". Su coeficiente de transmisión del calor (K) depende de los espesores de los vidrios, de la cámara de separación y de los intercambios caloríficos de las paredes. Por ejemplo, para un vidrio monolítico  $K=5,7 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ , mientras que para un múltiple del tipo 4/12/4 el  $K=3,0 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ . El coeficiente K se calcula mediante la expresión:

$$K = (1/h_e + \Sigma e/\lambda + 1/h_a + 1/h_i)^{-1} \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

donde  $h_e$ =coeficiente de intercambio superficial externo

$h_i$ =coeficiente de intercambio superficial interno

$e$ =espesor de cada vidrio

$\lambda$ =coeficiente de conductividad térmica del vidrio

$h_a$ =coeficiente de intercambio (convección) del interior del acristalamiento.

### 7.2 Vidrios de seguridad.

Se obtienen por asociación vidrio-plástico-vidrio y son productos estratificados muy difundidos en el mercado. Los ensamblados se realizan con varias capas sucesivas de vidrio-plástico. Las películas plásticas se eligen teniendo en cuenta su resistencia, elasticidad adherencia y alta calidad óptica después del tratamiento térmico. Normalmente se utiliza butiral de polivinilo (PVB) que se intercala en los vidrios y se tratan en caliente a presión para obtener un material compacto. Además de la función de seguridad poseen otras interesantes propiedades ópticas: protegen de la radiación solar cuando se combinan con capas reflectantes y filtran las radiaciones UV, desplazando el borde de absorción del UV solar hasta el visible, ya que operan conjuntamente el vidrio y el PVB anti-UV.

Otro tipo de vidrios de seguridad son los vidrios para-llamas que pueden retener el paso del fuego durante un cierto tiempo y los vidrios corta fuegos que además limitan la transmisión del

calor al otro lado de la pared. También existen vidrios capaces de reaccionar con el calor de las llamas y que generan una capa aislante y opaca a partir de un vidrio inicialmente transparente e incoloro.

Los vidrios con policarbonato son productos estratificados de gran resistencia mecánica y a los impactos de alta energía, por lo que se usan en blindajes. Estos vidrios de policarbonato poseen aproximadamente la misma transmisión que los vidrios normales y que los laminados a excepción del de color gris que sólo transmite un 28 % de la luz visible. Su gran ventaja es que son opacos a la radiación UV y su inconveniente que presentan una transparencia limitada a largo plazo. Debido a que la garantía de transparencia suele ser de unos 7 años, no resulta conveniente su colocación en edificios pues además de la pérdida de transparencia podrían surgir otros problemas como tonos diferenciados debidos a las distintas incidencias localizadas de la luz solar. El uso de vidrios de policarbonato es más recomendable para escaparates donde se favorece la protección frente al UV y además la seguridad en caso de rotura o vandalismo.

Estos vidrios poseen un coeficiente térmico de  $0,21 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K}$ , menor que el de un vidrio normal ( $1,16 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K}$ ), por lo que pueden ser usados como aislamiento térmico en recintos con calefacción donde no interesa que se transmita al exterior dicho calor.

### 7.3 Vidrios con funciones especiales.

Actualmente se tiende a obtener acristalamientos con propiedades alterables a voluntad (acristalamientos con mando a distancia) o cambiantes según las condiciones externas (acristalamientos inteligentes), generalmente referido a sus propiedades ópticas. Algunos de estos tipos de vidrios se detallan a continuación.

- **Vidrios termocrómicos.** Estos vidrios poseen capas cuyas propiedades ópticas cambian por acción del calor. Por ejemplo, las capas a base de  $\text{VO}_2$ , que sufre una transición semiconductor-metal a  $68^{\circ}\text{C}$ , o de  $\text{VO}_2$  dopado con el que dicha transición se produce a unos  $25^{\circ}\text{C}$ .

- **Vidrios fotocromáticos.** Cambian su transmisión luminosa (se oscurecen) al ser irradiados, y posteriormente, recuperan su situación inicial al desaparecer el estímulo. Normalmente este efecto se debe a la presencia en la masa del vidrio de plata, halogenuros de cobre, tierras raras, etc. Se utilizan mucho para vidrio oftálmico y su uso en la construcción hasta ahora está limitado debido al alto coste de los componentes. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de desarrollo de vidrios con capas fotocromáticas o con pantallas fotocromáticas móviles obtenidas por métodos no convencionales de preparación de vidrios (método sol-gel).

- **Vidrios electrocrómicos.** En este caso las propiedades ópticas varían a voluntad por aplicación de una diferencia de potencial eléctrico. Se produce el cambio de estado de oxidación de óxidos semiconductores como el  $\text{WO}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ , etc., que originan bandas de transición en el visible. Según se indica en la fig. 4, se trata de un conjunto de capas:  $\text{SnO}_2$ -conductora(ITO)/ $\text{WO}_3$ -electrocrómica/electrolito ( $\text{Li}^+$  o  $\text{H}^+$ )/ $\text{SnO}_2$ -conductora(ITO). El tiempo de reacción y de respuesta es muy pequeño, del orden de segundos, y puede producir cambios de transmisión luminosa desde un 80 % hasta un 5% de la luz incidente (fig. 5). Los cambios que se producen son reversibles al aplicar una diferencia de potencial en el sentido inverso al inicial. En un futuro no muy lejano este tipo de vidrios se aplicarán con bastante regularidad en los modernos edificios inteligentes.

- **Vidrios gascrómicos.** Estos vidrios tienen aplicada una película que cuando se expone a

diferentes gases cambia de estado sin necesidad de estar conectada a electrodos. Consiste en dos capas que transmiten el 80 % de la radiación solar (fig. 6). Se preparan a base de  $WO_3$  que adquiere una coloración azul en presencia de pequeñas cantidades de  $H_2$  y es transparente cuando se expone a  $O_2$ . Las películas se depositan por evaporación sobre el vidrio y sólo se requiere el control del gas. En realidad se trata de una variante de los vidrios electrocromicos.

- **Vidrios con cristales líquidos.** Estos vidrios contienen compuestos orgánicos cuyo estado es intermedio entre la fase líquida y la fase sólida. Desde el punto de vista molecular, pueden organizarse de modos distintos al aplicarles un campo eléctrico, lo que provoca un cambio en la transmisión luminosa del conjunto. En la fase nemática los cristales líquidos poseen un orden orientado, y en la fase colestérica presentan una torsión. Este cambio de orientación produce el cambio de color o de transparencia (fig. 7).

- **Vidrios con películas holográficas.** Son vidrios estratificados que, además de la película plástica de PVB, llevan en su interior una película fotográfica impresionada con ondas coherentes producidas por una radiación láser desde direcciones diferentes. Se provocan interferencias constructivas y destructivas de las dos ondas, según su desfase. Si el objeto reproducido es una superficie plana y el soporte es transparente se produce un holograma con superposición de dos ondas planas. Esta estructura puede reflejar determinadas longitudes de onda y permitir el paso de otras según el ángulo de incidencia.

Estos productos aún se encuentran en fase de investigación y desarrollo y presentan un gran interés para su aplicación de capas filtrantes selectivas que reflejen el IR y transmitan el visible sin dispersión cromática. También pueden dar lugar a acristalamientos de colores variables en función de la incidencia de la luz.

#### **7.4 Vidrios laminados o impresos.**

Estos vidrios se fabrican por colada y laminación pasando el vidrio fundido por dos rodillos metálicos, de los que uno está grabado. Así se imprime un dibujo en una de las caras del vidrio. Se obtiene una hoja de vidrio plano que produce una dispersión de la luz ya que es translúcida con una transmisión luminosa del 50 al 90 %. Se utilizan fundamentalmente para decoración debido a su facilidad para producir la difusión de la luz evitando la visión directa a través de ellos. Otras variantes son los vidrios impresos templados y los impresos armados que poseen propiedades mecánicas mejoradas e incluso se usan como productos para-llamas.

En la tabla 7.1 se relacionan las transmisiones espectrales de vidrios laminados de 6 mm de espesor con distintas capas coloreadas.

Este tipo de vidrios es recomendable para recintos donde se pretenda eliminar la radiación UV. Excepto los de colores muy oscuros ofrecen una buena transmisión de la radiación visible.

**TABLA 7.1 Transmisión luminosa de vidrios laminados de 6 mm con capas de distintos colores.**

| <b>COLOR</b>  | <b>T<sub>UV</sub> (%)</b> | <b>T<sub>VIS</sub> (%)</b> | <b>T<sub>IR</sub> (%)</b> | <b>T<sub>total</sub> (%)</b> |
|---------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Incoloro      | 2                         | 85                         | 63                        | 65                           |
| Gris          | 1                         | 45                         | 55                        | 51                           |
| Bronce claro  | 1                         | 53                         | 55                        | 52                           |
| Bronce oscuro | 1                         | 31                         | 42                        | 38                           |
| Verde         | 2                         | 81                         | 65                        | 66                           |
| Rosa          | 1                         | 52                         | 55                        | 52                           |
| Azul          | 1                         | 75                         | 65                        | 64                           |

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- J.A. Coto. Mat. Constr. 41 (221) (1991) 19-59.
- J.M. Fernández Navarro. Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr. 25 (6) (1986) 388.
- Opto & Laser Europe. 37 (1997) 21-25.
- E.P. Sichiery y col. Comunicación privada.
- M.A. Villegas. Curso *Tecnología Sol-Gel: materiales, propiedades y aplicaciones*, (1997).

### PIES DE FIGURAS

- Fig. 1 Usos del vidrio plano y principales funciones.
- Fig. 2 Espectros de UV-VIS-IR próximo de un vidrio incoloro, dos vidrios absorbentes y de la radiación solar. También se representa la sensibilidad del ojo humano.
- Fig. 3 Interacción luz-vidrio.
- Fig. 4 Esquema de un sistema de capas con función electrocrómica.
- Fig. 5 Espectro VIS-IR próximo de un vidrio electrocrómico.
- Fig. 6 Espectro VIS-IR próximo de in vidrio gascrómico.
- Fig. 7 Esquema del funcionamiento de un vidrio con un recubrimiento que contiene cristales líquidos.



# **El GRC Material Compuesto de Matriz Cementicia reforzado Con fibra de Vidrio AR**

P. I. Comino, J.C. Romero. Saint Gobain Vetrotex

## **1. INTRODUCCIÓN**

Podríamos definir los Materiales Compuestos como un elemento fabricado expresamente para obtener unas propiedades superiores, a las que presentan sus materiales constituyentes por separado. Dentro de los materiales compuestos homogéneos, se habla del componente mayoritario como matriz, que es la que confiere las propiedades más importantes, y que engloba a los componentes minoritarios, que son los que modifican estas propiedades o le confieren alguna otra adicional. Por ejemplo, si una matriz es frágil o demasiado flexible, los componentes minoritarios irán encaminados a reforzar esta matriz, creándose así un material compuesto de mayor resistencia que la matriz primigenia. Este es el caso de los materiales compuestos de matriz cementicia, reforzados con fibras, como por ejemplo el GRC, objeto de este capítulo.

El GRC (del inglés Glassfibre Reinforced Cement) es pues un Material Compuesto, siendo su matriz un mortero de cemento Portland armada con Fibras de Vidrio Álcali-Resistentes. El GRC es el resultado de numerosas investigaciones en la historia de los Materiales Compuestos para la construcción, y ha sido ampliamente utilizado en todo el mundo desde su invención a principios de los años 70. Su fácil aplicación, las grandes posibilidades de diseño que ofrece, y sobre todo sus características y propiedades mecánicas, le hacen ser una solución excelente y de gran versatilidad.

## **2. LA FIBRA DE VIDRIO A.R.**

### **2.1. Su historia**

Desde el principio de los tiempos se han realizado toda clase de Materiales Compuestos para la construcción, intentando siempre lograr piezas duraderas y con características mecánicas cada vez más poderosas. De hecho, hace miles de años, ya se utilizaban ladrillos compuestos por barro y paja de junco triturada.

La llegada de los Conglomerantes Hidráulicos marca el comienzo de una era de altas prestaciones en las piezas para la construcción. Los Conglomerantes Hidráulicos son aquellos materiales que amasados con el agua, fraguan y endurecen tanto expuestos al aire, como sumergidos en el agua, por ser estables en tales condiciones los compuestos resultantes de su hidratación. Los Conglomerantes Hidráulicos más importantes son los Cementos.

Solemos llamar Hormigón al Material Compuesto por cemento arenas finas y áridos gruesos, mientras que denominamos Morteros a aquellas mezclas con granulometrías mas finas y más pobres en contenido de cemento. En ambos casos el cemento es un componente minoritario en lo que a su porcentaje se refiere, sin embargo, por ser él quien aglutina la mezcla tras el fraguado, se le considera como matriz.

El Hormigón presenta muy buenas características ante la compresión, como les ocurre a las piedras naturales, pero ofrece muy escasa resistencia a la tracción, por lo que resulta inadecuado para piezas que tengan que trabajar a flexión o tracción. Esta característica ha conducido a numerosas investigaciones y desarrollos para mejorar las

resistencias ante estos sometimientos, intentando lograr dentro del mundo de los Materiales Compuestos la solución a esta carencia. El desarrollo más conocido es el refuerzo del Hormigón con barras de acero en las zonas de tracción, dando un Material Compuesto llamado Hormigón Armado. (Los iniciadores del Hormigón Armado como material de construcción fueron los franceses Monier y Coignet alrededor de 1850).

El Hormigón Armado es una excelente solución para elementos estructurales, pero para otras aplicaciones, como por ejemplo el cerramiento de fachadas, tiene el inconveniente de conducir a grandes dimensiones y, por lo tanto, grandes pesos, así como una menor rapidez de construcción y puesta en obra, lo que, de forma directa, conduce a un encarecimiento de las piezas por la utilización de abundante mano de obra y manipulación de las mismas.

Ante estas desventajas numerosos trabajos de investigación se pusieron en marcha con el objetivo de aligerar el material y reducir de espesores, mediante la adición de Fibras de Refuerzo.

Los primeros grandes desarrollos se lograron con la utilización de fibras de amianto. El material resultante, llamado "Fibrocemento", presentaba grandes ventajas de coste y trabajabilidad, pero posteriormente se demostró el carácter cancerígeno de estas fibras, por lo que se prohibió su utilización.

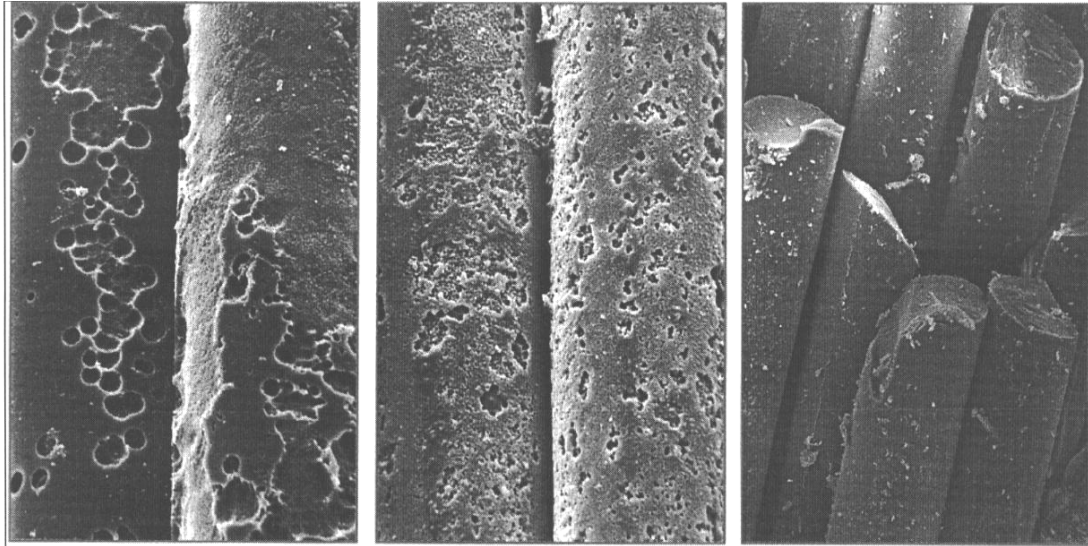


**Figura 1:** diámetro comparado entre la fibra de vidrio y la de amianto

En la búsqueda de un refuerzo que permitiera la consecución de un Material Compuesto con excelentes prestaciones, se desarrollaron numerosas experiencias con otras fibras de refuerzo, tanto de origen orgánico (aramidas, nylon, rayón, polipropileno,...), como inorgánico (vidrio, boro, carbono, hierro, acero, Aluminio,...). De entre todas ellas la mejor relación coste-propiedades mecánicas la ostentan las Fibras de Vidrio, ya que son manejables, inocuas, seguras, no sufren corrosión, tienen un nulo impacto ambiental y otorgan a los Materiales Compuestos generados con ellas, grandes resistencias mecánicas.

Los primeros ensayos y experiencias para el refuerzo de los cementos y sus morteros se realizaron con Fibras de Vidrio tipo "E", (usadas normalmente para el refuerzo de plásticos y poliésteres) dada la alta resistencia inherente de las mismas. Sin embargo, dichas tentativas fracasaron debido a que, este tipo de Fibra de Vidrio, al ser incorporada al mortero, estaba sujeto al ataque químico de los cristales alcalinos (álcalis) producidos en el proceso de hidratación del cemento.





*Vidrio E en Cmento.Portland  
8 días a 50°C aprox.  
2'2 años Naturales*

*Vidrio E + Polímero  
Acrílico en Cmento.Portland  
8 días a 50°C*

*Cem-FIL en Cmento.Portland  
3 meses a 50°C aprox.  
25 años naturales*

**Figura 2:** el vidrio frente a los álcalis

En 1967 el Dr. A. J. Majundar, del Building Research Establishment, (BRE) del Reino Unido, empezó a investigar los vidrios que contenían Zirconio, logrando convertir en fibra alguno de ellos y demostrando la resistencia que presentaban estas fibras ante el ataque alcalino. Tras 4 años de continuas investigaciones, se logró el refuerzo duradero para los cementos, hormigones y en general piezas que puedan verse sometidas al ataque de tipo alcalino. La patente de esta investigación fue solicitada por el National Research Development Corporation (NRDC) y desde ese momento, este tipo de fibras de vidrio fue denominado AR-Glassfibre, o fibra de vidrio AR (de Alkali-Resistant)

Para la producción a escala comercial, el NRDC y BRE contactaron con la empresa inglesa Pilkington Brothers (PCL), quien con su Compañía subsidiaria Fibreglass Limited desarrolló la explotación industrial y comercial del GRC.

En 1989 la Actividad de Cem-FIL Fibreglass Limited fue adquirida por el Grupo Saint Gobain por medio de su Delegación en España, Cristalería Española S.A., y la fibra de vidrio Alkali-Resistente comenzó a fabricarse y comercializarse por la empresa Vetrotex España S.A. que forma parte del Grupo Saint-Gobain.

Vetrotex España S.A., en su fábrica situada en Alcalá de Henares, es la única productora mundial de esta Fibra de Vidrio Alkali-Resistente con marca comercial Cem-FIL, dedicada a los distintos productos de fibra empleados en la fabricación de GRC, y que exporta a más de 50 países en todos los continentes.

En la actualidad, se han descubierto también las propiedades Ácido-resistentes de este vidrio, lo que ha dado lugar a otras aplicaciones y marcas comerciales.

## 2.2 Justificación de su resistencia a los álcalis

El vidrio es un material amorfo compuesto en su mayor parte por Óxido de Silicio o sílice y con cantidades variables, pero minoritarias, de otros óxidos metálicos y semimetálicos. Los principales componentes de este vidrio Alkali-Resistente son:

- Sílice  $\text{SiO}_2$
- Alúmina  $\text{Al}_2\text{O}_3$

- Óxido de circonio  $ZrO_2$  (> 15%)
- Óxido de Sodio  $Na_2O$
- Óxido de Titanio  $TiO_2$
- Óxido de Calcio  $CaO$

La superficie del vidrio es, una sucesión de enlaces Si-O de geometría y longitudes variables, con incrustaciones de otros elementos, como Aluminio, Calcio, Sodio, etc. También son muy importantes las moléculas de agua unidas a la superficie por fuerzas de Van der Waals.

Cuando estos enlaces Si-O están en presencia de un álcali y medio acuoso, se produce la hidrólisis catalizada por los hidroxilos:



En el Vidrio Álcali-Resistente el componente “estrella” que otorga a la fibra su poder de Álcali-Resistencia es el Circonio (Zr).

En el Vidrio AR, existe de igual modo esta red de enlaces Si-O, pero en su superficie se encuentran incrustados además, los átomos de Zr, y por lo tanto existen enlaces Zr-O. Estos átomos son de dimensión y polaridad muy diferentes a los de Silicio o al del resto de otros átomos presentes en la superficie. El enlace Zr-O está más polarizado que el Si-O, teniendo más carga parcial positiva sobre el Zr de la que soporta el Si. Esto podría hacer pensar que el enlace Zr-O es aún más débil que el del Silicio frente a la hidrólisis, pero no es así. El Zr tiene orbitales electrónicos de mayor nivel energético de los que contiene el Silicio, y los electrones desapareados de los hidroxilos pueden ser alojados en ellos. Así, el átomo de Zr se comporta como un “atrapa-moscas” bloqueando los aniones en torno a sí, evitando que los enlaces hidrolizables sean atacados. Además, el exceso de carga negativa que supone un hidroxilo atrapado en un átomo de Zr, se transmite a la red adyacente por los enlaces Zr-O-Si-, de manera que en una extensión de varios átomos, las fuerzas electrostáticas así creadas, dificultan la hidrólisis anteriormente descrita.

## 2.3. Su fabricación

Como principal materia prima en la fabricación de un GRC, se emplean las Fibras de Vidrios Álcali-Resistente, mediante las cuales el GRC logra las características que se van a detallar en este estudio.

El proceso de fabricación de la fibra de vidrio AR-Cem-FIL sigue las siguientes etapas:

### - **Composición-Fusión:**

Las materias primas, finamente molidas, se dosifican con precisión y se mezclan de forma homogénea. A continuación la mezcla, llamada vitrificable, es introducida en un horno de fusión directa y calentada a una temperatura de 1550°C.

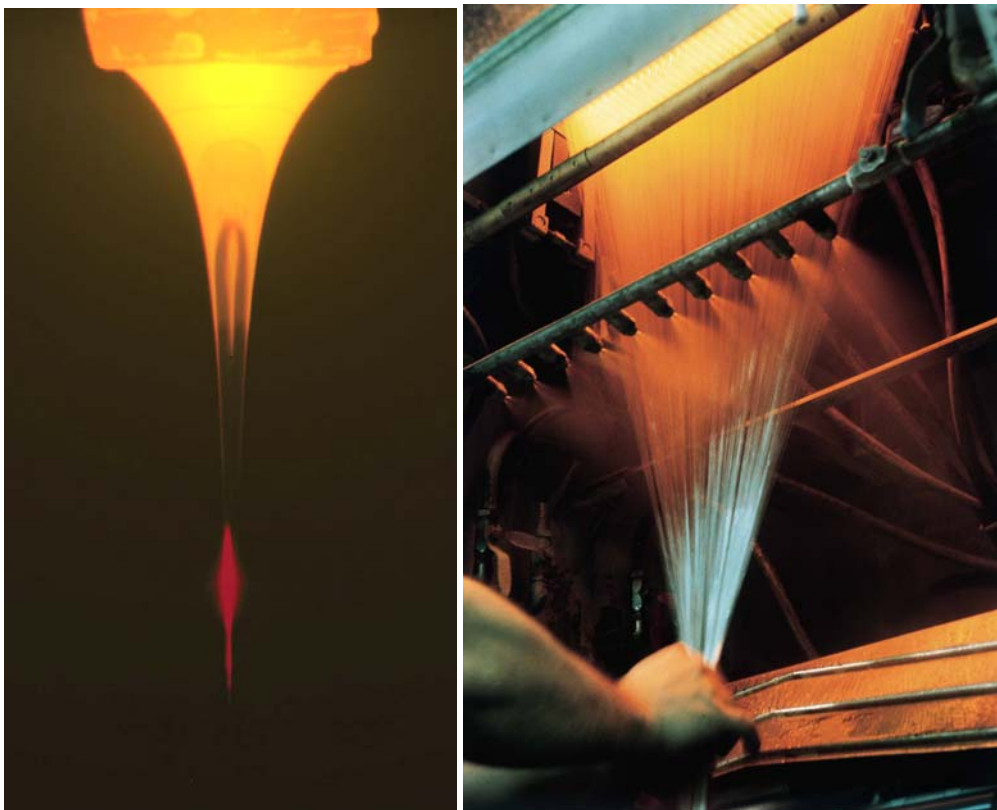
Estas condiciones imponen a la hora de la construcción del horno la utilización de refractarios de características específicas a base de óxidos de circonio y cromo, de coste muy elevado.

### - **Fibrado:**

El vidrio en estado fundido, al salir del horno, es conducido por unos canales (Feeders) alimentando las Hileras de Fabricación de fibras. Estas hileras son elementos fabricados con aleaciones de Platino, de forma prismática y con la base trabajada con un número determinado de agujeros de dimensiones y distribución controlados para facilitar el fibrado del vidrio.

El vidrio fundido se mantiene en la hilera a unos 1250°C, temperatura que permite su colada por gravedad, dando origen a barras de vidrio de algunas décimas de milímetro de diámetro. El calentamiento de la hilera para este proceso se realiza por efecto Joule, con una corriente de seguridad (bajo voltaje y gran amperaje).

A la salida de la hilera, el vidrio se estira a gran velocidad, entre 10 y 60 m/s según el micraje de fibra a fabricar (diámetro a obtener) y se procede a un rápido enfriamiento del vidrio. El enfriamiento se realiza en una primera fase por radiación y en una segunda por pulverización de agua fría. De esta forma logramos la no orientación de las partículas en el espacio (cristalización) y por tanto la formación del sólido amorfo, en forma de filamento de varias micras de diámetro. Para el vidrio AR, los diámetros normales de filamentos oscilan entre las 14 y las 20 $\mu$  (micras) según el producto y la aplicación a la que se dirija.



**Figura 3:** fibrado del vidrio. Izquierda: chorro de vidrio fundido que forma el filamento. Derecha: haz de 1600 filamentos saliendo de la hilera.

**- Ensimado:**

El conjunto de filamentos desnudos, tal y como salen de la hilera, son inutilizables directamente, ya que no hay cohesión entre ellos, no resisten la abrasión, carecen de flexibilidad y trabajabilidad, etc.

Para corregir esto y dar nuevas propiedades a la fibra en función de su aplicación, así como para poder transformarla y trabajarla en su fabricación y presentación comercial, es necesario revestir los filamentos con una fina película, constituida en general por una dispersión acuosa de diversos compuestos químicos (ensimaje).

El ensimaje se deposita sobre los filamentos a la salida de la hilera, cuando la temperatura del vidrio está todavía comprendida entre los 50 y 100°C, según las condiciones de fibrado.

La cantidad de ensimaje que se deposita sobre el vidrio es relativamente baja (entre el 0,5 y el 5%).

Inmediatamente después de la ensimación se procede a la unión de los filamentos para formar los hilos o conjunto de filamentos dispuestos en formato comercial. La unión de los filamentos se realiza mediante unos “peines” con gargantas especiales en los cuales se produce la unión facilitada por el ensimaje.

Es este proceso el que otorgará al filamento y al hilo las características especiales que:

- Le hará apto ante una aplicación específica.
- Dará cohesión entre filamentos.
- Dará resistencia frente a la abrasión que el filamento pueda sufrir consigo mismo, con otros filamentos o con otras superficies.
- Elimina cargas electrostáticas en los filamentos o unión de los mismos.
- Facilita la trabajabilidad del filamento y su transformación.
- Rigidiza la unión de los filamentos en hilos.

En la actualidad existe una familia de ensimajes que unidos a la fibra de vidrio Alkali-Resistente Cem-FIL le confieren características específicas para la aplicación determinada a la que vaya destinada. De esta forma existen ensimajes especiales para:

- Resistir la abrasión que supone el amasado de la fibra en un medio extremadamente agresivo como es el de la mezcla con arena, cemento, agua y aditivos químicos.
- Facilitar su corte y proyección en una pistola especialmente diseñada para estos procesos de transformación de la fibra.
- Facilitar la dispersión de los filamentos, esto es, facilitar la desunión entre filamentos.

Este ensimaje fue expresamente desarrollado para la sustitución del amianto.

Hemos de recordar que la forma normal de presentación de este tipo de fibra de vidrio es en forma íntegra, esto es, en forma de hilo que no ha de abrirse o dispersarse en los filamentos que lo componen, antes, durante o tras su utilización en las aplicaciones a las que va destinado.

#### **- Bobinado:**

Los hilos obtenidos de la unión de los filamentos son bobinados para dar lugar a productos finales (Roving Directo) o productos intermedios (Ovillos), que se bobinan según diferentes formas y geometrías.

Será en el proceso de bobinado donde se controlará la velocidad de rotación de la bobinadora y por tanto la velocidad de estirado de la fibra de vidrio.

#### **- Secado:**

Los productos procedentes del bobinado (ovillos o roving directo) se pasan por una estufa con objeto de eliminar el exceso de agua en el que había disuelto el ensimaje y otorgar al ensimaje un tratamiento térmico necesario para consolidar sus propiedades frente a las aplicaciones a las que será sometido.

#### **- Transformación final:**

En la transformación final se realizarán las operaciones necesarias para conferir al hilo el formato adecuado para la correcta utilización por parte de los Fabricantes de GRC. De esta forma las presentaciones comerciales actuales del Vidrio Alkali-Resistente son:

#### **- Roving Ensamblado:**

El roving ensamblado se obtiene de la unión de un número determinado de hilos, procedentes de ovillos, formando una “mecha”. Esta mecha es bobinada en forma de Roving o gran carrete de dimensiones, peso y densidad controlados.

La medida física de un hilo, y por extensión de una mecha, viene reflejada por el llamado “Título” con unidades denominadas TEX. Así **TEX = g/km** que presenta un hilo o una mecha.

El título de una mecha dependerá pues del número de hilos que la compongan y a su vez el título de un hilo dependerá del número y del diámetro de los filamentos que lo componen. Para los Rovings Ensamblados, el título habitual de la mecha es de 2450 Tex,

estando formada, en algunos productos y a modo de ejemplo, por 32 hilos de 76,5 Tex o por 64 hilos de 38 Tex.

Pueden realizarse otras configuraciones que dependerán de las prestaciones exigidas a las fibras en el material compuesto. Los diferentes rovings tendrán todos en común el mismo vidrio Alkali-Resistente y como elemento diferenciador, entre uno y otro, el ensimaje.

Los rovings van destinados a aplicaciones de proyección simultánea (ya sea manual o automatizada) y a procesos de refuerzo con hilos continuos y/o previamente cortados.

#### - Hilos Cortados.

Los hilos procedentes de los ovillos son, en este caso, cortados en longitudes determinadas, según lo exija la aplicación a la que vayan destinados.

La medida física del hilo continúa siendo, como en el caso anterior, el Tex.

Los hilos cortados van destinados a los procesos de amasado y aplicación por medio del colado-vibrado tradicional o por el de proyección de la mezcla realizada.

Dentro de la gama de los hilos cortados tenemos dos grandes e importantes familias:

\* Los Hilos Cortados Integros. Hilos que son capaces de aguantar grandes abrasiones durante el amasado con aglomerantes hidráulicos, arenas, gravas, agua y aditivos químicos, manteniéndose en forma íntegra (con todos los filamentos unidos) durante y tras el amasado realizado.

\* Los Hilos Cortados Dispersables en Agua. Hilos que son capaces de dispersarse o, lo que es lo mismo, dividirse en los filamentos individuales que lo forman, durante el proceso de amasado o en contacto con agua o disolución acuosa.

Estos hilos dispersables en agua se emplean en mercados de sustitución del amianto y como aditivo para evitar la fisuración durante la retracción plástica del cemento.

Los hilos cortados son pues, la Materia Prima ideal para el refuerzo de Cementos y Hormigones presentando una gran Gama de Productos con unas características específicas que la convierten en el material idóneo para las diferentes transformaciones que se presentan en el mercado del GRC.

#### - MAT.

El Mat es una presentación especial en forma de tela o manta, en la que los hilos cortados a una longitud de terminada son aglomerados entre sí mediante un ligante químico.

Existen diferentes tipos de MAT que se diferencian sobre todo por el tipo de hilo de base con el que están fabricados.

Los gramajes ( $g/m^2$ ) que presentan los MAT de Cem-FIL son bajos (entre 100 y  $225 g/m^2$ ) para favorecer la impregnación de los hilos en el mortero o lechada así como para favorecer su puesta en obra de manera muy sencilla.

El refuerzo que este tipo de material ofrece es un refuerzo de tipo isótropo en el plano, facilitando, por las propias características del MAT, la dosificación controlada de fibras de refuerzo y la orientación de las mismas.

#### - MALLA.

La MALLA es un tipo de tejido fabricado a partir, normalmente, de mechales de roving directo de igual o diferentes títulos (tex) en trama y urdimbre, tejidos de manera simple o tejidos y tratados con ensimajes o aprestos químicos de diferentes características según se quieran conseguir unos tipos u otros de protecciones en la transformación de la malla o para la mejora de su trabajabilidad.

De esta forma, podremos encontrarlos con Mallas tejidas de maneras diferentes, pero la más usual será la denominada en formato Tafetán, donde los hilos de Trama y Urdimbre se entrecruzan alternativamente.

Frente a la disposición de las armaduras podremos diferenciar las Mallas en:

- **Mallas Unidireccionales:** en las que el n° de hilos es netamente más elevado en un sentido que en el otro. En este apartado dispondríamos de Mallas Unidireccionales en sentido trama y en sentido Urdimbre. Normalmente los hilos vendrán colocados en paralelo y unidos entre ellos.
- **Mallas Bidireccionales,** equilibradas o compensadas en las que el refuerzo tanto en n° de hilos como en disposición dentro de la malla está compensado y es idéntico en trama y en urdimbre.

Dependiendo del refuerzo que han de dar la malla y del tipo de matriz en la que va a estar trabajando nos encontraremos con diferentes tipos de mallas y con diferentes tipos de apertura de retícula a "luz" de la malla y gramajes de la misma. De esta manera podremos encontrarlos con mallas entre 100 y 250 g/m<sup>2</sup> de gramaje (cantidad de refuerzo-F<sup>a</sup>V° por m<sup>2</sup>) y mallas entre 5x5 y 50x50 mm de luz.



**Figura 4:** distintos productos de la gama Cem-FIL

## 3. FABRICACIÓN DE UN GRC

### 3.1. Elementos constituyentes

La matriz del GRC está, normalmente, compuesta por los siguientes elementos: un mortero de Cemento Portland y arena silíceas, amasado con una proporción controlada de agua y aditivos. La Fibra de Vidrio Cem-FIL se agrega en proporciones controladas, determinadas por la aplicación y la resistencia a otorgar a las piezas de GRC. Veamos los componentes más usuales de un GRC:

- *Cemento Portland.*
- *Arena silícea (>90%).*
- *Agua descalcificada (potable).*

- *Fibra de vidrio A.R.*
- *Aditivos:*
  - *Plastificantes*
  - *Fluidificantes*
  - *Superplastificantes*
  - *Pigmentos*
  - *Impermeabilizantes*
  - *Hidrófugos*
  - *Polímeros*
  - *Elementos puzolánicos especiales, ..., etc.*

Estos aditivos serán agregados, o no, dependiendo de las propiedades y diseño a otorgar al GRC en cada obra y en base a los requerimientos exigidos en las prescripciones correspondientes.

Bajo la descripción general de GRC hay numerosas posibilidades de variar las mezclas, dependiendo del uso del producto final o del método de fabricación. La estandarización está más arraigada en las mezclas empleadas para GRC arquitectónico, y en concreto las mezclas usadas en el proceso de fabricación por proyección simultánea<sup>1</sup>. De hecho existen ya empresas capaces de suministrar previamente mezclados y dosificados todos los componentes anteriormente descritos, salvo el agua. Incluso, es posible la comercialización de la mezcla de la matriz seca y la fibra de vidrio Cem-FIL para fabricación de GRC por el proceso de colado vibrado o proyección de premezcla<sup>2</sup>.

### **3.2. Proporciones de los materiales constituyentes**

En este apartado intentaremos exponer las relaciones de dosificación normalmente consideradas como estándar, sabiendo, en todo momento, que éstas pueden verse modificadas, en cantidad o porcentaje, según el proceso de fabricación, o según el tipo, procedencia o marca de cemento, arena y aditivos.

Las relaciones más importantes a tener en cuenta son:

Relación Arena/Cemento → 1:1

Relación Agua/Cemento → entre 0,30 y 0,35

Superplastificante o fluidificante → Aprox. 1% del peso del cemento.

La cantidad de fibra de vidrio dependerá de:

1.- Del proceso de fabricación del GRC.

Dependiendo del proceso de fabricación del GRC tendremos variaciones en la cantidad de fibra añadida. Históricamente, para el proceso de Proyección Simultánea la cantidad de Fibra de Vidrio Alcali-Resistente Cem-FIL es del 5% en peso del total de la mezcla realizada para la fabricación del GRC. Por el contrario, si en nuestro proceso de fabricación hemos de incorporar la fibra de vidrio durante el proceso de amasado del mortero (premezcla o premix) la proporción no sobrepasa el 3% del total de la mezcla realizada. Veamos en la tabla 1 las dosificaciones más comunes para la realización de un GRC:

---

<sup>1</sup> Ver apartado 3.3.1

<sup>2</sup> Ver apartados 3.3.2.1 y 3.3.2.2



**Tabla 1.-** Proporciones en kg

|                                  | <b>PROYECCIÓN</b><br>(Manual o Automática) | <b>PREMEZCLA</b><br>(Colado-Vibrado o proyección) |
|----------------------------------|--|---|
| <b>ELEMENTO</b>                  | <b>GRC</b>                                 | <b>GRC</b>  |
| Cemento Portland (Blanco o Gris) | 100  | 100   |
| Arena                            | 100  | 100   |
| Agua                             | 35   | 35  |
| Superplastificante               | 1  | 1   |
| Fibras Cem-FIL                   | 12,5 (5%)                                  | 8,6 (3.5%)  |

2.- De la aplicación.

Las Fibras de Vidrio Cem-FIL pueden ser incorporadas entre el 0,1% y el 5% en peso. Cuando la proporción es baja, las fibras Cem-FIL minimizan la segregación de materiales y evitan las microfisuraciones de las piezas fabricadas con cemento, aumentando la dureza y la resistencia a los choques.

Cuando las proporciones se presentan entre el 1% y el 2%, las fibras Cem-FIL son ideales para mezclas armadas, reduciendo la densidad de productos de hormigón.

Cuando la proporción está entre el 2% y el 3,5% las fibras Cem-FIL sirven de refuerzo primario en productos de bajo coste realizados por moldeo y vibración.

Cuando la proporción es de un 5% se utilizan las fibras Cem-FIL para las aplicaciones que exigen una gran resistencia, tales como los paneles de fachada arquitectónicos.

3.- La resistencia a otorgar al GRC.

La cantidad de Vidrio Alcali-Resistente en forma de fibras es muy importante desde el punto de vista de la resistencia que presenta el Elemento Compuesto GRC. Por lo general las resistencias obtenidas con los procesos de premezcla son inferiores a las obtenidas por proceso de Proyección Simultánea, debido simplemente a la menor tasa de refuerzo que se ha empleado históricamente.

Actualmente, se han desarrollado nuevas fibras hidrófobas, que permiten ser dosificadas en mayor proporción, sin merma de la trabajabilidad, con lo que se puede incrementar sensiblemente la tasa de refuerzo y la resistencia del material. Esto está siendo especialmente útil en los procesos de premezcla, donde se están consiguiendo tasas de refuerzo similares a las de proyección simultánea.

También es importante tener en cuenta la longitud de las fibras para la consecución de unos adecuados niveles de resistencia. La longitud de la fibra dependerá en gran medida del proceso de fabricación, ya que por ejemplo en procesos de premezcla una fibra muy larga puede darnos problemas de amasado y de destrucción de la fibra por abrasión en su superficie, para estos procesos las longitudes ideales (aquellas con las que tenemos la mayor resistencia con una perfecta trabajabilidad) oscilan entre los 6 y 24 mm presentando sus mayores prestaciones a los 12 mm. Para procesos de proyección simultánea (utilización de roving) las longitudes ideales oscilan entre los 30 y los 50 mm.



### **3.3. Procesos de fabricación de un GRC**

Dentro de este apartado presentaremos los diferentes procesos actuales de fabricación de un GRC. Si bien hay que tener en cuenta que procesos diferentes, y/o híbridos a los presentados, pueden realizarse para la fabricación de piezas específicas.

#### **3.3.1. Procesos de proyección simultánea**

La proyección simultánea es un proceso de fabricación mediante el cual obtendremos piezas de GRC reforzadas de forma bidireccional (en el plano). La fabricación consistirá en la proyección de capas que posteriormente se irán compactando entre sí hasta formar el espesor total de la lámina o panel de GRC (normalmente entre 10 y 15 mm).

#### **3.3.2. Procesos de premezcla**

El proceso de premezcla consta, normalmente, de dos etapas. En la primera se mezclan y amasan los componentes del mortero y se adicionan las fibras de vidrio, y en la segunda se aplica la mezcla a un molde para la conformación de piezas, o se aplica directamente a la obra in-situ, como por ejemplo en la realización de morteros monocapa, revocos, soleras, etc. Por lo tanto, todos los procesos de premezcla tienen en común el acto del premezclado; de ahí su nombre.

La premezcla se efectúa en hormigoneras o amasadores adaptados al tipo de mezcla que se desea realizar. Por regla general, se usan amasadoras simples de paletas, con poca velocidad de mezclado para evitar una excesiva energía cinética que cause el deterioro de la fibra por abrasión.

Las fibras de vidrio Cem-FIL se incorporan siempre a la mezcla en el último lugar, y a diferencia de algunas otras de refuerzo, presentan una perfecta incorporación dentro de un mortero de cemento/arena sin que se produzcan apelotonamientos o problemas de homogeneización. Debido a esta homogeneización previa a la conformación de la pieza o aplicación por proyección, el refuerzo de la fibra de vidrio actúa de forma tridimensional, pues las fibras se orientan en todas las direcciones del espacio.

##### **3.3.2.1.- Proceso de Colado-Vibrado.**

Es el proceso más difundido de aplicación de premezcla, dada su extremada simplicidad, su fácil trabajabilidad y su sencilla puesta en obra. Las fases de realización de un colado vibrado son: Realización de la premezcla, colado en un molde, vibrado, fraguado, desmoldeo y curado. Este proceso se emplea para la fabricación de gran número de piezas tanto ornamentales como arquitectónicas. Dentro de este proceso debemos destacar dos variantes:

- *Colado-Vibrado en Molde abierto.*
- *Colado-Vibrado en Molde y contramolde.*

##### **3.3.2.2.- Proyección de premezcla.**

Esta aplicación ha tenido gran aceptación en los últimos años pues el nivel de resistencia que las piezas de GRC adquieren con él está entre las grandes resistencias del GRC procedente de Proyección Simultánea y las de un GRC procedente del Colado-Vibrado.

### 3.4. El curado

El proceso de curado es una de las partes más críticas en la realización de un GRC. Se ha de prestar mucha atención a la consecución de las condiciones óptimas de curado del GRC para garantizar de esta forma los niveles de resistencia adecuados y diseñados en el proyecto.

Para la consecución de las resistencias diseñadas se aconseja disponer de un lugar en la factoría donde se pueda controlar la humedad y temperatura. Las condiciones de curado recomendadas para un GRC son:

\* Temperatura → > 15°C

\* Humedad → ≥ 95% HR.

\* Tiempo → 7 días.

Estas condiciones de curado pueden verse modificadas con la adición de un polímero acrílico, reduciendo considerablemente los requisitos y tiempo de curado. Del mismo modo, las condiciones ambientales locales, durante el proceso de fabricación de un GRC, pueden modificar las condiciones expuestas. Un curado deficiente producirá un límite elástico (LOP) bajo. Otros tipos de curado pueden ser utilizados, pudiendo decir que, en general, la elección definitiva del tipo y control del curado dependerá en gran medida de los resultados del Control de Calidad del propio fabricante.

## 4. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN G.R.C.

En este punto veremos los niveles de resistencias adquiridos por un GRC a los 28 días. Todos los valores corresponden a placas de espesor normal (10 mm).

### Resistencias mecánicas (a los 28 días)

|                                  | Unidades          | PROYECCIÓN<br>(Manual o Automática) | PREMEZCLA<br>(Colado-Vibrado o proyección) |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------------------|--|
| Fibra Cem-FIL (% en peso)        | %                 | 5                                   | 3  |
| Flexión                          |                   |                                     |  |
| Módulo de rotura                 | MPa               | 20-30                               | 10-14                                      |
| Límite elástico                  | MPa               | 7-11                                | 5-8  |
| Tracción                         |                   |                                     |  |
| Módulo de rotura                 | MPa               | 8-11                                | 4-7  |
| Límite elástico                  | MPa               | 5-7                                 | 4-6  |
| Resistencia al Esfuerzo Cortante |                   |                                     |  |
| Resistencia interlaminar         | MPa               | 3-5                                 |  |
| Resistencia en el plano          | MPa               | 8-11                                | 4-7  |
| Resistencia a la Compresión      | MPa               | 50-80                               | 40-60                                      |
| Resistencia al Choque            | Kj/m <sup>2</sup> | 10-25                               | 10-15                                      |
| Módulo de elasticidad            | GPa               | 10-20                               | 10-20                                      |
| Deformación a la rotura          | %                 | 0,6-1,2                             | 0,1-0,2                                    |
| Densidad del material            | T/m <sup>3</sup>  | 1,9-2,1                             | 1,8-2,0                                    |

Tanto la resistencia como la durabilidad del GRC pueden verse mejoradas muy notablemente gracias a la adición de metacaolines, polímeros acrílicos, u otros aditivos de la matriz. Los datos expuestos se aplican a formulaciones de GRC con una relación arena/cemento entre el 0,5 y 1.

### Propiedades Físicas y Químicas del GRC.

|                                    | Unidades          |                                |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Densidad del Material              | T/m <sup>3</sup>  | 1,7–2,3                        |
| Pesos aproximados                  |                   |                                |
| Lámina simple 8 mm de espesor      | kg/m <sup>2</sup> | 16                             |
| Lámina simple 12 mm de espesor     | kg/m <sup>2</sup> | 24                             |
| Panel Sandwich (*)                 | kg/m <sup>2</sup> | 44                             |
| Retracción irreversible            | %                 | 0,05                           |
| Retracción final                   | %                 | 0,2                            |
| Coefficiente de Dilatación Térmica | mm / °C           | 10-20 · 10 <sup>-6</sup> / °C  |
| Coeff. de Conductividad Térmica    | W/m °C            | 0,5-1                          |
| Resistencia química                |                   | Buena                          |
| Resistencia a los sulfatos         |                   | Se usan cementos especiales    |
| Ambiente marino                    |                   | No afecta propiedad. Mecánicas |
| Hielo-Deshielo (BS4264-DIN274)     |                   | Ningún cambio                  |
| Permeabilidad al vapor de agua     |                   |                                |
| BS 3177 para 10 mm de GRC          | Perms. métricos   | < 1,3                          |
| Luz ultravioleta                   |                   | No lo degrada                  |
| Acústica - Reducción de dB         |                   |                                |
| Lámina de GRC de 10 mm espesor     | dB                | 30                             |
| Lámina de GRC de 20 mm espesor     | dB                | 35                             |
| Sandwich de 10 cm (núcleo P. Exp)  | dB                | 47                             |
| Aislamiento Térmico                |                   |                                |
| Lámina simple 8 mm de espesor      | W/m °C            | 5,3                            |
| Lámina simple 12 mm de espesor     | W/m °C            | 5,2                            |
| Panel Sandwich (*)                 | W/m °C            | 0,4                            |

(\*) El panel sandwich en este caso se compone de una lámina de GRC de 10 mm de espesor, una capa de poliestireno expandido de 110 mm y otra capa de GRC de 10 mm de espesor.

## 5. VENTAJAS COMPETITIVAS DEL GRC

La mayor de las ventajas que presenta el GRC es su alta resistencia mecánica, sobre todo a la flexión y al impacto. Esto permite crear piezas de reducido peso (del orden de entre 1/3 y 1/10 del peso de elementos equivalentes en Hormigón Convencional) con las mismas o superiores prestaciones.

Esta ventaja de ligereza va a repercutir, positivamente, sobre diferentes factores de diseño e instalación de las piezas y/o estructuras que soporten el GRC y de las mismas instalaciones (puesta en obra) de las piezas realizadas en este material.

Centrándonos en la aplicación mas extendida del GRC, el cerramiento de fachadas mediante paneles, veamos una pequeña lista de factores que pueden verse modificados frente a la utilización del GRC:

- \* **Transporte** de las piezas a obra. Por su característica de ligereza se pueden transportar del orden de 3 a 5 veces más piezas de GRC que de hormigón convencional, lo cual abarata una partida importante como es la del transporte de los elementos prefabricados a obra.

- \* **Estructura y Cimentaciones** del Edificio que sustentan las piezas del GRC. Se ha de tener en cuenta el ligero peso que presentan las piezas de GRC a la hora del diseño de la estructura y sus cimentaciones, lográndose grandes ahorros de material. El poco peso lo hace ideal para su uso en edificios de gran altura.

- \* **Maquinaria de instalación** y puesta en obra. Ya que las piezas de GRC son muy poco pesadas, la maquinaria necesaria para su instalación en obra es mucho más ligera (de menor capacidad).

- \* **Mano de obra.** Debido a la ligereza y características del GRC el montaje se simplifica, reduciéndose el número total de montadores necesarios.

- \* **Anclajes** y herrajes de unión a los entramados de la estructura son mucho más ligeros, lo cual repercute sobre el ahorro de materiales.

- \* **El montaje** es mucho más rápido. Debido al poco peso de las piezas de GRC las grúas emplean menos tiempo de montaje y por tanto de construcción. El reducir el tiempo de construcción, permitirá anticipar la entrada en el edificio de otros oficios y un ahorro en los costes de financiación.

Todos estos factores de ahorro, estudiados en su conjunto, suponen una grandísima ventaja competitiva del GRC y lo convierten en líder frente a otros materiales alternativos.



**Figura 5:** panel izado con grúa de obra



**Figura 6:** Colocación del panel en la fachada

## **6. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS PANELES DE FACHADA.**

Para paneles de fachadas simples de GRC de 10 mm, se precisará un trasdosado interior en obra para mejorar el aislamiento térmico.

Son de uso frecuente los paneles sándwich, que se componen por dos capas exteriores de GRC con un núcleo de material aislante (lana de vidrio, lana de roca, poliestireno expandido, hormigón aligerado, etc.). Este panel presenta muy buenas características de aislamiento tanto térmico como acústico.

