

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**

1ª parte

884-7

**⁽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) (Berlín), 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 byggforskningsinstitut (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

AISLAMIENTO EXTERIOR DE FACHADAS CON REVESTIMIENTOS MINERALES

PRESENTACIÓN

La Guía Técnica en vigor desde Abril de 1992, se refiere a la metodología para evaluar la apreciación técnica del sistema y elementos, para el aislamiento exterior de fachadas que se vienen utilizando desde los años setenta. Ahora bien, el sistema queda limitado a los sistemas de aislamiento con acabado de revestimiento mineral, ya que existe otra Guía técnica del año 1988 en el que se abordan estos sistemas acabados con revestimiento plástico de paramentos (capa delgada).

El material aislante empleado en este sistema son paneles de material plástico expandido o fibras minerales. Así como para la fijación del aislante se pueden utilizar productos en polvo o pasta, el revestimiento armado situado encima únicamente se presenta en polvo. No deben confundirse estos revestimientos con los morteros monocapas y por tanto su utilización debe ser objeto de estudio con el sistema completo. Tampoco deben ser utilizados sobre revestimientos armados con adhesivos en base a ligantes orgánicos, por su diferente comportamiento a las solicitaciones térmicas y mecánicas.

La elaboración de esta Guía, es consecuencia de la ausencia de normas, tanto a nivel nacional como a nivel europeo.

Su objetivo, como el de todas las guías técnicas

preparadas por la UEAtc, es conseguir que todos los Países Miembros realicen la evaluación técnica de la aptitud al empleo, en este caso de los sistemas de aislamiento exterior de fachadas con revestimientos minerales, utilizando la misma metodología de valoración de su comportamiento, tanto desde el punto de vista de la seguridad, como de la funcionalidad (habitabilidad) y durabilidad, con el fin de establecer el campo óptimo de utilización. De esta forma, se facilita, en consecuencia, el intercambio de productos y técnicas entre Países Miembros de la Comunidad Europea, mediante el procedimiento de confirmación de las evaluaciones de la aptitud de empleo (D.I.T., establecido por la UEAtc y cuando todos sus miembros utilizan para ello Guías Técnicas comunes como la presente.

Con este sistema se pueden adaptar las viviendas y locales antiguos a las exigencias de la Norma básica de la edificación CBE-CT-79. No quiere decir que su aplicación se limita a la renovación de obra vieja; pues también puede ser diseñado en obra nueva, para uso continuo de la misma. Esta recomendación tiene en cuenta el efecto acumulador de los muros aislados por el exterior, con el ahorro térmico que significa y el confort térmico conseguido para los usuarios.

J.M. Bielza
Dr. en Ciencias Químicas

1.ª PARTE

Capítulo 0

Objeto del Documento

La presente Guía Técnica concierne a los sistemas de aislamiento exterior aplicados sobre paredes verticales existentes en albañilería o en hormigón para las que constituye una unidad de obra complementaria y diferente,

-compuesto generalmente de un aislante plástico alveolar¹ o de fibras minerales¹ fijadas a la pared por encolado y/o por dispositivos mecánicos de fijación (perfiles, clavijas, piezas especiales), revestido de un revestimiento mineral constituido de una o varias capas, en las que una contiene una armadura;

-dotado de accesorios específicos para asegurar las uniones con los elementos adyacentes (huecos,

ángulos, acroteras,);

-destinadas a conferir al paramento sobre el cual se aplica un aislamiento térmico suplementario, y un aspecto diferente y asegurar una protección del soporte frente a los agentes naturales;

-utilizable sobre paramentos nuevos o antiguos ya en servicio (rehabilitación);

-que no participa en ningún caso en la estabilidad del paramento sobre el que se aplica;

-con una resistencia térmica media superior a 1 m².kW, con el espesor máximo previsto por el fabricante.

1. El empleo eventual de otros aislamientos necesita las apreciaciones particulares, fijándose en cada caso.

Capítulo 1

Terminología

1.1 SOPORTE

Un soporte es una pared que satisface por sí misma las exigencias de estabilidad mecánica (resistencia a las cargas estáticas y dinámicas).

Puede ir recubierto con revestimientos minerales u orgánicos o con pinturas.

Paredes en albañilería

Paredes constituidas por unión, mediante un mortero o un mortero de cola, de elementos elaborados a partir de materiales minerales.

Paredes en hormigón

Paredes realizadas a partir de hormigón, prefabricado o ejecutado directamente en obra.

1.2 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL SISTEMA (Fig. 1)

1.2.1 Cola (adhesivo)

Producto destinado a la fijación por adherencia del aislamiento sobre el muro soporte. Se puede presentar en las formas siguientes:

-polvo para amasar, con compuestos inorgánicos y/u orgánicos que se utiliza después de añadir otros productos (por ejemplo, agua);

-pasta preparada que no necesita añadir ningún otro producto para su puesta en obra, ni otra preparación que su homogeneización;

-pasta que precisa la adición de otro/s producto/s (por ejemplo, cemento) para su puesta en obra.

1.2.2 Aislamiento

Producto de elevada resistencia térmica, generalmente manufacturado, destinado a conferir a la pared sobre la que se aplica las características de aislamiento térmico en función de las exigencias.

