

---

## **Proyecto MULTI CERAM – E2**

### **Descripción de los sistemas propuestos para particiones horizontales.**

---

*IMDEEA/2018/6*

28 de diciembre de 2018

Convocatoria de ayudas del Instituto Valenciano de Competitividad (IVACE) dirigida a centros tecnológicos de la Comunidad Valenciana para el ejercicio 2018. Proyecto apoyado por el IVACE (Generalitat Valenciana) y cofinanciado en un 50% por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunidad Valenciana 2014-2020 con número de expediente IMDEEA/2018/6

## ÍNDICE

<b>1. Descripción del entregable.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Objetivos específicos.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Definición de los criterios de diseño (Tarea 2.1).....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Exigencias reglamentarias.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. Forjado .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3. Soleras de hormigón .....</b>	<b>6</b>
<b>3.4. Capas de recrecio y/o reparto de cargas .....</b>	<b>7</b>
<b>3.5. Capas de desolidarización .....</b>	<b>9</b>
3.5.1. <i>Recreado desolidarizado.....</i>	9
3.5.2. <i>Capa de desolidarización en contacto con el revestimiento cerámico .....</i>	9
<b>3.6. Aislamiento térmico y acústico .....</b>	<b>10</b>
<b>3.7. Impermeabilización .....</b>	<b>10</b>
<b>3.8. Superficie de colocación de las baldosas.....</b>	<b>11</b>
3.8.1. Nivelación, cota de entrega y planitud .....	12
3.8.2. Absorción/succión de agua .....	12
3.8.3. Textura superficial .....	13
3.8.4. Cohesión.....	14
3.8.5. Comportamiento frente al agua/humedad .....	15
<b>3.9. Material de agarre .....</b>	<b>16</b>
<b>3.10. Material de rejuntado .....</b>	<b>18</b>
<b>3.11. Baldosas cerámicas.....</b>	<b>18</b>
3.11.1. Exigencias mecánicas .....	19
3.11.2. Resistencia al deslizamiento .....	19
3.11.3. Resistencia química .....	20
3.11.4. Características dimensionales.....	20
<b>3.12. La junta de colocación .....</b>	<b>20</b>
<b>3.13. Juntas de movimiento .....</b>	<b>21</b>
3.13.1. Juntas estructurales .....	22
3.13.2. Juntas perimetrales .....	23
3.13.3. Juntas intermedias .....	23

<b>3.14. Criterios de diseño de la superficie de colocación .....</b>	<b>25</b>
3.14.1. Nivelación, cota de entrega y planitud .....	25
3.14.2. Absorción/succión de agua .....	25
3.14.3. Textura superficial .....	26
3.14.4. Cohesión .....	26
3.14.5. Comportamiento frente al agua/humedad.....	26
3.14.6. Humedad residual del soporte.....	27
3.14.7. Presencia de materiales extraños contaminantes.....	27
<b>3.15. Regularidad dimensional del acabado del sistema cerámico.....</b>	<b>27</b>
<b>4. Estudio materiales existentes para cada capa del sistema. Identificación de sistemas existentes y selección de sistemas a evaluar (Tarea 2.2).....</b>	<b>28</b>
<b>4.1. Relación de sistemas cerámicos para particiones horizontales. ....</b>	<b>30</b>
4.1.1. Sistemas cerámicos para particiones horizontales en obra nueva.....	30
4.1.2. Sistemas cerámicos para particiones horizontales en reforma. ....	32
<b>5. Propuesta de sistemas según los criterios de diseño (Tarea 2.3).....</b>	<b>35</b>
5.1.1. Pavimento sobre forjado estable con solera nivelada de mortero. (ON1) .....	36
5.1.2. Pavimento sobre forjado estable con calefacción radiante. (ON4).....	37
5.1.3. Pavimento sobre forjado sobre desolidarización con mortero tradicional. (ON7) .....	38
5.1.4. Pavimento sobre pavimento existente (cerámica, terrazo, piedra). (R1).....	40
5.1.5. Pavimento sobre pavimento existente de madera. (R5) .....	41
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>42</b>

## 1. Descripción del entregable

Este entregable corresponde al paquete de trabajo nº2 del proyecto, “Diseño sistemas cerámicos para particiones horizontales”. En el que se pretende identificar los aspectos a tener en cuenta para el diseño de los sistemas constructivos para particiones horizontales (suelos) actuales y en los que se utiliza como recubrimiento, dermis o capa superficial o exterior, baldosas cerámicas. El trabajo se limita a suelos interiores, es decir, en edificios, tanto de uso público como privado. Así mismo, aplica a los sistemas utilizados tanto en obra nueva como en rehabilitación.

La definición de los criterios de diseño se desarrolla en base a la información obtenida en el paquete 1 del proyecto.

Así mismo, en base a los criterios de diseño identificados, se definirán los sistemas cerámicos que cumplen con las características de diseño. Posteriormente se elegirán aquellos más representativos para evaluarlos en el proyecto.

## 2. Objetivos específicos

- Identificar los criterios de diseño de los sistemas cerámicos para particiones horizontales
- Concretar los sistemas cerámicos a evaluar en función de los criterios de diseño establecidos

## 3. Definición de los criterios de diseño (Tarea 2.1)

Tomando como punto de partida la información obtenida en el paquete 1, se concretan los criterios a tener en cuenta para el diseño de los sistemas cerámicos para particiones horizontales. Estos criterios se desarrollan para cada una de las capas y elementos que intervienen en el sistema.

Se contemplan todas las posibles capas y elemento del sistema sin tener en cuenta las restricciones que en el apartado 4 de este documento se especifican en los sistemas a evaluar.

Las variables del sistema en conjunto a evaluar son:

### Características mecánicas

- Deformabilidad bajo carga
  - ✓ Compresión: capacidad resistente frente a tensiones por reducción del volumen debido a cargas sobre el sistema, que está asentado en una solera rígida
  - ✓ Flexión: capacidad resistente frente a tensiones por encontrarse el sistema asentado sobre puntos concretos y no sobre una superficie continua. En el caso que nos ocupa puede aparecer cuando el sistema se encuentra instalado sobre un forjado que ha flejado por soportar mucho peso o por estar las columnas de apoyo excesivamente separadas.
- Deformabilidad sin carga
  - ✓ Deformación: capacidad resistente frente a tensiones que en el caso que nos ocupa pueden tener sentido si el sistema cerámico se utiliza en rehabilitación sobre soportes flexibles (caso de colocar baldosas sobre madera, lo que está ocurriendo actualmente en estados Unidos).
  - ✓ Movimientos de origen térmico e higrométrico: alteraciones en el sistema (bien dimensionales, o aparición de fisuras o despegues de las baldosas), debido a efectos derivados de los cambios de temperatura (materiales con diferente coeficiente de dilatación pueden provocar roturas de las unión adhesiva por tensiones de cizalladura) o bien por exceso de

humedad, que puede provocar cambios dimensionales o en la estructura de algunos materiales.

- ✓ Contracción de maduración y/o química: La contracción de maduración es la reducción dimensional debido a la maduración de las capas que llevan cemento. La carbonatación del hormigón provoca oxidación del acero de las armaduras con aumento de volumen. Sí es muy interesante la contracción de maduración.

- Resistencia al impacto

- ✓ Cuerpos duros: evaluación del comportamiento del sistema frente a agresiones derivadas del contacto brusco de objetos rígidos y no excesivamente grandes
- ✓ Cuerpos blandos: evaluación del comportamiento del sistema frente a agresiones derivadas del contacto brusco de objetos de cierto tamaño y capaces de deformarse al entrar en contacto con la superficie cerámica

### Interacción entre capas

- Cohesión: la cohesión se puede entender de dos maneras. Una como fuerza de adhesión entre el adhesivo y las capas que debe unir y otra como la textura de la superficie de cada capa (sin elementos sueltos o disgregados), que facilita la adherencia de las diferentes capas. En el caso de una capa mal cohesionada, se suelen poner imprimaciones superficiales.
- Regularidad: planitud de la superficie de una capa, en caso de no tener suficiente regularidad, se suelen poner capas que permitan regularizar la superficie
- Compatibilidad química: el contacto de materiales químicamente no compatibles con el adhesivo (impermeabilizaciones líquidas, materiales fonoaislantes de baja compresibilidad, materiales de las capas de drenaje o desolidarización, imprimaciones tapaporos o cohesionantes) pueden debilitar la unión adhesiva

## **3.1. Exigencias reglamentarias**

Cada sistema constructivo se debe diseñar de forma que sus prestaciones satisfagan las exigencias para el uso al que se destine; además, debe cumplir las exigencias reglamentarias que sean de aplicación.

