

cuadernos de

informes

Instituto Eduardo Torroja

UEAtc

UNIÓN EUROPEA PARA LA IDONEIDAD TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN

abril, 1992

**GUÍA UEAtc⁽¹⁾ PARA
LA APRECIACIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS
DE AISLAMIENTO EXTERIOR DE FACHADAS CON
REVESTIMIENTOS MINERALES**

2ª parte

884- 8

**⁽¹⁾ Sustituye a la antigua denominación
"Directriz UEAtc"**

El presente Documento ha sido elaborado por:

- the British Board of Agreement (BBA) (Garston, Watford, representando al Reino Unido.
- Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung (BAM) (Berlin), representando a Alemania.
- le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) (París), representando a Francia.
- Forschungsgesellschaft für Wohnen, Bauen und Planen (FGW) (Viena), representando a Austria.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo torroja (ICCET) (Madrid), representando a España.
- l'Istituto Centrale per l'Industrializzazione et la Tecnologia Edilizia (ICITE), (Milán), representando a Italia.
- the Irish Agrément Board (IAB) (Dublín), representando a Irlanda.
- the Stichting Bouwkwaliiteit (DBK) (Rijswijk), representando a los Países Bajos.
- le Laboratorio Nacional de Engenharia Civil (LNEC) (Lisboa), representando a Portugal.
- Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) (Horsholm), representando a Dinamarca.
- l'Union Belge pour l'Agrément technique dans la construction (UBAtc) (Bruselas), representando a Belgica.
- BOVERKET (Karlskrona), representando a Suecia.
- Norges byggforskningsinstitutt (BYGGFORSK) (Oslo), representando a Noruega.
- Valtion Teknillinen tutkimuskeskus (VTT) (Espoo), representando a Finlandia.

El BAN ha actuado como ponente.

De acuerdo con los Estatutos de la UEAtc cada Instituto miembro aplica la Guía Presente para la concesión en su país de los Documentos de Idoneidad Técnica, reconocidos como equivalentes por los otros miembros.

TRADUCCIÓN Y ADAPTACIÓN: R. Bernabé, Aydte. Dipl. Inv. J.M. Bielza, Dr. en C. químicas y A. Ruíz Duerto, Dr. Arquitecto.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El presente documento se publica en dos partes:

- La primera contiene los capítulos dedicados a la terminología, reglas generales de calidad y parte del dedicado a la determinación de las características.
- En la segunda se finaliza ese capítulo y se incluyen los de especificaciones, constancia de calidad y contenido de la apreciación técnica.

La apreciación de un sistema de aislamiento exterior de fachadas con revestimientos minerales, desde el punto de vista experimental, se realiza sobre la base de los siguientes ensayos:

- Ensayos de identificación de los materiales constituyentes del sistema (1ª parte Capítulo 3.1).
- Ensayos de aptitud al empleo de los constituyentes (2ª parte Cap. 3.2), así como del sistema completo (2ª Parte, Cap. 3.3).
- Las especificaciones exigidas tanto a los materiales como a los sistemas para su validación (2ª parte Cap. 4).
- Los ensayos de control de calidad del sistema de aislamiento exterior de fachadas con revestimientos minerales. (2ª Parte, Cap. 5).

ÍNDICE GENERAL

1ª parte CAPÍTULOS 0 a 3.1

2ª parte CAPÍTULOS 3.2 a 6

2ª PARTE

3.2 ENSAYOS DE APTITUD AL EMPLEO DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA

3.21 Productos de encolado

3.211 Verificación del tiempo de empleo de la pasta

Los ensayos se realizan sobre las siguientes maquetas:

-un soporte constituido por una losa de hormigón liso de al menos 4 cm de espesor.

La dosificación del hormigón será de 5 partes en peso de arena de 0/8 (la granulometría de la arena presentará una curva creciente sensiblemente constante) y una parte en peso de cemento Portland.

La masa total de los finos de arena inferiores a 0,2 mm y del cemento no deberá exceder los 500 kg/m³ de hormigón.

La relación agua/cemento será del orden de 0,45 a 0,48. La resistencia a tracción de la losa será de 1,5 N/mm² como mínimo. El contenido de humedad de la losa antes del ensayo será de un máximo del 3% en peso,

-el adhesivo (amasado con la proporción de agua anunciada por el fabricante, tanto si se trata de un adhesivo a base de cemento, como de un adhesivo preparado para su empleo inmediato),

-las sufrideras para ensayo serán en general, y salvo investigación complementaria particular, placas metálicas con una superficie aproximada de 10 a 20 cm², adheridas después de endurecimiento con pegamento adecuado.

Sobre el soporte, se extiende el adhesivo con un espesor de 3 a 5 mm un cuarto de hora después de

amasado y próximo al límite del tiempo abierto definido por el fabricante.

Después se pegan cinco sufrideras metálicas por cada serie. Una vez seca la unión se realiza el ensayo de tracción sobre las cinco sufrideras metálicas de cada serie después de dar un corte alrededor de cada una de éstas.

Se determinan los valores medios de resistencia a tracción de cada una de las dos series de probetas T₁ (después de 1/4 hora) y T_{lm} (tiempo límite de empleo).

3.212 Tiempo de fraguado

El ensayo se efectúa conforme a las normas nacionales en vigor.

3.213 Ensayos de adherencia (fig. 5)

- Generalidades

Los ensayos se efectúan sobre los soportes siguientes:

- aislante previsto para el sistema.
- losa de hormigón idéntica a la prevista en el apartado 3.211

En el caso de adhesivos sin cemento:

- el soporte más absorbente de los previstos por el solicitante del D.I.T.