1.2.3 Revestimiento mineral armado

Conjunto de capas aplicadas por el exterior del aislamiento, incluyendo la armadura.

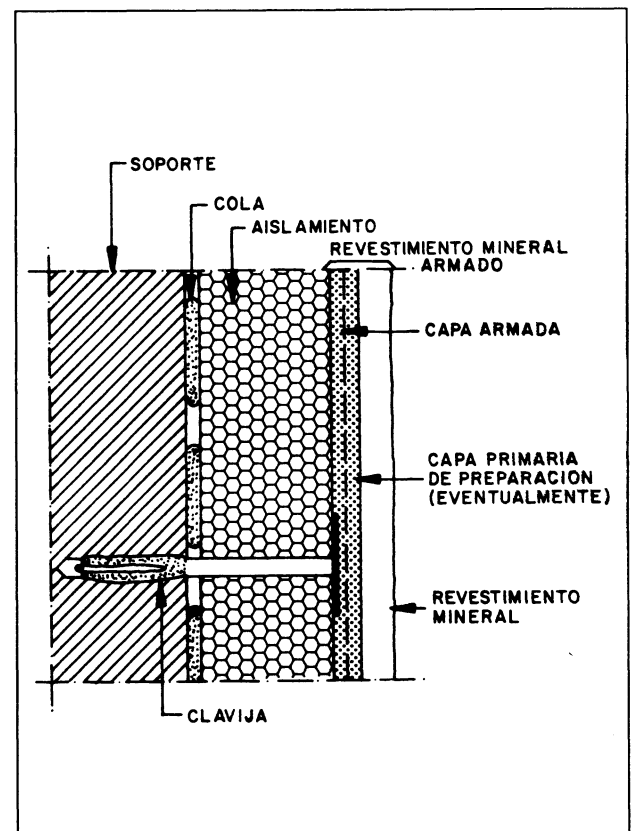


Fig. 1: Esquema del sistema de Aislamiento exterior de fachadas con revestimiento mineral

Armadura

Malla de fibra de vidrio, metal o material plástico, incorporada en el revestimiento mineral para mejorar su resistencia mecánica.

Revestimiento mineral

El revestimiento mineral armado aplicado sobre el aislamiento puede ser realizado en una o varias capas (aplicación de una nueva sobre la ya seca). La puesta en obra puede realizarse en varias pasadas (aplicación de una pasada sobre otra fresca).

El espesor total debe ser de 5 mm por lo menos. Como regla general, la disposición de las capas debe ser la siguiente:

-capa armada: capa de 15 mm máximo, a base de ligantes minerales aplicada directamente sobre el aislamiento, que incluye la armadura y asegura la mayoría de las características mecánicas del revestimiento mineral armado. El porcentaje de ligantes orgánicos no debe superar al 5% en peso;

-capa de preparación (imprimación): capa muy delgada aplicada eventualmente sobre la capa armada y destinada a preparar la aplicación del revestimiento mineral;

-capa mineral: capa final a base de ligantes minerales aplicada sobre la capa armada con o sin capa de preparación y destinada a asegurar al menos el aspecto y la protección del sistema contra la intemperie. La capa de acabado puede ser también un revestimiento al silicato.

Se presenta bajo las formas siguientes:

-mortero seco: polvo premezclado en fábrica, que para su uso necesita amasarse con la cantidad de agua prevista por el fabricante;

-premortero: polvo premezclado en fábrica que además de amasarse con agua, necesita la adicción de ligantes suplementarios para su puesta en obra;

-pasta lista para su empleo: mortero suministrado con consistencia apropiada (por ejemplo revestimiento al silicato).

1.24 Dispositivos mecánicos de fijación

Perfiles y/o clavijas, utilizadas para la fijación sobre el soporte de los sistemas de aislamiento de distinta naturaleza.

1.25 Accesorios

Todo elemento, compuesto o producto utilizado en el procedimiento para asegurar las uniones (másticos, perfiles, etc) o realizar una solución continua (másticos, cubre-juntas,...).

1.3 SISTEMAS

1.31 Sistemas encolados

Sistemas donde la función de unión al soporte se realiza por encolado, pudiendo comprender o no las fijaciones mecánicas complementarias.

1.32 Sistemas de fijación mecánica

Sistemas donde la función de fijación al soporte se realice por fijaciones mecánicas. Pueden comprender o no un encolado complementario.

Capítulo 2

Reglas Generales de Calidad

Las presentes reglas definen el sistema completo, comprendiendo su capa de acabado.

Este Capítulo define la forma de aportar los resultados experimentales de aptitud al empleo para los sistemas cuyos componentes son suficientemente conocidos.

En efecto, si los resultados experimentales constituyen una presunción del buen comportamiento del sistema, pueden no ser suficientes por sí sólas para apreciar la aptitud al empleo, debiendo complementarse con experiencias favorables de comportamiento o por comparación con obras similares.