La falta de rigidez en las placas o láminas (“cáscaras”) de GRC, debida a los pequeños espesores utilizados, pueden ser ampliamente solucionadas con el empleo de:

- Rigidizadores en GRC, o lo que es lo mismo nervaduras perimetrales e interiores en los paneles de GRC, normalmente de unos 20 mm de espesor.
- Estructuras metálicas de apoyo a la lámina o panel cáscara de GRC que, unidas por conexiones específicas y de carácter flexible al GRC, son capaces de absorber y transmitir a la estructura principal del edificio los esfuerzos que actúan sobre el panel de GRC. Estos son los llamados paneles Stud-Frame

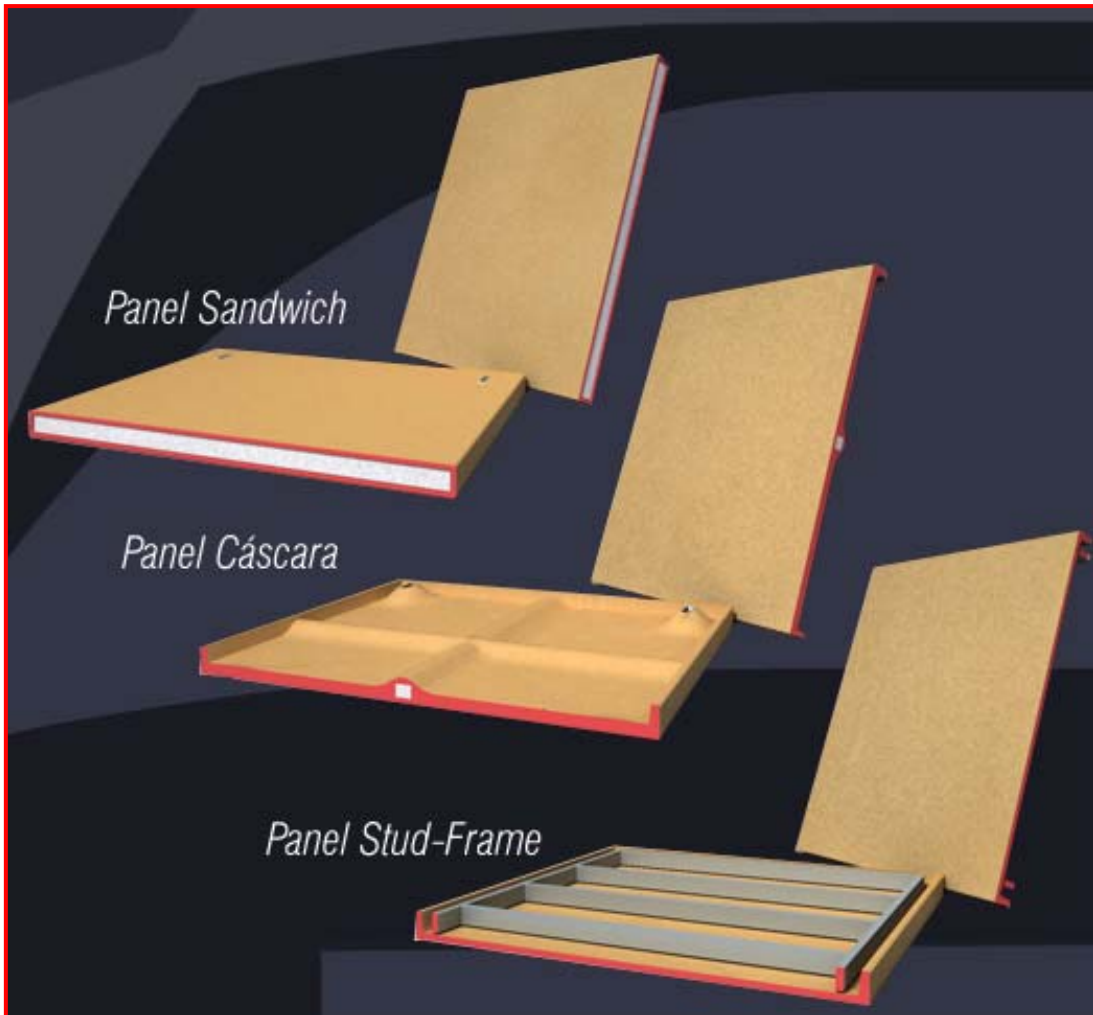


Figura 7: ejemplos de panel de cerramiento de fachadas

## 7. CUALIDADES DEL GRC

Las fibras de vidrio tienen excelentes propiedades, que hacen de ellas el refuerzo ideal para los materiales compuestos de matriz inorgánica. La fibra de vidrio AR es la fibra idónea, por resistencia alcalina, por su alto rendimiento y por sus altas prestaciones, para el refuerzo de los composites (materiales compuestos) de cemento.

Las principales cualidades que las fibras Cem-FIL confieren al GRC son:

- **Total perdurabilidad**, ya que la fibra utilizada (Cem-FIL) es inmune a la acción de los álcalis del cemento.
- **Alta resistencia a la tracción y flexión**, como consecuencia de las propiedades de la fibra.
- **Gran resistencia al impacto**, debido a la absorción de energía por los haces de fibra.
- **Impermeabilidad**, aun en pequeños espesores.
- **Resistencia a los agentes atmosféricos.**
- **El GRC no se corroe ni se corrompe.**
- **Incombustibilidad**, derivada de las características de sus componentes.
- **Aptitud de reproducción de detalles de superficie.** (Ideal para reproducir formas o imitar superficies como piedra, madera o pizarra).
- **Ligero**, lo que reduce los costos de transporte, puesta en obra e instalación.

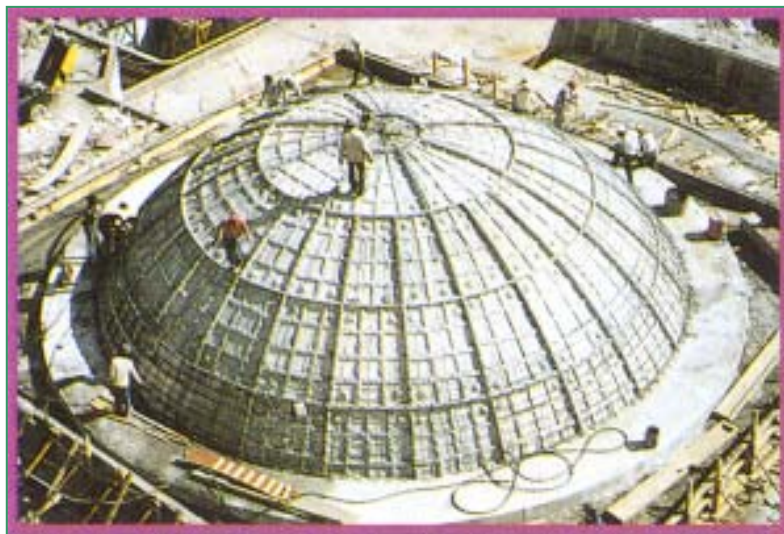
- **Aptitud a ser moldeado en formas complejas.** (Especialmente útil para la renovación y restauración de inmuebles).
- **Gran resistencia contra la propagación de fisuras.**
- **Reduce la carga en los edificios,** lo que conduce a una reducción de los costes de estructura y cimentación.
- **Reduce los cuidados de mantenimiento.**
- **Excelente resistencia frente al vandalismo.**
- **Enorme catálogo de texturas y acabados** de superficie realizables.
- **Ilimitadas posibilidades de diseños arquitectónicos.**

## 8. PRINCIPALES APLICACIONES DEL GRC

Todas las características anteriormente citadas hacen del GRC un material ampliamente utilizado en todo el mundo. Sus aplicaciones presentan un campo muy extenso en la Arquitectura e Ingeniería. Intentaremos poner en este apartado las aplicaciones más usuales del GRC:

### 1.- En la Industria de la Construcción:

- Paneles de fachada y cerramientos en general.
- Elementos de fachada de todo tipo.
- Encofrados permanentes o reutilizables.
- Sistemas modulares de viviendas.
- Casetas de transformadores y de vigilancia.
- Cajetines eléctricos, para enlaces telefónicos y para contadores.
- Renovación y restauración de fachadas y complementos arquitectónicos.
- Elementos para cubiertas.
- Decoración de interiores: cielos rasos, falsos techos, columnas, ...
- Piscinas.
- Vallas y barreras.
- Celosías.
- Impostas para puentes.
- Pavimentos.
- Revestimiento de túneles (con paneles o sin ellos) y alcantarillas.



**Figura 8:** Bóveda por encofrado perdido de CRG





**Figura 9:** Encofrado perdido de GRC para forjado

- 2.- *En la protección contra el fuego:*  
Puertas y pantallas antifuego.  
Conductos antifuego.
- 3.- *En el aislamiento térmico:*  
Paneles para aislamiento térmico de edificios.  
Cámaras frigoríficas.
- 4.- *En el control del ruido:*  
Barreras anti-ruido en autopistas, carreteras y ferrocarril.  
Protección de máquinas ruidosas.
- 5.- *En la Industria marítima:*  
Pontones. Canales y boyas.  
Tanques para piscifactorías.
- 6.- *En la Agricultura:*  
Comederos para animales.  
Elementos de drenajes.  
Suelos de granjas.  
Bebederos.
- 7.- *En el diseño:*  
Mobiliario urbano de todas clases.  
Escudos y adornos.  
Moldes.  
Elementos decorativos.  
Imitaciones a rocas en parques artificiales.

## 9. CONCLUSIONES

El GRC, formado por mortero de cemento y fibra de vidrio AR Cem-FIL, es un material de altísimas prestaciones, con grandes posibilidades de diseño, y una solución arquitectónica, cada vez más demandada en todo el mundo, y de gran expansión en España.

Sus principales aplicaciones han sido, históricamente, la realización de piezas de pequeño tamaño, como canales, ornamentación y mobiliario urbano, pero sobre todo, paneles de cerramiento de fachadas. Actualmente, los usos del GRC se están extendiendo con la construcción de escaleras, postes para tendidos eléctricos o farolas, tematización de parques y un sin fin de otras aplicaciones que están surgiendo, debido a su versatilidad y a un mayor conocimiento del material por parte de Arquitectos e ingenieros.

Las nuevas fibras desarrolladas por Saint-Gobain Vetrotex, permiten aún mejor incorporación a la matriz y mayores prestaciones mecánicas, lo que sin duda, terminará



de revolucionar el mercado mundial del GRC, convirtiendo este composite en un elemento indispensable en la arquitectura del siglo XXI.

## 10. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. MAJUNDAR, A. J. y LAWS, V.: Glass Fibre Reinforced Cement.
2. MANUAL FORTON: Ciment Renforce de Fibres de verre.
3. GENIS, A; THIERY, J. Y SOUKATCHOFF, P.: High durability Glass Cement Composites. New Vetrotex System.
4. CEM-FIL INTERNATIONAL: Guías de Proyección y Premezcla.
5. CEM-FIL INTERNATIONAL: Cem-FIL GRC Technical Data.
6. BIJEN, J.: GRC, an Ideal Building Material. Mechanical and Physical Properties.
7. Durability of some Glass Fiber Reinforced Cement Composites. American Concrete Institute Journal. Jul-Ag. 1983.
8. VAMBERSKY, J. N. J. A.: Designing GRC.
9. JIMÉNEZ MONTOYA, P.; G<sup>a</sup> MESEGUER, A. y MORÁN F.: Hormigón Armado.
10. ANTEQUERA, P.; JIMÉNEZ L y MIRAVETE, A.: Los Materiales Compuestos de Fibra de Vidrio.
11. VAN DER PLAS, C.: The many Improvements of GRC by polimer modification.
12. BIJEN, J.: Improved Mechanical Properties of Glass Fibre Reinforced Cement by polymr modification.
13. JOISEL A.: Fisuras y Grietas en Morteros y Hormigones.
14. THIERY, J.: Durabilité en Matière Cimentaire des nouveaux verres AR.
15. BRAZIER, J. F.: Propietés mecaniques des composites ciment-verre.
16. GLINICKI M. A.: Impact performance of Glassfibre Reinforced Cement. Plates subjected to accelerated Ageing.
17. KOMLOS, K.; BADAL, B. y VANIS, M.: Durability of GRC and its testing.
18. BALL, H. P.: Performance of polymer modified GRC with respect to Curing and durability.
19. JAKES, E.: Curing and long-term durability of GRC.
20. The Glass Fibre Reinforced Cement Associaton. The Congreses.
21. DUDA, W. H.: Manual Tecnológico del Cemento.
22. Prontuario del cemento. Labahn/Kohlhaas.
23. GRC. Cemento Reforzado con Fibras de Vidrio. Panda.
24. CEM-FIL INTERNATIONAL: Guías de utilización de las fibras Cem-FIL.
25. Catálogos profesionales de fabricantes españoles de GRC (Huarte S.A., Dragados y Cnes S.A., Preinco S.A., Especo S.A.).
26. Diversos documentos elaborados y editados en el Centro Técnico de Aplicaciones de Vetrotex España S.A.
27. SÁNCHEZ-GÁLVEZ, V.: Los Hormigones reforzados con Fibra de Vidrio.
28. CEM-FIL INTERNATIONAL: The Stud Wall System.
29. CEM-FIL INTERNATIONAL: La Fuerza del Vidrio.
30. Les Composites Ciment-Verre. CERIB Actualités.
31. BARROS, A.: El Cemento Reforzado con Fibras de Vidrio en España. Asociación Española de Fabricantes de GRC.
32. SÁNCHEZ PARADELA, M. L. y SÁNCHEZ GÁLVEZ, V.: Comportamiento a tracción de Cementos Reforzados con Fibras de Vidrio. Informes de la Construcción, Vol. 43 nº 413 May-Jun 1991.



# **Soluciones constructivas para el cumplimiento del CTE (térmica y acústica)**

F. PEINADO y C. RODERO , ISOVER, Saint- Gobain

## **1. Introducción**

Las lanas minerales, (mineral wool o MW en nomenclatura internacional), son materiales aislantes constituidos por un entrelazado de fibras de origen pétreo, formando una estructura flexible y abierta, que contiene solo aire inmóvil en su interior.

La familia de las lanas minerales, pertenece al grupo de los materiales de fibras minerales artificiales, (man made mineral fibers o MMMF en nomenclatura internacional), por lo que no pueden contener amianto o asbesto en su composición, ya que es éste un elemento natural.

Por su origen, se diferencian en lanas de vidrio, (glass wool o GW–nomenclatura internacional) y lanas de roca, (stone wool o SW-nomenclatura internacional). Las primeras tienen como materia prima las arenas silíceas, mientras que las otras utilizan las rocas diabásicas, principalmente basaltos. Dada la abundancia en la naturaleza de estas materias primas, puede asegurarse que su fabricación no tiene límite conocido en el tiempo.

Su proceso de fabricación es sencillo: se funde la materia prima a altas temperaturas (>1500°C) y el producto de la fusión se fibra por procesos mecánicos de centrifugado. El resultado es un producto natural e inorgánico por sus componentes.

Las propiedades fundamentales de las lanas minerales son:

- Aislantes térmicos: Gracias al aire inmóvil en su interior, se dificulta el flujo de calor a través del material.
- Aislantes acústicos: La elasticidad de su estructura abierta, les confiere una alta capacidad de absorber la energía acústica que produce el ruido.
- Aislamiento contra el fuego: Por su carácter inorgánico, no arden ni producen humos y además mantienen su capacidad de aislamiento térmico incluso a altas temperaturas.

## **2. Nuevos desarrollos en lanas minerales**

### **2.1. Sistema COLOVER<sup>®</sup> de aislamiento termoacústico impermeabilizado.**

El sistema COLOVER<sup>®</sup> es un tratamiento integral de las cámaras de aire en cerramientos verticales de edificios mediante la aplicación en obra de un sistema compuesto por un panel de lana de vidrio COLOVER<sup>®</sup> y un adhesivo COLOVER<sup>®</sup>.

El objeto del sistema es, por una parte, aislar térmicamente el cerramiento, incrementando las prestaciones acústicas del mismo; y, por otra parte, impermeabilizar al agua el trasdós de la fábrica. Esto se consigue además sin crear una barrera de vapor en el lado frío del aislamiento, limitando la transmisión de vapor desde el interior del edificio, para así evitar cualquier tipo de condensaciones en el núcleo del aislamiento y en la fábrica.

El tratamiento se aplica proyectando el adhesivo COLOVER<sup>®</sup> sobre la superficie interior de la hoja de ladrillo y sobre la cara desnuda del panel de lana de vidrio COLOVER<sup>®</sup> (la otra cara lleva barrera de vapor); luego se procede al pegado por contacto de ambas superficies, y, por último, se sellan las juntas con cinta adhesiva, a fin de dar

continuidad a la barrera de vapor. El sistema COLOVER® cuenta con el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) concedido por el Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción. (DIT nº 358). Los valores del aislamiento térmico y acústico obtenido para un cerramiento de fachada constituido por:

- cítara de ladrillo cara vista,
  - cámara de aire donde se ubica el aislamiento (se reflejan diferentes espesores de aislamiento,
  - y como cierre de la misma un tabicón de 7 cm, con guarnecido y enlucido de yeso,
- son los que se indican en la siguiente tabla:

| AISLANTE | ESPESOR (mm) | MASA DEL CERRAMIENTO (Kg/m <sup>2</sup> ) | K (W/m <sup>2</sup> ·K) | AISL. ACÚSTICO (dBA) |
|----------|--------------|---|-------------------------|----------------------|
| COLOVER® | 50           | 280                                       | 0,52                    | 53                   |
|          | 60           | 280                                       | 0,45                    | 54                   |
|          | 80           | 280                                       | 0,36                    | 55                   |

(Para mayor información sobre este sistema y detalles constructivos, puede consultarse nuestra web, [www.isover.net](http://www.isover.net), así como nuestros catálogos y Manuales de Aislamiento).

## 2.2. Gama ARENA® – Soluciones contra el ruido

La gama ARENA® está constituida por un conjunto de productos de lana mineral especialmente desarrollada para aplicación en acústica en la edificación, y, especialmente, para los sistemas de montajes en seco: tabiquería con placas de yeso laminado y techos acústicos.

Los productos de la gama ARENA® proporcionan altos niveles de absorción acústica. Por otra parte, han sido diseñados pensando en la facilidad de montaje, por lo que se les ha dotado de una rigidez, cohesión y flexibilidad que permite un manejo fácil y cómodo.

La gama ARENA® cubre tres tipos de necesidades acústicas:

- a) Aislamiento acústico a ruido aéreo entre locales.

Para esta aplicación se emplean paneles o rollos, cuya finalidad es la de relleno de las cavidades. Deben ser productos de alta absorción acústica y de fácil manejo e instalación. Los productos desarrollados para esta aplicación se presentan en forma de paneles o mantas de 40 y 60 mm de espesor (ARENA® 40 y 60; ARENA® 40R y 60R). La combinación de estos productos y distintos tipos de placas de yeso laminado, permite multitud de soluciones para cada necesidad, desde 35-40 dB(A) hasta 80 dB(A).

- b) Aislamiento acústico a ruido aéreo en plenums.

Para esta aplicación se presenta un panel de elevado espesor y absorción acústica, revestido por ambas caras con una superficie lisa de aluminio (ARENA® plenum).

- c) Absorción acústica en techos metálicos.

Para incorporar en techos metálicos perforados, se presenta un panel de lana mineral revestido por una cara con un velo negro, que permite la absorción acústica en el techo (ARENA® absorción).

Para todos estos casos, se han realizado ensayos en laboratorios homologados (Instituto de Acústica Torres Quevedo, del CSIC), habiéndose obtenido valores de

aislamiento y absorción acústica óptimos. Los resultados de estos ensayos, así como información más detallada sobre la gama ARENA<sup>®</sup>, pueden encontrarse en la página web, [www.isover.net](http://www.isover.net), así como en nuestros catálogos y Manuales de Aislamiento.

### **2.3. Gama TOP HEAT<sup>®</sup> – Protección de estructuras metálicas**

Los productos de la gama TOP HEAT<sup>®</sup> han sido desarrollados especialmente para protección contra el fuego de estructuras metálicas. La estabilidad al fuego (EF) de un elemento estructural depende en buena medida del material de su estructura, en cuanto a la reducción de la resistencia mecánica de éste con la temperatura. El acero alcanza la llamada “temperatura crítica” en torno a los 530°C, a la cual ya no le es posible soportar la carga de diseño. El acero es un buen conductor del calor, lo que representa un aspecto negativo en cuanto a la resistencia al fuego, ya que alcanza la “temperatura crítica” en pocos minutos. El hormigón soporta mejor la acción del fuego, por ser un material peor conductor del calor y la resistencia estructural sólo depende del tiempo en que las armaduras de acero lleguen a la temperatura crítica. La utilización de lanas minerales como materiales envolventes de los elementos estructurales permite aumentar notablemente los tiempos de EF, debido a su poder aislante térmico y a que soportan altas temperaturas. Las lanas minerales que deben utilizarse para esta aplicación deben tener un alto punto de fusión (por encima de 1200°C), con una densidad muy elevada y una composición especial potenciada en óxidos metálicos.

Los paneles de la gama TOP HEAT<sup>®</sup>, por lo tanto, son paneles de alta densidad de lana de roca, de composición especial y densidad elevada, con el objetivo de alcanzar altos valores de protección contra el fuego.

Dentro de la gama TOP HEAT<sup>®</sup>, hasta el momento, se han desarrollado dos productos: TOP HEAT<sup>®</sup> 150N, sin revestimiento, y TOP HEAT<sup>®</sup> 150 AL, con un revestimiento en una de sus caras, compuesto por una lámina de aluminio reforzada con malla de fibra de vidrio textil.

Los paneles se fijan mecánicamente a los elementos estructurales a proteger, encolando en las uniones entre paneles con una cola ignífuga de alta resistencia a la temperatura. Los productos desarrollados de la gama TOP HEAT<sup>®</sup> se han sometido a ensayos de estabilidad al fuego en laboratorios homologados (LICO, Informe 2081/95), obteniéndose una EF de hasta 4 horas.

Puede encontrarse más información sobre la gama TOP HEAT<sup>®</sup> en nuestra página web, [www.isover.net](http://www.isover.net), así como en nuestros catálogos y Manuales de Aislamiento.



## Últimos avances y prestaciones de los pavimentos y revestimientos cerámicos.

G. Monrós, C. Gargori, M.A. Tena, Unidad de Química Inorgánica Medioambiental y Materiales Cerámicos, Universitat Jaume I de Castellón.

### 1. INTRODUCCIÓN.

La cerámica plana vidriada europea se desarrolla en dos clusters o entramados empresariales interactivos enclavados en el entorno de Sassuolo (Italia) y en el de Castellón (España). El distrito de Castellón se ha especializado en revestimiento cerámico con pastas roja porosa que supone del orden del 60% de su producción que en 2006 marcó un récord histórico con 660 Mm<sup>2</sup> producidos, un aumento del 1% sobre 2005, superando a Sassuolo que ha producido 586,9 Mm<sup>2</sup> el mismo año, reduciendo su producción un 0,2%, si bien, las principales empresas italianas (Marazzi, Emilceramica, Concorde) han externalizado su producción en 100 Mm<sup>2</sup> con la finalidad de acercar la producción al consumo, evitando costes de transporte ineficientes. Esta senda de multilocalización que aumenta la eficiencia de la producción, también se ha desarrollado de forma incipiente en Castellón, con las localizaciones de Roca y Pamesa en EEUU y Brasil respectivamente, con producciones inferiores a los 20 Mm<sup>2</sup>/año.

El principal cambio observado en la producción europea ha sido la transición desde producciones de pastas porosas a pastas gresificadas o porcelánicas de coloración blanca. La producción italiana en 2006 es prácticamente gres porcelánico. La evolución del gres porcelánico ha sido vertiginosa en Italia, que en 1980 producía 4,1 Mm<sup>2</sup> de porcelánico técnico (el 1,3% de la producción), en 1997 ya producía 127,3 Mm<sup>2</sup> (102,6 de técnico y 24,7 de esmaltado) y en 2002 el 52% de la producción italiana, 325 Mm<sup>2</sup>, ya es en gres porcelánico (predominando ahora el esmaltado, 180 Mm<sup>2</sup>, sobre el técnico 145 Mm<sup>2</sup>). En España, más centrada en la producción de revestimiento en pasta roja, la evolución es más sosegada, en 1996 se producen 14,4 Mm<sup>2</sup> de porcelánico técnico (el 3,3% de la producción), en 2001 ya son 45,93 Mm<sup>2</sup> (el 7,2% de la producción con un 50% de porcelánico esmaltado) y en 2003 69 Mm<sup>2</sup> (el 70% esmaltado). Sin embargo, aunque el crecimiento de la pasta blanca se produce en tasas del 15% anual en Castellón (en 2001 se importaron por el puerto de Castellón 1,31 Mt de arcillas blancas frente a sólo 0,58 en 2001), la especialización en la monoporosa española del distrito de Castellón indica que la producción en pasta roja mantendrá su predominio alcanzando un equilibrio roja/blanca en torno a 60/40.

El mayor valor añadido de las pastas de coloración blanca, así como la colonización del exterior gracias a su resistencia a la helada, es la causa de esta evolución, desde el rojo al blanco; en realidad, desde un punto de vista técnico, desde soporte poroso a soporte sinterizado o gresificado. En este sentido, es indicativa la evolución comparada de la producción española y la italiana desde el punto de vista de las ventas: el sector español apostó por la producción masiva, a precios inferiores a su máximo competidor italiano. De manera que en 1990, Italia casi duplicaba al sector español (225 Mm<sup>2</sup> España y 447 Mm<sup>2</sup> Italia), para igualarse en 1999. Sin embargo, Italia siempre con crecimientos muy pausados hasta 2001, empieza a disminuir su producción de forma sostenida a partir de este año. Sin embargo, el precio medio era del orden de 5,7 €/m<sup>2</sup> de la baldosa española frente a 8,8 €/m<sup>2</sup> de la italiana en 2003. Este proceso sigue en la actualidad, de manera que Italia, de enero a junio de 2005, disminuyó sus ventas en un 6,7% y aumentó sus ingresos en un 4,6%, en cambio España, en ese periodo, aumento sus ventas en un 3,3% pero sin consecuencias sobre

los ingresos más allá de esta cifra. El cambio de la política de precios en 2006 del sector español indica una mejora en este aspecto, en cierta medida por la intensificación de la producción de pasta porcelánica, con aumentos del valor de ventas positivos respecto del crecimiento en masa.

La búsqueda de nuevos nichos de venta y aumentos del valor añadido en el producto requieren un esfuerzo en innovación en la producción de la cerámica que se centra en el desarrollo de nuevas prestaciones de los materiales, que les permitan competir con el parqué o la piedra natural, así como nuevas funcionalidades que permitan que las baldosas colonicen hábitats y localizaciones nuevas en el campo de la industria y los servicios.

En este trabajo se pretende realizar un recorrido a través de las principales innovaciones en prestaciones y funcionalidades desarrolladas en los últimos años en el campo de la baldosa cerámica vidriada desarrolladas.

## 2. NUEVAS PRESTACIONES

La cerámica plana vidriada desarrolla su producción bajo estándares de producción reguladas por normas UNE-EN ISO 10545 que cubren los intervalos de sus prestaciones (Figura 1). La clasificación de baldosas en función de su conformado y de la absorción de agua (porosidad) se presenta en la Tabla I, asimismo los tipos genéricos de baldosas cerámicas se presentan en la Tabla II.

**Tabla I.** Clasificación de baldosas en función del tipo de moldeo y de la absorción de agua (Norma ISO 13006).

|                        |                                     | <b>Grupo I</b><br><b><math>E \leq 3\%</math></b><br>absorción de agua<br>baja | <b>Grupo IIa</b><br><b><math>3\% &lt; E \leq 6\%</math></b><br>absorción de agua<br>media-baja | <b>Grupo IIb</b><br><b><math>6\% &lt; E \leq 10\%</math></b><br>absorción de agua<br>media-alta | <b>Grupo III</b><br><b><math>E &gt; 10\%</math></b><br>absorción de agua<br>alta |
|------------------------|-------------------------------------|---|--|---|--|
| <b>TIPO<br/>MOLDEO</b> | A<br>baldosa<br>extruida            | AI  | AIIa   | AIIb  | AIII   |
|                        | B<br>baldosa<br>prensada en<br>seco | BIIa<br>$E \leq 0,5\%$  | BIIa   | BIIb  | BIII   |
|                        |                                     | BIIb<br>$0,5\% < E \leq 3\%$  |  |   |  |

La absorción de agua  $E$  se mide de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 10545-3. Consiste en la inmersión de la pieza en un recipiente con agua, con una presión determinada y llevada a punto de ebullición por un tiempo predeterminado (Fig.1.a). La pieza es luego escurrida y secada superficialmente a los efectos de ser pesada y medir así el porcentaje de variación del peso sufrido contra el peso de la misma pieza totalmente seca. Porcentajes exigidos: Ia= $E \leq 0,5$  IIa= $3\% < E \leq 6\%$  IIIa= $E > 10\%$ .

Desde la perspectiva de nuevas prestaciones desarrolladas por la baldosa cerámica en el ámbito de la innovación reciente se reseñan las aportaciones que se discuten a continuación.



**Tabla II.** Clasificación convencional de baldosas cerámicas (1).

| <b>TIPO BALDOSA</b>         | <b>Moldeo</b>     | <b>Soporte</b> | <b>Esmalte</b> | <b>Medidas usuales (cm)</b> | <b>Espesor (mm)</b> | <b>GRUPO ISO13006</b> |
|-----------------------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|
| <b>1. Azulejo</b>           | Prensado          | Poroso         | Si             | 10x10 a 45x60               | <10                 | BIII                  |
| <b>2. Gres esmaltado</b>    | Prensado          | Poroso         | Si             | 10x10 a 60x60               | >8                  | Bib-BIIa              |
| <b>3. Gres porcelánico.</b> | Extruido Prensado | No poroso      | No-Si          | 15x15 a 60x120              | >8                  | BIA-AI                |
| <b>4. Baldosín catalán.</b> | Extruido          | Poroso         | No             | 13x13 a 24x40               | <8                  | AIIb-AIII             |
| <b>5. Gres rústico.</b>     | Extruido          | No poroso      | No-Si          | 11.5x11.5 a 45x45           | >10                 | AI-AIIa               |
| <b>6. Barro cocido</b>      | Extruido          | Poroso         | No             | variado                     | >10                 | AIIb-AIII             |

## **2.1. Arquitectura bioclimática.**

El desarrollo de baldosas de gres porcelánico con baja absorción de agua y resistentes a la helada, permite a la baldosa vidriada colonizar los espacios exteriores y las fachadas compitiendo con otros materiales como la piedra natural o los polímeros en las fachadas ventiladas.

En climatización mediante las fachadas ventiladas el gres porcelánico de conductividad térmica relativamente alta ( $2-20 \text{ W/m}^2$ ), no actúa como agente activo. En realidad, en este sentido serían mejores los polímeros más ligeros y de conductividad térmica menor ( $0,3 \text{ W/m}^2$ ). Es la propia columna de aire la que realiza el efecto de aislamiento térmico activo al presentar muy bajas conductividades térmicas ( $0,02 \text{ W/m}^2$ ). Además en verano, la fuerte insolación calienta el aire de la columna que asciende por convección al disminuir su densidad con la temperatura, siendo reemplazado por aire fresco que asciende desde la parte inferior (Figura 2).

El gres porcelánico es suficiente ligero y aislante así como supera en durabilidad y posibilidades estéticas frente a sus competidores polímeros o piedra natural.

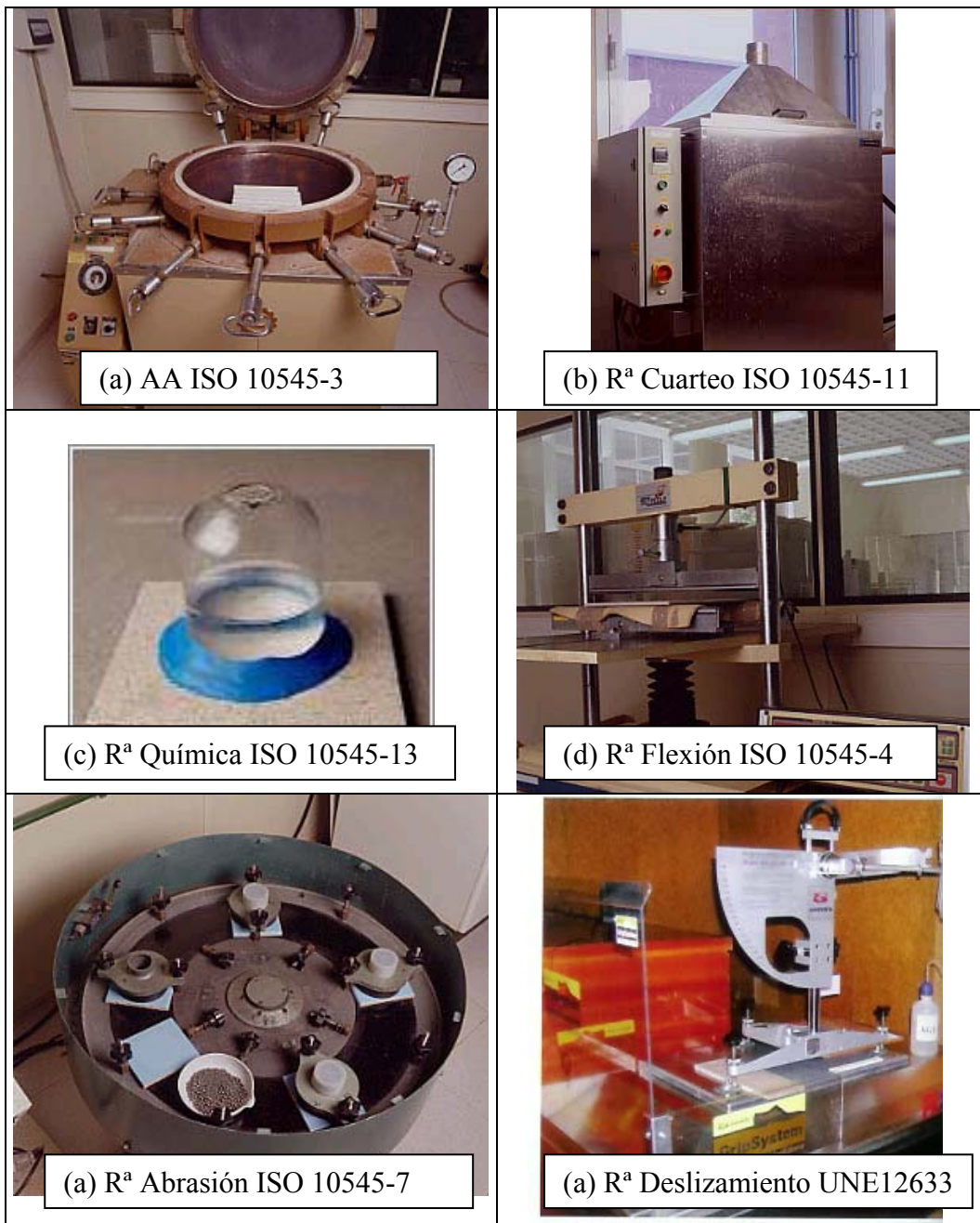
## **2.2. Baldosa domótica.**

La necesidad de integración de elementos en los edificios actuales deriva en sistemas de domotización que permiten ahorros importantes en los consumos. En este sentido la baldosa domotizada integra los elementos de gobierno electrónico del edificio inteligente.

El sistema de seguridad, los equipos de audio y los electrodomésticos son algunos de los elementos que la tecnología domótica permite manejar a través de una baldosa decorativa. Lartec ha creado una baldosa domótica junto con TAU Cerámica que ha sido la encargada del diseño (4). Ésta se ha presentado para adaptarse a aquellas viviendas de última generación que incorporan funciones automáticas como la subida y bajada de persianas o el encendido de luces. La baldosa táctil incorpora iconos que hacen referencia a cada una de las funciones disponibles como: encender y apagar luces

en distintas partes de la vivienda, permite crear ambientes personalizados, programar la temperatura de la calefacción y determinar la hora de encendido y apagado. Pueden manejarse los electrodomésticos, los equipos de audio, televisor y DVD, el control del sistema de seguridad y de los simuladores de presencia. El tamaño de este gestor de hogar es de 50x50 y está disponible en distintos materiales y colores, por lo que puede integrarse en distintos tipos de ambientes y, además, es accesible, ya que se le puede incorporar braille o iconos sonoros. Actualmente la baldosa está preparada para que sea colocada en la pared pero en el futuro podría crearse un modelo para suelos (Figura 3).

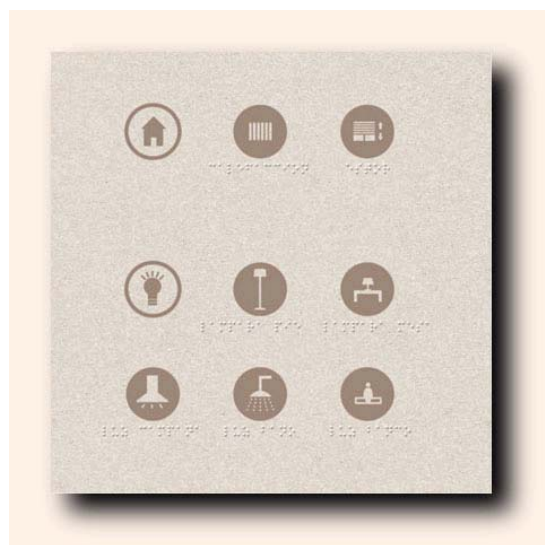
**Figura 1.** Equipos de ensayo.



**Figura 2.** Fachada ventilada con gres porcelánico.



**Figura 3.** La baldosa domótica de Lartec y TAU (4).



### 2.3. Antideslizamiento.

El valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$  se efectúa mediante el ensayo del péndulo (Fig. 1.f), empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de riesgo de deslizamiento y los suelos se clasifican según Tabla III. En la Tabla IV se presenta la clase de la Tab. III exigible a los suelos en función de su localización, de acuerdo con el documento del CET.

La necesidad de cumplir la nueva normativa CET (2), ha obligado al diseño de capas antideslizante transparentes compatibles en todo tipo de esmaltes y decoración cerámica. Estos esmaltes desarrollados por diferentes empresas se basan en sistemas que hidrolizan capas de cuarzo o cristobalita a partir de alcóxidos o silicatos solubles. La solución a este diseño aportada por GripSystems le supuso un Alfa de Oro a la firma Vernís S.A. en 2006 (3).

**Tabla III.** valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$  se efectúa mediante el ensayo del péndulo (Fig. 1).

| Resistencia Deslizamiento | Clase de Suelo |
|---------------------------|----------------|
| $R_d < 15$                | 0              |
| $15 < R_d < 35$           | 1              |
| $35 < R_d < 45$           | 2              |
| $R_d > 45$                | 3              |

**Tabla IV.** Clase de la Tabla III exigible a los suelos en función de su localización, de acuerdo con el documento del CET.

| Localización y Características del Suelo   |                                      | Clase |
|--|--------------------------------------|-------|
| Zonas interiores secas   | Superficie con pendiente $< 6\%$     | 1     |
|  | Con pendiente $\geq 6\%$ y escaleras | 2     |
| Zonas interiores húmedas (baños, cocina, piscinas, cubiertas...)   | Superficie con pendiente $< 6\%$     | 2     |
|  | Con pendiente $\geq 6\%$ y escaleras | 3     |
| Zonas interiores donde además de agua, pueda haber agentes que reduzcan la resistencia al deslizamiento (grasas, lubricantes, etc.), tales como cocinas industriales, mataderos, garajes, zonas de uso industrial... |                                      | 3     |
| Zonas exteriores. Piscinas   |                                      | 3     |

### 2.4. Alto brillo y metalizados.

La consecución de alto brillo se ha planteado mediante técnicas de deposición de películas delgadas metálicas por PVD (Physical Vapour Deposition) (5). El principio es la "evaporación a vacío" similar a la producción de escarcha sobre una superficie fría, en una atmósfera de aire saturada de humedad: en una cámara donde se hace el vacío se coloca el sustrato a decorar, que se mantiene frío, frente al metal a depositar que es calentado y evaporado por un arco catódico magnéticamente orientado (50-200 A a 20-

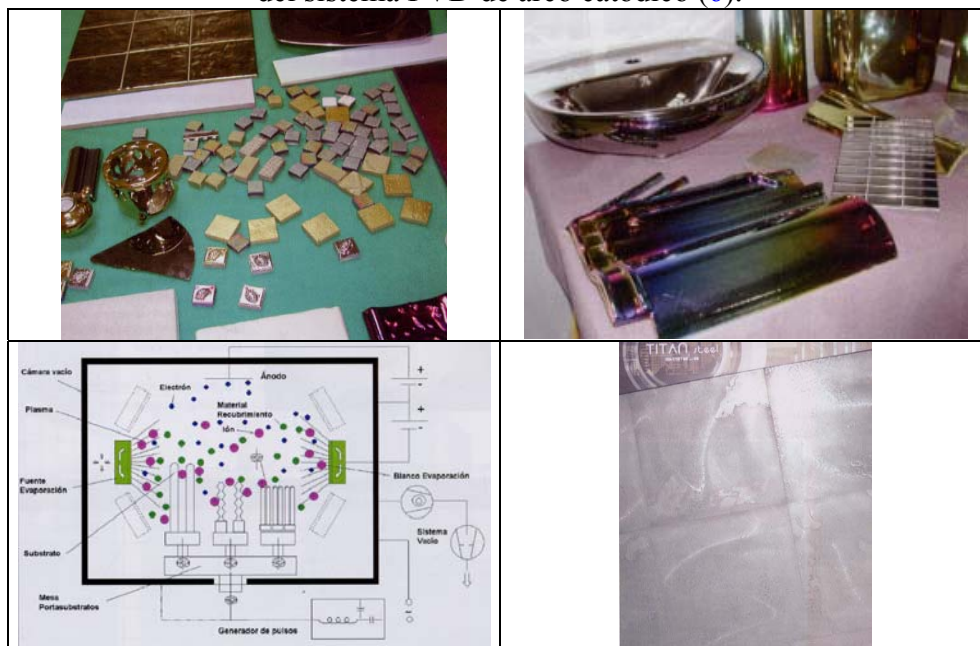


50 V de corriente continua) en la misma cámara, el vapor metálico se deposita sobre las paredes de la cámara incluyendo al sustrato (Figura 4). El “sputtering” es una variante de PVD en la que una plasma de gas (habitualmente Ar) generado en cámara a vacío, se utiliza para arrancar, por choque, átomos del material a depositar en forma de film sobre el sustrato en la misma cámara a vacío.

El PVD se viene empleando en otros campos de los materiales tales como la decoración de PET para bolsas de alimentos, donde además de los colores conseguidos, a capa metálica permite aumentar la impermeabilidad a gases del PET y la duración del alimento contenido en buenas condiciones. El problema de estas capas metálicas sobre cerámica es la baja resistencia a la abrasión que reduce mucho su utilización convencional como baldosas de recubrimiento.

El desarrollo de los esmaltes metalizados a partir de los desarrollos de la firma Vidres S.A. en 2000 ha marcado tendencias de diseño. Los llamados metalizados son en realidad esmaltes del sistema  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{/CuO-P}_2\text{O}_5$ , que introducen a los fosfatos como un elemento innovador en la fabricación de esmaltes cerámicos. En el proceso se generan “vidriados aventurina” basados en la cristalización de pequeños cristales de hematina y, en su caso, cuprita de alta reflectividad que por su color imitan las superficies metálicas. Los vidriados aventurina son conocidos desde el siglo XVII y a la dificultad de su obtención deben su nombre por ser una aventura su desarrollo. A veces, precisan de ciclos de cocción con retención de temperatura en el enfriamiento con el fin de obtener un crecimiento suficiente de los cristales laminares de hematina y cuprita.

**Figura 4.** PVD de capas metálicas de alto brillo sobre materiales cerámicos, esquema del sistema PVD de arco catódico (6).

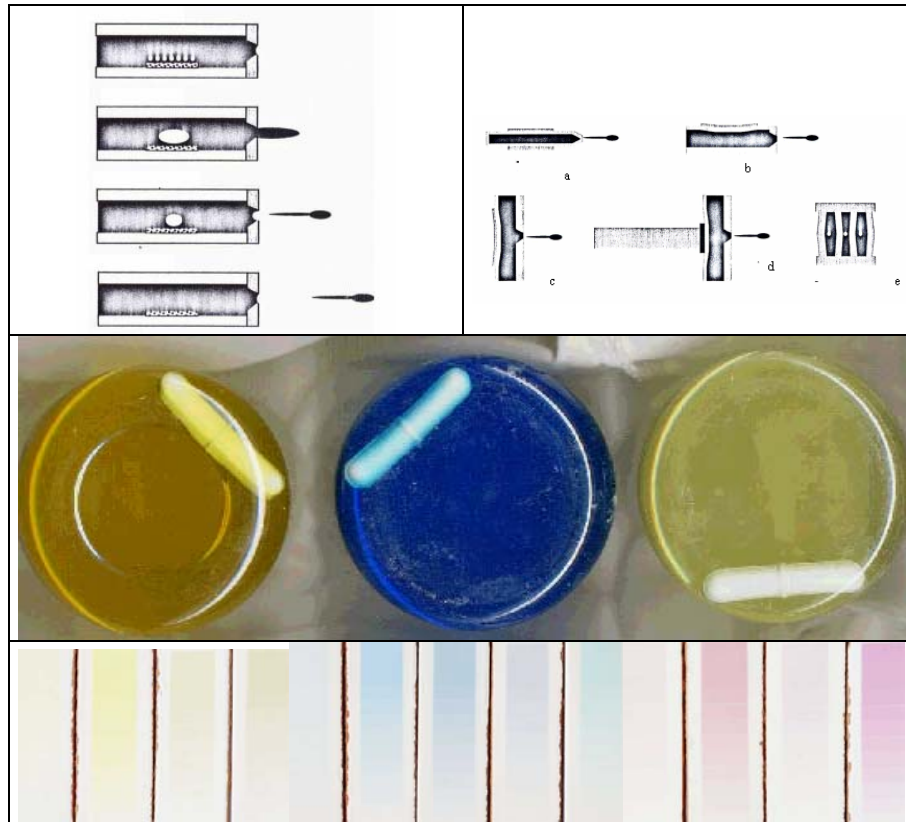


## 2.5. Personalización cerámica: decoración inkjet.

La decoración inkjet es una metodología muy reciente (6). Elmquist fue el primero en diseñar la primera aplicación práctica del CIJ (Continuous Ink Jet) en 1951

para una cinta grabadora. Winston desarrolló el primer teletipo impreso por CIJ y en 1968 aparece la primera impresora comercial, la 9600 de AB Dick.

**Figura 5.** Personalización cerámica: tecnología Inkjet: (a) Principio de la tecnología TIJ (Thermal Ink Jet), (b) Principio PIJ (Piezoelectric Ink Jet) con diferentes aplicadores: a tubo, b en vértice, c de cara, d de pistón, e de pared móvil, (c) Tintas inkjet fotografiadas en el fondo del recipiente para poner de relieve su transparencia, de izquierda a derecha precursores de amarillo de Pr-ZrSiO<sub>4</sub>, azul de V-ZrSiO<sub>4</sub> y rojo de Cr-CaSnSi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, (d) coloraciones obtenidas: izquierda serigrafiado de polvos calcinados 5 y 20% y derecha con las tintas situadas encima o sistemas similares (7).



En la antigua tecnología CIJ, una corriente continua de gotas de tinta conductoras de la electricidad se cargan eléctricamente y se lanzan sobre el sustrato, posteriormente se dispersan selectivamente por un campo eléctrico. El DOD (Drop On Demand) inkjet fue desarrollado más tarde con el fin de producir únicamente las gotas necesarias. En la técnica TIJ (Thermal Ink Jet), las gotas se forman a partir de la presión generada por las burbujas dentro de las boquillas mediante un mecanismo de calefacción local (Fig. 4.a). Recientemente, en la técnica PIJ (Piezoelectric Ink Jet), las gotas se producen por presión generada por la deformación de una pieza piezoeléctrica colocada en la boquilla cuando se aplica un campo eléctrico (Fig. 4.b).

La tecnología de decoración inkjet se viene utilizando en sustratos no cerámicos tales como textil, papel,... básicamente empleando la técnica TIJ. En el caso de la decoración de piezas cerámicas esta técnica ha despertado un enorme interés debido a diversas ventajas tales como:

(a) Ausencia de contacto entre el aplicador y la superficie a decorar evitando muchas roturas y defectos de impresión por fricciones.

(b) Obtención de imágenes con alta resolución. La técnica inkjet permite lanzar entre 2000-5000 gotas/cm de forma estrictamente controlada. Empleando los métodos de serigrafía, calcografía o flexografía, la resolución se encuentra muy limitada. Además, las imágenes con calidad fotográfica pueden ser cuidadosamente reproducidas mediante una aplicación digital monitorizada.

(c) La baja resistencia mecánica de las piezas en crudo y la poca cantidad de esmalte que se necesita. Debido a la ausencia de contacto aplicador-superficie, disminuyen los problemas de fractura de las piezas en crudo, la resistencia está limitada únicamente a un valor que permita la adecuada manipulación de las mismas, además el espesor de la pieza puede también reducirse. El número de operaciones en la decoración se reduce muchas veces a una, debido a que se pueden aplicar cuatro colores al mismo tiempo. Asimismo, la reducción del peso de tinta depositada y la relativa baja concentración de agua reduce el tiempo de secado entre las sucesivas aplicaciones, así pues, la longitud de las líneas de esmaltación se reducen de forma drástica.

(d) La topografía de la superficie del azulejo no es una limitación, pudiéndose decorar superficies con numerosos relieves.

(e) La reducción de la cantidad de tinta necesaria ( $1\text{g}/\text{m}^2$ ), elimina completamente las operaciones de reciclado de tintas y lavado de las mismas.

(f) La simplicidad del proceso de decoración, ya que se reduce a una única aplicación empleando simultáneamente los cuatro colores CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black).

Las dificultades que se presentan en la aplicación de la Inkjet en la industria cerámica se derivan de la necesidad de que las tintas presenten unas propiedades muy estrictas, básicamente son las siguientes:

(a) Una alta estabilidad, ya que la precipitación, aglomeración o cambios en la viscosidad pueden obstruir las boquillas.

(b) Se necesita un alto poder colorante debido a la reducción del peso de tinta depositada, de lo contrario, se produce la difusión y debilitamiento del color obtenido dando origen a una pobre decoración.

(c) Se requiere de un pH neutro con el fin de prevenir efectos de corrosión en las boquillas, sin embargo no se requiere conductividad debido a que en la tecnología PIJ o TIJ no es necesario, contrariamente a lo que ocurría con la técnica CIJ en la que era necesaria una capacidad de carga eléctrica de las gotas con el fin de producir su dispersión selectiva por un campo eléctrico.

La producción de las cuatro tintas cerámicas CMYK (Azul, Rosa, Amarillo y Negro) técnicamente adaptadas a las técnicas PIJ o TIJ está siendo intensamente investigada (7). La composición de cada una de las tintas se basa en tres mecanismos diferentes:

(A) Un sol formado por una mezcla de alquilalcóxidos o alcóxidos en un medio acuoso-orgánico,

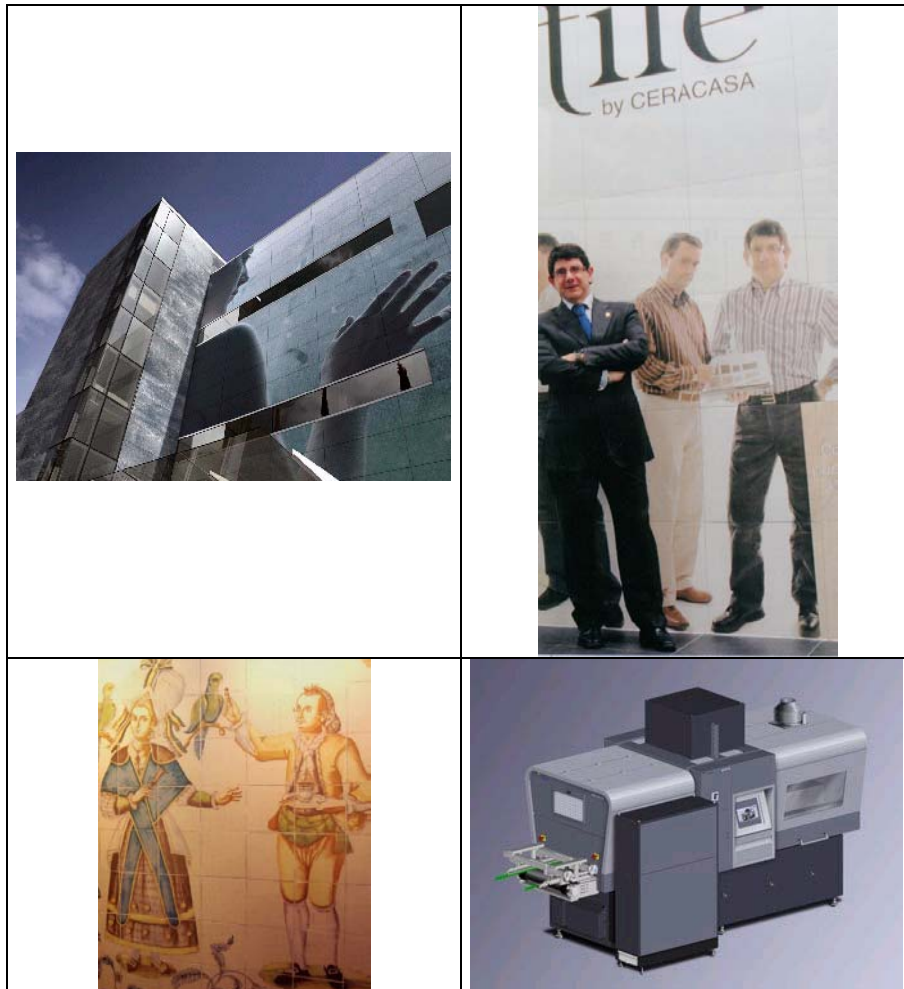
(B) Nanopartículas de metales absorbidos en un sol de partículas estables de oxohidroxocompuestos de Al, Ti, Sn, Zr, y

(C) complejos inorgánicos estabilizados de iones metálicos en un medio acuoso-orgánico que se reduce a la forma metálica en el horno.

