

ADHESIVOS Y MATERIALES DE REJUNTADO

Colocación de baldosas cerámicas y otros
recubrimientos rígidos modulares



Autor: José Luís Porcar Ramos.
Director Técnico del Instituto de Promoción Cerámica.

Supervisión:
Departamento Técnico de Anfapa
Luís Gibernau

Edita: 

ANFAPA
Asociación Nacional de Fabricantes de Morteros Industriales
Sabino de Arana, 32 - 08028 Barcelona
Tel. 93 490 01 74 - Fax. 93 411 24 07
mail@anfapa.com - www.anfapa.com

Con la colaboración de
INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA
DIPUTACIÓ DE CASTELLÓ

© 1ª edición ANFAPA: octubre de 2008
© El Autor
D.L.:

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reproduzcan, plagien, distribuyan o comuniquen públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización por parte del editor.

PRESENTACIÓN / 3

INTRODUCCIÓN / 8

Adherencia / **10**

Deformabilidad / **12**

ADHESIVOS PARA COLOCACIÓN DE BALDOSAS CERÁMICAS Y OTROS MATERIALES RÍGIDOS MODULARES / 18

La norma europea UNE-EN 12004 / **18**

El mercado C€ / **22**

Criterios para la selección del adhesivo / **24**

Preparación y aplicación de los adhesivos / **31**

Colocación de materiales pétreos naturales y artificiales / **36**

MATERIALES DE REJUNTADO / 40

Las juntas de colocación y sus funciones / **40**

La norma UNE-EN 13888 / **43**

Criterios para la selección del material de rejuntado / **45**

Preparación y aplicación de los materiales de rejuntado / **46**

Juntas de movimiento / **49**

DEFECTOS Y DISFUNCIONES / 58

Defectos dimensionales / **58**

Defectos superficiales / **59**

Desprendimientos en alicatados / **59**

Despegues y disfunciones en solados / **62**

Fisuraciones en alicatados y solados / **63**

Defectos en las juntas de colocación / **66**

ANEXOS / 72

Métodos de ensayo para adhesivos, según UNE-EN 12004 / **72**

Métodos de ensayo para materiales de rejuntado según UNE-EN 13888 / **79**

Participación de la superficie de la trama de juntas en la superficie total del recubrimiento, a efectos de capacidad de difusión del vapor de agua / **81**

Baldosas cerámicas. UNE-EN 14411, mercado C€ y tolerancias dimensionales / **82**

Clasificación respecto al comportamiento frente al fuego según UNE-EN 13501-1 / **93**

Léxico técnico / **95**

Bibliografía / **96**



Desde 1987

La preocupación de un sector destacado de fabricantes (cerca del 75 % del sector) por mejorar el nivel de calidad de los morteros monocapa, los adhesivos para la colocación de baldosas cerámicas y los materiales de rejuntado y que esta se mantuviese a lo largo del tiempo nos llevó en **1987** a unir nuestros esfuerzos dando vida a la Asociación Nacional de Fabricantes de Morteros Industriales (**ANFAPA**).

La consecución de este objetivo que dio origen a nuestra Asociación sigue siendo hoy el principal motor de nuestra actividad, concretándose no solo en la obtención de la máxima calidad de los materiales fabricados sino también y muy especialmente en el control de las condiciones de fabricación para asegurar su constancia y regularidad.

ANFAPA complementa el esfuerzo individual de cada empresa colaborando con Instituciones y Asociaciones Públicas y Privadas en el impulso de iniciativas conjuntas que contribuyan a promocionar *la cultura de la calidad* en el sector de la construcción.

En este marco, como miembro corporativo de **AENOR** hemos colaborado en la elaboración y aprobación en los últimos años de las normas europeas que regulan estos materiales, normativas que ayudan a clarificar los conceptos de calidad y durabilidad, y favorecen por su obligado marcado **CE**, la implantación de una información técnica de referencia en embalajes y documentos comerciales

Como miembro asociado a **EMO** (European Mortar Industry Organisation), mantenemos vínculos de colaboración con las asociaciones nacionales de fabricantes de morteros de toda Europa, compartiendo regularmente información sobre los avances e innovaciones en este campo y participando a través de comités técnicos conjuntos en la elaboración de recomendaciones y propuestas para minimizar el impacto medioambiental de nuestras industrias.

Asimismo, mantenemos una estrecha relación con el **Instituto Eduardo Torroja** y el **ITEC** (Instituto de tecnología de la Construcción de Cataluña), contando con representantes en sus comités de expertos para la concesión de los **DIT** (Documento de Idoneidad Técnica) y los **DAU** (Documento de Adecuación al Uso).

Para la consecución de nuestro objetivo de calidad, entendemos prioritario trasladar a los profesionales del sector los

conocimientos necesarios que les permitan exigir altos niveles de calidad, tanto en la elección del producto, como en el control de su posterior aplicación.

En este campo ANFAPA desarrolla una activa labor de divulgación, impartiendo jornadas de formación y promoviendo la edición de documentación técnica como **monografías** y **pliegos de condiciones** que aseguren un conocimiento de los parámetros que determinan una acertada elección de los materiales y su correcta puesta en obra.

En este marco, en colaboración con los colegios profesionales de aparejadores y arquitectos técnicos y arquitectos hemos impartido más de 200 jornadas técnicas. Anualmente organizamos conjuntamente con **ASCER** (Asociación de Fabricantes de Baldosas), **AENOR** (Asociación Española de Normalización) y el **ITC** (Instituto de Tecnología de la Cerámica), una serie de jornadas y conferencias sobre las diferentes soluciones constructivas que proporcionan estos materiales, su correcta técnica de aplicación y los diferentes campos de su utilización.

En el mismo sentido colaboramos en la redacción de documentos técnicos orientados a la mejora de la calidad. Así, formamos parte del equipo redactor de la Guía de la baldosa cerámica promovida por el **IVE** (Instituto Valenciano de la Edificación) y participamos en la elaboración del Proyecto Colocación promovido por el **IPC** (Instituto de Promoción Cerámica).

Asimismo, hemos redactado conjuntamente con **ASEMAS** (Asociación de Seguros Mutuos de Arquitectos), diversas fichas técnicas en el campo de la prevención de patologías en la construcción.

Con la edición de esta monografía, **ANFAPA** se marca como objetivos:

- Ofrecer una información actualizada sobre las características técnicas de los materiales implicados en la colocación en capa fina, de acuerdo con las normas UNE-EN 12004 para los adhesivos, UNE-EN 13888 para los materiales de rejuntado y UNE-EN 12002 para la deformabilidad.
- Facilitar la correcta selección de estos materiales en función de todas las variables que determinan la calidad final y la durabilidad de los recubrimientos rígidos modulares en sus aplicaciones más diversas.



Bóveda de la maxura en la mezquita de Córdoba.

Ampliación de al-Hakam II, 961-976. Decoración musivaria de teselas de vidrio dorado (técnica bizantina) e imposta mixtilínea de cerámica vidriada y decoración

El patrimonio arquitectónico español posee una riquísima representación de recubrimientos cerámicos, que se extiende desde el siglo X hasta nuestros días. Una parte importante de ese patrimonio cerámico de nuestra arquitectura, en especial alicatados y cubiertas de teja vidriada, ha soportado con dignidad el paso del tiempo, sin desprendimientos o pérdida de sus atributos formales.

Las causas de tan dilatada longevidad hay que buscarlas en el tipo de arquitectura que se practicaba, se edificaba en largos períodos de tiempo y, en consecuencia, los recubrimientos cerámicos se asentaban sobre soportes de una asegurada estabilidad.

Las superficies de colocación eran también estables y compatibles con el mortero de cal que, a su vez, a través de composiciones experimentadas por los maestros alarifes con las mejores arenas de aluvión, daba adherencia y una cierta deformabilidad al sistema.

La adherencia ha sido siempre de tipo mecánico, con una superficie de colocación texturada y porosa, y unas baldosas cerámicas también porosas (con capacidad de absorción de agua superior al 12%) y reverso texturado (conformación manual en estado plástico).

Además, el formato de la baldosa pocas veces superaban los 625 cm² hasta bien avanzado el siglo XX, con lo que las tensiones de cizalladura en la unión adhesiva eran reducidas.

En los solados, la colocación al tendido se remonta a la noche de los tiempos, incluso previendo el drenaje y la contención del remonte de humedad a base de escombros de cerámica, en solerías a ras de suelo o espacios en contacto con el exterior, especialmente en claustros.

Se trataba de una pavimentación flotante que, aun con deformaciones, tenía un buen comportamiento incluso sobre forjados apoyados en vigas de madera.

Desde la progresiva difusión de la patente de Aspin (Portland, Reino Unido, 1824), la formulación de hormigones y morteros desaloja la cal como aglomerante, sustituyéndola por el cemento industrial.

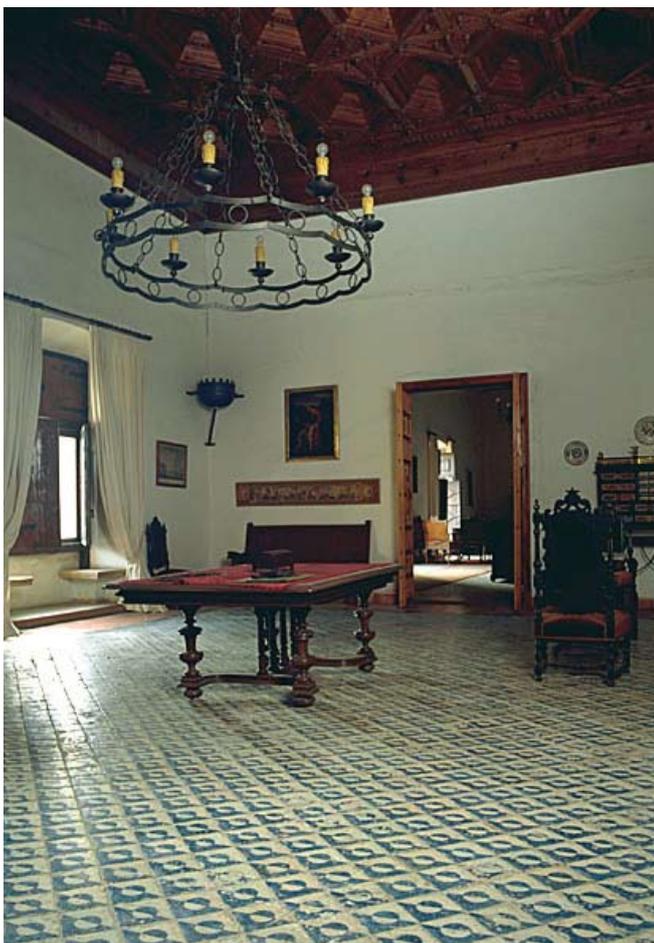
Se gana en resistencia mecánica en general y especialmente a la compresión, pero se incrementa la rigidez del sistema. Su mejor comportamiento frente al agua y la humedad contribuye asimismo a la sustitución.

Por otra parte, la edificación evolucionó también hacia métodos constructivos industriales que, a partir de la segunda mitad del siglo XX, se complementan con la adopción de nuevos materiales.

Esta evolución trae consigo la progresiva reducción de los tiempos de entrega en la fase de acabados hasta desembocar en estructuras y elementos constructivos de elevada inestabilidad dimensional, bien por las características intrínsecas de los materiales, bien por no haberse completado el proceso de hidratación de los aglomerados de cemento.

Por último, la oferta de baldosas cerámicas tiende en las últimas décadas hacia productos de baja capacidad de absorción de agua (llegando a porosidades abiertas de 0,05%) y a grandes formatos (3600 cm² ó más) que no pueden instalarse por adherencia directa.

La suma de los puntos anteriores, (rigidez del adhesivo + inestabilidad de los soportes + decremento de la adherencia mecánica + incremento de las tensiones de cizalladura), ha reducido drásticamente **los márgenes de fiabilidad de la colocación tradicional hasta hacerla inviable en un buen número de recubrimientos.**



2ª planta del palacio-fortaleza de Alacuás (Valencia, ss. XV-XVI).

Pavimento de baldosas de mayólica con decoración medieval en azul cobalto.

La **colocación tradicional** de recubrimientos cerámicos ha estado presente en la mayoría de aplicaciones mientras ha sido posible un *anclaje mecánico* del mortero de cal, cemento/cal o de cemento en las superficies que permitían ese tipo de anclaje y, además, no precisábamos deformabilidad, más allá de los valores alcanzados en los morteros de cal.

Cuando no podemos asegurar una mínima adherencia, por la naturaleza de las superficies en contacto con el mortero o por las exigencias de deformabilidad, debemos recurrir a otros materiales que constituyen la base de la **colocación en capa fina** de recubrimientos rígidos modulares.

Así pues, la colocación en capa fina con adhesivo ha pasado, en menos de diez años, de representar una opción de calidad y rendimiento en la colocación, a una necesidad en un buen número de aplicaciones de las baldosas cerámicas y otros materiales rígidos modulares. No solamente requerimos adherencia ante superficies lisas y/o no absorbentes sino también deformabilidad ante la inestabilidad de soportes y superficies de colocación.

La transferencia tecnológica de la química orgánica aplicada a hormigones y morteros ha permitido alcanzar características que resuelven en gran medida las exigencias de adherencia y deformabilidad de la colocación, aportando estos nuevos materiales otras propiedades que atañen a su aplicación y durabilidad.

La normativa europea aprobada en los últimos años a buen seguro ayudará a clarificar los conceptos de calidad y durabilidad para el conjunto de materiales que intervienen en la colocación en capa fina. El marcado **CE** para estos materiales, que es obligatorio desde el 1/4/2004, favorecerá la implantación de una información técnica de referencia en embalajes y documentos comerciales que contribuirá a ese mismo objetivo.

ADHERENCIA Y DEFORMABILIDAD

Los fenómenos de **adherencia** y **deformabilidad** presiden la tecnología de colocación de las baldosas cerámicas y otros recubrimientos rígidos modulares.

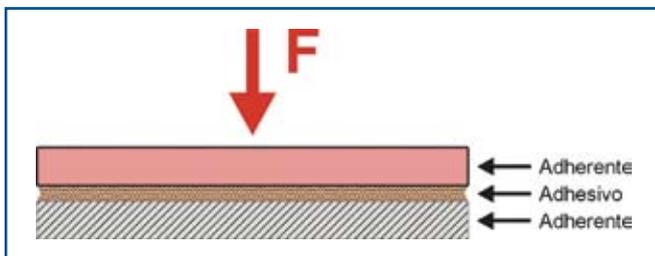
Al sistema formado por la baldosa o módulo rígido, el adhesivo y la superficie de colocación se le exige poder conservar su cohesión, tanto ante esfuerzos que no suponen variación dimensional de los adherentes, como en situaciones en las que la fuerza transmitida al adhesivo proviene de cambios de posición de aquellos.

Las características y los comportamientos de los materiales de agarre y rejuntado son consecuencia primaria de la adherencia y deformabilidad, a las que se dedica la primera parte de esta introducción.

ADHERENCIA

En general, el fenómeno de la adherencia tiene lugar cuando estamos frente a un sistema formado por dos materiales que pretendemos unir y que llamamos *adherentes*, y un segundo material que establece la unión y que denominamos *junta* o *unión adhesiva*.

La adherencia se puede definir como la capacidad de transferir una fuerza procedente del adherente a través de la unión adhesiva. De hecho, la adherencia será tanto mayor cuanto mayor sea la energía mecánica que puede absorber la unión adhesiva.

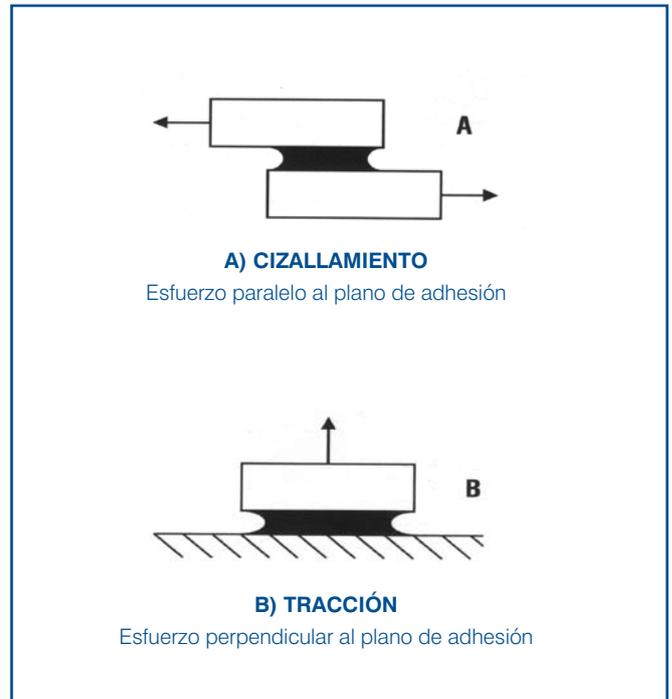


En consecuencia, cuantificamos la adherencia por la fuerza que podemos aplicar a la unión adhesiva hasta el instante en que se manifiesta la disminución de dicha adherencia.

Para medir la adherencia se somete a esfuerzo mecánico la unión adhesiva, hasta la rotura o pérdida de cohesión, disponiendo de dos métodos normalizados:

- De **cizallamiento** o **cizalladura**, cuando se aplica una fuerza paralela al plano de la unión adhesiva

- De **tracción**, cuando la fuerza aplicada es perpendicular al plano de la unión adhesiva.

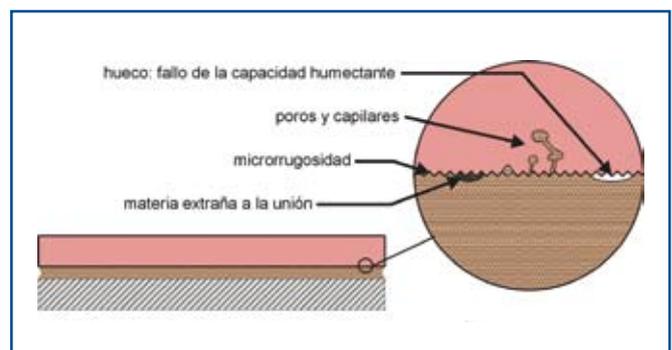


Cuando aplicamos fuerza en una unidad de superficie, estamos midiendo presión. Las unidades de presión es habitual expresarlas en megapascuales (MPa), newtons por milímetro cuadrado (N/mm^2) o kilogramos-fuerza por centímetro cuadrado (Kp/cm^2) siendo la equivalencia entre ellas:

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2 \approx 10 \text{ Kp/cm}^2$$

ADHERENCIA MECÁNICA

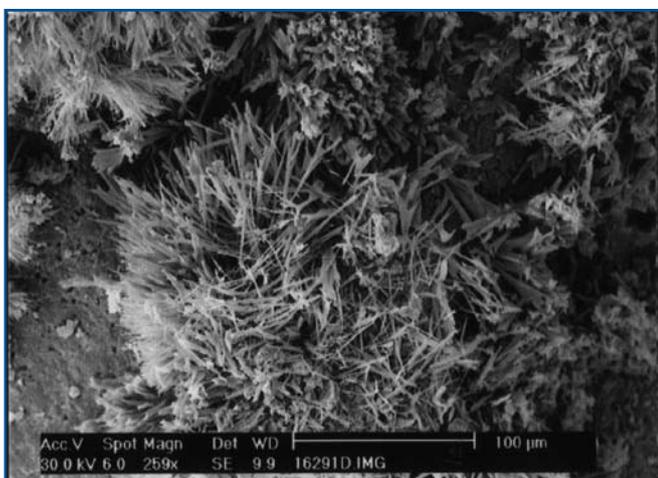
Cuando en un recubrimiento cerámico hablamos de **adherencia mecánica** nos estamos refiriendo a un tipo de adherencia basado en la cohesión del adhesivo alcanzada en el proceso de hidratación de un mortero.



Se caracteriza por:

- El acoplamiento mecánico entre adhesivo y adherente
 - Textura o microrrugosidad superficial del adherente
 - Porosidad y capilaridad del adherente y cinética de penetración del adhesivo en poros y capilares.
- La capacidad humectante o mojante del adhesivo

La cohesión del sistema en aglomerados de cemento se alcanza tras un proceso de maduración que se materializa con la formación de silicato cálcico hidratado entre otros compuestos.



Detalle microscópico del fenómeno de la hidratación del cemento

ADHERENCIA QUÍMICA

La denominación de *adherencia química* proviene del hecho que en la mayoría de los casos interviene la química orgánica en la consecución de la adhesión. La incorporación de resinas poliméricas en los morteros para la colocación de recubrimientos cerámicos mejoran considerablemente sus propiedades en fresco y finales.

Propiedades en fresco:

- Dado su poder de retención de agua, asegura la adherencia con grosores mínimos, desde 1 mm
- Optimiza la trabajabilidad y mojabilidad (capacidad humectante), al actuar las partículas poliméricas como rodamientos, y por su capacidad redispersante y oclusora de aire
- Comportamiento reológico tixotrópico, fluido cuando ejercemos una fuerza de cizalladura y que se vuelve viscoso cuando cesa esa fuerza. Dicha característica favorece la estabilidad del adherente sobre el adhesivo antes de la maduración, especialmente ante el descuelgue en superficies verticales
- Acota los tiempos de utilización, aplicación y maduración, asegurando la adherencia en determinadas condiciones ambientales de humedad y temperatura

Características finales:

- Menores contracciones de secado y maduración, junto a una mejor hidratación del cemento
- Unión adhesiva de menor porosidad, con reducción también del tamaño de los poros, lo que repercute directamente sobre la impermeabilidad y la resistencia a ciclos de hielo/deshielo
- Buen anclaje sobre superficies lisas y no absorbentes
- Mayor resistencia mecánica a la tracción, flexión, impacto y abrasión, como consecuencia de la cohesión alcanzada en la comatriz polímero/cemento hidratado. Este incremento de la resistencia mecánica es función de la naturaleza de los componentes del adhesivo, de los factores de mezcla y del proceso de maduración.
- Capacidad deformable por el comportamiento viscoelástico de las resinas poliméricas incorporadas.
- Mantenimiento de la adherencia en condiciones de alta temperatura (hasta 150-170°C).

Proceso de maduración de un mortero modificado con resinas poliméricas.

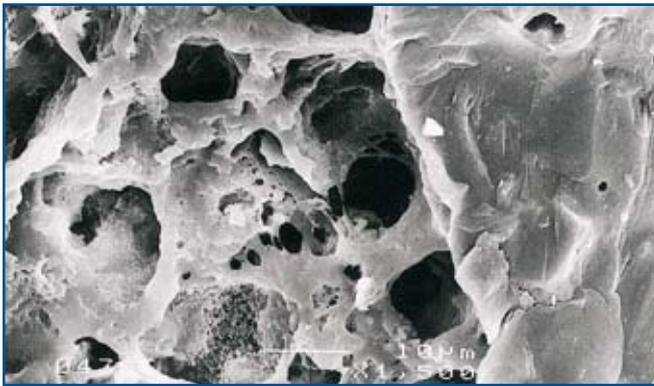
El mecanismo de formación de la comatriz polímero/cemento hidratado puede resumirse en **tres fases** que explican las propiedades en fresco y tras la maduración de los adhesivos cementosos:

En la **primera fase**, la resina polimérica se dispersa uniformemente en la pasta de cemento y arena, iniciándose el proceso de hidratación a la vez que las partículas de polímero se depositan alrededor del cemento no hidratado. A su vez, el agua de mezcla se satura de hidróxido cálcico que reacciona con la sílice de la arena formando silicato cálcico. La presencia de cristales de hidróxido cálcico en la superficie de las partículas del árido junto con la resina tiene su efecto sobre las propiedades finales del adhesivo.

En la **segunda fase**, el avance de la hidratación provoca la ocupación progresiva de los poros por parte de la resina, que inicia un proceso de floculación alrededor del silicato cálcico hidratado y de las partículas de árido. La concordancia entre el tamaño de los poros formados en la pasta de cemento durante la hidratación y el tamaño de las partículas de polímero explica ese posicionamiento. Al mismo tiempo tienen lugar reacciones químicas entre las resinas poliméricas, los iones Ca^{2+} y los silicatos e hidróxido cálcico formados en la superficie del árido, responsables de la unión entre los hidratos de cemento y el árido.

El único punto débil de esta unión es la presencia de aire ocluso, favorecida por la presencia de emulsionantes y estabilizadores en la composición de las resinas y que, en parte, se controla con la inclusión de agentes antiespumantes.

En la **tercera y última fase**, una vez consumida el agua en el proceso de hidratación, el polímero endurecido envuelve al cemento hidratado y el árido en forma de membrana continua, creando una estructura monolítica responsable de las propiedades finales.



Puentes de unión y anclaje de la resina polimérica en la interfaz del adhesivo cementoso/baldosa de gres porcelánico.

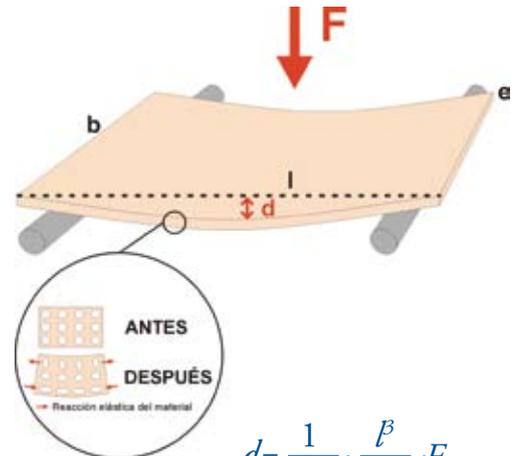
DEFORMABILIDAD

Además de la adherencia, es importante conocer la **deformabilidad** de la unión adhesiva. Los sistemas adhesivo/adherente suelen estar sometidos a diversos esfuerzos mecánicos (atracción, compresión, flexión, cizalladura y torsión). Estos esfuerzos mecánicos generan deformaciones que se rigen por la Ley de Elasticidad de Robert Hook (1635-1703) y los desarrollos posteriores de Thomas Young (1733-1829).

En las uniones adhesivas debemos predecir el comportamiento del sistema ante uno o varios tipos de esfuerzo mecánico, a veces combinados entre sí. Interesa tanto más conocer el comportamiento plástico de la unión antes de la rotura que la etapa elástica del sistema; es decir, admitimos la deformación sin pérdida de cohesión, sin importarnos las variaciones dimensionales del sistema.

Los recubrimientos de baldosas cerámicas están sometidos a diferentes esfuerzos de tracción, compresión, flexión y cizalladura según su ubicación, las características propias de los materiales que forman el sistema de recubrimiento, las condiciones ambientales y, en el caso de los pavimentos, las cargas dinámicas y estáticas a las que estarán sometidos.

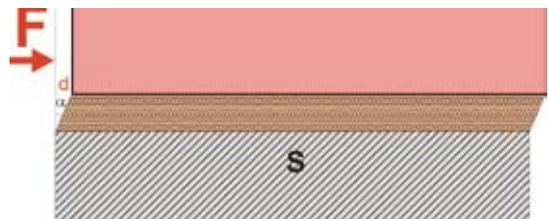
DEFORMACIÓN POR ESFUERZO A FLEXIÓN



$$d = \frac{1}{4E} \cdot \frac{l^3}{b \cdot e^3} \cdot F$$

d = deformación
E = módulo de Young del material
l = distancia entre apoyos
b = anchura de la lámina
e = grosor de la lámina
F = fuerza aplicada

DEFORMACIÓN POR CIZALLADURA



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{e} = \frac{2(1+\sigma)}{E} \cdot \frac{F}{S}$$

d = deformación
e = grosor de la capa sometida a cizalladura
E = módulo de Young del material
F = fuerza de cizalladura aplicada
S = superficie implicada en la cizalladura
 σ = coeficiente de Poisson del material

Para los morteros de albañilería la resistencia a la compresión y la adherencia son características fundamentales, aunque en España solamente existe un método normalizado para medir la primera. En los adhesivos para la colocación de materiales rígidos modulares ya se contempla la adherencia a través de la medida de la resistencia a la tracción y a la cizalladura según los tipos (UNE-EN 12004).

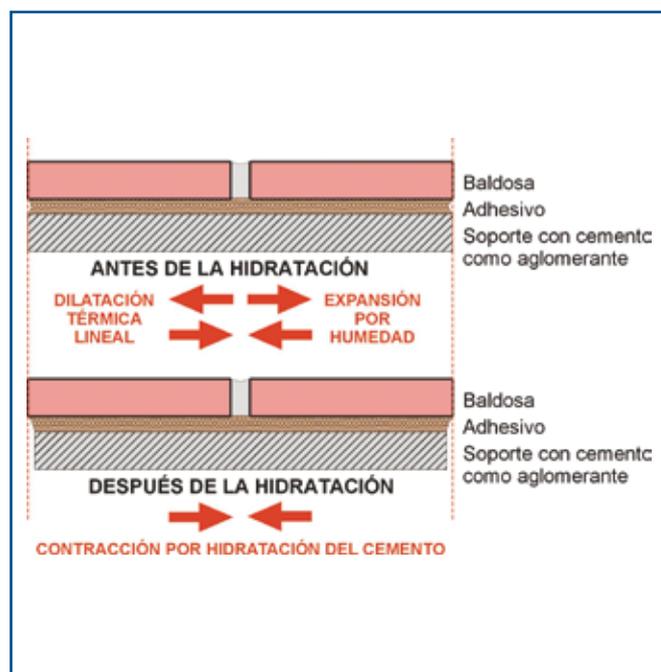
La deformabilidad se considera una característica opcional en los adhesivos cementosos y se mide a través de esfuerzos de flexión (deformación transversal, norma UNE-EN 12002) y de cizalladura (norma DIN 53265).

En los recubrimientos de baldosas cerámicas los esfuerzos a flexión y a cizalladura aumentan en relación directa con la inestabilidad de los elementos constructivos sobre los que se asientan.

La cohesión del sistema adhesivo/adherente está comprometida no solo por esfuerzos permanentes sino también por otros reversibles y periódicos, consecuencia de las características de los materiales adherentes, en especial, la dilatación térmica lineal y la expansión por humedad.

Hablaremos de **deformabilidad** de un adhesivo cuando el sistema adhesivo/adherente mantiene su cohesión ante esfuerzos mecánicos de flexión y cizalladura principalmente, sean éstos permanentes o variables en el tiempo.

En un recubrimiento cerámico, los esfuerzos de cizalladura pueden llegar a ser importantes en función de las características de los adherentes, que provocan variaciones dimensionales diferenciales.



Como características fundamentales de los adherentes que generan tensiones de cizalladura tenemos:

- El coeficiente de dilatación térmica lineal
- El coeficiente de expansión por humedad
- La contracción en el proceso de hidratación de los materiales que emplean cemento como aglomerante.

Aunque puede evaluarse la deformabilidad por la medida del desplazamiento antes de la rotura, en el ensayo de resistencia a la cizalladura (según el método de ensayo contemplado en la norma alemana DIN 53265), se ha convenido en vincular esta característica con la deformación por flexión para los adhesivos y materiales de rejuntado cementosos, bajo la denominación de deformación transversal según el método de ensayo desarrollado en la norma europea UNE-EN 12002.

ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE LOS SOPORTES

La deformabilidad de la unión adhesiva entre el recubrimiento cerámico y la superficie de colocación debe contemplarse también en función de la estabilidad de los soportes estructurales sobre las que se asienta el sistema de recubrimiento.

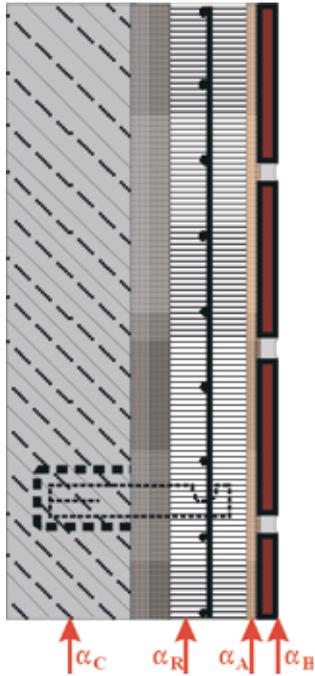
La estabilidad de los elementos constructivos estructurales depende de la entidad de las variaciones dimensionales y de los fenómenos físico-químicos que puedan producirse en su seno (corrosión de armaduras y carbonatación de hormigones).

Las variaciones dimensionales que afectan a la estabilidad obedecen a oscilaciones térmicas y de humedad, a la ya comentada contracción (también llamada *retracción*) de los aglomerados de cemento en el proceso de hidratación, a las deformaciones bajo carga de los elementos portantes y a las vibraciones.

Las variaciones dimensionales de origen higrotérmico pueden absorberse mediante juntas de movimiento, utilizando, además, adhesivos deformables.

El siguiente ejemplo para un cerramiento exterior revestido con baldosas cerámicas ilustra el orden de magnitud de variación dimensional como causa de una oscilación térmica en la superficie de 55°C.

EJEMPLO



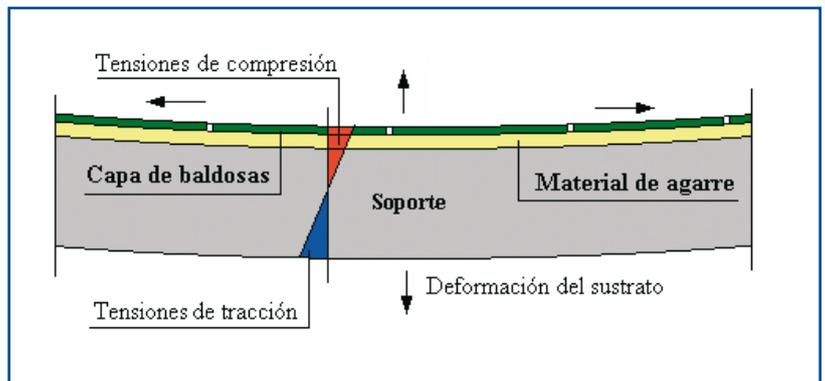
Supongamos un cerramiento continuo de 4 m de altura revestido con baldosas cerámicas de color oscuro, con los coeficientes de dilatación térmica lineal que se indican y para las supuestas variaciones térmicas:

Material	Coefficiente de dilatación	Variación de temperatura	Alargamiento en mm
Hormigón	$\alpha_C = 11 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	10 - 40	1,32
Mortero	$\alpha_R = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	10 - 45	1,68
Material de agarre	$\alpha_A = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	10 - 60	2,40
Baldosa cerámica	$\alpha_B = 5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	10 - 65	1,10

Vemos que para una diferencia de temperatura extrema exterior de 55 °C (a nivel de la superficie de la baldosa cerámica) y una variación térmica en el interior del cerramiento de 30 °C se provocan variaciones de longitud de más de un milímetro en 4 m de longitud.

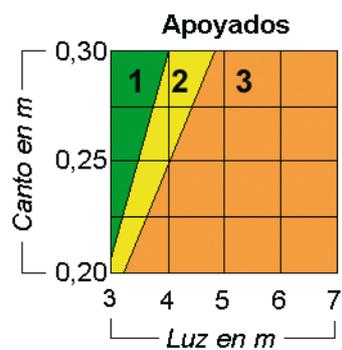
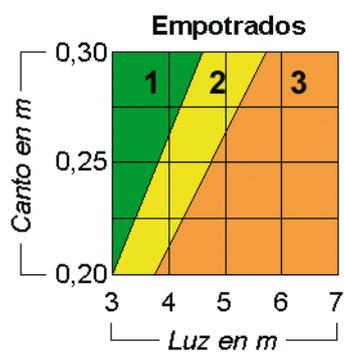
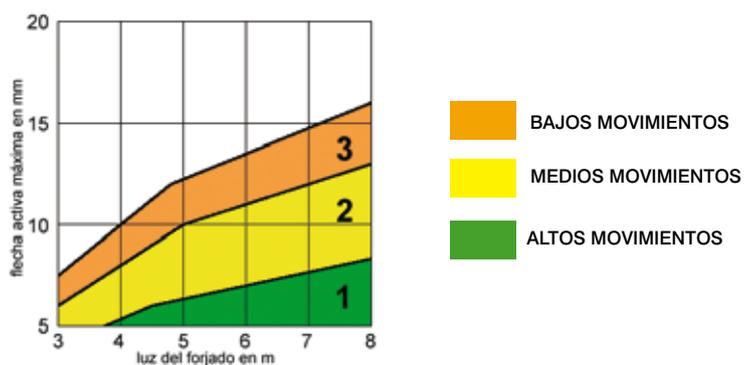
Esta diferencia será fácilmente absorbida por el material de agarre si es deformable, pero el sistema multiestrato podría quedar comprometido en sus extremos de no existir juntas de movimiento.

Debemos prestar especial atención a las deformaciones de los elementos constructivos por su propio peso o por estar sometidos a cargas. Estas deformaciones afectan a los recubrimientos especialmente en forjados, por la compresión a la que puede estar sometido el sistema.



Las flechas activas en forjados, la edad de los aglomerados de cemento y las vibraciones son los principales factores de contribución, a excepción de algunos materiales que, por sus características, deben considerarse siempre inestables.