Sobre el soporte se extiende el adhesivo con un espesor de 3 a 5 mm, después se recubre con una placa de material aislante para no deshidratar el adhesivo durante el secado. Se deja secar el adhesivo a 20°C y 65% H.R. hasta peso constante y después de haber quitado el aislamiento, se encolan, con la ayuda de un pegamento rápido, las sufrideras metálicas de sección entre 10 y 20 cm² a razón de 5 piezas por ensayo. La velocidad de arrancamiento es de 1 a 10 mm/minuto.

El valor medio de arrancamiento es el obtenido de las cinco probetas.

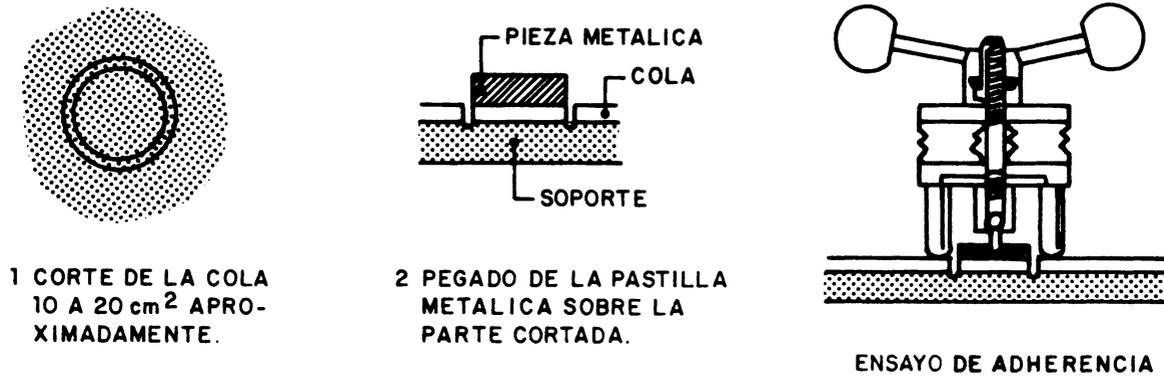


Fig. 5: Ensayo de adherencia

- 1. Ensayo de adherencia en estado seco

Los ensayos de adherencia se realizan después del secado previsto y del pegado de las sufrideras metálicas.

- 2. Adherencias después de la acción del agua

Después del secado previsto y del pegado de las sufrideras metálicas, las maquetas se sumergen en agua durante 48 horas.

Los ensayos de adherencia son efectuados respectivamente:

- a) 2 horas después de la salida del agua
- b) después de 7 días de secado.

3.22 Aislamiento

3.221 Características dimensionales y de aspecto

- 1 Tolerancias dimensionales y de espesor

según Norma ISO 1923

- 2 Escuadría

Entre los brazos de una escuadra de alas iguales de 50 cm, se coloca el panel aislante ajustándolo a uno de los brazos de la escuadría.

Se introduce en el espacio entre extremos del otro brazo de la escuadra y el panel, las distintas galgas.

Se anota el espesor de la galga de mayor espesor que pueda introducirse.

- 3 Curvatura

Colocar la placa sobre un soporte plano, con los bordes curvados hacia arriba, posicionar una regla sobre cada diagonal y medir la flecha en el centro. Anotar los dos valores.

- 4 Estado de la superficie

Apreciación visual

3.222 Características físicas

- Densidad.
- Cohesión.
- Módulo de elasticidad transversal.
- Estabilidad dimensional.
- Comportamiento al agua.
- Conductividad térmica.
- Comportamiento al fuego.

Conviene suministrar la justificación de la determinación de las características indicadas. Se hará referencia a las normas nacionales de ensayo en vigor.

3.23 Revestimiento mineral

3.231 Ensayo de adherencia del sistema revestimiento/aislante

El ensayo se realiza sobre las probetas constituidas por el aislamiento recubierto del sistema de revestimiento preparadas según las indicaciones del fabricante. Este ensayo puede ser efectuado sobre probetas específicas o sobre probetas cortadas de la maqueta después de realizar los ciclos de comportamiento agua-calor.

Después de la aplicación del sistema de revestimiento, las probetas se acondicionan en ambiente a 20°C y 50% H.R. A continuación se cortan con la ayuda de un disco, cinco cuadrados del revestimiento armado de 50 x 50 mm en el caso de plásticos alveolares o de 200 x 200 mm en el caso de lana mineral. Sobre los cuadrados desolarizados del aislamiento, se encolan las sufrideras de la medida correspondiente. Seguidamente, se procede a la realización de los ensayos de adherencia a una velocidad de tracción de 1 mm/minuto, anotándose los valores individuales y los valores medios.

3.232 Retracción

La retracción se determina sobre 3 probetas de revestimiento armado (sin armadura) de 10 mm x 40 mm x 160 mm provistos de topes de medida en sus bordes (10 x 40 mm) desmoldeadas generalmente a las 24 horas. La confección y el acondicionamiento de las probetas se hace a 20°C y 50% H.R. Las medidas se efectúan a intervalos regulares. Se anota el valor a los 28 días. Además si el aparato de lectura de la curva no se estabiliza, el ensayo se continuará con indicación del valor a los 56 días.

3.233 Absorción de agua por capilaridad

El ensayo se realiza sobre 6 probetas, tres de ellas están constituidas por el aislante previsto revestido de la capa base (sin armadura) y las otras tres del aislante previsto revestido de la capa base más el revestimiento de acabado, si ha lugar incluso, pintura (sistema completo). La superficie de la probeta (revestimiento) debe ser al menos igual a 200 cm². En cuanto a las cantidades de aplicación (espesor, masa superficial) y la naturaleza de la

aplicación, hay que respetar las indicaciones del fabricante.

Modo operatorio

Los cantos de las probetas se sellan, y las probetas con el revestimiento hacia abajo son se sumergen en un baño con agua. La profundidad de inmersión varía entre 2 y 10 mm, en función de la rugosidad de la superficie. Para conseguir lo mismo en el caso de superficies rugosas (revestimientos raspados) humidificar toda la superficie y sumergir las probetas sesgadas por una arista.