2.1 EXIGENCIAS FUNDAMENTALES DE APTITUD AL EMPLEO

2.11 Seguridad

2.111 Estabilidad

El sistema debe resistir por sí mismo el efecto combinado de su propio peso, la succión debida al viento, la temperatura y la retracción, así como las sobrecargas correspondientes a un uso normal (choques). Debe cumplir las exigencias correspondientes indicadas en los reglamentos nacionales. Se referirá en este sentido, a las especificaciones mecánicas concernientes al sistema y sus componentes, indicados en el Capítulo 4.

2.112 Comportamiento al fuego

La apreciación del comportamiento del sistema en caso de incendio debe realizarse según lo especificado en los reglamentos nacionales en vigor.

2.12 Aislamiento térmico y acústico

La justificación relativa al comportamiento térmico y acústico del sistema, deben seguir lo marcado en los reglamentos nacionales en vigor.

NOTA: el aislamiento acústico de una pared exterior revestida de un sistema de aislamiento puede ser alterado por paneles aislantes duros y de una rigidez dinámica demasiado elevada.

2.13 Comportamiento higrotérmico

2.131 Estanquidad al agua (protección contra la lluvia)

El sistema debe asegurar la protección contra la lluvia.

Deben tomarse puestas todas las disposiciones necesarias para evitar daños debidos a una penetración tanto normal como accidental del agua de lluvia.

Las especificaciones del Capítulo 4 concernientes al comportamiento al agua permitirán la apreciación de este criterio en las partes normales del revestimiento.

2.132 Condensaciones internas

En condiciones normales de uso, no debe haber condensaciones perjudiciales en el interior del sistema. En caso de una producción de vapor de agua elevada del interior, se deben adoptar las disposiciones apropiadas para evitar la humidificación del sistema.

2.133 Acción de la temperatura

Ni el frío, ni el calor deben ejercer acción destructiva

sobre las funciones de estanquidad y aislamiento del sistema.

Las bajas temperaturas del orden de -20°C^2 y altas de $+50^{\circ}\text{C}^3$ se consideran generalmente como el margen de variaciones extremas.

Una brusca variación (del orden de 30°C) de la temperatura de la fachada, debida, por ejemplo a un soleamiento prolongado seguido de un aguacero brutal, lo mismo que una variación de temperatura del mismo orden (sol y sombra) no debe producir ningún desorden.

Se hará referencia, en la apreciación del comportamiento en zona normal, a los ensayos de comportamiento higrotérmico y a su interpretación indicada en el Capítulo 4.

Además, deben tomarse precauciones para evitar fisuraciones a nivel de las juntas de dilatación de las fachadas y de los puntos fijos del revestimiento (ángulos de huecos, bordes, fijaciones,...).

2.14 Comportamiento a las sollicitaciones mecánicas de uso normal

El sistema debe ser tal que conserve sus cualidades bajo la acción de choques debidos a tráfico y ocupación normal. Su comportamiento bajo la acción de choques accidentales o voluntarios no excepcionales, no deben ser causa de desorden.

Debe permitir el apoyo sobre el sistema del material generalmente utilizado para mantenimiento, sin que se produzca rotura o perforación del revestimiento.

Teniendo en cuenta el diferente grado de exposición de los sistemas, en función de su situación en los edificios, se distinguen las siguientes clases:

- clase III: corresponde a las fachadas poco o nada expuestas a los choques;
- clase II: corresponde a las fachadas expuestas a los choques de baja sollicitación;
- clase I: corresponde a fachadas particularmente expuestas a los choques.

El Capítulo 4 indica las especificaciones del sistema a considerar en función de las clases de exposición.

2.15 Comportamiento a los movimientos estructurales

Los movimientos estructurales no deben entrañar ninguna fisuración o descolado del sistema.

2.16 Durabilidad

La durabilidad media de esta unidad de obra puede ser evaluada en más de 30 años, en condiciones normales de uso y mantenimiento.

2.161 Durabilidad intrínseca de los materiales constituyentes

Todos los materiales constituyentes deben conservar sus características de forma que las cualidades de la unidad de obra estén aseguradas. Esto implica que:

- a) todos los materiales que constituyen el sistema presenten una estabilidad fisico-química, si no absoluta al menos razonablemente previsible, teniendo en cuenta las interacciones más o menos lentas que puedan desarrollarse entre los materiales;
- b) todos los materiales deben tratarse o protegerse de tal forma que no haya riesgo de corrosión durante el período de vida de la unidad de obra, en condiciones normales de uso y mantenimiento;
- c) los materiales empleados no presenten incompatibilidad entre ellos.

2. Esta temperatura puede alcanzar -40°C para países del norte de Europa.

3. Esta temperatura puede alcanzar $+60^{\circ}\text{C}$ para las tonalidades claras, en climas de países del sur de Europa.

2.162 Durabilidad de la unidad de obra

Todas las exigencias indicadas en los párrafos 2.11 a 2.15 deben ser satisfechas durante el período de vida de unidad de obra, bajo la acción de las sollicitaciones a las cuales está sometida. En particular, las acciones repetidas de las variaciones de humedad asociadas a variaciones de temperatura no deben dar origen a ningún desorden.

Se tendrán en cuenta los ensayos de comportamiento higrotérmico.

2.17 Constancia de calidad

La fabricación de los elementos constitutivos del sistema deben asegurar en obra una calidad sensiblemente constante.

Se tendrá en cuenta el Capítulo 5.