MOVIMIENTOS ESPERADOS EN FORJADOS DE HORMIGÓN



**ADHESIVOS PARA COLOCACIÓN DE BALDOSAS
CERÁMICAS Y OTROS MATERIALES RÍGIDOS MODULARES**

2

ADHESIVOS PARA COLOCACIÓN DE BALDOSAS CERÁMICAS Y OTROS MATERIALES RÍGIDOS MODULARES

La publicación en septiembre de 2001 de la versión española de la norma europea UNE-EN 12004 supone un salto cualitativo esencial en la comercialización de adhesivos de calidad para la colocación de recubrimientos de baldosas cerámicas.

Además, la publicación de la última versión de la norma UNE-EN 12002 (enero de 2003) nos permite caracterizar el comportamiento deformable de adhesivos y materiales de rejuntado cementosos, parámetro sobre el que hemos venido remarcando su importancia en la introducción.

Por último, la publicación de la norma UNE-EN 12004/A1 (octubre de 2002) y las sucesivas modificaciones circuladas hasta octubre de 2003, nos permiten definir las exigencias de marcado CE para los adhesivos, obligatorio para los fabricantes desde el 1/4/2004.

Con todo ello, podemos llegar al establecimiento de un criterio de selección de los adhesivos que asegure la adherencia y durabilidad de los recubrimientos cerámicos, separando las baldosas cerámicas de los materiales no cerámicos a los que se dedica un apartado específico.

Este capítulo se articula en los apartados dedicados a definición de los adhesivos, clases y características normalizadas (fundamentales, opcionales y especiales), el marcado CE, el criterio para su selección, así como indicaciones para su preparación y aplicación.

LA NORMA EUROPEA UNE-EN 12004

Publicada en versión española en septiembre de 2001, recoge en sus diferentes apartados, la terminología de los materiales, los requisitos que deben alcanzar, así como definiciones sobre los métodos de trabajo y características de aplicación.

CAMPO DE APLICACIÓN

El título **Adhesivos para baldosas cerámicas. Definiciones y especificaciones** hace referencia a los recubrimientos cerámicos, sin embargo una nota interior hace extensivo su campo de aplicación a la "colocación de otras clases de baldosas (piedra natural o aglomerada, etc.), siempre que sean compatibles".

Define el **método de capa fina**, como modalidad de aplicación del adhesivo, sobre una superficie plana y posterior peinado con llana dentada para obtener un grosor uniforme: asimismo especifica que la superficie de colocación debe ser rígida.

TIPOS NORMALIZADOS

La norma establece tres tipos de adhesivos, con una definición general para cada uno:

ADHESIVO CEMENTOSO

Mezcla de conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos, que se mezclan con agua o adición líquida en su preparación.

Se les identifica con la letra **C**.

ADHESIVOS EN DISPERSIÓN

Mezcla de conglomerante(s) orgánico(s) en forma de polímero en dispersión acuosa, aditivos orgánicos y cargas minerales, que se presenta lista para su uso.

Se les identifica con la letra **D**.

ADHESIVOS DE RESINAS REACTIVAS

Mezcla de resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales cuyo endurecimiento resulta de una reacción química, y que se comercializan en forma de uno o más componentes.

Se les identifica con la letra **R**.

CLASES NORMALIZADAS

Para cada tipo de adhesivo **C**, **D** o **R** establece dos clases:

Clase-1 Adhesivos que cumplen las características fundamentales de adherencia

Clase-2 Para los que alcanzan características adicionales de adherencia

Establece una clase **F** para los adhesivos cementosos de **fraguado rápido**.

Asimismo, apunta como característica fundamental un **tiempo abierto** mínimo de **10 minutos** para los adhesivos cementosos de fraguado rápido (**F**) y un **tiempo abierto** mínimo de **20 minutos** para todos los restantes.

Para los adhesivos cementosos mejorados C-2 y los de dispersión mejorados D-2 contempla una característica adicional de **tiempo abierto ampliado** de mínimo 30 minutos, asignándoles la letra **E**.

Como característica especial se considera el deslizamiento en los tres tipos de adhesivos; cuando el deslizamiento o descuelgue es menor o igual a 0,5 mm se le asigna la letra **T** (deslizamiento reducido).

SÍMBOLOS		DESCRIPCIÓN
Tipo	Clase	
C	(*)	Adhesivo cementoso de uso exclusivo en interiores
C	1	Adhesivo cementoso normal
C	1F	Adhesivo cementoso normal de fraguado rápido
C	1T	Adhesivo cementoso normal con deslizamiento reducido
C	1FT	Adhesivo cementoso normal de maduración rápida con deslizamiento reducido
C	2	Adhesivo cementoso mejorado
C	2E	Adhesivo cementoso mejorado y tiempo abierto ampliado
C	2F	Adhesivo cementoso mejorado de fraguado rápido
C	2T	Adhesivo cementoso mejorado y con deslizamiento reducido
C	2TE	Adhesivo cementoso mejorado, deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado
C	2FT	Adhesivo cementoso mejorado, de fraguado rápido y deslizamiento reducido
D	1	Adhesivo en dispersión normal
D	1T	Adhesivo en dispersión normal con deslizamiento reducido
D	2	Adhesivo en dispersión mejorado
D	2T	Adhesivo en dispersión mejorado y deslizamiento reducido
D	2TE	Adhesivo en dispersión mejorado, deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado
R	1	Adhesivo normal de resinas de reacción
R	1T	Adhesivo normal de resinas de reacción con deslizamiento reducido
R	2	Adhesivo de resinas de reacción mejorado.
R	2T	Adhesivo de resinas de reacción mejorado y deslizamiento reducido

(*) Adhesivo cementoso sin denominación de clase según la UNE-EN 12004, contemplado en el anexo ZA.

Para los adhesivos cementosos, la UNE-EN 12002 define la deformación transversal, estableciendo las clases **S1** y **S2** según sea la deformación transversal igual o superior a 2,5 mm e inferior a 5 mm (**S1**), o igual o superior a 5 mm (**S2**).

Para otras características definidas en la norma no se establecen niveles mínimos ni obligatoriedad de suministrar información por parte del fabricante, este es el caso de:

La *capacidad humectante* para los tres tipos de adhesivos
La *resistencia química* para los adhesivos **R**

De acuerdo con a esta codificación, la norma establece una clasificación y denominación de los adhesivos tal y como aparece en el cuadro adjunto.

Los fabricantes pueden incluir otros símbolos y denominaciones adicionales.

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES: ADHERENCIA Y TIEMPO ABIERTO

Para evaluar la calidad y durabilidad de los adhesivos, se establecen como características fundamentales:

- **La adherencia**, medida mediante ensayo de resistencia a la tracción para los adhesivos cementosos y de resistencia a la cizalladura para los restantes tipos.
- **El tiempo abierto**, que es para todos los adhesivos, el tiempo máximo que puede transcurrir desde la extensión del adhesivo sobre la superficie de colocación hasta su cubrición con la baldosa, para que se alcance la adherencia mínima de 0,5 N/mm² mediante el ensayo de resistencia a la tracción a los 28 días.

MEDIDA DE LA ADHERENCIA

Se efectúa sobre probetas maduras bajo diferentes condiciones que pretenden reproducir las condiciones ambientales a las que puede estar sometido el adhesivo durante el proceso de maduración. Se han aprobado tres normas que recogen los métodos de ensayo para los tres tipos de adhesivos:

UNE-EN 1348 para adhesivos cementosos C

- **Adherencia inicial:** consiste en mantener las probetas 28 días en condiciones de laboratorio, y pretenden reproducir un proceso de hidratación normal, midiendo la adherencia en función del grado de hidratación del cemento y el endurecimiento/cohesión de la resina polimérica. En los adhesivos cementosos de fraguado rápido (F) el ensayo de resistencia a la tracción se efectúa, como máximo a las 24 horas.
- **Adherencia tras inmersión en agua:** consiste en mantener las probetas 7 días en condiciones de laboratorio y 20 días en inmersión en agua, y permite conocer el comportamiento de la resina polimérica en dispersión y el resultado final de la adherencia para una situación de máxima hidratación del cemento.
- **Adherencia después de envejecimiento con calor:** consiste en mantener las probetas 14 días en condiciones de laboratorio y 14 días en estufa a 70 °C, y reproduce un proceso muy desfavorable para la hidratación del cemento. Sólo la acción de la resina impedirá que esa hidratación sea insuficiente, evaluando al mismo tiempo el comportamiento de la resina polimérica.
- **Adherencia después de ciclos hielo/deshielo:** consiste en mantener las probetas 7 días en condiciones de laboratorio, 21 días de inmersión en agua y 25 ciclos de hielo/deshielo (entre -15° y 15 °C), y evalúa la porosidad y el tamaño del poro tras un proceso de hidratación bastante completo. El papel de la resina polimérica es fundamental para conferir impermeabilidad al adhesivo.

ADHESIVOS CEMENTOSOS		
NORMAL C1		MEJORADO C2
Adherencia inicial		
Adherencia después de inmersión en agua		
Adherencia después de envejecimiento con calor	≥ 0,5 N/mm ²	≥ 1 N/mm ²
Adherencia después de ciclos hielo/deshielo		
Tiempo abierto mínimo: 20 minutos	≥ 0,5 N/mm ²	≥ 0,5 N/mm ²

NORMAL DE FRAGUADO RÁPIDO C1F		MEJORADO DE FRAGUADO RÁPIDO C2F
Adherencia inicial		
Adherencia después de inmersión en agua		
Adherencia después de envejecimiento con calor	≥ 0,5 N/mm ²	≥ 1 N/mm ²
Adherencia después de ciclos de hielo/deshielo		
Tiempo abierto mínimo: 10 minutos	≥ 0,5 N/mm ²	≥ 0,5 N/mm ²
Tiempo abierto mínimo: 10 minutos	≥ 0,5 N/mm ²	≥ 0,5 N/mm ²

UNE-EN 1324 para los adhesivos en dispersión D.

- **Adherencia inicial:** evalúa el comportamiento del adhesivo en un proceso de endurecimiento de la resina en condiciones de laboratorio durante 14 días, por evaporación del agua y/o disolvente.
 - **Adherencia después de envejecimiento con calor:** consiste en mantener las probetas 14 días en condiciones de laboratorio y 14 días a 70 °C, y evalúa el comportamiento de la resina a esa temperatura.
- La norma contempla además las características adicionales de los adhesivos en dispersión D-2
- **Adherencia a alta temperatura:** supone conservar la adherencia a 70 °C, sin el enfriamiento durante 24 horas que se contempla en la característica fundamental.
 - **Adherencia tras inmersión en agua:** evalúa el grado de redispersión en agua de la resina polimérica tras endurecimiento durante 7 días.

ADHESIVO EN DISPERSIÓN		
NORMAL D1		MEJORADO D2
Adherencia inicial	≥ 1 N/mm ²	≥ 1 N/mm ²
Adherencia después de envejecimiento con calor	≥ 1 N/mm ²	≥ 1 N/mm ²
Adherencia a alta temperatura	—	≥ 1 N/mm ²
Adherencia después de inmersión en agua	—	≥ 0,5 N/mm ²
Tiempo abierto mínimo: 20 minutos	≥ 0,5 N/mm ²	≥ 0,5 N/mm ²

UNE-EN 12003 para los adhesivos de resinas reactivas R.

- **Adherencia inicial:** tras el endurecimiento de la resina durante 7 días en condiciones de laboratorio, posteriormente se ensaya.
- **Adherencia después de inmersión en agua:** tras la maduración en inmersión en agua durante 21 días, evalúa la adherencia bajo esas condiciones.

Asimismo, la norma contempla la característica adicional que otorga la clase R2

- **Adherencia después de choque térmico:** incluye cuatro ciclos de inmersión en agua a 23 ° y 100 °C.

Los resultados del ensayo de adherencia bajo las diferentes modalidades de acondicionamiento de las probetas, junto a un tiempo abierto mínimo de 20 minutos (a excepción de los cementosos de fraguado rápido para los que solo se exigen 10 minutos), establecen los diferentes tipos y clases de adhesivos, que se indican en los siguientes cuadros:

ADHESIVO DE RESINAS REACTIVAS		
NORMAL R1		MEJORADO R2
Adherencia inicial	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$
Adherencia después de inmersión en agua	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	
Adherencia después de choque térmico	—	
Tiempo abierto mínimo: 20 minutos	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$

OTRAS CARACTERÍSTICAS

La norma contempla algunas características especiales que son optativas para los fabricantes. A cada una de ellas dedicamos un comentario, por su importancia en determinadas aplicaciones.

TIEMPO ABIERTO AMPLIADO, UNE-EN 1346

Para los adhesivos tipos **C** y **D** se contempla la característica opcional y especial de un **tiempo abierto ampliado** de **30 minutos**, de resistencia a la tracción mayor o igual a 0,5 N/mm² a los 28 días.

Se identificará con la letra **E**.

DESLIZAMIENTO O DESCUELGUE, UNE-EN 1308

Desplazamiento de una baldosa por su peso cuando la colocamos sobre el adhesivo fresco.

Si el desplazamiento es **menor o igual a 0,5 mm** el adhesivo tiene un **deslizamiento reducido** y lo identificamos con la letra **T**. Esta característica está vinculada a la consistencia en fresco del adhesivo.

CAPACIDAD HUMECTANTE, UNE-EN 1347

Porcentaje de superficie cubierta por el adhesivo ("mojada") respecto a la superficie total de la baldosa. Esta característica depende tanto del poder de retención de agua del adhesivo como de la facilidad de salida del aire en el momento del contacto, el levantamiento de la baldosa para un tiempo abierto determinado nos aproximará al comportamiento del adhesivo bajo esta característica.

DEFORMACIÓN TRANSVERSAL, UNE-EN 12002

Para los adhesivos cementosos (**C**) se contempla la característica opcional y especial de la deformabilidad

Deformación máxima antes de la rotura, producida en el centro de una lámina de adhesivo endurecido de (3±0,1) mm de grosor y apoyada sobre dos cilindros separados de 200 mm.

Es una característica de los adhesivos cementosos de gran interés ante soportes inestables, condiciones ambientales que generen cambios dimensionales y baldosas de gran formato (elevadas tensiones de cizalladura).

- **S1 Adhesivo cementoso deformable**, con una deformación transversal mayor o igual a 2,5 mm e inferior a 5 mm.
- **S2 Adhesivo cementoso muy deformable**, con una deformación transversal igual o superior a 5 mm.

RESISTENCIA QUÍMICA, UNE-EN 12808-1

Característica especial para los adhesivos **R**. La norma permite evaluar la resistencia química a productos específicos (a unas concentraciones, condiciones ambientales y de exposición dadas) a través de la *variación de masa, diámetro y resistencia a la compresión* de probetas cilíndricas de 25 mm de diámetro y 25 mm de altura, expresando los resultados en porcentaje respecto al valor de dichos parámetros antes del ensayo.

TIPOS DE ADHESIVOS Y SUS CARACTERÍSTICAS

De acuerdo con las definiciones, características fundamentales, opcionales y especiales, podemos establecer un cuadro de identificación de los adhesivos, para su selección en función de la aplicación.

ADHESIVOS CEMENTOSOS C

- En ensayo de adherencia inicial y de tiempo abierto nos acercan al comportamiento del adhesivo en un proceso de hidratación media/alta, aunque en condiciones reales de mayor temperatura, menor humedad ambiental y mayor circulación de aire, ambas características se verán afectadas negativamente.
- El ensayo de adherencia tras inmersión en agua nos ofrece información sobre el comportamiento del adhesivo a hidratación completada. También si se produce redispersión de la resina.
- Los ensayos de adherencia detrás el envejecimiento con calor y ciclos de hielo/deshielo son determinantes para evaluar el papel de la resina polimérica, como protectora del proceso de hidratación del cemento en el primer caso y como reductora de la porosidad y tamaño de poro en el segundo. El resultado del ensayo depende tanto del tipo de resina utilizado como de su cantidad (proporción polímero/cemento).
- La consecución de deformabilidad depende también del tipo y contenido de polímero. El resultado del ensayo de deformación transversal nos da información sobre esta importante característica para una hidratación media/alta. Con polímeros blandos y relaciones polímero/cemento entre el 11% y 17% alcanzamos adhesivos deformables (S1), y con porcentajes mayores adhesivos muy deformables (S2).
- Dado que los ensayos de adherencia se efectúan con probetas no absorbentes, podemos aplicar estos adhesivos en la colocación de cualquier tipo de baldosas.

ADHESIVOS EN DISPERSIÓN D

- Confieren adherencia química sobre todo tipo de superficies y baldosas; sin embargo, el proceso de endurecimiento tiene lugar por evaporación del agua o disolventes, lo que limita el formato de la baldosa, en función también de la absorción de la superficie de colocación y la anchura de la junta.
- Se reblandecen en contacto con agua perdiendo adherencia, los adhesivos D 2 tienen un mejor comportamiento, y se reservan para revestimientos interiores secos o mojados esporádicamente.

- Su principal característica es la alta deformabilidad. También su facilidad de aplicación, dado que se comercializan listos para su uso.

ADHESIVOS DE RESINAS REACTIVAS R

- De naturaleza exclusivamente química, son los de mayor adherencia sobre todo tipo de soportes y baldosas, con un buen comportamiento en inmersión.
- Confieren alta impermeabilidad y algunas variedades son resistentes a los cambios bruscos de temperatura (R 2) o altamente deformables (los basados en poliuretano).
- Pueden catalogarse como resistentes al ataque químico, con mayor o menor resistencia en función del producto químico específico, concentración y tiempo de exposición.
- Son inconvenientes su precio y sus condiciones restringidas de manipulación y aplicación, debido a su sensibilidad a la temperatura.

EL MARCADO C€

Con la publicación en octubre de 2002, del anexo **UNE-EN 12004/A1**, se establecen los requisitos o características mínimas que deben cumplir los adhesivos para alcanzar el mercado C€.

ADHESIVOS CEMENTOSOS C

Aparte de las clases de fraguado normal y rápido, se distingue entre aptos sólo para interiores y de uso universal.

Para los **adhesivos cementosos de uso exclusivo para interiores** se exige:

Adherencia inicial (R.T. $\geq 0,5$ N/mm²)

Adherencia después de inmersión en agua (R.T. $\geq 0,5$ N/mm²)

En los otros dos tipos de adherencia, ciclos de hielo/deshielo y envejecimiento con calor el fabricante puede optar por aportar los resultados del ensayo o especificar las siglas **NPD** (parámetro no determinado).

El tiempo abierto no es una característica contemplada para el mercado C€ para los adhesivos cementosos de uso exclusivo para interiores: la ausencia de garantía de un tiempo abierto mínimo puede suponer en determinadas condiciones (baldosas y/o superficies de colocación muy absorbentes, alta temperatura o corrientes de aire seco en interiores) una deficiente hidratación del cemento y, en consecuencia, una adherencia inferior a la comprometida

en el ensayo de adherencia inicial en laboratorio, al no existir tampoco una adherencia química que le sustituya, por la baja o muy baja proporción polímero/cemento en este tipo de adhesivos.

En el marcado **CE** figura una mención explícita a la norma UNE-EN 12004, lo que puede generar confusión en el usuario al asociar la adherencia tras ciclos de hielo/deshielo y envejecimiento con calor a situaciones en aplicaciones exteriores y no al comportamiento propio del adhesivo, consecuencia de la presencia de resinas poliméricas en cantidad suficiente.

ADHESIVOS EN DISPERSIÓN D

Para los adhesivos **D 1** se exige:
Adherencia inicial (R.C. ≥ 1 N/mm²)
Adherencia tras envejecimiento con calor (R.C. ≥ 1 N/mm²).

Para los adhesivos mejorados **D 2** se exige también:
Adherencia a alta temperatura (R.C. ≥ 1 N/mm²)
Adherencia después de inmersión en agua (R.C. $\geq 0,5$ N/mm²).

ADHESIVOS DE RESINAS REACTIVAS R

Para los adhesivos **R 1** se exige:
Adherencia inicial (R.C. ≥ 2 N/mm²)
Adherencia tras inmersión en agua (R.C. ≥ 2 N/mm²).

Para los adhesivos mejorados **R 2** se exige además:
Adherencia tras choque térmico (R.C. ≥ 2 N/mm²).

RESISTENCIA AL FUEGO

Para todos los tipos de adhesivos se exige especificar la clase de resistencia al fuego, medida según la norma **UNE-EN 13501-1** (diciembre de 2002), que clasifica los materiales de construcción y elementos para la edificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego (para mayor información, consúltese el anexo).

Los adhesivos para suelos se clasifican desde **A1_n** hasta **F_n** (comportamiento no determinado), y para los de aplicación en paredes desde **A1** hasta **F**.

El anexo ZA de la UNE-EN 12004 contempla también los requisitos de etiquetado y marcado. Esta información puede aparecer íntegramente como etiqueta de embalaje o adoptar una versión simplificada en el embalaje y complementar el resto de la información (por ejemplo, los valores de las características fundamentales) en otros documentos comerciales (albaranes, facturas, etc.).

EXIGENCIAS DE MARCADO Y ETIQUETADO PARA LOS ADHESIVOS QUE SE ACOGEN A LA NORMA UNE-EN 12004

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Nombre del producto Marca del fabricante y lugar de origen Fecha y código de producción, caducidad y condiciones de almacenaje Mención a la norma y fecha de publicación Tipo de adhesivo, según los tipos y clases descritos en el capítulo 6 de la norma, recomendando la utilización de los símbolos o códigos | <p>Instrucciones de uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> Proporciones de mezcla (cuando se especifique) Tiempo de maduración (cuando se especifique) Vida útil Modo de aplicación Tiempo abierto Tiempo que debe de transcurrir hasta el rejuntado y permitir el paso del tráfico (cuando se especifique) Ámbito de aplicación (colocación de baldosas en suelos, paredes, en interiores, en exteriores, etc.) |
|---|--|

	<p>← Marcado de conformidad CE que consiste en el símbolo CE según diseño gráfico contemplado en la Directiva 93/68/CCE</p>										
<p>AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050</p> <p>The date of CE marking is printed on the package</p>	<p>← Nombre o marca comercial del fabricante, y dirección</p> <p>← Referencia a la fecha de producción impresa en el embalaje, si la fecha de producción es la misma que la fecha de fijación del marcado CE</p>										
<p>EN 12004</p> <p>Product for tiling internal floorings or wall finishes (not suitable for external uses)</p> <p>Cementitious tile adhesive</p>	<p>← Referencia a la norma europea UNE-EN 12004</p> <p>← Usos del producto</p> <p>← Tipo de producto</p>										
<table border="1"> <tr> <td>- Initial tensile adhesion strength</td> <td>1,3 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>- Tensile adhesion strength after heat ageing</td> <td>NPD</td> </tr> <tr> <td>- Tensile adhesion after water immersion</td> <td>1,3 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>- Tensile adhesion after freeze/thaw cycles</td> <td>0,4 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>- Reaction to fire</td> <td>Class F</td> </tr> </table>	- Initial tensile adhesion strength	1,3 N/mm ²	- Tensile adhesion strength after heat ageing	NPD	- Tensile adhesion after water immersion	1,3 N/mm ²	- Tensile adhesion after freeze/thaw cycles	0,4 N/mm ²	- Reaction to fire	Class F	<p>← Información de los requisitos/características exigidos en el Mandato M/127</p> <p>← Clase de resistencia al fuego</p>
- Initial tensile adhesion strength	1,3 N/mm ²										
- Tensile adhesion strength after heat ageing	NPD										
- Tensile adhesion after water immersion	1,3 N/mm ²										
- Tensile adhesion after freeze/thaw cycles	0,4 N/mm ²										
- Reaction to fire	Class F										

CARACTERÍSTICAS DE LOS ADHESIVOS SEGÚN EL MANDATO M/127 PARA EL MERCADO CE				
REQUISITO	TIPO DE ADHESIVO	CARACTERÍSTICA SEGÚN UNE-EN 12004		MÉTODO DE ENSAYO
Adherencia	Cementoso	Adherencia inicial	R.T. $\geq 0,5$ N/mm ²	UNE-EN 1348
	Cementoso de fraguado rápido		R.T. $\geq 0,5$ N/mm ² (24 h)	UNE-EN 1348
	En dispersión		R.C. ≥ 1 N/mm ²	UNE-EN 1324
	De resinas reactivas		R.C. ≥ 2 N/mm ²	UNE-EN 12003
Envejecimiento con calor	Cementoso de uso exclusivo en interiores	Adherencia tras envejecimiento con calor	Valor declarado o NPD	UNE-EN 1348
	Cementoso		R.T. $\geq 0,5$ N/mm ²	UNE-EN 1348
	En dispersión D 1	R.C. ≥ 1 N/mm ²	UNE-EN 1324	
	En dispersión D 2	Adherencia tras envejecimiento con calor + adherencia a alta temperatura	R.C. ≥ 1 N/mm ²	UNE-EN 1324
	De resinas reactivas R 2	Adherencia tras choque térmico	R.C. ≥ 2 N/mm ²	UNE-EN 12003
Acción de la humedad	Cementoso	Adherencia tras inmersión en agua	R.T. $\geq 0,5$ N/mm ²	UNE-EN 1348
	En dispersión D 2		R.C. $\geq 0,5$ N/mm ² R.C. ≥ 2 N/mm ²	UNE-EN 1324
	De resinas reactivas		UNE-EN 12003	
Ciclos de hielo/deshielo	Cementoso de uso exclusivo en interiores	Adherencia tras ciclos de hielo/deshielo	Valor declarado o NPD	UNE-EN 1348
	Cementoso		R.T. $\geq 0,5$ N/mm ²	UNE-EN 1348
Reacción frente al fuego	Adhesivos destinados a revestimientos	Clasificación según ensayos de reacción al fuego	A1 - F	UNE-EN 13501-1
	Adhesivos destinados a pavimentos		A _{fl} - F _{fl}	

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL ADHESIVO

En la introducción hemos acotado la colocación tradicional con mortero de cemento o cal. Conocemos también los adhesivos a través de la caracterización que se describe en la UNE-EN 12004, acompañada de los métodos de ensayo normalizados. Estamos, pues, en condiciones de establecer unos criterios para la selección del adhesivo:

- La tipología de las baldosas**
- Las superficies y soportes de colocación**
- Las condiciones ambientales**
- Las exigencias funcionales del recubrimiento**

LA BALDOSA

Dejando aparte las baldosas de piedra natural, aglomerados de piedra natural y materiales compuestos, que serán tratados en un apartado posterior, las características que condicionan la adherencia y la durabilidad son la **absorción de agua y el formato de la baldosa**.

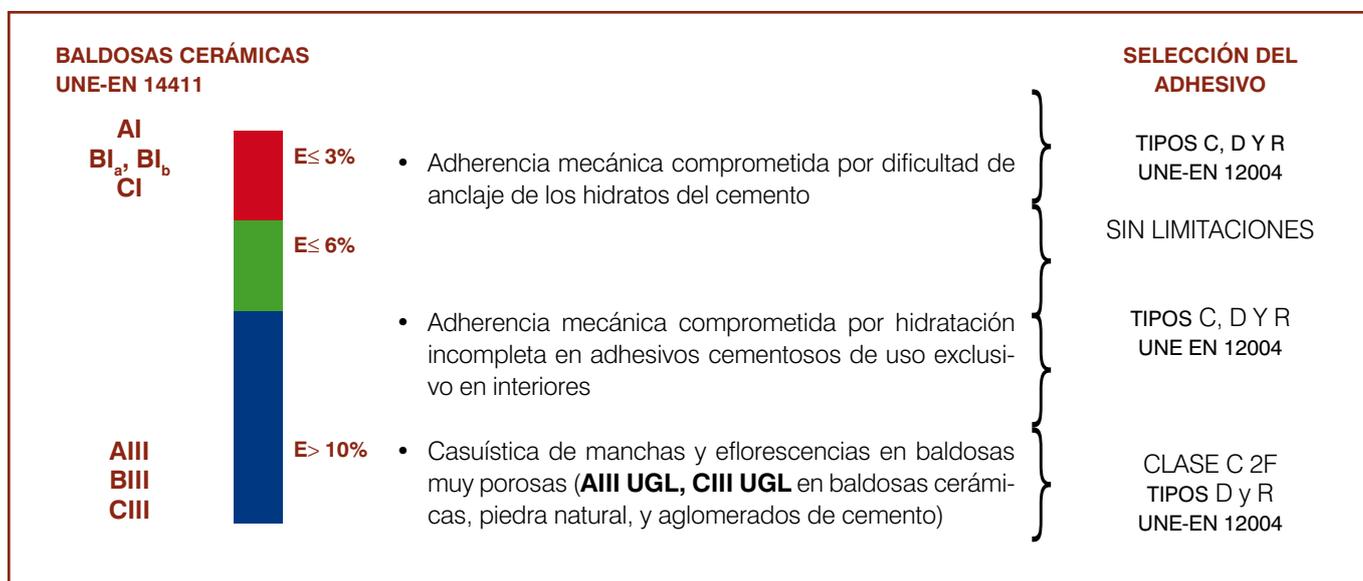
ABSORCIÓN DE AGUA

Determina que la adherencia mecánica sea o no suficiente y haya que complementarla o sustituirla por una adherencia química.

Para todo tipo de baldosas establecemos la frontera en una capacidad de absorción de agua del **6%**, para discriminar los adhesivos respecto a su capacidad adherente (grupo I y II hasta una capacidad de absorción del 6% de las baldosas cerámicas según la norma UNE-EN 14411).

Con baldosas de absorción **igual o inferior al 6%** aconsejamos adhesivos que cumplan **todas las características fundamentales** de la norma UNE-EN 12004, sean del tipo **C, D** o **R**, para asegurar una correcta *adherencia química*, (no deben utilizarse cementosos de uso exclusivo para interiores).

Con baldosas de alta absorción de agua (mayor al 10%) nos podemos encontrar frente a dos situaciones: por una parte, con adhesivos cementosos de bajo contenido en resinas y sin retenedores de agua, la alta absorción/succión absorbe el agua necesaria para la hidratación, comprometiendo la adherencia. Por otra parte, las baldosas muy absorbentes tienen una abundante red capilar que permite la migración de agua y sales solubles que pueden aparecer en la superficie en forma de manchas y eflorescencias.

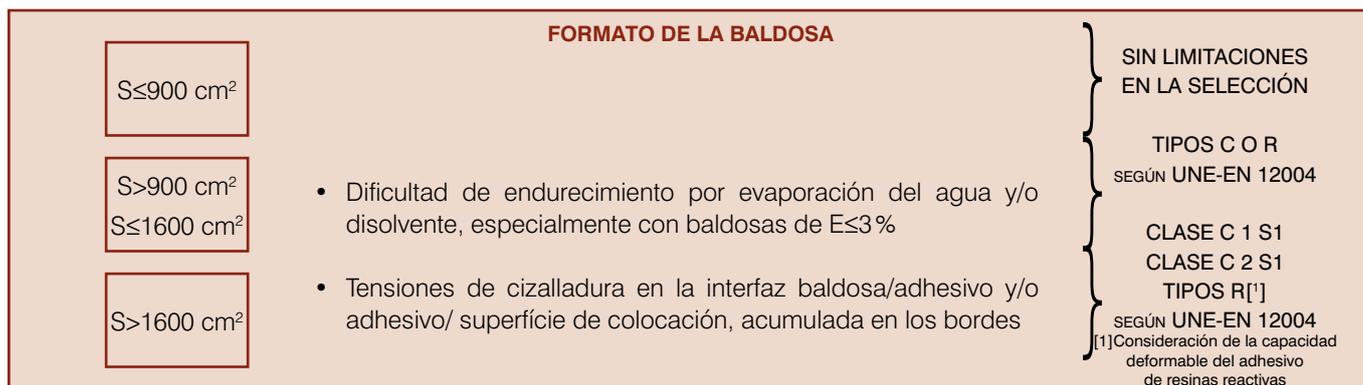


FORMATO DE LA BALDOSA

- Para los adhesivos cementosos se exige una buena adherencia que permita absorber las tensiones de cizalladura que se producen en los bordes de la baldosa y que empiezan a cobrar entidad a partir de formatos medios (1.200 cm²). En formatos grandes (S > 1.600 cm²) es aconsejable considerar la deformabilidad.
- Para los adhesivos en dispersión, se requiere la facilidad de evaporación del agua o disolvente que determina el

tiempo de endurecimiento y la adherencia final. Dado que el ensayo de adherencia se efectúa con probetas muy absorbentes (15 ± 3%), podemos tener problemas en baldosas no absorbentes de formato medio/grande.

No entramos aquí en la consideración del relieve/textura del reverso de la baldosa ni de las desviaciones de planitud (en el caso de baldosas cerámicas), por cuanto estos parámetros atañen a la técnica de aplicación del adhesivo, que contemplaremos en un apartado posterior.



ESTABILIDAD DE LOS SOPORTES

Respecto a la edad de los elementos constructivos en los que interviene el cemento como aglomerante hay que fijar

las clases de estabilidad, en función de la garantía de que se haya completado en su mayor parte el proceso de hidratación que, a su vez, dependerá de las condiciones de temperatura y humedad relativa a las que ha estado sometido.

DEFORMABILIDAD EN FUNCIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL SOPORTE Y CAPAS INTERMEDIAS		
SOPORTES ESTABLES CLASE 1	<ul style="list-style-type: none"> • Forjados con luces inferiores a 4 m y edad superior a 6 meses • Soleras de hormigón de edad superior a 6 meses • Muros prefabricados de hormigón • Muros de bloques de hormigón • Fábrica de ladrillo de edad superior a 2 meses en interiores y 6 meses, en exteriores, asentada sobre forjados estables de clase 1 • Capa intermedia de mortero de cemento con edad superior a 28 días 	UNIÓN ADHESIVA POCO DEFORMABLE
SOPORTES INESTABLES CLASE 2	<ul style="list-style-type: none"> • Forjados de hormigón con luces entre 4 y 5 m y/o edades superiores a 4 meses, o madurados entre 2 y 4 meses en condiciones de alta humedad relativa • Muros de hormigón de edad superior a 6 meses • Cerramientos y particiones asentados sobre forjados inestables de clase 2 • Fábricas de ladrillo con edades inferiores a 2 meses en interiores y 6 meses en exteriores • Particiones secas ligeras (prefabricados, cartón-yeso,...) • Capas intermedias de mortero u hormigón con edad inferior a 28 días, pero con humedad superficial inferior al 3% • Materiales fonoaislantes de baja compresibilidad en solados y fonoaislantes o termoaislantes de media compresibilidad en revestimientos 	UNIÓN ADHESIVA DEFORMABLE
SOPORTES MUY INESTABLES CLASE 3	<ul style="list-style-type: none"> • Forjados de hormigón con luces superiores a 5 m o edades inferiores a 2 meses o 4 meses en condiciones de maduración de baja humedad relativa • Todo tipo de elementos constructivos con el cemento como aglomerante, con edades inferiores a las de la clase 2 • Capas intermedias inmaduras con humedad superficial mayor al 3% • Soportes particularmente inestables por su comportamiento a los cambios de temperatura, agua o humedad, compatibilidad química, etc. 	UNIÓN ADHESIVA DE ALTA DEFORMABILIDAD PARA SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARTICULARES

SOPORTES, CAPAS INTERMEDIAS Y SUPERFICIE DE COLOCACIÓN

SOPORTES

En recubrimientos cerámicos sobre **soportes inestables de clase 2** optaremos por adhesivos cementosos deformables (**C-1 S1, C-2 S1**) o, en su caso, por adhesivos cementosos muy deformables (**C-1 S2, C-2 S2**).

Para soportes **inestables de clase 3**, precisamos adhesivos altamente deformables, restringiendo la selección a los adhesivos en dispersión y los adhesivos de resinas reactivas. Como alternativa tendremos la solera flotante en pavimentos y la interposición de capa de desolidarización en revestimientos.

CAPAS INTERMEDIAS

La variable más habitual es la edad de los morteros y de los hormigones utilizados en capas de nivelación, regularización, compresión o soleras flotantes. La retracción de los aglomerados de cemento en el proceso de hidratación se ha completado en su mayor parte a las cuatro semanas, por lo que se admite considerarlos estables de **clase 1** a los 28 días.

Con tiempos inferiores recurrimos a la humedad superficial como parámetro para discriminar la estabilidad (**clase 2**, hasta humedades del 3% y, **clase 3**, para humedades superiores).

Para la clase 2, seleccionaremos adhesivos cementosos deformables (**C-1 S1, C-2 S1**) y, para la clase 3, puentes de unión compatibles con humedades superiores al 3% u otros adhesivos deformables.

En capas intermedias compresibles, en el caso de pavimentos, solo es posible la colocación por adherencia directa sobre materiales de baja compresibilidad (NFP 75-301) con adhesivos compatibles (desde **C-2 S1**). En revestimientos, (por ejemplo, alicatado sobre aislamiento térmico de media compresibilidad) es posible la colocación con adhesivo cementoso **C-2 S1**, mejor sobre una capa de contacto ejecutada con el mismo adhesivo y reforzada con una malla de fibra de vidrio.