La profundidad de la inmersión se regula con ayuda de una rejilla regulable en altura colocada dentro del baño.

Las probetas se pesan antes de la inmersión y después a intervalos regulares. Antes de la segunda pesada y en las siguientes quitar el agua de la superficie con ayuda de un paño esponjoso húmedo.

Los intervalos entre las diferentes pesadas dependen de la velocidad de absorción de agua. Después del ensayo se traza la curva de absorción de agua en función de \sqrt{t} .

Evaluación

Si la función entre la absorción de agua W por m² y la raíz cuadrada del tiempo t es aproximadamente lineal (salvo la traza inicial de la curva), el factor de absorción de agua se obtiene por la pendiente de esta recta:

$$W_t = \frac{A W_t}{A\sqrt{t}}$$

El tramo inicial de la curva trazada puede separarse de una recta y es función de la profundidad de inmersión. Si no se obtiene una dependencia lineal, el factor de absorción de agua por m² después de 24 horas (W_{24}) se determina según la ecuación siguiente:

$$W_{24} = \frac{W_{24}}{\sqrt{24}}$$

Si el sistema de aislamiento térmico se aplica hasta el suelo donde está expuesto a subidas de humedad, el Instituto procederá a la realización de ensayos complementarios.

3.234 Permeabilidad al valor de agua (resistencia a la difusión del vapor de agua)

El ensayo se efectúa sobre el sistema de revestimiento completo desolidarizado del aislamiento, sobre 5 probetas de al menos 50 cm², según el modo operatorio previsto en la norma DIN-526-15 parte 1: determinación de la resistencia a la difusión del vapor de agua de materiales aislantes.

El ensayo debe realizarse dentro de una estufa a 20°C y 50% H.R. La copa contendrá una solución saturada de fosfato ácido de amonio (HN₄ H₂ PO₄).

Los resultados son expresados en metros y se determina la media de los valores.

3.24 Armadura

3.241 Fibras de vidrio (resistencia a tracción de la armadura)

La resistencia a tracción de la armadura se determina al menos sobre 5 probetas en sentido transversal y 5 probetas en sentido longitudinal, las dimensiones de las probetas son 360 x 50 mm. La longitud libre entre mordazas es de al menos 200 mm. La velocidad de tracción debe sobrepasar los 50 mm/min.

Los ensayos se realizan sobre probetas nuevas y sobre probetas que hayan sido sumergidas en una solución alcalina (envejecimiento).

- 1. Ensayo en estado nuevo

El ensayo se realiza después de acondicionamiento, al menos 24 horas a 20°C y 50% H.R.

- 2. Ensayo después de envejecimiento (ensayo dado a título provisional)

Las probetas se sumergen 6 horas dentro de una solución alcalina a 80°C.

La composición de la solución es la siguiente:

0,88 g NaOH, 3,45 g KOH, 0,48 g Ca(OH)₂ en 1 litro de agua destilada (pH= 1,25). Se enjuagan las probetas con agua y acondicionan antes del ensayo a 20°C y 50% H.R. hasta peso constante.

3.242 Malla o tejido de acero

En el caso de armadura de acero galvanizado el espesor mínimo de la capa de cinc se comprueba con ayuda de un método apropiado.

3.243 Otras armaduras

Siguiendo la naturaleza del material sintético e inspirándose en el apartado 3.241, el Instituto encargado del D.I.T. procederá a realizar un ensayo apropiado.

3.3 ENSAYOS DE APTITUD AL EMPLEO DEL SISTEMA COMPLETO

3.31 Comportamiento higrotérmico

3.311 Ensayo sobre maqueta

- 0. Generalidades

El sistema se aplica conforme a las prescripciones de puesta en obra previstas por el fabricante, sobre toda la superficie de un soporte de albañilería suficientemente estabilizado, así como sobre los dos laterales. Las dimensiones de la maqueta deben ser:

- superficie $\geq 6 \text{ m}^2$
- longitud $\geq 3 \text{ m}$
- altura $\geq 1,50 \text{ m}$

con una abertura en una esquina de la maqueta de 0,40 m de largo por 0,60 m de altura, dispuesta a 0,40 m de los bordes (fig. 6).

Deben aplicarse las soluciones de refuerzo de aristas (eventualmente).

Solamente debe ser sometida a sollicitaciones la cara anterior de la maqueta. Las temperaturas especificadas en los ciclos, son temperaturas de superficie. La duración del proceso de secado es de 4 a 6 semanas. Durante dicho proceso, se anotan a intervalos regulares la temperatura ambiente y la humedad del aire. La temperatura ambiente debe estar comprendida entre 10°C y 25°C. La humedad relativa no debe ser inferior al 50%. Para proteger el proceso de un secado demasiado rápido, humedecer el revestimiento una vez por semana mediante rociado durante 5 minutos aproximadamente, empezando al tercer día después de su preparación.

Después de secado, se anota el comportamiento y las deformaciones eventuales.

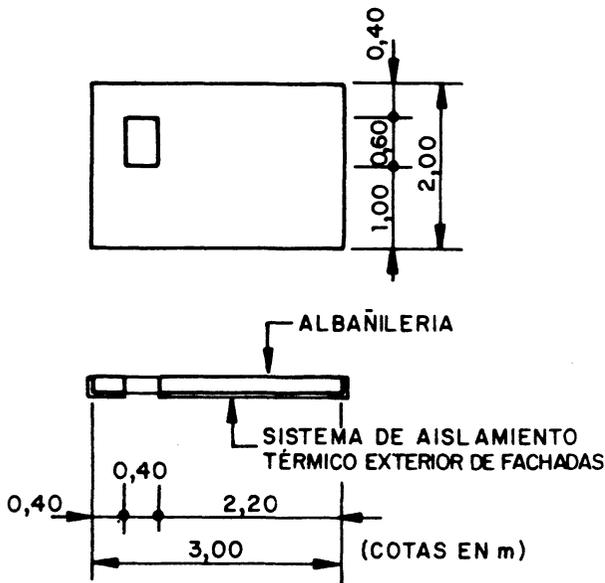


Fig. 6: Dimensiones de la maqueta (sin considerar las formas en bloque)

1 - Ciclo calor-lluvia

A continuación se expone la maqueta a una serie de 80 ciclos, comprendiendo las fases siguientes:

1°. Calentamiento hasta 50°C, manteniendo esta temperatura durante 3 horas.