En la Figura 5.b y c presentan el aspecto de algunas de las tintas y los resultados de coloración obtenidos. La tecnología inicial fue desarrollada en el año 2000, recibiendo el alfa de oro de la SECV, por KERAJET (8) que desarrolló la máquina de impresión y Ferro Co. que distribuyó las tintas de forma exclusiva hasta 2004 (6c). Posteriormente la tecnología se ha desarrollado y los resultados de la aplicación de la tecnología Inkjet se han puesto de manifiesto en los desarrollos de recuperación de

cerámicas antiguas de Fitta S.A. (Fig. 6.c) y con la personalización de espacios tanto interiores como exteriores desarrollados por la firma CERACASA (9a) utilizando tecnología de tintas InkCid de Torrecid S.A. (9b) asociada a la tecnología de inyección de Durst (9c) con la máquina Gamma 60 que recibieron sendos alfes de oro de la SECV en 2007 y 2005 respectivamente, por sus desarrollos de aplicación y tecnología de las tintas de forma respectiva (Fig. 6.a,b,c,d).

**Figura 6.** (a,b) resultados de la personalización cerámica de la firma CERACASA, (c) recreación del panel cerámico del Palacio del Barón de Vallvert en Valencia reproducido por ink-jet por Fritta S.A., (d) la máquina INKJET Durst Gamma 60.



La máquina Durst Gamma 60 trabaja a velocidades estándar de 5.700 pie<sup>2</sup>/h con velocidad máxima de 13.800 ofreciendo resoluciones de 206 a 824 dpi (drops per inch) con un área máxima de decoración de 42x22 pulgadas. Es una máquina de nueva generación que utiliza el sistema Synchronized Inline Printing System (SIPS), que comprende cuatro módulos de cabezales de ancho completo CMYK. Por otro lado las tintas de InkCid patentadas combinan la filosofía anterior de generación de color “in situ” por la de utilización de un sistema complejo y flexible en la composición de cuatro componentes : colorante+fijador+lantisedimentante+íquido. El colorante es una mezcla de colores de tamaño inferior a 3 μm de tipo tradicional u obtenido por procedimientos vía química de nanopartículas. El fijador del color sobre la baldosa es un fundente



basado en fritas o mineralizadores inorgánicos que funden a temperaturas en torno a 900°C. El antisedimentante es un coloide hidrófilo de alta superficie específica (140 m<sup>2</sup>/g) tipo gel de hidróxido de aluminio. Por último, la fase líquida que puede ser entre el 40 y el 95% de la composición, está integrada por un sistema compatible de disolvente apolar hidrocarburo, disolvente polar tipo polipropenilglicol, aditivos estabilizantes tipo aminopropiltrióxido de silano, aditivos dispersantes tipo poliamida y potenciadores del color (cationes cromóforos o adyuvantes en disolución). La tinta presenta propiedades reológicas específicas: viscosidad entre 15-40 cPs y tensión superficial entre 25-40 mN/m.

### **3. NUEVAS FUNCIONALIDADES.**

#### **3.1. Captación de energía solar.**

La captación de energía solar tiene dos acepciones: la captación térmica y la fotovoltaica.

##### **3.1.1. Captación de energía solar térmica.**

En este caso se utiliza la energía solar para calentar un fluido caloportador (generalmente agua), que se utiliza como agua precalentada para aplicaciones térmicas tales como agua sanitaria u otros usos que precisen agua caliente o calentamientos previos.

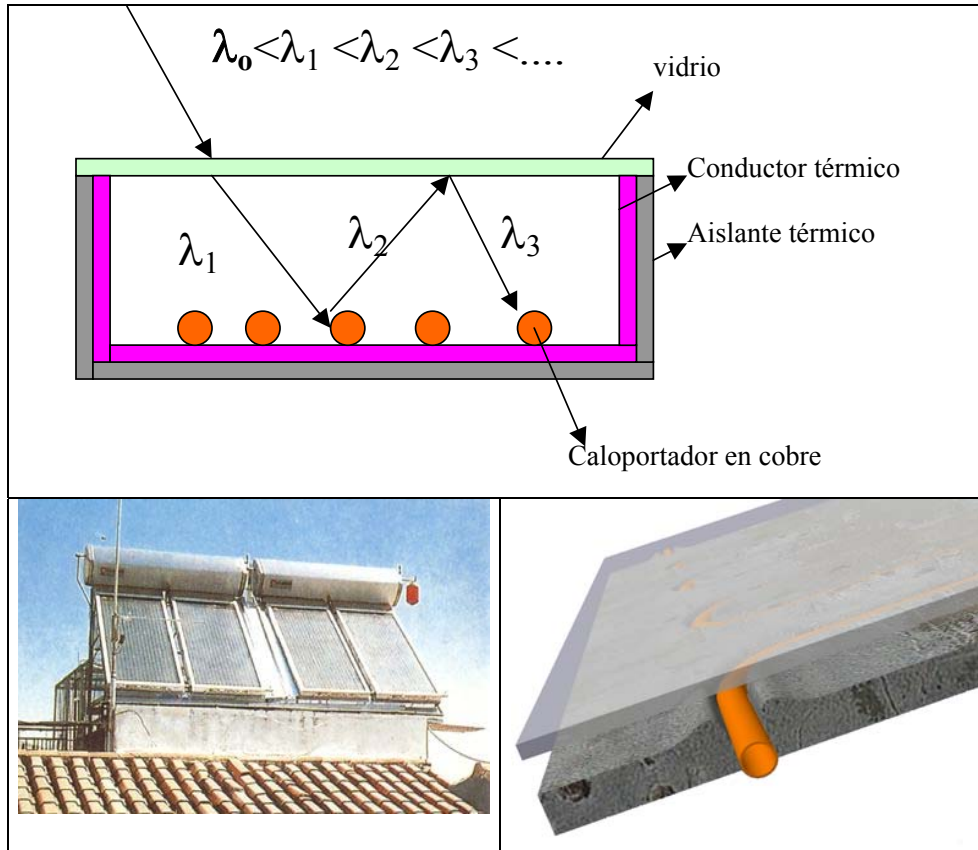
Se utiliza en este caso la denominada “Trampa Infrarroja” integrada por una caja metálica (normalmente aluminio por ser ligero y de alta conductividad térmica  $\sigma=209$  W/mK) con la tapa de vidrio, en el fondo hay una conducción (normalmente de cobre  $\sigma=380$  W/mK), la caja está forrada por un buen aislante térmico que puede ser cerámico (Fig. 7.a). La radiación solar de longitud de onda  $\lambda_0$  atraviesa el vidrio de manera que la radiación que entra en la cámara  $\lambda_1$  es mayor y sigue aumentando en las sucesivas reflexiones en el suelo y paredes de la caja, de manera que parte de la energía de la radiación  $\lambda_0$  es captada por el fluido caloportador con eficiencia entre el 15-30%. El rendimiento de los colectores mejora cuanto menor sea la temperatura exigida en el caloportador, puesto que a mayor temperatura dentro de la caja (en relación con la exterior), mayores serán las pérdidas por transmisión en el vidrio. También, a mayor temperatura de la placa negra (captadora) menor será la longitud de onda de su radiación y el vidrio tendrá más transparencia a ella.

El Código Técnico de la Edificación CTE ya mencionado anteriormente (2), hace referencia en su sección HE4 hace referencia a la “Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria (ACS)” que obliga a toda edificación de nueva construcción o rehabilitada que hay demanda de ACS o de piscina climatizada cubierta, obliga según la zona climática (por ejemplo para el litoral valenciano zona tipo IV con radiación solar media entre 4.6 y 5 kW.H/m<sup>2</sup>) y demanda de agua caliente (por ejemplo a razón de 22 l/día.persona en viviendas plurifamiliares) y tipo de calefactor empleado, a un porcentaje mínimo de contribución solar en la calefacción del agua (para el caso anterior 65% para gasóleo y 70% para electricidad en demandas totales entre 1000-2000 l/día).

Los componentes cerámicos más accesibles son el soporte aislante de la caja, sin embargo, el conductor térmico es difícil que sea cerámico, pero se puede optar por deposiciones PVD de metales anteriormente discutidos. Esta es la línea de trabajo en las diferentes concepciones que se vienen trabajando. Sin embargo, la solución de trampa

de infrarrojos tradicional no resolvería la integración estética del sistema solar térmico en la edificación (Fig. 7.b).

**Figura 7.** (a) trampa térmica, (b) solución no integrada de panel solar térmico, (c) sistema integrado de la baldosa térmica propuesta.



La baldosa térmica debería dar solución a la integración de estos sistemas de captación solar térmica, de manera que en una “fachada ventilada” las baldosas convencionales pudieran actuar como “baldosas térmicas”. Esta integración obliga a otras concepciones: el sustrato cerámico debe acoger al sistema caloportador en tubería de cobre integrado en el soporte y recubierto de una capa cerámica o esmalte cerámico conductor, sustituto del aire en la trampa infrarroja, que a su vez se recubre de un esmalte a modo de tapa de vidrio. En ambas concepciones trabajan diferentes empresas de esmaltes cerámicos, como FRITTA, S.L. (Fig.7.c), que recibió un alfa de plata en 2006 por el desarrollo de captadores cerámicos de energía solar térmica, con una completa integración estética y arquitectónica, en cubiertas ventiladas (10).

### 3.1.2. Captación de energía solar fotovoltaica.

Una celda fotovoltaica es una unión p-n de semiconductores, al incidir la luz sobre el semiconductor p se producen pares e-h y el semiconductor presenta carga positiva de los huecos en exceso que se recombinan con electrones del ánodo metálico que debe diseñarse en malla (malla de metalización) que induce una resistencia interna en la unión tanto mayor cuando la malla sea más delgada. Los electrones requeridos por el ánodo se envían del cátodo o polo negativo del metal contacto con el semiconductor n. Cuando es expuesto a luz solar directa, una celda de Silicio de 6cm de diámetro puede

producir una corriente de alrededor 0,5 amperios a 0,5 voltios (equivalente a un promedio de 90 W/m<sup>2</sup>, en un rango de usualmente 50-150 W/m<sup>2</sup>, dependiendo del brillo solar y la eficacia de la celda). El Arseniuro de Galio es más eficaz que el Silicio monocristalino éste más que el policristalino, pero también son más caros en orden inverso. Para producir las uniones los lingotes cristalinos son cortados en discos finos como una oblea, pulidos para eliminar posibles daños causados por el corte. Se introducen dopantes (impurezas añadidas para modificar las propiedades conductoras) dentro de las obleas, y se depositan conductores metálicos en cada superficie: una fina rejilla en el lado donde da la luz solar y usualmente una hoja plana en el otro (Fig. 8.a,b,c). El mallado metálico frontal obliga a incisiones láser en el semiconductor como se detalla en la Fig. 8.b.

Los paneles solares se construyen con estas celdas cortadas en forma apropiada. Para protegerlos de daños en la superficie frontal causados por radiación o por el mismo manejo de éstos se los enlaza en una cubierta de vidrio o polímero transparente PET y se cimentan sobre un substrato (el cual puede ser un panel rígido o una manta blanda, por ejemplo acetato polivinílico). Se realizan conexiones eléctricas en serie-paralelo para determinar el voltaje de salida total. La protección frontal y el substrato deben ser conductores térmicos, ya que las celdas se calientan al absorber la energía infrarroja que no es convertida en electricidad. Debido a que el calentamiento de las celdas reduce la eficacia de operación es deseable minimizarlo. Los ensamblajes resultantes son llamados paneles solares o grupos solares.

Si un cuarto de los pavimentos y edificios de las ciudades estadounidenses fueran convertidos en paneles solares incorporados, estos proveerían suficiente energía para esa nación.

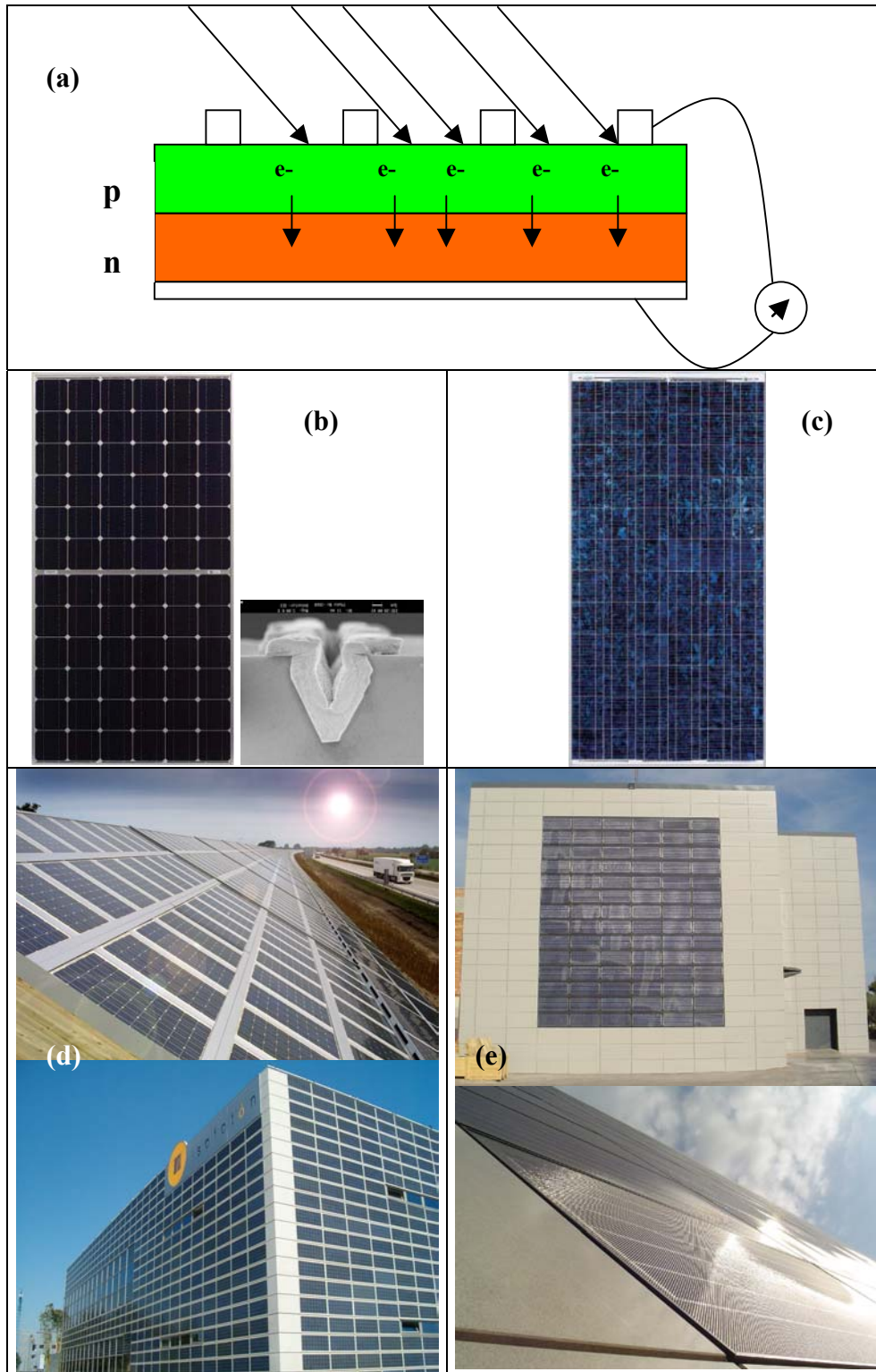
La baldosa fotovoltaica pretende cumplir el objetivo anterior de una forma estética e integrada en el edificio. Sin embargo, los materiales cerámicos clásicos son aislantes aunque es posible desarrollar semiconductores cerámicos en base de sistemas clásicos cerámicos tales como hematita, anatasa, casiterita, circonita..., todos de band-gap doble o triple a 1 de los semiconductores de silicio. En principio hay tres enfoques diferentes que están trabajando diferentes empresas:

(i) La baldosa fotovoltaica integral. Donde todos los elementos son cerámicos utilizando uniones p-n de semiconductores cerámicos inmersos en un esmalte con buena conductividad térmica y un sellado frontal con esmaltes cerámico. Esta solución ideal está muy complicada.

(ii) Azulejo fotovoltaico integrado. Las células solares tradicionales se integran con un esmalte cerámico conductor térmico a modo de encapsulante. El esmalte requiere ser dopado con materiales conductores tipo siliciuro o el mismo carbono. El conjunto se integra en una baldosa a modo de célula fotovoltaica cerámica. Es la solución que de acuerdo con los datos publicitados en CEVISAMA 2007 persiguen Alicer en colaboración con el Instituto de tecnología Eléctrica y la universidad de Cartagena.

(iii) Integración de paneles fotovoltaicos en gres porcelánico aplicable para simple soporte de los paneles o integrado en fachadas ventiladas. Esta solución, tal vez la menos ambiciosa, la han desarrollado ya empresas como Fritta, en colaboración con Isofon, que las ha implementado en huertos solares asociados a autopistas en Alemania y en la propia sede de Isofon (Fig. 8.d), TAU (11) que ha desarrollado en su propia empresa esta integración en fachadas ventiladas en colaboración con la firma Atersa (Fig. 7.e) y también Butech (12) una firma auxiliar del grupo Porcelanosa que produce del orden de 200.000 m<sup>2</sup>/año de estas baldosas integradas en fachadas ventiladas.

**Figura 8.** (a) unión pn de una célula fotovoltaica indicando el sentido convencional de la corriente, (b) panel de silicio monocristalino e incisión láser para mallado metalizado del ánodo, (c) panel de silicio policristalino, (d) aplicaciones de la baldosa cerámica integrada con paneles solares de Fritta-Isofon, (e) Integración placas en fachada ventilada de Tau-Atersa.



### 3.2. Aplicaciones en señalización óptica: cerámicas luminiscentes y señalización láser.

Los materiales se emplean en la generación de señales, actuando como sensores mediante diferentes propiedades, en este sentido, hablamos de materiales cromóactivos que responden con un cambio de color a una fuente de excitación: termocrómicos si la excitación es un cambio de temperatura, fotocromóicos si es un cambio en la intensidad de la luz o electrocromóicos cuando responden a una diferencia de potencial eléctrica. Con memoria de forma cuando responden con un cambio de forma a la excitación: las aleaciones Ni-Ti reducen un 6% su tamaño al calentarse y recuperan la forma al ser enfriadas de forma anómala desde el punto de vista de la dilatación térmica, también aleaciones Ni-Mn-Ga presentan ferromagnetismo con memoria de cambio de forma. Por último los fotoactivos o luminiscentes que responden mediante la emisión de luz a una determinada excitación y que en su aplicación en cerámica se discuten a continuación.

Por otro lado la utilización de radiación láser en la señalización de producto así como en su propia decoración es otro elemento innovador a considerar en la cerámica plana vidriada.

#### 3.2.1. Cerámicas luminiscentes.

La luminiscencia es la capacidad de emisión de luz de un material cuando es excitado por una fuente de energía incluso cuando esta excitación cesa. De esta forma se denomina catodoluminiscencia cuando la fuente de excitación es un haz de electrones o rayos catódicos, electroluminiscencia cuando la fuente es una diferencia de potencia y fotoluminiscencia cuando la fuente de excitación es una luz. En función del tiempo de decaimiento o tiempo de permanencia de la emisión luminiscente al cesar la radiación excitadora  $\Delta t$ , llamamos fluorescencia cuando  $\Delta t < 10^{-8}$ s, y para tiempos mayores hablamos de fosforescencia que es en definitiva una fluorescencia prolongada.

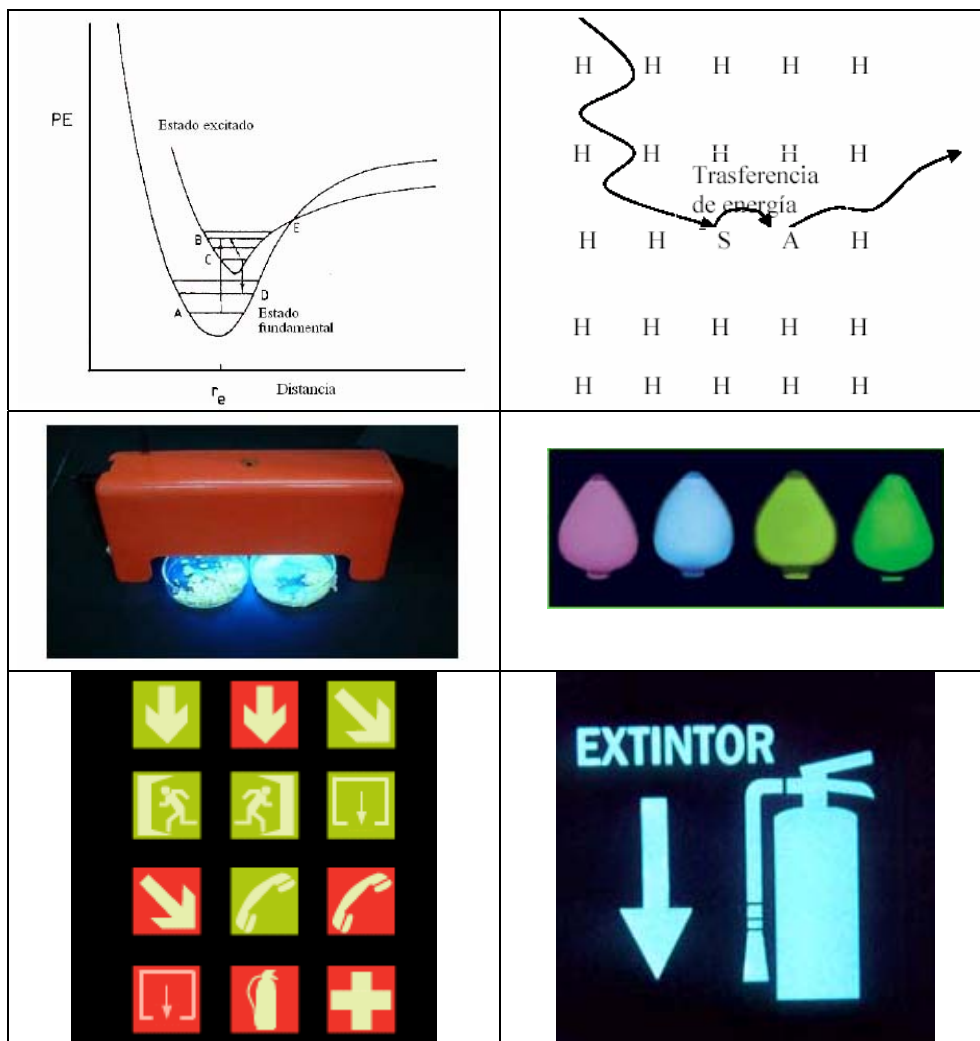
La aplicación clásica de la luminiscencia es la de los tubos fluorescentes: se trata tubo de vidrio recubierto en su superficie interior con un material fosforescente y llenado con una mezcla de vapor de mercurio y argón. A través de la lámpara pasa una corriente eléctrica, los átomos de mercurio son bombardeados por electrones y excitados a niveles energéticos superiores. Al retornar a los estados fundamentales emiten luz UV de dos longitudes de onda características, 2540 y 1850 Å. Esta luz irradia la cubierta fosforescente en el interior de la superficie de vidrio recubierto, el cual emite luz blanca. El fósforo utilizado que tapiza interiormente el tubo fluorescente es fluoroapatita  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl})_2$  dopada con  $\text{Sb}^{3+}$  (color azul) y  $\text{Mn}^{2+}$  (color amarillo) que emite en conjunto una luz blanca.

En general el fenómeno de la luminiscencia se consigue como se ha indicado en el fósforo de apatita mediante el dopado controlado de redes cristalinas (fluoroapatita, silicato de cinc o willemita  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ , borato de cadmio  $\text{Cd}_2\text{BO}_5$ , aluminato de estroncio  $\text{SrAl}_2\text{O}_4$ , óxido de itrio  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , vanadato de itrio  $\text{YVO}_4$ , titanato de cinc y litio  $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ , silicatos de magnesio y estroicio  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$   $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ ...), o covalentes (sulfuro de cinc, de cadmio o su disolución sólida entre otros). La dopa es usualmente un metal de transición o del bloque p ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ , ...) o de transición interna (Eu, Gd, Dy, Tb, Er, Yb), pudiendo considerar dos comportamientos: la de activador A o la de sensibilizador S. El activador es el que activa la luminiscencia



incorporado en la red luminiscente, creando estados de energía alternativos en la red (Fig. 9.a con los estados vibracionales del activador más altos que permiten recibir radiaciones de energía AB en el gráfico y tras pérdidas de energía vibracionales devolver la emisión luminiscente CD). El activador puede actuar sólo o en colaboración con el sensibilizador S (Fig. 9.b). En cualquier caso la emisión luminiscente es siempre de energía inferior a la excitadora.

**Figura 9.** (a) niveles de energía en material fotoluminiscente, (b) sistema huesped(H)-activador(A)-sensibilizador(S), (c) material luminiscente bajo efecto radiación ultravioleta, (d) pigmentos luminiscentes bajo radiación ultravioleta, (e y e) señalización con pigmentos luminiscentes.



Las cerámicas luminiscentes se producen por depósito de esmaltes que contienen pigmentos luminiscentes (Fig. 9.c) en porcentajes en torno al 40% y se les puede añadir una cantidad en torno al 2% de un pigmento cerámico clásico para que la señal se vea también en ambiente iluminado. Estos esmaltes se depositan por técnicas convencionales como la serigrafía o la pulverizada, la película luminiscente se protege mediante una capa de esmalte de buena resistencia a la abrasión con el fin de conseguir una durabilidad frente a la abrasión, agentes químicos y humedad. Los esmaltes son de composición típica de tercer fuego siendo cocidos a temperaturas entre 700-900°C en atmósfera oxidante (Fig. 9.d).

Los pigmentos luminiscentes fabricados por diferentes empresas españolas y chinas (13), son del sistema silicato de magnesio y estroncio activados con tierras raras (Eu, Dy) entre otros (14).

Los pigmentos fotoluminiscentes (también llamados glow-in-the-dark pigments o pigmentos brillantes en la oscuridad) recibieron el sobrenombre de luces de la vida (lives' light) en el ataque al World Trade Center en Nueva York el 11 de septiembre de 2001. Muchas personas pudieron encontrar la salida gracias a las indicaciones luminiscentes cuando el suministro eléctrico colapsó. En España la NBE-CPI/96, norma básica de la edificación condiciones de protección contra incendios en los edificios del real decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la norma básica de la edificación «nbe-cpi-96:condiciones de protección contra incendios de los edificios» aunque no se ha recogido en estos términos en el artículo 11.3 del CTE referente a la exigencia básica S13:Evacuación.

### 3.2.2. Señalización y decoración láser.

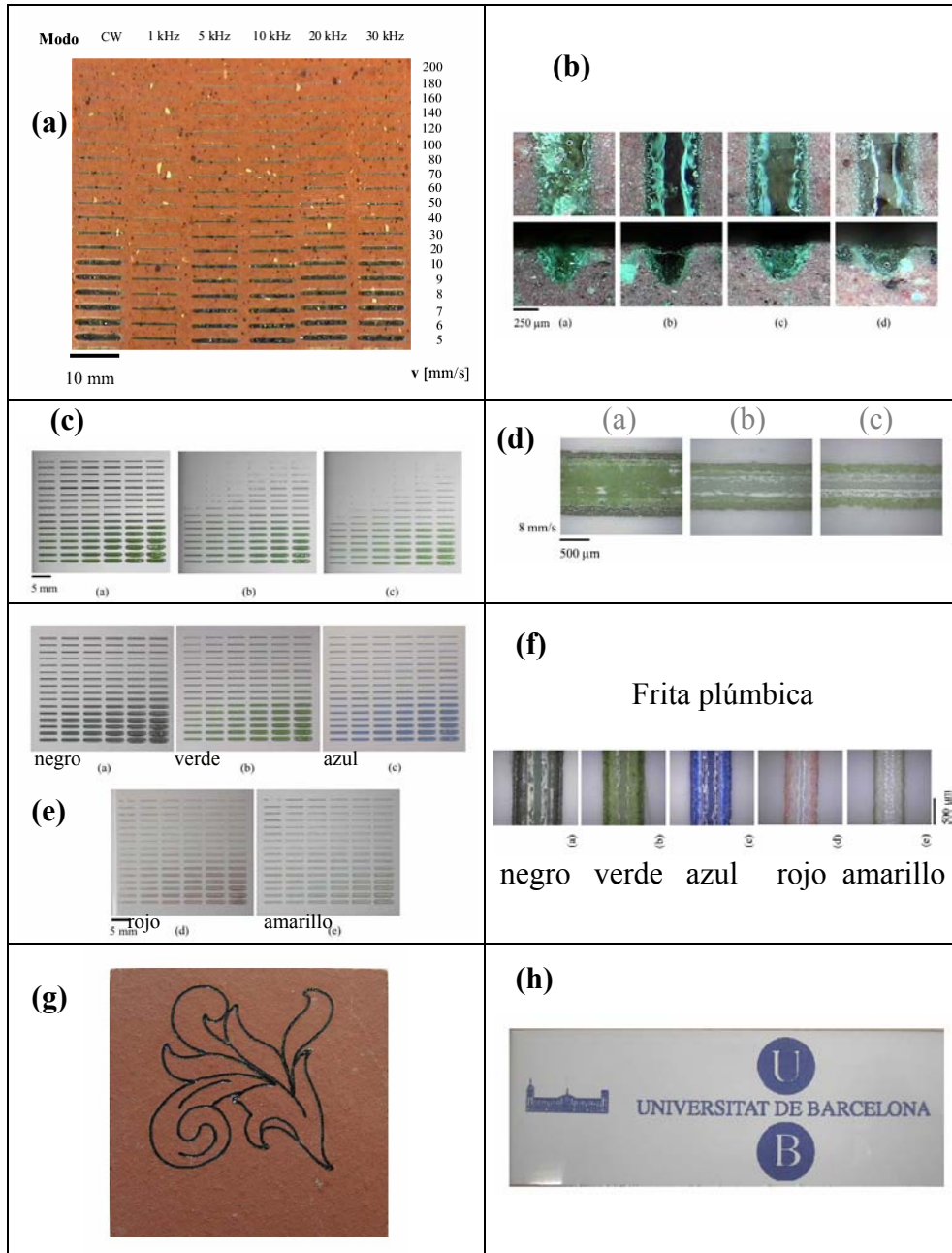
Cuando se inventó el láser en 1960 por Charles Townes, se denominó como "una solución buscando un problema a resolver". Desde entonces se han vuelto omnipresentes. Varias compañías de colorantes (Hoechst Celanese, BASF AG y M.A. Hanna Color), en cooperación con fabricantes de sistemas láser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), orientan trabajos para desarrollar una nueva tecnología de marcado de color con láser que podría permitir usar los láseres en marcados decorativos y ampliar la gama de pigmentos disponibles para tal aplicación. Muchos de estos trabajos son aún confidenciales, sin embargo se están empleando nuevos aditivos que reaccionan químicamente con la luz láser a una longitud de onda específica produciendo un color particular. Los fabricantes también están desarrollando recubrimientos que pueden ser aplicados a la superficie de ciertos materiales para facilitar su marcado láser.

Dependiendo de las condiciones de irradiación y las características superficiales, ópticas y térmicas del material, en la zona sujeta a irradiación se producirán cambios de fase y/o estado, relacionados con procesos de calentamiento, fusión y/o evaporación.

Cuando el haz láser incide sobre la superficie de una pieza de trabajo, parte de la radiación es reflejada y otra parte penetra en el material. En materiales opacos, la radiación que penetra es absorbida en un espesor muy pequeño comparado con las dimensiones totales de la pieza de trabajo, usualmente unos pocos micrómetros para los materiales no metálicos

La fracción de la energía láser que es absorbida produce la excitación de los electrones del material. Si la energía de los fotones incidentes es mayor que varios eV, los electrones excitados podrían ser liberados del material por efecto fotoeléctrico. Sin embargo, en la mayoría de procesos láser en el infrarrojo se emiten fotones con una energía relativamente baja, que en el caso de los láseres de Nd:YAG es de alrededor de 1.2 eV. En estas condiciones, los electrones transfieren la energía en un periodo corto de tiempo, conocido como periodo de relajación, durante el cual interactúan entre ellos y/o con los defectos de la red cristalina, para finalmente regresar a su estado de equilibrio liberando esta energía en forma de calor.

**Figura 10.** (a) Vista de las marcas sobre gres rojo en función del modo y velocidad del haz, (b) Vista superior y transversal de líneas marcadas a 48 W y 30 mm/s en baldosa (a;roja a temperatura ambiente, y b;roja, c;rosa d;crema precalentadas a 350 °C). (c y d) efecto de la frita con un 5% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pulverizada, tratada y lavada (a;plúmbica, b;borácia,c;alcalina), (e y f) efecto de diferentes colores en frita plúmbica, (g y h) decoraciones con láser sobre gres rojo y sobre esmalte (16).



Si la intensidad de la radiación absorbida es suficientemente alta, la temperatura de la superficie alcanza a exceder la temperatura de fusión  $T_m$ . En el charco de material fundido que se forma, el mecanismo dominante del transporte de calor es la convección. Los gradientes de temperatura a lo largo de la interfase sólido-líquido producen variaciones locales en la tensión superficial del líquido, las cuales junto con los esfuerzos de corte que actúan sobre la interfase, dan lugar a la aparición de corrientes



convectivas en el charco. Estas corrientes convectivas son las responsables del mezclado en el charco fundido y por lo tanto controlan la composición en procesos de aleación o revestimiento con láser.

En el charco fundido, la absorción de la radiación láser suele ser mucho más significativa que en el material sólido. Este aumento es debido a dos importantes mecanismos, que son conocidos como ionización en avalancha e ionización y absorción multifotónica. La ionización en avalancha se origina cuando los electrones libres en el líquido oscilan y ganan energía en el campo eléctrico de la radiación láser.

Conforme la intensidad de la energía incidente es mayor, el vapor cada vez más ionizado se convierte en un plasma, el cual se expande en todas direcciones. La expansión de este plasma en la dirección de incidencia del haz, ejerce una presión de retroceso sobre la superficie del líquido, desplazándolo sobre la interfase sólido-líquido. Este comportamiento que es conocido con el nombre de efecto pistón, también puede originar la expulsión de gotas de líquido en dirección radial.

El láser de Nd:YAG, que constituye el elemento principal de la instalación de marcado, es un láser de estado sólido que emite radiación en el infrarrojo cercano ( $\lambda=1064$  nm), que puede operar en los modos continuo (CW) y pulsado con una potencia máxima de salida de 70 W. El componente principal del láser de Nd:YAG es la unidad de excitación óptica conformada por un cristal cilíndrico de  $Y_3Al_5O_{12}$  dopado con iones  $Nd^{+3}$  como medio activo, y por una lámpara de Kr de arco continuo (3.5 kW) que actúa como fuente de bombeo óptico, al suministrarle intensidades eléctricas entre 10 y 22 A. La cavidad resonante en la que se encuentra está delimitada por dos espejos cóncavos semireflectantes, que se comportan como un resonador amplificando el efecto láser. El espejo anterior tiene una reflectancia del 80% mientras que la del espejo posterior es del 99%. Entre la unidad de excitación y el espejo posterior se encuentra un obturador tipo Q-switch acusto-óptico que posibilita operar en modo CW o en modo pulsado con frecuencias de repetición de disparo en el rango de 1 a 30 kHz.

Operando con este láser J. W. Restrepo (15) ha estudiado los efectos de marcado y decoración de baldosas en cuatro niveles que se discuten a continuación:

(i) Marcado de baldosas cerámicas. Se marcaron tres tipos de baldosa en función de su contenido en hierro, que se detecta como hematina en la difracción de rayos x junto con mullita, en mayor intensidad en función de la temperatura de cocción de la baldosa (crema>rosa>roja), así como cuarzo y cristobalita (más cristobalita en baldosas de mayor temperatura de cocción): roja ( $Fe_2O_3$  5%), rosa ( $Fe_2O_3$  4%) y crema ( $Fe_2O_3$  3%). El marcado a 48W de potencia del haz (Fig.10.a y b) indica la formación de un vidrio de color verde oliva que se asocia a la estabilización de fases reducidas magnetita  $Fe_3O_4$  y wustita  $FeO$  ambas negras y en definitiva a la solubilización en el vidriado generado de iones  $Fe^{2+}$  gracias al fuerte quenching (desde 1300°C del charco fundido a temperatura ambiente al cesar impulso). La intensidad de la marca es mayor en modo pulsante y bajas velocidades del haz como cabía esperar, asimismo la cantidad de hematina en la pasta determina también de forma importante la intensidad de la marca de acuerdo con el mecanismo de marcado propuesto basado en la reducción de la hematina.

(ii) Marcado de baldosa vidriada. Para este propósito se pulverizaron esmaltes conteniendo un 5% de  $Cr_2O_3$  utilizado como pigmento verde en tres fritas distintas: una borácica (16% $B_2O_3$  14% $CaO$  4% $K_2O_4$  como mayoritarios con  $SiO_2$ ), alcalina (10% $ZnO$  11,5% $Na_2O$  6,6% $PbO$  y  $SiO_2$ ) y plúmbica (monosilicato de plomo 77,3% $PbO$  20,3% $SiO_2$ ). Los mejores resultados de marcado se producen en la frita plúmbica y los peores con la alcalina (Fig. 10.c y d). La razón es la mayor vitrificación de la fritas que maduran a menor temperatura.

(iii) Marcado con diferentes pigmentos. Se utilizaron cinco pigmentos de naturaleza química distinta: el amarillo de praseodimio  $\text{Pr-ZrSiO}_4$ , la espinela aluminato de cobalto  $\text{CoAl}_2\text{O}_4$  modificada con adiciones de sílice y  $\text{ZnO}$ , negro de espinela de ferrocromita de cobalto, níquel y manganeso  $(\text{Co,Ni,Mn})(\text{Fe,Cr})_2\text{O}_4$ , rojo de sulfoseleniuro de cadmio encapsulado en circón  $\text{Cd}(\text{SSe})\text{-ZrSiO}_4$  y el verde de cromita  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Los resultados indican pérdidas relativas de coloración dependiendo del tipo de pigmento, en la zona central de vitrificación prácticamente los cinco colores son descompuestos, las espinelas y cromita son los más estables y se mueven a los bordes del charco de vitrificación (Fig. 10.e y f).

(iv) Decorado con láser. Mediante plantillas y utilizando técnicas similares con los pigmentos anteriormente descritas se pueden decorar tanto pastas como los vidriados, como se observa en las Figuras 10.g y h.

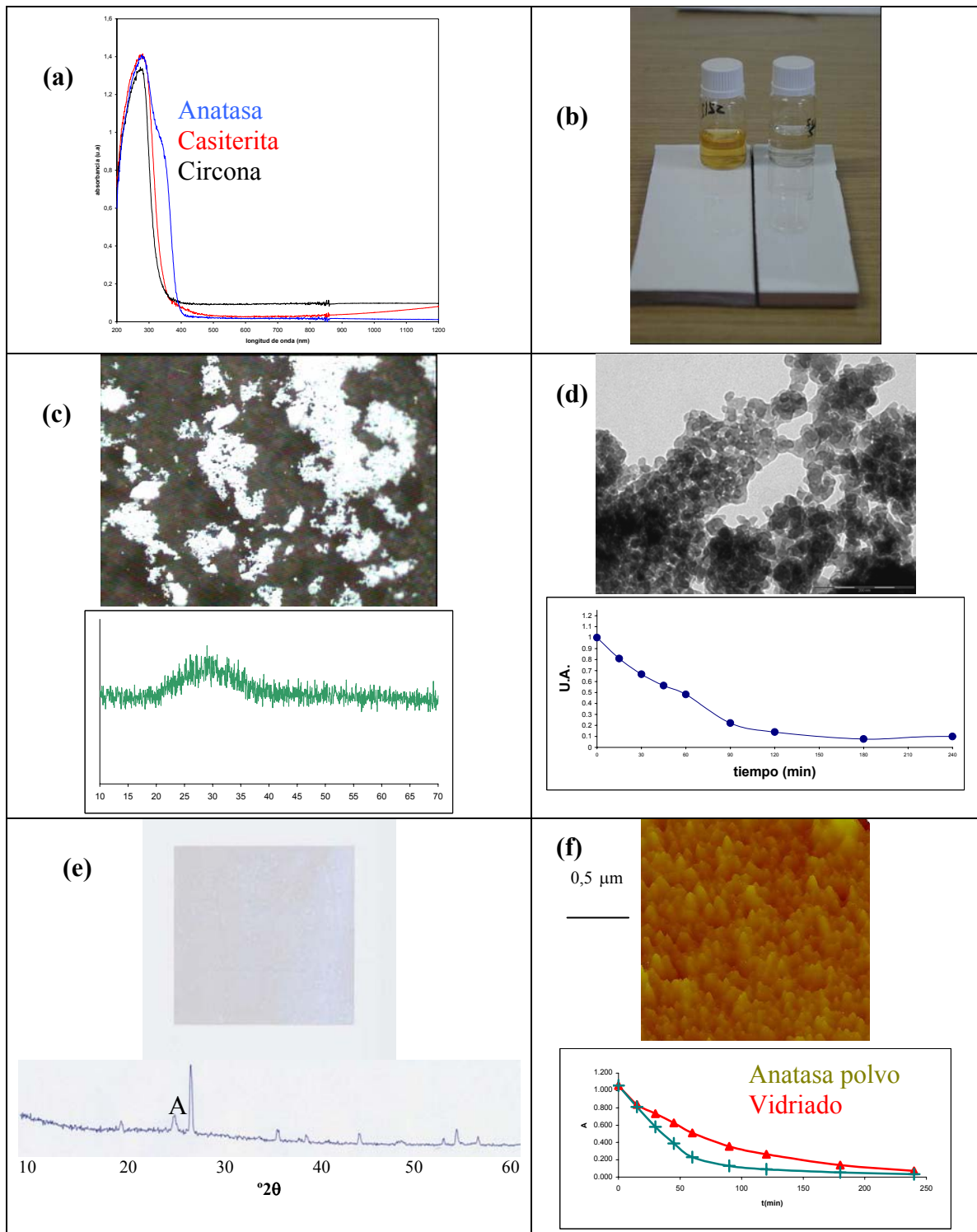
### 3.3. Higiene ambiental: fotocatalisis.

En Cersaie 2003 el grupo “Ceramiche Gambarelli” de Solignano presento la baldosa “Oxigena” como la primera baldosa antismog capaz de eliminar los  $\text{NO}_x$  oxidándolos a nitratos. Tal vez era la primera aplicación de la fotocatalisis en baldosa cerámica. Posteriormente, estos sistemas se han desarrollado en materiales autolimpiantes o antiadherentes, hidrofóbicos, de alto brillo, bactericidas, fungicida... girando siempre alrededor del desarrollo de superficies semiconductoras de índice de refracción relativamente alto y baja adherencia basados en deposiciones de capas finas de óxidos semiconductores como la anatasa, la casiterita o la circonita, semiconductores cerámicos contrastados (Fig. 11.a). Las especies semiconductoras usadas en microelectrónica como el Si o Ge tienen energías de activación o band gap (energía necesaria para generar un par electrón libre-vacante electrónica) de 1,1 y 0,7 eV respectivamente, los semiconductores cerámicos suelen tener activaciones superiores tales como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2,2 eV,  $\text{TiO}_2$  3,0 eV,  $\text{ZnO}$  3,2 eV o  $\text{SnO}_2$  3,8 eV. El espectro se caracteriza por presentar sólo una ancha banda de absorción en la zona de violeta-azul, asociada a la transferencia de carga desde la banda de valencia a la de conducción, la frecuencia umbral  $f$  a partir de la que es efectiva la absorción determina la energía de band-gap  $E_g$ , siendo  $E_g = h\nu$  donde  $h$  es la constante de Planck ( $6,624 \cdot 10^{-34}$  J.s). El band-gap de la anatasa es inferior ( $\lambda$  más a la derecha) que la circonita tetragonal, de band-gap ligeramente inferior a la casiterita.

La actividad fotocatalítica de vidriados cerámicos y baldosas vidriadas se vienen estudiando con substratos de difícil degradación por procedimientos oxidantes aeróbicos: el ácido ferúlico (trans-4-hidroxi-3-metoxicinámico) contaminante de las aguas residuales en la industria alimentaria, de la familia de los ácidos cinámicos, un grupo de antioxidantes fenólicos, y el colorante Naranja II, un sulfonato de la familia de los colorantes azóicos  $\text{C}_{16}\text{H}_{11}\text{N}_2\text{SO}_4\text{Na}$ . Los colorantes azóicos son los más utilizados en la industria textil y suponen un grave problema para la reutilización de una gran cantidad de aguas de alta calidad que utiliza esta industria. Para la reutilización es necesario proceder a la decoloración total de las aguas residuales por destrucción de los grupos cromóforos lo que es muy difícil por procedimientos aeróbicos clásicos pero con resultados prometedores mediante fotocatalisis (Fig. 11.b).

La fuente de radiación empleada para los procesos de fotocatalisis ha sido una lámpara de vapor de mercurio de media presión Osram de 125W que emite a 254, 313 y 365 nm sin filtrado, al ser el vidrio de la lámpara de cuarzo.

**Figura 11.** (a) Espectro UV.VIS de anatasa, circona y casiterita, (b) degradación fotocatalítica con baldosa con film semiconductor (derecha) de naranja II, (c) polvos de vidriados con 3% de Ti en su composición junto a difractograma de rayos x, (d) imagen TEM del vidriado anterior y cinética de la degradación fotoquímica con suspensión irradiada de 500mg/L, (e) deposición de anatasa y difracción rasante de rayos x, (f) imagen de AFM de la película anterior y cinética de la degradación fotoquímica de naranja II con las baldosas tapizando el reactor comparada con la de anatasa comercial en polvo.



El seguimiento de la cinética de degradación se realizó por medida de la absorbancia de las bandas características de los compuestos a 270 nm para el ácido ferúlico y 485 nm para el Naranja II en un espectrómetro Perkin-Elmer Lambda 2000 (16).

Por ejemplo, utilizando vidriados de alta superficie específica ( $76 \text{ m}^2/\text{g}$ ), como los fotografiados en Fig. 11.c que presentan carácter amorfo y nanoestructurados (Fig. 12.c y d) se pueden obtener periodos de semivida comparables a los polvos fotoquímicos de anatasa comerciales (Fig. 11.d). Asimismo, los depósitos de films de anatasa mediante procesos de pulverización o serigrafía como los de la Figura 12.e con generación de capas delgadas nanoestructuradas (Fig. 11.f) también producen buenos resultados fotoquímicos comparables con los del polvo de anatasa comercial.

#### 4. CONCLUSIONES.

La industria de pavimentos y revestimientos cerámicos tiene importantes fortalezas de innovación frente a otros sistemas de revestimiento de paredes y suelos con los que puede competir si junto a la innovación de prestaciones y funcionalidades se añade un proceso de revalorización de la cerámica vidriada: como cerámica biomimética evitando tendencias de simple imitación de la naturaleza o de otros sistemas de recubrimiento, frente a los que siempre resultará un sucedáneo barato, y reivindicando su personalidad así como sus referencias de calidad históricas en la construcción, tanto en la arquitectura romana y griega como en la del siglo XIX. Las oportunidades en el ámbito de la innovación que anteriormente se han discutido harán todo lo demás.

#### Referencias.

1. (a) GUÍA ELECTRÓNICA DE LA TECNOLOGÍA DE COLOCACIÓN DE BALDOSAS CERÁMICAS. Instituto de Promoción Cerámica ( Diputación de Castellón), Consellería de Ocupación, Industria y Comercio de la Generalitat Valenciana. (b) GUÍA DE LA BALDOSA CERÁMICA. Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, Consellería de obras públicas, urbanismo y transportes de la Generalitat Valenciana.
2. REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
3. GripSystem, de Vernís, resuelve las exigencias legales sobre resbalamiento, Técnica Cerámica, nota del editor, 350(2007)114116.
4. <http://www.tauceramic.net/es>, <http://www.lartec.es>.
5. (a) Milenium Coatings [www.millenium-coatings.com](http://www.millenium-coatings.com), (b) Aplicaciones de partículas metálicas sobre cerámica, Invest Pasma, Cerámica Información , nota del editor, Octubre 2005.
6. (a) D.A. PARKINSON, Printing Ink Compositions for Jet Printing on Glazed Ceramics, Us Patent 4,045,397, 1977. (b) S.C. WITHINGTON ET AL., Decorative Method and Material, US Patent 5,714,236, 1998, (c) J. GARCÍA ET AL., Individual Inks and Ink Sert for Use in the Colour Ink Jet Printing of Glazed Ceramic Tiles and Surfaces., PCT/US00/33335, 2001, (d) K.A.M. SEERDEN, N. REIS, J. R.G. EVANS, P.S. GRANT, J. W. HALLORAN, B. DERBY, Ink Jet Printing of Wax-Based Alumina Suspensions, J. Am. Ceram. Soc., 84(11)(2001)2514.
7. G. MONROS, J. BADENES, A. GARCÍA, M.A. TENA, El Color de la Cerámica, Universitat Jaume I, ISBN 84-8021-449-X.