SUPERFICIE DE COLOCACIÓN

Debemos tener en cuenta:

- La cohesión de la superficie
- El comportamiento frente al agua o la humedad

- La compatibilidad química con el adhesivo seleccionado
- El grado de limpieza y la ausencia de materiales interpuestos entre superficie y adhesivo

En la mayoría de las superficies (hormigones, morteros, cerámica estructural, piedra natural o artificial, cerámica vidriada, etc.) los parámetros de absorción/succión y de textura superficial son determinantes para la consideración de unos tipos de adhesivos u otros, al igual que hemos razonado para las baldosas.

Limitaciones sobre algunas superficies:

- El yeso puede requerir una imprimación previa protectora si seleccionamos adhesivos cementosos no compatibles con ese material.
- La madera tiene la consideración de inestable de clase 3, por su sensibilidad a la humedad y la temperatura. Puede además estar tratada y requerir un puente de unión para la colocación con adhesivos cementosos (siempre deformables).
- El metal es también inestable de clase 3, requiere adherencia química y deformabilidad, debiéndose seleccionar adhesivos **R deformables**. Solo es posible la colocación con adhesivos cementosos (**C-2 S1, C-2 S2**) sobre una imprimación previa, a modo de puente de unión (por ejemplo, una imprimación epoxi enarenada) que proteja de la oxidación.
- No es posible la colocación directa sobre compuestos asfálticos con adhesivos cementosos, por la agresión alcalina del cemento.
- Ante la posibilidad de migración de sales a través de la superficie de colocación hacia baldosas de alta absorción, deben seleccionarse adhesivos **D** o **R**, o clase **C 2F**.

Respecto a la *absorción/succión* se toma el rociado con agua y la posterior pérdida del brillo como medida de esta característica. En superficies muy absorbentes conviene recurrir a una imprimación tapaporos si queremos seleccionar adhesivos cementosos de baja proporción polímero/ cemento o directamente recurrir a los tipos C con el tiempo abierto ampliado. En el extremo opuesto (superficies no absorbentes) recurriremos a puentes de unión y C-1 o directamente a C-2. En todos los casos es posible la selección de los tipos D (revestimientos interiores) o R (de uso universal).

En cuanto a la rugosidad superficial aconsejamos ejecutar una capa de regularización que permita alcanzar un consumo razonable de adhesivo sobre superficies muy rugosas.

En el extremo opuesto debemos recurrir a imprimaciones puente de unión con adhesivos cementosos de baja proporción polímero/cemento.

Finalmente, en cuanto a las condiciones de entrega de planitud y aplomado de la superficie de colocación. La mayoría de los adhesivos cementosos están diseñados para unos espesores determinados y, además, obviamente a mayor grosor penalizamos el consumo. En consecuencia, se aconseja la selección de la técnica de colocación en capa fina sobre superficies con desviaciones de planitud o aplomado inferiores a 3 mm medidas con regla de 2 m. Para desviaciones superiores se impone una solera nivelada o un enfoscado maestreado para los tres tipos de adhesivos C, D o R. Cabe la posibilidad de la colocación en capa media (hasta 15 mm de grosor) con adhesivos cementosos diseñados para esos espesores si compensa el coste, bajo unas características técnicas en fresco y maduración aseguradas.

nica de colocación en capa fina sobre superficies con desviaciones de planitud o aplomado inferiores a 3 mm medidas con regla de 2 m. Para desviaciones superiores se impone una solera nivelada o un enfoscado maestreado para los tres tipos de adhesivos C, D o R. Cabe la posibilidad de la colocación en capa media (hasta 15 mm de grosor) con adhesivos cementosos diseñados para esos espesores si compensa el coste, bajo unas características técnicas en fresco y maduración aseguradas.

SOPORTES Y CAPAS INTERMEDIAS RESPECTO AL ADHESIVO		
HORIZONTALES		
TIPO Y CLASE: EJEMPLOS	SELECCIÓN DEL ADHESIVO	
ESTABLES Clase 1	Forjados, luces <4 m y edad >6 meses Solera de hormigón de edad >6 meses Capas intermedias de mortero con edad >28 días	En interiores Restricción sólo del tipo D En exteriores Adhesivos C y R
INESTABLES Clase 2	Forjados con luces entre 4 y 5 m o edades >4 meses Solera de hormigón de edad >4 meses Capas intermedias de mortero con edad <28 días pero humedad superficial <3% Capas intermedias de baja compresibilidad	C 1 S1 C 2 S1
MUY INESTABLES Clase 3	Forjados con luces >5 m o edades <2 meses, o 4 meses en condiciones de maduración a baja humedad relativa. Soleras de mortero u hormigón de edades < a la clase 2 Capas intermedias con edad < a 28 días y humedad superficial >3% Metales, maderas	Soleras flotantes Puentes de unión muy deformables (C2 S2) R 1, R 2 deformables

SOPORTES Y CAPAS INTERMEDIAS RESPECTO AL ADHESIVO		
VERTICALES		
TIPO Y CLASE: EJEMPLOS	SELECCIÓN DEL ADHESIVO	
ESTABLES Clase 1	Muros prefabricados y de bloques de hormigón Fábricas de ladrillo con edad >2 meses en interior y 6 meses en exterior sobre forjados o soleras de clase 1 Capas intermedias de mortero de edad >28 días	En interiores Sin restricciones En exteriores Tipos C y R
INESTABLES Clase 2	Fábricas de ladrillo sobre forjados de clase 2, o edades <2 meses (interiores) o 6 meses en exteriores Capas intermedias de mortero de edad < a 28 días pero con humedad superficial <3% Capas intermedias compresibles (media compresibilidad entre 0,5 y 3 mm según NFP 75-301) Particiones secas ligeras (cartón-yeso)	En interiores C 1 S1, C 2 S1 Tipos D y R def. En exteriores C 1 S1, C 2 S1 Tipos R def.
MUY INESTABLES Clase 3	Soportes especiales: madera, metales Capas intermedias de edad <28 días y humedad superficial >3% Materiales sensibles al agua, la humedad y oscilaciones térmicas	En interiores Puentes de unión deformables C 2 S1, C 2 S2 Tipos D y R def.

LAS CONDICIONES AMBIENTALES

La mayoría de los adhesivos están diseñados para su aplicación **entre 5 °C y 30 °C** en la superficie de colocación. Los adhesivos **R** todavía suelen tener un rango de manipulación y aplicación más restringido (entre 10 °C y 25 °C), ya que el proceso de endurecimiento y cambios en su reología se suelen situar en los intervalos 10/15 °C y 20/25 °C.

Recordemos, además, que en los adhesivos C la temperatura, la humedad relativa y la circulación de aire influyen en la hidratación del cemento y en el tiempo abierto. En exteriores, con insolación directa y vientos moderados o fuertes, es aconsejable o suspender la colocación o recurrir a adhesivos con tiempo abierto ampliado **E**, aplicados sobre pequeñas superficies y con el control regular de la capacidad humectante.

Respecto a la durabilidad en exteriores debemos seleccionar adhesivos que aseguren la adherencia en las condiciones previstas, aconsejando siempre la técnica del doble encolado para asegurar el 100% de la capacidad humectante. A grandes rasgos:

- En zonas geográficas con riesgo de helada (10 veces al año por debajo de -5 °C), seleccionar como mínimo **C-1 S1**, en pavimentos, y **C-2 S1**, en revestimientos, a ser posible con la característica adicional de tiempo abierto ampliado **E**.
- En zonas geográficas de clima caluroso y oscilaciones térmicas importantes, seleccionar directamente adhesivos **C-2E S1** para todo tipo de aplicaciones.

Algunos adhesivos cementosos y los adhesivos de resinas reactivas precisan de superficies secas para conseguir una buena humectación o evitar que el agua o la humedad afecten al proceso de maduración o endurecimiento (adherencia química).

LAS EXIGENCIAS DEL RECUBRIMIENTO

Los recubrimientos en inmersión o en contacto permanente con agua o humedad requieren adhesivos cementosos que tengan un buen comportamiento bajo esas condiciones (no se produzca pérdida de adherencia por redispersión de la resina) y, en otros casos, una discreta resistencia química (piscinas). La alternativa a los adhesivos cementos **C-1** o **C-2** es la utilización de adhesivos de resinas reactivas que, además de tener resistencia química y una elevada adherencia, son impermeables al agua y al vapor.

En el caso de pavimentos, debemos tener en cuenta las cargas dinámicas y estáticas a las que estará sometido. Independientemente de otras consideraciones que atañen a la técnica de colocación y a la selección de la baldosa, elegiremos adhesivos cementosos **C-2 S1** (y adhesivos **R** cuando se requiera resistencia química). En los pavimentos de tránsito no exclusivamente peatonal, se recomienda siempre el doble encolado.

En las dos páginas siguientes aportamos un cuadro de criterios para la selección del adhesivo en la colocación en capa fina, de acuerdo con todas las características comentadas en los anteriores.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL ADHESIVO EN LA COLOCACIÓN EN CAPA FINA [1]

TIPO DE ADHESIVO	USOS RECOMENDADOS [2]	OBSERVACIONES
ADHESIVO CEMENTOSO DE USO EXCLUSIVO EN INTERIORES Marcado CE ANEXO ZA DE UNE-EN 12004	<ul style="list-style-type: none"> • Soportes estables de CLASE 1 • Superficies rugosas o texturadas • Superficies de absorción/succión media • Con baldosas $S \leq 900 \text{ cm}^2$ • Con baldosas $3\% < E \leq 10\%$ (II_a y II_b UNE-EN 14411) • Pavimentos de viviendas con tránsito peatonal moderado 	<ul style="list-style-type: none"> • Baldosas de grupo III muy absorbentes o superficies de alta absorción/succión, vigilar tiempo abierto ≥ 20 mín • Doble encolado. Baldosas de relieve pronunciado en el reverso. • Preparar y aplicar entre 5 °C y 30 °C, sin corrientes de aire ni insolación directa
ADHESIVO CEMENTOSO NORMAL C 1 C1F De fraguado rápido C1E Tiempo abierto ampliado C1 S1 Deformable C1 S2 Muy deformable UNE-EN 12004	<ul style="list-style-type: none"> • Soportes estables de CLASE 1 • Interiores, todo tipo de baldosas con $S \leq 1600 \text{ cm}^2$ • Suelos interiores sobre todo tipo de superficies. • Suelos exteriores superficie texturada o absorción/succión media/alta • Paredes interiores texturadas o con absorción/succión media o alta • En pavimentos de tránsito exclusivamente peatonal 	<ul style="list-style-type: none"> • Deformabilidad sobre soportes de CLASE 2 o baldosas con $S > 1600 \text{ cm}^2$. S1 ó S2 • Doble encolado con baldosas con $S > 900 \text{ cm}^2$ o relieves pronunciados en su reverso • Tiempo abierto ampliado (E) con condiciones climáticas adversas, y baldosas y superficies de colocación muy absorbentes • Fraguado rápido (F) con manchas y eflorescencias desde el soporte

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL ADHESIVO EN LA COLOCACIÓN EN CAPA FINA [1]

TIPO DE ADHESIVO	USOS RECOMENDADOS [2]	OBSERVACIONES
ADHESIVO CEMENTOSO MEJORADO C 2 C2F De fraguado rápido C2E Tiempo abierto ampliado C2 S1 Deformable C2 S2 Muy deformable UNE-EN 12004	<ul style="list-style-type: none"> • Soportes estables de CLASE 1 • Todo tipo de baldosas con $S \leq 1600 \text{ cm}^2$ • Sobre todo tipo de superficies de colocación • Uso universal: interiores, exteriores, pavimentos y revestimientos • Soportes inestables de CLASE 2 para interiores, baldosas $\leq 900 \text{ cm}^2$ • Pavimentos interiores y exteriores de tránsito peatonal elevado 	<ul style="list-style-type: none"> • Idénticas observaciones que para los C 1
EN DISPERSIÓN NORMAL D 1	<ul style="list-style-type: none"> • Solo revestimientos interiores sobre cualquier tipo de superficie • Soportes inestables de CLASE 2 y CLASE 3 • Baldosas de cualquier tipo con $S \leq 900 \text{ cm}^2$ • Ambientes secos u ocasionalmente húmedos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre superficies no absorbentes y baldosas de grupo I, deben seleccionarse formatos $S \leq 400 \text{ cm}^2$ y colocación a junta abierta mín. de 3 mm • No es recomendable sobre metales
EN DISPERSIÓN MEJORADO D 2	<ul style="list-style-type: none"> • Idénticas recomendaciones de empleo que para los adhesivos D 1 • Mejor comportamiento a alta temperatura ($70 \text{ }^\circ\text{C}$) y en ambientes húmedos • Revestimientos interiores ocasionalmente mojados o permanentemente húmedos (cabinas de ducha, saunas de uso privado, duchas colectivas, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Idénticas observaciones que para los adhesivos D 1
DE RESINAS DE REACCIÓN NORMAL R 1	<ul style="list-style-type: none"> • Soportes estables de CLASE 1 • Soportes inestables de CLASE 2, sólo baldosas con $S \leq 900 \text{ cm}^2$ • Todo tipo de superficies de colocación. • Todo tipo de baldosas con formatos $S \leq 900 \text{ cm}^2$ • Pavimentos, revestimientos, interiores y exteriores • Pavimentos de tránsito no exclusivamente peatonal • Resistencia y estanqueidad químicas [4] 	<ul style="list-style-type: none"> • Soportes inestables de CLASE 3 o baldosas con $S > 900 \text{ cm}^2$ adhesivos deformables [3] • Reducido rango de temperaturas de aplicación y manipulación
DE RESINAS DE REACCIÓN MEJORADO R 2 UNE-EN 12004	<ul style="list-style-type: none"> • Idénticas recomendaciones de empleo que para los adhesivos R 1 • Mejor comportamiento frente al choque térmico • Pavimentos y revestimientos en cámaras frigoríficas • Pavimentos y revestimientos sometidos a procesos mecanizados de limpieza con agua caliente a presión 	<ul style="list-style-type: none"> • Idénticas observaciones que para los R 1

[1] Previendo superficies de colocación limpias, cohesionadas y planas, con desviaciones de planitud, aplomado o nivel que no superen los 3 mm en 2 m.

[2] Recomendaciones basadas en el aseguramiento de la durabilidad del alicatado o solado a lo largo de su vida útil.

[3] La característica de deformabilidad no está contemplada en la norma UNE-EN 12004 para los adhesivos de resinas de reactivas. Son **R deformables** los basados en poliuretano.

[4] Consultar al proveedor la resistencia química a productos específicos.

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS ADHESIVOS

Como **características en fresco**, denominadas “de aplicación”, la norma UNE-EN 12004 define el tiempo de conservación, el tiempo de reposo o maduración (no confundir con el término maduración usado en esta monografía para definir el proceso de endurecimiento en la adherencia química o de hidratación en los aglomerados de cemento), la vida útil, el tiempo abierto, la capacidad humectante, el deslizamiento y el tiempo de ajuste.

En el apartado de marcado y etiquetado, la norma incorpora el tiempo que debe transcurrir hasta el rejuntado y puesta en servicio, para el caso de pavimentos.

A continuación comentamos estos parámetros en el orden secuencial de preparación y aplicación del adhesivo.

TIEMPO DE CONSERVACIÓN

Definido como el tiempo de almacenamiento en las condiciones recomendadas por el fabricante, durante el cual el adhesivo conserva sus propiedades.

En los embalajes suele figurar la fecha de envasado o fabricación y debemos conocer este parámetro para prever el estado del producto antes de la mezcla. Suele ser habitual la referencia a “conservar el producto en ambiente fresco y seco” y, según el tipo de adhesivo, tendremos en cuenta que:

- **Adhesivos cementosos C**
Envasados en sacos de papel plastificado, son sensibles a la humedad. La presencia de terrones o gránulos en el material indica que se han producido hidrataciones parciales del cemento y, en consecuencia, debemos descartar el producto.
- **Adhesivos en dispersión D**
Comercializados en envases de plástico con cierre hermético que impide la evaporación del agua o disolventes. No suelen presentar problemas de conservación. Tras el uso parcial del contenido del envase podemos utilizarlo en días sucesivos si se mantiene cerrado. La cremosidad de la pasta nos indica que no se han perdido las características de la dispersión.
- **Adhesivos de resinas reactivas R**
No suelen presentar problemas de conservación si se comercializan con los componentes separados. Vienen envasados en recipientes herméticos y conservan sus propiedades a temperatura ambiente; los envases deben preservarse del calor y de la insolación directa.

MEZCLA

Cada tipo de adhesivo tiene unas condiciones de mezcla establecidas por el fabricante, que deben respetarse. Los adhesivos en dispersión se comercializan listos para su uso, no precisan manipulación previa, sin embargo, los otros dos tipos de adhesivos requieren unas condiciones de mezcla precisas.

ADHESIVOS CEMENTOSOS C:

La proporción agua/cemento es una constante establecida por el fabricante en función de la composición servida. Se establece en litros de agua por unidad de envase (por ejemplo, sacos de 25 kg), y la mezcla se efectúa siempre vertiendo el contenido en polvo del envase sobre el agua ya depositada en el recipiente de mezcla.

Para la mezcla, debe utilizarse un agitador mecánico con baja velocidad de agitación, de manera que el resultado sea una pasta homogénea que no presente grumos ni oclusión de aire. Los fabricantes suelen ofrecer datos sobre el tipo de agitador más idóneo (que depende también de la cantidad a mezclar) y la velocidad de giro recomendada.

Solamente cuando hayamos alcanzado una total homogeneidad en toda la masa del envase, con textura cremosa y continua, sin grumos, daremos por concluida esta operación. Tras la mezcla, en ningún caso y bajo ningún concepto debe añadirse agua durante la vida útil de la pasta.

ADHESIVOS DE RESINAS REACTIVAS R:

Se comercializan habitualmente en dos componentes, y la mezcla se efectúa vertiendo el contenido del componente minoritario (endurecedor) sobre el componente mayoritario (resina), procediendo a una mezcla homogénea con un agitador adecuado para este tipo de adhesivos. Los agitadores en forma de cinta helicoidal favorecen el rebañado de las paredes del recipiente y una mezcla más homogénea. También se recomienda baja velocidad de giro.

TIEMPO DE REPOSO O MADURACIÓN.

Aplicable a los adhesivos cementosos y definido como el intervalo de tiempo que debe transcurrir entre la finalización de la operación de mezcla y el inicio de la aplicación. Los fabricantes suelen ofrecer este dato y recomendar una última agitación antes de usar el adhesivo.

Este tiempo de reposo es el preciso para alcanzar una correcta distribución de los retenedores de agua y resinas poliméricas alrededor de las partículas de cemento. Ese posicionamiento favorecerá la constitución de la membrana polimérica en la fase de hidratación del cemento, a la vez que optimiza las características en fresco del adhesivo. El tiempo de reposo suele ser de unos pocos minutos.

VIDA ÚTIL

Definido como el intervalo máximo de tiempo durante el cual puede utilizarse el adhesivo desde el final de la operación de mezcla. Es un parámetro esencial que el alicatador/soldador debe respetar para asegurar la adherencia. Este intervalo varía según el tipo de adhesivo, desde 1-3 horas en los **C** hasta unas decenas de minutos en los **R**. También suele denominarse tiempo de utilización.

En condiciones ambientales adversas se recomienda tapar los recipientes de mezcla y efectuar una breve agitación periódica.

Con la vida útil caducada ya se han iniciado los procesos de endurecimiento o fraguado, con lo que estamos rompiendo una incipiente estructura con la manipulación.

TIEMPO ABIERTO

Ya hemos definido este parámetro como característica fundamental de los adhesivos. Hay que recordar aquí que los tiempos obtenidos en condiciones de laboratorio suelen ser más reducidos en la realidad, especialmente ante la



Comprobación de que el adhesivo está dentro del tiempo abierto para recibir la baldosa. En la fotografía de la izquierda el adhesivo se pega a los dedos, en la fotografía de la derecha la pasta apenas se adhiere a los dedos (tiempo abierto caducado).

circulación de aire y temperaturas por encima de los 23 °C. En consecuencia, es necesario el control periódico del estado del adhesivo una vez extendido sobre la superficie de colocación. Con el tiempo abierto caducado se ha formado una película en la superficie del adhesivo que disminuye su capacidad humectante sobre el reverso de la baldosa.

CAPACIDAD HUMECTANTE

Respecto a las características en fresco, es objetivo final en el diseño de cualquier tipo de adhesivo alcanzar la máxima "mojabilidad" del adherente dentro del tiempo abierto y con el mínimo esfuerzo físico en la unión del adhesivo y del adherente. Esta facilidad de aplicación y el resultado final sobre la baldosa (capacidad humectante cercana al 100%) marcan la diferencia de apreciación para los colocadores profesionales. Para la mayoría de alicatadores/soldadores un buen adhesivo es aquel que se extiende con la llana dentada casi sin esfuerzo y que moja todo el reverso de la baldosa sin apenas tener que ejercer presión sobre la misma. Sin embargo, el fabricante, además de seducir al colocador con estas características, debe atender otras que son inherentes a la calidad final del recubrimiento cerámico, como son:

- La fijación de la baldosa sobre el adhesivo, con una fuerza adherente en fresco que evite su movimiento sobre superficies verticales, y que hemos denominado resistencia al deslizamiento (característica especial en la norma UNE-EN 12004 para los tres tipos de adhesivos).
- La consecución de una consistencia de la pasta que evite cambios dimensionales durante la primera fase de fraguado o endurecimiento, de forma que no se produzcan asentamientos diferenciales de la baldosa o grupo de baldosas, con la consecuente aparición de defectos de planitud ("cejas" en el argot profesional). Consistencia necesaria también para evitar que el adhesivo remonte por los bordes de la baldosa y ocupe el espacio reservado para el material de rejuntado.

Los fabricantes han conseguido acercarse a ese objetivo de hacer compatible "fluidez" y "consistencia" a través del comportamiento tixotrópico ya comentado y la obtención de pastas en las que la contracción lineal y la disminución de volumen son mínimas en el proceso de endurecimiento.



Tras una operación de mezcla cuidadosa, siguiendo las instrucciones del fabricante, estamos en situación de poder aplicar el adhesivo con sus características en fresco en su estado óptimo. Sin embargo, el tiempo y las condiciones ambientales [temperatura, humedad relativa y circulación de aire] juegan en nuestra contra en dos características esenciales para la calidad y durabilidad del recubrimiento: el tiempo abierto y la capacidad humectante.

Ambas características, interrelacionadas, son consecuencia de la composición del adhesivo, que ha sido diseñado para:

- Permitir una aplicación con llana dentada bajo el mínimo esfuerzo [FLUIDEZ]
- Ofrecer un tiempo razonable de exposición, después de extenderse sobre la superficie de colocación y antes de instalar la baldosa, asegurando la adherencia final [TIEMPO ABIERTO]
- Garantizar el máximo contacto con la superficie del reverso de la baldosa, también con el mínimo esfuerzo en la operación de asentamiento [CAPACIDAD HUMECTANTE]
- Alcanzar la máxima estabilidad tras el asentamiento de la baldosa [CONSISTENCIA], que se concreta en resistencia al deslizamiento y mínima reducción de volumen, durante las primeras horas de endurecimiento, en su aplicación sobre superficies horizontales

LA APLICACIÓN DEL ADHESIVO

En la presentación de la norma UNE-EN 12004 ya comentábamos que los adhesivos están vinculados a una técnica de colocación, denominada **capa fina**, que asegura la adherencia con el mínimo grosor; sin embargo, el aseguramiento de la adherencia y la planitud final del recubrimiento exigen la supeditación del espesor del adhesivo aplicado a las irregularidades y desviaciones de planitud de la superficie de colocación por una parte, y a las desviaciones de planitud de las baldosas por otra. Ello obliga a aplicar los adhesivos en diferentes espesores.

Los fabricantes suelen recomendar el tipo de llana en adhesivos **D** y **R** para optimizar el rendimiento, dando por supuesto que se ha preparado la superficie adecuadamente. En los adhesivos cementosos es el colocador quien selecciona la llana en función del tamaño de la baldosa y del grado de planitud/regularidad de la superficie de colocación.

En general, se admite la recomendación francesa que figura en el cuadro adjunto. En cualquier caso, también aquí conviene respetar las recomendaciones del fabricante pues la consistencia se alcanza para un rango de espesores, de acuerdo con los componentes del adhesivo y del tamaño del árido.

APLICACIÓN DE LOS ADHESIVOS EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE LA BALDOSA

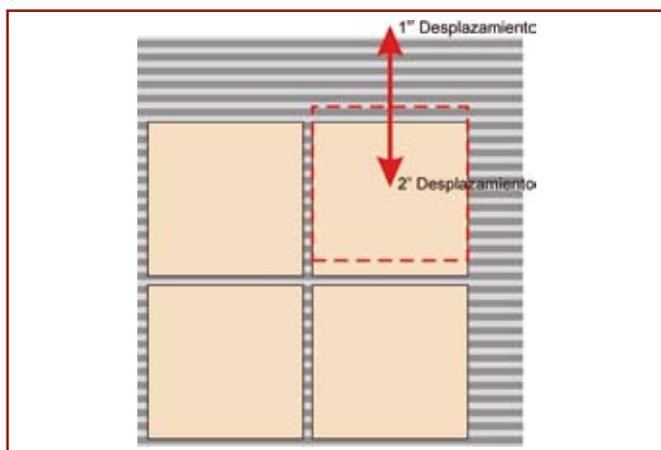
Tipo de adhesivo	Formato de la baldosa cerámica			
	<100 cm ²	≤450 cm ²	≤900 cm ²	>900 cm ²
Adhesivos cementosos solo aptos para interiores	llana dentada U4 <i>simple encolado</i>	llana dentada U6 <i>simple encolado</i>	llana dentada U6 <i>doble encolado</i> o llana dentada U9/10 <i>simple encolado</i>	
Adhesivos cementosos (C-1, C-2)	llana dentada U4 <i>simple encolado</i>	llana dentada U6 <i>simple encolado</i>	llana dentada U6 <i>doble encolado</i> o llana dentada U9/10 <i>simple encolado</i>	llana dentada U6 U9/10 <i>doble encolado</i>
Adhesivos en dispersión (D-1, D-2)	llana dentada V4 <i>simple encolado</i>	llana dentada V6 <i>simple encolado</i>	llana dentada U6 <i>doble encolado</i> o llana dentada V6 <i>simple encolado</i>	

La aplicación del adhesivo en capa fina se efectúa mediante una extensión más o menos uniforme con la parte recta de la llana y un peinado posterior con la parte dentada. Con esta operación conseguimos un grosor uniforme en función de la geometría del diente y de la inclinación de la llana en la operación de peinado. La forma de efectuar el peinado y el posterior asentamiento de la baldosa tienen una estrecha relación con la capacidad humectante.

Hace más de doce años, la Asociación Americana de Empresas de Colocación (NTCA) realizó un estudio para demostrar que, a igualdad de condiciones de aplicación, la mejor humectación del reverso de la baldosa se obtenía con un procedimiento que consiste en:

- Peinar el adhesivo siempre en línea recta, perpendicular a una arista de la baldosa
- Asentar la baldosa más o menos en su posición definitiva, teniendo en cuenta la anchura de la junta de colocación
- Desplazar la baldosa, en dirección perpendicular a los surcos y en sentido contrario a la baldosa adyacente, una distancia equivalente a la anchura del diente de la llana
- Volver a desplazar la baldosa en sentido contrario hasta su posición primitiva, ajustando su ubicación respecto a las baldosas adyacentes y la junta de colocación

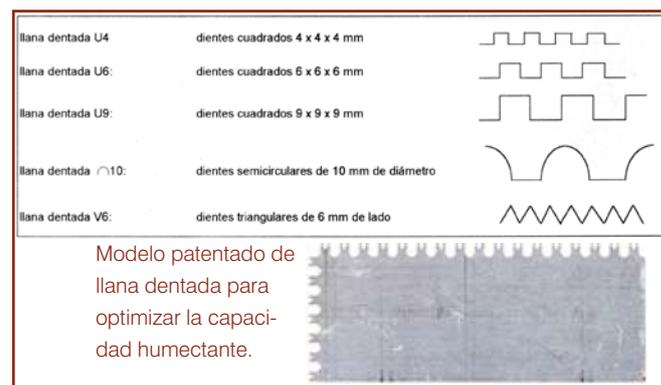
Con este método conseguimos que el aire de los surcos salga sin dificultad por los extremos, hecho que no ocurre cuando peinamos en curva o desplazamos la baldosa en la misma dirección que los surcos.



Método "Tarver" (en memoria de Mr Joe Tarver, presidente de la NTCA) de aplicación del adhesivo y asentamiento de la baldosa

Otro factor que influye en la humectación es la geometría del perfil dentado de la llana dentada, dando mejor resultado las muescas en "U" con una profundidad superior a la anchura y también superior al espaciado entre muescas. Con

perfiles complejos como el ilustrado se consigue una mejora notable de la humectación, bajo las mismas condiciones reológicas del adhesivo fresco e incluso ejerciendo menos presión en el asentamiento/desplazamiento de la baldosa.



Lejos de ser una cuestión marginal, el aseguramiento de la adherencia a través de la capacidad humectante es objeto de investigación por parte de los fabricantes, siendo la oferta de adhesivos de comportamiento tixotrópico cada vez más amplia y especializada. Pero también es debatida desde la profesión de colocador y desde la prescripción.

TIEMPO DE AJUSTE

En relación con la vida útil y el tiempo abierto los adhesivos están diseñados para permitir la rectificación de la posición de la baldosa tras su asentamiento. Deriva de la práctica centro-europea de colocación de baldosas cerámicas de pequeño formato, de arriba abajo a partir de una línea de nivel intermedia, a junta abierta y a "buena vista". Este parámetro nos asegura un intervalo de manipulación de la baldosa asentada sin merma de la adherencia final, al no haberse iniciado el proceso irreversible de endurecimiento. El tiempo de ajuste suele ser de unos 10-30 minutos para los adhesivos cementosos y muy reducido en los adhesivos de resinas reactivas. Este tiempo se verá condicionado por la capacidad de absorción de agua de la baldosa cerámica y de la superficie de colocación.

TIEMPO HASTA EL REJUNTADO

Nos marca el intervalo de tiempo que debe transcurrir para que la fase de endurecimiento inicial haya concluido y las tensiones mecánicas provocadas en la operación de rejuntado no afecten negativamente a la adherencia final.

En pavimentos se asocia también al intervalo de tiempo que debe transcurrir antes de que podamos pisar las baldosas. Este parámetro, informado por el fabricante, debe ser siempre respetado. En los adhesivos cementosos de fraguado normal suele ser de 24 horas, en los de fraguado rápido, de unas pocas horas. En los adhesivos D y R depende del tipo de composición.

PRESERVACIÓN DEL CONTACTO CON AGUA

En todos los tipos de adhesivos y, especialmente, en los de resinas reactivas, la primera fase del proceso de endurecimiento puede alterarse o quedar interrumpida en presencia de agua. En recubrimientos exteriores debemos observar esta recomendación del fabricante.

TIEMPO DE PUESTA EN SERVICIO

Parámetro destinado a informar sobre la conclusión del proceso de endurecimiento que permita al adhesivo soportar las tensiones que generan las cargas dinámicas y estáticas a las que estará sometido el pavimento. También debe respetarse escrupulosamente para garantizar la adherencia final.

OTROS DATOS TÉCNICOS

Catálogos comerciales, manuales de consulta y prontuarios de descripción de productos suelen aportar información técnica complementaria relativa a consumos (en kilogramos de producto seco por metro cuadrado y milímetro de espesor), compatibilidad con determinadas superficies de colocación o datos sobre las operaciones de adecuación de estas superficies, intervalo de temperaturas entre las que se mantiene la adherencia y restantes características del adhesivo endurecido, etc.

Cuadro resumen sobre las características en fresco y de aplicación de los adhesivos.

CARACTERÍSTICAS EN FRESCO Y DE APLICACIÓN DE LOS ADHESIVOS	
Tiempo de conservación	<ul style="list-style-type: none"> — Tiempo de almacenamiento en las condiciones recomendadas por el fabricante • Los adhesivos C preservados del agua y la humedad • Los adhesivos R en ambiente fresco
Datos de la mezcla	<ul style="list-style-type: none"> — En los adhesivos cementosos debe respetarse la proporción de mezcla: <ul style="list-style-type: none"> • Agua/producto seco en los adhesivos monocomponentes • Agua/látex/producto seco en los adhesivos bicomponentes — También seguir una operación de mezcla que incluye: <ul style="list-style-type: none"> • El vertido del producto seco sobre el agua o la emulsión • La mezcla mecánica con un agitador adecuado a la cantidad de producto • Baja velocidad de giro para evitar la oclusión de aire — En los adhesivos de resinas de reacción deben mezclarse de forma uniforme sus componentes, servidos en envases separados para cada unidad de mezcla
Tiempo de reposo o maduración	<ul style="list-style-type: none"> — Intervalo de tiempo entre la operación de mezcla y la aplicación del adhesivo cementoso. Tras el reposo de la pasta suele efectuarse una última agitación
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> — Tiempo en el que se puede utilizar el adhesivo tras la operación de mezcla
Tiempo abierto	<ul style="list-style-type: none"> — Intervalo máximo de tiempo que puede transcurrir, en condiciones normales de temperatura, humedad y circulación de aire entre la aplicación del adhesivo sobre la superficie de colocación y el asentamiento de la baldosa
Capacidad humectante	<ul style="list-style-type: none"> — Proporción de superficie del reverso de la baldosa cubierta de adhesivo respecto a la superficie total, expresada en % para un tiempo abierto determinado
Técnica de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> — <i>Encolado simple</i>: extensión del adhesivo con la parte lisa de la llana sobre la superficie de colocación y posterior peinado con la parte dentada — <i>Doble encolado</i>: se aplica, además, una capa uniforme sobre el reverso de la baldosa antes de su asentamiento <ul style="list-style-type: none"> • Elección del tipo de llana dentada en función del adhesivo, el formato de la baldosa y las desviaciones de planitud a compensar, siempre dentro del rango de espesores recomendado por el fabricante • Recomendable el método Tarver para una mejor humectación
Tiempo de ajuste	<ul style="list-style-type: none"> — Tiempo disponible después del asentamiento de la baldosa para rectificar su posición
Tiempo hasta el rejuntado	<ul style="list-style-type: none"> — Tiempo después del asentamiento de la baldosa para iniciar la operación de rejuntado. En pavimentos ya podemos transitar para ejecutar el rejuntado
Tiempo de puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> — Referido a pavimentos, es el periodo de tiempo que debe transcurrir entre el asentamiento de la baldosa y la apertura al tránsito
Otros datos de interés	<ul style="list-style-type: none"> — Consumo en kilogramos de producto seco por m² y mm de espesor — Compatibilidad con las superficies de colocación o actuaciones de preparación — Intervalo de temperaturas entre las que se conservan las propiedades finales — Tiempo de protección contra la lluvia en la primera fase de endurecimiento — Posibilidad de incorporar emulsiones de resina para modificar las características en fresco y finales, con datos sobre la dosificación y el producto a utilizar

LA COLOCACIÓN DE MATERIALES PÉTREOS NATURALES Y ARTIFICIALES

En los últimos años hemos asistido a un incremento notable de acabados con recubrimientos pétreos naturales, aglomerados de piedra natural y diferentes materiales sintéticos, bien aglomerados con cemento o bien con resinas.

Han contribuido a este fenómeno expansivo tanto la industria de extracción y manipulación de la piedra natural, como los fabricantes de baldosas sintéticas. Además, se recurre cada vez con más frecuencia a la provisión de piedra en el extranjero.

Asistimos a una oferta muy variada de productos con características también muy diversas y que, en el caso de la piedra natural, varían en el tiempo, incluso dentro de una misma cantera. En sus diversas aplicaciones, el prescriptor precisa de una caracterización tecnológica que prevea su comportamiento en el tiempo. Las lagunas en esa caracterización han propiciado numerosas disfunciones que afectan a la durabilidad y aspecto del recubrimiento. Sobre ambos temas existe bibliografía especializada [10], [11].

Interesa aquí un encuadramiento de este tipo de baldosas respecto a su instalación por adherencia directa, con el objetivo de asegurar la durabilidad del recubrimiento sin pérdida o deterioro de los aspectos estéticos. Con ese objetivo tomamos en cuenta las siguientes características:

- **Coefficiente de dilatación térmica lineal**
Para prever los cambios dimensionales por efecto de la temperatura
- **La sensibilidad al agua**
Se traduce en expansión o aumento de volumen por acción del agua o la humedad, con los consiguientes cambios dimensionales que, en el caso de una absorción de agua diferencial, pueden provocar curvaturas o alabeos
- **Manchabilidad**
Asociada a la porosidad y existencia de una red capilar que permita la circulación de agua con sales solubles y la humedad. Las manchas serán eflorescencias o oxidaciones de compuestos de hierro presentes en el material

El primer parámetro discrimina esencialmente los materiales pétreos naturales y artificiales aglomerados con cemento, de los artificiales aglomerados con resinas, para los que tenemos, en algunos tipos, coeficientes de dilatación térmica lineal muy elevados ($>25 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).

En función del coeficiente de dilatación térmica lineal deberemos seleccionar adhesivos tanto más deformables cuanto mayor sea ese coeficiente.

En el primer y segundo grupo es posible una colocación con adhesivo más o menos deformable, en interiores y exterior-

es, pavimentos y revestimientos. Sin embargo, se desaconseja la colocación en exteriores de baldosas aglomeradas con resinas, e incluso en interiores con insolación directa debemos seleccionar adhesivos de elevada deformabilidad, recomendando adhesivos **R muy deformables**.