2°. Rociado de agua durante 1 hora, a razón de 1 litro/m².minuto; la temperatura del agua debe ser de 15 ± 5°C.

3°. Reposo de 2 horas (escurrido).

Cada 4 ciclos, se anotan todas las observaciones relativas a la modificación de las características y al comportamiento del sistema completo (abolsamientos, de cohesión, microfisuras, etc.).

- 2. Ciclo calor-frío

Después de los ciclos precedentes, la misma maqueta es expuesta a los ciclos de calor-frío siguientes:

5 ciclos de 24 horas con las siguientes fases:

1°. Exposición a una temperatura de 45°C durante 8 horas.

2°. Exposición a una temperatura de -15°C durante 16 horas.

Seguido de 5 ciclos de 24 horas, que comprenden las fases siguientes:

1°. Exposición a una temperatura de 50°C durante 8 horas.

2°. Exposición a una temperatura de -15°C durante 16 horas.

En todos los ciclos, se anotan las mismas observaciones que en el caso anterior.

3.312 Resistencia al hielo

- 0. Generalidades

La resistencia al hielo se demuestra:

-por la ejecución del ensayo de determinación del grado de saturación de la capa base armada,

-Por la ejecución del ensayo de comportamiento a ciclos hielo-deshielo y particularmente en función

de las condiciones climáticas locales,

-por la ejecución consecutiva:

.del ensayo de determinación del grado de saturación de la capa base armada,

.y en el caso de que el coeficiente de saturación de la capa base armada sea elevado, de un ensayo de comportamiento a ciclos de hielo-deshielo particularmente en función de las condiciones climáticas locales.

- 1. Grado de saturación de la capa base armada

El grado de saturación de la capa base armada se determina sobre tres probetas sin armadura de 10 x 40 x 160 mm.

Para ello, se pesan las probetas en las siguientes condiciones:

- 1° después de secado a 105°C,
- 2° después de inmersión en agua,
- 3° después de inmersión en agua bajo presión.

El ensayo se realiza como sigue:
(la pesada se realiza con una precisión de 0,1 g)

1°. Se secan las probetas a 105°C hasta peso constante, obtenido cuando la pérdida de peso en 24 horas, sea inferior al 0,2%. Una vez enfriadas las probetas se procede al pesado (W_d).

2°. Para determinar la absorción de agua, las probetas secas y frías se sumergen en agua. La temperatura del agua debe ser de $21 \pm 2^\circ\text{C}$. Después de 24 horas de inmersión, se determina el peso (W_s).

3°. La determinación de la absorción de agua bajo presión se realiza dentro de un recipiente bajo presión lleno de agua. La presión del agua es de $10 \pm 0,5$ MPa. Después de 4 horas de inmersión, las probetas se sacan del recipiente y se pesan (W_t).

Interpretación

El grado de saturación se determina a partir del peso obtenido W_d , W_s y W_t siguiendo la relación siguiente:

$$S = \frac{W_s - W_d}{W_t - W_d}$$

- 2 Ciclos hielo-deshielo

Existen divergencias en cuanto a las modalidades de ejecución de este ensayo. Dicho ensayo será definido por el Instituto encargado del D.I.T. en función de las condiciones climáticas nacionales.

3.32 Comportamiento a los choques (según la Guía Técnica UEAtc "Choques")

Choques de cuerpo duro

Los ensayos de choques de cuerpo duro, se realizan con la ayuda de una bola de acero golpeando normalmente al elemento a ensayar. Este se inmoviliza en posición horizontal o vertical. En el primer caso el choque será obtenido por caída vertical de la bola sin velocidad inicial desde la altura prevista. En el segundo, el choque se realiza por un movimiento pendular donde el centro está situado en la vertical del punto de impacto, siendo el radio al menos igual a 1,50 m. El desnivel entre el punto en el que se suelta la bola sin velocidad inicial y el punto de impacto es igual a la altura de caída prevista.

Los puntos de impacto, se escogerán teniendo en cuenta los diferentes comportamientos del paramento y de sus revestimientos según que el punto de impacto se encuentre o no en una zona de mayor rigidez (refuerzo).

El choque de cuerpo duro (10 julios) se realiza con una bola de acero de masa 1.000 g (diámetro 6,25 cm) y una altura de caída de 1,02 m.

El choque de cuerpo duro (3 julios) se realiza con una bola de acero de masa 500 g y una altura de 0,61 m.

Para los revestimientos de espesor total superior 9

a 6 mm, conviene efectuar los ensayos de punzonamiento (Perfotest) según la "Guía Técnica para la evaluación de los complejos de aislamiento exterior de las fachadas con revestimiento delgado sobre aislamiento de poliestireno expandido".

3.33 Estabilidad

Con respecto a la estabilidad, se distinguen los sistemas de fijación siguientes:

Sistemas encolados

1º. Sistemas únicamente adheridos, el encolado podrá realizarse en toda la superficie o solamente por puntos.

2º. Sistemas adheridos con clavijas: la transmisión de cargas se hace únicamente por el encolado. Las clavijas deben, por ejemplo, asegurar la estabilidad durante el proceso de endurecimiento del adhesivo y servir de unión provisional en el caso de despegue, a fin de evitar los riesgos de caída.