En obras de edificación en las que sea de aplicación el Código Técnico de la Edificación, los sistemas con la solución de revestimiento cerámico para particiones horizontales interiores, deben cumplir las siguientes exigencias básicas: SE-1, SE-2 SUA-1, SUA-7, HE-0, HE-1, HR.

## **3.2. Forjado**

En las estructuras de hormigón, metálicas o de madera, se debe considerar los movimientos debidos a la deformabilidad por el peso propio, las cargas de uso y las vibraciones. Consideramos los casos de forjado unidireccional de hormigón y de forjado reticular.

Para forjados unidireccionales se considera un sistema de máxima estabilidad o mínima deformabilidad cuando las cargas de uso no son superiores a 2 kN/m<sup>2</sup> para la carga uniforme y 2 kN/m para la carga máxima concentrada y las flechas activas (flecha que se produce en un elemento estructural cuando se inicia la construcción de otro elemento constructivo) máximas no superan los 5 mm.

Un sistema de media estabilidad o deformabilidad, es aquel en que la flecha activa máxima es de 10 mm o inferior siempre considerando que está sometido a las cargas de uso características de uso residencial, indicadas den el párrafo anterior.

Si se trata de un sistema de baja estabilidad o alta deformabilidad, se contemplan cargas de uso en edificación residencial superiores a las indicadas, así como flechas activas superiores a 10 mm

Para forjados reticulares, la máxima estabilidad y mínima deformabilidad requiere cargas de tabiquería no superiores a 5 kN/m<sup>2</sup> ni cerramientos con carga superior a 7 kN/m, sobrecargas de uso no superiores a 5 kN/m<sup>2</sup> y flechas activas inferiores a 5 mm.

Media estabilidad o media deformabilidad se considera el forjado reticular con cargas de cerramiento, tabiquería y sobrecargas de uso no superiores a las reseñadas en el párrafo anterior y con flechas activas superiores a 5 mm e inferiores a 10 mm.

Las condiciones de baja estabilidad y alta deformabilidad por cargas se corresponden con sobrecargas de uso superiores a 5 kN/m<sup>2</sup> y/o cargas puntuales superiores a 7 kN.

Si tenemos en cuenta la retracción, la estabilidad de los soportes estructurales horizontales puede establecerse de la siguiente manera:

- Estables o de bajos movimientos esperados: elementos constructivos estructurales en base a conglomerados de cemento a partir de los seis meses de edad.
- Ligeramente Inestables o de medios movimientos esperados, pero todavía compatibles con una colocación por adherencia directa con adhesivos deformables:
  - o Los forjados con edades superiores a 4 meses o 2 meses si la maduración ha tenido lugar en ambiente húmedo (HR>75%)
  - o Las soleras de hormigón con edad inferior a 6 meses, pero humedad superficial inferior al 1% (medida con higrómetro de carburo)
- Inestables o con altos movimientos previsibles, todos los soportes que no cumplen los condicionantes anteriores, y para los que no es recomendable la colocación por adherencia directa sobre el soporte.

Cuando no se cumplan las condiciones de estabilidad, sus efectos negativos se pueden prevenir mediante capas de desolidarización, juntas de dilatación y perimetrales, adhesivos con la característica de deformabilidad adecuada, baldosas de formatos menores, doble encolado, junta de colocación abierta de espesor generoso.

### 3.3. Soleras de hormigón

Se debe conocer el grado de estabilidad del soporte para evitar sus consecuencias sobre el revestimiento cerámico.

A los efectos de la retracción, se puede considerar la siguiente clasificación:

- Soporte estable compatible con adherencia rígida. Se pueden considerar soportes estables:
  - Al menos 6 meses de edad, curado en condiciones normales de temperatura y humedad (alrededor de 21-23°C y 55-60%HR).
  - Ausencia de fisuras abiertas no coincidentes con juntas de contracción.
  - De más de 4 meses de edad, maduradas en condiciones de alta humedad relativa (mayor al 75% HR)
- Soporte moderadamente inestable compatible con una adherencia deformable o muy deformable. Se puede considerar soportes moderadamente inestables:

- Al menos 6 semanas de edad, maduras en condiciones de alta humedad relativa (mayor al 75% HR) o en condiciones normales y que presenten una humedad superficial inferior al 1%, medida con higrómetro de carburo.
- Ausencia de fisuras abiertas no coincidentes con juntas de contracción.
- Soportes inestables, incompatibles con la colocación por adherencia directa, salvo el empleo de adhesivos muy deformables y compatibles con las condiciones de la solera entregada (previa confirmación del fabricante o proveedor). Se pueden considerar soportes inestables:
  - Menos de 6 semanas de edad o con humedades superficiales iguales o superiores al 1%, medida con higrómetro de carburo.
  - Soleras o capas de compresión fisuradas, sean cuales fueren su edad o las condiciones de curado.

La interposición de una capa de separación, desolidarizada con la solera, permite obviar la inestabilidad de este tipo de soporte, consecuencia de la retracción.

### **3.4. Capas de recrecido y/o reparto de cargas**

Para ejecutar las capas de recrecido se deben utilizar morteros conformes a la Norma UNE-EN 13813, de acuerdo con esta norma, los morteros se designan por sus prestaciones mecánicas (resistencias a compresión y flexión).

Para recrecidos monolíticos, el mortero se debe seleccionar según su clase resistente, en función del uso del pavimento y su espesor, y de las condiciones de planitud del soporte.

En el caso de recrecidos flotantes, los ejecutados sobre una capa de aislamiento acústico o térmico, debido a la compresibilidad de estos materiales, su dimensionamiento debe considerar esta característica.

Por ello, se debe consultar al fabricante del aislante la clase resistente del mortero de recrecido, su espesor mínimo y si es necesario armar la capa con una malla electrosoldada.

En la tabla siguiente se indica la identificación de la clase resistente del mortero de recrecido y los espesores recomendados.

Uso pavimento	Identificación mortero	Recrecido monolítico	Recrecido <sup>b</sup> flotante
	Clase de resistencia a compresión <sup>a</sup> según UNE-EN 13813 o prestación equivalente	Espesor de la capa de recrecido mm	Espesor de la capa de reparto de cargas mm
Interior residencial	≥ C16 F3	5 – 40	≥ 50
Interior público y comercial, zonas peatonales	≥ C20 F3	5 – 40	≥ 60
Comercial e industrial con desplazamiento de cargas Pavimento exterior	≥ C25 F4	5 – 40	≥ 70
Calefacción radiante en residencial vivienda <sup>c</sup>	≥ C20 F3	–	Según UNE-EN 1264-4
Calefacción radiante en otros usos <sup>c</sup>	≥ C25 F4	–	Según UNE-EN 1264-4

**a** Cxx Clase de resistencia a compresión (N/mm<sup>2</sup>) y Fxx Clase de resistencia a flexión (N/mm<sup>2</sup>).  
**b** Se debe consultar al fabricante de la capa de aislante el espesor mínimo del recrecido y si requiere refuerzo con malla electrosoldada u otra.  
**c** El espesor mínimo sobre el tubo de calefacción debe ser conforme con el tipo de construcción A, B o C que se describe en la norma de sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies, UNE-EN 1264-4, o según las indicaciones del fabricante del sistema de calefacción.

Tabla 1 Resumen de las características de los morteros de recrecido según UNE 138002 IN

La capa de reparto de cargas es la capa intermedia que tiene la función de absorber las cargas que recibe el pavimento y evitar la fisuración, rotura y/o la deformación del revestimiento cerámico.

Esta capa intermedia suele ser flotante, muy sólida y rígida, con o sin mallazo intermedio según proyecto y se debe realizar con hormigón o con morteros que cumplan con la normativa indicada.

La función de recrecido reforzado contempla un recrecido de mortero con refuerzo, compuesto, por ejemplo, de fibras de vidrio, plástico o acero o de malla electrosoldada, en su caso cincada, de medidas específicas, debidamente colocada, en general, a mitad del espesor del recrecido.