8. J.V. TOMÁS, Dispositivo para decoración de baldosas cerámicas, Patente 2 152 167, España, 2001.
9. (a) <http://www.emotile.es/> by CERACASA, <http://www.ceracasa.com/>, (b) [www.torreid.com](http://www.torreid.com), F. SANMIGUEL, C. CONCEPCIÓN, O. RUIZ, Tinta aplicable a la decoración industrial, Patente 2 257 957, España, 2006, (c) [www.durst-online.com](http://www.durst-online.com).
10. [www.fritta.com](http://www.fritta.com)
11. [www.tauceramic.net](http://www.tauceramic.net)
12. [www.butech.es](http://www.butech.es)
13. [www.cerlight.com](http://www.cerlight.com), [www.kerafrit.com](http://www.kerafrit.com), [www.glow-phosphor.com](http://www.glow-phosphor.com).
14. (a) A.A. SABBAGH, F. MOZTARZADEH, A.A. SARABI, Effects of dopant concentrations on phosphorescence properties of Eu/Dy doped  $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ , J. of Luminiscence, 114,2(2005)131-136, (b) A.A. SABBAGH, F. MOZTARZADEH, A.A. SARABI, Preparation and properties of long afterglow in alkaline earth silicate phosphors co-doped by  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  and  $\text{Dy}_2\text{O}_3$ , J. of Luminiscence, 115,3-4(2005)147-150, (c) C. BOUVY, F. PIRET, W. MARINE, B.L. SU, Preparation, photoluminiscent properties and quantum size effect of ZnS nanoparticules mesoporous silic CMI-1, Chem. Phys. Lett., 433(2007)350-35.
15. J. RESTREPO, Marcado y Esmaltado de materiales cerámicos con láser, Tesis de licenciatura, Universidad de Barcelona, Dpto. de Física Aplicada y Óptica, Septiembre 2005.
16. (a) G. MONRÓS, La Cerámica Plana Vidriada; Innovación y Sostenibilidad, Cap. 4, Ayuntamiento de Castellón, 2007, (b) Y. Ohko, Y. Utsumi, C. Niwa, T. Tatsuma, K. Kowayabakawa, Y. Satoh, Y. Kubota, A. Fujishima, Self-sterilizing and self-cleaning of silicone catheters coated with  $\text{TiO}_2$  photocatalyst thin films: A preclinical work., J. of Biomedical Material Research, 58(2001)97-101. (c) E. Vuillet, C. Emrnelin, J.M. Chovelon, C. Guillard, J.M. Hernann, Photocatalitic Degradations over  $\text{TiO}_2$ , Applied Catalyst B. Environmental, 38(2002)127-131.



# **Propiedades y Aplicaciones de los Pavimentos y Revestimientos de Gres Porcelánico: Convencional y Modificado**

M. S. HERNÁNDEZ-CRESPO, M. ROMERO y J. Ma. RINCÓN

## **1. Introducción**

El gres rústico tradicional se ha usado desde la antigüedad. No se puede precisar una fecha de cuando se comenzó a utilizar como material de construcción. La modernización de la industria cerámica en Europa, en los últimos años, se corresponde con la introducción, primero, de la doble cocción tradicional y después, del proceso de monococción rápida en hornos de rodillo de productos de muy baja porosidad, con mejores prestaciones, como es el gres porcelánico. Actualmente existe en el mercado toda clase de decoraciones y colores de este material para diferentes usos, siendo Italia el primer país productor del mundo, aunque el incremento de su producción en España en los últimos años ha sido muy importante. Sus características técnicas y estéticas cumplen los requisitos y exigencias de los clientes y del mercado, por lo que estos materiales están acaparando gran interés por parte de la industria y la investigación, tanto en el caso del gres porcelánico convencional, como en relación con otro tipo de gres porcelánico, como es el gres porcelánico modificado. A continuación se presenta un estudio bibliográfico sobre las características, composición, propiedades y aplicaciones de estos materiales como pavimentos y revestimientos cerámicos.

## **2. Características y composición del gres tradicional**

La experiencia demuestra que durante la cocción de una pasta cerámica vitrificable la porosidad decrece “hasta llegar a ser cero”, a una temperatura a la cual la vitrificación no es totalmente completa. *El producto cocido hasta este grado es el gres*. Si la cocción prosigue, es decir, se continúa en tiempo y temperatura, la vitrificación prosigue también y la porosidad aumenta de nuevo con el desarrollo de la estructura alveolar típica de la verdadera porcelana (Estrada, 1966).

Las excelentes propiedades químicas y mecánicas del gres tradicional son debidas a su porosidad prácticamente cero y la sobrecocción tiene para él un efecto debilitante. El gres es un producto cerámico vitrificado, que se caracteriza por su opacidad e impermeabilidad, en contraste con la loza, opaca, pero permeable y con la porcelana, impermeable, pero translúcida.

Puede tener cualquier color, desde el blanco hasta el negro y rompe con fractura conoidal o de piedra. Ocupa el gres una posición central entre todos los productos cerámicos.

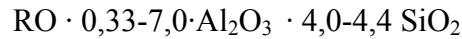
Según su composición y proceso de fabricación los tipos de gres pueden ser:

- a) Gres ordinario o gres normal: pasta densa pero económica, color ante o azulado, resistente al ataque por todos los agentes químicos, excepto al ácido fluorhídrico y sus derivados y álcalis calientes. Se prepara con arcillas plásticas de grano fino, gran resistencia mecánica en verde. Con él se pueden modelar grandes piezas.
- b) Gres fino: materias primas más cuidadosamente seleccionadas, preparadas y mezcladas; se emplea para vajillas y piezas artísticas.
- c) Gres blanco: producto de calidad que requiere materias primas más puras y un proceso más refinado, eliminando cualquier posibilidad de contaminación.

- d) Gres resistente al choque térmico: con adiciones y tratamientos térmicos especiales, para una mayor resistencia al choque térmico.
- e) Gres eléctrico: con adiciones especiales para mejorar las propiedades eléctricas mediocres del gres normal.

Las composiciones posibles para un gres son muy variadas, pero las del gres normal se distinguen por el hecho de emplear elevados porcentajes, a veces hasta un 70% de arcillas secundarias naturales, en general arcillas illíticas y caoliníticas con bastante plasticidad y alta resistencia en verde. Estas arcillas vitrifican bien, sin excesiva temperatura, debido a su natural contenido en fundentes, tales como óxidos de potasio, sodio e hierro en cantidad suficiente, mientras que la cal y la magnesia se encuentran generalmente en las proximidades del 2%. Es decir, las arcillas de gres son refractarias o semirrefractarias, pero contienen suficiente fundente para cocer, dando una pasta densa a temperaturas suficientemente bajas (~1100°C). Son, por tanto, relativamente plásticas y no presentan demasiada contracción al aire y al fuego.

La composición química de las pastas de gres está comprendida entre los límites dados por la siguiente fórmula molecular:



donde RO varía entre  $0,7 (CaO + FeO) + 0,3 K_2O$  y  $0,3 (CaO + FeO) + 0,7 K_2O$ .

Si se introducen en la composición del gres otros óxidos, por sustitución de uno o más grupos de valencia, se pueden desarrollar propiedades especiales para este material.

De acuerdo con las exigencias de reducción del consumo energético por unidad de producto fabricado y el costo de la mano de obra, la tendencia de la industria cerámica es simplificar la fabricación de productos cerámicos. Como es conocido, ésta se ha realizado clásicamente, para productos de pavimentos y revestimientos cerámicos, en un proceso de bicocción, cocción del soporte o bizcocho y posterior cocción del soporte con el vidriado. Tales exigencias han llevado a la fabricación de productos cerámicos por monococción, cocción simultánea de soporte y vidriado y, preferentemente, monococción de productos de baja porosidad, evitando así las reacciones de descomposición de carbonatos, que se dan en los productos porosos y su incidencia en la superficie esmaltada. En los últimos años un gran esfuerzo de investigación ha estado encaminado a la creación de un material con reducción del consumo energético y del coste de fabricación y que tuviese aún mejores prestaciones que el gres rústico o tradicional, el gres porcelánico.

Diversos autores han investigado sobre las materias primas, procesado, características, propiedades físico-mecánicas y aplicaciones arquitectónicas del gres porcelánico convencional (A. Brusa, 1987; T. Manfredini et al., 1996; L. Barbieri, 1998; G. Biffi, 1992; C. Viola, 1994) entre otros. Pero hay pocas referencias conocidas en las que se obtienen otros tipos de este material como es el gres porcelánico modificado por la utilización de materias primas secundarias o residuos: (Andreola et al, 1998; Hernández-Crespo y Rincón, 2000, 2001).

### **3. Características y composición del gres porcelánico convencional**

Éste se inicia como material de construcción hacia los años 80. Obtenido por cocción rápida de una mezcla cerámica en crudo prensada, que contiene una relación adecuada de arcillas, fundamentalmente de tipo caolinítico, feldespatos y cuarzo. Es un material muy compacto, duro, homogéneo, no vidriado, de baja o casi nula porosidad. Material de construcción ideal para pavimentos con tráfico pesado y alto tránsito. De uso tanto en interiores como exteriores, con gran variedad de diseños y colores. El gres porcelánico se puede utilizar en acabados superficiales, brillantes o mates, con diferentes colores y combinaciones de luz. Caracterizado por reproducir la naturaleza y aproximarse



más que ningún otro producto cerámico, al concepto de roca o piedra natural, llegando en algunos casos a adoptar combinaciones originales y, hasta el momento, desconocidas.

Su porosidad extremadamente baja, le confiere excelentes propiedades mecánicas y químicas, resistencia a la helada, lo que le hace útil para su uso como pavimento o revestimiento en exteriores en zonas frías.

Presenta gran resistencia a los agentes químicos y productos de limpieza, y además, muy buena resistencia a la abrasión, con un elevado módulo de rotura, lo que facilita su uso en ambientes de intenso tráfico peatonal o en entornos industriales. A ello hay que añadir la facilidad de su limpieza, lo que le convierte en un material idóneo para la pavimentación de espacios donde la higiene es primordial.

En relación con la producción de estos materiales en la década de los 80, investigaciones de la época indicaban que existía ya una fuerte demanda en el sector de baldosas para pavimentos de gres, con base de pasta blanca, no esmaltado (gres porcelánico) superior a la que se producía en el momento (Brusa, 1987). En Italia el número de productores se incrementó de 1987 a 1992 en un 40% (Biffi, 1992). El material con efecto granito resultaba particularmente solicitado en revestimientos internos en sustitución de placas naturales. Las materias primas componentes de las masas del granito, son las mismas del gres porcelánico, teniendo en cuenta que para colorear las pastas se usan óxidos metálicos estabilizados, en proporciones de 0,5 a 4% como máximo.

En cuanto a su composición, examinando los análisis químicos de dichas pastas, según Brusa (1987), existen dos tipos:

- a) Pastas en las que se usa como fundente óxidos alcalinos, en las que prevalece el  $\text{Na}_2\text{O}$  frente al  $\text{K}_2\text{O}$ .
- b) Pastas en las que la fusibilidad está determinada fundamentalmente por los óxidos alcalino-terrosos.

En este sentido, Dondi et al. (1999) apuntan que la composición química de las pastas de gres porcelánico se puede diferenciar claramente de las de baldosas de gres esmaltadas rojas o de color claro y distinguen entre:

- a) Pastas con un alto contenido en sílice, con un alto nivel de óxidos alcalinos y bajo nivel de  $\text{MgO}$ .
- b) Pastas con contenido medio de sílice, con valores intermedios de óxidos alcalinos y  $\text{MgO}$ .
- c) Pastas con bajo contenido de sílice, con un alto nivel de  $\text{MgO}$  y alúmina y un nivel relativamente bajo de óxidos alcalinos.

De ellas, las pastas más comunes, una vez cocidas, son aquellas con un nivel intermedio de sílice y que están compuestas por un 55-65% en peso de fase amorfa, 20-25% de cuarzo y 12-16% de mullita, además de pequeñas cantidades de corindón o circón.

En la actualidad, las materias primas básicas utilizadas en España para la fabricación de gres porcelánico, tanto esmaltado como no esmaltado o técnico, según Ginés Llorens (2000) presentan los siguientes intervalos de variación:

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| <b>Arcillas</b>             | 25-55% |
| <b>Feldespatos</b>          | 35-50% |
| <b>Arenas feldespáticas</b> | 0-20%  |
| <b>Caolines</b>             | 0-20%  |

Además de estas materias primas básicas, se suelen añadir otros compuestos en pequeñas cantidades con el objeto de modificar las características físicas o estéticas de la composición cerámica. Dentro de este grupo se encuentran las materias primas que aumentan la fusibilidad de la pasta (fundentes enérgicos 0-4%); así como los pigmentos y el silicato de circonio que colorean la pasta (colorantes 0-8%).

**Las arcillas** son las materias primas base de cualquier composición cerámica. Su función es la de favorecer la operación de conformado y la de proporcionar a la pieza obtenida una resistencia mecánica en crudo suficiente para resistir las tensiones que debe soportar antes de la cocción y unas propiedades en cocido adecuadas al producto que desea fabricar.

Las arcillas son rocas de naturaleza y origen muy variable que están constituidas por diferentes tipos de minerales entre los que destacan los minerales de la arcilla. Estos minerales son muy numerosos, destacando la caolinita, la illita, la montmorillonita y la clorita.

**Los feldespatos** desempeñan en las pastas cerámicas el papel de fundentes, ya que proporcionan las primeras fases líquidas que aparecen durante la cocción, favoreciendo la gresificación de las piezas. Por otro lado, estas materias primas también actúan como desgrasantes, mejorando la compacidad (siempre que no haya carencia de finos) y la permeabilidad de las piezas conformadas.

Los **feldespatos alcalinos** son los más empleados en la industria cerámica. Éstos pueden ser sódicos, potásicos o sódico-potásicos. El feldespato sódico puro se denomina albita, mientras que el potásico puro se denomina ortoclasa. Los feldespatos alcalinos, sin embargo, raramente se presentan puros y es frecuente encontrarlos en forma de cristales mixtos (microclina, anortoclasa, etc.).

**Los caolines**, aunque no están siempre presentes en las pastas de gres porcelánico, se consideran como básicos, ya que en algunos casos pueden llegar a suponer el 20% de la composición.

La principal función de los caolines es la de mejorar la blancura en cocido de las composiciones cerámicas. Otras funciones secundarias de estos materiales son disminuir el coeficiente de dilatación de la pieza cocida y aumentar su resistencia mecánica, debido a la formación de mullita ( $2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

En cuanto a **las arenas feldespáticas**, aunque las composiciones de gres porcelánico pueden estar libres de ellas, el uso de esta materia prima para fabricar estos productos es muy frecuente.

En general, las arenas feldespáticas actúan como desgrasantes de las pastas cerámicas, reduciendo su plasticidad y mejorando su compacidad (siempre que no haya un exceso de partículas gruesas) y permeabilidad de las piezas conformadas. Así mismo, su adición produce normalmente un aumento de la refractariedad y una disminución de la contracción de cocción.

Como se viene diciendo, en los últimos años se han hecho grandes avances tecnológicos que han permitido reducir el consumo energético y pasar de ciclos de cocción clásicos de 14 horas en hornos actuales, a hornos multicanales con ciclos relativamente rápidos de 2,5-3 horas y más recientemente a hornos monoestrato de cocción rápida sin soporte refractario con ciclos de cocción extremadamente cortos de unos 60 minutos.

Este rápido desarrollo lleva implícito un estudio amplio y detallado de las materias primas y las pastas utilizadas en la fabricación de productos gresificados con objeto de tener composiciones con las cuales se anulen o minimicen los defectos y problemas asociados más frecuentemente a la fabricación del gres.

Uno de los métodos experimentales más generalizado para el control y formulación de pastas de gres para revestimiento y pavimento cerámico, es la determinación del diagrama o curva de gresificación de las pastas, que consiste en la representación de propiedades físicas que varían con la temperatura de cocción del producto. Estos diagramas permiten determinar el rango de cocción y el intervalo de temperaturas en el que la porosidad abierta se anula y la contracción permanece prácticamente constante, lo que coincide con los valores óptimos de la resistencia mecánica (Escardino et al., 1981).

Una serie de factores influyen en la vitrificación o gresificación de las piezas de gres y, por tanto, en los diagramas de gresificación y el rango de cocción: las características propias de las materias primas, su composición química y mineralógica, granulometría, etc., así como los procesos de fabricación (molienda, prensado y ciclo de cocción).

## 4. Propiedades y aplicaciones del gres porcelánico convencional

### 4.1. Propiedades del material

De las principales características técnicas del producto, según la normativa vigente, válidas tanto para la pasta blanca, como para la coloreada (monocolor) y para los efectos de mármol y granito se pueden derivar sus interesantes propiedades y aplicaciones.

- 1) **Porosidad.** La porosidad de las baldosas se mide normalmente determinando el valor de la absorción de agua y es distinto para cada tipo de baldosas cerámicas observar. El gres es el material que tiene valores más bajos.
- 2) **Permeabilidad.** Según sea el tipo de material cerámico puede ser permeable o no. El gres porcelánico es el producto típico por ser absolutamente impermeable; el adjetivo “porcelánico” ha sido adoptado para remarcar sus principales características, es decir, el bajísimo porcentaje de porosidad y la consiguiente impermeabilidad.
- 3) **Resistencia al hielo.** Característica interesante cuando el material va a estar en el exterior de edificios o en zonas expuestas a la formación de hielo. Los materiales cuando no resisten al hielo se fracturan en escamas o láminas de diversas dimensiones, hasta llegar a la destrucción total de la pieza. El gres porcelánico por su nula porosidad es absolutamente resistente al hielo, en cualquier condición de utilización.
- 4) **Resistencia mecánica.** Viene determinada como carga de rotura a la flexión. No es importante para piezas de revestimiento, pero sí para baldosas de pavimento, que deben soportar cargas gravimétricas. En los pavimentos destinados a almacenes, laboratorios, talleres, etc., es decir, donde se prevé el uso y movimiento de cargas o pesos frecuentes, deben emplearse baldosas de estructura muy compacta y, en ocasiones, con espesores mayores (de 12 a 14 mm en lugar de los 8 a 10 mm usuales) En esos casos, los valores de la carga de rotura son superiores a los 350 kg/cm<sup>2</sup>, y el pavimento puede soportar cargas importantes. El gres porcelánico alcanza resistencia a la flexión superior a 450 kg/cm<sup>2</sup>.
- 5) **Durabilidad, dureza y resistencia a la abrasión.** Los materiales cerámicos son durables con el tiempo, la duración del gres porcelánico no es previsible, pero es seguro que conserva sus características técnicas largo tiempo. Por el hecho de que el gres porcelánico no tiene la superficie diferente del soporte (esmalte, engobe, etc.) y que posee elevadísimas características de compactación y de resistencia mecánica, es el material cerámico que mejor se presta para poder soportar desgastes de cualquier tipo.
- 6) **Resistencia al ataque químico.** El uso del gres porcelánico resulta imprescindible en lugares y en los casos en que sea frecuente o probable el contacto del pavimento con sustancias agresivas. Inatacable por los ácidos, bases u otros dado su alto grado de gresificación y alto contenido en alúmina.
- 7) **Higiene.** El gres posee un óptimo comportamiento para las condiciones de higiene más diversas, ya que tiene una masa impermeable, que no retiene en el tiempo ningún líquido y no absorbe vapores, olores o humos. Por lo tanto, este tipo de baldosas puede ser utilizado en edificios públicos en general y en los industriales (hospitales, escuelas, talleres).

8) **Otras prestaciones.** Fácilmente lavable, buenas condiciones para la acústica, baja conductividad térmica, eléctrica, reducido coeficiente de dilatación térmica.

De todo lo expuesto anteriormente se deduce que el gres porcelánico presenta características técnicas de altísimo nivel, que hacen de él un producto único e insustituible para usos específicos. Para asegurarse cuotas de mercado cada vez mayores, el gres porcelánico mejora día a día su aspecto estético, por medio de decoraciones, relieves, etc.

**Tabla 1.-** Características técnicas de las plaquetas de gres porcelánico\*

| <b>Característica</b>                              | <b>Norma</b> | <b>Valor de la Norma</b> | <b>Valor de los productos obtenidos</b> |
|--|--------------|--------------------------|---|
| <b>Absorc. de agua (%)</b>                         | EN 99        | < 0.5                    | < 0.2                                   |
| <b>Resistencia a la flexión (N/mm<sup>2</sup>)</b> | EN 100       | ≥ 27                     | > 50                                    |
| <b>Resistencia a la abrasión (mm<sup>3</sup>)</b>  | EN 102       | ≤ 205                    | < 130                                   |
| <b>Resistencia a la helada</b>                     | EN 202       | Sin defectos             | Sin defectos                            |
| <b>Coeficiente de dilatación lineal (°C)</b>       | EN 103       | ≤ 9. 10 <sup>-6</sup>    | 7.10 <sup>-6</sup>                      |
| <b>Resistencia al ataque químico</b>               | EN 106       | Sin variación visible    | Sin variación visible                   |
| <b>Resistencia al choque térmico</b>               | EN 104       | Sin alteración           | Sin alteración                          |
| <b>Dureza Mohs</b>                                 | EN 101       | ≥ 5                      | > 5                                     |
| <b>Resistencia al impacto</b>                      | EN 122       | Sin variación visible    | Sin variación visible                   |

\* Obtenido en horno de rodillo industrial (Manfredini et al., 1996)

Por otra parte, utilizando tecnologías que permitan características técnicas no tan exigentes (por ejemplo con porosidad de 0,5 a 1%, y resistencia mecánica inferior a 300 kg/cm<sup>2</sup>), se podrá obtener productos de alto contenido estético, para utilizarse como revestimientos interiores. En esta línea estarían algunos de los materiales ya obtenidos de gres porcelánico modificado.

#### **4.2. Relación entre microestructura y propiedades del gres porcelánico**

Es precisamente su microestructura lo que le confiere propiedades mecánicas y físicas peculiares y por lo que el gres porcelánico presenta resistencias excepcionalmente altas a todo tipo de tensiones, tales como el desgaste por abrasión, choque térmico, alto tránsito peatonal y resistencia al impacto.

Como consecuencia de la composición química y mineralógica de la pasta cerámica inicial, de la finura de las materias primas y de la temperatura de cocción cercana a los 1220°C, (entre 1200-1250°C) la microestructura de las plaquetas cocidas se caracteriza por la presencia de cristales fuertemente enlazados de mullita y cuarzo residual, embebidos en una matriz vítrea de porosidad muy baja. La mullita es la fase cristalina principal que se presenta a altas temperaturas, debido a la reacción del metacaolín, que se forma por deshidroxilación de los materiales caoliníticos. La obtención por cocción de plaquetas altamente sinterizadas es debida, principalmente, a la reactividad de la metacaolinita y a la

acción de fusión de los feldespatos a las temperaturas aptas para que haya reacciones de los componentes que producen la fase líquida.

Según Barbieri et al. (1995) y Manfredini et al. (1996) la densa microestructura del material cocido es responsable de las propiedades físicas y físico-mecánicas de este material. Así, medidas realizadas por ellos en plaquetas industriales de gres porcelánico dan los siguientes valores para la microdureza Vickers: 4,94-6,09 GPa; módulo de Young: 68,7-73,6 GPa; resistencia a la abrasión: 1,48-1,84g/30x30.

Observaban una relación entre la disminución de la resistencia a la abrasión con respecto al incremento del módulo de Young en las plaquetas ensayadas.

Dondi et al. (1999) dan una densidad aparente para el material de 2,3 a 2,4 g/cm<sup>3</sup>, que no guarda una relación clara con la composición química de las pastas. Las propiedades mecánicas dependen, en primer lugar de la porosidad, de lo compacto que sea el material, cuanto mayor sea la densidad aparente mayor será el módulo de Young y el módulo de rotura. Encuentran una correlación positiva entre la resistencia mecánica y el contenido de alúmina (y mullita) de las pastas.

### **4.3. Aplicaciones arquitectónicas y ornamentales del gres porcelánico convencional**

Como se viene comentando y redundando en el amplio abanico de aplicaciones de este material se detallan a continuación ejemplos de estas aplicaciones que acreditan al gres porcelánico como una solución sumamente interesante en cuanto a calidad y diseño.

#### **4.3.1. Uso doméstico o residencial**

Debido a sus buenas cualidades decorativas y técnicas, este material se integra en la vivienda de primer uso o segunda residencia, donde los pisos y paredes pueden expresar las maneras y estilos diferentes de vivir. Estilos clásicos o rústicos y modernos, pulidos o mate, etc. Se usan en salones, baños, cocinas, pasillos y otras zonas de la vivienda, aportando practicidad, elegancia y personalidad a los ambientes.

#### **4.3.2. Uso industrial**

Ya se ha comentado que las características y propiedades tecnológicas del gres porcelánico lo hacen especialmente apropiado para su uso en aplicaciones industriales. Superficies de alto tránsito, fachadas, revestimientos industriales en galerías, túneles, aceras, etc., son lugares especialmente indicados para su utilización, por su resistencia al desgaste, a las heladas, al ataque químico, presencia de agentes contaminantes, grasas y aceites, y por su fácil mantenimiento y limpieza. La elección del acabado dependerá del uso al que se destine el pavimento.

#### **4.3.3. Uso público**

En edificios públicos, en donde las áreas de tránsito están sujetas a intensas tensiones y tráfico peatonal, se necesitan soluciones especiales con buena técnica y diseño. El gres porcelánico ha demostrado ser un material sumamente funcional, resistente e higiénico en edificios públicos, tales como hospitales, estaciones de ferrocarril, aeropuertos, edificios oficiales, áreas comerciales y edificios comunes, incluso lugares públicos como restaurantes, discotecas, supermercados, oficinas, teatros, etc., donde el gres porcelánico permite crear escenas decorativas originales debido a su infinita modularidad y riqueza de aspectos.

En cuanto a estas aplicaciones, es interesante destacar que la búsqueda de nuevos efectos del material ha dado lugar a una serie de ellos en el producto final, tales como el pulido permitiendo el desarrollo de dos variedades de gres porcelánico: el natural y el pulido.

El porcelánico natural o sin pulir (no recibe ningún tratamiento tras su cocción) presenta un aspecto natural llegando a imitar a las piedras que encontramos en la propia naturaleza, como las pizarras, los mármoles, los adoquines, ...

Si el porcelánico es **pulido** una vez finalizada la fase de cocción del producto, se pule la pieza adquiriendo un aspecto extremadamente brillante, imitando los efectos superficiales de cualquier mármol pulido.

Otro tratamiento del producto final es el rectificado de las piezas, que permite la modificación de sus dimensiones y así eliminar los problemas de estabilidad dimensional, y además le confiere una geometría muy regular.

El biselado de los cantos de las piezas o la eliminación de las juntas laterales de las mismas es otro tratamiento importante que se da en la actualidad. Posibilita su colocación sin juntas de separación, logrando un efecto estético final de gran calidad.

Otra variedad de gres porcelánico que se encuentra en el mercado internacional en los últimos tres años es el pavimento de base porcelánica, conocido por gres porcelánico esmaltado. El producto se ha consolidado como una alternativa a los productos cerámicos esmaltados y es una posibilidad más para los fabricantes, hasta la fecha, de gres porcelánico “tradicional” (Ascer, 2000). Su producción se está generalizando internacionalmente, puesto que con la tecnología de la monococción se puede conseguir un producto de altas prestaciones técnicas. También recibe los tratamientos de pulido, rectificado, satinado o biselado de los cantos.

## **5. Gres porcelánico modificado**

El sector cerámico español busca la reducción de los costes del gres porcelánico mediante la sustitución de los actuales componentes químicos por otros que sean más fáciles de conseguir y por lo tanto más baratos. Se trabaja en la línea de encontrar un sustituto del feldespato, el más caro de los tres componentes del gres porcelánico.

Las investigaciones están dirigidas a que el feldespato pueda ser reemplazado por algún tipo de residuo industrial, preferentemente la ceniza que se obtiene de la combustión del carbón o del petróleo en las centrales térmicas, aunque tampoco se descarta la de los residuos sólidos urbanos y los derivados de la industria del granito, serrines y lodos, así como, incluso vidrios de tubos de TV y rayos catódicos.

Con la sustitución de los feldespatos en la fórmula química del gres porcelánico, que también incluye cuarzo y arcillas caoliníticas, se conseguiría un doble objetivo: Además de reducir el coste de fabricación de las piezas de gres porcelánico, también se estaría desarrollando una labor recicladora muy interesante, como es el caso de la investigación de diversos centros italianos (Andreola et al., 1998) y españoles (Hernández Crespo y Rincón, 2000, 2001)

Hay que señalar que el feldespato significa entre el 15 y el 20% de los componentes del gres porcelánico, llegando en algunos casos a suponer hasta el 25%. En lo que respecta a los costes de producción, el feldespato puede alcanzar hasta el 35% del total.

Uno de los problemas con los que se puede encontrar la industria a la hora de asumir el material fundente obtenido de la incineración o utilización de diversos residuos es que muchas empresas no tienen plena confianza en la homogeneidad de las materias primas obtenidas de los residuos, por ello, sería conveniente, que como ocurre en Estados

Unidos y Alemania, se encarguen de su recogida y de llevar a cabo su posterior proceso de vitrificación para de esta manera responsabilizarse del producto.

Podría considerarse el gres porcelánico modificado más un concepto que un material con una determinada fórmula. Es decir, el objetivo es conseguir baldosas con las mismas características técnicas, de entre las que destaca poderosamente su prácticamente nula absorción de agua, situada por debajo del 0,1%, mientras que el gres tradicional no alcanza índices tan bajos.

Las propiedades de este material son las mismas e incluso a veces mejoran en relación con las del convencional y las aplicaciones de este gres porcelánico modificado son en principio iguales a las del gres porcelánico convencional, detalles sobre su obtención y propiedades se dan en la lección última de este seminario (Rincón et al., 2001).

## 6. Últimas tendencias del gres porcelánico en España

En España el gres porcelánico está creciendo vertiginosamente y numerosas empresas de la industria están dirigiendo sus inversiones hacia la instalación de plantas productivas de este material. Parte de su éxito es que se ha conseguido dotar a un material de altas prestaciones técnicas, de una mayor calidad estética.

Es el tipo de producto cerámico de más reciente aparición en el mercado Su producción que se inició en 1988, es completa en variedad y crece a medida que crece la demanda. Según la Normativa el gres porcelánico está comprendido dentro del grupo B1a (Baldosas cerámicas prensadas en seco con absorción de agua  $E < 0,5\%$ ) de la Norma ISO 13006 y UNE 67-087.

Se están desarrollando grandes formatos (90x120 cm), que abren nuevas posibilidades en la sustitución de las piedras naturales de fachadas, en encimeras de cocinas y baños.

La investigación avanza en sus efectos decorativos potenciándose productos de carácter rústico y los mosaicos.

Recibe múltiples tratamientos superficiales para conseguir innovadores efectos, como el rectificado, el pulido, el satinado, etc.

Las piezas complementarias cada vez están más trabajadas, destacando el desarrollo de los relieves y la creación de cenefas y rosetones ricos y complejos.

## 7. Bibliografía

1. ANDREOLA, F.; BARBIERI, L.; LANCELLOTTI, I.; MAURIDIS, F. y POZZI, P.: Utilizzo di scorie da incineratore urbano nella produzione di gres porcellanato. *RS Rifiuti Solidi*, **12** (1998), 3, 174 -178.
2. ASCER, 2000. <http://www.ascer.es/es/Tecnologia/gresporcelanico2.htm>
3. BARBIERI, L.; BONFATTI, L.; FERRARI, A. N.; LEONELLI, C.; MANFREDINI, T. y SETTEMBRE BLUNDO, D.: Relationship between microstructure and mechanical properties in fully vitrified stoneware. *Ceramics: Charting the Future*. Edit. P. Vicenzini, Techna Srl, (1995), 99-105.
4. BIFFI, G.: Il gres porcellanato. Grupo Editoriale Faenza Editrice, (1996).
5. BRUSA, A.: Características, prestaciones y tecnología de producción de pavimento gresificado, no esmaltado, con efecto granito (gres porcelánico). *Técnica Cerámica*, (1982), 159, 562-572.
6. DONDI, M.; ERCOLANI, G.; MELANDRI, C.; MINGAZZINI, C. y MARSIGLI, M.: The Chemical Composition of Porcelain Stoneware Tiles and its Influence on Mechanical Properties. *Interceram*, **48** (1999), 2, 75-81.
7. ESCARDINO, A.; AMORÓS, J. L. y ENRIQUE, J.E.: Estudio de pastas de gres para pavimentos. *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, **20** (1981), 1, 17-24.
8. ESTRADA, A.: Gres Cerámico. *Bol. Soc. Esp. Cer.* **5** (1966), 3, 365-388.
9. GINÉS LLORENS, F.: Materias primas para la fabricación de gres porcelánico. *Técnica Cerámica*, (2000), 286, 908-913.

10. HERNÁNDEZ-CRESPO, M. S. y RINCÓN, J. Ma.: Reciclado de residuos de la minería del granito y de incineradora de RSU en la obtención de nuevos materiales tipo gres porcelánico. *Materiales de Construcción*, **50** (2000), 260, 49-62.
11. HERNÁNDEZ-CRESPO, M. S. y RINCÓN, J. Ma.: New Porcelainized Stoneware Materials Obtained by Recycling of MSW Incinerator Fly Ashes and Granite Sawing Residues. *Ceramics International*, aceptada para publicación, paper n° 159/2000.
12. MANFREDINI, T.; ROMAGNOLI, M. y RINCÓN, J. Ma.: Gres porcelánico: Aplicaciones arquitectónicas, procesado y propiedades físico-mecánicas. *Materiales de Construcción*, **46** (1996), 242-243, 107-117.
13. RINCÓN, J. Ma.; HERNÁNDEZ-CRESPO, M. S. y ROMERO, M.: Reciclado de Residuos de la Industria de Piedra Natural en la Producción de Materiales de Construcción. Curso CEMCO XV, Seminario S2.
14. VIOLA, C. y TABAKOVIC, B.: Porcellanato o Porcellana?. Evoluzioni ed Ottimizzazioni nella Tecnologia Ceramica del Pavimento ad Alta Sinterizzazione. *Ceramica Informatione*, (1994), 336, 171-175.



# Avances en prestaciones y productos de materiales de agarre

J. Ortiz, Weber-Cemarksa, Saint- Gobain

## 1. Introducción

Nos encontramos en un mercado avalado por el paso de los años (265 millones de m<sup>2</sup> de cerámica) y en constante evolución, que exige de nosotros una mayor especialización. De acuerdo a:

- La rápida evolución de los materiales cerámicos, tanto en formatos (grandes formatos 60x60 cm) como en absorción (disminución de la porosidad).
- La ampliación de los campos de aplicación de la cerámica como revestimiento de acabado. Se utiliza en campos de mayores exigencias técnicas que las tradicionales, como son los pavimentos y revestimientos de las más variadas industrias, de las grandes áreas comerciales o de servicios, el revestimiento de fachadas, o también aplicaciones más específicas como quirófanos o frigoríficos.
- El desarrollo de nuevas técnicas de construcción que aporta un amplio abanico de nuevas superficies a revestir.

Como primera consecuencia, la colocación de cerámica por el sistema tradicional con morteros en capa gruesa va dejando paso, poco a poco, al sistema de colocación en capa fina, con la utilización de materiales de agarre mucho más adaptados y específicos, como son los morteros cola (adhesivos) y las pastas adhesivas, todos ellos preparados industrialmente, con formulaciones constantes y rigurosos controles de calidad.

La existencia también de estos nuevos campos de empleo de mayores requerimientos tecnológicos exige, por una parte, un perfeccionamiento en la fabricación de los propios materiales cerámicos y, por otra, una mayor diversificación de materiales de agarre de alta calidad, que permita elegir el más adecuado para cada uso. Ambos adelantos no serían suficientes si, al mismo tiempo, no se desarrollasen unos criterios de colocación, asentados en bases técnicas y en una cuidada puesta en obra.

En conjunto, estas nuevas situaciones han hecho que los fabricantes de materiales de agarre hayan puesto a punto soluciones tecnológicas mejor adaptadas, mediante el desarrollo de productos de agarre específicos para cada tipo de colocación. En cada caso hay que valorar los comportamientos conjuntos de las baldosas cerámicas y de los soportes constructivos, en unas condiciones de uso determinadas. Estas condiciones incluyen, aparte de las climáticas o ambientales, todas las relacionadas con su ubicación y su uso.

## 2. Adhesivos

### 2.1. Definición

La denominación de adhesivos dada a los morteros para la colocación de cerámica es la más reciente; apareciendo en su día en la prEN 12004. Proyecto que ha pasado a ser norma por su reciente aprobación.

Esta norma contempla tres tipos de productos por su naturaleza y composición:

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Adhesivos cementosos    | C |
| Adhesivos de dispersión | D |
| Adhesivos de reacción   | R |

Que a su vez incluyen diferentes clasificaciones y designaciones en función a unas características (exigibles y opcionales\*):

1 adhesivo normal.

2\* adhesivo mejorado (cumple con los ensayos de características adicionales)

F\* adhesivo de fraguado rápido.

T\* adhesivo con un bajo descuelgue.

E\* adhesivo con un mayor tiempo abierto.

Todas las valoraciones (características) se obtienen a partir del resultado del adhesivo ensayado en función a su valor de adherencia o valor de deslizamiento (esta última solo para la característica "T"), que debe superar un valor mínimo.

Un ejemplo de los diferentes tipos y clases podría ser:

| Símbolos |       | Descripción  |
|----------|-------|--|
| Tipo     | Clase |  |
| C        | 1     | Adhesivo normal  |
| C        | 1FT   | Adhesivo normal de fraguado rápido y reducido descuelgue                 |
| C        | 2E    | Adhesivo mejorado con características adicionales y mayor tiempo abierto |
| D        | 1T    | Adhesivo en dispersión normal con reducido descuelgue                    |
| R        | 2     | Adhesivo de reacción mejorado con características adicionales            |

No obstante, hasta la fecha y durante estos últimos años la nomenclatura más utilizada ha hecho referencia a su composición:

|                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| A1 mortero cola convencional          | cemento               |
| A2 mortero cola con caseína           | cemento               |
| C1 mortero cola de altas prestaciones | cemento + resina < 2% |
| C2 mortero cola de ligantes mixtos    | cemento + resina > 2% |
| D pasta adhesiva                      | resina                |
| R adhesivo de resinas de reacción     | resina + endurecedor  |

## 2.2. Composición

El gran volumen de adhesivos (cementosos) que se comercializan en nuestro país está compuesto por la mezcla a unas proporciones determinadas de:

- cemento
- áridos de granulometría compensada
- aditivos (retenedor de agua, caseína, acelerante de fraguado, antidescuelgue, hidrofugante, etc.)
- resinas

Buscando las propiedades deseadas en cuanto a aplicación y resultados como son: la adherencia; el tiempo disponible para colocar la cerámica una vez extendido el adhesivo (tiempo abierto de colocación); el tiempo de puesta en servicio; la vida útil de la mezcla (pott-life) o tiempo de utilización de la pasta, (superior a 3 horas) permite interrupciones momentáneas del trabajo y la flexibilidad en su organización; el descuelgue; deformabilidad; el tiempo de corrección de las piezas (ajuste); trabajabilidad de los materiales; resistencia a la inmersión; impermeabilidad; compatibilidad con el soporte; idoneidad de utilización y compatibilidad con el soporte, etc.

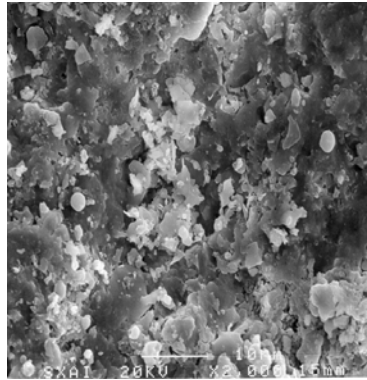
## 2.3. Características de los adhesivos

De las enumeradas anteriormente cabría destacar la adherencia, que considerada como la fuerza de unión entre la pieza cerámica y el soporte, juega un papel importante en la durabilidad de los alicatados y solados. Una buena adherencia debe asegurar, por una parte, una firme sujeción de las piezas al soporte, y por otra, una larga duración de esa firmeza de sujeción. La durabilidad supone el mantenimiento de una calidad aceptable a lo largo del tiempo.

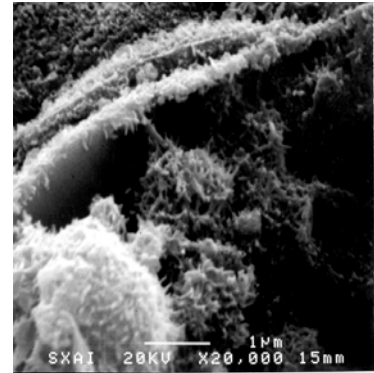
Podemos hablar de dos conceptos de adhesión: mecánica y química.

#### ***Adherencia mecánica***

Se basa en la penetración del mortero cola o adhesivo en los poros de los materiales a ensamblar creándose puntos de anclaje del mortero cola en el soporte y el recubrimiento.



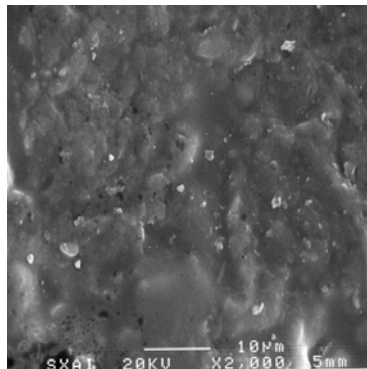
Dorso azulejo



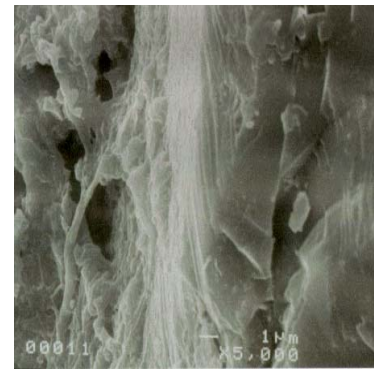
Cemento fraguado

#### ***Adherencia química***

Es la formación de uniones químicas y/o electrostáticas por contacto entre el adhesivo (resina) y la baldosa cerámica. Que permite adherir los adhesivos a base de resinas sobre superficies totalmente lisas.



Dorso gres porcelánico



Adherencia química

Tradicionalmente el método de medición que se utilizaba es el ensayo que marca la Directriz de la UEAtc. Pero actualmente los fabricantes de primer orden se rigen por las normas de ensayo que vienen referenciadas en la norma EN 12004.

La Guía Técnica de la UEAtc fija un valor mínimo de adherencia de  $0,5 \text{ N/mm}^2$  para los diferentes ensayos, que asegure un anclaje suficiente y duradero, al igual que se especifica en la norma europea, aunque esta establece una 2ª categoría superior de productos para los que exige unos valores de  $1 \text{ N/mm}^2$ .

### **3. Soportes de colocación**

Para realizar una correcta operación de embaldosado, es fundamental conocer la naturaleza, el estado y el comportamiento de los soportes que han de ser revestidos. Con una serie de características a tener en cuenta.

a) *Planitud y regularidad de la superficie del soporte*, porque de ello depende el espesor y las capas de mortero de cemento-arena que hay que aplicar para restaurar una superficie plana que sea apta para la colocación.

La planitud de los soportes no deberá exceder de:

- 3 mm medidos con regla de 1 m (NTE/RPE-7), en la colocación de revestimientos.
- 3 mm medidos con regla de 3 m (NTE/RSS-4).

b) *Porosidad y capilaridad del soporte:*

| <b>Absorción</b>                      | <b>Efectos sobre el encolado</b>   | <b>Corrección</b>   |
|---------------------------------------|--|---|
| Soportes muy absorbentes              | - Disminución del tiempo de trabajabilidad, tiempo abierto<br>- Mala adherencia.                             | - Mojar el soporte.<br>- Imprimación reguladora de fondo.                         |
| Soportes muy poco absorbentes.        | - Endurecimiento lento.<br>- Mayor tiempo de secado/para la puesta en servicio.<br>- Menor anclaje mecánico. | - Repicar el soporte.<br>- Utilización de adhesivos de características mejoradas. |
| Soportes impermeables (metales, etc.) | - Ninguna adherencia.<br>- Endurecimiento dudoso.  | - Eliminar el soporte.<br>- Utilizar un adhesivo de resinas de reacción.          |

c) *Movimientos y deformaciones esperadas.*

Para evitar la transmisión de los esfuerzos hay que adoptar unos medios de prevención a través de un perfecto tratamiento de juntas (estructural, perimetral, dilatación, junta entre piezas).

- d) *Rugosidad de los soportes* y capacidad de anclaje a las capas que se superpongan sobre ellos.
- e) Presencia de *suciedad* sobre la superficie de los soportes, que puede deteriorar la adhesión de las capas que se superpongan (restos de polvo, poco cohesiva, productos impermeables, no compatibles).
- f) El contenido en *humedad del soporte* durante las operaciones de colocación y durante el servicio influye notablemente sobre la durabilidad de los pavimentos y revestimientos. El exceso de agua puede perturbar:
- La cohesión del soporte.
  - El plano de encolado (hielo, degradación).
  - El endurecimiento del mortero cola o de la pasta adhesiva.
  - La estabilidad del recubrimiento cerámico (expansión por humedad).

## 4. Técnicas de colocación

### 4.1. Colocación en capa gruesa

La colocación en capa gruesa es la más tradicional y antigua. Consiste en colocar la cerámica directamente sobre el soporte (ladrillo, bloque de hormigón, etc.), utilizando como material de agarre un mortero de cemento y/o cal con dosificaciones variables.

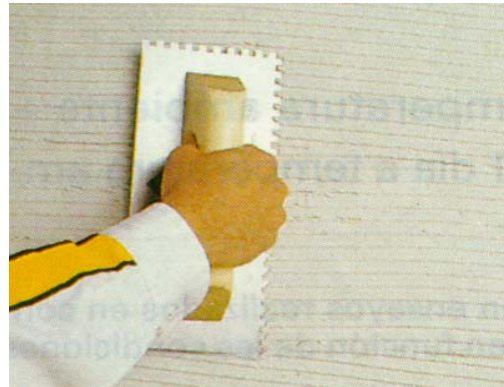


Los ligantes hidráulicos tradicionales se anclan mecánicamente a la porosidad de las piezas y del soporte (adherencia mecánica). La falta de esa porosidad impediría una buena adhesión. Debido a este factor, y a la tendencia de los fabricantes cerámicos hacia piezas de mayor formato y de menores porosidades, ha sido necesario desarrollar una nueva técnica de colocación en capa fina, adaptada a este tipo de piezas y a una mayor diversidad de soportes.

## 4.2. Colocación en capa fina

Constituye la técnica de colocación más evolucionada, adaptada a los actuales fabricados cerámicos y a la diversidad de soportes existentes.

La colocación se realiza sobre el soporte previamente regularizado: enfoscados (paredes) o capas de nivelación de mortero (suelos); o bien sobre soportes prefabricados con una buena planimetría.



### VENTAJAS:

- Adherencias elevadas.
- Apta para piezas de baja porosidad.
- Materiales de agarre adaptados a cada colocación.
- Tiempos de rectificación altos.
- Fácil empleo. Evita dosificaciones a pie de obra.

## 5. Morteros cola

**MORTERO COLA:** Mortero de endurecimiento hidráulico, listo para amasarse en obra con el agua indicada por el fabricante, cuya composición es: cemento gris o blanco, áridos silíceos y calcáreos, y aditivos orgánicos e inorgánicos. Los productos cerámicos deberán ser convencionales en cuanto a formato y absorción de agua.

Dentro de esta familia existen cuatro grupos:

- \* **Mortero cola convencional:** mortero cola a base de cemento gris o blanco, indicados para la colocación de cerámica en pavimentos y revestimientos interiores. **fermagris-fermablancos.**
- \* **Mortero cola convencional de altas prestaciones:** mortero cola con un alto contenido en cemento gris o blanco y aditivos orgánicos e inorgánicos, ajustados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, ampliando su campo de aplicación. Indicados para interiores, pavimentos exteriores y revestimiento cerámico en piscinas. **fermadur-e.**
- \* **Mortero cola con caseína:** mortero cola especial para colocar en muros interiores a base de yeso (tradicional o prefabricados). Contiene aditivos para evitar la incompatibilidad del contacto directo del cemento sobre el yeso. **fermayeso.**
- \* **Mortero cola de endurecimiento rápido:** mortero cola especial de fraguado rápido que permite utilizar los pavimentos al cabo de 3 horas de su aplicación. **fermarapid.**

**MORTERO COLA DE ENDURECIMIENTO HIDRÁULICO CON ADICIÓN DE UN LIGANTE ORGÁNICO:** Mortero cola especial con alto contenido en resina, cemento blanco, aditivos orgánicos e inorgánicos y áridos seleccionados, que asegura una total adherencia en aplicaciones tanto en interiores como en exteriores y con piezas de muy baja absorción. Especialmente caracterizados por su elevada adherencia sobre diferentes soportes.

Los morteros cola de ligantes mixtos son más deformables que los morteros cola convencionales, lo cual es muy favorable para absorber los esfuerzos mecánicos diferenciales, de cualquier origen, que pudieran suponer riesgo de ruptura por cizallamiento. Su resistencia al agua, aún siendo buena, es inferior a la de los morteros cola de altas prestaciones.

Todas estas características hacen que los morteros cola de ligantes mixtos sean apropiados para revestimientos exteriores, y en aquellas situaciones que se requiera deformabilidad y una gran adherencia, como por ejemplo, en la colocación de gres porcelánico, en la instalación de pavimentos de tránsito intenso y en especial el revestimiento de fachadas.

Esta familia de materiales se compone de:

- \* Morteros cola con resinas añadidas en obra: Tienen el inconveniente de tener que dosificar las resinas a pie de obra, con el consiguiente riesgo de error en dicha dosificación que afectaría de forma importante a la adherencia y características finales del material de agarre.
- \* Morteros cola con ligantes mixtos incorporados: Morteros cola preparados para ser mezclados con agua en obra. Su formulación contiene una resina redispersable en polvo que se incorpora durante la fabricación para mejorar sus características, evitando errores de dosificación a pie de obra. **fermalanic-fermaflex fermafluid.**

PASTA ADHESIVA: Pasta sin cemento a base de resinas sintéticas en dispersión acuosa, aditivos orgánicos e inorgánicos y cargas minerales compensadas. Estos productos tienen consistencia de pasta y vienen listos al uso. **fermafix.**

Sus principales características son su facilidad de empleo, su buena adherencia y su buen comportamiento sobre cualquier tipo de soporte gracias tanto a su adherencia como a su flexibilidad. Las aplicaciones más extendidas de este tipo de material de agarre son las colocaciones de cerámica sobre cerámica, cerámica sobre soportes deformables como el cartón yeso y cerámica sobre yeso.

Presentan una cierta sensibilidad al agua por lo cual su uso queda limitado a locales secos o medianamente húmedos (baños y cocinas individuales).

RESINAS DE REACCIÓN: Se trata de sistemas formados por dos componentes predosificados, uno de los cuales es un endurecedor, en forma de pasta o líquido (por ejemplo resina epoxídica), que se mezclan antes de su aplicación en obra. **fermapoxi.**

Existen dos tipos principales de colas de dos componentes:

- a) A base de resinas termoendurecibles (epoxi).
- b) A base de resinas elastoméricas (poliuretano).

Los sistemas epoxi se caracterizan por su excepcional adherencia sobre todos los soportes y para todo tipo de cerámica (de 3 a 5 veces mayor que una pasta adhesiva), con resistencias mecánicas muy altas y un módulo de elasticidad dinámico suficientemente bajo (buena deformabilidad). Poseen una buena resistencia frente a la mayoría de productos químicos, y una insensibilidad total al agua. Se utiliza para colocar y rejuntar cerámica en aquellas condiciones en que es necesaria una gran resistencia mecánica y química como piscinas, industrias químicas y alimentarias, laboratorios, hospitales, talleres, etc.

## 6. Criterios de selección

La selección de un mortero cola debe basarse en los siguientes criterios:

- \* lugar donde va colocada la baldosa: muro, suelo, interior o exterior.
- \* tipo de soporte.
- \* tipo de baldosa a colocar: absorción y tamaño.