Lo mismo puede decirse para la característica de sensibilidad al agua, aunque aquí podemos optar por adhesivos cementosos de fraguado rápido con el fin de que la baldosa de piedra esté en contacto con agua durante el menor tiempo posible. Esa opción solamente es válida para materiales pétreos con una sensibilidad media, acotada aquí entre 0,3 y 0,6 mm de deformación sobre la baldosa instalada con un adhesivo cementoso.

Para manchas producidas por el óxido de hierro presente en la piedra o por sustancias colorantes procedentes de la superficie de colocación, también aconsejamos recurrir a adhesivos cementosos de fraguado rápido cuando la absorción/succión de la baldosa sea media/alta.

En los siguientes cuadros aportamos criterios para la selección del tipo de adhesivo en función de las características anteriormente reseñadas.

EL REJUNTADO DE LOS MATERIALES PÉTREOS NATURALES Y ARTIFICIALES

Se recomienda en todos los casos el uso de materiales de rejuntado cementosos mejorados con características adicionales, adaptados a la anchura de junta (**CG 2** según UNE-EN 13888). Ante formatos grandes y colocación en exteriores deberán seleccionarse materiales deformables o muy deformables (**CG 2 S1**, **CG 2 S2**). Admiten el pulido mecánico y por su impermeabilidad evitan la formación de eflorescencias.

LAS JUNTAS DE MOVIMIENTO

En recubrimientos pétreos naturales y artificiales es conveniente dimensionar generosamente las juntas perimetrales y, sobre todo, intermedias. Podemos recurrir a juntas prefabricadas o ejecutar esas juntas con masillas apropiadas:

- De naturaleza silicónica, con un F.A.M. (factor de acomodación del movimiento) del 25% en revestimientos y pavimentos de tránsito peatonal moderado.
- De poliuretano, con F.A.M. del 10% - 15%, en pavimentos exteriores e interiores de tránsito elevado o agresión química

En función de las características del material, es el prescriptor quien debe diseñar la ubicación, anchura y distancia de las juntas de movimiento. A partir de esa retícula de juntas debe replantearse la modulación del recubrimiento pétreo.

COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA LINEAL (αL) Y EXIGENCIAS DE DEFORMABILIDAD				
αL	Formato de la baldosa [S en cm ²]	Estabilidad Soporte	Ubicación	Adhesivo UNE-EN 12004
α _L < 20x10 ⁻⁶ K ⁻¹	S ≤ 1600 cm ²	Clase 1	Interior	C 2
		Clase 2	Interior	C 2 S1
		Clases 1, 2	Exterior	C 2 S2
	S > 1600 cm ²	Clases 1, 2	Interior	C 2 S2
		Clases 1, 2	Exterior	R 1 deform. [*]
α _L ≥ 20x10 ⁻⁶ K ⁻¹	Cualquiera	Clases 1, 2	Interiores	R 2 deform. [*]
	Este tipo de materiales no son recomendables para la colocación en exteriores o interiores con insolación directa			

[*] Adhesivos de resinas de reacción en base al poliuretano.

SENSIBILIDAD AL AGUA				
Variaciones dimensionales (en valor absoluto)	Ubicación	≤ 0,3 mm	> 0,3 mm ≤ 0,6 mm	> 0,6 mm
ADHESIVO UNE-EN 12004 UNE-EN 12002	Interior Exterior	C 2 C 2 S2	C 2F C 2F S2	R 2 deform. R 2 deform.
MANCHABILIDAD	— Manchas de humedad en solados pulidos y sellados — Eflorescencias y aportación de sales solubles o colorantes desde el soporte — Compuestos de hierro en el seno del material			
— Capacidad de absorción de agua — Succión	Baja	Media/alta		
ADHESIVO UNE-EN 12004	C 2	C 2F (1)		

(1) También recomendables en solados que han de sufrir pulido mecánico después de la colocación.

LA PREPARACIÓN DE LOS SOPORTES

Pero tan importante como la caracterización de los materiales pétreos y la selección del sistema y los adhesivos de colocación es la preparación de los soportes y la superficie de colocación, pues podemos encontrarlos en las siguientes situaciones:

- Remontes de humedad desde el terreno o desde soleras o capas intermedias inmaduras que, por capilaridad, se almacenan en estratos intermedios o superiores, generando manchas grises, sobre todo en aplacados que han recibido tratamientos químicos de protección y abrillantado, creando una membrana impermeable.
- Transporte con el agua de sulfatos de calcio o magnesio que provocan eflorescencias (manchas blanquecinas).
- Acción de disolución y transporte de compuestos de hierro en el agua alcalina procedente de los morteros de cemento y que generan manchas rojizas en la superficie del recubrimiento pétreo.

La solución a estos problemas pasa por aislar la solera o soporte del paso del agua o la humedad:

- Interponiendo una barrera de vapor (lámina de polietileno) en soleras.
- Ejecutando una impermeabilización (mediante láminas o extensible si no existen fisuraciones) sobre cerramientos, muros y particiones. Recordemos que en revestimientos exteriores el vapor nos puede venir desde el interior, en periodos de baja temperatura.
- Ejecutar los recrecidos (capas de regularización, nivelación o enfoscados maestreados) con morteros de secado y fraguado rápidos, así como retracción reducida (**CT-C30-F6** o **CT-C40-F7** según EN 13813).
- En caso de necesidad, efectuar nivelaciones con materiales autonivelantes de secado ultrarrápido o maestreados de comportamiento tixotrópico, también de secado ultrarrápido.

MATERIALES DE REJUNTADO

3

MATERIALES DE REJUNTADO

Desde la aprobación de la norma europea UNE-EN 13888 se abre un nuevo panorama en la comercialización de los materiales de rejuntado para la colocación de recubrimientos cerámicos, denominados popularmente “morteros para juntas”.

Dedicamos un primer apartado a definir la junta de colocación y sus funciones, para pasar posteriormente a describir las características que deberían contemplar estos materiales.

Un segundo apartado está dedicado a la descripción del contenido de la norma UNE-EN 13888-, en cuanto a términos y definiciones, características especiales, especificaciones, clasificación y denominación, así como las condiciones de marcado y etiquetado.

Por último, ofrecemos unos criterios de seguridad para la selección del material de rejuntado más idóneo en función de las condiciones ambientales, tipo de baldosa y prestaciones del recubrimiento.

INTRODUCCIÓN

La colocación tradicional de recubrimientos cerámicos apenas contemplaba separación entre las baldosas. Eran juntas muy estrechas que se rellenaban con una mezcla de cal o cemento blanco y arena, en un contexto de colocación de baldosas de pequeño formato, absorbentes y sobre superficies de colocación muy estables.

A partir de los años sesenta y una vez generalizado el destajo en la colocación de recubrimientos cerámicos, se impuso la colocación “a tope” o “a testa”, sin separación física entre baldosas adyacentes. En el acabado final, se trataba simplemente de aplicar algún material que se pegara mínimamente a los bordes de las baldosas y que diera un juego estético a la hora de entregar el recubrimiento cerámico, sin pensar en el comportamiento de ese material en el tiempo.

Con esa finalidad, proliferaron en el mercado productos comercializados como lechadas o boradas, con la única pretensión de rellenar las hendiduras entre baldosas, con los únicos objetivos de una fácil y rápida aplicación, limpieza posterior, y un resultado estéticamente adecuado en un primer momento. Además, esos productos competían con la utilización directa de cemento blanco, sin árido, que se aplicaba directamente sobre las juntas entre baldosas y se limpiaba después con esponja húmeda.

Si bien las buenas lechadas o boradas incorporan árido fino en su composición y persiguen una mínima adherencia en los bordes no esmaltados de la baldosa cerámica, siempre que existe una cierta capacidad de absorción de

agua, ninguno de esos productos asegura una adherencia a los flancos de la baldosa, al no existir separación entre piezas.

Con la difusión de formatos medios/grandes y la comercialización de baldosas no absorbentes, este tipo de rejuntado pasa a ser sinónimo de no calidad. Además, la inestabilidad de los soportes y todas las razones apuntadas anteriormente llevan a la conclusión de la necesidad de utilizar materiales apropiados para el relleno de juntas suficientemente dimensionadas, desde un mínimo de 1,5 mm en interiores hasta un mínimo de 5 mm en exteriores.

Los morteros para juntas deben tener idénticas prestaciones al recubrimiento, aunque estén algo protegidos de las agresiones mecánicas por los bordes de las baldosas. Sin embargo la junta de colocación debe absorber tensiones de compresión y tracción generadas a escala del recubrimiento y, en consecuencia, debe tener una buena respuesta a ellas.

Además tenemos que asegurar la adherencia del material de rejuntado a los flancos de la baldosa, ya que, normalmente, se trata de una superficie lisa pero con capacidad de absorción de agua muy diversa según el tipo de producto.

A partir de estas exigencias asociadas al funcionamiento de la junta de colocación, tenemos que pensar en otras características vinculadas a la superficie vista del material, afectada por las condiciones ambientales, las agresiones químicas y físicas, especialmente en pavimento.

LA JUNTA DE COLOCACIÓN Y SUS FUNCIONES

La junta de colocación se define como la separación física entre baldosas en un recubrimiento cerámico.

FUNCIONES TÉCNICAS

Además de contribuir a subrayar el atributo modular de un recubrimiento, las juntas entre baldosas tienen unas funciones técnicas bien definidas:

- **Función mecánica:** absorben las tensiones de compresión y tracción que se pueden producir en el ámbito de recubrimiento.
- **Función de difusión del vapor** desde los estratos inferiores.
- **Función de absorber desviaciones dimensionales** (de longitud y anchura) de aquellos tipos de baldosas que se comercializan con tolerancias.

FUNCIÓN MECÁNICA

Las tensiones que se generan en un sistema de recubrimiento, principalmente por retracción de los materiales con base de cemento durante el proceso de hidratación y por las deformaciones en los soportes y elementos constructivos sobre los que se asienta (asentamientos, fluencia y flechas en forjados), generan una tensión de compresión a la altura de las baldosas, que todavía será mayor si coincide con una fase de dilatación de estas bien por acción del agua (expansión por humedad), bien por aumento de la temperatura.

También puede darse una tracción sobre el material de rejuntado adherido a los cantos de la baldosa, ya sea porque cese la expansión por humedad, o porque disminuya la temperatura de la superficie. En ambos casos, dichas tensiones se descargan sobre el material de rejuntado y sobre la adherencia de este a los flancos de la baldosa.

Por otra parte, los esfuerzos de cizalladura que se producen entre la superficie de colocación y el adhesivo o entre este y la baldosa serán mayores cuanto mayor sea el formato de las mismas. Una colocación sin junta ayudará a la propagación de baldosa a baldosa de esas tensiones y, en casos extremos, cuando se supere la resistencia a la cizalladura del material de agarre, tendremos un levantamiento del recubrimiento e, incluso, si no se supera esa resistencia, pueden aparecer fisuraciones.

En consecuencia, precisamos deformabilidad para estos materiales, que aunque sea limitada, ayudará a descargar las tensiones de cizalladura, aunque el papel fundamental en esta liberación lo asumen las juntas de movimiento, para las que ya puede hablarse de alta deformabilidad.

LA FUNCIÓN MECÁNICA

La función mecánica de una junta de colocación se traduce en resistencia a esfuerzos de compresión y/o tracción motivados por:

- Deformación o inestabilidad de los soportes estructurales sobre los que se asienta el recubrimiento
- Contracciones derivadas del fenómeno de la hidratación en los aglomerados de cemento que constituyen esos soportes o capas intermedias
- Variaciones dimensionales de las baldosas por acción de la humedad o los cambios de temperatura

A resultados de lo anterior, el dimensionado de la junta de colocación en función del formato de la baldosa, las condiciones ambientales y las exigencias de uso, y las selección de un material de rejuntado apropiado nos permitirán prever la durabilidad de las juntas de colocación y el buen comportamiento en el tiempo del sistema de recubrimiento.

Para la resistencia a la compresión los materiales de rejuntado cementosos deben superar los 15 N/mm² y los de resinas reactivas, los 45 N/mm².

Para la resistencia a la flexión que nos da una orientación del comportamiento del material de rejuntado respecto a esfuerzos mecánicos, se exige un mínimo de 3,5 N/mm² para los materiales de rejuntado cementosos y un mínimo de 30 N/mm² para los de resinas reactivas.

CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL VAPOR

Especialmente en zonas geográficas de clima frío, se exige a un acabado exterior la capacidad de difusión del vapor de agua desde el interior, con el fin de evitar condensaciones en el cerramiento, allá donde se produce el punto de rocío. De ahí que en algunas normativas nacionales se exige que los cerramientos resueltos con materiales modulares rígidos e impermeables incorporen una junta que permita esa difusión del vapor de agua, fijando un coeficiente mínimo, expresado en % de superficie de la junta respecto a la superficie total del cerramiento.

Con baldosas no absorbentes (por ejemplo, BI_a y BI_b) o baldosas esmaltadas, el vapor de agua tendrá que pasar necesariamente por las juntas y de la superficie disponible de esas juntas dependerá la mayor o menor capacidad de difusión, también de la naturaleza del material de rejuntado en cuanto a **permeabilidad al vapor**. Tenemos así una segunda propiedad esencial de los materiales de rejuntado, aunque no está referenciada en la norma y no se toma en consideración. Los buenos materiales de rejuntado cementosos suelen ser impermeables al agua líquida y permeables al vapor.

En los anexos se aportan unas tablas en las que se especifica el porcentaje de superficie de la junta de colocación sobre la superficie total del recubrimiento, en función del formato de la baldosa y de la anchura de esta junta de colocación.

EVAPORACIÓN DEL AGUA Y/O DISOLVENTE EN ADHESIVOS EN DISPERSIÓN

Además de la función de absorber las tensiones mecánicas y la capacidad de difusión del vapor de agua, la junta de colocación permite evaporar el agua o el disolvente de los adhesivos en baldosas de baja o muy baja capacidad de absorción de agua, posibilitando el correcto endurecimiento en el tiempo previsto. Ello es especialmente importante en adhesivos en dispersión y baldosas de pasta de vidrio o gres porcelánico.

ABSORCIÓN DE LAS DESVIACIONES DIMENSIONALES DE LAS BALDOSAS

La junta de colocación puede disimular pequeñas variaciones dimensionales de unas baldosas a otras. Esta función es muy interesante en baldosas cerámicas, por las amplias tolerancias permitidas en la norma UNE-EN 14411 (véanse los anexos sobre tolerancias dimensionales de las baldosas cerámicas).

La colocación con junta abierta es especialmente importante en baldosas cerámicas de formatos medios y grandes, a partir de los formatos que dan $S > 900 \text{ cm}^2$. La junta de colocación no solamente disimulará las desviaciones de longitud y anchura de la baldosa cerámica, sino también defectos de planitud (por ejemplo, la curvatura lateral en la colocación a traba) por la percepción óptica que se tiene de la separación entre baldosas.

FUNCIÓN ESTÉTICA

Complementariamente a estas características técnicas, no hay que olvidar el papel de la *contribución a la modularidad* de la trama de juntas entre baldosas. Especialmente en recubrimientos cerámicos, cabe resaltar que la modularidad implica potenciar la trama de juntas de acuerdo con tres factores: la anchura de la junta, el bajo relieve conseguido en la aplicación del material de rejuntado (normalmente, una superficie ligeramente cóncava conseguida con el dedo o con un llaguero) y el color del material de rejuntado.

Con estos tres factores subrayamos la característica modular de un recubrimiento cerámico, al que hay que agre-



gar el color, la reflexión selectiva de la luz y la textura hasta la tridimensionalidad de las baldosas cerámicas. Pero variando la posición de la trama de juntas respecto a unos ejes de simetría o respecto a la entrega a otros elementos constructivos, conseguimos una nueva aportación estética, tal vez la más potente en la visión frontal.

TIPOS DE MATERIALES DE REJUNTADO

Se comercializan los siguientes tipos:

LECHADAS Y BORADAS

Tienen la consideración de tapajuntas en la colocación “a testa”. Por su composición y aplicación **no aseguran la durabilidad** (adherencia y ausencia de fisuración) ni el cambio de aspecto con el tiempo. Cuando se aplican en recubrimientos con baldosas no absorbentes o baldosas rectificadas de gran formato, el resultado a corto plazo puede ser el desprendimiento total o parcial del material.

MATERIAL DE REJUNTADO CEMENTOSO

Son morteros aditivados con retenedores de agua y resinas poliméricas y con el árido adaptado a la anchura de la junta, para el rejuntado de recubrimientos colocados a junta abierta, desde 1,5 mm de separación física entre baldosas.

Los retenedores de agua y la resina polimérica tienen una influencia directa sobre la retracción en el proceso de endurecimiento y también sobre la homogeneidad del color en materiales coloreados.

Del contenido de retenedores de agua y la relación polímero/cemento dependerán sus características en fresco y tras la maduración. Del tamaño del árido dependerá su adecuación a una determinada anchura de junta y la textura final de la superficie de la junta. La proporción polímero/cemento nos determina:

- La resistencia mecánica (a la compresión, flexión y abrasión)
- La adherencia sobre todo tipo de baldosas o solo sobre las que tienen $E > 3\%$
- La retracción, como contracción de fraguado, maduración o endurecimiento
- La absorción de agua y sus consecuencias sobre la resistencia a las manchas, la resistencia a ciclos de hielo/deshielo y la impermeabilidad

Tienen un buen comportamiento en inmersión, son resistentes al crecimiento de moho y al fuego y su propagación.

MATERIAL DE REJUNTADO DE RESINAS REACTIVAS

Materiales especializados por sus prestaciones, con una mejor resistencia mecánica, menor contracción y adherencia 100% química sobre todo tipo de baldosas.

Son impermeables al agua y al vapor, tienen una escasa deformabilidad, al estar formulados de acuerdo con las resinas epoxi y presentan resistencia química más o menos elevada en función del producto, concentración y tiempo de exposición. Sin embargo, según sus clases:

- Presentan un mediocre comportamiento en cuanto a resistencia temprana y a temperatura elevada, y a la limpieza con vapor a presión
- No son fungicidas
- También presentan dificultades en la manipulación y aplicación, por el rango de temperaturas de aplicación

LA NORMA UNE-EN 13888

Publicada en enero de 2003 regula las especificaciones de los materiales de rejuntado para baldosas cerámicas, extensible a los materiales rígidos modulares en general.

Define dos tipos de materiales de rejuntado:

• Cementoso CG

Mezcla de aglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, que sólo tienen que mezclarse con agua o adición líquida justo antes de su uso, (como adición líquida –látex– entiende una dispersión acuosa de polímero).

• De resinas reactivas RG

Mezcla de resinas sintéticas, cargas minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, cuyo endurecimiento resulta de una reacción química.

Establece dos clases para los materiales de rejuntado cementosos:

- **Clase 1.** La que cumple las características fundamentales.
- **Clase 2.** Cumple, además, las características adicionales de baja absorción de agua (**W**) y alta resistencia a la abrasión (**Ar**).

Para los materiales de rejuntado de resinas reactivas la norma UNE-EN 13888 no prevé ninguna clase, exigiendo únicamente el cumplimiento de las características fundamentales.

CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DE LOS MATERIALES DE REJUNTADO SEGÚN UNE-EN 13888		
Símbolos		Descripción
Tipo	Clase	
CG	1	Material de rejuntado cementoso normal
CG	2	Material de rejuntado cementoso mejorado con características adicionales (alta resistencia a la abrasión y reducida absorción de agua)
RG		Material de rejuntado de resinas reactivas

La **resistencia química** figura como **característica especial**, voluntaria para el fabricante, y se evalúa según el método de ensayo de la norma UNE-EN 12808-1. En el capítulo 5 (Evaluación de conformidad) de UNE-EN 13888 se establece como característica y hay que someterla a ensayo inicial y periodicidad semestral, cuando el "producto lo especifique".

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES Y ADICIONALES

La norma UNE-EN 13888 establece unas características fundamentales y otras adicionales para los materiales de rejuntado.

- Como *características fundamentales* para los dos tipos de materiales se contemplan: la resistencia a la abrasión, a la flexión y a la compresión; la retracción y la absorción de agua.
- Como *características adicionales* se contemplan: la alta resistencia a la abrasión (**Ar**) y la absorción de agua reducida (**W**), solamente para los materiales de rejuntado cementosos.
- Para los materiales de rejuntado de resinas reactivas se contempla la resistencia química, sin establecer ningún valor límite o producto químico.

Para los materiales de rejuntado cementosos, las clases vienen determinadas por la mayor exigencia en cuanto a la resistencia a la abrasión y a la impermeabilidad medida a los 30 y 240 minutos. Así, un **CG 2** tiene el doble de resistencia a la abrasión que un **CG 1**. Lo mismo ocurre con la impermeabilidad, los **CG 1** tienen aproximadamente el doble de absorción de agua que los **CG 2**. Ambas referencias nos sirven para el encuadramiento de los diferentes tipos y clases de materiales de rejuntado de cara a su selección.

En los cuadros adjuntos se recogen las características fundamentales y adicionales, sus valores y los métodos de ensayo con los que se evalúan los materiales de rejuntado **CG** y **RG**:

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE REJUNTADO [1] EN UNE-EN 13888

Característica	Norma UNE-EN 13888	Método de ensayo
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la flexión - Tras maduración en condiciones de laboratorio - Tras ciclos de hielo/deshielo 	Fundamental Todos Solo los cementosos	UNE-EN 12808-3
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión - Tras maduración en condiciones de laboratorio - Tras ciclos de hielo/deshielo 	Fundamental Todos Solo los cementosos	UNE-EN 12808-3
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la abrasión - Normal - Alta [Ar] 	Fundamental Todos Característica adicional de los cementosos	UNE-EN 12808-2
<ul style="list-style-type: none"> • Absorción de agua - Normal - Reducida [W] 	Fundamental Todos Característica adicional de los cementosos	UNE-EN 12808-5
<ul style="list-style-type: none"> • Contracción 	Fundamental	UNE-EN 12808-4
<ul style="list-style-type: none"> • Deformabilidad 	Especial y voluntaria	UNE-EN 12002
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia química 	Especial y voluntaria	UNE-EN 12808-1

[1] Características finales del material endurecido tras maduración según las condiciones contempladas en el respectivo método de ensayo.

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES Y ADICIONALES DE LOS MATERIALES DE REJUNTADO CEMENTOSOS		CG
Características fundamentales y obligatorias		
	Requisitos	Método de ensayo
Resistencia a la abrasión	$\leq 2.000 \text{ mm}^3$	UNE-EN 12808-2
Resistencia a la flexión en condiciones normalizadas	$\geq 3,5 \text{ N/mm}^2$	UNE-EN 12808-3
Resistencia a la flexión tras ciclos de hielo/deshielo	$\geq 3,5 \text{ N/mm}^2$	UNE-EN 12808-3
Resistencia a la compresión en condiciones normalizadas	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$	UNE-EN 12808-3
Resistencia a la compresión tras ciclos de hielo/deshielo	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$	UNE-EN 12808-3
Contracción	$\leq 2 \text{ mm/m}$	UNE-EN 12808-4
Absorción de agua después de 30 minutos	$\leq 5 \text{ g}$	UNE-EN 12808-5
Absorción de agua después de 240 minutos	$\leq 10 \text{ g}$	UNE-EN 12808-5
Características adicionales		
Alta resistencia a la abrasión	$\leq 1.000 \text{ mm}^3$	UNE-EN 12808-2
Absorción de agua reducida después de 30 minutos	$\leq 2 \text{ g}$	UNE-EN 12808-5
Absorción de agua reducida después de 240 minutos	$\leq 5 \text{ g}$	UNE-EN 12808-5

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS MATERIALES DE REJUNTADO DE RESINAS REACTIVAS		RG
Características fundamentales y obligatorias		
	Requisitos	Método de ensayo
Resistencia a la abrasión	≤ 250 mm ³	UNE-EN 12808-2
Resistencia a la flexión en condiciones normalizadas	≥ 30 N/mm ²	UNE-EN 12808-3
Resistencia a la compresión en condiciones normalizadas	≥ 45 N/mm ²	UNE-EN 12808-3
Contracción	≤ 1,5 mm/m	UNE-EN 12808-4
Absorción de agua después de 240 minutos	≤ 0,1 g	UNE-EN 12808-5

NOTA: La resistencia química puede ser adoptada voluntariamente por el fabricante, y es pertinente para definir la característica de resistencia química a productos específicos. Su medida está contemplada en la norma UNE-EN 12808-1. Para los materiales de rejuntado de resinas reactivas no se contemplan características adicionales.

MARCADO Y ETIQUETADO

La UNE EN 13888 no contempla anexo de especificaciones para el marcado **CE** de los materiales de rejuntado. Los fabricantes que se acogen a la norma UNE-EN 13888 para sus materiales de rejuntado deben aportar la siguiente información:

- Nombre del producto
- Marca del fabricante y lugar de origen
- Fecha y código de producción, caducidad y condiciones de almacenamiento
- Referencia explícita a la norma (UNE-EN 13888: 1/2003)
- Tipo de material de rejuntado, utilizando los símbolos correspondientes

- Instrucciones de uso:
 - Proporciones de mezcla (cuando se especifique)
 - Tiempo de maduración (cuando se especifique)
 - Vida útil
 - Modo de aplicación
 - Tiempo que debe transcurrir hasta realizar la limpieza final y permitir su uso (cuando se especifique)
 - Ámbito de aplicación

Esta información debe marcarse en el embalaje o en la documentación técnica del producto.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL MATERIAL DE REJUNTADO

SELECCIÓN DEL MATERIAL DE REJUNTADO UNE-EN 13888	
Material de rejuntado cementoso normal CG 1	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baldosas con capacidad de absorción de agua E>3% ■ Recubrimientos sobre soportes estables de clase 1 ■ Recubrimientos de interior, pavimentos y revestimientos.
Materiales de rejuntado cementoso mejorado. CG 2	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baldosas de capacidad de absorción de agua E≤3% ■ Recubrimientos sobre soportes inestables de clase 2 ■ En recubrimientos exteriores, pavimentos y revestimientos ■ Recubrimientos que requieran impermeabilidad y capacidad de difusión del vapor ■ Pavimentos de tránsito peatonal elevado ■ Recubrimientos en inmersión si así lo especifica el fabricante, aportando resistencia al crecimiento de moho
Materiales de rejuntado de resinas reactivas RG	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cualquier tipo de baldosas respecto a la capacidad de absorción de agua y limitaciones en el formato, por la rigidez de estos materiales ■ En recubrimientos de altas exigencias mecánicas o resistencia química a productos específicos ■ Recubrimientos que requieran alta impermeabilidad al agua y al vapor ■ Consideración del reducido intervalo de temperaturas de manipulación y aplicación

PREPARACIÓN, APLICACIÓN Y LIMPIEZA DE LOS MATERIALES DE REJUNTADO

La operación de rejuntado constituye la fase final de recubrimiento modular. De la correcta preparación, aplicación y limpieza, depende el buen aspecto final y su perdurabilidad en el tiempo.

A las juntas entre baldosas se les pide uniformidad de textura y color, ausencia de fisuras y eflorescencias, y un bajo mantenimiento a lo largo de la vida útil del recubrimiento. Estos objetivos dependen tanto de la correcta selección del material de rejuntado como de su preparación y aplicación.

PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE REJUNTADO

Por su naturaleza, la preparación del material de rejuntado sigue las mismas pautas que los adhesivos.

Cementosos CG:

Se respetará la proporción de mezcla, de la que dependen las características en fresco para su aplicación y también la contracción en la maduración y el aspecto final de la junta. La mezcla debe ejecutarse con agitador mecánico a baja velocidad. Respetar el tiempo de reposo propuesto por el fabricante y utilizar el material dentro de su vida útil.

De resinas reactivas RG:

El reducido intervalo de temperaturas de manipulación y aplicación, es clave para asegurar una consistencia que permita ejecutar la operación de rejuntado sin problemas y con un rendimiento aceptable. Fuera de ese intervalo hay que suspender el rejuntado.

Para todos los materiales de rejuntado es conveniente distribuir en el tiempo las sucesivas operaciones de mezcla (por ejemplo, por unidades de envase), de forma que siempre podamos aplicar el material bajo las características en fresco más próximas a las de mezcla, con la menor influencia de las condiciones ambientales (temperatura, humedad y circulación de aire). En materiales CG coloreados esta observación es fundamental.

Algunos fabricantes proponen modificaciones de composición en materiales CG según sean sus aplicaciones, incorporando emulsiones de resinas poliméricas en sustitución parcial o total del agua de mezcla, recomendándose respetar las instrucciones del fabricante, en cuanto al producto específico a utilizar y su dosificación.

PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE REJUNTADO

- Comprobar que los materiales utilizados, especialmente los **CG**, no han superado el tiempo de conservación fijado por el fabricante.
- Respetar la dosificación propuesta por el fabricante, vertiendo el material CG sobre el agua de amasado, que deberá ser potable. En los materiales **RG** se verterá el componente minoritario sobre el mayoritario.
- Mezclar con agitador mecánico de baja velocidad hasta alcanzar una total homogeneidad, con ausencia de grumos y burbujas de aire. En los materiales **RG** la mezcla presentará una coloración y textura uniformes, recomendándose emplear un agitador que rebañe bien las paredes del recipiente de mezcla. Este recipiente debe estar limpio de restos de otras operaciones de mezcla y de materiales de cualquier tipo.
- Respetar el tiempo de reposo propuesto por el fabricante en los materiales **CG**, para facilitar la completa distribución uniforme de las partículas de resina polimérica. Una última agitación tras ese reposo dejará listo el material para su aplicación.
- Respetar el tipo y dosificación de emulsiones de resinas en sustitución parcial o total del agua de amasado, en el caso de que el fabricante proponga estas modificaciones en la composición de los materiales **CG** para determinadas aplicaciones.

APLICACIÓN DEL MATERIAL DE REJUNTADO

Para proceder al rejuntado las juntas de colocación deben estar limpias de materiales disgregados y vacías de adhesivo, de forma uniforme hasta una profundidad próxima al grosor de la baldosa. Cuando vayamos a rejuntar con materiales **RG**, los flancos y el fondo de junta deberán estar secos, pues la presencia de agua neutralizará la reacción de endurecimiento o comprometerá la adherencia.

Con juntas de colocación secas y limpias podemos proceder a la aplicación del material, que precisa, en primer lugar, de útiles adecuados:

- Llanas de goma dura y filo vivo para el rejuntado manual con materiales **CG**
- Espátulas flexibles de acero inoxidable para el correcto embutido y rebañado de materiales **RG** de media/alta consistencia en fresco.
- Esponjas especiales para la primera operación de limpieza en húmedo, con la suficiente rigidez que evite la exportación del material desde la superficie de la junta.

- En pavimentos sobre grandes superficies puede alcanzarse un alto rendimiento con equipos industriales que ejecutan tanto la aplicación del material como la primera limpieza.

ÚTILES ADECUADOS PARA EL REJUNTADO



Llana de goma dura y filo vivo para el correcto embutido y rebañado del material



Esjonja rígida que evite la exportación del material desde la junta



Epátula de acero inox. para el embutido de materiales **RG**



Pistola extrudidora para aplicación



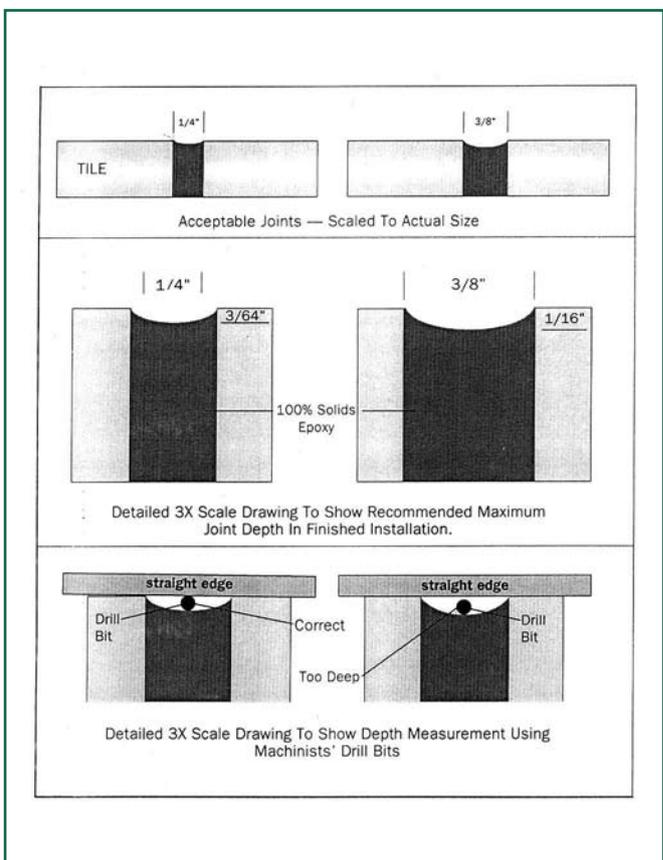
Rejuntado con máquina de disco rotatorio

La operación de rejuntado debe iniciarse después de superar el tiempo indicado por el fabricante del adhesivo y bajo las mejores condiciones ambientales.

Con la llana de goma dura y filo vivo extendemos el material **siempre en diagonal respecto a la trama de juntas**, consiguiendo con ello que el embutido sea uniforme en toda la anchura y longitud de la junta de colocación y evitando que el filo de la llana penetre en la junta. También alcanzamos con esta aplicación en diagonal un buen rebañado del material sobrante. Una última intervención sobre la superficie de la junta con llaguero o útil equivalente dará la textura y curvatura definitivas. Esta curvatura es conveniente en pavimentos de instalaciones hidrotermales o industriales para permitir la evacuación del agua por las juntas en las operaciones de limpieza.

En juntas coloreadas de materiales **CG**, la homogeneidad del color tras el endurecimiento depende de la constancia en la composición de la mezcla aplicada, de la regularidad de humedad y absorción de agua de los flancos de las baldosas y del fondo de junta. Influyen también los cambios de temperatura y la insolación directa para que se produzcan diferencias de tono.

Es clave para alcanzar uniformidad de tono que el fraguado o maduración del material se produzca en las mismas condiciones de secado, y no existen diferencias de humedad de unas partes a otras del recubrimiento por los motivos antes mencionados.



Recomendaciones sobre la curvatura de la superficie de la junta en materiales RG.

LIMPIEZA

MATERIALES CG

Debe respetarse el tiempo propuesto por el fabricante para poder iniciar la primera operación de limpieza. Este tiempo depende de las condiciones ambientales y también de la capacidad de absorción de agua de los flancos de la baldosa. El profesional debe comprobar por el tacto cuándo el material deja de adherirse a los dedos. En ese caso, puede iniciar la operación de limpieza.

La primera limpieza debe realizarse con esponja rígida de calidad, siempre en diagonal respecto a la trama de juntas (por las mismas razones apuntadas para la aplicación).

La esponja debe aclararse y escurrirse con la mayor frecuencia posible, renovando también el agua de aclarado. La segunda se realiza con un trapo o gamuza seca, y si persisten materiales endurecidos sobre la superficie de la baldosa se requerirá una limpieza con cepillo de plástico y el empleo de un desincrustante compatible con la resistencia química de la baldosa.

MATERIALES RG

Las juntas de colocación deben estar secas para evitar que la humedad afecte al endurecimiento. Una vez las juntas han quedado rellenas y con la curvatura deseada, se procede a emulsionar con agua toda la superficie del recubrimiento (a unos pocos minutos desde su aplicación) para neutralizar el endurecimiento sobre la superficie de las baldosas y poder limpiar con esponja húmeda.

Los restos de material que no hayan sido exportados con esta primera limpieza habrán quedado neutralizados por el agua y podrán limpiarse horas después con cepillo y un producto de limpieza adecuado.

En pavimentos y grandes superficies se recomienda el empleo de equipos industriales.

En el siguiente cuadro se resumen las operaciones de aplicación de material de rejuntado y de limpieza final del alcatado o solado.

OPERACIONES DE APLICACIÓN DEL MATERIAL DE REJUNTADO Y LIMPIEZA



1



2



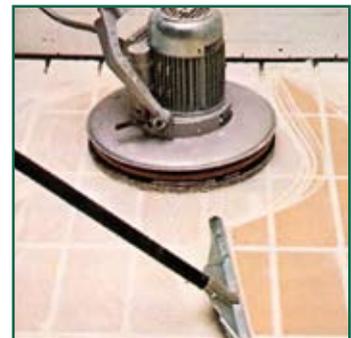
3



4

- 1 Limpieza de las juntas de colocación
- 2 Rejuntación en diagonal llana de goma dura y filo vivo
- 3 Primera limpieza en diagonal con esponja rígida y escurrida
- 4 Segunda limpieza en seco
- 5 Equipo industrial para el rejuntado mecánico

[Fuente: Catálogo ANFAPA]



5

Tras el proceso de limpieza final, es importante respetar el tiempo de puesta en servicio, especialmente en pavimentos. Puede ser interesante proteger el recubrimiento con láminas de plástico en la primera fase de maduración o endurecimiento. Conseguimos con ello que el secado sea más homogéneo y evitamos que el polvo se deposite sobre la superficie de la junta aún fresca.