Sistemas fijados mecánicamente

3º. Los sistemas fijados mecánicamente conllevarán además un pegado complementario para asegurar la planeidad en obra del sistema.

La transmisión de las cargas se hace únicamente por la fijación mecánica.

4º. Sistemas fijados sólo mecánicamente.

Deben tenerse en cuenta los eventuales reglamentos nacionales existentes.

Con respecto a la elección de los ensayos a realizar para la apreciación de la estabilidad, ver la Tabla 1

En lo que se refiere a la ejecución de los ensayos se ha de tener en cuenta lo siguiente:

Los ensayos sobre sistemas pegados con clavijas, se han de efectuar sin las clavijas. Los ensayos sobre sistemas fijados mecánicamente con adhesivo complementario se realizan sin él.

3.331 Ensayos de adherencia

Se pueden utilizar los resultados de los ensayos 3.213 y 3.231.

El expediente de ensayo deberá precisar:

- cada uno de los valores individuales,
- el valor medio.

TABLA 1

SISTEMA	Aislante	
	Plástico alveolar	Lana mineral
Sistema pegado	A	D
Sistema fijado mecánicamente (por clavijas)	F o D	F o D
Sistema pegado mecánicamente (sin perfiles)	D	D
A = ensayo de adherencia (ver 3.213 y 3.231) B = ensayo sobre maquetas (ensayos de arrancamiento bajo depresión (ver 3.334) F = ensayo con clavijas sobre probetas (ver 3.332)		

3.332 Sujeción de las clavijas dentro del sistema

Se pegan paneles aislantes de 300 x 300 mm con una clavija en su centro, con ayuda de un mortero-cola sobre un soporte rígido, dejando la cabeza de la clavija previamente recubierta con una hoja de plástico autoadhesivo.

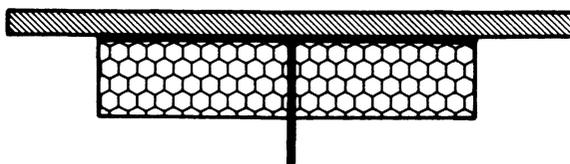


Fig. 7: Probeta con clavija

Una vez seco el adhesivo, se ejerce un esfuerzo de tracción hasta la rotura entre la placa rígida y el extremo de la clavija que traspasa el aislante, la velocidad de tracción es de 20 mm/min.

Si se trata de un aislante rígido, se deben efectuar al menos 5 ensayos.

Si se trata de un aislante de lana mineral, se deben efectuar al menos 10 ensayos.

En el expediente de ensayos se indicarán:

cada uno de los valores individuales y el valor medio.

3.333 Sujeción de las clavijas al soporte

Para ello se tendrá en cuenta la guía Técnica UEAtc "Clavijas de Fijación". Para clavijas de material plástico, no tratadas en la Guía, deberá tenerse en cuenta la acción de la temperatura y la humedad.

3.334 Resistencia a la depresión del sistema

El grupo de trabajo UEAtc "Ensayos de tracción sobre revestimientos de fachadas" está estudiando varios métodos de ensayo para la apreciación de los revestimientos de fachadas bajo cargas debidas a la succión del viento los sistemas de aislamiento exterior de fachadas.

En espera de los resultados de estos trabajos, se facilita a título provisional el siguiente método de ensayo.

El procedimiento se aplica sobre una losa de hormigón siguiendo las indicaciones de puesta en obra dadas por el fabricante. Las dimensiones de la muestra son de 1,0 m x 0,6 md (d = espesor del sistema de aislamiento exterior). Se reparten uniformemente las eventuales clavijas previstas.

La puesta en carga se realiza por depresión o mediante cargas de tracción aplicadas a bloques de espuma rígida de 30 cm de espesor mínimo pegados sobre el revestimiento.

Se efectúan 3 ensayos hasta rotura.

El Informe o expediente de ensayo precisará las cargas de rotura y el valor medio obtenido.

Capítulo 4

Especificaciones

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA

Las características de identificación de los materiales constitutivos del sistema, medidos según los ensayos del apartado 3.1, deben ser sensiblemente análogos a los indicados en el apartado "Especificaciones" que figura en la parte descriptiva del D.I.T. con las tolerancias habituales.

4.2 APTITUD AL EMPLEO DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA

4.21 Productos de encolado

a) Para los sistemas encolados, no debe producirse ningún despegue en el plano de encolado:

1º. En estado seco, sobre hormigón o albañilería:

Al término del ensayo 3.213.1 el valor medio de adherencia sobre el soporte será al menos igual a 0,3 MPa (3 daN/cm²).

2º. Después de la acción del agua (sobre hormigón o fábrica de ladrillo):

Al término del ensayo 3.213.2 el valor medio de adherencia al soporte debe ser al menos igual:

- 2 horas después de salida del agua, 0,1 MPa (1 daN/cm²),
- después de 7 días de secado, 0,3 MPa (3 daN/cm²).

3º. Al término de los ensayos 3.213.1 y 3.213.2 el valor medio de la adherencia con el aislante será al menos igual a 0,1 MPa o la rotura se producirá en el aislante térmico (por ejemplo en el caso de paneles de fibras minerales).

b) Para los sistemas fijados mecánicamente con encolado complementario, no hay exigencias relativas a los productos de encolado.