2.18 Puesta en obra

Las disposiciones previstas para la puesta en obra de los componentes deben ser tales que, teniendo en cuenta las tolerancias y las imperfecciones inherentes a la obra, se cumplan las exigencias antes señaladas.

Corresponde al solicitante del Documento de Idoneidad Técnica demostrar la eficacia de los medios, justificando que: habida cuenta de las tolerancias del soporte sobre el que se coloca y las condiciones de puesta en obra (temperatura, mano de obra, mezclas, pegamentos, etc.) la unidad de obra puede realizarse normalmente de forma satisfactoria.

Puede constituir justificación de la puesta en obra el comportamiento satisfactorio de un número significativo de aplicaciones.

2.2 OTROS CRITERIOS DE APTITUD AL EMPLEO

2.21 Planeidad

Las tolerancias de planeidad del sistema acabado deben ser comparables a la de los revestimientos aplicados sobre soportes tradicionales.

2.22 Fijación de objetos

Deben poderse fijar los equipamientos usuales (bajantes de agua, cierres de ventanas, persianas, etc.) en la obra gruesa a través del sistema.

2.23 Mantenimiento

Se admite un mantenimiento normal para la conservación del aspecto del revestimiento⁴ Forma parte del mantenimiento:

-las reparaciones localizadas, por ejemplo en caso de desperfectos accidentales.

-la aplicación de pinturas o productos diversos después de su preparación.

Es importante que el mantenimiento sea realizado lo antes posible con material y productos corrientes o al menos de fácil aprovisionamiento, sin que su aspecto se vea perjudicado.

4. Para las zonas de fachada no directamente accesibles, considerando normal un mantenimiento cuya periodicidad no sea inferior a cinco años, puede ser en general de diez años o más.

Capítulo 3

Determinación de las características

Las características de identificación son dadas por el peticionario⁵ de la Apreciación Técnica a partir de los resultados de ensayo. Las características de identificación y de aptitud al empleo son verificadas por el Instituto autorizado.

NOTA: salvo precisión particular expresada en el texto, deben respetarse las condiciones siguientes, que conciernen a la fabricación y acondicionamiento de las probetas.

3.0 PREPARACIÓN DE LA PASTA, CONFECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS PROBETAS

3.01 Preparación de la pasta

La pasta se prepara en laboratorio por medio de una amasadora, según EN-196 de acuerdo con las modalidades siguientes:

-verter 2 kg de polvo en un recipiente y añadir la cantidad de agua correspondiente al porcentaje previsto por el fabricante;

-mover manualmente la batidora varias vueltas con el fin de evitar las proyecciones al poner en marcha la amasadora;

-amasar durante 30 segundos a velocidad lenta;

-raspar las paredes del recipiente y despegar eventualmente el polvo aglomerado sobre la batidora con la ayuda de una espátula;

-amasar de nuevo durante 1 minuto a velocidad lenta.

Los ensayos se efectúan inmediatamente después de amasado, salvo especificación en contra del fabricante (tiempo de reposo eventual necesario antes de la aplicación).

3.02 Confección de las probetas

La pasta se prepara por amasado como ya se ha indicado.

Las probetas se realizan en moldes metálicos y en dos capas, siguiendo las indicaciones definidas aquí.

Cada capa se compacta dejando caer alternativamente cada extremo del molde a una altura de 5 mm aproximadamente, una decena de veces. Las probetas, seguidamente, son enrasadas con ayuda de una regla metálica.

3.03 Conservación de las probetas

Las probetas se conservan dos días en una cámara húmeda a $95 \pm 5\%$ H.R. o dentro de un saco de plástico cerrado, la temperatura es de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ en ambos casos, a continuación se desmoldan.

Después se colocan sobre una malla o barras triangulares y se conservan cinco días a $95 \pm 5\%$ H.R. y $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

5. Los valores indicados son los valores medios dentro de las tolerancias.

A continuación, se conservan durante 21 días a $50 \pm 5\%$ H.R. y $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.1 Ensayos de identificación de los productos

3.11 Productos en pasta y productos líquidos

Los ensayos se realizan sobre los productos homogeneizados, que no hayan sufrido modificación alguna.

3.111 Densidad

Se mide a 20°C dentro de un cilindro de 100 cm^3 ó 1.000 cm^3 .

Los resultados se expresan después de ser compactados al máximo (estabilización de volumen) y enrasada su superficie.

Los resultados son expresados en kg/m^3 (media de 3 ensayos).

3.112 Extracto seco

- 1. Productos a base de silicatos

El extracto seco se determina después de la metodología siguiente:

A. Toma de muestra (producto en estado virgen) sobre una cápsula de aluminio de aproximadamente $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$, cubierto unos $2/3$.

B. 1 hora de presecado a 125°C .
2 horas de secado a 200°C .

C. Pesar, con precisión de 5 mg.

La diferencia de peso del producto con respecto al inicial constituye las materias volátiles, incluida el agua de cristalización.

Los resultados son expresados en % por diferencia con el peso inicial (media de 3 ensayos).

- 2. Productos a base de cal y de polímeros.

El extracto seco se determina hasta peso constante en estufa ventilada regulada a $100 \pm 5^\circ\text{C}$.