Los recrecidos también pueden incorporar la función de regularización cuando se terminan con unas condiciones de planitud superficial que permitan colocar directamente el adhesivo para recibir a las baldosas cerámicas. Para ejecutar la capa de regularización se deben utilizar bases de mortero según UNE-EN 13813.

La capa de regularización es la capa intermedia específica que permite corregir la desviación de la planitud de la superficie de colocación y que tiene como objetivo conseguir un cambio de cota, ejecutar una pendiente y/o salvar instalaciones que impidan la continuidad de la superficie.

Los requisitos de planitud están definidos en el apartado 3.8.1, tanto para la colocación con adhesivos o la colocación con morteros tradicionales. La medición de la planitud y su desviación, determina las acciones correctivas a efectuar.

Para ejecutar la capa de regularización se deben utilizar bases de mortero.

- Morteros de revoco y enlucidos en soportes verticales de acuerdo a la Norma UNE-EN 998-1, designados por sus propiedades mecánicas y absorción de agua por capilaridad.

- Morteros para recrecidos en soportes horizontales. Se designan de acuerdo a la Norma UNE-EN 13813 por sus propiedades mecánicas.

En zonas húmedas, los pavimentos se deben ejecutar con pendientes de al menos el 1,5% para evitar el estancamiento de agua y se deben disponer sistemas de drenaje y desagües suficientes para evacuar toda el agua prevista.

En general, en el caso de capas de regularización, recrecidos para nivelación, reparto de cargas o solera flotante, se consideran soportes de colocación estables aquellos con un tiempo de maduración superior a 28 días o el equivalente a una semana por centímetro de espesor en morteros y hormigones de cemento/cal endurecidos en condiciones normales de temperatura y humedad relativa (alrededor de 23 °C y 65% HR), así como humedad superficial inferior al 1%.

### 3.5. Capas de desolidarización

La desolidarización tiene como función desvincular físicamente el soporte base o las capas intermedias del revestimiento cerámico, que pueden estar o no, en contacto directo con el revestimiento cerámico.

Se evita con ello la aparición de patologías provocadas, entre otras causas, por los distintos movimientos entre los soportes y los revestimientos cerámicos.

Se aconseja utilizar sistemas de desolidarización sobre los soportes sujetos a movimientos, originados por:

- ✓ Retracción en recrecidos jóvenes.
- ✓ Fisuras.
- ✓ Cambios de humedad.
- ✓ Dilataciones y contracciones térmicas.

Se puede definir los siguientes tipos de desolidarización.

#### 3.5.1. *Recreado desolidarizado*

Está constituido por la baldosa cerámica, el adhesivo y la capa de mortero de alta consistencia, que actúa como recrecido flotante o capa de reparto y que puede actuar como capa de nivelación, siempre con un espesor > 50 mm. Se debe realizar previa interposición de una capa de separación horizontal (que en algunos casos hace las funciones de barrera de vapor). Los recrecidos desolidarizados requieren la instalación de una junta perimetral.

#### 3.5.2. *Capa de desolidarización en contacto con el revestimiento cerámico*

Capa funcional, generalmente realizada con membranas en láminas compuestas de uno o más materiales, a menudo de naturaleza polimérica. Cuando la membrana va acoplada a un geotextil o bien presenta un acentuado relieve, la membrana es apta para su colocación en contacto directo con el revestimiento cerámico a través de adhesivos cementosos. Las membranas pueden llegar a tener un comportamiento de absorción de tensiones tridimensional, sin que se desprenda el revestimiento del soporte. Además, las capas de desolidarización pueden aportar diversas funciones adicionales, tales como: impermeabilización, drenaje, control de la presión de vapor, aislamiento térmico y acústico a ruido de impacto.

### 3.6. Aislamiento térmico y acústico

El diseño del revestimiento cerámico se debe realizar, de tal modo que:

- ✓ se verifique el tipo, espesor y disposición de las capas aislantes, en cumplimiento de las especificaciones del proyecto;
- ✓ se garantice una adecuada respuesta a las sollicitaciones químicas, mecánicas e higrotérmicas asociadas al ambiente de destino y a las condiciones de servicio del revestimiento cerámico;
- ✓ se evite el riesgo de formación de puentes térmicos y acústicos.

Tipos de aislamiento térmico y acústico:

- Aislamiento por debajo del mortero de recrido: capa funcional realizada con membranas en láminas compuestas o losetas, de uno o más materiales.

- Aislamientos en contacto con el revestimiento cerámico: capa funcional realizada con membranas en láminas compuestas de uno o más materiales, a menudo de naturaleza polimérica.

La barrera de vapor se debe colocar en el lado caliente del cerramiento para evitar el paso de vapor hacia el aislante, permitiendo así que éste se mantenga seco. También se debe tener especial cuidado en perímetros, juntas, solapes e intersecciones.

Para el buen acabado del sistema cerámico nos interesa cuantificar la compresibilidad desde el punto de vista de la disminución de grosor de la capa del material a largo plazo para evitar que sus propiedades se reduzcan y se comprometa la durabilidad del recubrimiento.

En materiales fonoaislantes (especialmente al ruido de impacto), para instalar en solados entre locales habitados, seleccionar productos industriales ya diseñados para recibir un pavimento rígido modular por adherencia. En su defecto, seleccionar otros productos de baja compresibilidad, para los que el proveedor o fabricante nos garantice una pérdida de grosor a 10 años menor a 0,5 mm y que sea compatible con la colocación con adhesivos, cumpliendo el requisito de amortiguación acústica.

Si se seleccionan productos de compresibilidad media, que den pérdidas de grosor inferiores o iguales a 2 mm, se debe disponer sobre ellos siempre una solera flotante en pavimentos y capa de refuerzo con malla de fibra de vidrio en revestimientos.

En materiales termoaislantes, que suelen ser de media o alta compresibilidad, siempre es necesario disponer solera flotante para instalar un pavimento cerámico. Cuanto menor sea la compresibilidad, mayores garantías de estabilidad y también de conservar las propiedades de aislamiento térmico. Así, si podemos, seleccionaremos productos cuya fluencia a 10 años de pérdidas de grosor iguales o menores a 2 mm.

### 3.7. Impermeabilización

Las membranas impermeables pueden ser de naturaleza cementosa modificada con polímeros, de polímeros en dispersión, o de resinas reactivas y, cuando van a ir revestidas por cerámica, se rigen por lo especificado en la norma UNE-EN 14891.

Las membranas líquidas, también denominadas extensibles por aplicarse mediante brocha o rodillo, en aplicaciones de interior sobre soportes estables o moderadamente inestables y compatibles con su

fijación por adherencia. Este tipo de impermeabilización está en contacto con la baldosa cerámica y actúa de forma solidaria.

Las membranas en láminas son capas de uno o más materiales, que pueden aunar varias funciones además de la de impermeabilización. Cuando la membrana va acoplada a una capa geotextil o bien presenta un acentuado relieve, la capa es apta para la colocación en contacto directo con el revestimiento cerámico a través de adhesivos cementosos.

En general, no es conveniente el encolado directo del revestimiento cerámico sobre láminas impermeabilizantes bituminosas, de PVC, EPDM, polietileno, etc., salvo interposición de capas o tratamientos específicos sobre estos materiales que los hagan aptos para ello. Los distintos sistemas de impermeabilización se aplican siguiendo en todo momento las instrucciones del fabricante.

En locales húmedos, se debe realizar la impermeabilización por encima de la capa de regularización y, a continuación, se debe proceder a la colocación del revestimiento cerámico previa comprobación de su compatibilidad según el fabricante.

Según la modalidad de instalación, podemos ejecutar una impermeabilización por debajo del mortero de recrido realizada con membranas en láminas compuestas de uno o más materiales o una impermeabilización en contacto con el revestimiento cerámico: capa funcional realizada con membranas en láminas compuestas de uno o más materiales, a menudo de naturaleza polimérica o, membranas aplicadas en estado líquido.

Se contemplan los siguientes tipos de impermeabilización:

Membranas líquidas, también denominadas *extensibles* por aplicarse mediante brocha o rodillo, en aplicaciones de interior sobre soportes estables (sin riesgo de fisuración o que las fisuras no presenten anchuras superiores a 0,5 mm) o moderadamente inestables y compatibles con su fijación por adherencia. A su vez, reciben el embaldosado por adherencia siendo solidarias con él.

Las membranas impermeables pueden ser de naturaleza cementosa modificada con polímeros, de polímeros en dispersión, o de resinas reactivas y, cuando van a ir revestidas por cerámica, se rigen por lo especificado en la Norma UNE-EN 14891.