A partir de estos criterios las tablas de selección permiten elegir los productos de colocación adecuados.

|                   |           |          |
|-------------------|-----------|----------|
| suelos interiores |           |          |
| soporte           | baldosa   |          |
|                   | absorción | tamaño   |
|                   |           | producto |

|                   |                 |                             |                                  |
|-------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------------|
| mortero           | media/alta      | menor de 30x30 cm           | fermagris/blanco<br>ferma-rápid  |
|                   |                 | menor de 45x45 cm           | fermadur (2)                     |
|                   |                 | mayor de 45x45 cm           | fermaflex (2)                    |
|                   | baja            | menor de 45x45 cm           | fermalánic (2)<br>fermafluid     |
| mayor de 45x45 cm |                 | fermaflex (2)<br>fermafluid |                                  |
| mortero fresco    | alta/media/baja | menor de 30x30 cm           | fermasol                         |
|                   |                 | mayor de 30x30 cm           | fermasol (2)                     |
| hormigón          | alta/media/baja | menor de 45x45 cm           | fermalánic (2)<br>fermafluid     |
|                   |                 | mayor de 45x45 cm           | fermaflex (2)<br>fermafluid      |
| cerámica          | alta/media/baja | menor de 45x45 cm           | fermalánic (1) (2)<br>fermafluid |
|                   |                 | mayor de 45x45 cm           | fermaflex (1) (2)<br>fermafluid  |
| madera            | alta/media/baja | menor de 30x30 cm           | fermaflex (1)                    |

(1) Utilizar la imprimación iboprím como puente de adherencia.

(2) Con baldosas de tamaño superior a 30x30 cm es aconsejable efectuar doble encolado

| muros interiores |                 |                   |                                 |
|------------------|-----------------|-------------------|---------------------------------|
| soporte          | baldosa         |                   | producto                        |
|                  | absorción       | tamaño            |                                 |
| mortero          | media/alta      | menor de 30x30 cm | fermagris/blanco                |
|                  |                 | mayor de 30x30 cm | fermadur (2)                    |
|                  | baja            | menor de 45x45 cm | fermalánic (2)                  |
|                  |                 | mayor de 45x45 cm | fermaflex (1) (2)               |
| yeso             | media/alta      | menor de 30x30 cm | fermayeso (3)<br>fermafíx (3)   |
|                  | baja            | menor de 30x30 cm | fermafíx (3)                    |
| ladrillo         | media/alta      | menor de 30x30 cm | fermaval                        |
| hormigón         | alta/media/baja | menor de 30x30 cm | fermafíx                        |
|                  |                 | menor de 45x45 cm | fermalánic (2)                  |
|                  |                 | mayor de 45x45 cm | fermaflex (1)(2)                |
| cartón yeso      | media/alta      | menor de 30x30 cm | fermafíx                        |
|                  |                 | mayor de 30x30 cm | fermalánic (2)<br>fermaflex (2) |
|                  | alta/media/baja | menor de 30x30 cm | fermafíx                        |
|                  |                 | menor de 45x45 cm | fermalánic (2)                  |
|                  |                 | mayor de 45x45 cm | fermaflex (1) (2)               |
| Cerámica         | alta/media/baja | menor de 30x30 cm | fermafíx                        |

(1) Con baldosas superiores a 60x40 cm y/o 40 kg/m<sup>2</sup> utilizar anclaje mecánico.

(2) Es aconsejable efectuar doble encolado.

(3) Sobre yesos débiles aplicar la imprimación ibodur.

| muros exteriores |                 |                   |                   |
|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| soporte          | baldosa         |                   | producto          |
|                  | absorción       | tamaño            |                   |
| mortero          | alta/media/baja | menor de 30x30 cm | fermaflex         |
|                  |                 | mayor de 30x30 cm | fermaflex (1) (2) |
| hormigón         | alta/media/baja | menor de 30x30 cm | fermaflex         |



|  |      |                   |                   |
|--|------|-------------------|-------------------|
|  |      | mayor de 30x30 cm | fermaflex (1) (2) |
|  | baja | menor de 30x30 cm | fermaflex         |
|  |      | mayor de 30x30 cm | fermaflex (1) (2) |

| suelos exteriores |                 |                             |                              |
|-------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|
| soporte           | baldosa         |                             | producto                     |
|                   | absorción       | tamaño                      |                              |
| mortero           | alta/media      | menor de 30x30 cm           | fermadur                     |
|                   |                 | menor de 45x45 cm           | fermalánic (2)               |
|                   |                 | mayor de 45x45 cm           | fermaflex (2)                |
|                   | baja            | menor de 45x45 cm           | fermalánic (2)<br>fermafluid |
| mayor de 45x45 cm |                 | fermaflex (2)<br>fermafluid |                              |
| mortero fresco    | alta/media/baja | menor de 30x30 cm           | fermasol                     |
|                   |                 | mayor de 30x30 cm           | fermasol (2)                 |
| hormigón          | alta/media/baja | menor de 45x45 cm           | fermalánic (2)<br>fermafluid |
|                   |                 | mayor de 45x45 cm           | fermaflex (2)<br>fermafluid  |
| cerámica          | alta/media/baja | mayor de 45x45 cm           | fermafluid                   |

## 7. Algunos casos típicos

### 7.1. Colocación de cerámica sobre soportes de yeso

Los enlucidos de yeso han de estar firmemente adheridos a su base, y han de ser suficientemente resistentes para soportar el peso de la capa de azulejo. Aconsejándose que el peso máximo del revestimiento cerámico no supere los 20 kg/m<sup>2</sup>.



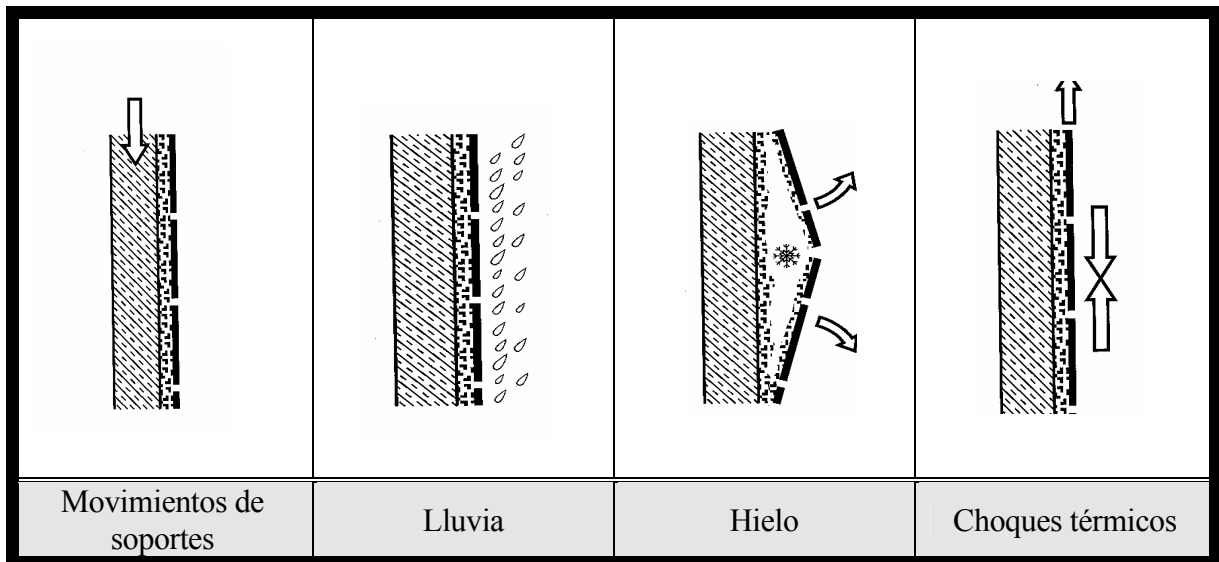
Incompatibilidad yeso-cemento: Se ha de mencionar la incompatibilidad entre los soportes de yeso, tan corrientes en paramentos interiores, y los adhesivos a base de cemento. Ya que, cuando fragua el cemento, en presencia de humedad y en contacto con el yeso, pueden formarse compuestos expansivos como el sulfoaluminato de calcio. Dado que este proceso no se detiene al finalizar el fraguado, la acción expansiva del sulfoaluminato de calcio puede provocar la ruptura del plano de adherencia entre el cemento y el yeso. Para inhibir este proceso existen ciertos aditivos, como la caseína, que se incorporan a los cementos cola especiales para soportes de yeso, que garantizan una adhesión duradera. **fermayeso.**

Otra alternativa para la adhesión sobre superficies a base de yeso consiste en el uso de colas a base de resinas, con las cuales no existe ningún problema de incompatibilidad. **fermafix.**

### 7.2. Colocación de cerámica en fachadas

1.- Hay que considerar los factores físicos que influyen sobre la superficie a revestir.





Para resistir estas condiciones se necesita:

Un material de agarre que sea resistente a los ciclos de hielo deshielo, calor e inmersión. Altamente deformable para soportar las deformaciones mecánicas y las dilataciones térmicas así como de elevada adherencia. **fermaflex**.

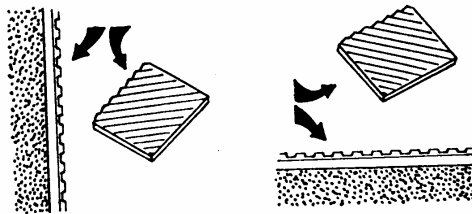
Un material de rejuntado que sea igualmente deformable y resistente al agua y al hielo (hidrófugo). **fermacolor flex**.

2.- Además de prestar especial atención a las condiciones del soporte se deben respetar las condiciones ambientales:

- Temperaturas de aplicación comprendidas entre 5 y 30°.
- En tiempo caluroso humedecer previamente el soporte.
- El viento o las corrientes de aire disminuyen el tiempo abierto del mortero cola.
- Durante la colocación evitar la penetración de agua entre el soporte y la pieza y prever la protección final con cornisas, vierteaguas, etc.

3.- Encolado:

- Extender el material sobre el soporte utilizando llana dentada.
- Colocar las piezas efectuando un doble encolado, es decir aplicando el material de agarre tanto en el soporte como en el reverso de las piezas.



4.- Colocación de juntas:

- Proteger los revestimientos cerámicos de dilataciones y contracciones con un buen tratamiento de juntas.

### 7.3. Colocación sobre placas de cartón yeso

1.- Características generales:

- Para la fijación de azulejos sobre paneles de cartón yeso se utilizan adhesivos extendidos en capa fina, y se procura que el peso de la capa de azulejos no exceda de 32 kg/m<sup>2</sup>.
- Las superficies de los paneles han de ser reforzadas y sujetas firmemente para evitar que se onduelen o se deformen. Hay que asegurarse que los paneles no sufrirán ninguna distorsión durante o después de la fijación de los azulejos.
- Las placas de cartón yeso son materiales prefabricados para tabiquería interior, y dada su deformabilidad requieren productos flexibles para alicatar sobre ellos.
- Los materiales de agarre convencionales, a causa de su rigidez, no aseguran una plena adherencia al cartón yeso, y se producen desprendimientos ya que las placas están sujetas a movimientos, deformaciones, pandeos, vibraciones, etc., mayores que la tabiquería convencional.
- Para alicatar sobre este soporte es necesario utilizar un material de agarre flexible que se adapte bien a él y que garantice además la adherencia de las baldosas como los adhesivos de dispersión o los morteros cola de ligantes mixtos. **fermafix fermalanic fermaflex.**

#### 2.- Encolado:

- Extender el adhesivo en pasta en paños pequeños y peinar con la llana dentada de 4x4 mm que regule el espesor.
- Deberán dejarse juntas entre piezas de un mínimo de 2mm. Realizándose la operación de rejuntado pasadas de 48 horas cuando se trate de una colocación de una baldosa poco absorbente.

### 7.4. Colocación de gres porcelánico

#### 1.- Aspectos generales:

- El gres porcelánico presenta riesgos en su colocación si se hace de forma incorrecta, por su nula absorción de agua que dificulta la adherencia mecánica del cemento.
- El uso, los contrastes térmicos, las dilataciones, etc. ocasionan desprendimientos y levantamientos.
- Su gran dureza y resistencia permite su uso en locales industriales con gran tránsito y exigencias mecánicas elevadas, por lo que es necesario asegurar su perfecta adhesión al soporte.
- Para conseguir una buena adherencia con gres porcelánico, es necesario colocarlo con un mortero cola de ligantes mixtos o con un adhesivo cementoso de características C2 como mínimo, es decir de cemento y resina, y que proporcione adherencia química. **fermalanic fermaflex fermafluid.**

#### 2.- Encolado:

- Realizar un doble encolado para formatos mayores de 900 cm<sup>2</sup>.
- Presionar y mover bien las piezas para conseguir un perfecto macizado.

#### 3.- Juntas:

- Proteger los revestimientos cerámicos de dilataciones y contracciones con un buen tratamiento de juntas.

## 8. Las juntas y su importancia

### 8.1. Colocación sin juntas

La práctica de alicatar y solar sin juntas de colocación, es decir colocando las baldosas cerámicas “a tocar”, en contacto mutuo, tiene como única ventaja, la mayor velocidad de colocación que se consigue y, por tanto la mayor economía de la operación.

Esa única ventaja, aún siendo real, no es de validez general y por lo tanto es cuestionable. Es cuestionable porque se refiere al sistema tradicional de colocación con mortero y, actualmente, existen otros hábitos de trabajo que suponen mayor economía de mano de obra.

- a) La colocación con morteros cola en capa fina aumenta la velocidad de colocación en un 15-20%, o más, con respecto al sistema tradicional en el que utilizan morteros preparados a pie de obra.
- b) También aumenta la velocidad y perfección de la colocación cuando se emplean separadores en forma de cruceta.

La colocación de cerámica sin juntas entre piezas es desaconsejable desde cualquier punto de vista técnico por los riesgos que supone de producir patologías en los pavimentos y revestimientos cerámicos. Únicamente sería admisible en el caso de que todas las circunstancias de construcción y de uso fuesen absolutamente favorables, como por ejemplo, que el soporte a revestir fuese absolutamente estable y no sufriese variaciones dimensionales, que se tratase de ambientes interiores secos y de temperatura estable, que las baldosas fuesen estables frente a la humedad, etc. Como es improbable que ocurra esto, lo prudente es utilizar juntas de colocación de un modo sistemático.



Otro inconveniente de la colocación sin juntas es que las baldosas no encajan perfectamente unas con otras. Estos desajustes se manifiestan como estrechos e irregulares espacios de separación, que no llegan a ser auténticas juntas.

Por la estrechez e irregularidad de estos espacios de separación, la lechada de rejuntado no penetra totalmente en ellos, hasta hacer contacto con el material de agarre, y queda adherida a los bordes exteriores de las baldosas. Esta débil cobertura va saltando progresivamente, a causa de los movimientos diferenciales o de otras acciones externas, y deja al descubierto los huecos entre baldosas.

## 8.2. Colocación con juntas

La superficie recubierta por baldosas cerámicas puede dividirse en dos fracciones: una mayoritaria, que corresponde a las propias baldosas, y otra, minoritaria, que corresponde a las juntas.

Al decidir la anchura de las juntas hay que tener en cuenta las funciones físicas, químicas y estéticas que se necesitan, y también la proporción más adecuada de superficie de junta, en relación con los usos a que se destina la superficie cerámica y en especial:

- a) El tipo de baldosas cerámicas y sus posibles variaciones dimensionales.
- b) El formato de las baldosas y el área a recubrir.
- c) La intensidad de las acciones agresivas que ha de sufrir la superficie revestida, evaluando, para cada una de ellas, la resistencia que ofrece, tanto la baldosa como el material de rejuntado.
- d) Proporción más adecuada de superficie de junta, en relación con los usos a los que se destina la superficie recubierta.

### 8.3. Levantamiento de las baldosas después de su colocación

El levantamiento de los pavimentos de baldosas es un fenómeno frecuente. Después de varios meses e incluso años, el pavimento se levanta por zonas. La flecha de este alzado puede ser incluso de algunos centímetros, y si el pavimento es utilizado normalmente, las baldosas se rompen y acaba asentándose, pero no podrán ser recolocadas.



El fenómeno se puede presentar de diferentes maneras pero casi siempre las baldosas se levantan brutalmente con un ruido violento, otras veces se oye un crepitar acompañado de la rotura de las baldosas, y en ocasiones éstas son proyectadas hacia arriba con violencia.

El levantamiento de las baldosas parece tener prácticamente siempre un origen mecánico. De hecho esto se puede producir si se cumplen dos condiciones:

- 1) es necesario que una o más fuerzas internas o externas actúen sobre ellas y tiendan a levantarlas;
- 2) que su adherencia sea insuficiente para oponerse a esta fuerza.

Este fenómeno se presenta de diferentes formas, siendo las principales causas las siguientes:

- \* dilatación por absorción de agua
- \* dilatación térmica
- \* retracción del mortero
- \* retracción de las estructuras y de los solados de hormigón

#### 8.3.1. Dilatación de las baldosas por absorción de agua

La mayor parte de las baldosas cerámicas tienen la propiedad de dilatarse al estar empapados de agua, esta dilatación hace que la baldosa necesite más espacio, si están colocadas “a tocar” no existirá una junta que haga de muelle y se producirá el desprendimiento.

#### 8.3.2. Dilatación térmica de las baldosas

Este fenómeno afecta tanto a las baldosas como al soporte, ya que ambos están sujetos a deformaciones por efecto de la temperatura. El coeficiente de dilatación térmico de las baldosas puede variar de 6 a 8 micras por metro y grado centígrado, mientras que el del hormigón puede variar de 10 a 12 micras.

Pero aunque el aumento de temperatura produce una dilatación menor en las baldosas que en el soporte, muy a menudo la temperatura de las baldosas no se corresponde con la del soporte.

Por ejemplo, la pavimentación con un terrazo expuesto a la radiación solar puede alcanzar hasta 50°C, mientras que el soporte que está debajo alcanza temperaturas bastante inferiores.

#### 8.3.3. Retracción del mortero

Los morteros por llevar en su composición ligantes hidráulicos (cemento, cal), se retraen durante el fraguado. Esta retracción aumenta con altas cantidades de cemento y con

los áridos finos ya que éstos requieren una cantidad alta de agua que es la responsable de la retracción.

Esperar como mínimo 15 días lo cual permitirá el desarrollo de buena parte de la retracción del mortero, reduciendo, por lo tanto, el riesgo de levantamientos.

### **8.3.4. Retracción de las estructuras y de los solados de hormigón**

En las construcciones de hoy en día, en su mayor parte constituidas por estructuras de hormigón armado, se deberán tener muy en cuenta los movimientos de retracción ya que pueden llegar a superar las 1000 micras por metro.

Puesto que las retracciones de una estructura de hormigón se manifiestan durante el transcurso de varios años, esto nos explica por qué el levantamiento de algunos pavimentos se produce después del paso de algunos años.

### **8.4. ¿Cómo prevenir los levantamientos?**

Como hemos visto las baldosas se encuentran sujetas a diferentes fenómenos que pueden dar lugar a levantamientos y desprendimientos. Éstos se pueden prevenir dejando que estas deformaciones se manifiesten libremente, esto es, realizando una correcta colocación respetando tanto las juntas de colocación (entre piezas) como las juntas de deformación (estructurales, dilatación, ...). Estas juntas amortiguan las deformaciones de soporte, las dilataciones, etc., garantizando una colocación duradera.

### **8.5. Juntas de pavimentación y alicatado**

En las superficies horizontales o verticales, revestidas por baldosas cerámicas, existen dos tipos básicos de juntas:

a) JUNTAS DE COLOCACIÓN: Significan la mutua separación, repetida regularmente, entre las baldosas individuales.

Son las franjas, de anchura variable, que separan las baldosas individuales entre sí. Las juntas de colocación cumplen unas funciones físicas y otras estéticas.



b) JUNTAS DE DEFORMACIÓN: Son las que interrumpen la superficie revestida para permitir las variaciones dimensionales diferenciales que pudieran producirse en el sistema multicapa del paramento revestido. Cumplen funciones esencialmente físicas.

#### **8.5.1. Juntas de colocación**

##### **8.5.1.1. Funciones físicas y químicas**

- \* Estas juntas absorben las deformaciones producidas en el soporte, impidiendo que se transmitan a las piezas cerámicas.
- \* Impiden o moderan las tensiones de tracción que se generan en la parte inferior de los soportes cuando son sometidos a carga. Cuando se colocan las baldosas en mutuo contacto y no existe la acción moderadora de las juntas, las tensiones acumuladas pueden llegar a producir el despegue de las baldosas.
- \* Es muy importante el comportamiento de las juntas frente al agua líquida y frente al vapor de agua. Es necesario que las juntas dejen pasar el vapor desde el interior hacia el exterior, y que a la vez eviten la penetración de agua líquida hacia el interior. Si se

utiliza materiales de rejuntado muy porosos, no hidrofugados, el paso de agua puede deteriorar tanto el adhesivo como el soporte.

- \* Mejoran la adhesión de las baldosas cerámicas al soporte ya que el mortero de relleno, o rejuntado, se adhiere tanto a los cantos de las baldosas como al adhesivo sobre el cual se asientan las piezas cerámicas. La adhesión será mayor, cuanto mayor sea el porcentaje de superficie que corresponde a las juntas.
- \* Las juntas son partes constitutivas de la superficie embaldosada y, por tanto, el material de rejuntado está expuesto a las mismas agresiones ambientales químicas que las propias baldosas cerámicas. Así, pues, del mismo modo que se exige a las baldosas cerámicas unas determinadas resistencias al ataque químico, hay que extender estas exigencias al material de rejuntado.

### 8.5.1.2. Funciones estéticas

- \* Finura del material de rejuntado que puede ser liso o bien rústico.
- \* Las juntas se colorean para aumentar o disminuir el contraste de color con las baldosas.
- \* Por el acabado de colocación de las juntas. Estos acabados pueden ser planos enrasados o curvos rehundidos.
- \* Una importante función de las juntas es la de compensar o absorber las ligeras desviaciones dimensionales de las baldosas cerámicas, haciendo que esas variaciones de tamaños resulten inapreciables.

## MATERIALES DE REJUNTADO

Existe una amplia variedad de materiales de rejuntado para baldosas cerámicas, que permiten adecuarse a los distintos tipos de baldosas y de ambientes. La mayoría de estos materiales contienen cemento (JC, J1 y J2) en su composición, pero contienen, además otros componentes que exaltan algunas características específicas, tales como la blancura, la resistencia a los hongos, la textura, la dureza, la flexibilidad, impermeabilidad y la retención de agua.

Existen otros, tales como los epoxídicos (JR), los orgánicos y las siliconas, que no contienen cemento. La colocación de estos requiere mayor cuidado y habilidad por parte de los soladores y alicatadores.

Junta tradicional (J1): Material de rejuntado tradicional. Mezcla a base de cemento blanco, cargas minerales y aditivos específicos (hidrofugante), resinas, de aspecto fino para rellenar las juntas entre piezas en colocaciones hasta 3 mm. Para colocaciones a testa o a tocar recomendamos preferiblemente la utilización de **fermacolor b. fermaborada y fermacolor b.**

Mortero de juntas impermeable (J2): Mortero a base de cemento blanco, resina, áridos de granulometría compensada, pigmentos y aditivos específicos (hidrofugante), para el relleno de juntas desde 3 mm hasta 15 mm, resistentes al agua, duras y exentas de fisuración. **fermacolor r.**

Mortero de juntas deformable (J2): Mortero a base de cemento blanco, resina, áridos de granulometría compensada, pigmentos y aditivos específicos, para el relleno de juntas, resistentes al agua, deformable, exentas de fisuración y de altas resistencias mecánicas. Adecuado para el rejuntado en exteriores. **fermacolor flex**

Mortero epoxi(JR): Mortero epoxi de dos componentes (resina + endurecedor), cargas minerales y aditivos específicos para relleno de juntas de revestimientos cerámicos específicos



por su uso y localización (laboratorios, industrias químicas, etc.) cuando se requiere de unas altas resistencias químicas.

Su adherencia y endurecimiento por procedimientos químicos proporciona juntas estancas e inalterables a los agentes químicos.

También sirve para la colocación de las baldosas cerámicas. **fermapoxi**.

### 8.5.2. Juntas de deformación

Las juntas de deformación son zonas de interrupción de los pavimentos o revestimientos cerámicos que tienen por objeto permitir las posibles variaciones dimensionales que se produzcan en el sistema multicapas que componen el soporte, el material de agarre y el producto cerámico.

#### a) Juntas de separación o estructurales:

Son cortes en las construcciones de grandes dimensiones, que las dividen en áreas en varias menores, unidas por juntas elásticas. Su finalidad es mantener los movimientos de cada parte dentro de unos límites aceptables.

Al hacer el solado o el alicatado, se deben respetar estas juntas, tanto en el revestimiento como en la chapa de mortero. Es necesario rellenarlas con materiales de elasticidad permanente (másticos, etc.), o bien utilizar cubrejuntas flexibles.

#### b) Juntas perimetrales:

En todo revestimiento de suelos debe evitarse siempre que, tanto el propio revestimiento como la chapa de mortero, tengan contacto directo con los pilares o paredes que limitan el espacio. Esta junta puede ser fina, pero debe existir siempre. Hay que cuidar que los materiales de adhesión de la cerámica o de rejuntado no la rellenen, ni aun parcialmente. Un solo punto duro en la junta perimetral puede acumular casi todas las tensiones que se generen en el revestimiento. El zócalo tapaná y protegerá posteriormente esta junta. La junta puede hacerse con un material elástico (porex, etc.).

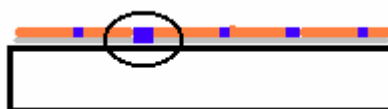
Las juntas entre paredes y suelos son siempre necesarias para superficies superiores a los 12 m<sup>2</sup>.



#### c) Juntas de partición:

Las grandes superficies revestidas con cerámica deben subdividirse en otras menores, limitadas por juntas, cuya función es evitar que se acumulen las dilataciones y contracciones.

El máximo admisible para revestir sin particiones es de 50 a 70 m<sup>2</sup>, en interior, y la mitad en exterior, o bien una dimensión máxima de 6-8 m lineales. Estas particiones o juntas, deben cortar tanto el revestimiento cerámico como el adhesivo y el mortero de base. El ancho debe ser de 6 mm como mínimo. Deben rellenarse hasta el doble de su anchura con un material elástico o con el mismo material de las juntas entre piezas, siempre que haya pasado 1 mes desde la ejecución de la chapa de mortero.



## CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL REJUNTADO

La selección de un mortero de rejuntado adecuado debe basarse en los siguientes criterios:

- \* lugar donde va colocada la junta: interior o exterior.
- \* anchura de la junta.
- \* condiciones a que están sometidas las juntas: humedad, agresiones químicas, etc.

A partir de estos criterios las tablas de selección permiten elegir los productos de rejuntado adecuados.

| JUNTAS INTERIORES |                          |                 |
|-------------------|--------------------------|-----------------|
| tamaño            | Tipo de junta            | Producto        |
| hasta 3 mm        | Tradicional              | fermaborada     |
|                   | Coloreada e impermeable  | fermacolor b    |
| hasta 15 mm       | Impermeable              | fermacolor r    |
| de 3 a 15 mm      | Deformable e impermeable | fermacolor flex |
| de 2 a 15 mm      | Estanca y<br>Antiácida   | fermapoxi (1)   |

| JUNTAS EXTERIORES |                          |                 |
|-------------------|--------------------------|-----------------|
| tamaño            | Tipo de junta            | Producto        |
| hasta 15 mm       | Impermeable              | fermacolor r    |
| de 3 a 15 mm      | Deformable e impermeable | fermacolor flex |
| de 2 a 15 mm      | Estanca<br>Antiácida     | fermapoxi (1)   |

(1) Consultar la tabla de resistencias químicas en La Guía weber cemarksa

## 9. Bibliografía

1. GUÍA DE LA BALDOSA CERÁMICA – ASCER, C.O.A.C.V., COPUT, ITC-AICE, weber cemarksa - Instituto Valenciano de la Edificación 3ª Edición.
2. La Guía weber 2001 – weber cemarksa.
3. 1999 HANDBOOK FOR CERAMIC TILE INSTALLATION – Tile Council of America, Inc.
4. ENCICLOPEDIA De Soluciones Constructivas – weber cemarksa.
5. CARREAUX DE FRANCE por Société Française de Céramique Paris 1993
6. ACTUALIZACIÓN SOBRE MATERIALES Y TECNOLOGÍA DE COLOCACIÓN DE BALDOSAS CERÁMICAS Proalso- Proyecto Colocación- Instituto De Promoción Cerámica.
7. COLOCACIÓN DE PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS CERÁMICOS- Instituto De Tecnología Cerámica.
8. MANUAL-GUÍA TÉCNICA DE LOS REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS CERÁMICOS por Instituto De La Tecnología Cerámica Julio 1987.



# PLAQUETAS CERÁMICAS EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE FACHADAS

Jesús Ma. Rincón<sup>1</sup>, Maximina Romero<sup>1</sup>, M<sup>a</sup>. S. Hernández- Crespo<sup>1</sup>  
y Eduardo Lahoz<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>*Depto. de Sistemas Constructivos de la Edificación,  
Grupo/Lab de Materiales Vítreos y Cerámicos  
Instituto E. Torroja, CSIC, Madrid*

<sup>(2)</sup>*Unidad de Calidad en la Construcción  
Instituto E. Torroja, CSIC, Madrid*

## RESUMEN

*Los últimos años del pasado siglo XX han conocido un notable auge en los conocimientos a nivel de laboratorio y producción de nuevos materiales cerámicos para pavimentos y revestimientos, que han confirmado su expansión con sus usos en fachadas y especialmente en sistemas constructivos de Fachadas Ventiladas (FV). Los tipos de materiales: gres extruido, gres de monococción, gres porcelánico y materiales vitrocerámicos en varios formatos se han ido ampliando y ahora puede decirse ya que no hay límite para la producción de todo tipo de plaquetas de tipo cerámico. Por otro lado, y al mismo tiempo, las exigencias en la Edificación y la consiguiente aplicación del CTE, implicarán un mayor y mejor uso de los materiales cerámicos. Las condiciones que se exigen para este tipo de plaquetas aun no están muy definidas normativamente, pero el propio desarrollo y aplicaciones están ya perfilando las exigencias para fachadas ventiladas. El mayor reto es el del gran formato exigido por sistemas integrales de colocación. Y en este sentido desarrollando nuevos productos se están incorporando al mercad, así como otros a nivel de I+D+i los siguientes productos: Gres rústico tradicional, gres porcelánico (GP) tradicional, gres porcelánico modificado (GPM), nuevos tipos de vidrios sinterizados (“gresites vitrocerámicos de gran formato”), una amplia gama de materiales vitrocerámicos incluso materiales cerámicos laminados que se producen ya y otros que se están investigando actualmente en centros de investigación. Al mismo tiempo, surgen una serie de problemas científico- técnicos subyacentes, que aun no están resueltos, o bien que aun no se les ha prestado debida atención. Así, va a ser necesario profundizar en el conocimiento de la respuesta de estos materiales a la acción y succión del viento, resistencia a la interperie: durabilidad... y especialmente la tribología o desgaste que pueden sufrir en contacto con los anclajes y sistemas metálicos. En la mayor parte de los sistemas se procede a un mecanizado o ranurado de las piezas, cuyas consecuencias a largo plazo no ha sido aun estudiadas científicamente.*

## 1. Introducción

Las plaquetas de materiales cerámicos es bien conocido que tienen desde hace tiempo una implantación extendida y bien reconocida como pavimentos y revestimientos en edificación como en construcción de obra pública, aunque en este caso en menor extensión. Incluso **las plaquetas** cerámicas en fachadas con su complementariedad en equipamientos urbanos va a ser la cara amable de una ciudad y un nuevo concepto de urbanismo, más cálido y menos frío. Es un reto científico, tecnológico y comercial que dará lugar a plaquetas de mayor valor añadido, que es lo que necesita el sector para competir en el mercado actual tan globalizado. El consumidor y el público en general asocia su uso fundamentalmente al recubrimiento de suelos y paredes de interiores. Pero esta idea tan extendida olvida frecuentemente que los materiales cerámicos a lo largo de la Historia de la Arquitectura han sido utilizados en recubrimientos exteriores de edificios emblemáticos, templos, monumentos, etc... El ejemplo más paradigmático del uso de la cerámica en exteriores nos remonta a la antigua Mesopotamia con los ladrillos vidriados que recubría las puertas de la ciudad de Babilonia, pudiéndose hoy observar esta aplicación de la cerámica en fachadas exteriores en la monumental puerta de Ishtar, parte de la puerta original está actualmente en un museo alemán. Esta puerta recubierta de ladrillos de cerámica vidriada fué parte del templo dedicado a Bel, construido por Nabucodonosor hacia el año 575 a. C. La novedad en Babilonia fue que se adornaban distintas estructuras urbanas con decoración externa, a diferencia de los asirios que precedentemente usaban los ladrillos vidriados en decorados de interiores. Posteriormente los musulmanes adaptarían esta tecnología a la producción de sus azulejos que se extendieron por todas sus áreas de dominación y especialmente en el Andalus, pero con un uso preferencial en interiores. En siglos posteriores (s. XVIII-XX), y las fachadas del país vecino Portugal son un buen ejemplo de ello, el recubrimiento de fachadas con azulejos ha sido un uso muy extendido de las plaquetas cerámicas en exteriores y con todo tipo de decoraciones.



En nuestro país, sólo hasta finales del XIX y mediados del XX se volvió a usar la cerámica, pero únicamente con fines decorativos en multitud de murales de los que merece la pena nombrar los innumerables realizados en la Comunidad Valenciana.

Murales valencianos de los años 60- 70 en que hubo un gran desarrollo en la Arquitectura civil o religiosa, comercial e incluso industrial, realizados en todo tipo de colores y en donde los mejores artistas valencianos dejaron su “saber hacer en la cerámica”.

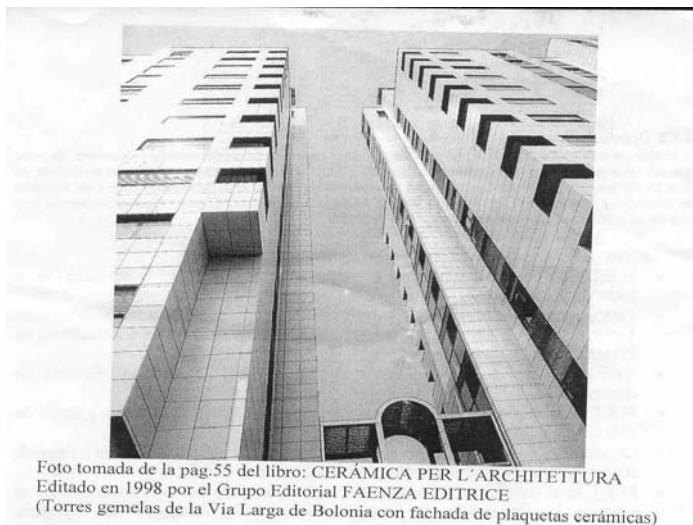
Los últimos años del pasado siglo XX han conocido un notable auge en los conocimientos a nivel de laboratorio y producción de nuevos materiales cerámicos para pavimentos y revestimientos. De la mano de este dinámico sector industrial que ha llegado a cotas insuperables de perfección técnica y de diseño + aplicaciones con el gres de monococción vidriado, el cambio de siglo ha coincidido con una apuesta definitiva por los materiales de gres porcelánico. Las posibilidades decorativas de este tipo de material de mayor valor añadido para su uso en pavimentos y revestimientos, que se veían limitadas en sus inicios en cuanto a producción y mercado, han sido totalmente superadas en estos momentos con infinitas posibilidades de decoración en masa, en superficie y en propiedades físicas y tecnológicas que se exigen a este tipo de materiales. Los formatos se han ido ampliando y ahora puede decirse ya que no hay límite para la producción de plaquetas de grandes formatos. El Instituto Eduardo Torroja del CSIC, fiel a su tradición investigadora en Materiales de Construcción viene llevando a cabo desde hace diez años intensas investigaciones innovadoras para el sector de pavimentos y revestimientos modificando la composición de este tipo de plaquetas porcelánicas por la introducción de diferentes residuos industriales, que permitan contribuir a la reducción de residuos y sobre todo a la optimización del ciclo de cocción con menores temperaturas de procesado para la obtención de las fases cristalinas (fundamentalmente de mullita, fases feldespáticas y fase vítrea) que permiten alcanzar mejores prestaciones que las del GP.

Por otro lado, y al mismo tiempo, las exigencias en la Edificación respecto a lograr: Estructura, Seguridad y Sostenibilidad (energética y medioambiental) (Ley de la Ordenación de la Edificación, LOE) y la consiguiente aplicación del Código Técnico de la Edificación, CTE, implicarán un mayor y mejor uso de los materiales cerámicos. Además, se ha confirmado un dato que ya se sospechaba de que tanto la vivienda como el transporte en nuestro país contribuyen a una elevada tasa de emisiones de CO<sub>2</sub> por encima del compromiso de Kyoto. Por esta razón se hace necesarios aislar mejor las viviendas y edificios singulares (edificios públicos, oficinas, centros comerciales...) para que optimizando el comportamiento térmico de los edificios se contribuya a una menor emisión de CO<sub>2</sub>. Esta idea se viene realizando desde hace unos años con el recubrimiento externo de edificios con muros cortina basados en paneles de vidrio, sistemas constructivos (SC) que se han extendido con el uso de plaquetas de tipo cerámico.

Simultáneamente, después de varios siglos de haber perdido su terreno en fachadas y por recuperar la tradición y conquistar nuevos mercados, los nuevos retos arquitectónicos y la necesidad de extender los campos de aplicación de las plaquetas cerámicas, está dando lugar a un movimiento efervescente en todo el sector de producción de estos materiales de construcción para “conquistar” de nuevo las fachadas en SC de alto valor añadido desde el punto de vista económico y tecnológico.

La fachada de un edificio es lo primero que salta a la vista de cualquier observador, además de su volumen y formas. Es la “imagen del edificio” como la define A. Blázquez del Inst<sup>o</sup>. Torroja. Los cerramientos de edificios pueden tener una función resistente o no-resistente, pero **la fachada ventilada** que es del segundo tipo cumple además una función medioambiental, en el sentido de favorecer el equilibrio térmico del edificio. En cierto

modo este tipo de fachada realizada con plaquetas cerámicas es heredera de los “Muros Cortina” realizados en vidrio, o cerramientos acristalados, aunque con otras características, prestaciones y mayores posibilidades en cuanto a diseño y decoración.



Pero, ¿Qué es una fachada ventilada, que también suele denominarse con el término “transventilada”? Un muro portante interior, una subestructura de tipo metálico de gran resistencia a flexión, sistema o sistemas de anclaje y un revestimiento en donde los productos cerámicos de la nueva generación (gres porcelánico mejorado y vitrocerámicos) tienen mucho que aportar en estas aplicaciones tan atrevidas de la cerámica, ya que las prestaciones que se exigen al material cerámico son las máximas. De esta manera ¿qué ventajas presenta sobre la fachada tradicional de ladrillo visto o las que llevan adosadas directamente plaquetas de otros tipos de materiales?: Mejoran las características energéticas, así como las climáticas de un edificio. Al material cerámico se le exigen en este caso las mayores prestaciones en cuanto a: Resistencia a la Helada (para evitar el riesgo de roturas); así como Resistencia máxima a las manchas y al ataque químico, además de sus propiedades mecánicas resistentes frente a la succión por efecto del viento.

Revisaremos, pues, a continuación los principales tipos de plaquetas cerámicas que se están usando ya en fachadas ventiladas con sus variantes, que serían susceptibles del mismo tipo de uso; a saber: Gres rústico o de arcilla cocida (GR), gres porcelánico tradicional (GP), gres porcelánico modificado (GPM), materiales vitrocerámicos (VC) (en volumen o sinterizados) y plaquetas cerámicas laminadas (GPL).

## 2. Gres rústico

El gres rústico tradicional se ha usado desde la antigüedad. No se puede precisar una fecha de cuando se comenzó a utilizar como material de construcción. La modernización de la industria cerámica en Europa, en los últimos años, se corresponde con la introducción, primero, de la doble cocción tradicional y después, del proceso de monococción rápida en hornos de rodillo de productos de muy baja porosidad, con mejores prestaciones, como es el gres porcelánico. Actualmente existe en el mercado toda clase de decoraciones y colores de este material para diferentes usos. Sus características técnicas y estéticas cumplen los requisitos y exigencias de los clientes y

del mercado, por lo que estos materiales siempre han acaparado gran interés por parte de la industria y la investigación.

## 2.1. Características y composición del gres tradicional

La experiencia demuestra que durante la cocción de una pasta cerámica vitrificable la porosidad decrece “hasta llegar a ser cero”, a una temperatura a la cual la vitrificación no es totalmente completa. El producto cocido hasta este grado es el gres. Si la cocción prosigue, es decir, se continúa en tiempo y temperatura, la vitrificación prosigue también y la porosidad aumenta de nuevo con el desarrollo de la estructura alveolar típica de la verdadera porcelana.

Las excelentes propiedades químicas y mecánicas del gres tradicional son debidas a su porosidad prácticamente cero y la sobrecocción tiene para él un efecto debilitante. El GR tradicional se obtiene a partir de arcillas, generalmente rojas, por su alto contenido en óxidos de hierro. La característica fundamental es su alto grado de sinterizado.

Puede tener cualquier color, desde el blanco hasta el negro y rompe con fractura concoidal o de piedra. Ocupa el gres una posición central entre todos los productos cerámicos.

Según su composición y proceso de fabricación los tipos de gres pueden ser:

- Gres ordinario o gres normal: pasta densa pero económica, color ante o azulado, resistente al ataque por todos los agentes químicos, excepto al ácido fluorhídrico y sus derivados y álcalis calientes. Se prepara con arcillas plásticas de grano fino, gran resistencia mecánica en verde. Con él se pueden modelar grandes piezas.
- Gres fino: materias primas más cuidadosamente seleccionadas, preparadas y mezcladas; se emplea para vajillas y piezas artísticas.
- Gres blanco: producto de calidad que requiere materias primas más puras y un proceso más refinado, eliminando cualquier posibilidad de contaminación.
- Gres resistente al choque térmico: con adiciones y tratamientos térmicos especiales, para una mayor resistencia al choque térmico.
- Gres eléctrico: con adiciones especiales para mejorar las propiedades eléctricas mediocres del gres normal.

Las composiciones posibles para un gres son muy variadas, pero las del gres normal se distinguen por el hecho de emplear elevados porcentajes, a veces hasta un 70% de arcillas secundarias naturales, en general arcillas illíticas y caoliníticas con bastante plasticidad y alta resistencia en verde. Estas arcillas vitrifican bien, sin excesiva temperatura, debido a su natural contenido en fundentes, tales como óxidos de potasio, sodio e hierro en cantidad suficiente, mientras que la cal y la magnesia se encuentran generalmente en las proximidades del 2%. Es decir, las arcillas de gres son refractarias o semirrefractarias, pero contienen suficiente fundente para cocer, dando una pasta densa a temperaturas suficientemente bajas (~1100°C). Son, por tanto, relativamente plásticas y no presentan demasiada contracción al aire y al fuego.

La composición química de las pastas de gres está comprendida entre los límites dados por la siguiente fórmula molecular:



donde RO varía entre 0,7 (CaO + FeO) + 0,3 K<sub>2</sub>O y 0,3 (CaO + FeO) + 0,7 K<sub>2</sub>O.

Si se introducen en la composición del gres otros óxidos, por sustitución de uno o más grupos de valencia, se pueden desarrollar propiedades especiales para este material.

De acuerdo con las exigencias de reducción del consumo energético por unidad de producto fabricado y el costo de la mano de obra, la tendencia de la industria cerámica es simplificar la fabricación de productos cerámicos. Como es conocido, ésta se ha realizado clásicamente, para productos de pavimentos y revestimientos cerámicos, en un

proceso de bicocción, cocción del soporte o bizcocho y posterior cocción del soporte con el vidriado. Tales exigencias han llevado a la fabricación de productos cerámicos por **monococción**, cocción simultánea de soporte y vidriado y, preferentemente, monococción de productos de baja porosidad, evitando así las reacciones de descomposición de carbonatos, que se dan en los productos porosos y su incidencia en la superficie esmaltada.

### 3. Gres porcelánico

El **gres porcelánico** tiene la gran ventaja de ser un producto biosostenible, aunque no natural pues es fruto de una “síntesis mineral realizada a elevadas temperaturas” está producido con materias primas naturales, no tóxicas, no irritantes, no nocivas...e incluso podría ser recuperable o reciclable, como se ha demostrado en algunas investigaciones en marcha. No lleva además metales pesados peligrosos, no emite gases nocivos y no es radiactivo. Por sus características decorativas y prestaciones tecnológicas se ha revelado como un **material ideal para su uso en los nuevos sistemas constructivos** realizados con fachadas ventiladas.

Éste se inicia como material de construcción hacia los años 80. Obtenido por cocción rápida de una mezcla cerámica en crudo prensada, que contiene una relación adecuada de arcillas, fundamentalmente de tipo caolinítico, feldespatos y cuarzo. Es un material muy compacto, duro, homogéneo, no vidriado, de baja o casi nula porosidad. Material de construcción ideal para pavimentos con tráfico pesado y alto tránsito. De uso tanto en interiores como exteriores, con gran variedad de diseños y colores. El gres porcelánico se puede utilizar en acabados superficiales, brillantes o mates, con diferentes colores y combinaciones de luz. Caracterizado por reproducir la naturaleza y aproximarse más que ningún otro producto cerámico, al concepto de roca o piedra natural, llegando en algunos casos a adoptar combinaciones originales y, hasta el momento, desconocidas.

Su porosidad extremadamente baja, le confiere excelentes propiedades mecánicas y químicas, resistencia a la helada, lo que le hace útil para su uso como pavimento o revestimiento en exteriores en zonas frías.

Presenta gran resistencia a los agentes químicos y productos de limpieza, y además, muy buena resistencia a la abrasión, con un elevado módulo de rotura, lo que facilita su uso en ambientes de intenso tráfico peatonal o en entornos industriales. A ello hay que añadir la facilidad de su limpieza, lo que le convierte en un material idóneo para la pavimentación de espacios donde la higiene es primordial.

En relación con la producción de estos materiales en la década de los 80, investigaciones de la época indicaban que existía ya una fuerte demanda en el sector de baldosas para pavimentos de gres, con base de pasta blanca, no esmaltado (gres porcelánico) superior a la que se producía en el momento. En Italia el número de productores se incrementó de 1987 a 1992 en un 40%. El material con efecto granito resultaba particularmente solicitado en revestimientos internos en sustitución de placas naturales. Las materias primas componentes de las masas del granito, son las mismas del gres porcelánico, teniendo en cuenta que para colorear las pastas se usan óxidos metálicos estabilizados, en proporciones de 0,5 a 4% como máximo.

#### 3.1. Composición del GP

En cuanto a su composición, examinando los análisis químicos de dichas pastas, según Brusa (1987), existen dos tipos:

- a) Pastas en las que se usa como fundente óxidos alcalinos, en las que prevalece el  $\text{Na}_2\text{O}$  frente al  $\text{K}_2\text{O}$ .

- b) Pastas en las que la fusibilidad está determinada fundamentalmente por los óxidos alcalino-terrosos.

En este sentido, Dondi et al. (1999) apuntan que la composición química de las pastas de gres porcelánico se puede diferenciar claramente de las de baldosas de gres esmaltadas rojas o de color claro y distinguen entre:

- a) Pastas con un alto contenido en sílice, con un alto nivel de óxidos alcalinos y bajo nivel de MgO.  
b) Pastas con contenido medio de sílice, con valores intermedios de óxidos alcalinos y MgO.  
c) Pastas con bajo contenido de sílice, con un alto nivel de MgO y alúmina y un nivel relativamente bajo de óxidos alcalinos.

De ellas, las pastas más comunes, una vez cocidas, son aquellas con un nivel intermedio de sílice y que están compuestas por un 55-65% en peso de fase amorfa, 20-25% de cuarzo y 12-16% de mullita, además de pequeñas cantidades de corindón o circón.

En la actualidad, las materias primas básicas utilizadas en España para la fabricación de gres porcelánico, tanto esmaltado como no esmaltado o técnico, según Ginés Llorens (2000) presentan los siguientes intervalos de variación:

|                      |        |
|----------------------|--------|
| <b>Arcillas</b>      | 25-55% |
| <b>Feldespatos</b>   | 35-50% |
| <b>Arenas</b>        | 0-20%  |
| <b>feldespáticas</b> |        |
| <b>Caolines</b>      | 0-20%  |

Además de estas materias primas básicas, se suelen añadir otros compuestos en pequeñas cantidades con el objeto de modificar las características físicas o estéticas de la composición cerámica. Dentro de este grupo se encuentran las materias primas que aumentan la fusibilidad de la pasta (fundentes enérgicos 0-4%); así como los pigmentos y el silicato de circonio que colorean la pasta (colorantes 0-8%).

**Las arcillas** son las materias primas base de cualquier composición cerámica. Su función es la de favorecer la operación de conformado y la de proporcionar a la pieza obtenida una resistencia mecánica en crudo suficiente para resistir las tensiones que debe soportar antes de la cocción y unas propiedades en cocido adecuadas al producto que desea fabricar.

A título únicamente de ejemplo, podemos citar recogido de las referencias que se dan al final de este artículo, las "Torres Gemelas" de la Via Larga de BOLONIA que en un edificio de 52 m. de altura, realizado por Paolo Andina se tiene una pared ventilada de 8000 m<sup>2</sup> con unas plaquetas de cerámica de espesor de unos 12 cm. Tenemos ya ejemplos de aplicación en nuestro país y algunos muy próximos en Valencia y Castellón, pero por haber sido ya citados en otros artículos no los citaré en este caso. Pienso que próximamente será necesaria una publicación que recopile lo ya logrado hasta la fecha, estamos ante un "niño tecnológico" que va creciendo día a día gracias al esfuerzo de los técnicos de muchas empresas del sector y que va tomando forma debido al empuje del sector cerámico por lo que es de prever que en poco tiempo será necesario hacer una recopilación de lo realizado hasta la fecha en nuestro país.

Las condiciones que se exigen para este tipo de plaquetas aun no están muy definidas normativamente, pero el propio desarrollo y aplicaciones están ya perfilando qué condiciones se exigen a las plaquetas cerámicas para fachadas ventiladas. El mayor reto es el del gran formato exigido por sistemas integrales de colocación. Y en este sentido se están desarrollando nuevos tipos de productos: Al gres porcelánico tradicional (GPT), habrá que añadir el gres porcelánico modificado (GPM) (término ya incluido en los

nuevos productos investigados en el Inst<sup>o</sup>. Torroja), nuevos tipos de vidrios sinterizados (“gresites en gran formato”), materiales vitrocerámicos que pueden cubrir una amplia gama e incluso materiales cerámicos laminados que se estudian actualmente en algunos centros de investigación.

Aunque ya hay varios tipos de plaquetas en formatos y composición totalmente innovadores que en estos momentos son objeto de obtención del documento DIT, que expide el Inst<sup>o</sup>. Torroja del CSIC, van apareciendo una serie de problemas científico-técnicos subyacentes, que aun no están resueltos, o bien que aun no se les ha prestado debida atención:

Profundizar en el conocimiento de la respuesta de estos materiales a la acción y succión del viento es ya tradicionalmente conocido, como la exigencias de planitud, resistencia a la interperie: durabilidad (tráfico, ambientes salinos, atmósferas contaminadas...)...Sin embargo aun no se ha considerado de una manera sistemática (quiere decirse con metodología científica) el desgaste entre materiales, el comportamiento de los contactos entre anclajes metálicos (diversos tipos de metales y aleaciones: aluminio, acero, ) y los diversos compuestos cerámicos (fases minerales inorgánicas). La investigación y desarrollo de materiales compuestos de todo tipo (también denominados “composites”) que mejorarán las prestaciones de los materiales actuales tiene mucho que aportar en este terreno. En este caso las posibilidades de futuro se puede decir que son “infinitas” y conoceremos en los próximos años, gracias al esfuerzo de los centros de investigación, nuevos materiales de pavimento y revestimiento que eran impredecibles de fabricar hasta el presente y que serán factibles de su uso convencional en fachadas de todo tipo.