JUNTAS DE MOVIMIENTO

Si las juntas de colocación entre baldosas son los elementos que permiten descargar las tensiones del recubrimiento cerámico en su parte más externa, las juntas de movimiento absorben los diferentes tipos de esfuerzos, consecuencia de la inestabilidad de los soportes y de los diferentes movimientos que se generan en el seno del sistema.

A tal fin, la junta de movimiento es una interrupción diseñada del sistema pluriestrato de recubrimiento, que permite absorber esas tensiones mediante el empleo de materiales de alta deformabilidad reversible y permanente.

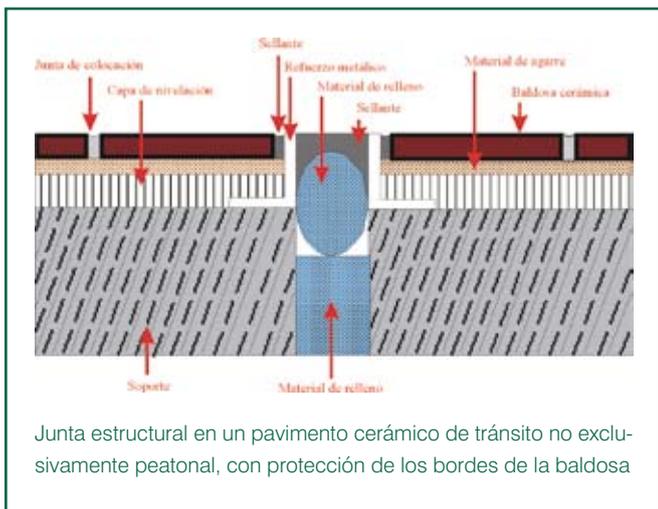
FUNCIÓN Y TIPOS DE JUNTAS DE MOVIMIENTO

Las *juntas de movimiento* son interrupciones del recubrimiento cerámico que afectan, en algunos casos, a la entera sección del sistema pluriestrato y que están rellenas con un material deformable, con carácter permanente.

Tienen la función genérica de absorber o atenuar las tensiones generadas sobre el recubrimiento, por causas internas o externas a él, diferenciándose los siguientes tipos de juntas:

JUNTAS ESTRUCTURALES

En correspondencia con juntas de dilatación, de hormigonado, etc., de los elementos estructurales, deben prolongarse en el recubrimiento cerámico, con la misma función de absorción o atenuación de tensiones, con independencia de que exista capa de separación o desolidarización entre el elemento constructivo estructural y el recubrimiento.

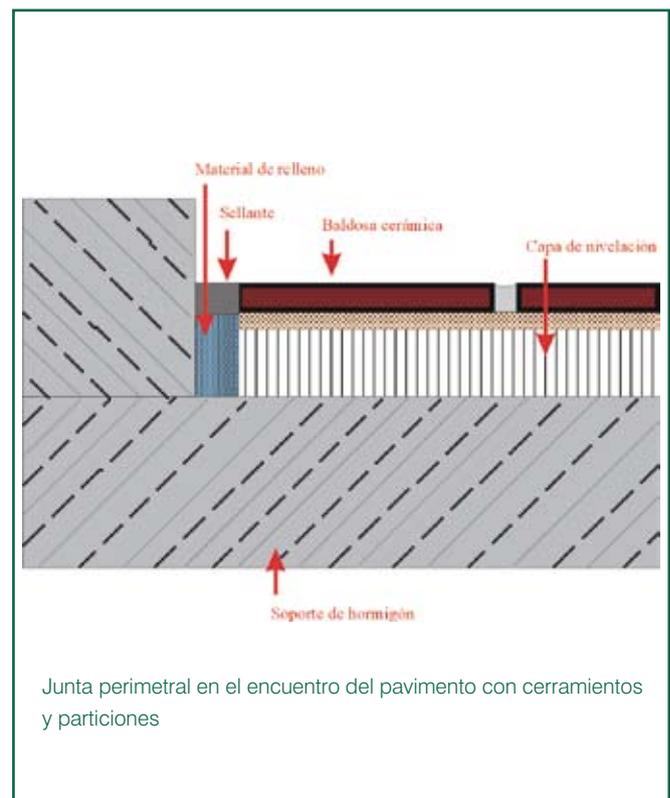


Deben respetar, como mínimo, la anchura de la junta sobre la que se ubican en toda su longitud y sin interrupciones. En juntas de control y hormigonado, sobre soleras de hormigón, se les asigna una anchura mínima de 10-12 mm, en toda la sección del recubrimiento. Si son de ejecución manual, deben utilizarse sellantes con una deformabilidad permanente nunca inferior al 15%, también denominada factor de acomodación del movimiento (FAM).

JUNTAS PERIMETRALES

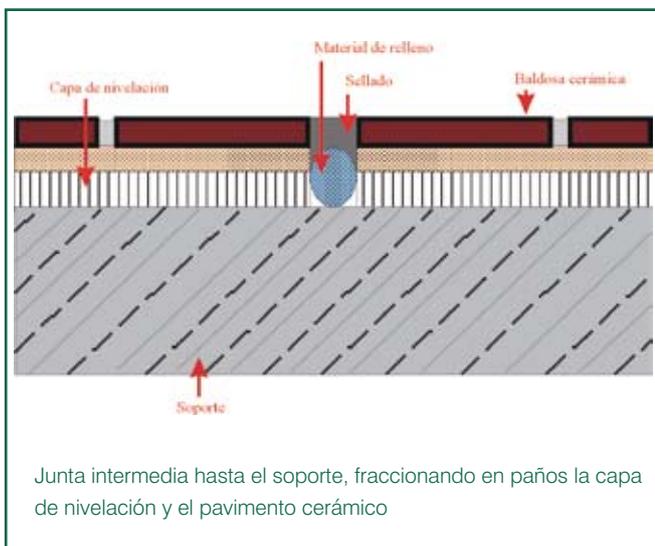
Son específicas para *separar* el recubrimiento cerámico de los *elementos constructivos que se interpongan*, con la función específica de no ver comprometida la movilidad del recubrimiento o que sobre él no actúen los movimientos de esos elementos. Deben ubicarse junto al elemento constructivo que ciñe el plano del recubrimiento (cerramientos, particiones, cambios de material, escaleras, etc., en pavimentos; y forjados, pilares y cambios de plano en revestimientos).

Deben penetrar en profundidad hasta el soporte estructural o, cuanto menos, hasta la capa de separación o desolidarización. En el caso de un recubrimiento impermeabilizado, estas juntas penetrarán hasta la capa o manta de drenaje situada sobre la impermeabilización. Su anchura depende de los movimientos esperados, no siendo inferior en ningún caso a los 6 mm.



JUNTAS INTERMEDIAS

Sirven para *dividir en paños la superficie total del recubrimiento*, con la finalidad de que cada paño pueda absorber las tensiones propias del recubrimiento (generadas principalmente por movimientos debidos a cambios de temperatura o humedad) y de las capas intermedias sobre las que está adherido (mismas causas de movimiento, más la retracción de maduración de los aglomerados de cemento).



COMPONENTES DE LA JUNTA DE MOVIMIENTO

La tecnología de colocación permite alcanzar un buen rendimiento en la ejecución de las juntas, bien utilizando juntas prefabricadas o bien empleando materiales compatibles en una ejecución manual. En esta segunda alternativa tenemos:

- Los **materiales de relleno** y apoyo, que tenemos que ubicar en el fondo de la junta, que deben ser permanentemente compresibles y sobre los que no se adhiera el sellante. Constituyen el fondo de junta y su papel esencial es mantener constante el grosor del sellante en toda su longitud. Los más recomendados son los de espuma de polietileno, de célula cerrada en su terminación exterior, obtenidos por extrusión continua y comercializados en secciones rectangular y circular, disponibles con diferentes grosores en función de la anchura de la junta.
- Los **sellantes**, como materiales especializados en el acabado exterior de una junta de movimiento, también conocidos como masillas. Se comercializan para su aplicación en frío, ya sea en la versión de vertido (autonivelantes) o para aplicarse con pistola extrudidora. De sus características y criterios de selección hablamos en el siguiente epígrafe.

LOS SELLANTES. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los materiales para el sellado de las juntas de movimiento están expuestos a las tensiones y a los esfuerzos del sistema de recubrimiento, pero también a las condiciones ambientales y de uso a las que estará sometido en su vida útil.

Según la norma británica BS 5385-1, los sellantes elásticos en base a la silicona o los poliuretanos son los más convenientes cuando se prevean movimientos frecuentes de una cierta entidad. Si esos movimientos son poco importantes o poco frecuentes, seleccionaremos materiales de polisulfuros que presentan mayores resistencias a los agentes externos. En un sellante debemos conocer:

- El *factor de acomodación del movimiento* (F.A.M.), también denominado “*de deformabilidad permanente*” o “*elasticidad permanente*”, que viene referenciado en % respecto a la anchura de la junta. Esta característica es esencial para dimensionar la anchura y la distancia entre juntas. Un sellante de silicona, con F.A.M. del 25%, nos permite absorber, de forma reiterada, compresiones y tracciones de 2,5 mm en juntas de movimiento de 10 mm. Con sellantes de poliuretano, con F.A.M. del 15%, precisaremos una anchura de junta de 17 mm aproximadamente.
- La *relación anchura de junta / profundidad del sellante*, expresada como cociente (2:1, 1:1, 1:2, 1:3). En función de ese parámetro, indicado por el fabricante, estableceremos la profundidad del material de relleno.
- La *dureza* según la escala Shore A (materiales blandos o de mediana dureza), la escala Shore D (materiales duros) o los grados IRHD (International Rubber Hardness Degree).
- El *rango de temperaturas* entre las que el sellante mantiene sus propiedades.
- El *tiempo de curado*, dentro de un intervalo de temperaturas. El endurecimiento de las siliconas también depende de la humedad ambiental, además de la temperatura.

Los fabricantes también aportan otros datos relativos al comportamiento en inmersión, el envejecimiento por calor o acción de los rayos UV y, en algunos casos, la resistencia química a productos específicos. La norma británica BS 6213 contempla una guía para la selección y aplicación de los materiales de sellado.

Los sellantes desarrollan su capacidad deformable en una dirección, de ahí la exigencia de que no se peguen al fondo de junta. Al mismo tiempo, precisan de un buen anclaje a los laterales de la junta por lo que debemos controlar el grado de limpieza y, para algunos tipos de sellante, también la ausencia de humedad. Algunos productos requieren imprimaciones previas para favorecer la adherencia.

En el caso de recubrimientos impermeabilizados, dispondremos manguitos en los sumideros y bandas elásticas sobre las juntas estructurales.

En pavimentos con especiales exigencias de resistencia mecánica recurriremos a juntas prefabricadas que nos aseguren el buen comportamiento ante las cargas dinámicas previstas. En pavimentos de alta resistencia y estanqueidad químicas, las bandas elásticas sobre juntas estructurales deben contar con protección de acero resistente a la corrosión química.

COMPONENTES DE UNA JUNTA DE EJECUCIÓN MANUAL

MATERIAL DE RELLENO



Responsable de constancia de grosor sellante aplicado. Debe asegurar también la **no adherencia** sellante sobre la superficie.

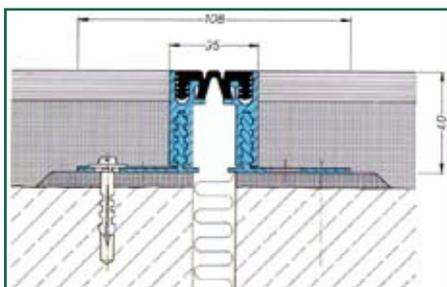
[Catálogo ANFAPA]

SELLANTE



Responsable del sellado de la junta, con prestaciones acordes a tensiones que deba absorber, las condiciones ambientales y de uso de recubrimiento.

Jornada técnica sobre colocación de piedra natural. ANFAPA



Junta prefabricada para solados con tránsito rodado (hasta cargas de 1.000 Kp por rueda).

[Juntas MIGUA®, MECANOGUMBA]



Impermeabilización en una junta estructural con banda elástica.

[Catálogo ANFAPA]

CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS JUNTAS DE MOVIMIENTO

Aunque en algunas normas nacionales se dan especificaciones concretas sobre las juntas de movimiento, aportamos aquí solamente criterios generales para la ubicación de estas juntas según la situación del recubrimiento.

REVESTIMIENTOS EXTERIORES

Especialmente en edificios en altura, dispondremos juntas de movimiento horizontales en las líneas inferior y superior del canto de los forjados y juntas verticales cada 3-4 m, formando paños de 9-12 m², en función del color y del coeficiente de dilatación térmica lineal de las baldosas y de las máximas oscilaciones térmicas previstas.

También en los cambios de plano del cerramiento o la interposición de cualquier elemento constructivo que lo ciña. Serán juntas de anchura mínima de 10 mm, selladas con un material que tenga un F.A.M. no inferior al 15% y un buen comportamiento en la intemperie. Se recomienda la consulta de bibliografía especializada.

PAVIMENTOS EXTERIORES

Además de respetar las juntas estructurales preexistentes, se ejecutarán juntas perimetrales, las juntas intermedias conformarán paños de superficie no superior a 25 m².

La anchura mínima será también de 10 mm y los sellantes seleccionados deberán tener una buena respuesta frente al tránsito previsto, además de cumplir las especificaciones descritas para los revestimientos.

REVESTIMIENTOS INTERIORES

También deberán disponerse juntas perimetrales en los encuentros y cambios de plano, especialmente en soportes inestables de clase 2 y clase 3 (cartón-yeso, madera, etc.) o con baldosas de gran formato y colocación sin junta. Sin embargo, cuesta admitir la presencia vista de juntas verticales de textura y color diferentes a la trama de juntas de colocación. Es especialmente recomendable que:

- Los revestimientos queden libres (20-30 mm) por debajo de los forjados, en el caso de que tengan que llegar hasta su proximidad.
- Se dejen holguras o se sellen los encuentros con carpintería de madera y, sobre todo, de aluminio.
- Se dispongan juntas prefabricadas o se sellen los encuentros con platos de ducha y bañeras.

En grandes superficies, deben disponerse juntas intermedias al menos cada 8 m. Las juntas tendrán una anchura mínima de 6 mm y pueden utilizarse sellantes de silicona con F.A.M. del 20% o 25%.

PAVIMENTOS INTERIORES

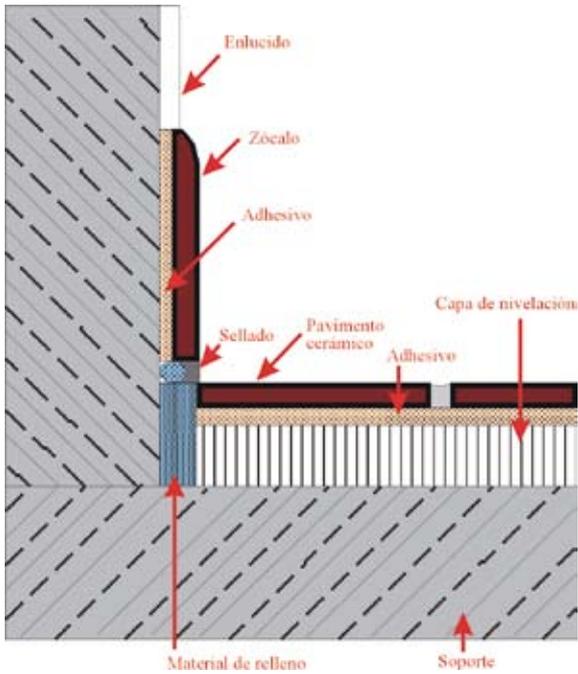
Ejecutaremos siempre juntas perimetrales en los encuentros con todos los elementos constructivos que se interpongan, que podrán quedar embebidos con el rodapié o zócalo. Además de permitir el libre movimiento del pavimento, evitarán los puentes acústicos si están bien ejecutadas, amortiguando la transmisión del ruido de impacto.

En pavimentos corridos desde el pasillo en viviendas no suele respetarse la prolongación de la junta perimetral por el centro de la hoja de las puertas. Esta continuidad de la junta es necesaria cuando se superen los 8 m lineales de pavimento ininterrumpido o en solados sobre soportes inestables de clase 2 o 3.

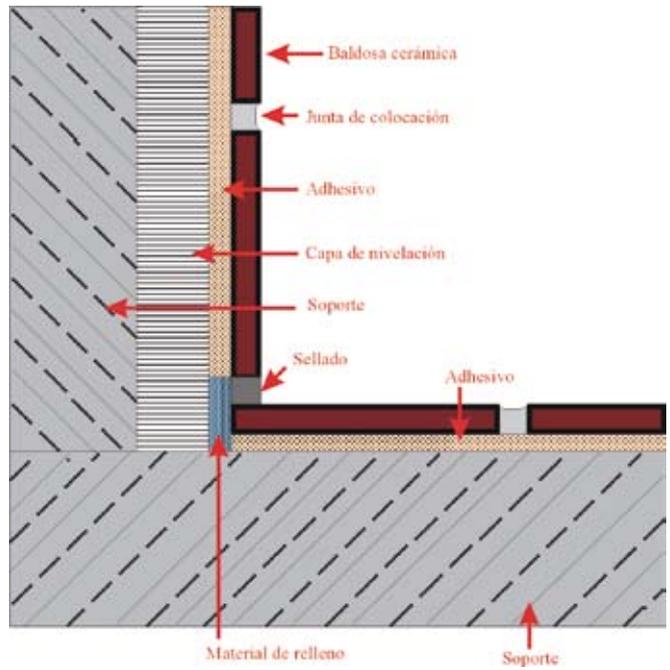
Las juntas intermedias se ubicarán en solados con superficie mayor a 40 m² o longitudes superiores a 8 m, que se reducen respectivamente a 25 m² y 5 m en pavimentos oscuros con insolación directa o los situados sobre calefacción radiante.

Las juntas perimetrales e intermedias tendrán una anchura mínima de 6 mm y la selección del sellante dependerá del tránsito esperado. Cuando el tránsito sea moderado o inexistente podemos utilizar sellantes en base a la silicona, con F.A.M. del 20% o 25%. El recurso a prefabricados puede ser una opción atractiva desde el punto de vista del resultado estético y el rendimiento en la ejecución.

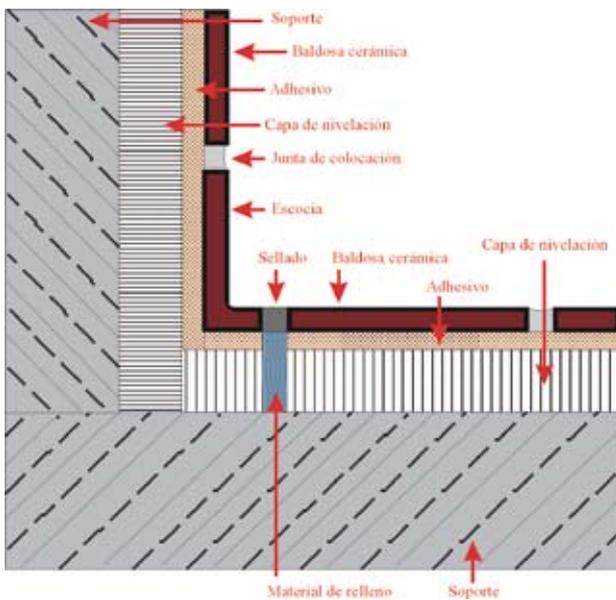
ESQUEMAS DE JUNTAS DE MOVIMIENTO



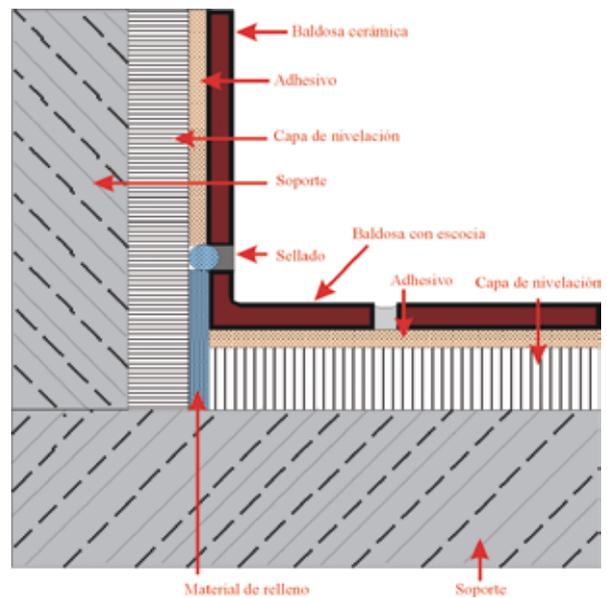
Encuentro del pavimento con el rodapié o zócalo



Encuentro del pavimento/revestimiento cerámico

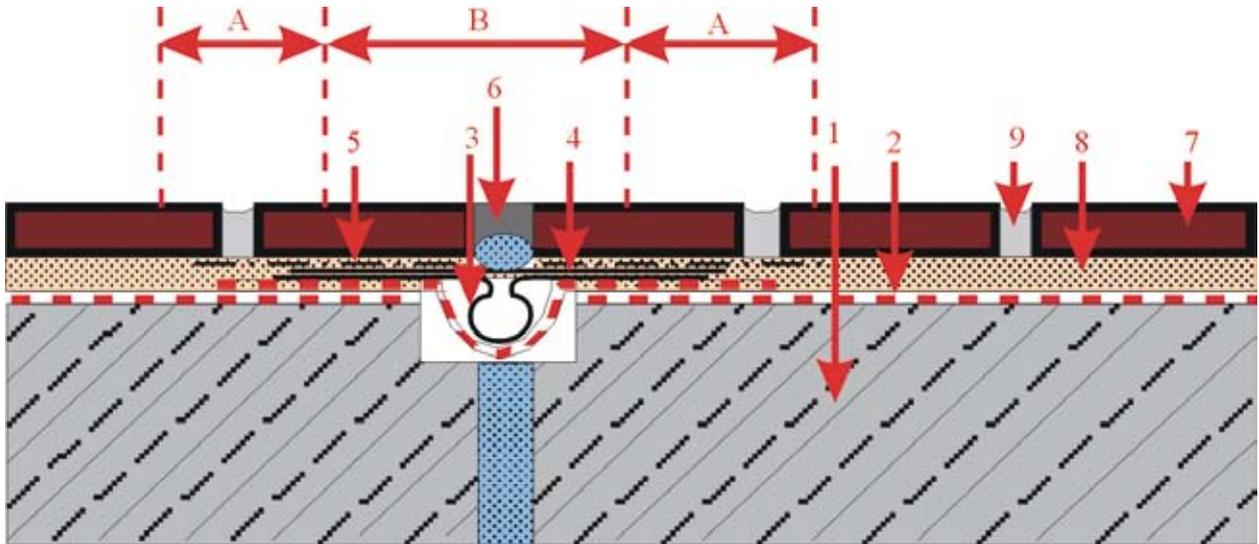


Encuentro del pavimento/revestimiento con escocia



Encuentro del pavimento cerámico/zócalo, con escocia en el primero

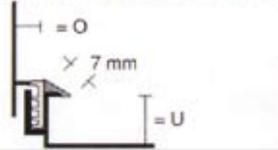
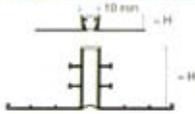
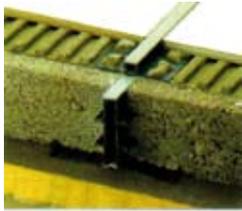
ESQUEMAS DE JUNTAS DE MOVIMIENTO



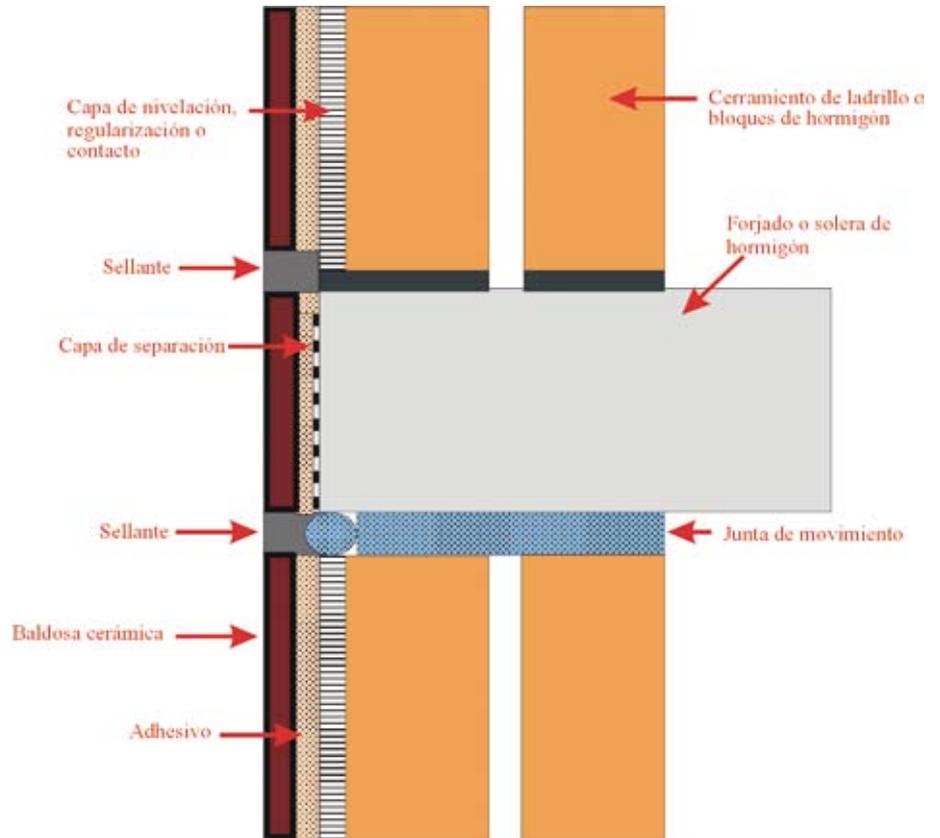
Estanqueidad resistente al ataque químico sobre juntas estructurales

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Soporte de hormigón. | 7. Baldosa cerámica. |
| 2. Membrana protectora (alta resistencia química). | 8. Adhesivo. |
| 3. Anillo metálico flexible. | 9. Material de rejuntes. |
| 4. Placa deslizante rígida. | A. Superficies adheridas. |
| 5. Fleje metálico para mantener cohesionado el adhesivo. | B. Superficies no adheridas. |
| 6. Sellante elástico. | |

ESQUEMAS DE JUNTAS DE MOVIMIENTO



Juntas prefabricadas de SCHLÜTER SYSTEMS



Sección de cerramiento y forjado con juntas horizontales en el canto de este.

DEFECTOS Y DISFUNCIONES
EN RECUBRIMIENTOS CERÁMICOS

4

DEFECTOS Y DISFUNCIONES EN RECUBRIMIENTOS CERÁMICOS

La mayoría de defectos y disfunciones en los recubrimientos cerámicos obedecen a varias causas superpuestas. Salvo casos concretos bien catalogados, es arriesgado llegar a un diagnóstico sin una previa inspección visual y, en su caso, ensayos sobre las superficies y materiales implicados.

Dejando a un lado los defectos superficiales de las baldosas, consecuencia de un deficiente control de calidad o una equivocada selección en función de las exigencias del lugar de destino, podemos llegar a una clasificación de defectos y disfunciones de recubrimientos según el aspecto visual que presentan.

La ausencia de referentes generales nos ha inclinado hacia una exposición basada en el aspecto visual del recubrimiento, con excepción de las juntas de colocación.

En el cuadro adjunto se aporta un resumen de esa clasificación:

CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS Y DISFUNCIONES POR SU ASPECTO

DEFECTOS DIMENSIONALES

- Falta de uniformidad en la trama de juntas
- Defectos de planitud
- Mal aspecto de la modulación

DEFECTOS SUPERFICIALES

- Manchas

DESPRENDIMIENTOS EN ALICATADOS

- Individualizados o sobre superficies reducidas
- Generalizados

DESPEGUES EN SOLADOS

- Despegues aislados o sobre superficies reducidas
- Despegues y levantamientos generalizados

FISURACIONES EN ALICATADOS Y SOLADOS

- Fisuraciones en alicatados
- Fisuraciones en solados

DEFECTOS EN JUNTAS DE COLOCACIÓN

- Cuarteado y agrietamiento
- Juntas de bajo relleno
- Juntas con cráteres
- Defectos superficiales
- Despegue longitudinal

DEFECTOS DIMENSIONALES

FALTA DE UNIFORMIDAD EN LA TRAMA DE JUNTAS

CAUSAS

- Mezcla de diferentes formatos de baldosas.
- Baldosas rectificadas con deficiencias de ortogonalidad
- No efectuar un control dimensional antes de la colocación.
- Deficiente colocación, si las baldosas presentan una buena precisión dimensional

RECOMENDACIONES EN LA COLOCACIÓN

- Colocación de las baldosas con el dibujo del reverso en la misma dirección, especialmente si son baldosas extrudidas.
- Control dimensional antes de colocar baldosas de diferente procedencia o calidad comercial. También ante combinación de formatos e incorporación de piezas especiales.
- Control dimensional en baldosas de piedra natural o aglomerados.
- Control de que la anchura de junta sea proporcional a las desviaciones dimensionales detectadas.
- En revestimientos, efectuar control de nivel y aplomado sobre la trama de juntas horizontal y vertical.

DEFECTOS DE PLANITUD

CAUSAS

- Presencia de alabeo y curvatura lateral en las baldosas, con desviaciones importantes respecto al plano teórico. La curvatura lateral se pone de manifiesto en la colocación a traba.
- Deformaciones en baldosas de piedra natural o aglomerados por oscilaciones térmicas o sensibilidad al agua/humedad en una colocación sin junta.
- Asentamientos por excesiva retracción del adhesivo cementoso o por aplicarse en grosores excesivos.
- Asentamientos en solados con capas compresibles o sobre materiales heterogéneos que embeben el agua de amasado de forma irregular.
- Tránsito prematuro sobre pavimentos.
- Excesivo grosor del adhesivo aplicado en la colocación de revestimientos en capa fina.

RECOMENDACIONES EN LA COLOCACIÓN

- Juntas de colocación y movimiento en baldosas con elevado coeficiente de dilatación térmica lineal.

- Colocación en capa fina y adhesivos de fraguado rápido en baldosas de alta sensibilidad al agua/humedad.
- Selección de adhesivos de baja retracción y alta consistencia. También adhesivos tixotrópicos en la colocación en capa fina de revestimientos.
- Protección de los solados del tránsito prematuro.

MAL ASPECTO DE LA MODULACIÓN

CAUSAS

- Presencia de baldosas de diferentes dimensiones o combinación de formatos y piezas especiales.
- Replanteo poco cuidadoso en lo que respecta al nivel y aplomado de las superficies.
- Presencia de tiras estrechas y piezas cortadas en los cambios de plano que alteran la visión del conjunto y contribuyen a subrayar los defectos del soporte, las superficies y otros elementos.
- Replanteo en altura de las baldosas sin tener en cuenta la carpintería, los aparatos sanitarios, el mobiliario y otros elementos propios de los alicatados (listeles, cenefas, molduras, etc.).

RECOMENDACIONES SOBRE LA MODULACIÓN

- Control dimensional de las baldosas incluidas piezas especiales.
- Prever la junta de colocación en función del control anterior.
- Comprobar aplomado o nivel de las superficies, así como las desviaciones de plano e irregularidades.
- Controlar la ortogonalidad en los cambios de plano.
- Prever la distribución de las baldosas que permita evitar tiras estrechas en la colocación ortogonal y triángulos pequeños en la colocación a cartabón, en los cambios de plano.
- Hacer un replanteo en altura respecto a la carpintería, sanitarios y mobiliario fijo, especialmente si los alicatados incorporan listeles, cenefas, molduras, etc.

DEFECTOS SUPERFICIALES

MANCHAS

La aparición de manchas sobre un recubrimiento, en algunos casos en paralelo con decoloraciones o pérdida de brillo, responde a causas concretas según la forma, tal como se indica a continuación:

- Oscurecimiento de la superficie de la baldosa en forma de “televisor” respecto a sus bordes.
- Manchas rojizas localizadas en baldosas de piedra natural.

- Manchas localizadas, de geometría definida y extensión limitada.
- Manchas de extensión limitada, siguiendo itinerarios. Suelen acompañarse de decoloraciones y cambios de brillo.
- Manchas blanquecinas sobre baldosas y juntas de colocación.

CAUSAS

- Migración de sales solubles desde estratos inferiores o desde la propia baldosa por acción del agua.
- Disolución, transporte y oxidación de compuestos de hierro.
- Ataque químico sobre las baldosas como resultado de operaciones de limpieza y desincrustación.
- Agresiones mecánicas por tránsito.
- Migración de sales solubles desde estratos inferiores o desde la propia baldosa por acción del agua.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE LAS MANCHAS

- Impermeabilización de estratos inferiores y colocación de las baldosas con adhesivos C-1 F, C-2 F y rejuntado CG 2.
- Proteger el recubrimiento y conocer la resistencia química de las baldosas.
- Selección de baldosas adecuadas al uso al que van destinadas.
- Colocación en capa fina con adhesivo y realización de rejuntado CG 2.

DESPRENDIMIENTOS EN ALICATADOS

Los fallos de adherencia en revestimientos y pavimentos pueden desglosarse en dos grandes grupos, según si la superficie implicada en el defecto o disfunción es reducida o esta afecta a un área amplia.

DESPRENDIMIENTOS INDIVIDUALIZADOS O SOBRE SUPERFICIES REDUCIDAS

Según la causa, pueden observarse diferentes formas de desprendimientos individualizados o sobre superficies reducidas de los alicatados:

- Reverso de la baldosa limpio
- Reverso de la baldosa parcial o totalmente cubierto de material de agarre
- Con la participación de la superficie de colocación
- Desprendimientos alineados
- Colocación en capa fina “a pegotes” o por puntos



Con el adhesivo bien adherido a la superficie de colocación, los cordones aplastados (incluso con el reverso de la baldosa marcado sobre los mismos) y la baldosa desprendida limpia de adhesivo por su reverso nos remite a un asentamiento de la baldosa en condiciones climáticas adversas o con el tiempo abierto caducado

CAUSAS

- Tiempo abierto caducado o deshidratación del material de agarre en contacto con la baldosa así como deficiente preparación del material de agarre.
- Saturación de agua en el reverso de la baldosa o reverso de la baldosa sucio.
- Condiciones ambientales adversas.
- Degradación del material de agarre o de la superficie de colocación por la helada o cristalización de sales así como por la acción del agua o humedad.
- Rectificación de posición fuera del tiempo de ajuste.
- Por efecto de la corrosión de las armaduras o por tensiones localizadas o de cizalladura por movimientos diferenciales.
- Ausencia de juntas de movimiento y colocación sin juntas.
- Pretensión de compensar las desviaciones de planitud o aplomado con el grosor del adhesivo.
- Conseguir mayor rendimiento en el destajo.
- Desconocimiento de la técnica de aplicación.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Se debe respetar el tiempo abierto del adhesivo.
- Controlar la capacidad humectante.
- Alicatar en condiciones climáticas favorables.
- No efectuar correcciones de posición de la baldosa cuando el tiempo de rectificación o ajuste haya caducado.
- La superficie de colocación debe estar bien cohesionada, madura y libre de materiales disgregados.
- Deben protegerse los soportes sensibles al agua y a la humedad con impermeabilizaciones.
- Se deben colocar los alicatados con junta abierta, disponer de juntas de movimiento perimetrales y, en su caso, también intermedias.
- Seleccionar materiales de agarre y rejuntado mínimamente deformables.
- Rechazar la colocación "a pegotes" o por puntos para compensar las desviaciones de planitud o aplomado así como conseguir mayor rendimiento en el destajo.

DESPRENDIMIENTOS GENERALIZADOS

Según la causa, pueden observarse diferentes formas de desprendimientos generalizados de los alicatados:

- Reverso de la baldosa limpio
- Reverso de la baldosa parcialmente cubierto de material de agarre
- Con la participación de la superficie de colocación

CAUSAS

- Incompatibilidad del material de agarre con la baldosa o con la superficie de colocación por la utilización de baldosas no absorbentes y por superficies de colocación lisas y no absorbentes.
- Por tensiones de compresión o cizalladura, especialmente en exteriores, con revestimientos colocados con adhesivos rígidos o morteros de cemento.
- Tamaño de las baldosas de los revestimientos sobre particiones interiores que no presentan estabilidad como pueden ser las particiones ligeras de yeso laminado o están sometidas a vibraciones.
- Revestimientos sometidos a tensiones de compresión o tracción por variaciones dimensionales de la superficie o soporte de colocación.