En forma de láminas, como revestimiento flexible, con diferentes materiales (bituminosos, elastoméricos o plásticos) suministrados en rollos y habitualmente instalados por adherencia. Cuando la membrana va acoplada a una capa geotextil (con capacidad para contribuir al secado/endurecimiento de los recridos) o bien presenta un acentuado relieve, admite también la colocación directa de las baldosas mediante adhesivos compatibles; otros requieren capa de protección previa a la colocación del recubrimiento, en forma de solera flotante en solados. Son aptas sobre soportes y capas ligeramente inestables o que presenten riesgo de fisuración.

Sistemas prefabricados, entendidos como conjunto de productos que resuelven todos los requerimientos de estanqueidad, drenaje/evacuación y entrega a los elementos constructivos que se interponen y que se ensamblan en obra siguiendo las instrucciones del fabricante.

### **3.8. Superficie de colocación de las baldosas**

Esta superficie condiciona el acabado (planitud, nivel o aplomado) e interacciona directamente con el material de agarre (mortero o adhesivo).

Se deben evaluar diferentes aspectos de la superficie de colocación, que pueden condicionar la adherencia, y la selección de la técnica de colocación adecuada para asegurar la durabilidad del revestimiento.

### 3.8.1. Nivelación, cota de entrega y planitud

En la superficie de colocación entregada para recibir un revestimiento cerámico se debe controlar los planos en horizontal.

La desviación de planitud de una superficie de colocación se debe medir con una regla rígida de 2 m de longitud. Para ello se dispondrá de una regla con pies en los extremos, sobre distintas posiciones en la superficie de colocación, determinándose la desviación máxima en el largo de la regla teniendo en cuenta, naturalmente, el espesor de los pies.

Tipo superficie	Desviación (D)
I	$\leq 3$ mm
II	$3 \text{ mm} < D \leq 8$ mm
III	$> 8$ mm

Tabla 2 Tipos de superficie de colocación según la desviación de planitud

La colocación en capa delgada para desviaciones de planitud superiores, viene condicionada por la rectificación de la superficie, generalmente en forma de capa de regularización.

En superficies horizontales o inclinadas existe mayor margen de maniobra si es posible la colocación en capa gruesa bajo la modalidad *al tendido* (con capa de desolidarización con arena o gravín). Podemos compensar desviaciones de nivel y respecto a la cota de entrega del solado hasta 50-60 mm, siempre que ello no implique variaciones superiores a 20 mm para el lecho de arena o gravín y, sobre todo, en la capa de mortero que debe ser uniforme.

El resultado del control de planitud nos indicará la técnica de colocación o la regularización superficial que debemos acometer:

- Para el tipo I no existen condicionantes ni previsión de actuaciones
- Para el tipo II puede ser necesario un recrecido o un enfoscado maestreado si se precisa colocación con adhesivos D o R. Para los C (adhesivos cementosos) es posible la *colocación en capa media* hasta los espesores máximos propuestos por el fabricante
- Para el tipo III sólo es compatible la colocación en capa gruesa “al tendido” o “punta paleta” en solados. La necesidad de colocar con adhesivo nos obligará a ejecutar una capa de nivelación, para llevar la superficie de colocación a planitud tipo I

### 3.8.2. Absorción/succión de agua

Una superficie excesivamente porosa puede generar succiones importantes del agua de los materiales de agarre, que es necesaria para la hidratación de los conglomerantes, provocando una disminución del tiempo abierto y de ajuste de los adhesivos tipo C. En ese caso, se debe aplicar una imprimación tapaporos.

Una superficie excesivamente cerrada, en cuanto a porosidad, dificulta la materialización del anclaje mecánico del material de agarre. En este caso, es conveniente aplicar previamente una imprimación puente de adherencia.

Es por lo tanto, deseable encontrar superficies de agarre porosas pero con valores modestos en cuanto a los coeficientes de succión.

Tanto la absorción como la succión de agua pueden determinarse de una forma práctica y orientativa realizando un ligero rociado de agua y medir el tiempo que tarda en desaparecer el brillo del agua de la superficie mojada.

En función de los resultados obtenidos en la clasificación de la superficie con respecto a su absorción/succión, se aportan algunas orientaciones sobre la técnica, los materiales de colocación y actuaciones sobre la superficie.

Absorción/succión	Colocación en capa gruesa	Colocación en capa delgada
Muy alta (tiempo desaparición brillo >10 segundos)	Deshidratación del mortero Adherencia comprometida No recomendable esta técnica de colocación	Posible deshidratación del adhesivo cementoso Deficiente adherencia Disminución de los tiempos abierto y de ajuste de los adhesivos C Aplicar una imprimación tapaporos
Alta (tiempo desaparición brillo entre 10 y 20 segundos)	Posible deshidratación del mortero Adherencia comprometida Humedecer previamente la superficie de colocación	Disminución de los tiempos abierto y de ajuste de los adhesivos C No recomendable el uso de adhesivos cementosos sólo aptos para interiores Reducir la superficie de aplicación de los adhesivos C 1 y C 2 Recomendable el empleo de adhesivos C con el tiempo abierto ampliado E
Media (tiempo desaparición brillo entre 20 y 60 segundos)	Sin consideraciones especiales	Sin consideraciones especiales
Baja (tiempo desaparición brillo mayor a 60 segundos)	Baja adherencia No es recomendable la colocación con mortero	Baja adherencia con adhesivos cementosos Sólo aptos para interiores
Nula (sin succión)	Baja adherencia No es recomendable la colocación con mortero	Escasa adherencia con adhesivos C de bajo contenido en resinas Recomendable imprimación puente de adherencia con esos adhesivos Recomendable selección de adhesivos C 2, D 1, D 2, R 1 y R 2

*Tabla 3 Tipos de superficie de colocación según la absorción y recomendaciones respecto al adhesivo*

### 3.8.3. Textura superficial

La superficie de colocación puede tener:

- Textura muy rugosa planteando la posibilidad de reducirla mediante una capa de regularización si esa textura es incompatible con la colocación en capa fina o penaliza el consumo de adhesivo
- Textura superficial suficiente para el anclaje de los materiales de morteros y adhesivos cementosos
- Textura lisa imposibilitando la adherencia mecánica de morteros y adhesivos cementosos de bajo contenido en resinas. Bajo esta situación caben tres posibilidades:

- Efectuar un repicado mecánico que confiera textura
- Aplicar una imprimación puente de adherencia que prepare la superficie para recibir un adhesivo cementoso compatible
- Seleccionar adhesivos que aporten adherencia de tipo químico, sin necesidad de anclaje mecánico (adhesivos cementosos con alto contenido en resinas, adhesivos de resinas en dispersión y adhesivos de resinas de reacción)

Textura	Actuación correctora	Método de colocación
Muy rugosa	--	Capa gruesa
	Capa de regularización	Capa delgada con adhesivos cementosos compatibles
Rugosa	--	Capa delgada con adhesivos cementosos compatibles Capa gruesa
Lisa	Sin consideraciones especiales	Sin consideraciones especiales
	--	Capa delgada (C 2, D 1, D 2, R 1, R 2)

Tabla 4 Medidas correctoras sobre la textura superficial

### 3.8.4. Cohesión

La cohesión superficial es necesaria para un correcto anclaje del adhesivo. La superficie de colocación debe tener una buena resistencia mecánica a la tracción y, además, las partículas del material deben permanecer firmemente unidas entre sí.

Se debe comprobar la cohesión superficial mediante golpes o rascados con herramientas de obra y la observación visual.

Si la cohesión superficial es alta (morteros de cemento), no precisa ninguna reparación.

Superficies con cohesión media (por ejemplo, superficies de piedra disgregada, capas de nivelación realizadas con morteros con exceso de agua) que presentan una capa externa disgregada o pulverulenta, no precisan saneamiento mecánico, pero es posible consolidar la superficie con imprimaciones consolidantes, acrílicas normalmente a base de resinas poliméricas en dispersión, que conferirá un anclaje adecuado.

Superficies con baja cohesión (por ejemplo, morteros de cal o yeso), que se desmoronan en una amplia extensión, precisan saneamiento mecánico hasta llegar a los estratos consolidados y la reparación mediante capas de regularización con morteros adecuados.