Masa de la muestra:

- 2 gramos para los productos líquidos (imprimación, etc.)
- 5 gramos para las pastas.

Los resultados se expresan en % respecto al peso inicial (media de tres ensayos).

3.113 Porcentaje de cenizas

Se determina secando hasta peso constante, en horno eléctrico regulado a 450°C y a 900°C .

Los resultados se expresan en % respecto al peso inicial (media de 3 ensayos).

NOTA: en el ensayo a 900°C , las tolerancias pueden ser más importantes, teniendo en cuenta la composición de los productos.

3.114 Espectro de absorción de infrarrojos

El espectro de absorción se realiza sobre la parte orgánica que se extrae del producto pastoso con ayuda de un disolvente apropiado (la composición de la fase disolvente debe precisarse en el informe de ensayo y en el D.I.T.). La zona elegida de longitud de onda es $2,5$ a $5,0\ \mu\text{m}$.

3.115 Curva granulométrica (para productos pastosos únicamente)

La curva granulométrica se establece a partir de una muestra de las cargas extraídas del producto después de lavadas sobre tamiz $0,08$ ó $0,09$ (para las pastas prestas para empleo).

Toma de muestra: 100 ó 200 g del árido seco. La curva se traza de $0,08$ ó $0,09$ a 5 mm .

El tiempo total para la realización del ensayo con

los tamices vibrantes es de 30 minutos.

3.12 Polvos

3.121 Densidad aparente de la pasta no compactada

Se determina convencionalmente con la ayuda del aparato representado en la fig. 2 (recipiente de 1 litro de capacidad), siguiendo el procedimiento siguiente:

-tarar el recipiente de medida sin su tapa, colocarlo con su tapa en el vaso cónico,

-verter una porción de 100 g de polvo sobre el tamiz de mallas 2 a 3 veces mayor que el tamaño del gránulo más grueso, moviéndolo con ayuda de una paleta.

Cuando el recipiente con su tapa está totalmente lleno, se retira y enrasa la superficie a nivel del borde superior del recipiente con una regla.

Pesar el recipiente y el polvo con aproximación de 1 gramo.

La densidad en kg por m³ es igual a la diferencia entre la masa del recipiente con el polvo y la masa del recipiente vacío, dividido por el volumen (1 litro). Efectuar dos determinaciones, para tomar la media de los resultados.

3.122 Porcentaje de cenizas

El % de cenizas se determina a 450°C y 900°C sobre una muestra del orden de 5 g, previamente seca a 100 ± 5°C, ó 200°C en el caso de productos a base de silicato, hasta masa constante⁶.

Modo operativo

-colocar la muestra dentro de un crisol ya sea con tapa, o dentro de un recipiente estanco, tarar y pesar el conjunto,

-estando el horno a temperatura ambiente colocar el crisol, después retirar la tapa,

-llevar la temperatura del horno a 450°C (% de ceniza a 450°C) o a 900°C (% de cenizas a 900°C) y mantener esta temperatura durante 5 horas,

-dejar enfriar el crisol dentro de un desecador hasta temperatura ambiente, antes de pesar.

NOTA: Las tolerancias a 900°C pueden ser más importantes, teniendo en cuenta la composición de los productos.

3.123 Curva granulométrica

La curva granulométrica se determina por tamizado mecánico a partir de una muestra de 200 g. La curva se traza de 0,08 ó 0,09 a 5 mm. Se debe verificar que no se forman grumos durante el tamizado.

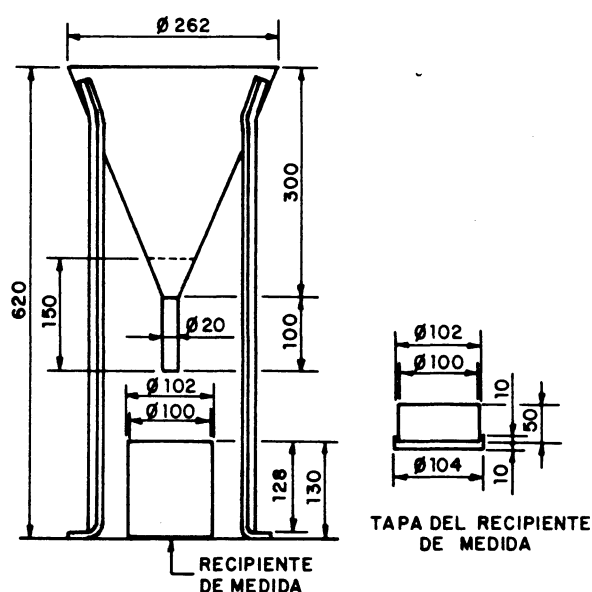


Fig. 2

6. Se considera masa constante cuando la diferencia entre dos pesadas consecutivas espaciadas una hora no exceda de 0,1 g. Antes de cada pesada conviene dejar enfriar la muestra dentro del desecador hasta temperatura ambiente.

3.124 Retención de agua

El poder de retención de agua se determina sobre el mortero fresco amasado como se indica en el apartado 3.01.