- Por soportes y superficies de colocación muy degradados, manifestadas por la falta de cohesión, disgregación y escasa resistencia mecánica.
- Ausencia de juntas de movimiento en revestimientos exteriores.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Se deben utilizar materiales de agarre con adherencia química a la baldosa y a la superficie de colocación.
- En exteriores, debemos utilizar baldosas de formatos medianos o pequeños y la colocación de los alicatados debe ser con junta abierta, disponer de juntas de movimiento perimetrales y, en su caso, también intermedias.
- Utilizar baldosas de tamaño medio, como máximo, y adhesivos rígidos cuando los soportes o la superficie de colocación presenten inestabilidad o estén sometidos a vibraciones.
- Colocación de revestimientos en soportes o superficies de colocación que manifiesten estabilidad dimensional.
- La superficie de colocación debe estar bien cohesionada, madura y libre de materiales disgregados.
- Realizar juntas de movimiento en revestimientos exteriores.



Estas imágenes ilustran todo lo que no debe hacerse en el revestimiento de una fachada: ausencia de juntas de movimiento perimetrales, colocación sin junta, uso de adhesivos cementosos de bajo contenido en resinas para colocar gres porcelánico (BI_0 con $E \leq 0,5\%$), compensación de las desviaciones de planitud con el grosor del adhesivo, e incluso colocación "a pegotes". El resultado ha sido una muy pobre adherencia sobre todo el revestimiento, iniciándose los desprendimientos a las pocas semanas de entregado el acabado. Un tiempo después han empezado a escurrir materiales disgregados entre baldosas, testigo de la circulación de agua por su reverso. En los desprendimientos, las baldosas salían limpias por su reverso en la mayoría de los casos. En zonas concretas se detectó también la colocación a tiempo abierto completamente caducado.

DESPEGUES EN SOLADOS

Los fallos de adherencia en pavimentos pueden desglosarse en dos grandes grupos, según si la superficie implicada en el defecto o disfunción es reducida o este afecta a un área amplia.

DESPEGUES AISLADOS O SOBRE SUPERFICIES REDUCIDAS

Según la causa, pueden observarse diferentes formas de despegues aislados o sobre superficies reducidas de los solados:

- Reverso de la baldosa limpio de material de agarre
- Reverso de la baldosa parcial o totalmente cubierto de material de agarre
- Con la participación de la superficie de colocación
- Colocación del material de agarre “a pegotes” o por puntos

CAUSAS

- Escasa adherencia con baldosas de muy baja absorción de agua (por debajo del 3%) en la colocación con mortero o no sumergir y escurrir las baldosas muy absorbentes (por encima del 10%).
- Colocación de baldosas muy absorbentes con adhesivos de bajo contenido en resinas o en condiciones climáticas adversas.
- Deficiente aplicación o humectación del espolvoreado en la colocación “al tendido”.
- Exceso o defecto de agua en el mortero en la colocación a punta de paleta.
- Tránsito prematuro antes de completarse el endurecimiento.
- Superficies de colocación mal cohesionadas, sucias o con materiales pegados.
- Degradación o destrucción de la superficie de colocación por la helada en zonas embebidas o con presencia de humedad.
- Deficiente adherencia por excesiva desviación de planitud.
- Acción del agua sobre suelos de anhidrita.
- Presencia de agua o humedad con sales solubles que precipitan/cristalizan por saturación.
- Mayor rendimiento en el destajo.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Colocación en condiciones ambientales adecuadas.
- Colocación en capa fina dentro del tiempo abierto o doble encolado con baldosas de $S > 900 \text{ cm}^2$.
- Seleccionar adhesivos con el tiempo abierto ampliado (E) en exteriores.

- Superficies de colocación secas, limpias y libres de materiales disgregados.
- Proteger el pavimento del tránsito prematuro.
- Colocación con adhesivos **C-2 E** y rejuntado **CG 2** en exteriores con riesgo de helada.
- Correcta preparación de morteros y adhesivos.
- Evitar la migración de sales solubles.
- Impermeabilizar los solados de anhidrita.
- Rechazar la colocación “a pegotes” o por puntos para compensar las desviaciones de planitud o aplomado así como conseguir mayor rendimiento en el destajo.

DESPEGUES Y LEVANTAMIENTOS GENERALIZADOS

Según la causa, pueden observarse diferentes formas de despegues y levantamientos generalizados de los solados:

- Reverso de la baldosa limpio de material de agarre
- Reverso de la baldosa parcialmente cubierto de material de agarre
- Con la participación de la superficie de colocación

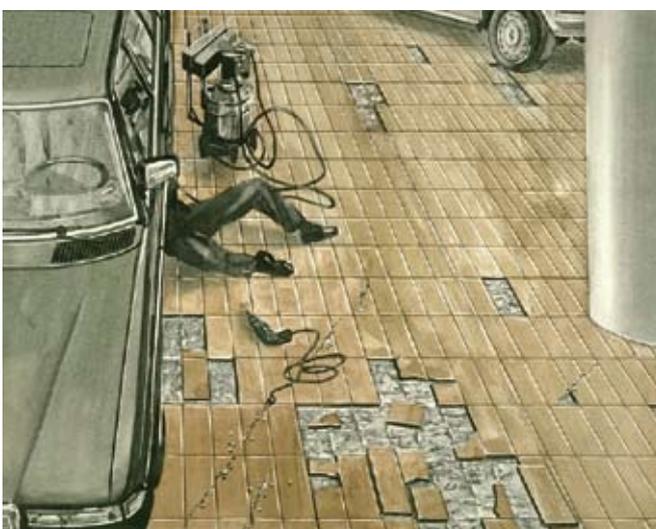
CAUSAS

- Falta de adherencia entre la baldosa y el mortero o adhesivo o bien entre el mortero y el adhesivo y la superficie de colocación.
- Por tensiones de cizalladura con revestimientos colocados con adhesivos rígidos o morteros de cemento.
- Utilización de morteros semisecos para las capas de nivelación y sobre las que se aplica un autonivelante para conferir planitud final en solados cerámicos en la colocación en capa fina.
- Colocación de baldosas sobre soleras de anhidrita.
- Por soportes y superficies de colocación muy degradados, con falta de cohesión, húmeda y con escasa resistencia mecánica.
- Con baldosas muy absorbentes y de alta capilaridad, cuando existe flujo continuo de agua y humedad desde el subsuelo a la superficie, arrastre de las sales de sulfato cálcico o magnésico a la superficie.
- Falta de colocación de juntas de movimiento perimetrales o intermedias o sin juntas.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Ejecución de una solera flotante con mortero semisecco de baja retracción.
- Respetar los 28 días antes de la colocación.
- Disponer juntas de movimiento perimetrales y, en su caso, intermedias hasta la capa de desolidarización así como colocación a junta abierta.

- Colocación en capa fina con adhesivos que cumplen la norma UNE-EN 12004 para las baldosas en función de su tamaño.
- La superficie de colocación debe estar limpia, seca y bien cohesionada.
- Prever un buen drenaje por encima de la impermeabilización, en exteriores con riesgo de helada y colocación en capa fina y junta abierta con adhesivos C-1 ó C-2.
- Aplicar una imprimación tapaporos o una impermeabilización extensible antes de la colocación.



Especialmente en solados de tránsito no exclusivamente peatonal se pueden producir despegues más o menos generalizados o siguiendo itinerarios, consecuencia de tensiones de compresión o cizalladura provocadas por cargas dinámicas



Fuerte compresión del pavimento de una terraza, con baldosas de Klinker de 12x24 cm y colocación al tendido. Una de las causas del levantamiento es la excesiva superficie entre juntas de movimiento y la mala ejecución de las mismas



Los despegues generalizados obedecen habitualmente a fuertes tensiones de compresión del solado, traducidas en esfuerzos de cizalladura en la interfaz baldosa/adhesivo. Estas tensiones acumuladas llevan, en un tiempo determinado al levantamiento. En la imagen central se observa una superficie de colocación agrietada consecuencia de una excepcional contracción de la capa de nivelación.

FISURACIONES EN ALICATADOS Y SOLADOS

Debemos distinguir la fisuración de los revestimientos de paredes (alicatados) de la de los revestimientos de suelos (solados), ya que las causas que la originan son diferentes. A continuación procedemos a indicar, para cada uno de los grupos, alicatados y solados, cuáles son las causas que las producen y las recomendaciones para prevenir la no aparición de las fisuraciones.

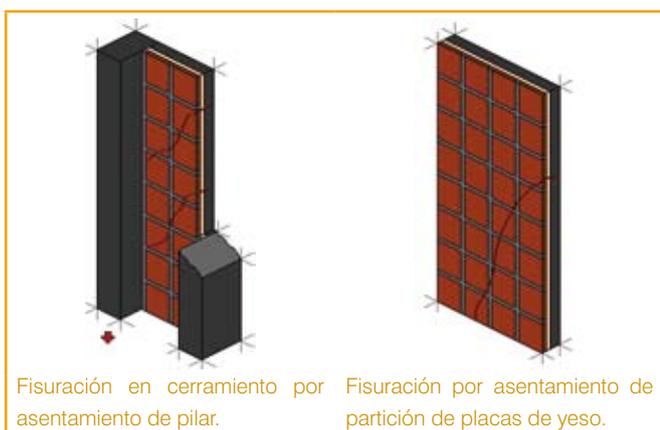
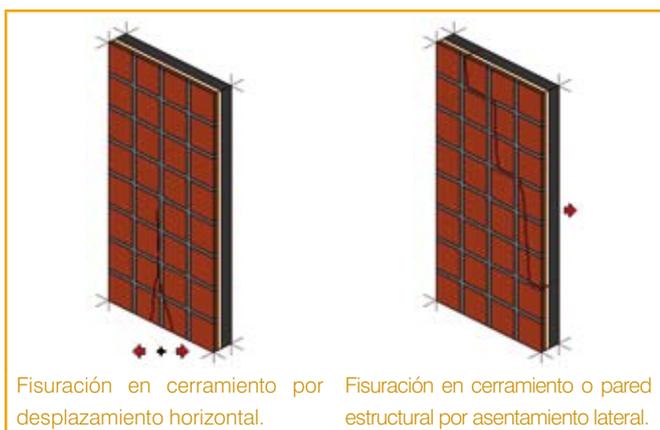
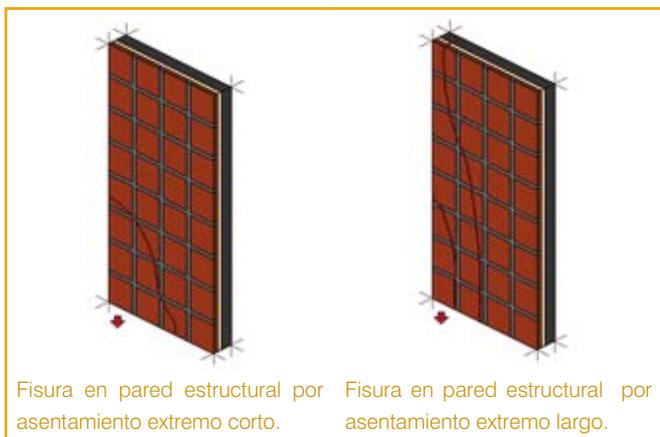
FISURACIONES EN ALICATADOS

CAUSAS

- Fuerte tensión por asentamiento o desplazamiento sobre el soporte en el que se instala.
- Impacto o perforación sobre hueco para alcanzar un mayor destajo (colocación por puntos).

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Reducir los movimientos del soporte sobre el que se instala el revestimiento.
- Disposición de juntas de movimiento en los encuentros del pilar con los elementos verticales ya sean divisorios como de cerramiento.
- Rechazar la colocación por puntos para conseguir mayor rendimiento en el destajo.



FISURACIONES EN SOLADOS

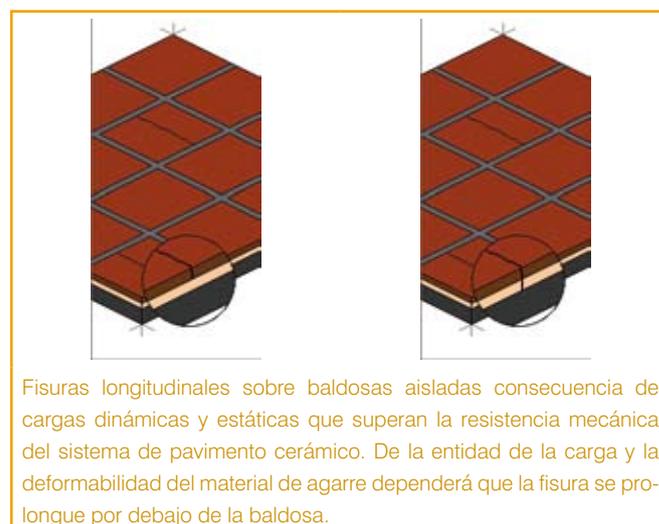
En este apartado distinguiremos entre la fisuración aislada y la fisuración generalizada, que tiene una distribución aleatoria formando polígonos irregulares.

FISURAS AISLADAS

Hablaremos de fisuras aisladas (aunque pueden estar muy extendidas sobre el pavimento) cuando el defecto afecta a una o varias baldosas consecutivas, pero aislado respecto al entorno inmediato. En este caso, el origen es siempre una agresión mecánica.

Las formas en que pueden presentarse las fisuras aisladas en los pavimentos son las que indicamos a continuación:

- Escamaduras en la superficie de la baldosa
- Fisuras longitudinales
- Fisuras concéntricas



CAUSAS

- Realización de solera no adecuada para las cargas a las que estará sometido el solado.
- Forma de colocación del solado no adecuado al tipo de adhesivo elegido.
- Baldosas con baja resistencia mecánica respecto a las cargas y al tránsito a las que están sometidas.
- Tránsito prematuro antes de completarse el endurecimiento.
- Falta de planitud del solado observándose resaltos y “cejas”
- No respeto de las juntas estructurales.
- Realización solidaria de las capas de compresión con conducciones de agua caliente.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Prever soleras con resistencia mecánica a las cargas estáticas o dinámicas a las que puede estar sometido el solado.
- Colocación en capa fina, junta abierta y doble encolado con adhesivos deformables.
- Baldosas con resistencia mecánica y acordes al tipo de intensidad de tránsito.
- Ejecutar soleras autoportantes sobre capas compresibles (drenajes, aislamientos, etc.) o sobre forjados con luces iguales o superiores a 5 m.
- Cuidar la planitud del solado evitando la presencia de “cejas” y resaltos.
- Respetar los tiempos de endurecimientos de los aglomerados de cemento así como las juntas estructurales.
- Desolidarizar las conducciones de agua caliente de la capa de nivelación.

FISURACIÓN ALEATORIA CON VOCACIÓN POLIGONAL EN PAVIMENTOS

CAUSAS

- Fuerte retracción de la capa de nivelación en la colocación “al tendido” y en la colocación en capa fina.
- Deformación cóncava de capas intermedias.
- Flechas activas en forjados.
- Ausencia de juntas de movimiento.
- Realización de soleras flotantes con materiales no adecuados.
- Colocación del pavimento en soleras sucias y con restos de obra, con exceso de humedad y juventud.
- Tránsito prematuro antes de completarse el endurecimiento.
- Evaporación rápida del agua de la solera por condiciones ambientales desfavorables.
- Utilización de materiales de rejuntado no adecuados.
- Colocación del pavimento antes de que haya endurecido la solera de hormigón.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Prever soleras flotantes con morteros semisecos de baja retracción.
- Realización de soleras flotantes para forjados con luces superiores a 5 m.
- Capa de compresión libre de escombros y restos de obra.
- Colocación de manto de gravín o geotextil sobre materiales fonoaislantes y termoaislantes no absorbentes para facilitar el secado de la solera flotante por su cara inferior.
- Respetar los tiempos de endurecimiento de la solera de cemento.
- Protección de la superficie de la solera en condiciones ambientales adversas para evitar una rápida evaporación del agua.
- Rejuntado con materiales **CG 2** (según la norma UNE-EN 13888).
- Disposición de capa de desolidarización prefabricada sobre soleras de dudosa estabilidad, inmaduras y fisuradas.
- Disposición de puentes de unión en soleras jóvenes con una humedad superficial superior al 3%.
- Evitar la colocación de los solados en soleras que presenten deformaciones prematuras.
- Respetar el endurecimiento de soleras de hormigón (6 meses) previa colocación del pavimento y realización de juntas cada 5 x5 m.

DEFECTOS EN LAS JUNTAS DE COLOCACIÓN

Los defectos que nos podemos encontrar en las juntas de colocación son los que se enumeran a continuación:

- Juntas cuarteadas
- Juntas de bajo relleno
- Juntas con cráteres
- Defectos superficiales
- Despegues longitudinales

JUNTAS CUARTEADAS



CAUSAS

- Condiciones ambientales de alta temperatura, sequedad o viento.
- Exceso de agua en el amasado del material.
- Selección equivocada del material de rejuntado, en cuanto a relación entre el tamaño del árido y la anchura de la junta.
- Rigidez del material de rejuntado.
- Fisuras y desprendimiento por acción del hielo en materiales de rejuntado permeables al agua.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Materiales de rejuntado de baja retracción y absorción/succión.
- Respetar la proporción e instrucciones de mezcla del fabricante.
- Efectuar el rejuntado en condiciones climáticas favorables, y sin insolación directa.

JUNTAS DE BAJO RELLENO



CAUSAS

- Limpieza siguiendo la longitud de la junta.
- Inicio prematuro de la operación de limpieza tras la aplicación del material.
- Uso de esponjas blandas o muy blandas, en ocasiones también poco escurridas.
- Exceso de agua en el amasado del material.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Usar esponjas de calidad, rigidez media y bien escurridas.
- Limpiar en diagonal respecto a la trama de juntas.
- Comprobar que el material de rejuntado está superficialmente endurecido (no mancha los dedos).
- Respetar la proporción de mezcla propuesta por el fabricante.

JUNTAS CON CRÁTERES



CAUSAS

- Deficiente mezcla del material de rejuntado o uso de taladros de velocidad elevada que favorecen la formación de burbujas de aire.
- No respetar los tiempos de mezcla, reposo y aplicación del material de rejuntado cementoso.
- Aplicar el material de rejuntado de resinas reactivas fuera del intervalo de temperaturas recomendado por el fabricante (los materiales epoxi presentan alta viscosidad por encima de los 25 °C).

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Mezclar el material de rejuntado cementoso con un agitador de cesta y un taladro de baja velocidad de rotación.
- Respetar las instrucciones de mezcla del fabricante.
- Enfriar el material de rejuntado RG y repasar las juntas con un llaguero inmediatamente después de aplicar el material.

DEFECTOS SUPERFICIALES DE LAS JUNTAS

A continuación enumeramos los defectos superficiales de las juntas que nos podemos encontrar:

- Juntas pulverulentas
- Juntas con textura rugosa
- Juntas de color no uniforme
- Juntas con eflorescencias
- Juntas con baja resistencia a las manchas
- Manchas y decoloraciones

JUNTAS PULVERULENTAS



CAUSAS

- Por incompleta hidratación en los materiales CG.
- Por eflorescencias de sales solubles de estratos interiores.
- Por ataque químico.
- Por contaminación de materiales extraños durante la mezcla o preparación.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Selección de materiales de rejunto cementosos de alto contenido en resinas.
- Selección de materiales de rejunto impermeables (baja absorción/succión de agua).
- Selección de materiales de rejunto de resinas reactivas con resistencia química acorde a la agresión química prevista en el recubrimiento.
- Uso de recipientes de mezcla limpios y agua potable.
- Protección del recubrimiento tras la operación de rejuntado de la intervención de otros oficios.

JUNTAS CON TEXTURA RUGOSA



CAUSAS

- Deficiente mezcla o exceso de agua en el material.
- Tamaño de grano de la arena.
- Uso de una esponja blanda o poco escurrida en la.
- Operación de limpieza.
- Limpieza siguiendo la llaga de la junta.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Usar esponjas de calidad, rigidez media y bien escurridas.
- Limpiar en diagonal respecto a la trama de juntas.
- Comprobar que el material de rejunto está superficialmente endurecido (no mancha los dedos).
- Respetar la proporción de mezcla propuesta por el fabricante.

JUNTAS DE COLOR NO UNIFORME



CAUSAS

- Rejunto en condiciones climáticas adversas o con insolación directa sobre una parte del recubrimiento.
- Diferente absorción/succión o estado de sequedad de los materiales en contacto con la junta (aristas de la baldosa y el adhesivo de colocación).
- Decoloración por limpieza prematura o agua excesiva en la esponja.
- Decoloración por ataque químico.
- Cambios de color por acción de la componente ultravioleta de la luz solar (materiales RG).
- Contaminación con otros materiales.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Respetar instrucciones del fabricante en la mezcla y aplicación.
- Controlar limpieza y humedad de las juntas antes de aplicar el material.
- Humectar los cantos de las baldosas cerámicas muy absorbentes, especialmente cuando forman parte del recubrimiento baldosas de diferente capacidad de absorción de agua.
- Evitar rejuntar en condiciones climáticas adversas e insolación directa.
- Proteger el recubrimiento de un secado rápido y poco uniforme.
- Prever la resistencia química allá donde se precise.

JUNTAS CON EFLORESCENCIAS



CAUSAS

- Juntas rellenas con morteros de cemento que presentan elevada porosidad, lo que permite la migración de las sales solubles desde estratos interiores del recubrimiento por la presencia de humedad.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Elección del material de rejuntado con baja porosidad.
- Disposición de una barrera para evitar la presencia de humedad en el soporte.

JUNTAS CON BAJA RESISTENCIA A LAS MANCHAS



CAUSAS

- Juntas rellenas con morteros con elevada absorción de agua lo que permite anidar suciedad.
- Utilización de productos de limpieza agresivos que deterioran las juntas de mortero.
- Presencia de agua permanente, lo que favorece la aparición de moho y anidación de materia viva en la superficie de las juntas.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Elección del material de rejuntado con baja absorción de agua para considerar la junta como impermeable.
- Evitar la presencia de agua permanente en las juntas.

MANCHAS Y DECOLORACIONES

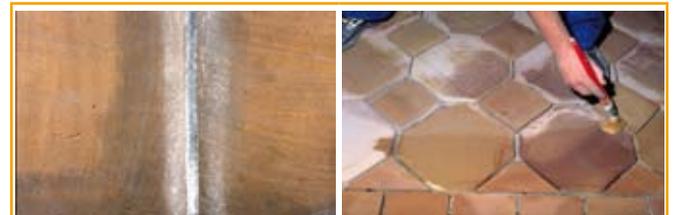


CAUSAS

- Restos de material de rejuntado sobre el borde de las baldosas
- Manchas de color
- Decoloraciones puntuales, acompañadas de corrosión.
- Juntas ennegrecidas en partes concretas.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Selección del material de rejuntado impermeables al agua en aplicaciones húmedas o donde exista riesgo de manchas.
- Selección de materiales RG incluso en aquellas zonas donde exista riesgo de resistencia química.
- Prevención de la resistencia de los materiales de rejuntado al crecimiento del moho.
- Utilización de material de limpieza adecuados.



El rejuntado de baldosas porosas no esmaltadas (por ejemplo, AIII o UGL ó CIII UGL) precisa de una imprimación previa tapaporos para evitar la penetración del material de rejuntado que generará contrastes de tono y manchas localizadas difícilmente erradicables en posteriores operaciones de limpieza (imagen de la izquierda).

DESPEGUE LONGITUDINAL DE LA JUNTA

CAUSAS

- Anchura de la junta no adecuada al formato de la baldosa y a los movimientos esperados por el recubrimiento.
- En exteriores, anchura de la junta con un espesor menor a 5 mm.
- Falta de juntas de movimiento perimetrales e intermedias según la ubicación y las características del material. Así mismo, prever juntas de movimiento en cambios de material de soporte o superficie de colocación.
- Utilización de material de rejuntado que no cumplan con las características de la norma UNE-EN 13888.



RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Anchura de la junta adecuada al formato de la baldosa y a los movimientos esperados por el recubrimiento.
- En exteriores, anchura de la junta con un espesor igual o superior a 5 mm.
- Diseño de juntas de movimiento perimetrales e intermedias según la ubicación y las características del material cerámico. Así mismo, prever juntas de movimiento en cambios de material de soporte o superficie de colocación.
- Utilización de material de rejuntado que cumplan con las características de la norma UNE-EN 13888.
- Material de rejuntado CG 2.



Métodos de ensayo para la caracterización de los adhesivos, según UNE-EN 12004 72-78

Métodos de ensayo para la caracterización de los materiales de rejuntado, según UNE-EN 13888 79-81

Tablas de participación de la superficie de la trama de juntas en la superficie total del recubrimiento, a efectos de capacidad de difusión del vapor de agua 81-82

Baldosas cerámicas. La norma UNE-EN 14411, el marcado **CE** y las tolerancias dimensionales..... 82-93

La clasificación de los materiales respecto al comportamiento frente al fuego según UNE-EN 13501-1 93-94

Léxico técnico..... 95

Bibliografía..... 96

MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS ADHESIVOS, SEGÚN UNE-EN 12004

UNE-EN 1308: ADHESIVOS PARA BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DEL DESLIZAMIENTO

La última versión de esta norma se publica en mayo de 1999, con ligeras correcciones sobre la versión de julio de 1997. Recoge el método de ensayo para la medida del deslizamiento vertical de baldosas no absorbentes ($E \leq 0,2\%$), Bla UGL, de formato $(100 \pm 1) \times (100 \pm 1)$ mm y masa unitaria de (200 ± 10) gr, pegadas sobre la placa de hormigón de ensayos de adherencia (UNE-EN 1323) con cualquier tipo de adhesivo. Tras (20 ± 2) min. en posición vertical se mide el descuelgue, expresando el resultado en mm con precisión de décimas.

Cuando el deslizamiento vertical es **menor o igual a 0,5 mm** hablamos de **deslizamiento reducido**, como característica opcional y especial, identificada con la letra T, para los tres tipos de adhesivos.

Este ensayo no ofrece información sobre la consistencia del adhesivo una vez posicionada la baldosa. Juega a favor de esta característica el reducido peso de la probeta ensayada, aunque la superficie humectada también es reducida (100 cm^2).

UNE-EN 1322: ADHESIVOS BALDOSAS CERÁMICAS. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

Publicada en julio de 1997, con una primera modificación en mayo de 1999 (UNE-EN 1322/A1), recoge las definiciones sobre materiales, características de aplicación y tipos de rotura en la unión adhesiva, que después se recogen íntegramente en la norma UNE-EN 12004 (septiembre de 2001), por lo que puede decirse que ha quedado absorbida por esta.

UNE-EN 1323: ADHESIVOS BALDOSAS CERÁMICAS. PLACAS DE HORMIGÓN PARA ENSAYOS

Publicada en julio de 1997, con una primera modificación en mayo de 1999 (UNE-EN 1323/A1), define el soporte que debe utilizarse para la determinación de las propiedades de los adhesivos.

La placa de hormigón se prepara con cemento Pórtland CEMI 42,5R, según ENV197-1, y árido con distribución granulométrica entre 0 y 8 mm según curva aportada en la norma, en la relación en masa 1:5 y relación agua/cemento de 0,5, compactación en mesa vibradora y acondicionamiento de 24 horas en laboratorio (23 ± 2) °C, $(50 \pm 5)\%$ de HR y circulación de aire menor a 0,2 m/s, 6 días en inmersión en agua y otros 21 días en condiciones de laboratorio.

El resultado es una placa donde se ha desarrollado adecuadamente el proceso de hidratación y con las siguientes características finales:

- Una humedad residual inferior al 3% medida por el método del carburo
- Una resistencia a la tracción igual o superior a 1,5 N/mm²
- Una absorción de agua comprendida entre 0,5 y 1,5 cm³, medida a las 4 horas según método descrito en la propia norma
- Una textura similar a la obtenida en un enfoscado maestreado con regla de madera

Obtenemos así un soporte para el ensayo de adherencia de una cierta porosidad y texturado, similar a superficies de colocación obtenidas con morteros de cemento maestreados o fratasados, en condiciones favorables y compatibles con la *adherencia mecánica* alcanzada con la hidratación del cemento y con una absorción/succión media.

Conviene retener este dato para contextualizar la prueba de resistencia a la tracción de los adhesivos cementosos, para la que un adherente es esta placa de hormigón y el otro adherente es una baldosa prensada Bla UGL con $E \leq 0,2\%$ sin relieves en su superficie. La *adherencia química* alcanzada con las resinas poliméricas se manifiesta a través de este segundo adherente.

UNE-EN 1324: ADHESIVOS BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA CIZALLADURA DE LOS ADHESIVOS EN DISPERSIÓN

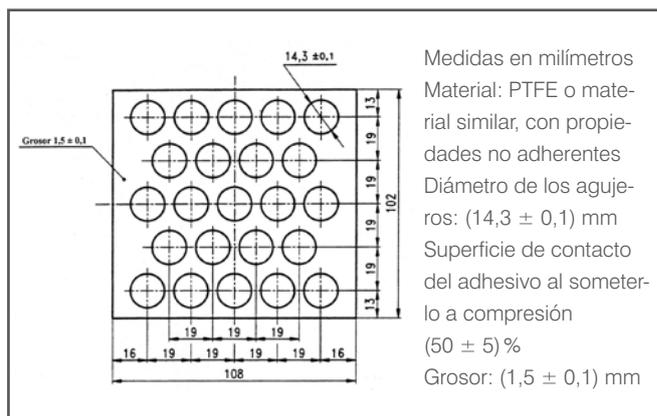
Norma publicada en julio de 1997, con una primera modificación en mayo de 1999 (UNE-EN 1324/A1), que recoge el método de ensayo para la medida de la adherencia de los adhesivos en dispersión (D) como resistencia a la cizalladura.

En el capítulo "Objeto y campo de aplicación" se referencia explícitamente que se aplicará sobre todo tipo de adhesivos en dispersión utilizados para la colocación de baldosas en paredes y suelos interiores, descartando el empleo en exteriores.

Se contempla el ensayo de adherencia tras inmersión en agua como característica opcional de los adhesivos en dispersión que vayan destinados a espacios interiores sometidos a condiciones de humedad. Esta característica, junto con la adherencia a alta temperatura, nos dará la codificación D 2.

La prueba de adherencia se realiza aplicando el adhesivo con un grosor determinado a través de una plantilla como la ilustrada en la figura adjunta. En este ensayo encaramos dos baldosas de alta capacidad de absorción de agua, $(15 \pm 3)\%$, con lo que favorecemos la eliminación del agua y/o disolventes y, en consecuencia, el completo endurecimiento del adhesivo. Una situación mucho más favorable que en la colocación de baldosas no absorbentes sobre superficies también no absorbentes (por ejemplo, cartón-yeso impermeabilizado). De ahí la recomendación de no emplear este tipo de adhesivos con baldosas de formatos con superficie superior a 900 cm^2 .

Para la medida de la resistencia a la cizalladura se utiliza una máquina de compresión vertical o una máquina de tracción. Para los diferentes tipos de adherencia, el acondicionamiento de las probetas se describe en el cuadro adjunto.



ACONDICIONAMIENTO DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA CIZALLADURA	
Empleo de baldosas de alta capacidad de absorción de agua ($E = (15 \pm 3)\%$), del grupo BIII y formato $(108 \pm 1) \times (108 \pm 1) \text{ mm}$, con grosor mínimo de 6 mm.	
Denominación del tipo de ensayo	Descripción
<i>Adherencia inicial</i>	Ensayo de resistencia a la cizalladura tras 14 días en condiciones de laboratorio
<i>Adherencia tras envejecimiento con calor</i>	Ensayo que consiste en 14 días en condiciones de laboratorio, 14 días más en estufa con circulación de aire $(70 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ y un último día en condiciones de laboratorio.
<i>Adherencia tras inmersión en agua (CARACTERÍSTICA OPCIONAL)</i>	Ensayo que consiste en 7 días en condiciones de laboratorio y 7 días en inmersión en agua a $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$
<i>Adherencia a alta temperatura (CARACTERÍSTICA OPCIONAL)</i>	Idéntico proceso al descrito en el envejecimiento con calor, pero efectuando el ensayo de cizalladura inmediatamente después de sacar las probetas de la estufa

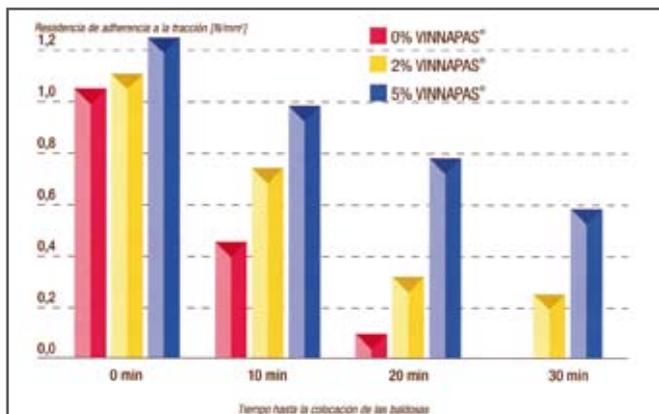
UNE-EN 1346: ADHESIVOS PARA BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ABIERTO

Norma que recoge el método de ensayo para la evaluación del tiempo abierto de todos los tipos de adhesivos y que fue publicada en julio de 1997, también con una primera modificación en mayo de 1999 (UNE-EN 1346/A1).

Para los tres tipos de adhesivos, **C**, **D** y **R**, se efectúa el ensayo de resistencia a la tracción sobre baldosas de alta capacidad de absorción de agua ($E = (15 \pm 3)\%$), instaladas sobre el adhesivo tras tiempos prefijados desde su aplicación (5, 10, 20 y 30 min). El resultado del ensayo debe darnos una resistencia mínima de $0,5 \text{ N/mm}^2$ en las probetas que se instalaron después de 20 minutos de haber aplicado el adhesivo. El ensayo de resistencia a la tracción se realiza a los 28 días de la aplicación de las probetas, con un proceso de endurecimiento normal en laboratorio.

Siendo el grosor del adhesivo más o menos constante (lana dentada de $6 \times 6 \text{ mm}$ con dientes espaciados 12 mm para los adhesivos **C**, y $4 \times 4 \text{ mm}$ y espaciados 8 mm para los **D** o **R**) y utilizando baldosas absorbentes sobre superficie también absorbente (placa de hormigón según UNE-EN 1323), el resultado del ensayo es representativo de la capacidad de retención de agua del adhesivo en condiciones de laboratorio ($(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ y $(50 \pm 5)\%$ HR y circulación de aire menor a $0,2 \text{ m/s}$).

Recordemos que el tiempo abierto es una característica fundamental de los adhesivos según UNE-EN 12004. En el caso de los cementosos, depende tanto de los retenedores de agua que incorpore la composición como de la acción de las resinas poliméricas, tal y como se ilustra en la figura adjunta.



La resina polimérica también contribuye, junto con los éteres de celulosa, a incrementar el tiempo abierto. Ensayos de adherencia sobre tres tipos de adhesivos cementosos en los que varía el contenido de resina (0%, 2% y 5%) respecto a una composición constante (35% de cemento y 0,3% de éter de celulosa).

FUENTE: WACKER POLYMER SYSTEMS

UNE-EN 1347: ADHESIVOS PARA BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD HUMECTANTE

Norma publicada en julio de 1997, con una primera modificación en mayo de 1999 (UNE-EN 1347/A1), que recoge el método de ensayo para determinar la capacidad humectante de los tres tipos de adhesivos, definida como el porcentaje de superficie "mojada" por el adhesivo respecto a la superficie total de la probeta ensayada (placas de vidrio de $(100 \pm 1) \times (100 \pm 1) \text{ mm}$ y $(6 \pm 0,5) \text{ mm}$ de grosor con bordes pulidos), después de colocada sobre una capa de adhesivo de grosor prefijado, habiendo transcurrido diferentes tiempos abiertos (0, 10, 20 y 30 s).

La capacidad humectante es una característica especial, voluntaria para el fabricante, en la norma UNE-EN 12004, vinculada tanto a la capacidad de retención de agua de los adhesivos cementosos como a la consistencia en fresco de los tres tipos de adhesivos. Pero la mejora de esa capacidad también depende de la técnica de aplicación y el posicionamiento de la baldosa sobre el adhesivo.

Capacidad humectante y tiempo abierto están íntimamente relacionados. En los adhesivos cementosos, la composición está diseñada para alcanzar el mejor equilibrio entre consistencia, capacidad humectante y trabajabilidad, tal y como hemos comentado en la introducción. La propiedad tixotrópica de algunos adhesivos nos acerca a ese objetivo.



Diferente poder o capacidad humectante de un adhesivo cementoso que contiene polímeros (izquierda) y otro que no los contiene (derecha), para diferentes tiempos abiertos.

FUENTE: WACKER POLYMER SYSTEMS

Recordemos también la necesidad de alcanzar una óptima estabilidad de la baldosa una vez posicionada sobre el adhesivo, concretada en resistencia al deslizamiento en revestimientos y mínima pérdida de volumen en pavimentos.

En aplicaciones exteriores sobre todo, es muy recomendable controlar esta característica periódicamente. ¡Ante temperaturas elevadas y viento, la capacidad humectante y el tiempo abierto se reducen de forma drástica! El método de ensayo se realiza en condiciones de laboratorio y sobre una superficie lisa, con lo que representan una situación más favorable que en la realidad, en la que tenemos presencia de relieves en el reverso de las baldosas cerámicas.

UNE-EN 1348: ADHESIVOS PARA BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LOS ADHESIVOS CEMENTOSOS

Esta norma, publicada en julio de 1997 y con una primera modificación en mayo de 1999 (UNE-EN 1348/A1), contempla el método de ensayo para la evaluación de la adherencia a través de la resistencia a la tracción de los adhesivos cementosos.