La proliferación de morteros “autonivelantes” de bajo coste, que incorporan fluidificantes en exceso produce la migración a la superficie de los aditivos y genera, tras el endurecimiento, una superficie disgregada y pulverulenta que tendremos que eliminar con un proceso mecánico con disco abrasivo y posterior limpieza con aspiradora para no limitar la adherencia.

Suelen presentarse degradaciones de la unión adhesiva con el paso del tiempo por diversas acciones que agreden esa cohesión y resistencia mecánica de la superficie de colocación.

Un caso a resaltar, es la necesaria protección de las superficies de yeso de la acción combinada del agua y la alúmina e hidróxido cálcico presente en adhesivos cementosos y morteros. Su reacción con el yeso provocará la formación de etringita, un compuesto que, al aumentar de volumen, destruye la unión adhesiva. Sobre superficies de yeso y soleras de anhidrida siempre debe aplicarse una protección frente a la humedad si se van a emplear conglomerados de cemento.

### 3.8.5. Comportamiento frente al agua/humedad

Algunos materiales de la superficie de colocación son sensibles al agua, en estado líquido o en vapor, por alteraciones dimensionales o por cambios en su estructura.

Todo ello se traduce en inestabilidad o degradación de la interfaz con el material de agarre. De ahí la necesidad de considerar esta característica en todos los casos, en función de una clasificación que interacciona la sensibilidad al agua del material que constituye la superficie de colocación con su potencial grado de exposición.

Materiales	Nivel de exposición al agua	Superficie de agarre aptas
Materiales muy sensibles al agua respecto a su durabilidad intrínseca (paneles de madera aglomerada, madera sin tratamiento antihumedad, enlucidos de yeso y paneles de escayola sin tratamiento antihumedad, tabiques de cartón-yeso, etc).	El agua sólo interviene como agente de mantenimiento y limpieza.	Superficies horizontales de recintos secos en interiores de edificación residencial.
Materiales con sensibilidad moderada al agua respecto de su durabilidad intrínseca (paneles de madera o madera aglomerada con tratamiento antihumedad; enlucidos de yeso y paneles de escayola y tabiques de cartón yeso con tratamiento antihumedad; etc.)	El agua interviene por proyección de manera esporádica o en forma de vapor ocasionalmente.	Superficies horizontales en recintos húmedos (cocinas y baños) en interiores de edificación residencial. Otras superficies interiores de edificación no residencial.
Materiales insensibles al agua respecto a su durabilidad intrínseca. (hormigón, mortero de cemento, etc.)	El agua interviene durante tiempos prolongados en forma líquida o vapor	Superficies horizontales de recintos muy húmedos (duchas, saunas, baños y cocinas colectivas). Superficies horizontales en exteriores. Superficies horizontales de uso industrial. Superficies susceptibles de remonte de humedad por capilaridad.

*Tabla 5 Clasificación de las superficies de colocación a revestir en función de su exposición al agua*

Como norma general, se pueden tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los locales con alta presión de vapor (saunas, piscinas terapéuticas, duchas colectivas, ...) exigen elementos constructivos insensibles al agua, sistemas completos de impermeabilización y evacuación del agua, y barreras de vapor en particiones, techos y otras superficies no impermeabilizadas
- Los locales “húmedos” de uso colectivo, no comprendidos en el punto anterior, requieren materiales insensibles al agua, así como sistemas de impermeabilización y evacuación
- Los espacios “húmedos” de uso privado ya son compatibles con elementos constructivos y materiales sensibles al agua y a la humedad si se les protege adecuadamente. Como protección se consideran las impermeabilizaciones líquidas y las imprimaciones tapaporos o de protección.

La condición es que no exista riesgo de fisuración de la superficie; en ese caso, deberán utilizarse láminas.

### 3.9. Material de agarre

La selección y utilización del mortero tradicional como material de agarre para la colocación de revestimientos cerámicos queda restringida exclusivamente a las siguientes situaciones:

- Para baldosas cerámicas con capacidad de absorción de agua  $E > 3\%$ .
- Para baldosas con formato nominal inferior a una superficie  $S < 900 \text{ cm}^2$ .
- En pavimentos de tránsito exclusivamente peatonal.
- Sin capas intermedias compresibles.
- Sobre superficies de media/alta succión/absorción de agua y cierta textura superficial.
- Sobre superficies compatibles con el mortero de cemento/cal (la aplicación queda limitada a superficies cerámicas o de derivados del cemento).
- Forjados con luces inferiores a 5 m y/o de media estabilidad.
- Altura disponible para el pavimento, desde la capa de compresión del forjado, no inferior a 80 mm.
- Sobre capas intermedias que no presenten compresibilidad.

Cada una de las siguientes tablas, contempladas en la norma UNE 138002<sup>1</sup> establece el tipo de adhesivo con las prestaciones mínimas que se debe seleccionar según el uso previsto del revestimiento cerámico. Los factores que determinan el tipo de adhesivo para cada uso son: el tipo de soporte de colocación, por un lado, la capacidad de absorción de agua de la baldosa cerámica y la longitud del lado mayor de la misma, por otro.

En cada casilla se establece el tipo de adhesivo con las prestaciones mínimas requeridas para el uso previsto. Es recomendable comprobar las especificaciones técnicas del fabricante con el fin de asegurar que el adhesivo elegido es el adecuado. En las casillas con línea discontinua, se entiende que no procede la instalación del revestimiento cerámico. En cada caso, se debe optar por seleccionar la técnica de doble encolado en el caso que concurra alguna de las siguientes circunstancias:

- En colocación de baldosas con formato superior a 30 x 30 cm o superficie equivalente.
- En colocación de baldosas con relieves en su reverso que dificulten el buen contacto con el adhesivo.
- En pavimentos interiores sometidos a cargas dinámicas y estáticas de entidad (pavimentos de uso industrial y comercial).
- En revestimientos cerámicos con calefacción radiante.
- En colocación de revestimientos con láminas cerámicas de fino espesor de cualquier formato.
- En caso de utilizar sistemas de nivelación de baldosas cerámicas.

---

<sup>1</sup> UNE 138002 Reglas generales para la ejecución de revestimientos con baldosas cerámicas por adherencia

Tipos de soportes	Capacidad de absorción de agua de la baldosa →	≤ 3%				> 3%			
	Longitud lado más largo de la baldosa en cm →	≤ 30	≤ 60	≤ 90	> 90	≤ 30	≤ 60	≤ 90	> 90
Recrecido cementoso con calefacción radiante		C2	C2 S1		C2 S2	C2	C2 S1		C2 S2
Recrecido cementoso sin calefacción radiante		C1	C2			C(i)	C1	C2	
Recrecido de base de sulfato cálcico (anhidrita) con calefacción radiante (imprimación previa)		C2	C2 S1		C2 S2	C2	C2 S1		C2 S2
Recrecido de base de sulfato cálcico (anhidrita) sin calefacción radiante (imprimación previa)		C1	C2			C1		C2	
Forjado o solera de hormigón		C2		C2 S1		C1	C2	C2 S1	
Baldosas/ mosaico/ piedras preexistentes		C2				C2			
Superficies de metal		R1*			-	R1*			-

Tabla 6 Selección del adhesivo para pavimentos interiores residenciales y de pública concurrencia peatonal

Tipos de Soportes	Capacidad de absorción de agua de la baldosa →	Para cualquiera			
	Longitud lado más largo de la baldosa en cm →	≤ 30	≤ 60	≤ 90	> 90
Recrecido cementoso con calefacción radiante		C2	C2 S1		C2 S2
Recrecido cementoso sin calefacción radiante			C2		C2 S1
Forjado, solera o recrecido de hormigón		C2			
Baldosas/mosaico/piedras preexistentes		C2			C2 S1
Superficies de metal		R1*		R2*	
NOTA En pavimentos industriales con exigencias químicas es conveniente la selección de adhesivos R1 o R2 en base epoxi.					

Tabla 7 Selección del adhesivo para pavimentos interiores comerciales o de uso industrial con exigencias mecánicas

Para todas las tablas, los R1\* y R2\* hacen referencia a adhesivos de resinas reactivas muy deformables.

Para todas las tablas, en los casos de adhesivos C2 S2 se puede valorar con el fabricante la posibilidad de seleccionar un adhesivo C2 S1.