Las arcillas son rocas de naturaleza y origen muy variable que están constituidas por diferentes tipos de minerales entre los que destacan los minerales de la arcilla. Estos minerales son muy numerosos, destacando la caolinita, la illita, la montmorillonita y la clorita.

**Los feldespatos** desempeñan en las pastas cerámicas el papel de fundentes, ya que proporcionan las primeras fases líquidas que aparecen durante la cocción, favoreciendo la gresificación de las piezas. Por otro lado, estas materias primas también actúan como desgrasantes, mejorando la compacidad (siempre que no haya carencia de finos) y la permeabilidad de las piezas conformadas.

Los **feldespatos alcalinos** son los más empleados en la industria cerámica. Éstos pueden ser sódicos, potásicos o sódico-potásicos. El feldespato sódico puro se denomina albita, mientras que el potásico puro se denomina ortoclase. Los feldespatos alcalinos, sin embargo, raramente se presentan puros y es frecuente encontrarlos en forma de cristales mixtos (microclina, anortoclase, etc.).

**Los caolines**, aunque no están siempre presentes en las pastas de gres porcelánico, se consideran como básicos, ya que en algunos casos pueden llegar a suponer el 20% de la composición.

La principal función de los caolines es la de mejorar la blancura en cocido de las composiciones cerámicas. Otras funciones secundarias de estos materiales son disminuir el coeficiente de dilatación de la pieza cocida y aumentar su resistencia mecánica, debido a la formación de mullita ( $2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

En cuanto a **las arenas feldespáticas**, aunque las composiciones de gres porcelánico pueden estar libres de ellas, el uso de esta materia prima para fabricar estos productos es muy frecuente.



En general, las arenas feldespáticas actúan como desgrasantes de las pastas cerámicas, reduciendo su plasticidad y mejorando su compacidad (siempre que no haya un exceso de partículas gruesas) y permeabilidad de las piezas conformadas. Así mismo, su adición produce normalmente un aumento de la refractariedad y una disminución de la contracción de cocción.

Como se viene diciendo, en los últimos años se han hecho grandes avances tecnológicos que han permitido reducir el consumo energético y pasar de ciclos de cocción clásicos de 14 horas en hornos actuales, a hornos multicanales con ciclos relativamente rápidos de 2,5-3 horas y más recientemente a hornos monoestrato de cocción rápida sin soporte refractario con ciclos de cocción extremadamente cortos de unos 60 minutos.

Este rápido desarrollo lleva implícito un estudio amplio y detallado de las materias primas y las pastas utilizadas en la fabricación de productos gresificados con objeto de tener composiciones con las cuales se anulen o minimicen los defectos y problemas asociados más frecuentemente a la fabricación del gres.

Uno de los métodos experimentales más generalizado para el control y formulación de pastas de gres para revestimiento y pavimento cerámico, es la determinación del diagrama o curva de gresificación de las pastas, que consiste en la representación de propiedades físicas que varían con la temperatura de cocción del producto. Estos diagramas permiten determinar el rango de cocción y el intervalo de temperaturas en el que la porosidad abierta se anula y la contracción permanece prácticamente constante, lo que coincide con los valores óptimos de la resistencia mecánica (Escardino et al., 1981).

Una serie de factores influyen en la vitrificación o gresificación de las piezas de gres y, por tanto, en los diagramas de gresificación y el rango de cocción: las características propias de las materias primas, su composición química y mineralógica, granulometría, etc., así como los procesos de fabricación (molienda, prensado y ciclo de cocción).

### 3.2. Propiedades del gres porcelánico

De las principales características técnicas del producto, según la normativa vigente, válidas tanto para la pasta blanca, como para la coloreada (monocolor) y para los efectos de mármol y granito se pueden derivar sus interesantes propiedades y aplicaciones.

- 1) **Porosidad.** La porosidad de las baldosas se mide normalmente determinando el valor de la absorción de agua y es distinto para cada tipo de baldosas cerámicas observar. El gres es el material que tiene valores más bajos.
- 2) **Permeabilidad.** Según sea el tipo de material cerámico puede ser permeable o no. El gres porcelánico es el producto típico por ser absolutamente impermeable; el adjetivo "porcelánico" ha sido adoptado para remarcar sus principales características, es decir, el bajísimo porcentaje de porosidad y la consiguiente impermeabilidad.
- 3) **Resistencia al hielo.** Característica interesante cuando el material va a estar en el exterior de edificios o en zonas expuestas a la formación de hielo. Los materiales cuando no resisten al hielo se fracturan en escamas o láminas de diversas dimensiones, hasta llegar a la destrucción total de la pieza. El gres porcelánico por su nula porosidad es absolutamente resistente al hielo, en cualquier condición de utilización.
- 4) **Resistencia mecánica.** Viene determinada como carga de rotura a la flexión. No es importante para piezas de revestimiento, pero sí para baldosas de pavimento, que deben soportar cargas gravimétricas. En los pavimentos destinados a almacenes, laboratorios, talleres, etc., es decir, donde se prevé el uso y movimiento de cargas o pesos frecuentes, deben emplearse baldosas de estructura muy compacta y, en

ocasiones, con espesores mayores (de 12 a 14 mm en lugar de los 8 a 10 mm usuales) En esos casos, los valores de la carga de rotura son superiores a los 350 kg/cm<sup>2</sup>, y el pavimento puede soportar cargas importantes. El gres porcelánico alcanza resistencia a la flexión superior a 450 kg/cm<sup>2</sup>.

- 5) **Durabilidad, dureza y resistencia a la abrasión.** Los materiales cerámicos son durables con el tiempo, la duración del gres porcelánico no es previsible, pero es seguro que conserva sus características técnicas largo tiempo. Por el hecho de que el gres porcelánico no tiene la superficie diferente del soporte (esmalte, engobe, etc.) y que posee elevadísimas características de compactación y de resistencia mecánica, es el material cerámico que mejor se presta para poder soportar desgastes de cualquier tipo.
- 6) **Resistencia al ataque químico.** El uso del gres porcelánico resulta imprescindible en lugares y en los casos en que sea frecuente o probable el contacto del pavimento con sustancias agresivas. Inatacable por los ácidos, bases u otros dado su alto grado de gresificación y alto contenido en alúmina.
- 7) **Higiene.** El gres posee un óptimo comportamiento para las condiciones de higiene más diversas, ya que tiene una masa impermeable, que no retiene en el tiempo ningún líquido y no absorbe vapores, olores o humos. Por lo tanto, este tipo de baldosas puede ser utilizado en edificios públicos en general y en los industriales (hospitales, escuelas, talleres).
- 8) **Otras prestaciones.** Fácilmente lavable, buenas condiciones para la acústica, baja conductividad térmica, eléctrica, reducido coeficiente de dilatación térmica.

De todo lo expuesto anteriormente se deduce que el gres porcelánico presenta características técnicas de altísimo nivel, que hacen de él un producto único e insustituible para usos específicos. Para asegurarse cuotas de mercado cada vez mayores, el gres porcelánico mejora día a día su aspecto estético, por medio de decoraciones, relieves, etc.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PLAQUETAS DE GRES PORCELÁNICO\*

| <i>Característica</i>                              | <b>Norma</b> | <b>Valor de la Norma</b> | <b>Valor de los productos obtenidos</b> |
|--|--------------|--------------------------|---|
| <b>Absorc. de agua (%)</b>                         | EN 99        | < 0.5                    | < 0.2                                   |
| <b>Resistencia a la flexión (N/mm<sup>2</sup>)</b> | EN 100       | ≥ 27                     | > 50                                    |
| <b>Resistencia a la abrasión (mm<sup>3</sup>)</b>  | EN 102       | ≤ 205                    | < 130                                   |
| <b>Resistencia a la helada</b>                     | EN 202       | Sin defectos             | Sin defectos                            |
| <b>Coeficiente de dilatación lineal (°C)</b>       | EN 103       | ≤ 9. 10 <sup>-6</sup>    | 7.10 <sup>-6</sup>                      |
| <b>Resistencia al ataque químico</b>               | EN 106       | Sin variación visible    | Sin variación visible                   |
| <b>Resistencia al choque térmico</b>               | EN 104       | Sin alteración           | Sin alteración                          |
| <b>Dureza Mohs</b>                                 | EN 101       | ≥ 5                      | > 5                                     |
| <b>Resistencia al impacto</b>                      | EN 122       | Sin variación visible    | Sin variación visible                   |

\* Obtenido en horno de rodillo industrial

Por otra parte, utilizando tecnologías que permitan características técnicas no tan exigentes (por ejemplo con porosidad de 0,5 a 1%, y resistencia mecánica inferior a 300

kg/cm<sup>2</sup>), se podrá obtener productos de alto contenido estético, para utilizarse como revestimientos interiores. En esta línea estarían algunos de los materiales ya obtenidos de gres porcelánico modificado.

### 3.3. Relación entre microestructura y propiedades del gres porcelánico

Es precisamente su microestructura lo que le confiere propiedades mecánicas y físicas peculiares y por lo que el gres porcelánico presenta resistencias excepcionalmente altas a todo tipo de tensiones, tales como el desgaste por abrasión, choque térmico, alto tránsito peatonal y resistencia al impacto.

Como consecuencia de la composición química y mineralógica de la pasta cerámica inicial, de la finura de las materias primas y de la temperatura de cocción cercana a los 1220°C, (entre 1200-1250°C) la microestructura de las plaquetas cocidas se caracteriza por la presencia de cristales fuertemente enlazados de mullita y cuarzo residual, embebidos en una matriz vítrea de porosidad muy baja. La mullita es la fase cristalina principal que se presenta a altas temperaturas, debido a la reacción del metacaolín, que se forma por deshidroxilación de los materiales caolinílicos. La obtención por cocción de plaquetas altamente sinterizadas es debida, principalmente, a la reactividad de la metacaolinita y a la acción de fusión de los feldespatos a las temperaturas aptas para que haya reacciones de los componentes que producen la fase líquida.

Según Barbieri et al. (1995) y Manfredini et al. (1996) la densa microestructura del material cocido es responsable de las propiedades físicas y físico-mecánicas de este material. Así, medidas realizadas por ellos en plaquetas industriales de gres porcelánico dan los siguientes valores para la microdureza Vickers: 4,94-6,09 GPa; módulo de Young: 68,7-73,6 GPa; resistencia a la abrasión: 1,48-1,84g/30x30.

Observaban una relación entre la disminución de la resistencia a la abrasión con respecto al incremento del módulo de Young en las plaquetas ensayadas.

Dondi et al. (1999) dan una densidad aparente para el material de 2,3 a 2,4 g/cm<sup>3</sup>, que no guarda una relación clara con la composición química de las pastas. Las propiedades mecánicas dependen, en primer lugar de la porosidad, de lo compacto que sea el material, cuanto mayor sea la densidad aparente mayor será el módulo de Young y el módulo de rotura. Encuentran una correlación positiva entre la resistencia mecánica y el contenido de alúmina (y mullita) de las pastas.

### 3.4. Aplicaciones arquitectónicas del gres porcelánico convencional

Como se viene comentando y redundando en el amplio abanico de aplicaciones de este material se detallan a continuación ejemplos de estas aplicaciones que acreditan al gres porcelánico como una solución sumamente interesante en cuanto a calidad y diseño: **En usos domésticos o residenciales**, debido a sus buenas cualidades decorativas y técnicas, este material se integra en la vivienda de primer uso o segunda residencia, donde los pisos y paredes pueden expresar las maneras y estilos diferentes de vivir. Estilos clásicos o rústicos y modernos, pulidos o mate, etc. Se usan en salones, baños, cocinas, pasillos y otras zonas de la vivienda, aportando practicidad, elegancia y personalidad a los ambientes.

**Uso industrial:** Ya se ha comentado que las características y propiedades tecnológicas del gres porcelánico lo hacen especialmente apropiado para su uso en aplicaciones industriales. Superficies de alto tránsito, fachadas, revestimientos industriales en galerías, túneles, aceras, etc., son lugares especialmente indicados para su utilización, por su resistencia al desgaste, a las heladas, al ataque químico, presencia de agentes

contaminantes, grasas y aceites, y por su fácil mantenimiento y limpieza. La elección del acabado dependerá del uso al que se destine el pavimento.

**Uso en edificios públicos y en grandes superficies:** En edificios públicos, en donde las áreas de tránsito están sujetas a intensas tensiones y tráfico peatonal, se necesitan soluciones especiales con buena técnica y diseño. El gres porcelánico ha demostrado ser un material sumamente funcional, resistente e higiénico en edificios públicos, tales como hospitales, estaciones de ferrocarril, aeropuertos, edificios oficiales, áreas comerciales y edificios comunes, incluso lugares públicos como restaurantes, discotecas, comercios de todo tipo y especialmente en supermercados, oficinas, teatros, etc., donde el GP permite crear escenas decorativas originales debido a su infinita modularidad y riqueza de aspectos.

En cuanto a estas aplicaciones, es interesante destacar que la búsqueda de nuevos efectos del material ha dado lugar a una serie de ellos en el producto final, tales como el pulido permitiendo el desarrollo de dos variedades de gres porcelánico: el natural y el pulido.

El porcelánico natural o sin pulir (no recibe ningún tratamiento tras su cocción) presenta un aspecto natural llegando a imitar a las piedras que encontramos en la propia naturaleza, como las pizarras, los mármoles, los adoquines, ...

Si el porcelánico es **pulido** una vez finalizada la fase de cocción del producto, se pule la pieza adquiriendo un aspecto extremadamente brillante, imitando los efectos superficiales de cualquier mármol pulido.

Otro tratamiento del producto final es el rectificado de las piezas, que permite la modificación de sus dimensiones y así eliminar los problemas de estabilidad dimensional, y además le confiere una geometría muy regular.

El biselado de los cantos de las piezas o la eliminación de las juntas laterales de las mismas es otro tratamiento importante que se da en la actualidad. Posibilita su colocación sin juntas de separación, logrando un efecto estético final de gran calidad.

Otra variedad de gres porcelánico que se encuentra en el mercado internacional en los últimos tres años es el pavimento de base porcelánica, conocido por gres porcelánico esmaltado. El producto se ha consolidado como una alternativa a los productos cerámicos esmaltados y es una posibilidad más para los fabricantes, hasta la fecha, de gres porcelánico "tradicional" (Ascer, 2000). Su producción se está generalizando internacionalmente, puesto que con la tecnología de la monococción se puede conseguir un producto de altas prestaciones técnicas. También recibe los tratamientos de pulido, rectificado, satinado o biselado de los cantos.

#### **4. Gres porcelánico modificado (GPM)**

Diversos autores han investigado sobre las materias primas, procesado, características, propiedades físico-mecánicas y aplicaciones arquitectónicas del gres porcelánico convencional. Pero hay pocas referencias conocidas en las que se obtienen otros tipos de este material como es el gres porcelánico modificado por la utilización de materias primas secundarias o residuos.

El sector cerámico español busca la reducción de los costes del gres porcelánico mediante la sustitución de los actuales componentes químicos por otros que sean más fáciles de conseguir y por lo tanto más baratos. Se trabaja en la línea de encontrar un sustituto del feldespato, el más caro de los tres componentes del gres porcelánico.

Las investigaciones están dirigidas a que el feldespato pueda ser reemplazado por algún tipo de residuo industrial, preferentemente la ceniza que se obtiene de la combustión del carbón o del petróleo en las centrales térmicas, aunque tampoco se

descarta la de los residuos sólidos urbanos y los derivados de la industria del granito, serrines y lodos, así como, incluso vidrios de tubos de TV y rayos catódicos.

Con la sustitución de los feldespatos en la fórmula química del gres porcelánico, que también incluye cuarzo y arcillas caoliníficas, se conseguiría un doble objetivo: Además de reducir el coste de fabricación de las piezas de gres porcelánico, también se estaría desarrollando una labor recicladora muy interesante, como es el caso de la investigación de diversos centros italianos y españoles (Hernández Crespo y Rincón, 2000, 2001)

Hay que señalar que el feldespato significa entre el 15 y el 20% de los componentes del gres porcelánico, llegando en algunos casos a suponer hasta el 25%. En lo que respecta a los costes de producción, el feldespato puede alcanzar hasta el 35% del total.

Uno de los problemas con los que se puede encontrar la industria a la hora de asumir el material fundente obtenido de la incineración o utilización de diversos residuos es que muchas empresas no tienen plena confianza en la homogeneidad de las materias primas obtenidas de los residuos, por ello, sería conveniente, que como ocurre en Estados Unidos y Alemania, se encarguen de su recogida y de llevar a cabo su posterior proceso de vitrificación para de esta manera responsabilizarse del producto.

Podría considerarse el gres porcelánico modificado más un concepto que un material con una determinada fórmula. Es decir, el objetivo es conseguir baldosas con las mismas características técnicas, de entre las que destaca poderosamente su prácticamente nula absorción de agua, situada por debajo del 0,1%, mientras que el gres tradicional no alcanza índices tan bajos.

Las propiedades de este material son las mismas e incluso a veces mejoran en relación con las del convencional y las aplicaciones de este gres porcelánico modificado son en principio iguales a las del gres porcelánico convencional, detalles sobre su obtención y propiedades se dan en la lección última de este seminario (Rincón et al., 2001).

En España el gres porcelánico está creciendo vertiginosamente y numerosas empresas de la industria están dirigiendo sus inversiones hacia la instalación de plantas productivas de este material. Parte de su éxito es que se ha conseguido dotar a un material de altas prestaciones técnicas, de una mayor calidad estética.

Es el tipo de producto cerámico de más reciente aparición en el mercado Su producción que se inició en 1988, es completa en variedad y crece a medida que crece la demanda. Según la Normativa el gres porcelánico está comprendido dentro del grupo B1a (Baldosas cerámicas prensadas en seco con absorción de agua  $E < 0,5\%$ ) de la Norma ISO 13006 y UNE 67-087.

Se están desarrollando grandes formatos (90x120 cm), que abren nuevas posibilidades en la sustitución de las piedras naturales de fachadas, en encimeras de cocinas y baños. La investigación avanza en sus efectos decorativos potenciándose productos de carácter rústico y los mosaicos. Recibe múltiples tratamientos superficiales para conseguir innovadores efectos, como el rectificado, el pulido, el satinado, etc. Las piezas complementarias cada vez están más trabajadas, destacando el desarrollo de los relieves y la creación de cenefas y rosetones ricos y complejos.

## 5. Materiales vitrocerámicos

### 5.1. Fundamentos

La nucleación y cristalización pueden definirse como los procesos térmicos y cinéticos en virtud de los cuales, a partir de una fase estructuralmente desordenada, se forma una fase sólida estable con una ordenación geométrica regular.

Este proceso de ordenación, es consecuencia de una disminución de la energía libre del sistema cuando un fundido es enfriado por debajo de su temperatura *liquidus* ( $T_L$ ).

Como los vidrios o sustancias vítreas se encuentran “congelados” en estado de subenfriamiento con un contenido energético mayor que el equilibrio termodinámico [1], pueden evolucionar en condiciones favorables para formar especies cristalinas estables. Este fenómeno se conoce con el nombre de Desvitrificación, ya que constituye un fenómeno que se opone a la propia naturaleza del vidrio.

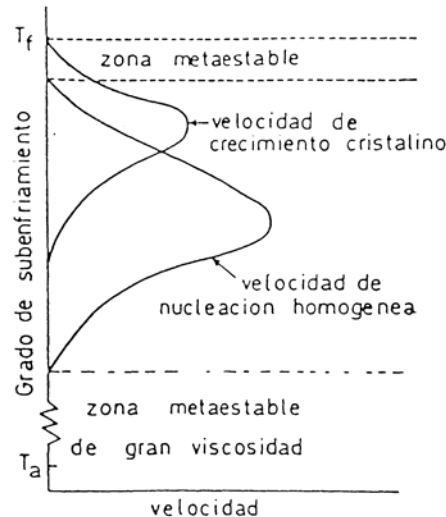
Las bases científicas sobre la cristalización de líquidos subenfriados fueron establecidas por Tamman [2], cuyas investigaciones pusieron de manifiesto la existencia de las dos etapas principales que determinan el proceso de desvitrificación: Nucleación o formación de gérmenes cristalinos y Cristalización o desarrollo de los cristales. Pero es en las décadas entre 1960 y 1980 cuando las teorías generales sobre nucleación y cristalización en vidrios quedaron establecidas, debido a la importancia que adquiere el control del proceso de desvitrificación en la producción de materiales vitrocerámicos o vitrocristalinos [3, 4]. De esta forma lo que en un principio eran procesos no deseables en la obtención de vidrios, ya que daba lugar a defectos, se ha transformado en un mecanismo indispensable para obtener materiales cerámicos con propiedades tecnológicas útiles.

### 5.2. El proceso vitrocerámico

El proceso vitrocerámico supone la obtención inicial de un vidrio, a partir del cual, mediante tratamientos térmicos de nucleación y cristalización, se obtienen materiales vitrocristalinos con una microestructura y propiedades determinadas, que están en función de la composición química original y de las aplicaciones posteriores de dicho material [4]. Es, pues, evidente que de todo el proceso vitrocerámico el control de la desvitrificación, es decir, el control de la nucleación y la cristalización del vidrio de partida, es el aspecto más delicado del mismo. La desvitrificación controlada de un vidrio depende, además de otros factores estructurales y composicionales, de su comportamiento termodinámico y cinético, el cual determinará los ciclos térmicos más adecuados que hay que aplicar en cada caso para llegar a obtener el material final que se desea.

Los mecanismos por los que se produce la nucleación de un vidrio pueden ser de tipo homogéneo, si es a partir de los propios constituyentes del fundido, o de tipo heterogéneo, si la nucleación se desarrolla a partir de partículas con diferente composición química o sobre las interfases determinadas por las superficies que limitan al fundido.

Desde el punto de vista cinético, las velocidades de nucleación y cristalización presentan sendos intervalos máximos de desarrollo respecto a la temperatura. La velocidad de nucleación depende, además de la probabilidad de formación de núcleos estables, de la difusión de los distintos constituyentes necesarios para el desarrollo del núcleo. Asimismo, la velocidad de crecimiento cristalino también se ve influida por la capacidad de transporte de los componentes químicos hasta el cristal en desarrollo.

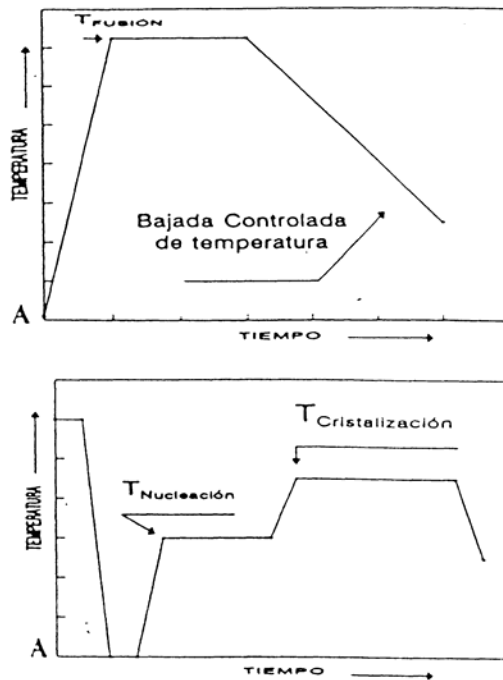


*Variación de las velocidades de nucleación y crecimiento cristalino en vidrios en función del grado de subenfriamiento*

Del estudio experimental de la variación de la viscosidad frente a la temperatura, pueden definirse una serie de intervalos delimitados por puntos de viscosidad fija y que en buena medida condicionan los procesos de desvitrificación controlada. En líneas generales, para conseguir una nucleación efectiva, la temperatura óptima de nucleación debe situarse dentro del intervalo térmico correspondiente a un valor de la viscosidad igual a  $10^{11}$ - $10^{12}$  dPa·s, es decir, temperaturas ligeramente superiores a la temperatura de transformación vítrea ( $T_g$ ), la cual representa la frontera entre el estado rígido y el plástico de un vidrio, y cuya viscosidad suele ser igual a  $10^{13,3}$  dPa·s. Asimismo, la temperatura superior de cristalización de un proceso vitrocerámico, corresponderá con el intervalo térmico donde sea posible la máxima cristalización sin deformación del material. Por lo general, estará en función de la temperatura *liquidus* de la fase cristalina mayoritaria.

La desvitrificación controlada puede realizarse bien incluyendo los tratamientos térmicos adecuados dentro de un único ciclo de fusión-enfriamiento, o bien obteniendo primero el vidrio y provocando posteriormente la desvitrificación mediante los ciclos de nucleación y cristalización correspondientes.

En el primer caso se habla de Proceso Petrúrgico y consiste en obtener materiales vitrocristalinos según ciclos térmicos similares a los procesos naturales de génesis mineral, es decir, a partir de la nucleación y cristalización de un fundido desde su temperatura *liquidus* y durante su enfriamiento hasta temperatura ambiente (cristalización primaria de un fundido).



*Diferentes ciclos térmicos para el proceso de producción de materiales vitrocerámicos. a) Proceso de tipo petrúrgico; b) Proceso de tipo vitrocerámico propiamente dicho.*

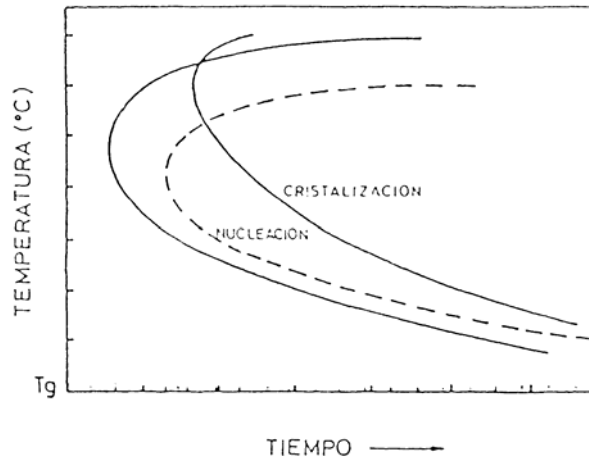
En este proceso, es necesario un riguroso control de la composición química inicial, la cual debe favorecer la obtención de fundidos en los que puedan cristalizar fases con facilidad de sustituciones isomorfas, ya que la desvitrificación va a depender de la capacidad de los constituyentes para organizarse entre sí para formar estructuras cristalinas estables. Para estimar la evolución de los procesos de desvitrificación por vía petrúrgica, existen diferentes métodos que permiten evaluar, mediante el cálculo de parámetros geoquímicos, el comportamiento de un fundido con una composición determinada. Dichos métodos están basados en adaptaciones de las secuencias teóricas de cristalización conocidas para diferentes sistemas; en relación existente entre los elementos formadores y modificadores de red o, en la adecuación de la composición inicial para conseguir desvitrificaciones monofásicas.

La vía petrúrgica es la más comúnmente aplicada en la fabricación de materiales vitrocerámicos a partir de materias primas naturales (rocas y minerales) y residuos industriales (escorias de fundición, etc.). Suelen ser fundidos silicatados con bruscos cambios de viscosidad en intervalos de temperatura muy reducidos lo que determina una fuerte tendencia a la desvitrificación, típica de vidrios aptos para su moldeo por colaje. En general, el proceso seguido es: fusión y homogeneización del fundido; colado sobre moldes pre-forma; ciclos de enfriamiento lento apropiados para conseguir la desvitrificación de las fases cristalinas mayoritarias.

En el segundo caso se habla de Proceso Vitrocerámico y consiste en provocar la desvitrificación en un vidrio previamente obtenido mediante tratamientos de nucleación y cristalización controlados (cristalización secundaria de un vidrio).



La vía vitrocerámica es el proceso seguido para obtención de la mayoría de los materiales vitrocerámicos comercializados fabricados a partir de materias primas puras o de síntesis. La representación de la formación/no formación de fases cristalinas o núcleos en la matriz cristalina en función de la temperatura y el tiempo de tratamiento, da lugar a las denominadas curvas TTT (Transformación-Temperatura-Tiempo), las cuales permiten visualizar fácilmente los intervalos de nucleación y crecimiento cristalino.



*Curvas Transformación-Temperatura-Tiempo (TTT) respecto a la cristalización de vidrios*

En ambos procesos (vitrocerámico y petrúrgico) es usual la adición de agentes nucleantes en las composiciones originales para favorecer la nucleación, sobre todo en aquellos sistemas que dan lugar a vidrios muy estables y, por tanto, presentan una baja tendencia a la desvitrificación. Aunque su uso es general, en vidrios con una alta tendencia a cristalizar (como los formadores a partir de rocas, minerales y residuos industriales), éste se justifica más para el afinado de la microestructura y mejora de propiedades que para provocar la nucleación, ya que sus composiciones y características estructurales la nucleación parece producirse por mecanismos de nucleación y cristalización de vidrios obtenidos a partir de composiciones basálticas [6].

Estos aditivos, crean distintas discontinuidades en la red vítrea actuando como centros de la nucleación. Para que sean realmente eficaces, deben de ser sustancias con una velocidad de nucleación elevada y fácilmente solubles en vidrio a temperaturas altas. Durante el enfriamiento, la solubilidad de estas sustancias debe de disminuir para permitir la segregación y formar gérmenes de núcleos estables. Por otro lado, el crecimiento cristalino posterior ha de estar garantizado por una tensión interfacial baja y una estrecha semejanza entre los parámetros reticulares de la fase cristalina que precipita y la fase nucleante.

Pueden clasificarse en dos grandes grupos: uno en el que se incluyen óxidos como el  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , ... y haluros, fosfatos, etc. que actúan por diferentes mecanismos (cambio de valencia, descompensación de carga iónica del enlace, etc.) segregándose de la matriz vítrea y favoreciendo la formación de núcleos. Este tipo de nucleantes suelen incorporarse en proporciones entre el 1% y el 10%. El segundo grupo, menos soluble, lo integran algunos sulfuros y ciertos metales en forma elemental como el Pt, Ag, Cu y Au. La menor solubilidad de estos agentes nucleantes, suele resolverse aplicando procesos de fotosensibilización (desvitrificación controlada fotoestimulada), ampliamente utilizados en la cristalización de vidrios utilizados en la cristalización de vidrios pertenecientes al sistema  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ .

### 5.3. Tipos de materiales vitrocerámicos en función de sus materias primas y aplicaciones

Según la naturaleza de las materias primas utilizadas en la fabricación de vitrocerámicos, éstos pueden clasificarse como [8, 9]:

- a) Vitrocerámicos Técnicos.- Son generalmente blancos y se obtienen a partir de materias primas utilizadas en la fabricación de la mayoría de vidrios comerciales. Se agrupan según el componente mayoritario: Li, Mg, B, Ba, etc. Es frecuente la adición de otros óxidos con el fin de variar las propiedades del material (tabla 1).
- b) Vitrocerámicos para usos arquitectónicos o industriales del tipo de materiales petrúrgicos.- Aquellos cuya materia prima está constituida por rocas, minerales y mezclas de ambos.
- c) Vitrocerámicos de usos arquitectónicos a partir de residuos industriales.- Fabricados a partir de escorias y desechos de origen metalúrgico, o bien fabricados a partir de las cenizas de combustión de sólidos y residuos industriales.

#### 5. 3.1. Materiales Vitrocerámicos a partir de materias primas puras

Los materiales vitrocerámicos obtenidos a partir de materias primas puras, (de síntesis o técnicos, constituyen la mayoría de los vitrocerámicos comerciales. En la tabla 1, se presentan algunos de los materiales vitrocerámicos comercializados, especificando su nombre comercial, fases cristalinas mayoritarias, propiedades y aplicaciones.

Desde que en 1957 se llevara a cabo la primera patente de material vitrocerámico por Corning Glass, (Pyroceram), se han realizado numerosos trabajos de investigación sobre estos materiales por sus buenas aplicaciones tecnológicas, fundamentalmente en los años sesenta y setenta. La mayor parte de los vitrocerámicos comerciales existentes, se consiguen a partir de vidrios de silicatos con  $\text{Li}_2\text{O}$ , debido a la elevada intensidad del campo de  $\text{Li}^+$ , que favorece la cristalización .

Desde los trabajos iniciales sobre los procesos de nucleación y cristalización en sistemas sencillos, como el de la sílice y el sistema binario  $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$  , quizá el más utilizado haya sido el sistema  $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , en el cual se obtienen materiales vitrocerámicos cuyas fases mayoritarias (espodumena y eucryptita) presentan unos coeficientes de dilatación muy bajos. Sobre este sistema, son numerosos los estudios realizados para evaluar el comportamiento de su desvitrificación en distintos intervalos térmicos y sobre el papel que juegan diferentes nucleantes. Así, por ejemplo, cuando se utilizan metales del grupo del Pt, se pueden conseguir materiales casi completamente cristalizados tratados primeramente entre  $580^\circ\text{C-650}^\circ\text{C}$  y luego en el intervalo  $700^\circ\text{C-850}^\circ\text{C}$ . Estos vitrocerámicos tienen buenas propiedades mecánicas y eléctricas. Cuando se utilizan  $\text{TiO}_2$  o  $\text{P}_2\text{O}_3$  como catalizadores de la nucleación se obtienen materiales con muy bajos coeficientes de dilatación térmica. El mismo comportamiento, se ha observado en el sistema  $\text{Li}_2\text{O-ZnO-SiO}_2$ , en el que se obtienen materiales vitrocerámicos con altas prestaciones mecánicas. Otros sistemas estudiados de los que también se han obtenido materiales vitrocerámicos con buenas propiedades, han sido los sistemas  $\text{Li}_2\text{O-CdO-SiO}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{O-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  y  $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-TiO}_2$ .

También son importantes los vitrocerámicos obtenidos a partir del sistema  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , ya que son materiales que combinan sus buenas propiedades dieléctricas con su alta resistencia mecánica y sus valores medios y bajos de coeficientes de dilatación térmica. Dichas propiedades se deben a la formación de cordierita en un amplio rango de temperaturas. Cuando es utilizado el Pt como nucleante en este sistema, tiene una gran influencia sobre la cinética de la cristalización, fundamentalmente, acelerando la transformación de las distintas fases de cordierita en tiempos más cortos de tratamiento.

## VITROCERÁMICOS COMERCIALES

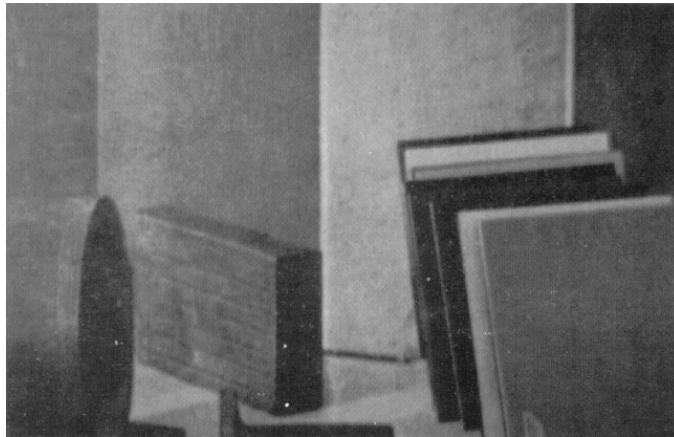
| NOMBRE COMERCIAL                        | PRINCIPALES FASES CRISTALINAS   | PROPIEDADES   | APLICACIONES                                    |
|---|---|---|---|
| <b>CORNING GLASS</b>                    |   |   |   |
| Código 8603                             | $\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$<br>$\text{Li}_2\text{O}\cdot 2\text{SiO}_2$  | Mecanizable fotoquímicamente  | Moldes de Impresión                             |
| Código 9696                             | $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$<br>(cordierita)<br>$\cdot\text{SiO}_2$<br>$\cdot\text{TiO}_2$                                  | Transparente a las microondas. Resistente al choque térmico y erosión           | Cabezas de misil                                |
| Código 9608                             | $\beta$ -Spodumena s. sol.  | Baja expansión.<br>Durabilidad química  | Utensilios de cocina                            |
| Código 0303                             | $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$<br>(nefelina)<br>$\text{BaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$<br>(celsiana) | Resistente  | Vajillas de mesa                                |
| Código 0333                             | $\beta$ -Spodumena s. sol.  | Resistente, de fácil limpieza   | Recubrimientos fachadas                         |
| Código 9615                             | $\beta$ -Spodumena s. sol.  | Baja expansión, resistente, estabilidad y durabilidad térmica, fácil de limpiar |   |
| Código 9455 (Cercor) <sup>®</sup>       | $\beta$ -Spodumena s. sol.<br>Mullita   | Baja expansión, alta estabilidad térmica  | Cambiadores de calor                            |
| <i>High-K Vitrocerámico</i>             | (Ba, Sr, Pb) $\text{Nb}_2\text{O}_6$  | Alta constante dieléctrica  | Condensadores                                   |
| <i>Fuji HEATRON</i>                     | $\beta$ -Cuarzo s. sol.   | Baja expansión, transparencia, estabilidad térmica                              | Tubos calefactores                              |
| <i>General Electric R-X<sup>®</sup></i> | $\text{Li}_2\text{O}\cdot 2\text{SiO}_2$  | Soldadura metales, dieléctrico  | Casas, Bushing                                  |
| <i>Narumi Seito Neoceram 11</i>         | $\beta$ -Spodumena s. sol.  | Baja expansión, estabilidad química   | Vajilla cocina                                  |
| <b>OWENS-ILLINOIS CER-VIT</b>           |   |   |   |
| C101                                    | $\beta$ -Cuarzo s. sol.   | Baja expansión  | Espejos de telescopios                          |
| C106                                    | $\beta$ -Spodumena s. sol.  | Traslúcido, baja expansión  | Cubiertas de focos de calor                     |
| C126                                    | Idem  | Opaco, alta resistencia, baja expansión   | Tubos, válvulas                                 |
| <i>Pfautler Nurecite</i>                | Silicatos alcalinos   | Recubrimientos, resistencia al impacto y a la abrasión                          | Procesos químicos, aparatos de calefacción      |
| <b>PPG Herculit</b>                     |   |   |   |
| 106                                     | $\beta$ -Spodumena s. sol.  | Baja expansión, traslúcidos   | Superficie cocina, ventanas de alta temperatura |
| 101                                     | $\beta$ -Cuarzo s. sol.   | Transparente  | Transparencia al infrarrojo                     |
| <i>Neoparis</i>                         | <i>Wollastonita+ anortita</i>   | opaco   | FACHADAS VENTILADAS                             |

### 5. 3.2. Materiales vitrocerámicos de uso arquitectónico a partir de rocas y minerales

Globalmente, se consideran como tales aquellos materiales obtenidos a partir de escorias, rocas y minerales. La terminología más usada para designar a estos materiales es la de “materiales petrúrgicos” (o sitals), si bien no es del todo correcta pues el adjetivo “petrúrgico” indica un tipo de procesado y no un determinado tipo de materia prima.

Tradicionalmente, es en los países del Este de Europa donde la industria petrúrgica tiene sólidas bases con numerosas instalaciones para la fabricación de productos en Rusia, Bulgaria, Polonia, Alemania (sobre todo en la antigua República Democrática Alemana) y en las actuales repúblicas Checa y Eslovaca. Más recientemente, se incluirá en esta lista países como Reino Unido, Italia, Austria, USA y Japón. La siguiente figura muestra un aspecto de la vitrina dedicada a materiales vitrocerámicos tipo petrúrgico expuesta en el Museo de la Tierra y el Hombre de Sofía en Bulgaria.

Como ejemplo de materiales vitrocerámicos a partir de sustancias puras obtenidas por vía petrúrgica, son destacables las investigaciones llevadas a cabo en el Dpto. de Materials Science del Imperial College de Londres las cuales han dado lugar a distintas patentes, [19, 20], así como las realizadas por J. Ma. Rincón en los últimos años. El material obtenido, llamado SILCERAM, es el resultado de la cristalización controlada de un vidrio formulado en el sistema  $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ . El intervalo de composiciones que estos autores han utilizado es:  $\text{CaO}=0\text{-}30\%$ ;  $\text{MgO}=0\text{-}30\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3=5\text{-}35\%$  y  $\text{SiO}_2=35\text{-}75\%$ . Para provocar la cristalización, se añaden como agentes nucleantes  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en cantidades del 0,5 al 10%. La adición de estos óxidos hace posible la cristalización primaria, ya que ambos actúan conjuntamente estimulando la nucleación y crecimiento de pequeños cristales de espinelas, ( $<1\ \mu\text{m}$ ), los cuales ejercen el papel de núcleos en un amplio intervalo de temperaturas que se solapa con el intervalo de cristalización de la fase mayoritaria que es un piroxeno.



*Materiales VC petrúrgicos del Museo Tierra y el Hombre de la ciudad de Sofía, Bulgaria.*

Asimismo, otros factores esenciales de cuyo control depende la consecución de buenos materiales vitrocrystalinos son la temperatura y el tiempo de los tratamientos térmicos realizados: cuanto mayor es la capacidad de cristalización del vidrio y menor velocidad de crecimiento de los cristales, más fina es la microestructura del producto final. En caso contrario, la microestructura se caracteriza por poseer un menor número de cristales, pero de mayor tamaño.

El uso preferente de rocas de tipo ígneo (sobre otros tipos de rocas y materias primas naturales) en la producción de materiales vitrocerámicos, se debe a la relativa mayor constancia de la composición química y homogeneidad mineralógica, lo cual favorece el procesamiento posterior. A su vez, la elección de rocas basálticas viene determinada por su menor temperatura de fusión y la mayor fluidez del fundido lo que, a priori, las hace más aptas para su procesado vitrocerámico.

Una roca puede tener ocho o nueve de estos minerales normativos pero, después de la fusión y de la recristalización, no suelen aparecer más que tres o cuatro fases, fundamentalmente: magnetita, un piroxeno de tipo diópsido, a veces plagioclasa (labradorita-anortita) y, más raramente, olivino. Los puntos de fusión estipulados para estos minerales varían desde los 1118°C de la albita hasta los 1686°C de la leucita. La mayoría sobrepasan los 1500°C. Naturalmente, la fusión de sus mezclas disminuyen las temperaturas de fusión de la roca (1100°C-1300°C).

El orden de aparición y desarrollo de estas fases, por debajo de los 1300°C, depende de los tratamientos térmicos aplicados: 1º) Si éstos son incluidos en el curso de un enfriamiento lento del fundido original desde la temperatura *liquidus*, entonces, la sucesiva aparición de fases minerales se da por mecanismos similares a los que, de manera natural, originan la formación de rocas ígneas (Proceso petrogenético = proceso petrógeno o de cristalización primaria, [6]). 2º) Si por el contrario, una vez obtenido el vidrio se aplican tratamientos térmicos desde bajas temperaturas (=500°C), se provoca una desvitrificación o recristalización secundaria en el vidrio de partida.

Ambas posibilidades deben considerarse para determinar los intervalos de aparición de cada fase, los cuales varían mucho unas a otras [24], por ejemplo: piroxenos entre 800°C-1180°C; magnetita y/o fases de Fe/Ti entre 700°C-1300°C; plagioclasas entre 1050°C-1150°C y olivinos entre 900°C-1250°C.

El amplio intervalo de temperaturas y las dificultades propias del procesado, hacen difícil conseguir piezas homogéneas en todos sus puntos en cuanto al tipo y tamaño cristalino de las fases desvitrificadas. Igualmente, la cristalización puede ser sólo superficial o afectar a la totalidad de la masa vítrea considerada [25]. La homogeneidad de las microestructuras de materiales vitrocerámicos, obtenidos con materias primas naturales, sigue siendo un problema incluso en las actuales plantas de producción de tecnologías avanzadas. Aún así, los materiales vitrocerámicos obtenidos a partir de rocas basálticas se caracterizan por su gran inercia química, baja velocidad de lixiviado y conductividad eléctrica (fundamentalmente electrónica), alta resistencia a la abrasión y buena resistencia mecánica [6].

Para obtener piezas de geometría estables y con buenas propiedades, las temperaturas de tratamiento deben de ser inferiores a la temperatura de deformación plástica. La adición de nucleantes hace que, en buena medida, se consigan productos con microestructuras muy finas evitando las deformaciones producidas por crecimientos cristalinos.

Por las buenas propiedades que pueden obtenerse, los materiales vitrocerámicos de rocas basálticas presentan multitud de aplicaciones industriales, constituyendo una valiosa alternativa a materiales y metales tradicionales [26, 27]. En pavimentos industriales y en hidrociclones, presentan una aplicación directa por sus condiciones favorables. También, los tubos de vitrocerámicos de basaltos son óptimos para la protección de tuberías de hierro por su resistencia al desgaste por abrasión en conducciones de líquidos corrosivos en las industrias químicas. Son, también, muy buenos materiales como matrices para la inmovilización y aislamiento de residuos tóxicos y radioactivos por sus bajas velocidades de lixiviación y estabilidad química a largo plazo [28, 29]. La fig. 6 presenta el aspecto de una serie de vitrocerámicos de basalto (con la superficie original de colado) obtenidos por el Grupo de Investigación de J. Rincón, así como dos vitrocerámicos comerciales (LAS de espodumena y otro, basaltic, importado en nuestro país desde los países del Este Europeo).

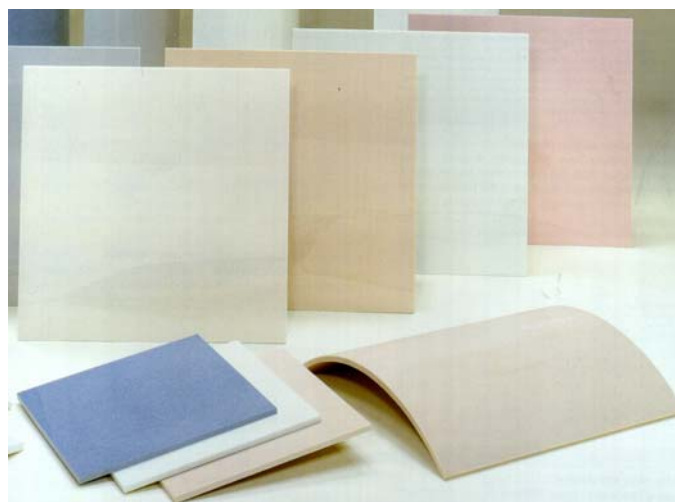


*Materiales vitrocerámicos experimentales obtenidos en el Lab de Mats. V y C del IETcc, CSIC a partir de basaltos y de materiales vitrocerámicos comerciales similares a los de espodumena de placas de mesas calefactoras con altas resistencia a la abrasión*

## **6. Materiales vitrocerámicos sinterizados**

### **6.1. Sinterizados en volumen**

Los materiales vitrocerámicos obtenidos por el proceso de sinterización/ cristalización debido a su versatilidad de composiciones y propiedades físicas y tecnológicas tienen una amplia gama de aplicaciones. Las aplicaciones de estos materiales en la Construcción y en Arquitectura es también una realidad especialmente en países tales como Japón, Rusia, Estados Unidos e incluso varios países asiáticos (Indonesia) y africanos (Ghana, Unión Sudafricana, etc.), pero su uso aún no se ha implantado en nuestro país en este campo de aplicación. Aún así, de hecho, de una manera indirecta, ya existen aplicaciones de los vitrocerámicos en nuestro país con los nuevos y recientes desarrollos de vidriados de tipo vitrocerámicos como recubrimiento de pavimentos cerámicos y revestimientos de fachadas de altas prestaciones.



*Placas de un pavimento vitrocerámico (Neoparis) de alta resistencia al desgaste obtenidos por procesos de sinterización*

Los materiales vitrocerámicos en la construcción cuando se utilizan en forma masiva, es decir no como recubrimiento, se fabrican fundamentalmente por la vía del procesado por sinterización imitando el proceso tradicional de producción de los pavimentos de gres por monococción. Así pues, se exponen a continuación, en primer lugar las aplicaciones de este tipo de materiales vitrocerámicos masivos y los fundamentos de su procesado y en segundo lugar, los fundamentos y aplicaciones de vidriados de tipo vitrocerámico como recubrimiento de baldosas o plaquetas de gres convencional y de gres porcelánico

Los procesos de sinterización son bien conocidos desde hace tiempo no sólo para la producción de metalurgia de polvos sino también en la producción de muchos materiales cerámicos convencionales y avanzados. En el caso concreto de vidrios apenas hay referencias en la literatura de materiales cerámicos y vidrios, a pesar de que existen productos comerciales muy extendidos como el “gresite” o “mosaico vítreo” que tiene un amplio mercado y aplicación en la industria de la construcción como material de revestimiento y decoración tanto de exteriores, como de interiores incluso en grandes superficies y de uso muy extendido en recubrimientos de piscinas y paredes de instalaciones deportivas. Algunos autores se han preocupado por investigar los fundamentos de la sinterización de polvos de vidrio, pero más recientemente es cada vez mayor el interés que se está dedicando a conocer más a fondo este tipo de proceso. De hecho, se ha aplicado este tipo de sinterización para el reciclado de vidrios de residuos del desguace de tubos de rayos catódicos (TVs y PCs).

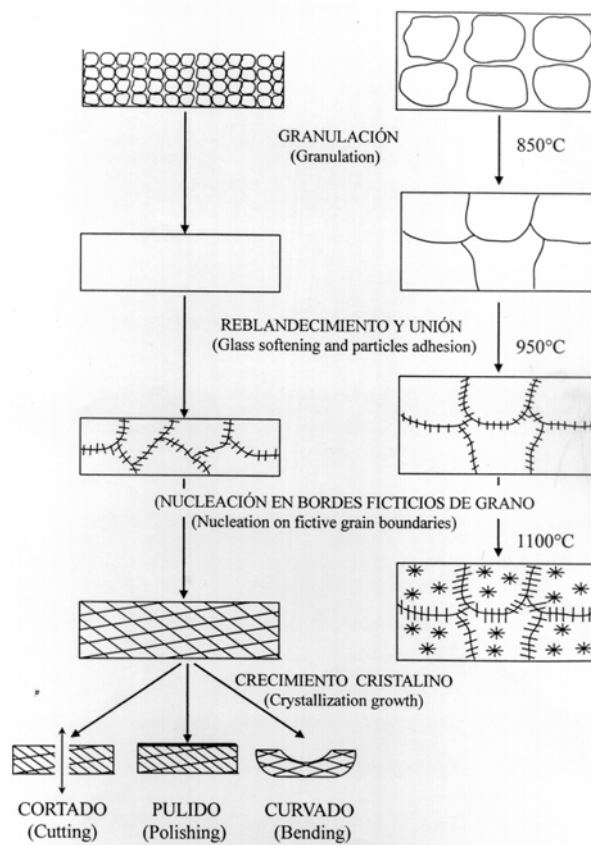
De hecho, hay tres posibilidades de producir vitrocerámicos por sinterización

- 1) por densificación de polvos de vidrio por sinterizado en estado viscoso y posterior tratamiento de nucleación y cristalización;
- 2) por crecimiento de “puentes o cuellos” entre las partículas vítreas, seguida de un proceso de contracción y simultánea cristalización de la matriz y
- 3) por sinterización de estado sólido o en fase líquida de polvos de materiales vitrocerámicos. Así, en vidrios de sistemas de aluminio-boratos ha sido posible realizar vitrocerámicos sinterizados por el proceso 1) con tratamientos térmicos posteriores entre 700-1000°C, obteniéndose materiales con una tenacidad de 2,4 MPam<sup>1/2</sup>. Materiales vitrocerámicos de cordierita se han obtenido también a partir de vidrios de sílicoaluminato de magnesio con la adición de agentes nucleantes de TiO<sub>2</sub> y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizando los procesos del tipo 1) y 2). En este tipo de procesos para controlar la sinterización es fundamental realizar una determinación experimental de la contracción tanto axial como radial.