El ensayo se realiza con la ayuda del aparato descrito en la norma ASTM C 91, sometiendo al mortero a la acción del vacío durante 15 minutos:

-para las colas, la presión residual es de 60 mmHg (presión absoluta en el interior del recipiente) (fig. 3),

-para los revestimientos, la depresión aplicada es de 50 mmHg (diferencia de presión entre el exterior y el interior del recipiente) (fig. 3a).

El embudo provisto de papel filtro⁷ previamente humedecido y escurrido, se llena de pasta, enrasado y pesado antes del ensayo (conociendo el peso del embudo y incluido el papel filtro humedecido, se deduce el peso del producto amasado colocado en su sitio y el peso E del agua de amasado correspondiente en gramos).

Estas operaciones se realizan 10 minutos después de amasado. A los 15 minutos (a partir del principio de amasado) el aparato se somete a la acción del vacío durante 15 minutos, el embudo se pesa después de enjugar el trasdós, y se deduce por diferencia la pérdida de agua en gramos.

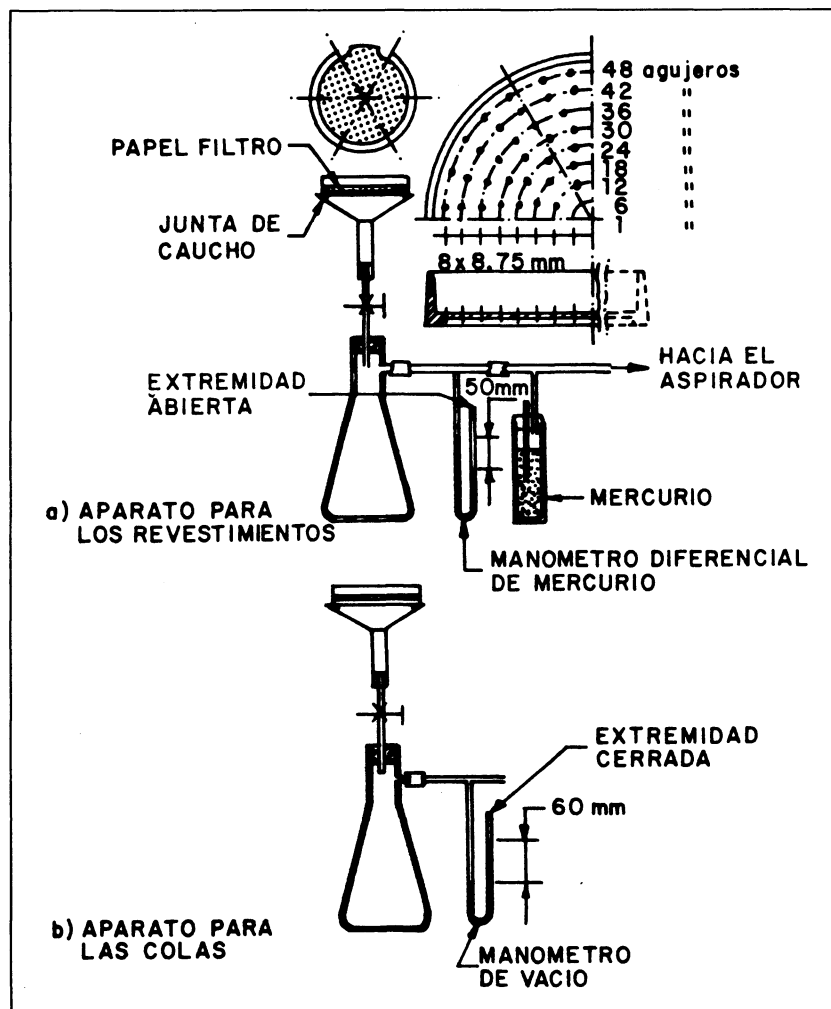


Fig.3: Aparato para la medida de la retención de agua

El poder de retención de agua es expresado en % del peso del agua inicial de amasado:

$$E - e/E \times 100$$

3.125 Densidad de la pasta. Estabilidad del aire ocluido

La pasta se amasa como se indica en el apartado 3.01.

La densidad aparente se determina con la ayuda de un recipiente cilíndrico de 1 litro, previamente tarado (masa M_0 en gramos). Este recipiente se llena de pasta, compactándolo a golpes, se enrasa y se pesa (masa M_1 en gramos). La densidad de la pasta (en kg/cm^3) es igual a $M_1 - M_0$.

La densidad de la pasta se mide inmediatamente después del amasado, y después de un tiempo de espera de 15 minutos y 30 minutos; la pasta se guarda en el recipiente de amasado después de cada medida.

3.13 Características del mortero de revestimiento después de endurecido

Se distinguirán como características de identificación del mortero endurecido:

-las características usuales (densidad, módulo de elasticidad dinámico,....)

-las características complementarias (módulo de elasticidad estático, resistencia a tracción, alargamiento a rotura) que podrán, contribuir en el futuro a la determinación de la aptitud al empleo en función del progreso del conocimiento.

3.131 Módulo de elasticidad dinámico

- 1. Generalidades

El módulo de elasticidad dinámico se mide:

-por un lado, sobre probetas preparadas en laboratorio según el párrafo 3.0,

-por otro, sobre probetas tomadas durante la aplicación de los revestimientos sobre la maqueta descrita en el apartado 3.31.