Los adherentes son las placas de hormigón descritas en la norma UNE-EN 1323 y baldosas Bl_a UGL, con absorción E ≤ 0,2%, de formato (50 ± 1) x (50 ± 1) mm, con la superficie adherente plana.

La máquina de tracción aplica una fuerza directa incremental de (250 ± 50) N/s hasta llegar a la rotura, sobre los cabezales de tracción (piezas metálicas de (50 ± 1) x (50 ± 1) mm y grosor de 10 mm) que han sido pegadas a la cara vista de las baldosas con un adhesivo de resinas de reacción, el último día (día número 28) del proceso de acondicionamiento de las probetas.

El ensayo de adherencia se realiza en unas condiciones intermedias entre las más favorables (superficie de colocación texturada y porosa, y baldosas muy absorbentes, del tipo BIII) y las más desfavorables (superficie y baldosas lisas y no absorbentes), respecto a la adherencia mecánica. Respecto al uso de baldosas Bl_a (E ≤ 0,2%), podemos decir que el ensayo es representativo del componente de adherencia química en la adherencia total del adhesivo cementoso. Aunque son los ensayos de adherencia sobre probetas sometidas a envejecimiento por calor y a ciclos de hielo/deshielo los que manifiestan la calidad del adhesivo cementoso respecto al tipo y cantidad de resinas poliméricas incorporadas.

En el cuadro adjunto se describe el acondicionamiento de las probetas para la posterior medida de los cuatro tipos de adherencia. Cabe decir también que la preparación y aplicación del adhesivo cementoso se ejecuta según el método normalizado.

TIPOS DE ADHERENCIA Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS PROBETAS SEGÚN UNE-EN 1348

TIPOS DE ADHERENCIA Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS PROBETAS SEGÚN UNE-EN 1348	
Empleo de baldosas de reducida capacidad de absorción de agua (E ≤ 0,2%), con el código Bl _a UGL (según UNE-EN 14411), de formato (50 ± 1) x (50 ± 1) mm y superficie de adherencia plana.	
Denominación del tipo de ensayo	Descripción
<i>Adherencia inicial</i>	27 días en condiciones de laboratorio, pegado de los cabezales de tracción el día 28 y ensayo al siguiente.
<i>Adherencia tras inmersión en agua</i>	7 días en condiciones de laboratorio y 20 días en inmersión en agua a (23 ± 2) °C, el resto igual que en el ensayo anterior
<i>Adherencia tras envejecimiento con calor</i>	14 días en condiciones de laboratorio y otros 14 días en estufa con circulación de aire a (70 ± 2) °C, el resto igual que en el ensayo de la adherencia inicial.
<i>Adherencia tras ciclos de hielo/deshielo</i>	7 días en condiciones de laboratorio, 21 días sumergidas en agua a (23 ± 2) °C y, después, las probetas se someten a 25 ciclos de hielo/deshielo (2 horas a -15 °C + 2 horas sumergidas en agua a +15°C).
Adherencia inicial para adhesivos de fraguado rápido	Ensayo de resistencia a la tracción a las 24 horas en condiciones de laboratorio o en el tiempo fijado por el fabricante (< 24 h).

Reproducimos a continuación imágenes del procedimiento de medida de la resistencia a la tracción, así como de los modos de rotura según UNE-EN 12004.



Plaqueta de 50x50 mm con la sufridera o cabezal de tracción adherido previo al arranque (ANFAPA)



Colocación del aparato medidor sobre la probeta a ensayar (ANFAPA)



Arranque de la plaqueta tras realizar un esfuerzo a tracción (ANFAPA)



Valor de la medición de la adherencia (ANFAPA)

Rotura adhesiva: la rotura se produce en la interfaz entre el adhesivo y el soporte (RA-S) o entre la baldosa y el adhesivo (RA-B). El valor del ensayo es igual a la capacidad de adhesión. En algunos casos la rotura puede ocurrir en la capa de adhesivo entre la baldosa y el cabezal de tracción (sufridera). En este caso la adherencia del adhesivo es superior al valor del ensayo.



Rotura adhesiva baldosa/adhesivo (ANFAPA) **RA-B**



Rotura adhesiva adhesivo/soporte (ANFAPA) **RA-S**

Rotura cohesiva en el seno del adhesivo: la rotura se produce en el seno de la capa adhesiva (RC-A).



Rotura cohesiva en el adhesivo (ANFAPA) **RC-A**

Rotura cohesiva en el soporte o en la baldosa: la rotura se produce en el soporte (RC-S) o en la baldosa (RC-B). En este caso, la capacidad de adhesión es mayor que el valor del ensayo.



Rotura cohesiva en la baldosa (ANFAPA) **RC-B**



Rotura cohesiva en el soporte (ANFAPA) **RC-S**

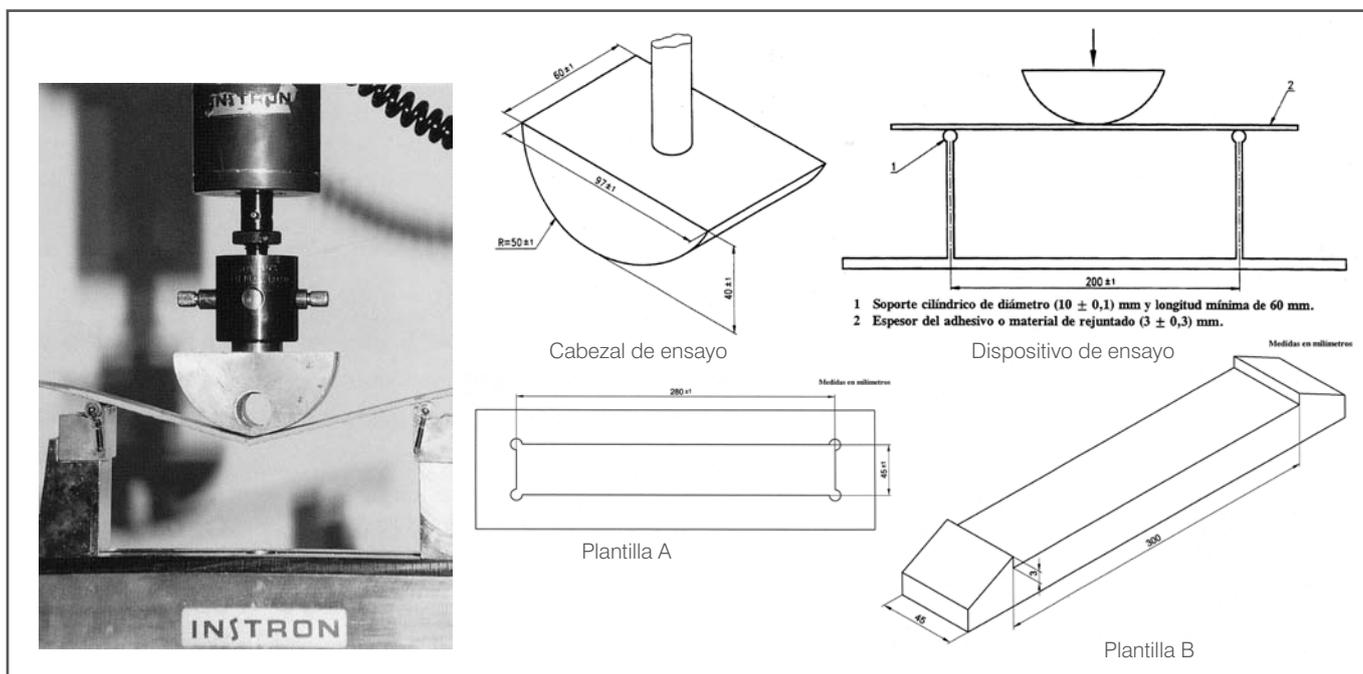
UNE-EN 12002: ADHESIVOS PARA BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DE LA DEFORMACIÓN TRANSVERSAL DE ADHESIVOS Y MATERIALES DE REJUNTADO CEMENTOSOS

La última versión de esta norma, publicada en enero de 2003, recoge no solo el método de ensayo de medida de la deformación transversal en los adhesivos y materiales de rejuntado cementosos, sino también la clasificación de la *deformabilidad* de esos materiales según el resultado del ensayo:

- S1:** adhesivos y materiales de rejuntado cementosos con una deformación transversal igual o superior a 2,5 mm e inferior a 5 mm.
- S2:** adhesivos y materiales de rejuntado cementosos con una deformación transversal igual o superior a 5 mm.

El método de ensayo contempla el modelado de láminas del material a ensayar, de dimensiones $(300 \pm 1) \times (45 \pm 1) \text{ mm}$ y $(3 \pm 0,05) \text{ mm}$ de grosor, compactadas en una mesa de sacudidas (EN 459-2) y acondicionadas durante 12 días en recipiente de plástico de $(26 \pm 5) \text{ l}$ con cierre hermético y 14 días más fuera del recipiente a $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $(50 \pm 5) \% \text{ HR}$ y circulación de aire menor a $0,2 \text{ m/s}$. Tras el acondicionamiento, se comprueba el grosor de la lámina en tres posiciones y que debe ser de $(3,0 \pm 0,1) \text{ mm}$ y se somete a ensayo aplicando una fuerza constante que provoque un desplazamiento máximo de 2 mm por minuto, hasta la rotura de la lámina o la aparición de fisuras. La deformación transversal se mide respecto al plano horizontal inicial, anotando también la fuerza máxima aplicada hasta el momento de la rotura o fisuración.

En las imágenes que acompañan se ilustra el dispositivo de ensayo y los esquemas del cabezal y las plantillas.



Por el momento, es el único método disponible en la normativa de ámbito europeo para medir la deformabilidad, considerada característica especial en las normas UNE-EN 12004 y UNE-EN 13888.

Persisten lagunas en la interpretación de los resultados y en la necesaria correlación de la característica deformable, medida por flexión, respecto a la resistencia a la cizalladura, para absorber los esfuerzos tangenciales que se producen entre los adherentes y el adhesivo cementoso. Sería conveniente ampliar los estudios sobre deformabilidad e hidratación, y sobre resistencia a la cizalladura y deformabilidad. En esos aspectos, están disponibles métodos de ensayos como el previsto en la norma alemana DIN 18153/3 (recogido en la directiva UEAtc) o una adaptación del método de ensayo de resistencia a la cizalladura para adhesivos en dispersión (UNE-EN 1348). El empleo de bandas de adhesivo tras un proceso de acondicionamiento en inmersión en agua también puede ofrecer información sobre la deformabilidad final de un adhesivo o material de rejuntado cementoso tras completarse el proceso de hidratación del cemento.

La importancia de la deformabilidad ya ha quedado suficientemente resaltada en el capítulo introductorio de esta monografía.

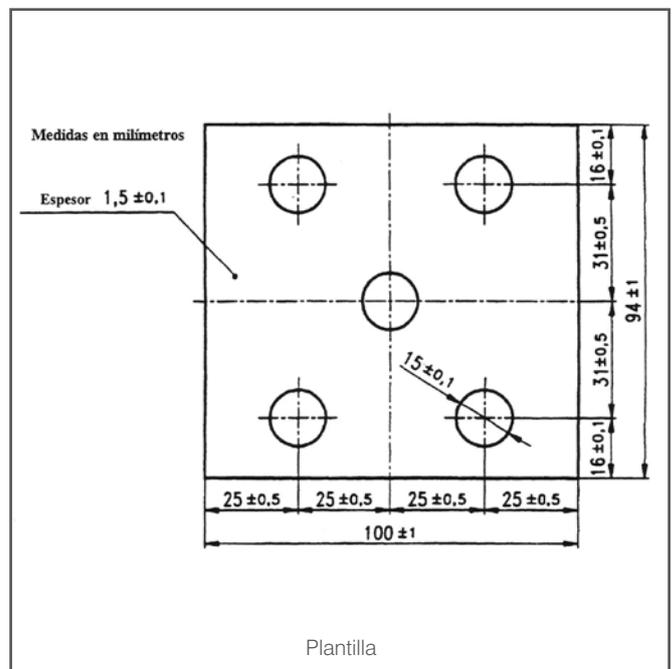
UNE-EN 12003: ADHESIVOS PARA BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA CIZALLADURA DE LOS ADHESIVOS DE RESINAS REACTIVAS

Publicada en julio de 1977, recoge el método de ensayo para evaluar la adherencia, mediante prueba de resis-

tenencia a esfuerzo de cizalladura, de los adhesivos de resinas reactivas. El método es similar, en procedimiento y equipamiento, al diseñado para los adhesivos en dispersión (UNE-EN 1324). En este caso se emplea una plantilla como la ilustrada, para la aplicación del adhesivo R.

El ensayo se realiza con probetas de muy baja capacidad de absorción de agua (Bla UGL, con $E \leq 0,2\%$), ya que se trata de evaluar la adherencia 100% química de este tipo de adhesivos.

En el cuadro adjunto se describen las modalidades de acondicionamiento en función del tipo de adherencia.



MODALIDAD DE ACONDICIONAMIENTO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ADHERENCIA A EVALUAR	
Empleo de baldosas de reducida capacidad de absorción de agua ($E \leq 0,2\%$), con el código Bla UGL (según UNE-EN 14411), de formato $(100 \pm 1) \times (100 \pm 1)$ mm y superficie de adherencia plana	
Denominación del tipo de ensayo	Descripción
Adherencia inicial	Ensayo de resistencia a la cizalladura tras 7 días en condiciones de laboratorio.
Adherencia tras inmersión en agua	Ensayo tras inmersión en agua a $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ durante 21 días.
Adherencia tras choques térmicos (CARACTERÍSTICA OPCIONAL)	Ensayo tras 4 ciclos de 30 minutos cada uno, sometiendo las probetas a inmersión en agua (a $23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ y en agua a $100 ^\circ\text{C}$. Antes del ensayo se dejan enfriar las probetas durante otros 30 minutos.

MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE REJUNTADO, SEGÚN UNE-EN 13888

La norma UNE-EN 12808, en sus cinco partes, recoge los métodos de ensayo para la evaluación de las características fundamentales de los materiales de rejuntado y la especial de resistencia química, voluntaria para el fabricante, aplicable tanto a estos materiales como a los adhesivos.

UNE-EN 12808-1: ADHESIVOS Y MATERIALES DE REJUNTADO PARA BALDOSAS CERÁMICAS. PARTE 1: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA QUÍMICA DE MORTEROS DE RESINAS REACTIVAS

Esta norma se publica en septiembre de 1999 y recoge el método de ensayo para la evaluación de la resistencia química de los adhesivos y materiales de rejuntado de resinas reactivas. La resistencia química es una característica especial, voluntaria para el fabricante, contemplada tanto en la norma sobre adhesivos UNE-EN 12004 como en la de materiales de rejuntado UNE-EN 13888. En el anexo ZA de UNE-EN 12004/A1 figura también como requisito fundamental de los adhesivos de resinas reactivas; sin embargo, en los últimos borradores circulados entre los miembros de CEN/TC 67 ha desaparecido, no contemplándose ni para los adhesivos **R 1** ni para los **R 2**.

El método de ensayo está diseñado para evaluar la resistencia química a través de tres parámetros:

- La *variación de masa* de las probetas, expresada en porcentaje de masa perdida o ganada tras inmersión en el producto químico de referencia durante 28 días, con una exactitud del 0,01% y como media aritmética de tres o más valores.
- La *variación del diámetro* de las probetas, expresada en porcentaje de variación (con precisión del 0,01%) del diámetro antes y después del ataque químico, respecto a la dimensión inicial, también como media aritmética de tres o más valores ensayados. Después del ataque químico y antes de la medición, las probetas permanecen siete días en condiciones de laboratorio.
- La *variación de la resistencia a la compresión*, también en porcentaje (precisión del 0,01%), respecto a la resistencia inicial tras el proceso de acondicionamiento.

Las probetas son cilindros de (25 ± 1) mm de diámetro y (25 ± 1) mm de altura, que se modelan en moldes de plástico (polietileno, polipropileno o politetrafluoretileno) o metálicos revestidos con una capa de ese último material.

El material de resinas reactivas se prepara según las instrucciones del fabricante, se moldea y se mantiene durante siete días en condiciones de laboratorio. A partir del octavo día pueden iniciarse las pruebas de ataque químico por inmersión.

El resultado del ensayo debe describir el producto químico (tipo y concentración, frecuencia de sustitución), las condiciones de ensayo (ciclos de 28 días, temperatura) y el aspecto visual de las probetas tras el ataque químico (fisuras, cambio de color o brillo, aparición de escamas, poros, reblandecimiento, etc.), además de los tres parámetros antes descritos.

Esta norma no establece valores de referencia para cuantificar la resistencia química de un material de resinas reactivas ante el ataque de un producto químico específico, a una concentración determinada y en un periodo de exposición concreto (uno o varios ataques de 28 días). Sin embargo, si el fabricante aporta los resultados del ensayo tal y como se describe en la norma, puede establecerse una comparativa sobre el comportamiento del material ante los diferentes productos químicos (ácidos y bases) o entre diferentes materiales de varios fabricantes.

UNE-EN 12808-2: MATERIALES DE REJUNTADO PARA BALDOSAS CERÁMICAS. PARTE 2: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

Norma publicada en abril de 2002, y que recoge el método de ensayo para la medida de la resistencia a la abrasión de todos los tipos de materiales de rejuntado. El ensayo se efectúa sobre probetas del material, modelados formando plaquetas de $(100 \pm 1) \times (100 \pm 1)$ mm y (10 ± 1) mm de grosor y sometidas a un proceso de maduración, en condiciones de laboratorio, durante 27 días.

El procedimiento de ensayo es el mismo que el descrito en la norma UNE-EN ISO 10545-16 para medir la resistencia a la abrasión profunda de las baldosas cerámicas no esmaltadas (UGL), y consiste en someter las probetas al desgaste de un disco de acero que efectúa 50 vueltas sobre la superficie de la baldosa, a una presión determinada, e interponiendo material abrasivo entre las dos superficies en contacto.

La medida de la huella que deja el disco sobre la placa de material de rejuntado endurecido, con precisión de 0,5 mm, se traslada a unas tablas que nos dan el volumen de material exportado (en mm³) en función de la longitud de la cuerda (huella).

El valor de esta característica fundamental de los materiales de rejuntado según UNE-EN 13888 nos determina la clase en los cementosos. Recordemos que los valores máximos permitidos en la norma eran:

- **2.000 mm³** para los materiales de rejuntado cementosos normales (**CG 1**)
- **1.000 mm³** para los materiales de rejuntado cementosos mejorados con características adicionales (**CG 2**)
- **250 mm³** para los materiales de rejuntado de resinas reactivas (**RG**)

UNE-EN 12808-3: MATERIALES DE REJUNTADO PARA BALDOSAS CERÁMICAS. PARTE 3: DETERMINACIÓN DE LAS RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN Y A LA COMPRESIÓN

Norma publicada en abril de 2002 que define el método de ensayo para determinar las resistencias a la flexión y compresión de todos los materiales de rejuntado, como características fundamentales según UNE-EN 13888.

Tras la preparación de los materiales de rejuntado cementosos según procedimiento descrito en la norma o según las instrucciones del fabricante para los RG, se modelan barras prismáticas de 40x40x160 mm y que se someten a proceso de maduración de 27 días en condiciones de laboratorio para la prueba de condiciones normalizadas. En el caso de someter los materiales de rejuntado cementosos a ciclos de hielo/deshielo, el acondicionamiento contempla: 6 días en condiciones de laboratorio, 21 días en inmersión en agua y después 25 ciclos de hielo/deshielo según el método descrito en UNE-EN 1348, entre -15°C y +15°C, más otros 3 días en condiciones de laboratorio antes de efectuar los ensayos de flexión y compresión.

Para el ensayo de flexión se sigue el procedimiento descrito en la norma UNE-EN 196-1:1994. Se aplica la misma norma en el ensayo de resistencia a la compresión. Los resultados se expresan en unidades de presión (N/mm²) con precisión de 0,1 N/mm².

La norma UNE-EN 13888 establece unos valores mínimos para estas dos características fundamentales, según el tipo de material de rejuntado.

Tipo	Ensayo	Valor mínimo
Cementosos CG 1 y CG 2	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la flexión en condiciones normalizadas • Resistencia a la flexión tras ciclos de hielo/deshielo • Resistencia a la compresión en condiciones normalizadas • Resistencia a la compresión tras ciclos de hielo/deshielo 	3,5 N/mm ² 3,5 N/mm ² 15 N/mm ² 15 N/mm ²
De resinas reactivas RG	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la flexión en condiciones normalizadas • Resistencia a la compresión en condiciones normalizadas 	30 N/mm ² 45 N/mm ²

UNE-EN 12808-4: MATERIALES DE REJUNTADO PARA BALDOSAS CERÁMICAS. PARTE 4: DETERMINACIÓN DE LA RETRACCIÓN

Publicada en abril de 2002, define el método de ensayo para la medida de la contracción de maduración (denominada en la norma retracción) de los dos tipos de materiales de rejuntado.

El ensayo se efectúa sobre probetas prismáticas de 40x40x160 mm, preparadas según la norma UNE-EN 196-1:1994, acondicionadas en laboratorio durante 24 horas, tras las cuales se efectúa la lectura inicial en un aparato de medición (se aportan tres modelos en la norma). Después de 27 días se lleva a cabo la lectura final. El resultado del ensayo se expresa en mm/m y como media aritmética de la medida de tres probetas (por diferencia entre la medida inicial y la final).

Según la norma UNE-EN 13888, los materiales de rejuntado deben presentar las siguientes **contracciones de maduración máximas**:

- **2 mm/m** para los materiales de rejuntado cementosos **CG 1 y CG 2**
- **1,5 mm/m** para los materiales de rejuntado de resinas reactivas **RG**

La preparación de los materiales sigue las mismas pautas que en las restantes partes de la norma UNE-EN 12808. En este caso, debe anotarse la cantidad de agua o líquido empleado en la mezcla de los materiales cementosos.

UNE-EN 12808-5: MATERIALES DE REJUNTADO PARA BALDOSAS CERÁMICAS. PARTE 5: DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA

Norma publicada en abril de 2002 que define el método de ensayo para determinar la absorción de agua por acción capilar cuando la superficie del material de rejuntado entra en contacto con agua sin presión adicional. Se aplica a todos los tipos de materiales.

TABLAS DE PARTICIPACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA TRAMA DE JUNTAS EN LA SUPERFICIE TOTAL DEL RECUBRIMIENTO, A EFECTOS DE CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL VAPOR DE AGUA

El ensayo consiste en confeccionar probetas prismáticas de 40 x 40 x 160 mm, según la norma UNE-EN 196-1:1996 y mantenerlas en condiciones de laboratorio durante 27 días. A los 21 días se sellan las caras laterales con silicona neutra para que sean impermeables. A los 28 días se pesan con precisión de 0,1 g y se sumergen en agua. Se vuelven a pesar a los 30 minutos y a los 240 minutos. La absorción de agua se calcula por diferencia entre la masa después de la inmersión y la masa seca obtenida antes del ensayo.

La norma UNE-EN 13888 considera la absorción de agua como característica fundamental para los dos tipos de materiales de rejuntado. Para los cementosos también se considera característica adicional para obtener la categoría de absorción de agua reducida (W), si además el material tiene alta resistencia a la abrasión (Ar); ambas características adicionales otorgan la clase CG 2. Las exigencias de la norma para la absorción de agua quedan reflejadas en el siguiente cuadro.

Tipo	Absorción de agua	Valor máximo
CG 1	<ul style="list-style-type: none"> Después de 30 minutos en inmersión Después de 240 minutos en inmersión 	5 g 10 g
CG 2	<ul style="list-style-type: none"> Después de 30 minutos en inmersión Después de 240 minutos en inmersión 	2 g 5 g
RG	<ul style="list-style-type: none"> Después de 240 minutos en inmersión 	0,1 g

En baldosas de muy baja capacidad de absorción de agua y también las cerámicas porosas pero revestidas con un vidriado es imposible el flujo de vapor de agua a través del material. En un recubrimiento exterior con este tipo de baldosas, la permeabilidad al vapor se alcanza solamente a través de las juntas entre baldosas, dependiendo de esta característica en el material de rejuntado y de la superficie disponible para que el fenómeno tenga lugar.

En las tablas siguientes se aporta el porcentaje de participación de la superficie de la junta de colocación respecto al formato de la baldosa, expresado en milímetros, y la anchura de la junta de colocación también en milímetros.

Formato cuadrado (en mm)											
*	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
1,5	2,93 %	1,97 %	1,48 %	1,19 %	0,99 %	0,85 %	0,75 %	0,66 %	0,60 %	0,54 %	0,50 %
2	3,88 %	2,61 %	1,97 %	1,58 %	1,32 %	1,13 %	0,99 %	0,88 %	0,80 %	0,72 %	0,66 %
3	5,74 %	3,88 %	2,93 %	2,36 %	1,97 %	1,69 %	1,48 %	1,32 %	1,19 %	1,08 %	0,99 %
4	7,54 %	5,13 %	3,88 %	3,12 %	2,61 %	2,25 %	1,97 %	1,75 %	1,58 %	1,44 %	1,32 %
5	9,30 %	6,35 %	4,82 %	3,88 %	3,25 %	2,80 %	2,45 %	2,19 %	1,97 %	1,79 %	1,65 %
6	11,00 %	7,54 %	5,74 %	4,63 %	3,88 %	3,34 %	2,93 %	2,61 %	2,36 %	2,15 %	1,97 %
7	12,66 %	8,72 %	6,65 %	5,37 %	4,51 %	3,88 %	3,41 %	3,04 %	2,74 %	2,50 %	2,29 %
8	14,27 %	9,87 %	7,54 %	6,11 %	5,13 %	4,42 %	3,88 %	3,46 %	3,12 %	2,85 %	2,61 %
9	15,83 %	11,00 %	8,43 %	6,83 %	5,74 %	4,95 %	4,35 %	3,88 %	3,51 %	3,19 %	2,93 %
10	17,36 %	12,11 %	9,30 %	7,54 %	6,35 %	5,48 %	4,82 %	4,30 %	3,88 %	3,54 %	3,25 %
11	18,84 %	13,20 %	10,15 %	8,25 %	6,95 %	6,00 %	5,28 %	4,72 %	4,26 %	3,88 %	3,57 %
12	20,28 %	14,27 %	11,00 %	8,95 %	7,54 %	6,52 %	5,74 %	5,13 %	4,63 %	4,22 %	3,88 %
13	21,69 %	15,31 %	11,83 %	9,64 %	8,13 %	7,03 %	6,20 %	5,54 %	5,00 %	4,56 %	4,20 %
14	23,05 %	16,34 %	12,66 %	10,32 %	8,72 %	7,54 %	6,65 %	5,94 %	5,37 %	4,90 %	4,51 %
15	24,39 %	17,36 %	13,47 %	11,00 %	9,30 %	8,05 %	7,10 %	6,35 %	5,74 %	5,24 %	4,82 %

* Anchura de la junta de colocación en milímetros.

Formato rectangular (en mm)					
*	100 x 200	150 x 225	200 x 300	250 x 400	300 x 400
1,5	2,21 %	1,65 %	1,24 %	0,97 %	0,87 %
2	2,93 %	2,19 %	1,65 %	1,29 %	1,16 %
3	4,35 %	3,25 %	2,45 %	1,92 %	1,73 %
4	5,73 %	4,30 %	3,25 %	2,55 %	2,29 %
5	7,08 %	5,33 %	4,04 %	3,17 %	2,85 %
6	8,41 %	6,34 %	4,82 %	3,79 %	3,41 %
7	9,70 %	7,34 %	5,58 %	4,40 %	3,96 %
8	10,97 %	8,32 %	6,34 %	5,00 %	4,51 %
9	12,21 %	9,29 %	7,09 %	5,60 %	5,05 %
10	13,42 %	10,24 %	7,83 %	6,19 %	5,59 %
11	14,61 %	11,17 %	8,57 %	6,78 %	6,12 %
12	15,77 %	12,10 %	9,29 %	7,36 %	6,65 %
13	16,91 %	13,00 %	10,00 %	7,94 %	7,17 %
14	18,02 %	13,89 %	10,71 %	8,51 %	7,69 %
15	19,11 %	14,77 %	11,41 %	9,07 %	8,20 %

* Anchura de la junta de colocación en milímetros

BALDOSAS CERÁMICAS. LA NORMA UNE-EN 14411, EL MARCADO CE Y LAS TOLERANCIAS DIMENSIONALES

La norma UNE-EN 14441, publicada en octubre de 2007, sustituye en bloque a todas las normas europeas vigentes hasta el momento, tanto la norma base UNE 67-087-92 como las correspondientes a los diferentes grupos de producto, así como los métodos de ensayo asociados a las características físico-químicas que ahora están recogidos en los diferentes apartados de la norma UNE-EN ISO 10545 (partes 1-16). Las novedades de esta norma pueden resumirse en:

- Una nueva clasificación de las baldosas cerámicas prensadas del grupo I, desglosando las baldosas con capacidad de absorción de agua $E \leq 0,5\%$ (**BI_a**) y las de $0,5 < E \leq 3\%$ (**BI_b**).
- La clasificación de las baldosas extrudidas de los grupos Ila y IIb en dos subgrupos respectivamente, atendiendo a la precisión dimensional y otras características que atañen a la resistencia mecánica. Los subgrupos **a-1** y **b-1** para productos fabricados en proceso industrial, y los subgrupos **a-2** y **b-2** para productos obtenidos en proceso más artesanal. Cada grupo y subgrupo de producto

tiene asociado un anexo de la norma UNE-EN 14441 que recoge las características obligatorias y voluntarias para el fabricante, así como sus niveles de exigencia.

- Las baldosas cerámicas que no sean de primera calidad también están cubiertas por la norma, si cumplen los requisitos del **anexo Q**.
- Incorpora también los **anexos ZA** y **ZB** (de carácter informativo) sobre las especificaciones de **marcado CE** de las baldosas cerámicas, que será obligatorio a partir del 1.12.2005.

Aportamos todos los datos anteriores en forma de tablas.

CLASIFICACIÓN DE LAS BALDOSAS CERÁMICAS SEGÚN LA NORMA EN 14411

MÉTODO DE CONFORMACIÓN	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (E)			
	GRUPO I E ≤ 3%	GRUPO IIa 3% < E ≤ 6%	GRUPO IIb 6% < E ≤ 10%	GRUPO III E > 10%
A EXTRUSIÓN	GRUPO AI_a EN 14411 Anexo M	GRUPO AII_{b-1}(*) EN 14411 Anexo B	GRUPO AII_{b-1}(*) EN 14411 Anexo D	GRUPO AIII EN 14411 Anexo F
	GRUPO AI_b EN 14411 Anexo A	GRUPO AII_{a-2}(*) EN 14411 Anexo C	GRUPO AII_{b-2}(*) EN 14411 Anexo E	
B PRENSADO EN SECO	GRUPO BI_a E ≤ 0,5% EN 14411 Anexo G	GRUPO BII_a EN 14411 Anexo J	GRUPO BII_b EN 14411 Anexo K	GRUPO BIII(**) EN 14411 Anexo L
	GRUPO BI_b 0,5 < E ≤ 3% EN 14411 Anexo H			

(*) Los grupos **AII_a** y **AII_b** se dividen en dos subgrupos atendiendo a diferentes especificaciones de producción (apartados de dimensiones y calidad superficial, y propiedades físicas). En los correspondientes anexos figuran como parte 1ª y parte 2ª, respectivamente.

(**) Este grupo cubre solamente **baldosas esmaltadas**.

CARACTERÍSTICAS SEGÚN APLICACIONES DE LA NORMA EN 14411					
CARACTERÍSTICA	APLICACIÓN				MÉTODO DE ENSAYO ISO 10.545(3) Parte
	SUELOS		PARAMENTOS		
	INTERIORES	EXTERIORES	INTERIORES	EXTERIORES	
Dimensionales y aspecto superficial					
• Longitud y anchura	✓	✓	✓	✓	2
• Grosor	✓	✓	✓	✓	2
• Rectitud de lados	✓	✓	✓	✓	2
• Ortogonalidad	✓	✓	✓	✓	2
• Planitud superficial (curvatura y alabeo)	✓	✓	✓	✓	2
• Calidad superficial	✓	✓	✓	✓	2
Propiedades físicas					
• Absorción de agua	✓	✓	✓	✓	3
• Módulo de rotura	✓	✓	✓	✓	4
• Fuerza de rotura	✓	✓	✓	✓	4
• Resistencia a la abrasión profunda (baldosas no esmaltadas UGL)	✓	✓			6
• Resistencia a la abrasión superficial (baldosas esmaltadas GL)	✓	✓			7
• Resistencia al resbalamiento	✓	✓			-(4)
• Resistencia al cuarteo (baldosas vidriadas)	✓	✓	✓	✓	11
• Resistencia a la helada ⁽¹⁾		✓		✓	12
• Resistencia al choque térmico ⁽²⁾	✓	✓	✓	✓	9
• Dilatación por humedad ⁽²⁾	✓	✓	✓	✓	10
• Dilatación térmica lineal ⁽²⁾	✓	✓	✓	✓	8
• Pequeñas diferencias de color ⁽²⁾	✓	✓	✓	✓	16
• Resistencia al impacto ⁽²⁾	✓	✓			5
Propiedades químicas					
• Resistencia a bajas concentraciones de ácidos y bases	✓	✓	✓	✓	13
• Resistencia a altas concentraciones de ácidos y bases	✓	✓	✓	✓	13
• Resistencia a productos domésticos de limpieza y productos para piscinas	✓	✓	✓	✓	13
• Cesión de plomo y cadmio ⁽²⁾ (baldosas esmaltadas)	✓	✓	✓	✓	15
• Resistencia a las manchas					
• Baldosas esmaltadas	✓	✓	✓	✓	14
• Baldosas no esmaltadas ⁽²⁾	✓	✓	✓	✓	14

NOTA: Para las características en rojo el método de ensayo propuesto en la norma EN 14411 representa una modificación o una aportación nueva respecto a la anterior normativa europea

(1) Para baldosas que deban utilizarse en exteriores sometidos a ciclos de hielo/deshielo

(2) Disponible método de ensayo

(3) Los métodos de ensayo deben ser realizados por laboratorios reconocidos por las organizaciones nacionales de normalización (miembros ISO) o entidades acreditadas de los respectivos países. Se prefiere la acreditación bajo ISO 9000 o ISO/IEC Guía 25.

(4) La resistencia al resbalamiento se medirá según el método de ensayo disponible en el país de destino de la baldosa cerámica, siempre y cuando lo exija la normativa nacional. En España es de aplicación el documento SU 1 del Código Técnico de la Edificación, en baldosas destinadas a suelos privados de uso colectivo o solados de la arquitectura de pública concurrencia. Se mide el coeficiente de deslizamiento R_d por el método del péndulo de fricción (UNE-ENV 12633).

La resistencia al resbalamiento es considerada como característica fundamental en el mercado **CE** de baldosas cerámicas destinadas a tránsito peatonal y se aplicará el método de ensayo definido en la norma UNE-ENV 12633. El resultado del ensayo da unas clases de resistencia al resbalamiento y unas exigencias según el documento básico SU 1, del nuevo Código Técnico de la Edificación, tal y como se aporta en los cuadros adjuntos.

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU 1	
Resistencia al deslizamiento R_d	Clases de suelos
$R_d \leq 15$	Clase 0
$15 < R_d \leq 35$	Clase 1
$35 < R_d \leq 45$	Clase 2
$R_d > 45$	Clase 3

CLASE DE SUELO EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE RESBALAMIENTO	
Zona	Clase del suelo
Zonas interiores secas <ul style="list-style-type: none"> • superficies con pendiente menor al 6% • superficies con pendiente igual o mayor al 6% y escaleras 	Clase 1 Clase 2
Zonas interiores húmedas, tales como baños, cocinas, piscinas cubiertas, etc. ⁽¹⁾ <ul style="list-style-type: none"> • superficies con pendiente menor al 6% • superficies con pendiente igual o mayor al 6% y escaleras 	Clase 2 Clase 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, etc.	Clase 3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾	Clase 3

(1) Se incluyen los suelos del entorno de las entradas a los edificios desde el espacio exterior, excepto cuando se trate de accesos directos a viviendas o a zonas de uso restringido, así como las terrazas cubiertas.

(2) En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

El anexo ZA establece los requisitos de marcado para las baldosas cerámicas destinadas a pavimentos y el anexo ZB, los requisitos para baldosas destinadas al revestimiento de paredes y techos. Aportamos a continuación las tablas de requisitos y unos ejemplos de marcado.