Materiales vitrocerámicos sinterizados comercializados tienen un amplio uso en Arquitectura en Japón con una alta tasa de exportación como es el caso del producto comercializado con el nombre de NEOPARIS®. El aspecto de este material es como el de un mármol artificial y está constituido fundamentalmente por las fases cristalinas: β-wollastonita y anortita embebidas en una fase vítrea residual. Las cristalizaciones crecen hasta tamaños considerables de manera que pueden observarse a simple vista como ocurre con las mineralizaciones de muchos productos de piedra natural. Debido a la capacidad de reblandecimiento a elevadas temperaturas que posee la fase vítrea residual es hasta posible curvar este tipo de materiales previamente a su instalación de manera que se pueden realizar columnas y superficies curvas El proceso de obtención de este tipo de material implica la realización de varias etapas que se muestran en la siguiente figura conjuntamente con un esquema del aspecto de la microestructura del material en cada etapa de tratamiento térmico. Después del sinterizado inicial a unos 850°C, se inicia la cristalización en los bordes de grano progresando luego internamente con otro tipo de textura generalmente hasta rellenar de cristalizaciones todo el material. El acabado de este material como en los de gres porcelánico puede ser realizado en forma mate o bien con un pulido final.



Acabado de columnas en un edificio de Tokio realizado con el material vitrocerámico sinterizado Neoparis® (recogido del catálogo NEG, Japón, 1989)



Esquema del proceso de obtención de plaquetas de un vitrocerámico sinterizado (columna de la izquierda) y de la microestructura del material en las sucesivas etapas de tratamiento térmico (columna de la derecha)



Recientemente, Rincón y Romero del IETcc,CSIC han demostrado que precisamente el notable incremento de producción de los materiales de gres porcelánico va a conducir a la industria española a la producción de pavimentos vitrocerámicos masivos procesados por sinterización.

Una amplia gama de materiales vitrocerámicos sinterizados pueden obtenerse por el procesamiento de residuos industriales vitrificados tal y como se ha demostrado con lodos de goethita y jarosita procedentes de la hidrometalurgia del cinc [11]. Asimismo, a partir de vidrios de basalto obtenidos por la fusión de basaltos naturales se han podido obtener vitrocerámicos sinterizados en lo que la inclusión de un 5-10% de  $ZrO_2$  ha permitido obtener tenacidades de fractura superiores a las de los vitrobasaltos convencionales comercializados. Pequeñas piezas de materiales vitrocerámicos sinterizados se vienen fabricando en Bulgaria a partir de basaltos para aplicaciones en la industria textil debido a la alta resistencia a la abrasión o al desgaste de este tipo de materiales

Con vistas a la necesidad de disponer de este nuevo tipo de materiales varios fabricantes en España han desarrollado y fabricado materiales de este tipo para completar su gama de productos en el nivel alto para poder competir con otro tipo de materiales en el recubrimiento de, por ejemplo, fachadas, vestíbulos de grandes edificios, suelos de aeropuertos, etc. Así, la empresa de Castellón TORRECID inició hace unos años un trabajo de investigación, desarrollo e innovación con el objetivo de desarrollar un nuevo material cerámico con las siguientes características:

- Aspecto estético adecuado.
- Posibilidad de diseño personalizado.
- Sin limitación de formato.
- Inerte frente a los agentes químicos y atmosféricos.
- Resistente al desgaste y a las heladas.
- Elevada resistencia a la flexión

Como fruto del trabajo de investigación, desarrollo e innovación realizado en base a los objetivos planteados nació VITROCID®. Se trata de un nuevo material cerámico de construcción para recubrir fachadas, suelos y paredes fabricado únicamente a partir de vidriados. En su elaboración se parte de granos de vidriado con una composición especial y una distribución de tamaño de partícula definida y controlada. Dichos granos de vidriado se someten a un tratamiento térmico durante el cual sinterizan unos con otros y desvitrifican fases cristalinas, dando lugar a un material vitrocerámico. Como resultado se obtienen placas monocapa con una amplia gama de monocolors y efectos granito. Con VITROCID® también es posible conseguir cualquier tipo de diseño. Para ello se fabrica en placas bicapa en las que la decoración es aportada por una lámina que se aplica en sándwich entre dos capas de granos de vidriado. Dado que la lámina se decora con las técnicas habituales de serigrafía, rodillo etc., la definición y calidad del diseño es muy elevada, al igual que la variedad de posibilidades estéticas. Se puede reproducir con total fidelidad no solo piedras naturales, terrazos, papel pintado, etc., sino que también es posible fabricar placas con logotipos corporativos, imágenes publicitarias o cualquier otro motivo que sea de interés.

VITROCID® se puede fabricar en placas de grandes dimensiones (sin limitaciones de tamaño) o con formatos definidos, dependiendo de la necesidad de cada caso. Las características técnicas de VITROCID® también son dignas de mención. En la tabla 1 se exponen dichas características comparándolas con las de otros materiales como el mármol o el granito. Como se puede observar, VITROCID® cumple sobradamente los requisitos necesarios como material de recubrimiento de superficies tanto externas como

internas. En definitiva, VITROCID® presenta toda una serie de características técnicas y estéticas que lo diferencian por completo de los productos existentes hasta el momento en el mercado, haciendo que sea un material idóneo como recubrimiento de todo tipo de superficies:

- **Ilimitado.** VITROCID es un material versátil que permite la personalización de cualquier superficie. Ofrece infinitas posibilidades de diseño, texturas, colores y aplicaciones. En definitiva, todo lo necesario para convertir cualquier área en un ambiente personal y exclusivo.
- **Impermeable.** Debido a la nula absorción de agua y a la total ausencia de porosidad, VITROCID resiste sin daño alguno las heladas. Por la misma razón no es posible que penetren elementos contaminantes en su interior o que aparezcan manchas.
- **Moldeable.** Debido al porcentaje de fase vítrea remanente es posible curvar las placas sometiéndolas a un tratamiento térmico controlado. Gracias a esta propiedad, con VITROCID se puede recubrir superficies cóncavas y convexas, ampliando con ello el campo de aplicación a otro tipo de ambientes (columnas, bóvedas, etc.) que quedan fuera de toda posibilidad para los materiales planos.
- **Inalterable.** VITROCID resiste el paso del tiempo, hasta en los ambientes más agresivos. Su especial composición, junto con un total grado de sinterización, lo convierten en un material resistente al desgaste y a los agentes químicos y atmosféricos, manteniendo sus propiedades intactas en cualquier área en la que se utilice, incluso en las de alto tránsito.
- **Especular.** La apariencia superficial de VITROCID es como un auténtico espejo, reflejando la luz de manera delicada y natural.
- **Ligero.** No hay limitación de tamaño, siendo posible fabricar placas de grandes dimensiones con un espesor reducido, de manera que la relación peso-espesor es favorable frente a otros materiales como el mármol o granito.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE VITROCID®

|  | VITROCID | MÁRMOL    | GRANITO   |
|--|----------|-----------|-----------|
| Resistencia a los ácidos <sup>(1)</sup>  | AA       | D         | D-A       |
| Resistencia a las manchas <sup>(2)</sup>   | 1        | 3         | 3         |
| Coefficiente de restitución <sup>(3)</sup>   | 0,86-0,9 | 0,69-0,78 | 0,69-0,85 |
| Resistencia a la Flexión (N/mm <sup>2</sup> )  | 50       | 13,4-17,7 | 7,6-10,6  |
| Absorción de agua (%)  | 0,00     | 0,5-3,0   | 0,05-1,5  |
| Resistencia a la helada <sup>(4)</sup>   | 0,021    | 0,36      | 0,39      |
| Dureza Mohs  | 5-6      | 3-5       | 3-6       |
| Densidad (Kg·m <sup>-3</sup> )   | 2700     | 2700      | 2700      |
| <p><sup>(1)</sup> Según norma UNE 67-122-85. AA: resistente; A: ligero cambio de aspecto; D: pérdida completa de la superficie original</p> <p><sup>(2)</sup> Según norma UNE 67-122-85. 1: la mancha se limpia con agua; 2: la mancha se limpia con producto de limpieza; 3: la mancha no se limpia</p> <p><sup>(3)</sup> Según norma ISO-10515.5. Valores recomendados para pavimentos: uso intenso &gt;0,85; uso normal &gt;0,70; uso doméstico &gt;0,50</p> <p><sup>(4)</sup> Pérdida de peso (g) para una muestra de 10x10x15 mm después de 25 ciclos térmicos entre 25°C/2 días y -20 °C/4 horas</p> |          |           |           |

## 6.2. Sinterizados en capa fina: Recubrimientos VC para pavimentos de gres

Los vidriados de tipo vitrocerámico o vitrocristalino vienen usándose desde hace siglos en productos de cerámica artística y su presencia es frecuente en murales vidriados realizados con fines decorativos. A este tipo de vidriados pertenecen los de efecto aventurina que son conocidos desde la Antigüedad. Recientemente (década 1990-2000) se han desarrollado novedosas fritas que pueden ser transformadas en vidriados vitrocerámicos en el propio ciclo de cocción de pavimentos por el proceso de monococción obteniéndose mejores prestaciones respecto a los vidriados tradicionales. En años anteriores a la década indicada en donde este tipo de vidriados ha tenido su máximo desarrollo, se mencionan vidriados próximos a éstos, tales como:

- Vidriados opales y opacificados totalmente aunque su naturaleza vitrocristalina no es muy clara.
- Vidriados mate que apenas reflejan la luz incidente debido a la presencia de cristalizaciones parciales de willemita (silicato de zinc) y otros silicatos de calcio o de magnesio. Se sabe desde hace tiempo que la presencia de sales de  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ , Criolita o incluso de ciertos fosfatos pueden dar lugar a efectos similares.
- Vidriados satinados, intermedios entre los anteriores que pueden obtenerse a partir de composiciones que desvitrifican el vidrio original y que se consiguen por saturación de fases cristalinas en el enfriamiento o bien, por mezclas de dos fritas incompatibles entre sí, como cristalizaciones de bifosfato de titanio, produciendo esmaltes y vidriados muy resistentes al ataque ácido y alcalino.

Los vidriados desarrollados más recientemente en la década anterior para pavimentos y revestimientos de altas prestaciones se encuadran respecto a su composición en los sistemas vitrocerámicos más convencionales y pertenecen a los sistemas siguientes que se recogen en la tabla 1 conjuntamente con las principales fases cristalinas que se forman en este tipo de vidriados [14]:

FRITAS DE VIDRIO Y FASES CRISTALINAS OBTENIDAS POR PROCESO DE MONOCOCCIÓN RÁPIDA DE PAVIMENTOS CERÁMICOS DE GRES

| Composición del sistema  | Principal fase cristalina                                   | Microestructura   |
|--|---|---|
| $\text{Li}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ | Espodumena<br>Cordierita<br>Diópsido<br>Diópsido + anortita | Cristalitos redondeados<br>Cristales puntuales<br>Cristales cuadrados/redondos<br>Cristales alargados y prismáticos |
| Sistemas comerciales de vitrocerámicos   | Cordierita<br>Espodumena                                    | Cristales granulados<br>Cristales prismáticos   |
| $\text{Li}_2\text{O}-\text{ZnO}/\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ | Nefelina/celsiana   | Cristales en agujas   |
| $\text{Li}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$    | Leucita   | “Whiskers” de 1-2 $\mu\text{m}$   |

Las propiedades de este tipo de vidriados para materiales de gres son generalmente superiores a las de los vidriados convencionales con bases de boratos y de óxidos de plomo como puede verse en la tabla 2 en la que se recogen las características más destacadas de los vidriados

## COMPARACIÓN ENTRE ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES DE VIDRIADOS TRADICIONALES Y DE LOS DE TIPO VITROCERÁMICO (MODIFICADA DE REF. 13)

| PROPIEDAD                       | VIDRIADO VITROCERÁMICO | VIDRIADO CONVENCIONAL |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Índice de reflexión (%)         | 92,6                   | 89,1                  |
| Microdureza Vickers (GPa)       | 6,4                    | 6,0                   |
| Pérdida de peso (mg) (6000 rpm) | 56                     | 113                   |

Más recientemente (a finales del 2000) se ha demostrado por el Grupo/Lab de Materiales Vítreos y Cerámicos del Inst<sup>o</sup>.Torroja del CSIC la posibilidad de obtener vidriados de tipo vitrocerámico a partir de varios residuos industriales con un doble fin: reciclar productos tóxicos o que se producen en un tonelaje excesivo y al tiempo que mejorar las prestaciones de los vidriados tradicionales consiguiéndolos con un menor coste. Así, se han desarrollado vidriados en los que se forman cristalizaciones de dióxido y cristalizaciones de óxidos de hierro (hematita y magnetita) a partir de lodos de la producción de piedras naturales tales como el granito.

### 7. Plaquetas cerámicas laminadas

La amplia gama de materiales para fachadas que se han expuesto hasta aquí tiene su complemento y su futuro en los materiales laminados de tipo porcelánico como el que se expuso en la feria CEVISAMA hace unos años por unos fabricantes italianos y que se muestra en la siguiente figura. En el caso de aplicaciones de fachada una propiedad fundamental es ir a placados de mayor superficie y con mayor ligereza.



*Placas de gran formato para fachadas en gres porcelánico en multicapas o laminados (expuestos en la Feria de Valencia CEVISAMA en el año 2006)*

La gráfica que se muestra a continuación recoge la diferencia de densidad entre diversos materiales y en la misma puede verse que los laminados son la tendencia de futuro para sus aplicaciones en fachadas ya que unen la ligereza a sus altas resistencias mecánicas.

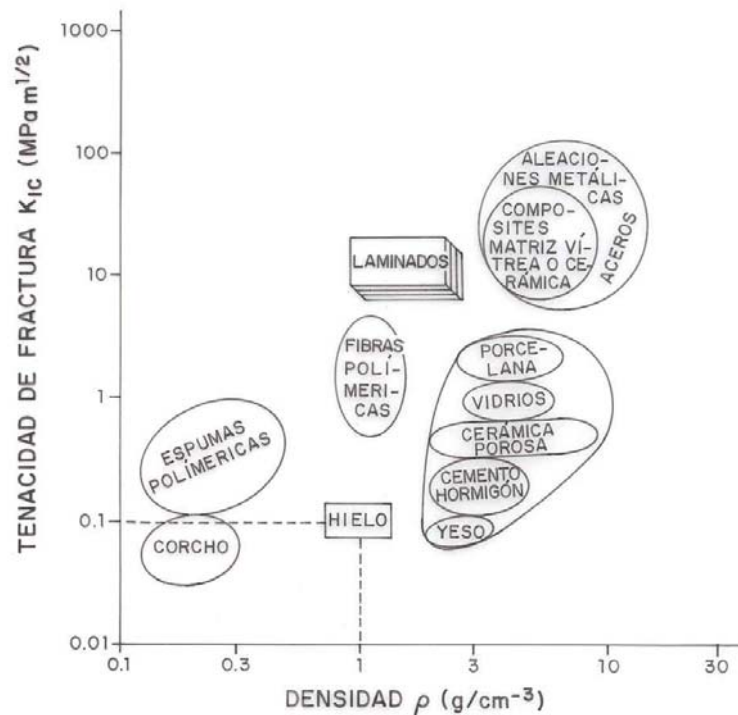


DIAGRAMA DE ASHBY MODIFICADO

*Relación entre la tenacidad de fractura de diversos materiales y su densidad (diagrama de Ashby traducido, simplificado y modificado por J.Ma. Rincón, abril 2007)*

## CONCLUSIÓN.-

La siguiente tabla de Rincón y Romero (1996) presenta a modo de resumen una comparación de características físicas y propiedades entre los materiales vitrocerámicos y otros tipos de materiales que tienen aplicaciones en fachadas de todo tipo (ventiladas o no ventiladas). La cerámica en fachadas con su complementariedad en equipamientos urbanos (parques, jardines y calles peatonales...) va a ser como ya han indicado otros autores, de hecho, la cara amable de una ciudad y un nuevo concepto de urbanismo, más cálido y menos frío que se está alumbrando ya en este siglo .

El reto científico, tecnológico y comercial de las fachadas ventiladas de cerámica puede dar lugar a plaquetas de mayor VALOR AÑADIDO, que es lo que necesita el sector para competir en el mercado actual tan globalizado. Es, una vez más en la Historia de la Tecnología, un reto y una ambición por realizar y hacer fácil y usual “lo difícil”.

Una vez más, y esto ya es obvio el decirlo: la “interdisciplinaridad” mas que la multidisciplinaridad es necesaria en este campo, ya que esta es una AVENTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA PARA SER COMPARTIDA por todos los implicados en los productos cerámicos, pues hay múltiples y enriquecedoras acciones que llevar a cabo en los próximos años.

Propiedades físicas y tecnológicas de materiales vitrocerámicos para la construcción y de otros materiales similares  
*Physic and technological properties of building glass-ceramics compared to other similar materials*

|   | Vitrocerámico<br><i>Glass-ceramic</i> |          | Gres porcelánico<br><i>Porcelaine stoneware</i> | Piedras naturales<br><i>Natural stores</i> |                           |                         | Vidrios<br><i>Glasses</i> |
|---|---------------------------------------|----------|---|--|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
|   | Convencional<br><i>Conventional</i>   | Neoparis |   | Basalto<br><i>Basalt</i>                   | Granito<br><i>Granite</i> | Mármol<br><i>Marbre</i> |                           |
| Densidad (g/cm <sup>3</sup> )/ <i>Density (g/cm<sup>3</sup>)</i>  | 2,4-3,6                               | 2,7      | 2,5   | 2,9  | 2,6                       | 2-7                     | 2,4                       |
| <b>Resistencia mecánica/<i>Mechanical strength</i></b>  |                                       |          |   |  |                           |                         |                           |
| Flexión (MPa)/ <i>Flexion (Mpa)</i>   | 80-300                                | 51       | > 50  | 300  | 15                        | 17                      | 56-70                     |
| Compresión (MPa)/ <i>Compression (MPa)</i>  | ---                                   | 12-56    | ---   | ---  | 6-30                      | 9-23                    | ---                       |
| Módulo de elasticidad (MPa)/ <i>Elasticity modulus (MPa)</i>  | 70-180                                | 52       | ---   | 100  | 43-61                     | 28-84                   | 70                        |
| <b>Dureza/<i>Hardness</i></b>   |                                       |          |   |  |                           |                         |                           |
| Mohs  | 8                                     | > 5      | > 5   | 7  | 5,5                       | 3-5                     | 5                         |
| Vickers (Mn/m <sup>2</sup> )  | 5.000-8.000                           | ---      | ---   | ---  | ---                       | ---                     | 4.000                     |
| Res. Abrasión (Método PEI)/ <i>Abrasion res. (PEI)</i>  | IV                                    | V        | V   | IV   | III                       | III                     | II                        |
| Tenacidad K <sub>IC</sub> (MPam <sup>3/2</sup> )/ <i>Toughness, K<sub>IC</sub> (MPam<sup>3/2</sup>)</i> | 1,5-3,0                               | 1,8      | 1,5   | ---  | 1,1                       | 0,5                     | 0,6                       |
| <b>Propiedades térmica/<i>Termal properties</i></b>   |                                       |          |   |  |                           |                         |                           |
| Calor específico (cal/°C)/ <i>Specific heat (cal/°C)</i>  | ---                                   | 0,19     | ---   | ---  | 0,19                      | 0,19                    | ---                       |
| Coef. de dilatación lineal (°Cx10 <sup>-6</sup> )/ <i>Thermal expansion (°Cx10<sup>-6</sup>)</i>        | -1,5- + 12,0                          | 6,2      | 7   | 8  | 5-15                      | 8-26                    | 7-8                       |
| Resistencia a la helada*/ <i>Frost resistance*</i>  | 0,09-3,35                             | 0,028    | Sin defectos<br><i>without defects</i>          | ---  | 0,25                      | 0,23                    | ---                       |
| Absorción de agua (%)/ <i>Water absorption (%)</i>  | 1-5                                   | < 1      | < 1   | ---  | ---                       | > 1                     | ---                       |

\* Pérdida de peso después de 25 ciclos desde 25°C hasta -20°C en piezas de 15x15x10 cm. (*Loss of weight after 25 cycles from 25°C until -20°C in pieces of 15x15x10 cm.*)

Asimismo, las posibilidades de usar en fachadas materiales compuestos puede decirse que son enormes y conoceremos en los próximos años, nuevos materiales para fachadas que eran impredecibles de fabricar actualmente. Es, una vez más en la Historia de la Tecnología, un reto y una ambición por realizar y hacer fácil y usual "lo difícil", se trata de un proyecto científico y tecnológico para ser compartida por todos, pues hay múltiples y enriquecedoras investigaciones científicas y tecnológicas que realizar próximamente en el campo de este tipo de sistemas constructivos de la edificación..

## REFERENCIAS

1. J.BOLINCHES MOLINA, Los murales de cerámica en Valencia, SILICATOS (9) 1998, 47- 50 (Ed. Escuela de Cerámica de Manises).
2. I. BONDI, Cerámica per l'architettura, Vol .31, Faenza Editrice, 1998, pp. 50-57
3. J. MA. RINCÓN Y M. ROMERO, Productos y matrices de tipo vitrocerámico como nuevos Materiales Compuestos en usos arquitectónicos, Ibérica, Actualidad Tecnológica 411(1998) sept., 403- 405
4. J. MA. RINCÓN Y M. ROMERO, La producción de gres porcelánico actualmente en expansión como paso previo para la producción de materiales vitrocerámicos masivos, Técnica Cerámica (2001)290
5. J.MA. RINCÓN, M. ROMERO, M. JORDAN Y J. P. GUTIERREZ, Materiales Inorgánicos en la Construcción para el siglo XXI, Ed. Univ. Miguel Hdez, Elche, y IETcc, CSIC, 2001
6. J. MA. RINCÓN, Gres porcelánico modificado: hace posible la reutilización de producto y otro tipo de residuos, COVERINGS , Extra de EL MUNDO DE CASTELLON (2002) 6 mayo, 22
7. J.MA. RINCÓN, El CTE y los Materiales Cerámicos, Extra de El Mundo de Castellón para la Feria COVERINGS , 2003, 23 marzo

8. G. CIGOGNANI, El futuro del proceso cerámico en un mercado global requiere una nueva estrategia empresarial, *Técnica Cerámica*, 6-15, 2004 (conferencia de Qualicer 2004)
9. J.MA. RINCÓN Y M. ROMERO, Perspectivas de avances científicos y tecnológicos en plaquetas cerámicas para la construcción, *Técnica Cerámica* 326(2004) 960-961
10. A. BLÁZQUEZ, La innovación en Materiales, Sistemas y Procedimientos Constructivos, XVI Curso CEMCO, IETec, CSIC, 2004
11. ANDREOLA, F.; BARBIERI, L.; LANCELLOTTI, I.; MAURIDIS, F. y POZZI, P.: Utilizzo di scorie da incineratore urbano nella produzione di gres porcellanato. *RS Rifiuti Solidi*, **12** (1998), 3, 174 -178.
12. ASCER, 2000. <http://www.ascer.es/es/Tecnologia/gresporcelanico2.htm>
13. BARBIERI, L.; BONFATTI, L.; FERRARI, A. N.; LEONELLI, C.; MANFREDINI, T. y SETTEMBRE BLUNDO, D.: Relationship between microstructure and mechanical properties in fully vitrified stoneware. *Ceramics: Charting the Future*. Edit. P. Vicenzini, Techna Srl, (1995), 99-105.
14. BIFFI, G.: Il gres porcellanato. Grupo Editoriale Faenza Editrice, (1996).
15. BRUSA, A.: Características, prestaciones y tecnología de producción de pavimento gresificado, no esmaltado, con efecto granito (gres porcelánico). *Técnica Cerámica*, (1982), 159, 562-572.
16. DONDI, M.; ERCOLANI, G.; MELANDRI, C.; MINGAZZINI, C. y MARSIGLI, M.: The Chemical Composition of Porcelain Stoneware Tiles and its Influence on Mechanical Properties. *Interceram*, **48** (1999), 2, 75-81.
17. ESCARDINO, A.; AMORÓS, J. L. y ENRIQUE, J.E.: Estudio de pastas de gres para pavimentos. *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, **20** (1981), 1, 17-24.
18. ESTRADA, A.: Gres Cerámico. *Bol. Soc. Esp. Cer.* **5** (1966), 3, 365-388.
19. GINÉS LLORENS, F.: Materias primas para la fabricación de gres porcelánico. *Técnica Cerámica*, (2000), 286, 908-913.
20. HERNÁNDEZ-CRESPO, M. S. y RINCÓN, J. Ma.: Reciclado de residuos de la minería del granito y de incineradora de RSU en la obtención de nuevos materiales tipo gres porcelánico. *Materiales de Construcción*. **50** (2000), 260, 49-62.
21. HERNÁNDEZ-CRESPO, M. S. y RINCÓN, J. Ma.: New Porcelainized Stoneware Materials Obtained by Recycling of MSW Incinerator Fly Ashes and Granite Sawing Residues. *Ceramics International*, aceptada para publicación, paper nº 159/2000.
22. MANFREDINI, T.; ROMAGNOLI, M. y RINCÓN, J. Ma.: Gres porcelánico: Aplicaciones arquitectónicas, procesado y propiedades físico-mecánicas. *Materiales de Construcción*, **46** (1996), 242-243, 107-117.
23. RINCÓN, J. Ma.; HERNÁNDEZ-CRESPO, M. S. y ROMERO, M.: Reciclado de Residuos de la Industria de Piedra Natural en la Producción de Materiales de Construcción. Curso CEMCO XV, Seminario S2.
24. VIOLA, C. y TABAKOVIC, B.: Porcellanato o Porcellana?. *Evolutioni ed Ottimizzazioni nella Tecnologia Ceramica del Pavimento ad Alta Sinterizzazione*. *Ceramica Informatione*, (1994), 336, 171-175.
25. RINCÓN, J. Ma. y ROMERO, M.: *Materiales Inorgánicos en la Construcción para el siglo XXI*, Ed. Univ. Miguel Hernández e Inst. E. Torroja, Elche/Madrid, 2001.
26. FERNÁNDEZ NAVARRO, J. M.: *El Vidrio*. Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (2ª edición), (1991). Madrid.

27. STOOKEY, S. D.: History of the development of Pyroceram. *Resarch Manag.*, (1958) 1, 155-163.
28. Mc MILLAN, P. W.: Glass-ceramics. Ed. Academic Press, (2ª edición), (1979). New York, London.
29. GARCÍA VERDUCH, A.: Materiales obtenidos a partir de rocas y escorias fundidas. *Jornadas científicas sobre Cerámica y Vidrio*. Ed. Sección de Ciencia Básica de la Soc. Esp. Ceram. Vidr. y la Universidad de Oviedo (1980), Oviedo.
30. VICENTE-MINGARRO, I.: Estudio de los Mecanismos de Nucleación y Cristalización en vidrios obtenidos a partir de rocas basálticas. Tesis Doctoral. Ed. U.C.M. (1993). 256 pp.
31. QUERALT I MITJANS, I.: Dinámica mineral de los procesos de desvitrificación en vidrios basálticos. Tesis Doctoral, Fac. de Geología, Universidad de Barcelona (1988).
32. SCHOLLES, S.: Glass-ceramics in USSR. *The glass industry*, (1975), 56, 99-23.
33. BEREZHNOI, A. J.: Glass-ceramics and photosittalls. Plenum Press, (1970). New York.
34. WAGSTAFF, F. E.: Crystallization and melting kinetics of cristobalite. *J. Amer. Cer. Soc.*, (1969) 52, 650-654.
35. JACODINE, R. I.: Study of devitrification of lithium glass, *J. Amer. Cer. Soc.*, (1961) 44, 472-475.
36. WEST, A. R. y GLASSER, F. P.: Crystallization of  $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$  glasses. En: *Advances in nuclei and crystal in glasses*. Ed. The glass division of The Amer. Cer. Soc., (1971) Columbus, Ohio.
37. RINCÓN, J. M.: Estudio de nuevos vidrios y materiales vitrocrystalinos del sistema  $\text{Li}_2\text{O-CdO-SiO}_2$  con posible utilidad en la industria nuclear. Tesis Doctoral. Ed. U.C.M. nº 149/84 (1984). Madrid.
38. RINCÓN, J.M.; GONZÁLEZ-OLIVER, C. J. R. y JAMES, P. F.: Phase separation in  $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$  glasses with additions of  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  and  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . *J. Mat. Sci.* (1988) 23, 2512-2516.
39. ALEIXANDRE, V.; GONZÁLEZ, J. M. y RINCÓN, J. M.: Cristalización en algunos vidrios del sistema  $\text{Li}_2\text{O-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  observada fundamentalmente por microscopía electrónica. *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.* (1971) 10, 341-365.
40. ALEIXANDRE, V.; GONZÁLEZ, J. M. y RINCÓN, J. M.: Estudio de la cristalización en algunos vidrios del sistema  $\text{Li}_2\text{O-CdO-SiO}_2$ . *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.* (1975) 15, 23-243.
41. RINCÓN, J. M. y GONZÁLEZ, J. M.: Effect of  $\text{V}_2\text{O}_5$  and  $\text{MnO}_2$  additions an the crystallizations and mechanical properties of  $\text{Li}_2\text{O-CdO-SiO}_2$  glasses. *J. Mat. Sci. Lett.* (1987) 6, 1327-1330.
42. ROGERS, P. S.; WILLIAMSON, J.; BELL, J. F. y CAMBELL, M.: Erosion resistant glass-ceramics made by direct controlled cooling from the melt. *Proceedings of International Seminar on Energy Conservations in Industry, 3 Application and Technology*. Ed. Commission of the European Communities, (1984).
43. PONTON, C. B.: The mechanical properties of Glass-Ceramics in the system  $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ . Tesis Doctoral. Dept. of Materials, Royal School of Mines, Imperial College of Science and Technology, (1987) London.
44. VICENTE-MINGARRO, I.; CALLEJAS, P. y RINCÓN, J. Ma.: Microestructura y microanálisis de fases minerales cristalizadas en vidrios obtenidos a partir de rocas basálticas canarias. *Bol. Soc. Esp. Mineral.*, (1991) 14, 95-105.
45. KOPECKY, L. y VOLDEN, J.: The cast basalt industry. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* (1964) 1086-1105.
46. BEALL, G. H. y RITTLER, H. L.: Basalt glass-ceramics. *Ceram. Bull.*, (1976) 55, 6, 579-582.



# DISEÑO, APLICACIÓN Y MONTAJE DE TEJAS CERÁMICAS

Guzmán Velert, Francisco  
Marín Andrés, Félix  
Pérez García, Mateo  
Uralita Tejados, S.A. (Grupo URALITA)

## 1 Tipos de tejas cerámicas

Las tejas son piezas para cubierta de características geométricas fijas, capaces de solaparse y, en ciertos casos, de ensamblarse. Su cuerpo está constituido por zonas curvas y, en muchas ocasiones, planas que conforman ondas y valles para facilitar la evacuación del agua y asegurar la estanquidad de la cubierta. Las tejas absorben las dilataciones de la cubierta, ya que su diseño y montaje permite un juego amplio entre dos tejas contiguas.

Las principales cualidades de las tejas son la estanquidad, garantizada por su composición y el sistema de ensamble o solape; la resistencia mecánica; la durabilidad, relacionada con la resistencia a la acción del hielo y la estabilidad dimensional, esto es, la ausencia de deformaciones.

En la actualidad en España y Portugal se utilizan, básicamente, tres tipos de tejas: Curva (Árabe), Plana (Marsellesa) y Mixta (Romana o Portuguesa), véase figura 1.

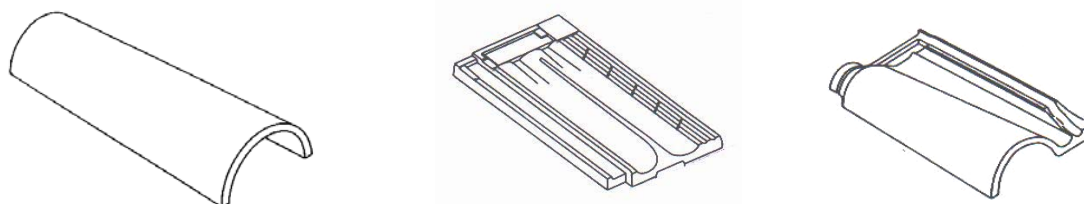


Fig. 1 Tipos de Tejas: Curva, Plana y Mixta.

La Teja Curva (Árabe) reúne en su forma la simplicidad de líneas que le permite con un solo tipo de pieza, colocado en distintas posiciones, cubrir todo el tejado y solucionar todos los remates que se deben realizar en una cubierta, véase figura 2.



**Fig. 2 Fotografía de Tejado con tejas curvas**

La Teja Plana (Marsellesa) con su especial diseño con dos canales de recogida de agua, grabados en sus partes de solape y su particular colocación al tresbolillo da un aspecto de tejado plano y grabado, muy apreciado en mercados concretos como el Levantino y el Gallego, véase figura 3. Tiene mayor facilidad de montaje que la teja curva. Para la terminación de los tejados necesita de alguna pieza de remate.



**Fig 3 Fotografía de Tejado con tejas planas**

La Teja Mixta (Romana o Portuguesa) posee una parte plana y una curva y aúna la facilidad de montaje de la teja plana, con ensambles longitudinales y transversales que le permiten ser colocada fácilmente, con la estética de los tejados tradicionales de teja árabe, debido a su parte curva, véase figura 4. Ha sido la última teja en entrar en el mercado pero gracias a los dos aspectos comentados anteriormente se está posicionando fuertemente en el mercado Español.



Fig. 4 Fotografía de Tejado con tejas mixtas

## 2 Características técnicas y morfológicas

Como características técnicas debemos destacar los requisitos de la norma europea UNE-EN 1304:2006 y complementarias, revisión de la normativa anterior armonizada a la Directiva de Productos de la Construcción, que exige el Mercado CE de los productos en Europa y permite la certificación de calidad, que en España realiza AENOR. La normativa establece controles y tolerancias dimensionales en longitud y anchura, uniformidad de perfiles transversales, mínimas deformaciones (rectitud y alabeo), resistencia a la flexión, impermeabilidad (verificable por dos métodos de ensayo y con dos categorías 1, que es la más exigente y 2 que requiere una impermeabilización bajo la teja), resistencia a la helada, por el método C utilizado en el sur de Europa o el método E, unificado europeo, reacción al fuego clase A1 (incombustible y sin generación de humos ni brasas) y resistencia al fuego externo clase B<sub>ROOF</sub>.

### 2.1 Teja cerámica curva

Las tejas curvas son elementos cuyo diseño permite obtener valores diferentes de solape entre las piezas. Para su fabricación, la arcilla sufre un proceso de extrusionado y corte en el que se le da la forma y dimensiones correspondientes.

Como características morfológicas, en la tabla 1 se recogen aspectos relativos a las dimensiones, tolerancias, solapes, etc. Todos ellos dependerán del cada producto en concreto, pero nos sirven para poder tener un orden de magnitud.



Tabla 1 Características morfológicas de las tejas curvas

|                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
| Dimensiones                     | A = 10 – 22 cm<br>B = 20 – 50 cm<br>C = 8 – 18 cm<br>D = 6 – 9 cm<br>E = 4 – 6 cm<br>e = 12 – 15 mm |  |
| Nº de piezas por metro cuadrado | 20 – 100 piezas   |  |
| Peso por metro cuadrado         | 35 – 50 kg.   |  |
| Peso unitario                   | 0,35 – 2,5 kg.  |  |
| Solape mínimo (según CTE)       | 70 – 150 mm   |  |
| Paso de agua (según CTE)        | > 30 mm   |  |
| Intereje de colocación          | 18 – 35 cm  |  |

## 2.2 Teja cerámica plana

Las tejas planas utilizadas en España tienen un sistema de encaje longitudinal y otro transversal, que pueden ser simples o múltiples (aunque son comunes en otros países las tejas planas sin encajes). Dichos sistemas permitirán el ensamble estanco de piezas contiguas, en filas verticales e hiladas horizontales.

El sistema de encaje limita la posibilidad de deslizamiento de las tejas entre sí y su objeto es evitar el paso del agua. Los sistemas de encaje son distintos en cada fabricante, con lo cual se tendrá en cuenta que deberán cumplir con su función antes de elegir el modelo de teja a emplear. El encaje longitudinal y el encaje transversal de las piezas permiten, respectivamente, el ensamblaje de las tejas de la misma hilada horizontal y de la misma fila vertical. Las tejas llevan en su cara inferior y junto a su borde superior, uno o varios tetones o tacones de apoyo que permiten el enganche de la teja en el soporte. En el caso de que la pieza vaya a ir clavada, llevará junto a su borde superior uno o dos orificios con un diámetro aproximado de 4 mm. y separados de los bordes no menos de 25 mm. Cuando el orificio sólo esté marcado en su inicio, debe terminarse en obra con una broca de widia, de diámetro inferior al agujero, para evitar la rotura de la teja.

Para su fabricación la arcilla sufre procesos de extrusionado y prensado, configurando un perfil plano que puede tener o no un resalte longitudinal en el centro de la pieza.

Como características morfológicas la tabla 2 recoge los aspectos relativos a las dimensiones, tolerancias, solapes, etc. Todos ellos dependerán del cada producto en concreto, pero nos sirven para poder tener un orden de magnitud.

Tabla 2 Características morfológicas de las tejas planas

|                                 |  |  |
|---------------------------------|--|--|
| Dimensiones                     | A = 44 – 48 cm<br>B = 26 – 29 cm<br>e = 15 – 22 mm |  |
| Nº de piezas por metro cuadrado | 10 – 14 piezas                                     |  |
| Peso por metro cuadrado         | 39 – 40 kg.  |  |
| Peso unitario                   | 2,8 – 4 kg.  |  |
| Solape longitudinal             | 40 – 80 mm   |  |
| Holgura solape longitudinal     | 15 – 25 mm   |  |
| Solape transversal              | 40 – 60 mm   |  |
| Holgura solape transversal      | 0 – 15 mm  |  |

## 2.3 Teja cerámica mixta

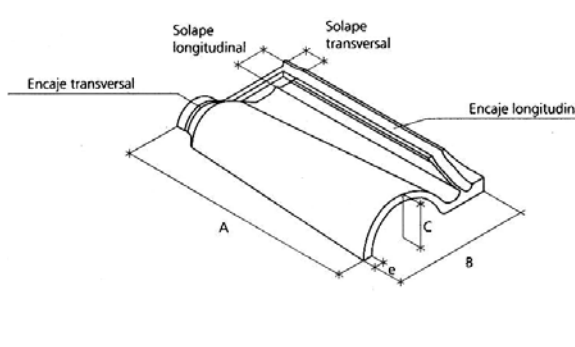
Las tejas mixtas presentan un sistema de encaje longitudinal y otro transversal, que pueden ser simples o múltiples. Dichos sistemas permiten el ensamble estanco de piezas contiguas, en filas verticales e hiladas horizontales.

El sistema de encaje limita la posibilidad de deslizamiento de las tejas entre si y su objeto es evitar el paso del agua. Los sistemas de encaje son particulares de cada fabricante, con lo cual se tendrá en cuenta que deberán cumplir con su función antes de elegir el modelo de teja a emplear. El encaje longitudinal y el encaje transversal de las piezas permiten, respectivamente, el ensamblaje de las tejas de la misma hilada horizontal y de la misma fila vertical. Las tejas llevan en su cara inferior y junto a su borde superior, uno o varios tetones o tacones de apoyo que permiten el enganche de la teja en el soporte. En el caso de que la pieza vaya a ir clavada, llevará junto a su borde superior uno o dos orificios con un diámetro aproximado de 4 mm. y separados de los bordes no menos de 25 mm.. Cuando el orificio sólo esté marcado en su inicio, deberá terminarse en obra con una broca de widia, de diámetro inferior al del agujero, para evitar la rotura de la teja.

Para su fabricación la arcilla sufre procesos de extrusionado y prensado, configurando un perfil curvo y plano.

Como características morfológicas en la tabla 3 se recogen los aspectos relativos a las dimensiones, tolerancias, solapes, etc. Todos ellos dependerán del cada producto en concreto, pero nos sirven para poder tener un orden de magnitud.

**Tabla 3 Características morfológicas de las tejas mixtas**

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Dimensiones</b>                     | <b>A = 43 – 56 cm</b><br><b>B = 26 – 32 cm</b><br><b>C = 6 – 12 cm</b><br><b>e = 15 – 22 mm</b> |  |
| <b>Nº de piezas por metro cuadrado</b> | <b>10 – 14 piezas</b>   |  |
| <b>Peso por metro cuadrado</b>         | <b>39 – 48 kg.</b>  |  |
| <b>Peso unitario</b>                   | <b>2,8 – 4,8 kg.</b>  |  |
| <b>Solape longitudinal</b>             | <b>40 – 80 mm</b>   |  |
| <b>Holgura solape longitudinal</b>     | <b>0 – 25 mm</b>  |  |
| <b>Solape transversal</b>              | <b>30 – 60 mm</b>   |  |
| <b>Holgura solape transversal</b>      | <b>0 – 15 mm</b>  |  |

## 2.4 Otros tipos de Tejas

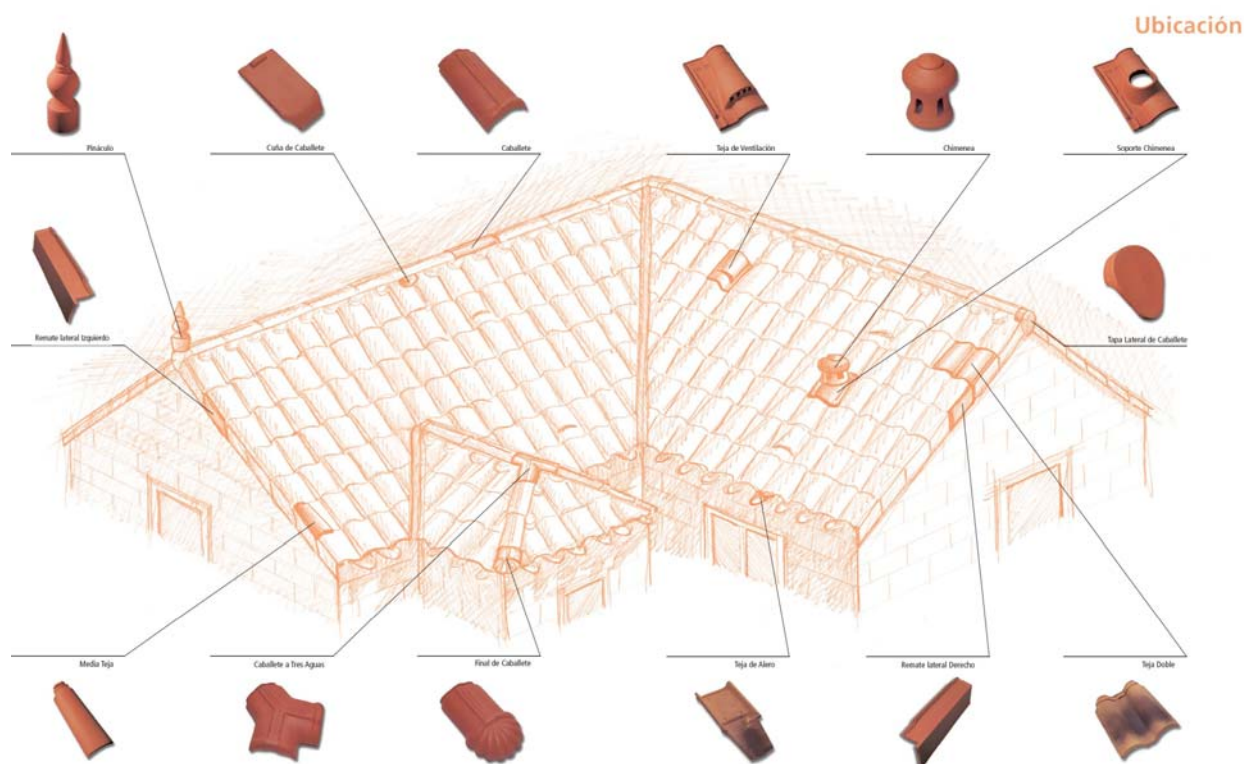
Otros tipos de tejas cerámicas menos comunes son:

- Teja árabe de canal plano
- Teja mixta doble onda
- Teja plana sin encajes

## 2.4 Piezas auxiliares

Las piezas auxiliares de las tejas cerámicas están constituidas por el mismo material de la teja y tienen por objeto resolver los puntos singulares o de discontinuidad de la cubierta. El uso de estas piezas es imprescindible para resolver los puntos singulares, asegurando con ellas estanqueidad, uniformidad y estética en la cubierta.

La figura 5 muestra un esquema general de la cubierta, con diferentes puntos singulares y las piezas auxiliares para resolverlos.



**Fig. 5 Esquema de Tejado con sus puntos singulares y piezas utilizadas**

Las piezas auxiliares cerámicas pueden ser las siguientes:

- Caballete: Pieza que asegura la estanqueidad a lo largo de las limatesas y la línea de cumbrera.
- Final de caballete: Pieza que permite terminar el extremo de la limatesa, cumpliendo una importante función estética, al tiempo que garantiza la estanqueidad en el encuentro con el alero.
- Tapa de caballete: Pieza para el remate de los extremos de la cumbrera, siendo éste ejecutado mediante el solape de tres piezas: el caballete, el lateral derecho de un faldón y el lateral izquierdo de otro faldón. Garantiza la estanqueidad de ese encuentro y consigue el acabado perfecto de ambos remates al unirse a la cumbrera.
- Caballete a varias aguas: Pieza que asegura el desagüe y la estanqueidad en el punto de encuentro de una cumbrera horizontal con dos o más cumbreras o limatesas. Su diseño se adapta a los ángulos entre cumbrera y limatesas para los cuales haya sido concebida la cubierta.
- Cuña para caballete: Pieza que rellena el hueco que deja la teja mixta en su parte plana bajo el caballete. Se coloca a lo largo de las cumbreras y limatesas.

- Teja de ventilación: Pieza que facilita la ventilación del espacio comprendido entre las tejas y el tablero soporte, a fin de evitar la posible formación de condensaciones de agua, evaporando las humedades intersticiales.
- Base para chimenea: Pieza de dimensiones iguales a las de la teja o múltiplos de ésta, cuya función es soportar la chimenea.
- Chimenea: Pieza que combinada con la base para chimenea, resuelve estética y funcionalmente la evacuación de gases.
- Teja de alero: Pieza que conforma la línea de alero, volando unos 15 cm sobre la fachada para evitar humedades y manchas, así como el cabeceo de la primera hilada de tejas. Las tejas de alero se instalan una junto a otra encajando perfectamente bajo las tejas de hiladas superiores.
- Remate lateral: Pieza que conforma las líneas de borde del hastial, asegurando la estanqueidad al agua y al viento. Esta pieza puede tener forma angular, o bien, presentar el perfil superior de una teja y un remate plano en vertical, distinguiéndose entonces por “derecha” o “izquierda”, en función de la posición del remate en vertical. Para teja mixta se recomienda utilizar el remate lateral de solape bajo teja (derecha o izquierda). Para teja plana se recomienda utilizar el remate lateral angular sobre teja.
- Media teja: Teja mixta, a la que se le ha suprimido la parte plana, complementaria con los remates laterales.
- Doble Teja: Teja mixta, con dos partes curvas y una plana, complementaria con los remates laterales.
- Piezas ornamentales, que permiten aportar soluciones estéticas innovadoras y personalizadas a la cubierta.

### 3 Acabados

#### 3.1 Acabados en masa

Ya sea por las características de las arcillas utilizadas, como por la adición de colorantes, los colores de base más frecuentes en las tejas son Rojo (véase figura 6), Marrón y Paja.

#### 3.2 Acabados engobados

En la actualidad existe una gran variedad de acabados superficiales para modificar la coloración base de las tejas. Estas aplicaciones nacieron, originalmente, con la intención de reproducir el aspecto de las tejas viejas, pero han ido derivando en acabados diferenciados que compiten en innovación y creatividad en sus desarrollos.

Los engobes son materiales cerámicos similares a la base de la teja que se aplican antes de la cocción y se unen físicamente al cuerpo de la teja, permaneciendo inalterables con el paso del tiempo.

Mediante el uso de engobes se pueden realizar acabados:

- Envejecido - Combinación de manchas que imitan las tejas viejas.
- Flameado - Mancha irregularmente repartida sobre cada teja (véase figura 7).
- Cobertura - Aplicación que cambia el color de toda la superficie vista de la teja.



### 3.3 Acabados esmaltados

La utilización de esmaltes cerámicos ofrece una gran gama de colores y acabados brillantes y mates, véase figura 8.

Los esmaltes son dispersiones cerámicas aplicables en la cara vista de la teja, las cuales vitrifican superficialmente tras una segunda cocción. Aparte de los resultados estéticos, la utilización de esmaltes mejora las características físicas, de impermeabilidad y resistencia a la helada de las tejas.



Fig. 6 Fotografía de Tejado con tejas mixtas color rojo en masa





Fig. 7 Fotografía de Tejado con tejas curvas engobadas



Fig. 8 Fotografía de Tejados con tejas mixtas esmaltadas de diversos colores

## 4 Diseño y montaje de tejados

### 4.1 Consideraciones generales

Para el diseño de la cubierta y el montaje de las tejas cerámicas existe la norma española UNE 136020, que establece cómo debe ser el tejado en su concepción y ejecución en función de las zonas geográficas, de las características de la cubierta (pendiente, altura, etc.) y del tipo de teja utilizado.

**ZONAS GEOGRÁFICAS:** La norma UNE 136020 establece tres zonas en función de la pluviometría, la acción del viento, la carga de nieve, etc. (véase mapa en figura 9) y tres niveles que dependen de la situación de la cubierta: expuesta, normal o protegida. El mapa de la figura 9 permite establecer las inclinaciones mínimas en función de la situación geográfica del edificio y de su entorno. En ocasiones para elegir la pendiente de la cubierta se sigue la práctica local, sobre la base de la experiencia de otras construcciones. Las pendientes mínimas para los distintos tipos de tejas son de  $15^{\circ}$  en caso de las tejas curvas,  $14^{\circ}$  para las mixtas y  $19,5^{\circ}$  para las planas, para pendientes inferiores es imprescindible impermeabilizar el faldón. Las condiciones locales pueden hacer que estos mínimos deban incrementarse.

Es imprescindible tener en cuenta las pendientes mínimas especificadas por cada fabricante y perfil de teja cerámica.

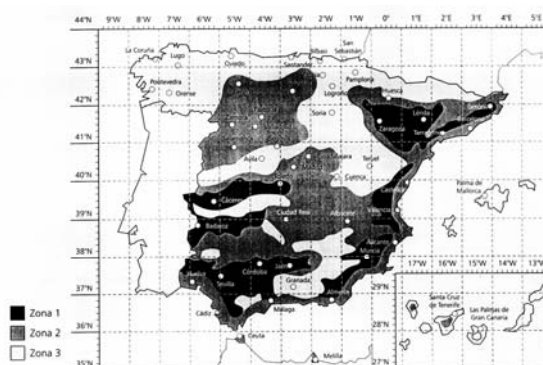


Fig. 9 Mapa de España con zonas climáticas

**ESTUDIO PREVIO DEL FALDON.** Antes de comenzar el replanteo, se comprobará que el faldón reúne las condiciones necesarias en cuanto a estabilidad, resistencia, inclinación, dimensiones y planeidad. Una vez verificado lo anterior, se estudiará la longitud real del faldón y las dimensiones del tipo de teja a emplear. Posteriormente se determina el reparto transversal y longitudinal de las tejas, siendo recomendable utilizar un número entero de ellas. Con el estudio previo del faldón es posible resolver de antemano costosos problemas que pueden surgir a la hora de realizar el replanteo en obra.

**SOPORTE,** es el elemento que constituye el plano o faldón de cubierta, siendo la parte de obra que recibe las cargas de las tejas y las transmite al elemento estructural portante. Es necesario comprobar que la superficie de colocación tenga la pendiente exigida, sea plana y uniforme, para así evitar problemas de colocación de las tejas y de sus elementos de fijación. La planeidad del soporte se conseguirá con una ejecución correcta, no admitiéndose variaciones superiores a 3 cm con respecto al plano teórico.