La determinación del módulo de elasticidad dinámico se realiza a 7 y 28 días sobre 3 probetas.

Se indican los valores individuales de la densidad aparente (en kg/m^3) y del módulo (en MPa) de 3 probetas y la media de los resultados obtenidos.

- 2. Modos operatorios

2.1 Método de la frecuencia de resonancia

Las probetas son prismáticas y con dimensiones de 2,5 x 2,5 x 28,5 cm.

El principio de la medición consiste en medir la frecuencia fundamental de resonancia de una probeta puesta en vibración longitudinalmente.

1º Aparatos

El aparato utilizado para efectuar esta medida comprende:

a) un oscilador de frecuencia variable donde la gama de frecuencia puede llegar a 20 KHz y con una precisión del 1%,

b) un vibrador electromagnético que puede estar o no en contacto mecánico con la probeta, su masa debe ser muy pequeña con relación a la probeta,

c) una punta receptora, un transductor electromecánico y un amplificador, su masa debe ser muy pequeña con relación a la de la probeta. Las frecuencias de resonancia propias del vibrador y de la punta receptora no deben situarse entre 0,5 KHz y 20 KHz,

d) un amplificador,

e) un aparato que indique la amplitud de las vibraciones (un voltímetro, un milíamperímetro o un osciloscopio),

f) un soporte muy estrecho sobre el cual repose la probeta durante la medición, que no perjudique la vibración longitudinal de la probeta y que se encuentre dentro del plano nodal.

2º Realización del ensayo

La probeta se centra sobre el soporte, se coloca el vibrador y la punta receptora como se indica en la siguiente figura:



Es importante que los extremos de la probeta puedan vibrar libremente en dirección axial. El generador de vibraciones y el punto receptor, están en contacto con la probeta, debiendo ejercer acciones muy débiles e iguales sobre sus extremos. Es recomendable crear una ligera adhesión entre la parte móvil del vibrador y la probeta con la ayuda de un producto de unión (mástico). Se utilizará el mismo para la punta receptora.

El oscilador de frecuencia variable alimenta al vibrador y la probeta vibra longitudinalmente. En el otro extremo las vibraciones recogidas por el punto receptor, después ampliadas, se indican sobre un cuadrante (voltímetro, miliamperímetro, osciloscopio). Para la mayor parte de la gama de frecuencias, la amplitud de las vibraciones es bastante pequeña. Para ciertas frecuencias, el desplazamiento se hace sensible. Las condiciones de resonancia se crean cuando no se obtiene una amplitud máxima sobre el cuadrante indicador.

La frecuencia de resonancia fundamental longitudinal corresponde a la frecuencia más baja en la que se obtiene una amplitud máxima (para las frecuencias armónicas más elevadas, se produce también resonancia). Se efectúan dos medidas: se produce la vibración sucesivamente en los dos extremos de la probeta. Se anota el valor medio. Si la desviación entre los dos valores es superior al 5%, se inicia de nuevo la vibración.

Las medidas de la masa y de las dimensiones de la probeta se necesitan para calcular el módulo. La precisión de las pesadas es de 1/1.000 y de las dimensiones de 1/100.

3º Expresión de los resultados

Cuando la frecuencia de resonancia fundamental longitudinal, la masa y las dimensiones de la probeta se conocen, se determina el módulo de elasticidad dinámica por la relación siguiente:

$$E_d = 4L^2 F^2 e \cdot 10^{-6}$$

siendo:

E_d = módulo de elasticidad dinámica longitudinal (N/mm²)

L = longitud de la probeta (m)

F = frecuencia de resonancia longitudinal (Hz)

e = densidad aparente de la probeta (kg/m³)

2.2 Medida de la duración de la impulsión ultrasónica

La medida se realiza después de 28 días de acondicionamiento según el apartado 3.03, sobre tres probetas prismáticas de 40 x 40 x 160 mm en el caso de productos de más de 15 mm de espesor y sobre tres probetas prismáticas de 10 x 40 x 160 mm en el caso de productos de hasta 15 mm de espesor. La arena y las puntas receptoras deben estar adaptados a las dimensiones de las probetas. Es conveniente aplicar un producto de unión apropiado (por ejemplo, glicerina). El acoplamiento debe comprender toda la superficie.

Durante la medición, un impulso ultrasónico recorre una distancia medida l , a una velocidad v , en una probeta de una densidad aparente e . La duración del impulso t_p lo indica por el instrumento de medida. El módulo de elasticidad dinámico se determina por la relación siguiente:

$$E_d = e \cdot (L/t_p)^2 \cdot 10^{-6}$$

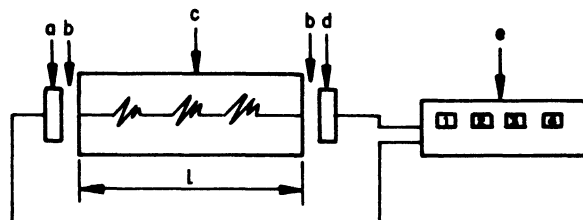
siendo:

E_d = módulo de elasticidad dinámico (N/mm²)

e = densidad aparente de la probeta (N/mm²)

l = longitud de la probeta (m)

t_s = duración del impulso (s)