TABLA ZA.1.- REQUISITOS IMPORTANTES PARA BALDOSAS CERÁMICAS DESTINADAS A PAVIMENTO			
Relación de requisitos/características considerados en el mandato M/119	Requisitos según la norma europea	Niveles y clases	Notas Métodos de ensayo
Sub A.- Requisitos/características para pavimentos interiores			
Comportamiento frente al fuego (solamente en baldosas destinadas a aplicaciones donde se contemplan reglamentos sobre el fuego)		A₁ y F_{fl} Sin necesidad de someterlos a método de ensayo	Decisión 96/903/EEC
Fuerza de rotura	Véanse tablas A.1, B.1, ..., L.1		UNE-EN ISO 10545-4
Resistencia al resbalamiento	Valor declarado		Declarar método de ensayo utilizado (*)
Durabilidad			(1)
Sustancias peligrosas (cuando sea requerido por la legislación nacional)	Véase anexo Q y nota ZA.1		UNE-EN ISO 10545-15
Sub B.- Requisitos/características para pavimentos exteriores			
Fuerza de rotura	Véanse tablas A.1, B.1, ..., L.1		UNE-EN ISO 10545-4
Resistencia al resbalamiento (en áreas de tránsito peatonal)	Valor declarado		Declarar método de ensayo utilizado (*)
Resistencia al derrape (en áreas de tránsito no peatonal)	Valor declarado		(*)
Durabilidad			(1)
Hielo/deshielo (**)	Véase resistencia al hielo en tablas A.1, B.1, ..., L.1		UNE-EN ISO 10545-12

(*) Según los métodos de ensayo aplicables en los estados miembros de destino de la baldosa (en que se contemple en normas o reglamentos)

(**) Pretende evaluar la integridad del producto; es decir, el mantenimiento de sus características.

(1) NOTA: No se consideran métodos de ensayo de la durabilidad en baldosas destinadas a interiores, en cuanto que la experiencia de más de 50 años muestra que la durabilidad de las baldosas es la misma que la vida útil del edificio. En pavimentos exteriores, el único método de ensayo válido para controlar el producto es el relativo a la resistencia a ciclos de hielo/deshielo, pues permite evaluar la integridad de la baldosa; es decir, el mantenimiento de sus características.

**TABLA ZB.1.- REQUISITOS IMPORTANTES PARA BALDOSAS CERÁMICAS DESTINADAS
A REVESTIMIENTO DE PAREDES Y TECHOS**

Relación de requisitos/características considerados en el mandato M/119	Requisitos según la norma europea	Niveles y clases	Notas Métodos de ensayo
Sub A.- Requisitos/características para revestimientos interiores			
Comportamiento frente al fuego		A1 y F	No precisa ensayo (Decisión 96/603/EEC, como enmienda)
Emisión de sustancias peligrosas (*) - Cesión de cadmio (**) - Cesión de plomo (**)	Véase anexo Q Véase anexo Q		
Resistencia a la flexión	Véase fuerza de rotura en tablas A.1, B.1, ..., L.1		UNE-EN ISO 10545-4
Adherencia	a) Para adhesivos cementosos: UNE-EN 12004, cláusula 4.1, tabla 1 b) Para adhesivos en dispersión: UNE-EN 12004, cláusula 4.2, tabla 2 c) Para adhesivos de resinas de reacción: UNE-EN 12004, cláusula 4.3, tabla 3 d) Para morteros: prEN 998-1		UNE-EN 1348, cláusula 8.2 UNE-EN 1324, cláusula 7.2 UNE-EN 12003, cláusula 7.2 UNE-EN 1015-12
Durabilidad			(1)
Sub B.- Requisitos/características para revestimientos exteriores			
Comportamiento frente al fuego		A1 y F	No precisa ensayo
Emisión de sustancias peligrosas (*)	Véase nota ZA.1		
Adherencia	a) Para adhesivos cementosos: EN 12004, cláusula 4.1, tabla 1 b) Para adhesivos en dispersión: EN 12004, cláusula 4.2, tabla 2 c) Para adhesivos de resinas de reacción: EN 12004, cláusula 4.3, tabla 3 d) Para morteros: prEN 998-1		UNE-EN 1348, cláusula 8.2 UNE-EN 1324, cláusula 7.2 UNE-EN 12003, cláusula 7.2 EN 1015-12
Resistencia al choque térmico (cuando sea relevante su consideración)	Véanse tablas A.1, B.1, ..., L.1		UNE-EN ISO 10545-9
Durabilidad			(1)
Resistencia al hielo/deshielo	Véase resistencia al hielo en tablas A.1, B.1, ..., L.1		UNE-EN ISO 10545-12

(*) En particular, las sustancias tóxicas y peligrosas definidas en la Directiva 76/769/EEC.

(**) Solamente para baldosas en contacto con alimentos o cuando sea exigido por una legislación nacional.

(1) NOTA: No se consideran métodos de ensayo de la durabilidad en baldosas destinadas a interiores, en cuanto que la experiencia de más de 50 años muestra que la durabilidad de las baldosas es la misma que la vida útil del edificio. En revestimientos exteriores, el único método de ensayo válido para controlar el producto es el relativo a la resistencia a ciclos de hielo/deshielo, pues permite evaluar la integridad de la baldosa; es decir, el mantenimiento de sus características.

EJEMPLOS DE MARCADO DE BALDOSAS CERÁMICAS

CE Año: 2004	Referencia a norma: UNE-EN 14411 Tipo de baldosa: extrudida Uso final: pavimentos interiores y exteriores	
Nombre y dirección del fabricante:		
Listado de características	Valores declarados	Método de ensayo
Reacción al fuego	Clase A1 _{fl}	No precisa ensayo (Decisión 96/603/EEC)
Fuerza de rotura	> N	UNE-EN ISO 10545-4
Resistencia al resbalamiento (coeficiente de fricción)	Declarar valor o NPD	Declarar método de ensayo
Resistencia al derrape (solo en exteriores de tránsito no peatonal)	Declarar valor o NPD	Declarar método de ensayo
Resistencia al hielo/deshielo	Supera ensayo	UNE-EN ISO 10545-12
Cesión de sustancias peligrosas (solo cuando se requiera) - Cesión de cadmio - Cesión de plomo	... mg/dm ² ... mg/dm ²	UNE-EN ISO 10545-15 UNE-EN ISO 10545-15

NPD: prestación no determinada

Ejemplo de etiqueta para baldosas cerámicas destinadas a pavimento según el anexo ZA de la UNE-EN 14411

CE Año: 2004	Referencia a norma: UNE-EN 14411 Tipo de baldosa: extrudida Uso final: pavimentos interiores y exteriores	
Nombre y dirección del fabricante:		
Listado de características	Valores declarados	Método de ensayo
Comportamiento frente al fuego	Clase A1	No precisa ensayo
Resistencia a la flexión	Carga de rotura:N Módulo de rotura:N/mm ²	UNE-EN ISO 10545-4
Adherencia	a) Para adhesivos cementosos: ...N/mm ² b) Para adhesivos en dispersión: ...N/mm ² c) Para adhesivos de resinas de reacción: ...N/mm ² d) Para morteros: ...N/mm ²	UNE-EN 1348, cláusula 8.2 (*) UNE-EN 1324, cláusula 7.2 (*) UNE-EN 12003,cláusula7.2 (*) EN 1015-12 (*)
Durabilidad: resistencia al hielo/deshielo	Supera el método de ensayo	UNE-EN ISO 10545-12
Cesión de sustancias peligrosas: - Cesión de cadmio - Cesión de plomo	... mg/dm ² ... mg/dm ²	UNE-EN ISO 10545-15 UNE-EN ISO 10545-15

(*) El ensayo se llevará a cabo con muestras extraídas de las baldosas de referencia,

Ejemplo de etiqueta para baldosas cerámicas destinadas a revestimiento según el anexo ZB de la UNE-EN 14411

REQUISITOS MÍNIMOS EXIGIDOS PARA CADA GRUPO DE PRODUCTO SEGÚN EN 14411													
GRUPO DE PRODUCTO													
CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA Y MÉTODO DE ENSAYO	CLASE O UNIDAD DE MEDIDA	AI _a	AI _b	AI _{a-1}	AI _{a-2}	AI _{b-1}	AI _{b-2}	AIII	BI _a	BI _b	BII _a	BII _b	BIII
		DIMENSIONES ISO 10545-2		Las tolerancias máximas admisibles están reflejadas en los cuadros 3 y 4									
		<ul style="list-style-type: none"> La tolerancia máxima de longitud y anchura en baldosas modulares debe permitir una junta de colocación entre 3 y 11 mm de anchura. La rectitud de lados y ortogonalidad no se contemplan en baldosas de lados curvos. 											
CALIDAD SUPERFICIAL ISO 10545-2	%	El 95% de las baldosas deberán estar libres de defectos visibles que puedan perjudicar el aspecto del recubrimiento cerámico											
ABSORCIÓN DE AGUA (E) • Media • Valor individual máx. ISO 10545-3	% en masa	≤0,5 0,6	≤3 3,3	3 < E ≤ 6 6,5	6 < E ≤ 10 11	>10	≤0,5 0,6	0,5 < E ≤ 3 3,3	3 < E ≤ 6 6,5	6 < E ≤ 10 11	>10	>10	(5)
FUERZA DE ROTURA • Grosor ≥ 7,5 mm • Grosor < 7,5 mm MÓDULO DE ROTURA (0) ISO 10545-4	N N/mm ²	≥1300 ≥600 28/21	≥1100 ≥600 23/18	≥950 ≥600 20/18	≥900 ≥900 17,5/15	≥750 ≥750 9/8	≥1300 ≥700 35/32	≥1100 ≥700 30/27	≥1000 ≥600 22/20	≥800 ≥500 18/16	≥600 ≥200 15/12 ⁽⁶⁾		
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN • Profunda para UGL ISO 10545-6 • Superficial para GL ⁽¹⁾ ISO 10545-7	mm ³ (máx.)	275	393	541	649	1062	175	175	345	540			
	Clase PEI y nº. de ciclos	INDICAR CLASE Y NÚMERO DE CICLOS					INDICAR CLASE Y NÚMERO DE CICLOS						
COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA LINEAL⁽²⁾ ISO 10545-8	°C ⁻¹ (K ⁻¹)	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE					MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE						

REQUISITOS MÍNIMOS EXIGIDOS PARA CADA GRUPO DE PRODUCTO SEGÚN EN 14411

CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA Y MÉTODO DE ENSAYO	CLASE O UNIDAD DE MEDIDA	GRUPO DE PRODUCTO														
		AI _a	AI _b	AII _{a-1}	AII _{a-2}	AII _{b-1}	AII _{b-2}	AIII	BI _a	BI _b	BII _a	BII _b	BIII			
RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO ⁽²⁾ ISO 10545-9	Sí/No	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE					MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE					MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE				
RESISTENCIA AL CUARTEO ⁽³⁾ BALDOSAS GL ISO 10545-11	Sí/No	SÍ														
RESISTENCIA AL HIELO ⁽²⁾ ISO 10545-12	Sí/No	DECLARAR RESULTADO	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE					SÍ	SÍ	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE						
RESISTENCIA AL RESBALAMIENTO		SE APLICARÁ EL MÉTODO DE ENSAYO Y SE ESPECIFICARÁN LOS RESULTADOS EN EL CASO DE QUE LA NORMA NACIONAL DEL PAÍS DE DESTINO DE LA BALDOSA ASÍ LO EXIJA														
EXPANSIÓN POR HUMEDAD ⁽²⁾ ISO 10545-10	mm/m	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE														
PEQUEÑAS DIFERENCIAS DE COLOR ⁽²⁾ ISO 10545-16		MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE														
RESISTENCIA AL IMPACTO ⁽²⁾ ISO 10545-5	Coefficiente de restitución	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE														
RESISTENCIA A LAS MANCHAS • De baldosas GL • De baldosas UGL ⁽²⁾ ISO 10545-14	Clases 5, 4, 3, 2 y 1	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE					MÍNIMO CLASE 3					MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE				

REQUISITOS MÍNIMOS EXIGIDOS PARA CADA GRUPO DE PRODUCTO SEGÚN EN 14411

CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA Y MÉTODO DE ENSAYO	CLASE O UNIDAD DE MEDIDA	GRUPO DE PRODUCTO											
		AI _a	AI _b	AI _{e-1}	AI _{e-2}	AI _{b-1}	AI _{b-2}	AIII	BI _a	BI _b	BII _a	BII _b	BIII
RESISTENCIA QUÍMICA <ul style="list-style-type: none"> • A bajas concentraciones de ácidos y álcalis • A altas concentraciones • A productos domésticos de limpieza y sales para piscinas <ul style="list-style-type: none"> • En baldosas GL • En baldosas UGL ⁽⁴⁾ ISO 10545-13		EL FABRICANTE ESTÁ OBLIGADO A DECLARAR EL RESULTADO DEL ENSAYO	EL FABRICANTE ESTÁ OBLIGADO A DECLARAR EL RESULTADO DEL ENSAYO	EL FABRICANTE ESTÁ OBLIGADO A DECLARAR EL RESULTADO DEL ENSAYO									
	Clases A, B y C	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE									
CESIÓN DE PLOMO Y CADMIO ISO 10545-15	mg/dm ²	MÍNIMO CLASE B (ligera pérdida de aspecto) GB MÍNIMO CLASE B (ligera pérdida de aspecto) UB	MÍNIMO CLASE B (ligera pérdida de aspecto) GB MÍNIMO CLASE B (ligera pérdida de aspecto) UB	MÍNIMO CLASE B (ligera pérdida de aspecto) GB MÍNIMO CLASE B (ligera pérdida de aspecto) UB									
		MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE	MÉTODO DE ENSAYO DISPONIBLE									

(0) No se aplica en baldosas con carga de rotura $F \geq 3.000$ N.

(1) Para baldosas GL destinadas a pavimento, EN 14411 remite al anexo N (de carácter informativo) para sugerir la clase de resistencia a la abrasión superficial según el nivel de tránsito y la aportación de material abrasivo (puede consultar el apartado dedicado a la resistencia a la abrasión superficial, clasificación de las baldosas según el anexo N de EN 14411).

(2) EN 14411 remite al Anexo P (de carácter informativo) sobre recomendación de niveles según el destino de la baldosa, con el fin de superar la indefinición que supone indicar en esta tabla "Método de ensayo disponible" como único "requerimiento" para el grupo de producto correspondiente.

(3) EN 14411 advierte que algunos efectos decorativos tienen tendencia a cuartear. El fabricante, si informa de este "efecto" no está obligado a superar el ensayo.

(4) Si el color, entendido como tono o matiz es "ligeramente diferente" no se considera que ha existido ataque químico.

(5) Si el valor medio de capacidad de absorción de agua es superior al 20%, el fabricante debe declarar su valor. El valor mínimo individual de cada baldosa no será inferior a 9%.

(6) Para baldosas BIII propone unos mínimos para el módulo de rotura según el grosor nominal de la baldosa: 12 N/mm² para baldosas de $e \geq 7,5$ mm y 15 N/mm² para $e < 7,5$ mm.

DESVIACIONES MÁXIMAS DE LONGITUD Y ANCHURA PERMITIDAS SEGÚN EN 14411

TIPO DE PRODUCTO		DIMENSIÓN M	DIMENSIÓN W	MEDIDA MEDIA 10 BALDOSAS	COMENTARIOS
AI_a P, AI_b P		junta de 3-11 mm	±1% / máx. ±2 mm	± 1 %	W-N ≤ ± 3 MM
AI_a N, AI_b N		“ ”	±2% / máx. ±4 mm	± 1,5 %	“ ”
AII_{a-1} P		“ ”	±1,25% / máx. ±2 mm	± 1 %	“ ”
AII_{a-1} N		“ ”	±2% / máx. ±4 mm	± 1,5 %	“ ”
AII_{a-2} P		“ ”	±1,5% / máx. ±2 mm	± 1,5 %	“ ”
AII_{a-2} N		“ ”	±2% / máx. ±4 mm	± 1,5 %	“ ”
AII_{b-1} P AII_{b-2} P AIII P		“ ”	±2% / máx. ±2 mm	± 1,5 %	“ ”
AII_{b-1} N AII_{b-2} N AIII N		“ ”	±2% / máx. ±4 mm	± 1,5 %	“ ”
BI_a BI_b BII_a BII_b	S ≤ 90	junta de 2-5 mm	± 1,2 %	± 0,75 %	W-N ≤ 2% máx. ± 5 mm
	90 < S ≤ 190	“ ”	± 1 %	± 0,5 %	“ ”
	190 < S ≤ 410	“ ”	± 0,75 %	± 0,5 %	“ ”
	S > 410	“ ”	± 0,6 %	± 0,5 %	“ ”
S: superficie baldosas en cm²		“ ”	± 0,6 %	± 0,5 %	“ ”
BIII SIN ESPACIADORES		“ ”	± 0,75 %	± 0,5 %	W-N ≤ 2 mm
L ≤ 12 CM		“ ”	± 0,50 %	± 0,3 %	“ ”
L > 12 CM		“ ”	± 0,50 %	± 0,3 %	“ ”
BIII CON ESPACIADORES		“ ”	---	---	“ ”
L ≤ 12 CM		“ ”	---	---	“ ”
L > 12 CM		“ ”	+ 0,6 % // - 0,3 %	± 0,25 %	“ ”
Solo para baldosas GL		“ ”	+	± 0,25 %	“ ”

M hace referencia al formato modular (múltiplos y divisores de 100). No se usa en Europa.

W es el formato de fabricación, expresado como longitud x anchura x grosor y expresado en milímetros.

P la hemos introducido para designar baldosas de precisión.

N la hemos introducido para designar baldosas naturales.

P y **N** no están reconocidas con códigos en la norma.

Con **N** también se designa el formato nominal de la baldosa, en centímetros.

DESVIACIONES MÁXIMAS DE GROSOR, RECTITUD DE LADOS,
ORTOGONALIDAD Y PLANITUD SUPERFICIAL SEGÚN EN 14411

Tipo de producto	Grosor	Rectitud de lados	Ortogonalidad	Planitud Superficial		
				Curvatura		Alabeo
				Central	Lateral	
AI_a P, AI_b P	± 10 %	± 0,5 %	± 1 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,8 %
AI_a N, AI_b N	± 10 %	± 0,6 %	± 1 %	± 1,5 %	± 1,5 %	± 1,5 %
AII_{a-1} P	± 10 %	± 0,5 %	± 1 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,8 %
AII_{a-1} N	± 10 %	± 0,6 %	± 1 %	± 1,5 %	± 1,5 %	± 1,5 %
AII_{a-2} P	± 10 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %	± 1,5 %
AII_{a-2} N	± 10 %	± 1 %	± 1 %	± 1,5 %	± 1,5 %	± 1,5 %
AII_{b-1} P AII_{b-2} P AIII P	± 10 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %	± 1,5 %
AII_{b-1} N AII_{b-2} N AIII N	± 10 %	± 1 %	± 1 %	± 1,5 %	± 1,5 %	± 1,5 %
BI_a S ≤ 90 ⁽¹⁾	± 10 %	± 0,75 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %
BI_b 90 < S ≤ 190	± 10 %	± 0,5 %	± 0,6 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %
BII_a 190 < S ≤ 410	± 5 %	± 0,5 %	± 0,6 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %
BII_b S > 410	± 5 %	± 0,5 %	± 0,6 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %
BIII⁽²⁾ SIN ESPACIADORES	± 10 %	± 0,3 %	± 0,5 %	+ 0,5 % - 0,3 %	+ 0,5 % - 0,3 %	± 0,5 %
BIII⁽²⁾ S ≤ 250 CON ESPACIADORES	± 10 %	± 0,3 %	± 0,3 %	+ 0,8 % - 0,2 %	+ 0,8 % - 0,2 %	± 0,5 mm
BIII⁽²⁾ S > 250 CON ESPACIADORES	± 10 %	± 0,3 %	± 0,3 %	+ 0,8 % - 0,2 %	+ 0,8 % - 0,2 %	± 0,75 mm

(1) S: superficie baldosas en cm².

(2) Sólo para baldosas **GL**.

LA CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES RESPECTO AL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO, SEGÚN UNE-EN 13501-1

Esta amplia norma, publicada en febrero de 2002, recoge en su primera parte la clasificación de los materiales, con su correspondiente codificación, a partir de los datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego. Incluye definición de términos y símbolos, métodos de ensayo, principios para la preparación de ensayos y muestras, ensayo de materiales según se apliquen o no a suelos, criterios y presentación de la clasificación.

Los métodos de ensayo previstos en la norma abarcan:

- El **ensayo de no combustibilidad** (según prEN ISO 1182), para identificar los materiales que no contribuirán a la propagación de un incendio o que lo harán de manera poco importante. Es un ensayo pertinente para las clases A1, A2, A1_{fl} y A2_{fl}.

- El **ensayo de determinación del calor de combustión** (según prEN ISO 1716), que determina el máximo desprendimiento de calor de un producto cuando se quema por completo, independientemente de su uso final. Es adecuado para las mismas clases que el ensayo anterior.
- El **ensayo de un único objeto ardiendo** (según UNE-EN 13823), que evalúa la contribución potencial de un producto al desarrollo de un fuego, bajo una situación de fuego que simula un único objeto ardiendo en una esquina de una habitación cerca de ese producto. Se debe aplicar las clases A2, B, C y D; también para la clase A1 en algunos casos.
- El **ensayo de inflamabilidad** (según prEN ISO 11925-2), que evalúa la inflamabilidad de un producto expuesto a una llama pequeña. Se aplica para las clases B, C, D, E, Bfl, Cfl, Dfl, y Efl.
- El **ensayo de comportamiento de revestimientos de suelos mediante una fuente de calor radiante** (según prEN ISO 9239-1), que determina el flujo radiante crítico bajo el cual no se propagan las llamas sobre una superficie horizontal. Se aplica para otorgar las clases A2_{fl}, B_{fl}, C_{fl} y D_{fl}.

La norma incorpora sendas tablas que recogen las clases, los requisitos exigidos para cada clase, así como clasificaciones adicionales en algunos parámetros, y los métodos de ensayo aplicados para evaluar dichos requisitos. La clasificación y los códigos se aplican sobre todo tipo de materiales de construcción, excluidos los destinados a revestimiento de suelos (tabla 1), y los destinados a revestimiento de suelos (tabla 2). Aportamos aquí una descripción cualitativa de los diferentes códigos.

La segunda parte de la norma (UNE-EN 13501-2) está dedicada a la caracterización y clasificación de los elementos constructivos respecto a su comportamiento ante el fuego, de acuerdo con un ensayo de **resistencia al fuego**, que serán de aplicación a los recubrimientos rígidos modulares si asumen funciones de protección de elementos portantes o como membranas de separación.

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, EXCEPTO LOS DESTINADOS A REVESTIMIENTO DE SUELOS, SEGÚN SU REACCIÓN FRENTE AL FUEGO (UNE-EN 13501-1)	
Clase	Descripción
F	Productos para los que no se han determinado comportamientos de reacción al fuego o que no se pueden clasificar en una de las clases A1, A2, B, C, D o E .
E	Productos capaces de resistir, durante un periodo breve, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca propagación sustancial de la llama.
D	Productos que satisfacen los criterios correspondientes a la clase E y que son capaces de resistir, durante un período más largo, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca una propagación sustancial de la llama. Además, también deben ser capaces de soportar el ataque térmico por un único objeto ardiendo con un retraso suficiente y con un desprendimiento de calor limitado.
C	Como la clase D , pero satisfaciendo requisitos más estrictos. Además, bajo el ataque térmico por un único objeto ardiendo tienen que ofrecer una propagación lateral de la llama limitada.
B	Como la clase C , pero satisfaciendo requisitos más estrictos.
A2	Tienen que satisfacer los mismos criterios que la clase B según la norma UNE-EN 13823. Además, en condiciones de fuego totalmente desarrollado, estos productos no deben contribuir de manera importante a la carga de fuego y al crecimiento de este.
A1	Los productos de la clase A1 no contribuirán en ninguna fase del fuego incluida la correspondiente al fuego totalmente desarrollado. Por esta razón, se supone que son capaces de satisfacer automáticamente todos los requisitos de todas las clases inferiores.
Clasificación adicional según la producción de humo	
s3	No se requiere ninguna limitación de la producción de humo.
s2	La producción total de humo, así como la velocidad de aumento de la producción de humo están limitadas.
s1	Se satisfacen criterios más estrictos que los de la clase s2 .
Clasificación adicional según la producción de gotas/partículas	
d2	No hay limitaciones.
d1	No se producen gotas/partículas en llamas con persistencia superior a un periodo dado.
d0	No se producen gotas/partículas en llamas.
CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DESTINADOS AL REVESTIMIENTO DE SUELOS, SEGÚN UNE-EN 13501-1	
F_{fi}	Productos para los que no se ha determinado comportamiento de reacción al fuego o que no se pueden clasificar en una de las clases A1_{fi}, A2_{fi}, B_{fi}, C_{fi}, D_{fi} o E_{fi} .
E_{fi}	Productos capaces de resistir una llama pequeña.
D_{fi}	Productos que satisfacen los requisitos de la clase E_{fi} y que además son capaces de resistir, durante un periodo determinado, un ataque de flujo de calor.
C_{fi}	Como la clase D_{fi} , pero satisfaciendo requisitos más estrictos.
B_{fi}	Como la clase C_{fi} , pero satisfaciendo requisitos más estrictos.
A2_{fi}	Productos que satisfacen los mismos requisitos que la clase B_{fi} en relación con el flujo de calor. Además, en condiciones de fuego totalmente desarrollado, estos productos no contribuirán de manera importante a la carga de fuego y al crecimiento de este.
A1_{fi}	Los productos de la clase A1_{fi} no contribuirán en ninguna fase del fuego, incluida la correspondiente al fuego totalmente desarrollado. Por esta razón, se supone que son capaces de satisfacer automáticamente todos los requisitos de todas las clases inferiores.
Clasificación adicional según la producción de humo	
s2	No hay ningún límite.
s1	La producción total de humo está limitada.

Léxico Técnico

- **Adhesivos estructurales:** aquellos que presentan alta fuerza cohesiva sobre adherentes también bien cohesionados, mayor a **6,9 MPa** a temperatura ambiente. Suelen ser termoestables, polares si son compuestos orgánicos y de alta energía superficial. Son los basados en resinas acrílicas, epoxi y uretano con una temperatura curado de 25 °C, (otros tipos tienen una temperatura de curado muy superior).
- **Adhesivos RBA:** adhesivos basados en polímeros elastoméricos, que tienen unas características y comportamiento intermedio entre los adhesivos sensibles a la presión (PSA) y los adhesivos estructurales.
- **Alabeo:** desviación de un vértice de la baldosa, por arriba o por abajo, respecto al plano teórico definido por sus otros vértices.
- **Baldosa rectificada:** baldosa sometida a un proceso mecánico de corte de sus cuatrolados, normalmente acompañado de un biselado de la arista superior, para acotar sus dimensiones a precisiones cercanas a ± 1 mm, con la finalidad de consentir una colocación sin junta. Se aplica a grandes formatos, tanto en baldosas altamente gresificadas (BI_a, BI_b, AI) como en baldosas porosas y vidriadas (BIII). En baldosas vidriadas, el corte supone una amputación del acabado romo del vidriado y, en consecuencia, el canto vivo resultante está expuesto a desconchados en la manipulación y colocación. Además, las desviaciones de escuadra en el giro de 90° que experimentan las baldosas en el corte de los lados, dos a dos, puede dar lugar a desviaciones importantes de ortogonalidad.
- **Bizcocho:** cuerpo cerámico de arcilla sin revestir con un vidriado o engobe, presentando la coloración natural de la pasta cerámica una vez conformada, secada y cocida.
- **Coefficiente de Poisson:** en la deformación por compresión o por tracción, el acortamiento o alargamiento del material viene acompañado de variaciones en su grosor, medido a través de la sección del material ensayado. Las variaciones relativas del radio de esa sección del material y de su longitud son siempre una constante menor que la unidad para cada tipo de material y que recibe el nombre de *coeficiente de Poisson* ($\sigma = -1/r \cdot \Delta r/\Delta l$, en que **r** es el radio de la varilla de material ensayado, Δr su variación e Δl la variación de longitud de la varilla).
- En el cálculo de la deformación por cizalladura o torsión intervienen tanto el coeficiente de Poisson como el módulo de Young, a través del módulo de rigidez $\mu = E/2(1 + \sigma)$.
- **Cuarteo diferido:** fisuración de un vidriado en una baldosa cerámica, que aparece con el tiempo, una vez instalada, por contraste con el **cuarteo inmediato** que se manifiesta después del proceso de fabricación o tras el ensayo de resistencia según UNE-EN ISO 10545-11.
- **Curvatura lateral:** desviación del centro de la arista de una baldosa respecto a la línea recta teórica que pasa por los vértices de esa arista.
- **Deformabilidad:** capacidad de un material para variar sus dimensiones, como consecuencia de absorber energía, sin que se destruya su estructura ni varíen sus características mecánicas. Propiedad especial de los adhesivos cementosos **C** según UNE-EN 12004, y de los materiales de rejuntado cementosos **CG**, según UNE-EN 13888, evaluada a través del método de ensayo contemplado en la norma UNE-EN 12002 (medida de la *deformación transversal*).
- **Deformación transversal:** deflexión o flecha en el centro de la lámina de material, apoyada en dos puntos, al aplicar una fuerza creciente en ese centro, hasta la rotura o fisuración de la lámina. Se mide a través del método de ensayo contemplado en la norma UNE-EN 12002 y el resultado se expresa en milímetros.
- **Endurecimiento:** tiempo para que un mortero o adhesivo desarrolle sus características finales y, entre ellas, su resistencia mecánica.
- **Engobe:** revestimiento arcilloso que incorpora, en mayor o menor medida, una frita o vidriado, y que se aplica sobre el cuerpo cerámico o bizcocho para ocultar su color y, en muchos casos, para conferir impermeabilidad superficial.
- **Fluencia:** deformación de un material plástico producida por una fatiga superior al límite elástico del material, que le produce un cambio permanente de su forma. También llamada deformación plástica.
- **Garbancillo (gravín):** piedra triturada o de aluvión, de tamaño alrededor de $\varnothing 5$ mm, suministrada lavada para rellenos, hormigones y *colocación al tendido* de baldosas cerámicas en solados.
- **Higrotérmico:** variación dimensional de una baldosa por acción combinada de cambios térmicos y en la humedad del material y del ambiente.
- **Maduración:** característica en fresco de los morteros y adhesivos aditivados con resinas, asociada al **tiempo de reposo** que debe transcurrir entre el final de la operación de mezcla y el momento en que está listo para su uso. En esta monografía hemos utilizado este término también para describir el proceso de endurecimiento de un mortero de cemento y/o cal.
- **Módulo de Young:** en la deformación por tracción, en la que la magnitud deformada es la longitud. Según la ley de Hook, representa la fuerza por unidad de superficie necesaria para producir un alargamiento igual a la longitud inicial y se expresa en unidades de presión (Pa, N/mm², Kp/cm²,). Es una característica del material que interviene como constante en la expresión matemática de la ley de Hook ($\Delta l/l_0 = 1/E \cdot F/S$), en que Δl es el aumento de longitud de una probeta de longitud inicial l_0 y sección **S**, al aplicar una fuerza de tracción **F**.
- **Mortero de receta:** mortero realizado en proporciones predeterminadas de sus componentes y cuyas propiedades son consecuencia de esa proporción de sus constituyentes.
- **Mortero industrial:** mortero dosificado y mezclado en fábrica. Puede ser seco, requiriendo tan sólo la adición de agua, o *fresco*, ya amasado, que se suministra listo para su uso.
- **Permeabilidad al vapor de agua:** capacidad de difusión del vapor de agua a través de un material en condiciones estacionarias, por unidad de superficie y grosor del material y unidad de diferencia de presión de vapor de agua entre sus caras.
- **Puente de unión:** mortero o adhesivo aplicado en capa fina o muy delgada, en un sistema pluriestrato, para consentir la adherencia entre dos materiales, en que al menos uno de ellos es incompatible con la adherencia alcanzada con un mortero de cemento o cal.
- **Retracción:** reducción de volumen de un aglomerado de cemento durante su endurecimiento, consecuencia de los procesos de secado e hidratación del cemento y/o cal. En capas intermedias (nivelación, enfoscados, etc.) interesan tanto las variaciones de longitud y anchura como las de planitud, por endurecimiento diferencial.
- **Temperatura de transición del vidrio (Tg):** en una resina polimérica, representa la temperatura en la que deja de tener un comportamiento elástico lineal (ley de Hook) para pasar a un comportamiento plástico (deformación no proporcional a la fuerza aplicada). Por debajo de **Tg** el polímero tiene un comportamiento rígido, por encima de la temperatura **Tg** se vuelve primero correoso y después elastómero.
- **Tiempo de fraguado:** tiempo a partir del cual el mortero o adhesivo empieza a endurecer. A partir de ese momento el material es poco sensible al agua.
- **Tixotrópico:** referido al comportamiento de algunos fluidos, al decrecer su viscosidad al aplicar una fuerza y volver a su valor original al cesar esta. En los morteros se reconoce por la variación de consistencia bajo la acción de una fuerza de agitación. En los adhesivos se reconoce por la fluidez al posicionar la baldosa sobre el material y desplazarla, cesando esa fluidez cuando acaba el desplazamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Adhesion and Adhesives Technology. An Introduction.* ALPHONSUS V. POCIUS. 2ª edición 2002. Carl Hanser Verlag, Munich. ISBN 3-446-21731-2
- Handbook of polymer-modified concrete and mortars. Properties and process technology.* YOSHIHIKO OHAMA. 1ª edición 1995. Noyes Publications. New Jersey, EE.UU. ISBN 0-8155-1358-5
- Adhesivos para baldosas cerámicas modificados con polvos redispersables VINNAPAS™.* HERMANN LUTZ. Documento divulgativo publicado por Wacker Polymer Systems GmbH & Co. (2001)
- Colocación de gres porcelánico con adhesivos para baldosas cerámicas modificados con polvos poliméricos con capacidad de redispersión VINNAPAS™.* HARDY HEROLD. Wacker Química Ibérica, S.A. (2001)
- Norma española UNE-EN 12004. Adhesivos para baldosas cerámicas. Definiciones y especificaciones.* ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, AENOR. Septiembre, 2001
- Guía electrónica de la tecnología de colocación de baldosas cerámicas.* INSTITUTO DE PROMOCIÓN CERÁMICA (DIPUTACIÓN DE CASTELLÓN). Editada en CD-ROM, 1998
- Trowel and Error.* Vídeo de la NTCA (National Contractor's Association). EE.UU. Información en www.tile-assn.com
- Comparison between adhesive coverage by traditional notched & Sabre tooth trowel.* G. QUICK. CSIRO, Melbourne, Australia, 1997
- Alcanzando una cobertura del 100% del adhesivo, un planteamiento a lo ancho de la industria.* COLIN CASS. Sydney Institute of Tafe, Sydney, Australia. Actas del Congreso QUALICER 2004, Tomo III, págs. 109-119. ISBN 84-95931-08-7
- Manual para el uso de la piedra en arquitectura.* FERNANDO LÓPEZ, JOSEBA ESCRIBANO y GREGORIO NIEVES. Informstone Technic & Business, S.L. (IT&B, S.L.), Bilbao. 1ª Edición, 1997. ISBN 84-607-1937-5
- Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos.* XAVIER CASANOVAS, CÉSAR VIGUERA. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. 1ª edición, 1997. ISBN 84-87104-29-0
- La colocación de los materiales pétreos.* Cuaderno Técnico. ANFAPA, 2004
- Norma española UNE-EN 13888. Materiales de rejuntado para baldosas cerámicas. Definiciones y especificaciones.* ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, AENOR. Enero, 2003
- Handbook for ceramic tile installation.* THE TILE COUNCIL OF AMERICA, EE.UU., 2003
- AS 3958.1-1991.** *Ceramic Tiles. Part 1: Guide to the installation of ceramic tiles.* **AS 3958.2-1992.** *Part 2: Guide to the selection of a ceramic tiling system.* STANDARDS AUSTRALIA. Sydney, New South Wales, Australia
- BS 5385.** *Partes 1-5. Diseño e instalación de baldosas cerámicas, piedra natural y mosaico.* BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI), Londres, Reino Unido
- Revestimientos exteriores con adherencia directa de azulejos cerámicos, piedra y ladrillos caravista. Manual de diseño técnico.* RICHARD P. GOLDBERG. Laticrete International, Inc. Vilmy Montanari, Italia, 1998
- Lesiones de solados y alicatados. Causas y reparación.* HANS PRÖPSTER. Tomos I y II. Ediciones CEAC, Barcelona. ISBN 84-329-2002-9 (tomo I, 1980), ISBN 84-329-2007-X (1983). 1ª edición
- Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos.* JUAN MONSO CARRIO. Editorial Munilla-Lería, Madrid. 2ª edición, 1997. ISBN 84-89150-12-5
- Aprendiendo de los errores. La correcta elección de los productos.* Prof. M. SCHNELL. Universidad de Ciencias Aplicadas de Augsburgo (Alemania). Jornada Técnica de ANFAPA MBT. Madrid, 20.11.2003
- "Los pavimentos y revestimientos cerámicos. Una revisión de los métodos de colocación en capa gruesa". F. GARCÍA OLMOS, J. PÉREZ NAVARRO. Revista Contart/Bia, pág. 46-53
- Fallos en los pavimentos cerámicos.* LUIGI PUCE. Boletín del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, nº. 23, diciembre de 2002, pág. 19-21



**Asociación Nacional
de Fabricantes
de Morteros Industriales**

Sabino de Arana, 32 08028 Barcelona
Tel. 93 490 01 74 Fax. 93 411 24 07
mail@anfapa.com www.anfapa.com