4.22 Aislamiento

4.221 Características dimensionales y de aspecto

TABLA 2

	Desviaciones admisibles relativas a los valores nominales	
	Plástico alveolar	Fibras minerales
Longitud (mm)	± 2	± 5
Anchura (mm)	± 1	± 2
Espesor		+ 2
d ≤ 0,20 m (mm)	± 1,5	- 1
d > 0,20 m (%)	± 1	± 1
Escuadría (mm/m)	2,0	4,0
Curvatura (mm)	3,0	3,0

4.222 Características físicas

Los aislantes deben presentar:

-un comportamiento al agua satisfactorio tanto frente a las penetraciones del agua de lluvia por capilaridad en el revestimiento como al agua (y heladas) proveniente de condensación o de entrada de agua accidental (por ejemplo durante la obra);

-una estabilidad dimensional satisfactoria frente a los movimientos irreversibles por acción de la temperatura;

-una cohesión suficiente, teniendo en cuenta el sistema de fijación del aislante al soporte considerado (ver 3.33).

El comportamiento al fuego corresponde a los reglamentos nacionales.

4.23 Revestimiento mineral armado

4.231 Adherencia del sistema revestimiento/aislamiento

El valor medio de adherencia determinado según el apartado 3.231 no debe ser inferior a 1 daN/cm², a no ser que la rotura se produzca dentro del aislamiento (por ejemplo paneles de fibras minerales).

4.232 Retracción

La retracción determinada según el apartado 3.232, debe ser como máximo igual al 2.

4.233 Absorción de agua por capilaridad (ensayo según apartado 3.233)

El valor medio del factor de absorción de agua del revestimiento mineral armado completo, debe ser menor a $w = 1,0 \text{ kg/m}^2 \text{ h}^{0,5}$; el valor medio del factor de absorción de agua de la capa armada debe corresponder aproximadamente al sistema completo o como máximo, dos veces superior a éste.

4.24 Armadura

4.241 Fibras de vidrio

La resistencia a la tracción de la armadura en estado nuevo, debe ser al menos igual a 1,75 kN/5 cm, y después de 6 horas de acondicionamiento a 80°C en solución alcalina (envejecimiento) la resistencia residual ser al menos igual a: 0,75 kN/5 cm y un 40% del valor inicial.

4.242 Mallas o tejidos de acero

Las armaduras de malla o tejidos de acero pueden ser de metal galvanizado o de acero inoxidable. En el caso de mallas galvanizadas, el espesor mínimo de la capa de cinc debe ser de 20 micras (275 g/m²), y la galvanización haberse efectuado después del soldado de las mallas (hilos espaciados de 9 a 13 mm).

4.243 Otras armaduras

Las exigencias deben fijarse según la naturaleza de las mismas.

4.3 APTITUD AL EMPLEO DEL SISTEMA COMPLETO

4.31 Comportamiento higrotérmico

4.311 Ensayos sobre maqueta

Ciclos calor-lluvia

Al término de los ciclos no debe haber fisuración en general (en particular en las juntas entre paneles aislantes), admitiéndose en general microfisuras en las aristas de huecos, así como una microfisuración superficial.

Ciclos calor-frío

Al término de los ciclos (45°C y -15°C) no debe haber fisuraciones en la parte normal.

Al término de los ciclos (50°C y -15°C) se admiten fisuraciones, pero no generalizadas en la parte

normal, concretamente a lo largo de las juntas entre paneles aislantes.

4.312 Resistencia al hielo

De acuerdo con las opciones definidas en el apartado 3.312 las exigencias se fijarán por el Instituto responsable del D.I.T. en función de las condiciones climáticas locales.

4.32 Comportamiento a los choques

Comportamiento de los sistemas frente a los choques en función de las clases de exposición según el apartado 2.14 (ver ensayo 3.32).

TABLA 3

	Clase III	Clase II	Clase I
10 J		No perfora	Ligeras marcas solamente sin influencia significativa sobre la capa armada
3 J	No perfora	No fisura	sin deterioro
Perfo-test	20 máximo	12 máximo	6 máximo

4.33 Estabilidad

En razón de los diferentes reglamentos nacionales concernientes a la estabilidad, no es posible indicar un comportamiento único. La prueba de la estabilidad vendrá dada de acuerdo con los reglamentos nacionales.

La apreciación de la estabilidad del sistema puede realizarse a partir de los ensayos de adherencia, los ensayos de tracción sobre probetas con clavijas o el ensayo de arrancamiento bajo depresión sobre el sistema completo según la tabla del apartado 3.33. La elección del tipo de ensayo, cuando sea opcional (ver F o D de 3.33) se determinará por el Instituto responsable del D.I.T. de acuerdo con el petionario.

En lo que respecta a los esfuerzos de viento a los que están sometidas las fachadas, las posibilidades de aplicación del sistema en función de las zonas climáticas y de la altura del edificio resultan de los ensayos del apartado 3.33 teniendo en cuenta un factor de seguridad.

El factor de seguridad se determina de acuerdo con los reglamentos nacionales pudiendo ser diferente según qué los ensayos sean unitarios sobre maquetas.

NOTA: Los límites de empleo del sistema serán fijados por el Instituto encargado del D.I.T. en función de esta clasificación y del comportamiento del sistema en obra.

Capítulo 5

Constancia de Calidad

5.1 OBJETO

El presente capítulo define:

-las modalidades de control interno en fábrica, sobre la fabricación de los elementos que constituyen el sistema;

-las modalidades de supervisión de este control interno.

5.2 CONTROL INTERNO DE FABRICACIÓN.

El control interno de fabricación permite asegurar la constancia de la calidad mediante las comprobaciones adecuadas de cada producto, indicadas en el documento y que se relacionan a continuación.

5.2.1 Control de recepción de materias primas

El fabricante tiene que asegurar, mediante un control, a su recepción, y antes de su utilización, la conformidad de los materiales que entran en la composición del sistema, tal y como están definidos en el D.I.T.

Estos controles son, generalmente, efectuados por el propio fabricante. En el caso de que estos controles necesiten una técnica específica, se requiere por parte del suministrador, la entrega de un boletín de análisis que garantice las características correspondientes, siendo este boletín controlado periódicamente por un laboratorio externo.