Esquema del equipo

a - emisor

b - producto de unión (por ejemplo, glicerina)

c - probeta

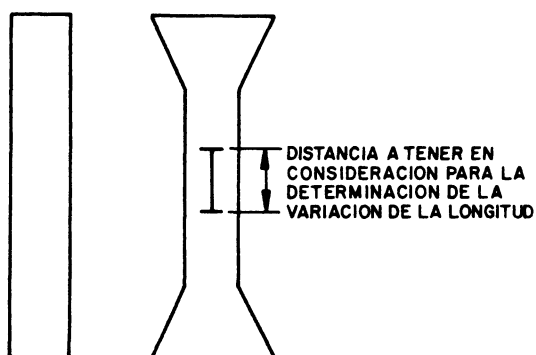
d - receptor

e - indicador numérico

3.132 Módulo de elasticidad estático

Resistencia a tracción y alargamiento a rotura

La medición se realiza sobre cinco probetas de 10 x 40 x 160 mm o sobre dos probetas de forma



FORMA DE PROBETA
EN EL CASO DE UTI-
LIZACION DE MOR-
DAZAS DE PRESION
O DE PUNTOS DE
TRACCION PEGADOS

BARRA ESPATULA

Fig. 4: Forma de las probetas para la determinación del módulo de elasticidad y de la resistencia a tracción

de barra-espátula (fig. 4). Si no sirve toda la longitud entre mordazas para la medida de la variación de la longitud (solamente es posible en el caso de los prismas) la distancia tomada en consideración, para esta determinación, debe ser al menos igual a 50 mm. El módulo de elasticidad está determinado a partir del salto inicial de la curva tensión-alargamiento. La velocidad de tracción es de 1 mm/minuto.

Se indican los valores individuales de la densidad aparente (en kg/m³) y del módulo (en MPa) de las tres probetas y la media de los resultados obtenidos.

Después de la medida del módulo de elasticidad estático, se determina sobre las mismas probetas, a la misma velocidad de ensayo (1 mm/minuto) la resistencia a tracción y el alargamiento a rotura (valores individuales y valores medios).

3.14 Aislamiento

- Naturaleza
- Densidad
- Dimensiones

Estos valores se determinan de acuerdo con las normas nacionales.

3.15 Armadura

- Naturaleza
- Peso/m²
- Peso de vidrio por m² a partir de % de cenizas a 450°C (salvo armaduras metálicas)
- Dimensiones de las mallas
- Número de hilos
- Resistencia a rotura a tracción (según 3.2411)

3.16 Dispositivos mecánicos de fijación

- Naturaleza del material
- Dimensiones
- Propiedades mecánicas si fuese necesario (en función de la naturaleza del material)

ÍNDICE (1.ª Parte)

| | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| Capítulo 0 | |
| Objeto del documento..... | 5 |
| Capítulo 1 | |
| Terminología..... | 6 |
| 1.1 Soporte..... | 6 |
| 1.2 Elementos constituyentes del sistema..... | 6 |
| 1.21 Cola (adhesivo)..... | 6 |
| 1.22 Aislamiento..... | 6 |
| 1.23 Revestimiento armado..... | 6 |
| 1.24 Dispositivos mecánicos de fijación..... | 7 |
| 1.25 Accesorios..... | 7 |
| 1.3 Sistemas..... | 7 |
| 1.31 Sistemas encolados..... | 7 |
| 1.32 Sistemas fijados mecánicamente..... | 7 |
| Capítulo 2 | |
| Reglas Generales de Calidad..... | 8 |
| 2.1 Exigencias fundamentales de aptitud de empleo..... | 8 |
| 2.11 Seguridad..... | 8 |
| 2.12 Aislamiento térmico y acústico..... | 8 |
| 2.13 Comportamiento higrotérmico..... | 8 |
| 2.14 Comportamiento frente a las sollicitaciones mecánicas normales..... | 9 |
| 2.15 Comportamiento frente a los movimientos de obra..... | 9 |
| 2.16 Durabilidad..... | 9 |
| 2.17 Constancia de la calidad..... | 10 |
| 2.18 Puesta en obra..... | 10 |
| 2.2 Otros criterios de aptitud al empleo..... | 10 |
| 2.21 Planeidad..... | 10 |
| 2.22 fijación de objetos..... | 10 |
| 2.23 Entretenimiento..... | 10 |
| Capítulo 3 | |
| Determinación de las características..... | 11 |
| 18 3.0 Preparación de la pasta, realización y conservación de las probetas..... | 11 |

| | <u>Págs.</u> |
|---|--------------|
| 3.01 Preparación de la pasta..... | 11 |
| 3.02 Realización de las probetas..... | 11 |
| 3.03 Conservación de las probetas..... | 11 |
| 3.1 Ensayos de identificación de los productos..... | 12 |
| 3.11 Productos en pasta y líquidos..... | 12 |
| 3.12 Polvos..... | 13 |
| 3.13 Características del mortero endurecido..... | 15 |
| 3.14 Aislamiento..... | 17 |
| 3.15 Armadura..... | 17 |
| 3.16 Dispositivos mecánicos de fijación..... | 17 |