Para todas las tablas anteriores, para los soportes tipo membranas en láminas, membranas líquidas de impermeabilización, paneles prefabricados, etc., dada la variedad de casos posibles, se debe consultar las especificaciones establecidas por el fabricante. Para las tablas 11 y 12, se debe considerar adicionalmente los soportes del tipo pavimentos resilientes o pavimentos de resina preexistentes, madera y parquet preexistentes.

Adicionalmente al tipo de adhesivo establecido en las tablas anteriores, seleccionaremos adhesivos de las clases F, T o E en función de los siguientes parámetros de utilización:

F: adhesivos de fraguado rápido cuando se necesite reducir el plazo de puesta en servicio del revestimiento o bien en condiciones de bajas temperaturas. También puede ser apropiado el uso de adhesivos F en caso de baldosas muy porosas sin esmaltar para evitar manchas o eflorescencias.

T: adhesivos con deslizamiento reducido especialmente cuando esté prevista la colocación de baldosas en soportes verticales, para la colocación de mosaico, y en la colocación desde arriba hacia abajo.

E: adhesivos con tiempo abierto ampliado sí se prevé la colocación en condiciones adversas [viento, altas temperaturas, baja humedad ambiental, soporte muy absorbente, etc.).

Para seleccionar el material de agarre para láminas cerámicas en cualquier formato, suministradas con o sin refuerzo de fibra de vidrio en el reverso, consultar la tabla siguiente:

Reverso de la lámina cerámica →		Sin fibra		Con fibra	
Longitud lado más largo de la lámina en cm →		≤ 70	> 70	≤ 70	> 70
Tipos aplicación	Pavimento interior y pared	C2	C2 S1	C2 S1	C2 S2
	Pavimento exterior o calefactado	C2 S2			
	Fachada	C2 S1	C2 S2	R2 (deformable)	R2 (deformable)
	Revestimientos sobre membranas impermeabilizantes	Dada la variedad de casos, seguir las especificaciones de los fabricantes			
	Soportes altamente deformables	R2* (adhesivos muy deformables)			

Tabla 8 Selección del adhesivo para revestimientos con láminas cerámicas

### 3.10. Material de rejuntado

En la siguiente tabla se establecen los criterios para la selección de los materiales de rejuntado apropiados para cada ambiente de destino previsto del revestimiento cerámico.

Ambiente de destino del revestimiento cerámico	
Condiciones de uso doméstico en recintos secos	CG1
Condiciones de uso doméstico en recintos húmedos	CG2W
Pavimentos y revestimientos exteriores	CG2WA
Condiciones que requieran estanqueidad al agua y al vapor	RG
Condiciones de inmersión (piscinas, spa, balnearios...) con tratamiento de agua clorada	CG2WA/RG
Condiciones de inmersión (piscinas, spa, balnearios...) de elevada exigencia o con tratamiento de electrólisis salina o agua de mar	RG
Condiciones de altas exigencias mecánicas y/o químicas	RG
Condiciones de usos alimentarios y/o sanitarios	RG

Tabla 9 Selección del material de rejuntado según UNE 138002

### 3.11. Baldosas cerámicas

En caso de que exista una declaración de adecuación al uso emitida por el fabricante, se puede seguir la recomendación del fabricante.

Para la selección se debe considerar:

- Exigencias mecánicas, en función del tránsito.
- Resistencia al deslizamiento en pavimentos, por el riesgo de caídas por resbaladidad.
- Resistencia química en revestimientos con requerimientos higiénicos [limpieza severa, asepsia].

- En su caso, características dimensionales.

### 3.11.1. Exigencias mecánicas

En función de la baldosa, para cargas derivadas únicamente de tránsito de peatones, se requiere una fuerza de rotura, medida según la norma UNE-EN ISO 10545-4<sup>2</sup> superior a 900 N. Para cargas estáticas significativas o por desplazamiento de cargas en pavimentos interiores, se contempla una fuerza de rotura superior a 2000 N.

La resistencia al desgaste por tránsito peatonal y la carga de rotura a flexión, según la Norma UNE-EN ISO 10545-4, son características requeridas a confrontar con sus correspondientes valores en función del tipo de tránsito al que van a estar sometidas las baldosas.

NOTA Los métodos de ensayo para evaluar la resistencia al desgaste por abrasión de baldosas, descritos en las Normas UNE-EN ISO 10545-7 y UNE-EN ISO 10545-6, no siempre permiten valorar adecuadamente la pérdida de aspecto visual del pavimento cerámico. Existe un nuevo método de ensayo nacional, descrito en el Informe UNE 138001:2008 IN que permite una mejor evaluación de la pérdida del aspecto frente al tránsito peatonal.

### 3.11.2. Resistencia al deslizamiento

El Documento Básico DB SUA-1 del CTE (Código técnico de la edificación) establece la exigencia de evitar el riesgo de resbalamiento en los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y de Pública Concurrencia. Al efecto, se debe cumplir la clase de suelo o el valor de la resistencia al deslizamiento definido en la tabla siguiente.

SUELOS	CLASE <sup>a</sup>	Prestaciones exigidas	
		Valor de Rd <sup>b</sup> ensayo en húmedo	Valor de Rd <sup>b</sup> ensayo en seco
interiores secos con pendiente $P < 6\%$	1	$15 < Rd \leq 35$	$Rd > 40$
interiores secos con pendiente $P > 6\%$ y escaleras	2		$Rd > 65$
interiores húmedos con pendiente $P < 6\%$	2	$35 < Rd \leq 45$	
interiores húmedos, con pendiente $P > 6\%$ y escaleras interiores con grasas, lubricantes, etc. exteriores y piscinas	3	$Rd > 45$	
<p>NOTA El Documento DA DB-SUA/3 de apoyo al Documento Básico DB-SUA-1 del CTE establece que no existe correlación entre la clasificación obtenida según el ensayo de la rampa definido en la norma alemana DIN y el ensayo del péndulo definido en la Norma UNE-ENV 12633. Sin embargo, indica que pueden considerarse suelos seguros para cualquier zona del edificio sin necesidad de realizar el ensayo, los clasificados como R11 según la Norma DIN 51130 y los clasificados como clase B según la Norma DIN 51097 para zonas de usuarios descalzos tales como duchas, entornos de piscinas, etc.</p> <p>De otra parte, la Especificación Técnica CEN/TS 16165, en su anexo C, en el que desarrolla la metodología de ensayo con el péndulo, indica que los resultados obtenidos sobre superficies con relieves superiores a 500 micras pueden no ser fiables.</p>			
<p>a Clase definida en DB SUA-1 para valor de Rd del ensayo en húmedo.</p> <p>b Determinado mediante el ensayo del péndulo descrito en el anexo A de la Norma UNE-EN 12633:2003 en las condiciones más desfavorables de resbaladidad. Como solución alternativa para zonas interiores secas, se admite que el riesgo de deslizamiento se limita adecuadamente si el suelo ensayado en seco tiene un valor superior a 40 para superficies con pendiente <math>&lt;</math> del 6% y superior a 65 para superficies con pendiente <math>\geq</math> 6% y escaleras.</p>			

Tabla 10 Requerimientos de prestaciones antideslizantes según DB-SUA del CTE

<sup>2</sup> UNE-EN ISO 10545-4:2015 Baldosas cerámicas. Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la fuerza de rotura

### 3.11.3. Resistencia química

En usos de suelos con exigencias higiénicas, donde se requiere limpieza más severa o asepsia y se utilizan agentes de limpieza enérgicos o productos químicos, tales como suelos de baños, cocinas colectivas, saunas colectivas, suelos en uso sanitario e industrial, etc., se debe considerar que la resistencia química de las baldosas, según la Norma UNE-EN ISO 10545-13, a ácidos y bases sea como mínimo: Clase LA (en baja concentración) y Clase HA (en alta concentración).

### 3.11.4. Características dimensionales

En la selección de baldosas cerámicas para determinadas aplicaciones se debe considerar el formato de baldosa. En general, cuando se puedan producir movimientos en el soporte base o se prevea tránsito intenso con desplazamiento de cargas, no es conveniente utilizar formatos grandes.

En el caso de que se opte por colocación con junta mínima (separación entre las baldosas entre 1,5 y 3,0 mm), las tolerancias dimensionales establecidas en la norma de la baldosa cerámica pueden resultar insuficientes. En la tabla siguiente se definen las tolerancias dimensionales de la baldosa cerámica para colocación con junta mínima.