Denominación de los controles (a título de ejemplo)

- cargas: curva granulométrica;

- pigmentos: absorción de agua o aceite, color;
- ligantes: pH, extracto seco, densidad.

5.2.2 Controles durante la fabricación

El fabricante debe efectuar, en el transcurso de la fabricación, los controles que permitan realizar productos de calidad constante.

5.2.3 Controles de los productos acabados: denominación

a) Revestimientos y adhesivos

-densidad y viscosidad de la pasta;

-tiempo de fraguado y secado, aspecto, color;

-retención de agua;

-control periódico de los productos endurecidos (adherencia, módulo de elasticidad, retracción).

b) Armadura

-masa por unidad de superficie;

-resistencia mecánica.

c) Aislamiento

-espesor, dimensiones, densidad, curvatura;

-cohesión;

-estabilidad dimensional.

d) Dispositivos de fijación

-naturaleza y dimensiones.

5.3 Supervisión del control interno

Cuando esté previsto, la supervisión del control interno se realiza sobre las características indicadas en el apartado 5.23. Se efectúa para cada unidad de fabricación, sobre la base de dos visitas anuales, al menos.

La inspección de supervisión comprende:

- la conformidad de la fabricación con el D.I.T.,
- la verificación de la ejecución de los controles

internos prescritos en el D.I.T. y sus registros,

-el estado y buen funcionamiento de los aparatos de control,

-el almacenamiento y marcado de los productos antes del suministro.

Además, siguiendo la reglamentación nacional, pueden exigirse los controles externos, por ejemplo sobre el comportamiento al fuego del sistema completo o sobre los dispositivos de fijación.

Capítulo 6

Contenido del Documento

El D.I.T. (descripción y anexos) deberá constar de las siguientes partes:

6.1 PARTE DESCRIPTIVA

6.11 Destino y campo de aplicación

6.111 Definición de los soportes

El D.I.T. precisará las paredes soportes susceptibles de recibir el procedimiento con referencia a su denominación habitual o a los documentos normativos: se distinguirán las paredes nuevas y las antiguas (trabajos de rehabilitación).

6.112 Campo de aplicación

El D.I.T. precisará el campo de aplicación del procedimiento, configuración de los soportes, tipos y alturas de los edificios, y las exclusiones o limitaciones eventuales, principalmente para paredes antiguas.

6.12 Materiales utilizados

Son los materiales que entran en la composición del procedimiento (adhesivo, aislantes, revestimientos, armaduras, fijaciones, etc.) y los que son utilizados para su puesta en obra (másticos de estanquidad, juntas, baberos, refuerzos especiales, etc.).

El D.I.T. indicará la referencia, definición y características técnicas de los productos. En el caso de empleo de materiales manufacturados, hará mención a las normas que los afecten o en su defecto a las marcas comerciales exclusivas.

Además, se precisarán, los diferentes tipos de

etiquetados o marcas previstas sobre los productos y sus embalajes.

La parte descriptiva de la evaluación, (D.I.T.) precisará entre otros:

-por un lado, la definición completa de los productos, indicando, eventualmente, el o los lugares de fabricación, los diferentes acabados incorporados, las dimensiones (acompañadas de las tolerancias de fabricación), los pesos medios por m², y

-por otro, el proceso de fabricación.

Se precisará igualmente los controles efectuados.

A continuación se precisa la información que se pide para los productos generalmente utilizados.

6.121 Productos en pasta

Definición

- designación comercial precisa,
- presentación: fase acuosa o disolvente,
- definición del ligante principal,
- naturaleza de los pigmentos, cargas, aditivos,
- naturaleza de los agentes de fungicidas,
- composición (% en peso de los constituyentes).

TABLA 4

Pigmentos	Cargas	Ligantes y aditivos en seco	Agua y disolventes

-Naturaleza de los componentes complementarios (para el cemento, indicar las clases recomendadas, así como las referencias de identificación)

-Acondicionamiento

. tipos de embalaje

. precauciones de almacenamiento (tiempos de conservación, hielo, etc.)

. etiquetado

-características de identificación (por referencia a 3.1)

-densidad

-extracto seco a 100°C o 200°C,

-contenido en cenizas a 450°C y 900°C

-espectro infrarrojo

-curva granulométrica

6.122 Productos en polvo

Definición

-designación comercial precisa

-naturaleza del ligante principal (para ligantes hidráulicos, indicar las clases y referencias)

-composición del polvo (% en peso)

TABLA 5

Ligante principal	Cargas	Aditivos

-Acondicionamiento

. tipos de embalaje

. precauciones de almacenamiento (tiempo de conservación)

. etiquetado

Características de identificación de los productos (por referencia al apartado 3.1)

-densidad aparente (no compactada)

-% de cenizas a 450°C y 900°C

-curva granulométrica

-retención de agua

Características de la capa base armada endurecida

-densidad

-módulo de elasticidad (precisar el modo de determinación)

-resistencia a la tracción

-alargamiento a rotura

6.123 Capa de preparación (eventualmente)

Definición

-designación comercial precisa

-presentación (fase acuosa o disolvente)

-definición del ligante principal (naturaleza)

-composición (% en peso de los constituyentes)

TABLA 6

Pigmento	Cargas	Ligantes y aditivos en seco	Agua y disolventes

-Acondicionamiento

. tipos de embalaje

. precauciones de almacenamiento

. etiquetado

Características de identificación (por referencia a 3.1)

-densidad

-extracto seco a 105°C

-contenido en cenizas a 450°C y 900°C

-espectro infrarrojos

6.124 Aislamiento

Definición

-designación comercial precisa,
-proceso y lugar de fabricación,
-conductividad térmica (o resistencia térmica) útil.