**ACOPIO.** Una vez que se ha decidido el tipo de teja a emplear en función de las variables anteriormente mencionadas procederemos al acopio de las tejas seleccionadas así como de los materiales necesarios para su fijación.



Las tejas se suministran a obra en palets plastificados con pesos que oscilan entre los 500 y los 1.200 Kg. aprox. y, dado que puede existir una ligera variación en el tono de las tejas, es recomendable combinarlas de dos o más palets para conseguir un acabado homogéneo. Sólo así se consigue la ventaja estética de las tejas cerámicas.

## 4.2 Fijación de las tejas: materiales y criterios

Los materiales de fijación tienen por función unir las tejas y piezas cerámicas al elemento de soporte con el fin de evitar que la fuerza de los agentes atmosféricos o de los animales provoque su movimiento. Los materiales de fijación más utilizados son los siguientes:

- Clavo: Elemento metálico con un tratamiento para evitar la corrosión, que se utiliza para fijar las tejas y accesorios a los rastreles.
- Tornillo: Elemento metálico roscado, con un tratamiento para evitar la corrosión, que sirve para fijar las tejas y accesorios a los rastreles. Deberá ser autotaladrante. El diámetro y longitud serán adecuados al orificio predispuesto a tal fin en las tejas, debiendo adecuarse la rosca al material del rastrel.
- Clip, gancho o grapa: Elemento metálico que sirve para fijar la teja o pieza al rastrel.
- Mortero. Se utilizarán morteros mixtos M-2.5b (cemento, cal y arena), con dosificación (1:2:10) ó morteros hidrófugos M-2.5, definidos en las Normas UNE-EN 998-2 y UNE-ENV 1996-1-1, no admitiéndose otros morteros más ricos ya que pueden producir fisuras en las tejas. El empleo de mortero deberá ser el mínimo imprescindible.
- Adhesivos, siliconas y espumas: Se emplearán bajo las indicaciones dadas por su fabricante, debiendo éste asegurar su adherencia, durabilidad, y compatibilidad con las tejas cerámicas y sus piezas auxiliares.

A continuación se describen los niveles de fijación requeridos, en función de las pendientes de y del tipo de tejas.

### 4.2.1. Tejas curvas

Las tejas curvas no se recomiendan en pendientes menores del 26%. Para pendientes entre 26% y 70% se empleará el nivel de fijación A, esto es, se fijan todas las tejas canal del faldón, y sólo las cobijas de cada 5 hiladas. Para pendientes mayores del 70% se empleará el nivel de fijación B, esto es, se fijan todas las tejas canal y cobijas con clavos, tornillos o ganchos.

En aleros, laterales, líneas de cumbreras, limatesas, limahoyas, encuentros con paramentos verticales y en cualquier otro punto singular, se fijarán todas las tejas (canales y cobijas), evitando el apoyo simple sea cual sea el material de soporte.

### 4.2.2. Tejas mixtas y planas

Las tejas se fijan en función de la pendiente (mayor del 25%):

- Pendiente entre 25% - 80% Se empleará como mínimo el nivel de fijación A. Las tejas se apoyan simplemente sobre rastreles el soporte o se reciben con mortero, quedando en éste caso embebidos en el mismo los tacones que posee la teja en su cara interior.
- Pendiente entre 80% - 100%. Se empleará como mínimo el nivel de fijación B. Las tejas quedan simplemente apoyadas sobre rastreles, impidiendo su deslizamiento gracias a los tacones que poseen en la cara interior.
- Pendiente entre 100% -173%. Se empleará como mínimo el nivel de fijación C. Las tejas se fijan, al menos en la proporción de una cada cinco, de manera regular (véase tabla 4) sobre los rastreles mediante clavos, tornillos autotaladrantes, ganchos, etc.

- Pendiente mayor del 173% o 60°, o en zonas de vientos fuertes, situación expuesta, o aceleración sísmica básica  $>0,12g$ . Se empleará como mínimo el nivel de fijación D. Se fijan todas las tejas sobre los rastreles mediante clavos, tornillos autotaladrantes, ganchos, etc.

En aleros, laterales, líneas de cumbreras, limatesas, limahoyas, encuentros con paramentos verticales y demás puntos singulares, se fijan todas las piezas, evitando siempre el apoyo sin sujeción.

Tabla 4 Fijación para tejas mixtas y planas: Nivel "C"

| HILADAS<br>HORIZONTALES | FILAS VERTICALES |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                         | 0                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 6                       | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
| 5                       | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
| 4                       | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
| 3                       | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
| 2                       | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
| 1                       | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
| 0                       | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |

## 4.3 Montaje de las tejas

### 4.3.1. Replanteo

Después de estudiar el faldón y comprobar que cumple con las exigencias requeridas de planitud, pendiente, resistencia, etc., se procede a realizar el replanteo procurando emplear siempre tejas enteras. También debe tenerse en cuenta los encuentros en los puntos singulares ya que éstos pueden condicionar el replanteo.

Para realizar un buen replanteo es necesario conocer previamente los pasos de montaje longitudinal y transversal correspondientes a la teja que se vaya a emplear. Las medidas de dichos pasos de montaje serán facilitadas por el fabricante.

### 4.3.2. Colocación

Una vez realizado el replanteo y preparado el soporte, con las líneas maestras trazadas y en su caso con los rastreles fijados, se procede a colocar las tejas de la siguiente manera:

- Tejas curvas: Comenzando por la primera hilada horizontal del alero, se colocan las tejas canal orientándolas con la parte más ancha hacia la cumbrera, quedando todas ellas fijadas individualmente solo en su extremo superior. Se fijarán las tejas cobijas si la inclinación de la cubierta lo requiere. Se realizarán de esta forma y sucesivamente todas las filas verticales del faldón, desde el alero hacia la cumbrera, teniendo en cuenta que cada hilada irá apoyada sobre la inmediata inferior la longitud de solape necesaria.
- Tejas mixtas: Primero se colocan las tejas que configuran el alero, quedando solapadas lateralmente y encajando unas con otras gracias al sistema de encaje longitudinal. En caso de ser necesaria la pieza de remate lateral, se colocará primero ésta, y desde el alero hacia la cumbrera a lo largo de todo el borde. A continuación se colocan las tejas de la primera fila vertical, desde el alero hacia la cumbrera, encajadas entre sí gracias al sistema de encaje transversal que poseen. Si se hubiera empleado el remate lateral, la parte curva de la teja debe solapar por encima al remate lateral. Existe la posibilidad de rematar el borde lateral del faldón de tejas mixtas empleando los remates laterales de tejas planas. Dichos remates han de ser colocados sobre las tejas mixtas, solapándolas suficientemente. El resto del faldón se completa con tejas dispuestas por sucesivas filas

verticales, paralelas a la línea de máxima pendiente, desde el alero hasta la cumbre, siguiendo las líneas maestras obtenidas en el replanteo.

- Tejas planas: Se tendrán en cuenta las mismas consideraciones que para las tejas mixtas con peculiaridades a la hora de colocar el remate lateral. Existe para este tipo de tejas un tipo de colocación llamada de juntas encontradas y que consiste en colocar primero las tejas que configuran el alero, quedando solapadas lateralmente y encajando unas con otras gracias al sistema de encaje longitudinal. A continuación se colocan las sucesivas hiladas horizontales desde el alero hacia la cumbre alternando en los extremos de cada hilada tejas enteras y medias tejas.

La fijación de la teja debe realizarse mediante elementos mecánicos. En el caso de que la instalación se realice con mortero, la mayoría de los fabricantes recomiendan que se mojen previamente a la colocación, tanto el soporte como las tejas y las piezas auxiliares.

Es habitual que en la ejecución de la cubierta sea necesario cortar alguna pieza, bien para adaptarse al replanteo o para resolver los puntos singulares. Siempre se realizará con la herramienta adecuada.

### 4.3.3. Puntos singulares

Otro aspecto importante a tratar es la ejecución y resolución de los problemas de instalación de los puntos singulares. Ante la gran variedad de posibilidades en cuanto a materiales y su colocación, de entre los elementos que pueden constituir el soporte, los autores de estas notas optarán por no definirlos en los detalles constructivos. Ocurre a menudo que el tipo de soporte condiciona de tal modo la ejecución que muchas soluciones por lo que este tema se podría tratar en un estudio aparte.

## 4.4 Mantenimiento

Las tejas cerámicas no precisan ningún tipo de mantenimiento especial, permaneciendo inalterables sus cualidades a lo largo del tiempo.

No obstante, para que el conjunto de elementos que componen la cubierta cumplan correctamente su función, es necesario realizar en la misma un mantenimiento mínimo.

## 5 La innovación en tejas cerámicas

Las primeras informaciones de que disponemos sobre tejas cerámicas datan de la antigua Grecia, hacia el 640 antes de J.C., en el templo de Hera, en Olimpia. En esta época se conoce la existencia de diversos tipos de teja (teja espartana y teja corintia) hechas de terracota, etimológicamente del Latín, *terra cotta*, es decir tierra cocida.

Desde sus orígenes las tejas cerámicas han ido evolucionando, mejorando sus propiedades intrínsecas (resistencia mecánica, estabilidad dimensional, durabilidad,...) y su adaptación al entorno con nuevas formas y colores.

Las más recientes innovaciones en tejas cerámicas se pueden agrupar en las siguientes áreas:

- Características morfológicas novedosas, para facilitar su colocación, mejorar la evacuación de agua y aumentar la seguridad de los instaladores y ofrecer diseños más avanzados, como es el caso de las tejas Supernova, que imita los tejados antiguos de teja curva al disponer de cuatro componentes diferenciados, dos curvoconvexos y dos acanalados profundos en escalonamiento interno, con diversos acabados engobados que le dan aspecto envejecido, véase figura 10.



**Fig. 10 Tejas Supernova con novedosas características morfológicas**

- Disminución del impacto ambiental, mediante la reducción del consumo energético, de las emisiones de gases de efecto invernadero y el aprovechamiento o revalorización de los residuos y de las tejas tras el fin de la vida útil del edificio.
- Mejora de las propiedades intrínsecas, tanto de las tejas (resistencia mecánica, estabilidad dimensional, durabilidad,...) como del conjunto del tejado mediante el desarrollo de piezas complementarias para cada uno de los posibles puntos singulares.
- Adaptación al entorno mediante acabados que permiten imitar la estética de tejados envejecidos, con crecimiento de musgo y líquenes, etc. (véase figura 11).



**Fig. 11 Tejas adaptadas a diversos entornos**

## 6 Bibliografía

Cobos Hernández, F.; Marín Andrés, F. 2000 "Problemática en tejados y fachadas de ladrillo visto". Arte y Cemento, 1.889, pag. 92/6.

Cobos Hernández, F.; Baeza López, A.; Iriarte Álvarez, I.; Marín Andrés, F. 2005 "Desarrollo de sistemas constructivos para tejados". I Jornadas de Investigación en Construcción. Actas de las jornadas. Ed. AMIET. Vol. I Pág. 515-528. ISBN: 84-931709-5-X.

Marín Andrés, F., 2004 "Rehabilitación en tejados: materiales y seguridad en la ejecución". Parte del libro IV Semana de la Ciencia Madrid-2004. Seminario Restauración de cubiertas y fachadas de edificios históricos, pag. 2/14. ISBN 84-7292-361-4.

Marín Andrés, F. 2006 "La mejora de la calidad, la seguridad y el medio ambiente en la construcción de cubiertas con elementos de colocación discontinua de hormigón mediante el desarrollo y aplicación de la normativa". Informes de la Construcción, vol. 58 N° 501, pág. 71-79.

Uralita Tejados, S.A. Documentación Técnica. "Cartilla de Obra".

### Normativa y Reglamentación

Código Técnico de la Edificación, CTE. Documento Básico DB HS 1 Protección frente a la humedad.

Directiva Comunitaria 89/106/CEE Productos de Construcción (DPC).

UNE 136020:2004 Tejas cerámicas. Código de práctica para el diseño y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas.

UNE-EN 998-2:2004 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería

UNE-EN 1304:2006 Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Definiciones y especificaciones de producto.

UNE-ENV 1996-1-1:1997 Eurocódigo 6. Proyectos de estructura de fábrica. Parte 1-1: Reglas generales para edificios. Reglas para fábrica y fábrica armada.





# LA PIEDRA NATURAL. MATERIALES, PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y SU UTILIZACION EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

M. Ovejero y C. de la Fuente. Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Depósitos Minerales. Facultad de Geología. Universidad de Barcelona.

## 1. MATERIALES

Se define la Piedra Natural como aquella roca que tras un proceso de elaboración es apta para ser utilizada como material de construcción o elemento de ornamentación conservando su composición, textura y características físico-mecánicas. Además de estas consideraciones técnicas de elaboración existen otros aspectos a tener en cuenta como la falta de homogeneidad, presencia de discontinuidades y anisotropía que pueden llegar a limitar la utilización de una roca en construcción. El grado de homogeneidad y anisotropía presenta un especial interés, por su influencia en las características estéticas y de calidad de los materiales, que con frecuencia se encuentran enfrentadas.

Las Piedras Naturales de mayor interés económico son aquellas que poseen ciertas características de estética y vistosidad, baja fragilidad y aptitud para el pulido, de tal forma que pueden ser explotadas como rocas ornamentales.

En la naturaleza, existe una gran diversidad de tipos rocosos que convergen y se agrupan en muy pocas clases de Piedra Natural. Así, dentro del sector de la Piedra Natural se diferencian tres grandes tipos de rocas ornamentales: granitos, mármoles y pizarras, además de la denominada piedra de cantería que se considera como un grupo aparte. Esta clasificación comercial incluye una serie de rocas que, en algunos casos, no pueden clasificarse petrológicamente como tales sino que son clasificadas según criterios de elaboración de la piedra natural (Tabla 1.1.). En este sentido, esta clasificación puede dar lugar a descripciones confusas de los productos.

Los denominados comercialmente como granitos incluyen todos los tipos de granitoides, rocas eruptivas e incluso alguna metamórfica como el gneis. Es decir, aquellas rocas que por su contenido en sílice ofrecen una particular resistencia al aserrado y al pulimento que suelen ser comparable a la del granito.

Los denominados mármoles, que constituyen el principal producto del sector de la roca ornamental, incluyen aquellas rocas compuestas por carbonatos con estructura compacta que presentan una gran aptitud para el pulido, de manera que adquieren con el pulimento un notable valor ornamental. Esta denominación comprende además de los mármoles en sentido geológico estricto, calizas, dolomías, travertinos, etc. A veces ni siquiera se trata de rocas carbonatadas como sucede en el caso de las serpentinitas.

El grupo de las pizarras incluye aquellas rocas metamórficas compactas que presentan exfoliación, es decir, facilidad para poder obtener placas o losas paralelas de muy poco espesor. Dentro de este grupo se incluyen, además de las pizarras en sentido petrológico estricto, esquistos y filitas

Mención aparte tienen aquellas rocas que no presentan aptitud para el pulido, por lo que no se consideran como rocas ornamentales y se les denominan piedra de cantería. Bajo esta denominación predominan mayoritariamente las areniscas.

**Tabla 1.1. Correspondencia entre la denominación comercial de las rocas ornamentales y su clasificación petrológica.**

| Denominación comercial |                       | Clasificación petrológica   |                     |                                     |                     |
|------------------------|-----------------------|---|---------------------|-------------------------------------|---------------------|
|                        |                       | Rocas ígneas  |                     | Rocas metamórficas                  | Rocas sedimentarias |
|                        |                       | Plutónicas  | Volcánicas          |                                     |                     |
| Granito                | Granito<br>Granitoide | Granito<br>Adamellita<br>Granodiorita<br>Pegmatita                  |                     | Gneis                               |                     |
|                        | Granito<br>Negro      | Gabro<br>Monzonita<br>Tonalita<br>Dolerita<br>Peridotita<br>Sienita |                     |                                     |                     |
|                        | Basalto               |   | Andesita<br>Basalto |                                     |                     |
| Pizarra                |                       |   |                     | Esquistos<br>Filitas<br>Pizarras    |                     |
| Mármol                 | Mármol<br>Verde       |   |                     | Serpentinitas<br>Anfibolitas        |                     |
|                        | Calizas               |   |                     |                                     | Calizas<br>Dolomías |
|                        | Mármoles              | Travertinos   |                     | Mármoles<br>Mármoles<br>Dolomíticos |                     |

## 2. PETROGRAFÍA

En petrología los diferentes tipos de rocas se establecen en función de la mineralogía y textura de la roca (modo de disposición de las fases minerales). Ambas características junto con la configuración de los espacios vacíos (sistema poroso) nos determinan sus características petrográficas. El estudio petrográfico de una roca es la base para poder identificar a una roca y permite su diferenciación. Este estudio nos pone de manifiesto la naturaleza de la roca y toda una serie de aspectos que influyen en su comportamiento tanto químico como físico-mecánico que nos condiciona su utilización como material de construcción.

### 2.1. Mineralogía

La mayor parte de las rocas presentan un reducido número de especies minerales. De esos minerales, es aún menor el número de los que aparecen en porcentajes apreciables (superiores al 5%). En este sentido, dentro de este grupo se pueden diferenciar aquellos minerales que son más abundantes y constituyen los componentes mayoritarios de las rocas, distinguiéndose los siguientes: (Esbert et al, 1997):

Piedra Natural. Materiales, propiedades tecnológicas y su utilización en sistemas constructivos

-cuarzo, feldspatos y micas: minerales propios de las rocas de naturaleza silíceas (granitos, areniscas y pizarras)

-calcita y dolomita: minerales esenciales, y con frecuencia exclusivos, de las rocas carbonatadas (mármoles, calizas y dolomías)

La caracterización mineralógica de las rocas es de suma importancia en el estudio de los materiales rocosos. Así, la presencia de determinados minerales, a pesar de que su porcentaje sea muy pequeño (minerales arcillosos, óxidos de hierro, yesos, sales solubles, etc.), puede resultar muy significativo en cuanto al comportamiento mostrado por ciertas rocas.

Una buena caracterización mineralógica debe incluir:

-Identificación de minerales presentes.

-Determinación del % en volumen de cada especie mineral

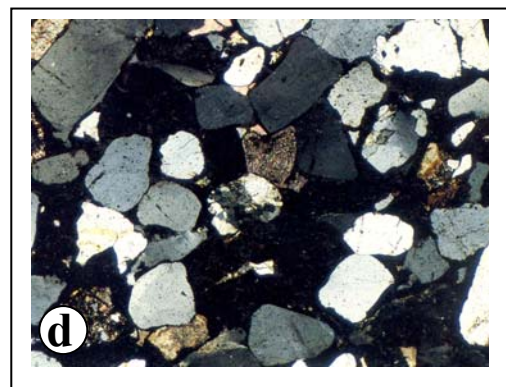
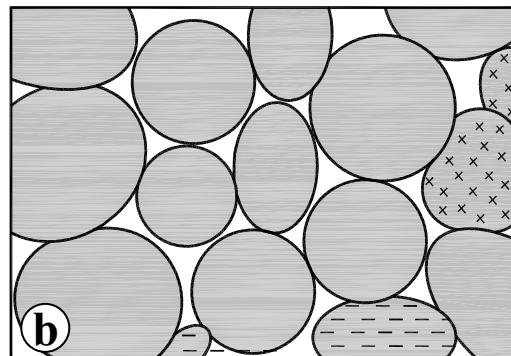
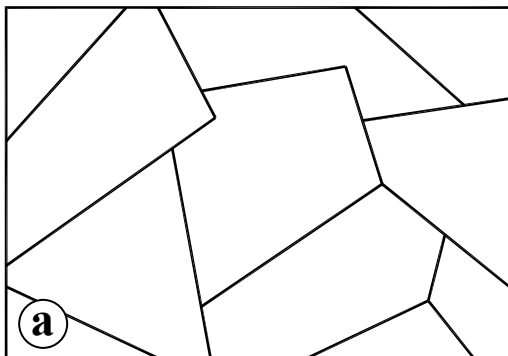
-Valoración del grado de alteración de minerales, sobre todo de los más abundantes.

## 2.2. Textura

Dentro de la gran variabilidad que presentan los materiales rocosos, de forma simplificada pueden distinguirse dos grandes tipos de texturas, relacionados con su génesis, y muy significativas en cuanto al comportamiento de las piedras frente al deterioro: (Alonso et al, 1998)

-Texturas cristalinas (Fig. 1a), constituidas por minerales bien cristalizados en forma de cristales poligonales, unidos directamente, formando un mosaico. Son propias de las rocas ígneas y metamórficas, entre las que se incluyen granitos, mármoles y pizarras (Fig. 1c y 1e)

-Texturas clásticas o cementadas (Fig. 1b), formadas por granos minerales más o menos redondeados, dejando espacios intergranulares que pueden estar vacíos, ocupados por matriz (material fino depositado) o cemento (material cristalino precipitado). Son propias de las rocas sedimentarias, entre las que se incluyen areniscas y calizas (Fig. 1d y 1f)



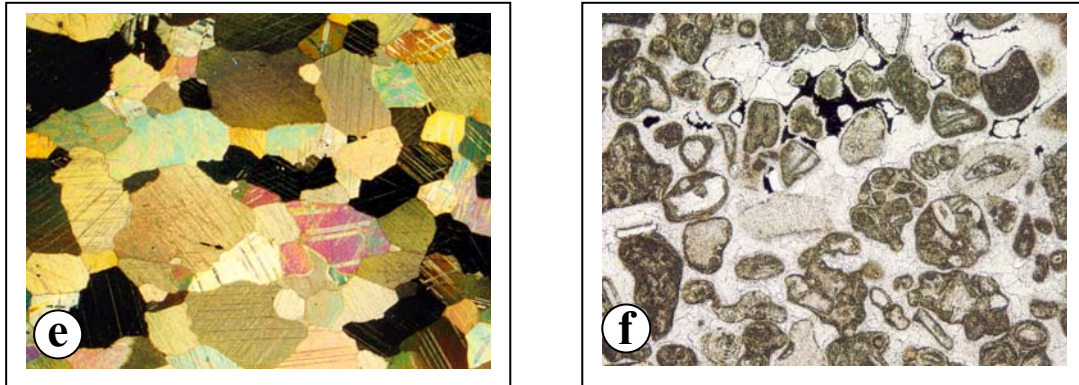


Fig. 1. a) textura cristalina, b) textura clástica o cementada, c) imagen tomada al microscopio petrográfico de la textura del granito, d) imagen tomada al microscopio petrográfico de la textura de una arenisca e) imagen tomada al microscopio petrográfico de la textura de un mármol y f) imagen tomada al microscopio petrográfico de la textura de una caliza bioclástica.

## 2.2. Porosidad

Una roca está compuesta por un agregado mono o poliminerálico, de manera que entre estos componentes cristalinos puede existir una serie de poros ó espacios vacíos. Estos espacios constituyen un componente petrográfico esencial, puesto que en gran medida su volumen y distribución condicionan sus características de uso, alterabilidad y durabilidad una vez colocada en obra:

- constituye el medio de contacto con el exterior
- controla el acceso y circulación de fluidos en el seno de la roca
- condiciona las características petrofísicas de la roca (dureza, resistencia mecánica)

La porosidad se define como el porcentaje en volumen de espacios vacíos respecto al volumen total de la misma, distinguiéndose la porosidad abierta o comunicada y la porosidad cerrada o no comunicada. La porosidad abierta es aquel volumen de poros que presenta un cierto grado de conexión, de forma que un fluido puede circular libremente a través de ellos por todo el volumen de la roca. Por el contrario la porosidad cerrada, es aquella que no presenta ningún grado de comunicación con los poros de su alrededor. La suma de la porosidad abierta y la porosidad cerrada constituye la porosidad total de la roca.

Existe una clasificación con fines industriales y ornamentales de una roca según el valor que toma su porosidad. Así, se establecen las siguientes categorías:

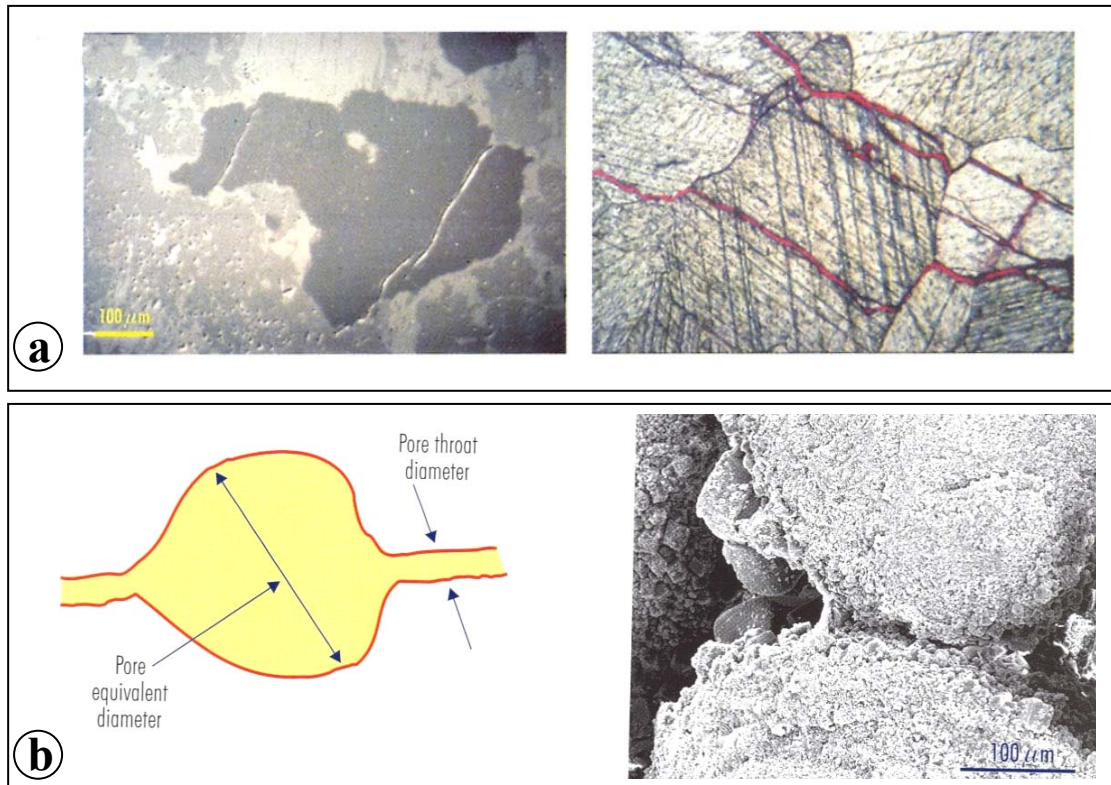
- Rocas de baja porosidad: porosidad < 5%. Mármol y granito
- Rocas de porosidad intermedia: porosidad entre el 5-20%. Calizas y dolomías
- Rocas muy porosas: porosidad >20%. Travertinos, areniscas, calcarenitas y pumitas.

Según la configuración tridimensional del sistema poroso pueden establecerse dos tipologías o modelos que están estrechamente relacionados con los dos tipos de texturas definidas anteriormente, cristalinas y cementadas (Esbert, 1997):

-medios figurados: los espacios vacíos son de tipo planar (fisuras) y suelen presentarse formando redes conjugadas (Fig. 2a). Los valores de porosidad son bajos (en torno al 1%), con una buena comunicación del sistema poroso. Esta configuración porosa es propia de las rocas con texturas cristalinas. Se presenta en granitos, mármoles y pizarras.

-medios porosos: se caracteriza por presentar huecos más o menos equidimensionales (poros), comunicados por otros más pequeños de tipo cilíndrico o planar (conductos de acceso de poro) (Fig. 2b). Los valores de porosidad son mucho más elevados (sobre el 20%) y presentan un grado de comunicación del sistema poroso más variable. Esta configuración porosa se corresponde con las rocas de textura clástica o cementada.





**Fig. 2. a) aspecto de los espacios vacíos característico de rocas de textura cristalina observados en el microscopio electrónico de barrido y microscopio petrográfico. b) esquema de los poros característicos de rocas de textura cementada y aspecto de la porosidad en el microscopio electrónico de barrido (Montoto, 2003).**

Conocer el valor absoluto de la porosidad de una roca es un dato relevante, pero además es necesario conocer otras características del sistema poroso de las rocas con la finalidad de poder predecir el comportamiento de ésta una vez colocada en obra. Así, el sistema poroso de una roca se caracteriza por los siguientes parámetros:

- geometría de poro (esféricos, cilíndricos, planares, porosidad de fractura)
- tamaño de poro (macroporos, mesoporos y microporos)
- grado de conectividad
- distribución porométrica o espectro de porosidad

Especial relevancia toma la distribución porométrica, puesto que es tanto o más importante determinar qué tipo de poros son los más abundantes y cómo es la distribución de sus tamaños que conocer el valor de la porosidad total de una roca.

## 2.2.1 Estudio de la porosidad

La porosimetría de mercurio constituye una de las técnicas más eficaces para caracterizar la estructura porosa de los materiales, especialmente en el rango de tamaños de poro que gobiernan los mecanismos del transporte de fluidos por su interior. Permite conocer no sólo la porosidad abierta accesible al mercurio, sino también la distribución en función de los radios de acceso de poro.

El tamaño de los poros regula la dinámica de los fluidos dentro de la roca e incide directamente en los procesos de alteración. Cuanto menor es el diámetro de entrada de los accesos de poro, mayores son los daños ocasionados por los procesos de deterioro.

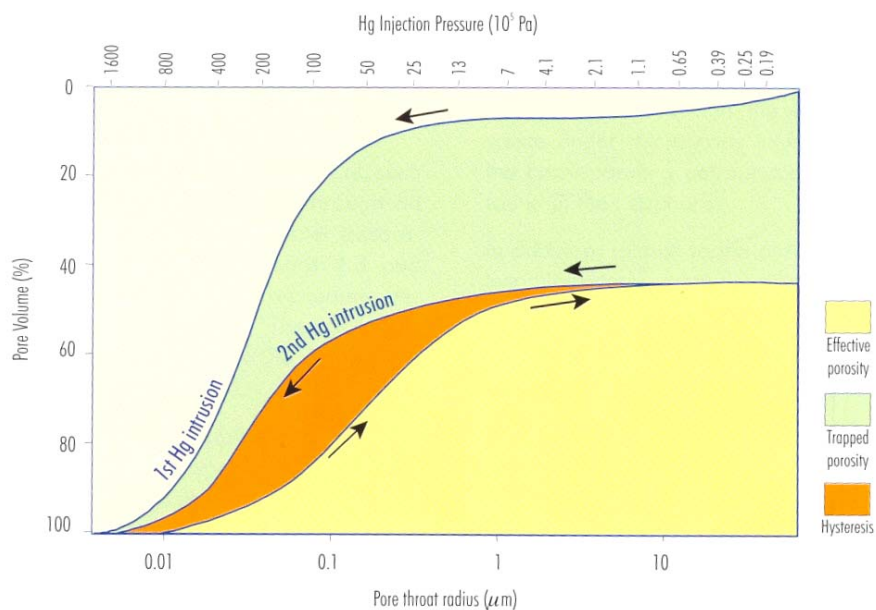
Aquellos poros de diámetro inferior a 1  $\mu\text{m}$  tienen una gran importancia en los mecanismos de degradación de los materiales rocosos tales como la haloclasticidad (Winkler, 1973; Ordaz, 1983). La abundancia de espacios vacíos es tan importante como su tamaño, forma e interconexión en el sistema poroso.

La porosimetría de mercurio se basa en el hecho de que el mercurio es un líquido que no moja, su ángulo de contacto es superior a  $90^\circ$ , de manera que se introduce en el sistema poroso de la roca cuando la presión aplicada es superior a la presión capilar (Gregg & Sing, 1982). El radio de acceso de poro se relaciona con la presión ejercida mediante la ecuación de Washburn:

$$P = 2\sigma\cos\theta/r$$

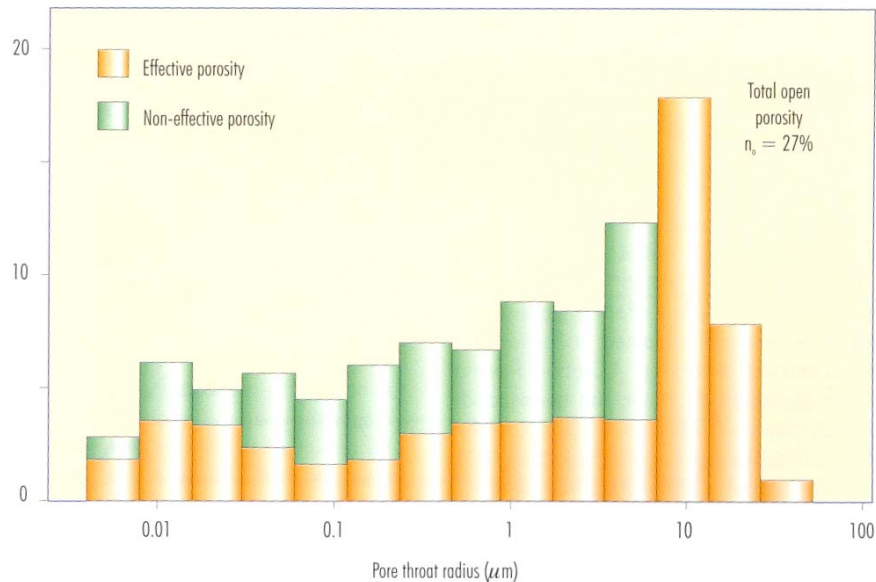
**(P es la presión de inyección,  $\sigma$  es la tensión superficial del Hg,  $\theta$  es el ángulo de contacto entre el mercurio y el sólido y r es el radio de acceso de poro)**

Como resultado del ensayo porosimétrico podemos construir una curva de intrusión y otra de extrusión que nos permite valorar la interconectividad de la red porosa según el fenómeno de histéresis registrado. Esto implica que para un mismo valor de presión, existe una diferencia entre el volumen de poros ocupado durante la intrusión de mercurio y el ocupado durante la extrusión, de manera que cuando el sistema ha alcanzado la presión atmosférica una cierta proporción de mercurio queda atrapada en el interior de la muestra. Este fenómeno de histéresis se relaciona con el distinto valor que toma el ángulo de contacto del mercurio para los ciclos de intrusión-extrusión y con la tortuosidad del sistema poroso (Rodríguez, 1997). Cuanto menor es la porosidad de la muestra, el fenómeno de histéresis está más estrechamente relacionado con la tortuosidad del sistema poroso, es decir, con la presencia de poros con acusados estrechamientos en sus conductos de accesos (existencia de cuellos de botella). El volumen ocupado por dichos poros es conocido como porosidad atrapada (Fig. 3)



**Fig. 3. Evaluación de la porosidad efectiva y atrapada mediante porosimetría de mercurio (Montoto, 2003)**

Así, como resultado final del ensayo de porosimetría de mercurio obtenemos la distribución porométrica de la roca en función del radio de acceso de poro, discriminando la porosidad libre de la porosidad atrapada para cada rango de tamaño de poro (Fig. 4)



**Fig. 4. Histograma obtenido mediante porosimetría de mercurio. Distribución de la porosidad en función del radio de acceso de poro, donde se discrimina la porosidad efectiva y atrapada. (Montoto, 2003).**

El rango de tamaños explorado mediante porosimetría de mercurio es de 0.001 a 100 μm de radio de acceso Clásicamente, dentro de este espectro de radios de acceso de poro medidos se clasifican según las siguientes categorías (Peter et al, 1970):

- macroporosidad: radios de acceso de poro > 7,5 μm.
- microporosidad: radios de acceso de poro comprendidos entre 7,5 μm y 100 nm.
- infraporosidad: radios de acceso de poro < 100 nm.

La porosidad atrapada puede incrementar la dificultad de circulación de los fluidos a través del sistema poroso de la roca, de manera que queden retenidos en la roca y faciliten los procesos de alteración y degradación en determinadas condiciones.

### 3. PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas de los materiales rocosos se expresan mediante parámetros que cuantifican aspectos o comportamientos de las rocas como un conjunto homogéneo. Estas propiedades físicas son indicadoras de la calidad de la roca y de su alterabilidad. Se establecen tres grandes grupos ó categorías de propiedades físicas (Alonso, 1998):

Propiedades físicas elementales: relacionadas con el aspecto, y constitución física de las rocas (color, densidad y porosidad). Son propiedades significativas tanto desde el punto de vista estético como de aplicación.

Propiedades hídricas: caracterizan el comportamiento de las rocas frente al agua, relacionadas con los procesos de captación, pérdida o movimiento del agua por su interior (absorción, desorción, capilaridad, permeabilidad e hinchamiento).

Propiedades mecánicas: relacionadas con la cohesión interna y el comportamiento deformacional de las rocas: propiedades frente a los esfuerzos (dureza, abrasión, resistencia al choque, a la compresión, tracción, flexión, módulos elásticos, etc.).

### 3.1. Propiedades hídricas

La determinación y estudio de las propiedades hídricas nos ayuda a interpretar procesos y mecanismos de alteración de las rocas, puesto que el agua es el agente de alteración por excelencia de los materiales rocosos y también influye en su comportamiento mecánico, dado que la presencia de agua en el seno de la roca condiciona la respuesta mecánica de ésta frente a los diferentes esfuerzos (Esbert et al, 1997).

La caracterización hídrica de las rocas tiene como objeto evaluar su capacidad para captar y perder agua y determinar la cinética de los procesos de absorción y desorción. Esto se consigue mediante la determinación de una serie de parámetros en respuesta a diferentes ensayos normalizados (Tabla 3.1). Aunque dichos ensayos pueden realizarse de varias maneras según normas y recomendaciones.

**Tabla 3.1. Propiedades hídricas: ensayos y parámetros obtenidos**

| ENSAYO   | NORMA                   | PARÁMETRO   |
|--|-------------------------|---|
| Absorción forzada<br>(en condiciones de vacío) | UNE 22-182-<br>85(1985) | $W_s$ : contenido en agua en saturación (%)<br>$\rho_a$ : densidad aparente ( $g/cm^3$ )<br>$\rho_r$ : densidad real ( $g/cm^3$ )<br>$\eta_o$ : porosidad abierta (%) |
| Absorción libre de agua<br>(a P atmosférica)   | UNE-EN<br>1936 (1996)   | $S_i$ : coeficiente de saturación (%)<br>$W_i$ : contenido en agua (%)  |
| Succión capilar                                | UNE-EN<br>1925 (1999)   | C: coeficiente de absorción de agua por capilaridad ( $g/m^2 s^{0.5}$ )   |

El ensayo de absorción forzada es facilitar el proceso de absorción de agua sometiéndola a condiciones de vacío, de manera que se llegue a alcanzar la máxima saturación posible ( $W_s$ ). Además de este dato, permite determinar los valores físicos de densidad real, densidad aparente y porosidad accesible al agua del material rocoso. El ensayo de absorción libre de agua se realiza para determinar la capacidad natural de la muestra para absorber agua y estudiar la cinética del proceso de absorción libre de agua de la roca en función del tiempo. La capacidad de succión por capilaridad de un material rocoso es una propiedad muy importante que influye en su durabilidad puesto que constituye el principal mecanismo de entrada de agua y soluciones salinas en el seno de la roca y, en consecuencia, está estrechamente relacionada con los principales procesos involucrados en el deterioro de los materiales rocosos tales como la cristalización de sales y el hielo-deshielo. El cálculo del coeficiente de capilaridad nos da idea de la capacidad del material de absorber agua del suelo cuando se encuentra en contacto directo con él. (Ovejero, 2005).

### 3.2. Propiedades mecánicas

El estudio de las propiedades mecánicas de las rocas es un punto de apoyo básico para evaluar su resistencia como roca ornamental. El comportamiento de la roca frente a diferentes esfuerzos puede producir deformaciones y fracturas en las rocas dependiendo de sus características petrográficas (textura, mineralogía, porosidad, cementación, etc.) y de las condiciones externas en las que la roca sufre dichas tensiones (presión, temperatura, humedad, etc.). La resistencia mecánica también es un parámetro de interés que condiciona la durabilidad de las rocas ornamentales puesto que determina la resistencia que opone a la acción de los agentes de deterioro (Benavente, 2005). Dentro de las propiedades mecánicas de las rocas las de mayor importancia son la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, parámetros obtenidos según la norma UNE-EN 1926 (1999) y la norma UNE 22-186 (1985).



La principal función de la piedra en un edificio es de tipo estructural, estando sometida, sobretodo, a esfuerzos de compresión (Oteo et al, 1984). La resistencia a la compresión de los materiales rocosos depende de factores intrínsecos, tales como la composición mineral, la textura, la fisuración y la porosidad; y de factores extrínsecos (tamaño y forma de la probeta, ambientales, de procedimiento, etc.). El contenido en agua es un factor relevante, ya que una roca seca ofrece mayor resistencia que la misma roca saturada en agua. También es importante tener en cuenta las posibles anisotropías estructurales y texturales de la roca, ya que la resistencia mecánica suele variar según la dirección de los esfuerzos. Así, para rocas estratificadas, éstas resisten más cuando el esfuerzo se ejerce en dirección normal a la estratificación que cuando se ejerce paralelamente.

Los valores de resistencia a la compresión de las rocas son muy variables, no sólo entre los diferentes tipos de rocas, sino dentro de una misma litología. En rasgos generales, las rocas cristalinas, de grano fino y poco porosas suelen ser más resistentes que las cementadas de grano grueso y porosas.

La resistencia a la flexión tiene especial interés en casos como la valoración de la calidad de pizarras de techar o de rocas cortadas en placas para ser usadas como dinteles de huecos, peldaños de escaleras o como revestimiento exterior de edificios altos (en los que habrán de soportar importantes empujes por la acción del viento). Así, si los esfuerzos que ha de soportar una placa son elevados o los apoyos están muy separados, habrá que dotarla de un mayor espesor.

### 3. DURABILIDAD

La durabilidad de un material rocoso se define como la resistencia de una roca a la meteorización sin alterar sus propiedades físicas y estéticas para una posición en obra y unas condiciones climáticas y medioambientales definidas (Shadmon, 1993).

La estimación de la durabilidad de un material rocoso es imprescindible para intentar predecir o valorar su comportamiento en obra con el objetivo de evitar un deterioro prematuro o un uso inadecuado (Esbert, 1997). En este sentido, existen toda una serie de ensayos de laboratorio normalizados que permiten evaluar dicha durabilidad ante diversos fenómenos de alteración, denominados ensayos de envejecimiento artificial acelerado, que clásicamente se clasifican en ensayos básicos y ensayos realizados con atmósferas controladas.

Los ensayos básicos de laboratorio más comunes y aceptados que intentan definir la durabilidad de un material rocoso son los siguientes:

- cristalización de sales .UNE-EN 12370 (1999)
- resistencia a las heladas .UNE-EN 12371 (2002)
- ciclos de humedad-sequedad.

Los ensayos con atmósferas controladas pretenden reproducir en el laboratorio un determinado tipo de atmósferas, simulando condiciones extremas. Estos ensayos, en ocasiones enormemente agresivos, permiten simular de forma acelerada los procesos que de otro modo tardarían años en producirse, comprobar el deterioro del material rocoso y estimar qué procesos han sido los que han influido en dicho deterioro.

Los factores que provocan la alteración o el deterioro de un material rocoso son múltiples, si bien es posible diferenciar entre factores intrínsecos, dependientes del propio material y que están relacionados con sus características petrográficas, y factores extrínsecos o externos, dependientes del ambiente, donde se debe tener en cuenta además de su intensidad, la frecuencia de sus variaciones (Alonso, 1986). Dentro de los factores intrínsecos destacan la naturaleza mineral del material rocoso, su textura, su porosidad accesible, la forma y tamaño

de los poros, la comunicabilidad de la red porosa y la existencia de microfisuración. La posición en obra, el clima y la contaminación ambiental actúan como factores extrínsecos.

Cuando la relación macroporos-microporos tiende a aumentar, aumenta con ello la durabilidad de los materiales ante los procesos de alteración por heladicidad y cristalización de sales (Ordoñez et al, 1998). Por el contrario se puede producir una mayor alteración por humedad-sequedad, al aumentar la velocidad de absorción de agua y desorción.

Los espacios vacíos como componentes texturales son tanto o más importantes que los propios minerales. De aquí que la caracterización detallada del sistema poroso resulta imprescindible para cualificar al evolución futura del material puesto en obra.

La incidencia de poros y microfisuras inherentes al material, sobre la alteración potencial es evidente. En principio, aquellos tipos rocosos que presentan mayor desarrollo de poros y microfisuras y un mayor grado de conectividad entre ellos serán potencialmente más meteorizables.

La alteración de una roca en su medio natural es un fenómeno normal, proceso que forma parte del ciclo geológico y permite la formación de nuevos tipos de rocas en equilibrio con dichas condiciones. Sin embargo, una roca ornamental al ser desplazada de su medio natural, se ve sometida a condiciones muy diferentes. Normalmente se ubica en un edificio donde una gran superficie de la misma resulta expuesta al exterior y por otro lado, las particulares condiciones de un entorno urbano (contaminación, aporte de soluciones salinas, aerosoles, etc.) hacen que los efectos surgidos se diferencien de los habituales en su entorno geológico natural. Así, los factores de alteración son los que en mayor medida, actuarán en su degradación; sin embargo la alterabilidad o susceptibilidad de un material a degradarse estará controlada por los factores intrínsecos (Torraca, 1986).

## 4. PROPIEDADES TECNOLÓGICAS

La determinación de las propiedades físicas de las rocas, además de ser indicativa de la calidad de la roca, nos permite determinar el uso preferente al que puede ser destinada la roca ornamental, de acuerdo con unas determinadas exigencias de su aplicación en construcción y la importancia relativa de cada propiedad determinada mediante el correspondiente ensayo. Así, existen numerosos manuales que regulan las características que tiene que tener la roca en cuestión dependiendo del uso al que este destinada. Están normalizados la mayoría de los ensayos que se realizan para establecer la calidad y la idoneidad de los materiales según la aplicación que se le dará al material en obra.(Tabla 4.1)

Es evidente que una roca idónea es aquella que presenta las óptimas propiedades físicas para la aplicación arquitectónica destinada. Aquella que tenga una función estructural en el edificio deberá presentar unas características de resistencia a la compresión y a la flexión determinadas. En cambio, aquella que tenga una función ornamental deberá ser más valorada por sus características estéticas y aptitud para el pulido. En este sentido también influye notablemente la durabilidad del material rocoso, de forma que si la aplicación de la roca es exterior deberá tener una mayor resistencia frente a los procesos de deterioro que si es interior.

Los parámetros de calidad de una roca ornamental básicamente se resumen en tres aspectos: estéticos, propiedades físico-mecánicas y de durabilidad

Los datos petrográficos son de interés respecto a estos tres puntos de apoyo tanto en prospección, como en seguimiento y control de la extracción e interpretación de patologías de uso. Los estudios petrográficos son un método fácil y barato para definir la calidad de potenciales rocas ornamentales y son una referencia necesaria para interpretar otros datos, como los datos porosimétricos y los resultados de los tests de durabilidad

**Tabla 4.1. Importancia de las propiedades tecnológicas de la piedra natural según su uso (López Jimeno, 1995)**

| Característica<br>Tecnológica  | Revestimientos |            | Pavimentos |            | Peldaños de<br>escalera | Pizarras para<br>cubiertas |
|--------------------------------|----------------|------------|------------|------------|-------------------------|----------------------------|
|                                | Interiores     | Exteriores | Interiores | Exteriores |                         |                            |
| Descripción petrográfica       | I              | I          | I          | I          | I                       | I                          |
| Análisis químico               | PI             | PI         | PI         | PI         | PI                      | PI                         |
| Peso específico aparente       | I              | I          | I          | I          | I                       | I                          |
| Porosidad aparente             | PI             | I          | PI         | I          | I                       | MI                         |
| Absorción de agua              | PI             | I          | PI         | I          | PI                      | MI                         |
| Resistencia a compresión       | PI             | I          | PI         | I          | I                       | -                          |
| Resistencia a flexión          | PI             | I          | I          | I          | MI                      | MI                         |
| Resistencia al choque          | -              | -          | I          | MI         | MI                      | -                          |
| Resistencia a las heladas      | -              | MI         | -          | MI         | -                       | -                          |
| Resistencia al desgaste        | PI             | PI         | I          | MI         | MI                      | -                          |
| Resistencia a cambios térmicos | PI             | MI         | PI         | MI         | I                       | MI                         |
| Módulo de elasticidad          | -              | I          | -          | I          | -                       | PI                         |
| Coefficiente de dilatación     | -              | MI         | -          | -          | -                       | -                          |
| Microdureza Knoop              | -              | PI         | I          | MI         | I                       | -                          |
| Resistencia al SO <sub>2</sub> | -              | I          | -          | I          | -                       | MI                         |
| Resistencia al anclaje         | I              | MI         | -          | -          | -                       | -                          |
| Contenido en carbonatos        | -              | -          | -          | -          | -                       | MI                         |

( PI: poco importante, I: importante, MI: muy importante)

## Bibliografía

- Alonso, F. J. et al (1998): Características petrográficas que condicionan la durabilidad de la piedra natural. En: *II Congreso Internacional de la Piedra*. Madrid.
- Benavente (2005): Propiedades físicas y utilización de rocas ornamentales. En: *Seminarios de la Sociedad Española de Mineralogía. Utilización de rocas y minerales industriales*. 123-153.
- Esbert et al (1997): Manual de diagnosis de materiales pétreos y cerámicos. Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, Barcelona, 126 p.
- Gregg, S.J. and Sing, K.S.W.(1982): Adsorption, Surface Area and Porosity. Academic Press, New Cork, 303 p.
- López Jimeno, C. (1995). Manual de rocas ornamentales. ETSI Minas. Madrid.
- Montoto, M. (2003): Petrophysics at the rock matrix scale: hydraulic properties and petrographic interpretation. Publicaciones Técnicas Enresa. Madrid.
- Ordaz, J., (1983): Características físicas y alterabilidad de la piedra de Villamayor (Salamanca). *Materiales de construcción*, 190: 85-95.
- Ordóñez, S., Fort, R., Benvente, D., García del Cura, M.A., Bernabéu, A. (1998): Predicción de la durabilidad de rocas ornamentales porosas mediante estudios de porosimetría de mercurio. En: *II Congreso Internacional de la Piedra*, Madrid.
- Oteo. C.; De la Cueva, J.; García, R. y Nicolás, M. (1984): Potencial de alterabilidad de la Piedra de Villamayor. En: *Estudio sobre las alteraciones y tratamiento de la Piedra de Villamayor. Serie Monografías nº 3. Caja de Ahorros y Monte Piedad de Salamanca*, 556 p.
- Ovejero (2005). Caracterización petrofísica y alterabilidad de las rocas ornamentales de la provincia de Castellón. Tesis doctoral, Universitat Jaume I, 242 p.
- Peter, A; Ragot, J.P. and Sima, A. (1970): Analyse du spectre de porosite de diferentes roches exploitées en carriere. En: *2nd Int. Congr. ISRM, Beograd*, 221-227.
- Rodríguez García, F. (1995): Porosimetría por intrusión de mercurio: fundamentos de la técnica y aplicación a la caracterización microestructural de hormigones. *Ingeniería Civil*, 97: 21-36.
- Shadmon, A. (1993): Dimension stone its impacto in environment and constructional applications. The role of engineering geology. *Bulletin of the International Association of Engineering Geologic*, 48: 119-222.
- Torraca, G. (1986): Momento nella storia della conservazione del marmo. *Metodi e attitudini in varie epoche. OPD Restauro-Resaturo del Marmo/Opere e Problema, Opus Libri. Ed., Firenze*, 32-45.
- Winkler, E. M. (1994): *Stone in architecture. Properties, Durability*. Springer-Verlang New York, 313 p.



## Materiales y productos

- S8** La evaluación de productos innovadores de construcción: DIT, DITE y DIT plus
- S11** Últimos avances en cerámica, vidrio y piedra natural

Organizado por



Asociación de Miembros del  
Instituto Eduardo Torroja



Con el patrocinio de