Característica dimensional (ensayada según la Norma UNE-EN ISO 10545-2)	Tolerancias dimensionales	
	Junta cerrada de 1,5 mm a 3 mm	
	L < 15 cm	L > 15 cm
Longitud y anchura (medida media de cada baldosa respecto a la dimensión de fabricación)	± 0,8 mm	± 0,5% máx. ± 1,5 mm
Rectitud de lados	± 0,5 mm	± 0,3% máx. ± 1,3 mm
Ortogonalidad	± 0,8 mm	± 0,5% máx. ± 1,5 mm
Planitud de superficie		
– Curvatura central respecto a la diagonal	+0,8 / - 0,5 mm	+ 0,5%; máx. ± 1,8 mm
– Curvatura lateral	+0,8 / - 0,5 mm	+ 0,5 / - 0,3%; máx. +1,8 / - 1,3 mm
– Alabeo en relación con la diagonal	+ 0,8 mm	± 0,5%; máx. + 1,8 / - 1,3 mm

Tabla 11 Tolerancias dimensionales para baldosas colocadas con junta mínima

### 3.12. La junta de colocación

Las juntas de colocación son un elemento esencial para la calidad final, la durabilidad y el buen comportamiento del sistema cerámico. En todos los casos, deben cumplir con las siguientes funciones técnicas necesarias para el revestimiento:

- Favorecer la resistencia del revestimiento cerámico ya que contribuye a absorber los esfuerzos generados por la inestabilidad de soportes y capas intermedias, y por las variaciones dimensionales de las baldosas debidas a la acción de la humedad o a los cambios de temperatura.
- Capacidad de difusión del vapor: las juntas de colocación deben ser impermeables al agua líquida y permeables al vapor, especialmente en exteriores de clima frío y baldosas no absorbentes o esmaltadas.
- Permitir la evaporación del agua de los adhesivos en baldosas de baja capacidad de absorción de agua para su correcto endurecimiento.
- Corregir variaciones dimensionales en las baldosas con tolerancias.
- Permitir y facilitar la reparación de baldosas individualmente.

La anchura y dimensionamiento de la junta de colocación se debe elegir en función del tipo y formato de la baldosa, sus tolerancias dimensionales, coeficientes de dilatación térmica de los materiales, grado de estabilidad de los soportes, las condiciones ambientales y las exigencias de uso y, finalmente, según las propiedades de los materiales de rejuntado y sellado seleccionados.

No se debe colocar en ningún caso un revestimiento cerámico sin junta o "a testa". Una colocación sin junta ayuda a la propagación de baldosa a baldosa de las tensiones del soporte y de las tensiones por dilatación del revestimiento, que pueden dar lugar a levantamientos, desprendimientos o fisuraciones.

Se entiende por junta mínima aquella que oscila entre 1,5 y 3 mm de anchura, junta abierta aquella que oscila entre 3 y 5 mm de anchura y junta muy abierta si tiene más de 5 mm de anchura.

Se debe utilizar junta mínima a partir de 1,5 mm en caso de baldosas cerámicas de buena calidad dimensional, en interiores, sobre soportes estables y en pavimentos sin exigencias mecánicas.

Se debe utilizar junta abierta a partir de 3 mm de anchura en caso de baldosas de formatos grandes, sobre soportes y capas intermedias estables, en pavimentos sin exigencias mecánicas y cuando se especifique en el proyecto de obra.

Se debe utilizar junta muy abierta de más de 5 mm de anchura en caso de baldosas con poca regularidad dimensional, sobre todo tipo de soportes; en interior o exterior, en casos de revestimientos con especiales prestaciones y cuando se especifique en el proyecto de obra.

Adicionalmente, las juntas de colocación cumplen una importante función estética determinante para el resultado final de un revestimiento con baldosas cerámicas. La trama de juntas entre baldosas contribuye a la modularidad del sistema cerámico en base a la anchura, el bajo relieve, el color y la textura superficial del material de rejuntado. El resultado debe ser una trama de juntas homogénea y debe ser evaluada según los criterios especificados a continuación.

Anchura y alineación de las juntas. Las juntas entre baldosas son una característica importante de la colocación, en particular cuando las baldosas son de pequeño formato, cuando las juntas son anchas, o cuando se utilizan materiales de rejuntado de distintos colores. El ancho de las juntas debe ser uniforme y regular (sujeto a las tolerancias del tipo de baldosa específica). En general, las juntas deben estar alineadas salvo que, por razones de diseño, sean de forma irregular. Se requiere una atención especial para aquellas de áreas grandes de pavimentos donde las juntas son visibles. La tolerancia máxima admisible es una desviación de  $\pm 3$  mm.

Variando la posición de la trama de juntas respecto a unos ejes de simetría o respecto a la entrega a otros elementos constructivos, se consiguen diferentes opciones de diseño de colocación de las baldosas. Las diferentes posibilidades de diseño en la posición de las piezas que se obtienen modificando la trama de juntas se analizan en el apartado 8.3 "Replanteo del espacio a revestir" y deben quedar especificadas en el proyecto-

### **3.13. Juntas de movimiento**

En pavimentos interiores de uso residencial no suele ser tan habitual la necesidad de recurrir a otras juntas de movimiento adicionales a las juntas perimetrales. En la Norma UNE 138002 se definen las juntas de movimiento como "separación física en paños del revestimiento cerámico con el fin de absorber las tensiones que se generan en el sistema cerámico".

El diseño de la trama de juntas de movimiento debe tener en cuenta diferentes aspectos: la superficie máxima, las características dimensionales y funcionales de las juntas, ya sean juntas realizadas con sellantes elásticos o juntas de movimiento prefabricadas. Deben considerarse los parámetros mínimos del ancho y movimiento en servicio exigidos, así como los materiales complementarios (por ejemplo imprimadores} y los acabados de ejecución.

Las juntas de movimiento se clasifican en:

- Juntas estructurales
- Juntas perimetrales
- Juntas intermedias

Las especificaciones de diseño generales a tener en cuenta son:

- La anchura de una junta de movimiento viene determinada por la entidad del movimiento esperado y por las características del sellante. Es habitual asignar una anchura cuatro veces mayor de la dilatación máxima esperada en el recubrimiento cerámico, para una distancia entre juntas predeterminada. A su vez, esa dilatación es función de las características ambientales y de uso, y la naturaleza del soporte.
- En las juntas estructurales, la anchura de la junta del recubrimiento coincidirá con la anchura de aquéllas.
- La profundidad de una junta de movimiento es en función del grosor del sistema multistrato del recubrimiento y, como mínimo debe abarcar la baldosa cerámica, el material de agarre y las capas de nivelación y/o regularización. Es recomendable que lleguen hasta el soporte o hasta la capa de separación o desolidarización. Contendrá el material compresible de relleno y el sellante. Es habitual especificar la relación entre la anchura de la junta y la profundidad del material de sellado, esta última fijada o recomendada por el fabricante
- La junta de movimiento debe tener una sección regular en toda su longitud, estar limpia de materiales disgregados o pegados y presentar unas paredes lisas y limpias, de forma que permita el anclaje del material sellante en su parte más externa o, en su caso, la correcta aplicación de un material de imprimación, previa a la operación de sellado.
- El material de sellado jamás debe quedar adherido al material de relleno. El vínculo con éste puede provocar una pérdida de elasticidad del 70%. Se procederá a aplicar una imprimación sobre el relleno o un film de separación para evitar esa adherencia del sellante.
- Las juntas de movimiento en correspondencia con juntas preexistentes deben respetar la anchura en toda su longitud y reproducir íntegramente su disposición.

### **3.13.1. Juntas estructurales**

Su disposición responde a la necesidad de dividir el elemento estructural o soporte base para evitar la aparición de fisuras incontroladas.

La junta estructural debe atravesar todas las capas existentes del sistema cerámico, respetando el ancho en todas las capas [soporte base, revestimiento cerámico, así como en la capa de desolidarización, de aislamiento o de recrido en caso de que existan.

Por su tamaño, las juntas estructurales se deben rematar con perfiles o sellantes especiales (solo si su anchura es inferior a 3 cm, salvo indicación en contrario del fabricante] para dicha aplicación. Además,

se deben elegir según el material y la tipología de colocación [enrasado, superpuesto, cubrejunta, etc-]. Se deben evitar elementos continuos de más de 40 metros lineales.