Características de identificación (por referencia a 3.14)

-naturaleza del aislamiento
-densidad
-forma y dimensiones de los elementos
-espesores mínimo y máximo

6.125 Armadura

Definición

-designación comercial precisa (lugar de fabricación)
-naturaleza y composición
-presentación, aspecto, color, etc.,
-características particulares (protección de la superficie)
-tipo de fabricación: tejido o no tejido

Características de identificación

-densidad por unidad de superficie
-dimensiones de las mallas
-número de hilos
-% de cenizas a 450°C
-resistencia a tracción

6.126 Dispositivos mecánicos de fijación

-designación comercial precisa,
-naturaleza y protección,
-características dimensionales,
-características de arrancamiento,

6.127 Accesorios de puesta en obra

Definición

-másticos

. designación comercial precisa
. naturaleza, presentación
. compatibilidad con los productos asociados

-ángulos y perfiles

. definición
. naturaleza y composición
. forma y dimensiones
. tratamientos particulares

-fijaciones

. definición
. naturaleza

-elementos diversos

. definición

6.13 Puesta en obra

La parte descriptiva del D.I.T. comprenderá una descripción detallada de la puesta en obra del proceso explicitando particularmente las diferentes operaciones a ejecutar (preparación de las paredes soportes, especialmente en el caso de paredes antiguas, adhesivos, fijaciones, proyecciones, etc.) las secuencias y los detalles entre las operaciones, los medios a utilizar (maquinaria, material, útiles), los controles de la puesta en obra que se efectúan en la obra, los consumos, el tiempo abierto, y el tiempo de endurecimiento, así como las temperaturas límites de utilización.

6.14 Diseños de conjunto y detalles

La descripción del sistema comprenderá una serie de planos acotados y con notas, a escala suficiente, de cada uno de los elementos manufacturados que entre en el proceso (placas aislantes, armaduras, ángulos, fijaciones mecánicas, etc.) así como una serie de planos de detalles a escala 1 ó 1/2 acotados y con notas:

- secciones horizontal y vertical sobre huecos (ventanas y puertas)
- secciones horizontales sobre ángulos entrantes y salientes
- secciones horizontal y vertical de las juntas del aislante
- sección de un balcón, de un saliente o de un entrante
- sección en arranque de muro
- disposiciones particulares en las partes accesibles (rasante, pasos,)
- sección de una entrada de aire
- disposiciones de las fijaciones (cierres, toldos, barandillas,)
- unión de muro-cubierta (en pendiente o terraza)
- sección a nivel de una junta de dilatación del soporte
- sección a nivel de una junta del revestimiento.

Cada uno de estos planos debe completarse, con una descripción de los detalles particulares de puesta en obra.

En el caso de utilización sobre paredes antiguas, estos diseños se completarán con los esquemas que muestren las mismas disposiciones de unión con la obra, particularmente en lo que concierne a las carpinterías, las fijaciones de los cierres, y las aberturas.

6.15 Mantenimiento y reparación

Aquí se indicarán los medios exigidos en el apartado 2.23

6.2 PARTE JUSTIFICATIVA

6.21 Referencias de utilización

El D.I.T. precisará los datos de las primeras aplicaciones, y su importancia actual y la lista de las referencias.

6.22 Resultados experimentales

El D.I.T. indicará los resultados de los ensayos siguientes:

- ensayos de identificación
- ensayos de aptitud al empleo

efectuados según las indicaciones del Capítulo 3.

6.23 Apreciaciones formuladas por el Instituto responsable del DIT

Estas deben incidir muy especialmente sobre el comportamiento previsible del sistema a partir de:

- la regularidad de los productos que entran en su composición
- las dificultades eventuales de puesta en obra,
- la interpretación de los resultados de ensayo con referencia al Capítulo 4
- el modo de comercialización
- el examen de los resultados de las encuestas sobre las referencias de utilización

NOTA: El Instituto responsable del D.I.T. establecerá un Informe suficientemente detallado sobre el comportamiento de las aplicaciones realizadas. Se recomienda efectuar las encuestas sobre obras que hayan estado expuestas al menos a un período verano- invierno.

ÍNDICE (2ª Parte)

	<u>Págs.</u>
Capítulo 3 (Cont.)	
3.2 Ensayos de aptitud al empleo de los materiales constituyentes del sistema . . .	4
3.21 Productos de encolado	4
3.22 Aislamiento	5
3.23 Revestimiento mineral	5
3.24 Armadura	7
3.3 Ensayos de aptitud al empleo del sistema completo	7
3.31 Comportamiento higrotérmico	7
3.32 Comportamiento a los choques	9
3.33 Estabilidad	10
 Capítulo 4	
Especificaciones	12
Identificación de los materiales constituyentes del sistema	12
4.2 Aptitud al empleo de los materiales constituyentes del sistema	12
4.21 Productos de encolado	12
4.22 Aislamiento	12
4.23 Revestimiento de mineral armado	13
4.24 Armadura	13
	13
4.3 Aptitud al empleo del sistema completo	13
4.31 Comportamiento higrotérmico	13
4.32 Comportamiento a los choques	14
4.33 Estabilidad	14

	<u>Págs.</u>
Capítulo 5	
Constancia de calidad.....	15
5.1 Objeto.....	15
5.2 Control interno de fabricación.....	15
5.21 Control de recepción de materias primas.....	15
5.22 Control durante la fabricación.....	15
5.23 Control de los productos acabados: denominación.....	15
5.3 Supervisión del control interno.....	16
Capítulo 6	
Contenido de la apreciación técnica.....	17
6.1 Parte descriptiva.....	17
6.11 Procedencia y campo de empleo.....	17
6.12 Materiales utilizados.....	17
6.13 Puesta en obra.....	19
6.14 Diseños de conjunto y detalles.....	19
6.15 Entretenimiento y reparación.....	20
6.2 Parte justificativa.....	20
6.21 Producción y empleos anteriores.....	20
6.22 Resultados experimentales.....	20
6.23 Apreciaciones formuladas por el instituto autorizado.....	20