### 3.13.2. Juntas perimetrales

Son las juntas necesarias en los perímetros de los sistemas cerámicos, en los cambios de planos y en las entregas con otros elementos o dispositivos tales como pozos de registro, sumideros, elementos de carpintería, etc. Se deben tener en cuenta en elementos de interrupción como pilares o cualquier encuentro entre plano vertical y horizontal.

Campo de aplicación	Ubicación	Ancho de junta mm
Paredes interiores	- Juntas perimetrales - Entrega pared/techo	≥ 8 mm
	- Entrega pared/pared	≥ 5 mm
Paredes exterior	- Esquinas interiores del edificio - Esquinas exteriores del edificio	≥ 8 mm
Pavimentos interiores - Monolíticos - Flotantes	- Juntas perimetrales y entregas con otros elementos o dispositivos	
Pavimentos exteriores	- Juntas perimetrales y entregas con otros elementos o dispositivos	
Puntos singulares	- Juntas de entrega en encuentros con carpinterías	≥ 5 mm

Tabla 12 Dimensionamiento de las juntas perimetrales según UNE 138002

### 3.13.3. Juntas intermedias

Juntas de movimiento uniformemente distribuidas en un recubrimiento cerámico donde se prevean movimientos que, por sus características y magnitudes, generen esfuerzos que no puedan ser absorbidos por las juntas perimetrales y las juntas estructurales. Deben fraccionar la trama de juntas en paños de área regular distribuyendo convenientemente los esfuerzos.

En función del tipo de movimiento que absorben, se dividen en juntas de contracción y juntas de dilatación

#### 3.13.3.1. Juntas de contracción

Se disponen en el mortero de recocado. Permiten subdividir la superficie en paños cuadrados o rectangulares, con una relación entre lados no superior a 1,5. La ubicación y el trazado se deben especificar considerando conjuntamente los aspectos técnicos del sistema constructivo y la función arquitectónica y decorativa del revestimiento.

Pueden ser de dos tipos en función de que tengan o no continuidad con el revestimiento cerámico.

#### Junta de contracción abierta

Afecta a la capa de recocado o losa y la divide en todo su espesor, para que tenga continuidad en el revestimiento cerámico.

La ejecución de estas juntas se puede realizar mediante:

- uso de materiales compresibles;
- uso de perfiles prefabricados, que se colocan antes de verter el recredido de mortero o el hormigón de la losa.

Es conveniente marcar el trazado de las juntas una vez establecido el formato de las baldosas y el plano de colocación. Cuando por razones de formato de las baldosas prescritas, no se pudiera garantizar dicha continuidad, se debe proceder a la regularización de la baldosa con respecto a la junta, con la menor repercusión estética posible.

En los pasos de puerta en interior, se deben ejecutar juntas de contracción que deben tener continuidad como Junta de dilatación en el revestimiento cerámico.

#### Junta de contracción cerrada

La ejecución de las juntas se debe realizar mediante un corte de una profundidad de al menos 1/3 del espesor del soporte, sin afectar o cortar la malla electrosoldada, sí la hubiera. Una vez finalizado el proceso de curado del soporte se sella monolíticamente con resina epoxi u otro material apropiado. No debe tener continuidad en el revestimiento cerámico. De este modo, se independiza el diseño de la distribución de las Juntas de contracción cerradas respecto al diseño y ubicación de las juntas de dilatación del revestimiento cerámico,

Campo de aplicación	Dimensiones	Relación lados
Recredido de mortero en exterior	- Longitud de separación 3 – 4 m lineales - Área regular máx. 16 m <sup>2</sup>	≤ 1,5
Recredido de mortero en interior	- Longitudes de separación 4 – 6 m lineales - Área regular máx. 25 m <sup>2</sup> - Pasos de puerta	
NOTA Si se utiliza sistemas constructivos o recredidos de mortero, que permitan la no ejecución de juntas de contracción, se debe respetar en todo momento la ejecución de juntas de dilatación en el revestimiento cerámico.		

Tabla 13 Dimensionamiento de las juntas de contracción según UNE 138002

#### 3.13.3.2. Juntas de dilatación del revestimiento cerámico

La ubicación y trazado de las juntas de dilatación del revestimiento cerámico se debe establecer según las recomendaciones básicas de instalación y las particularidades de cada proyecto. Además del ambiente de destino, exterior o interior, la dimensión de los paños a dividir depende del formato de las baldosas, el ancho de las juntas, las características de los adhesivos, los materiales de rejuntado y las propiedades del soporte.

En el diseño y dimensionamiento de las juntas del revestimiento cerámico en los sistemas cerámicos multicapas se debe tener en cuenta el diseño de las juntas de contracción abiertas, que afectan al espesor del revestimiento cerámico.

Campo de aplicación	Ubicación y dimensiones	Ancho de junta mm
Paredes exterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por debajo de cada forjado</li> <li>- Longitud de separación 3 – 4 m lineales</li> <li>- Área regular máx. 16 m<sup>2</sup></li> </ul>	≥ 8 mm
Pavimentos interiores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar juntas de contracción abiertas.</li> <li>- En caso contrario: longitudes de separación ≤ 8 m lineales</li> <li>- Área regular máx. 40 m<sup>2</sup></li> </ul>	≥ 5 mm
Pavimentos exteriores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitudes de separación 2,5 – 5 m lineales</li> <li>- Área regular máx. 16 m<sup>2</sup></li> </ul>	≥ 8 mm
Puntos Singulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasos de puerta</li> <li>- Cambios de pavimento</li> </ul>	
<b>NOTA</b> Cuando estas juntas afecten a todas las capas del sistema cerámico, deben cumplir las condiciones de las juntas de contracción.		

Tabla 14 Dimensionamiento de las juntas de dilatación según UNE 138002

### 3.14. Criterios de diseño de la superficie de colocación

Se deben contemplar los siguientes aspectos de la superficie de colocación, que pueden condicionar la adherencia, y la selección de la técnica de colocación adecuada para asegurar la durabilidad del revestimiento.

#### 3.14.1. Nivelación, cota de entrega y planitud

Según la planitud del soporte, se puede realizar una colocación directa o se debe ejecutar una regularización superficial:

- Para el tipo I se puede utilizar la colocación directa (sistema P1), salvo que por necesidades del proyecto se deba incluir capas funcionales (sistemas R2). Los sistemas de colocación con adhesivos en P1 solo son compatibles con una superficie de planitud máxima de tipo I, con desviación inferior a 3 mm.
- Para los tipos II y III no es posible la colocación directa con adhesivo, en estos casos se debe ejecutar una capa de regularización para obtener una superficie de planitud tipo I.

NOTA Existen en el mercado adhesivos especiales para aplicar en espesores de hasta 20 mm que permiten la colocación directa.

- Para el tipo III, se debe ejecutar una capa de regularización para obtener una superficie de planitud tipo I en los sistemas P2.

Para la colocación de láminas cerámicas, la planitud debe ser más estricta con una desviación máxima de 1,5 mm en regla de 2 m.

#### 3.14.2. Absorción/succión de agua

Una superficie excesivamente porosa puede generar succiones importantes del agua de los materiales de

agarre, que es necesaria para la hidratación de los conglomerantes, provocando una disminución del tiempo abierto y de ajuste de los adhesivos tipo C. En ese caso, se debe aplicar una imprimación tapaporos.

Una superficie excesivamente cerrada, en cuanto a porosidad, dificulta la materialización del anclaje mecánico del material de agarre. En este caso, es conveniente aplicar previamente una imprimación puente de adherencia.

### **3.14.3. Textura superficial**

La superficie de colocación puede tener:

- Textura muy rugosa: sí no permite la técnica de colocación con adhesivos, se debe reducir mediante una capa de regularización.
- Textura superficial suficiente para el anclaje de los materiales de agarre.
- Textura lisa, que imposibilita únicamente la adherencia mecánica. En este caso, se debe optar por alguna de estas tres posibilidades: efectuar tratamiento mecánico, aplicar una imprimación puente de adherencia para recibir un adhesivo cementoso compatible o seleccionar adhesivos con adherencia química.

### **3.14.4. Cohesión**

La cohesión superficial es necesaria para un correcto anclaje del adhesivo. La superficie de colocación debe tener una buena resistencia mecánica a la tracción y, además, las partículas del material deben permanecer firmemente unidas entre sí.

Se debe comprobar la cohesión superficial mediante golpes o rascados con herramientas de obra y la observación visual. Si la cohesión superficial es alta, no precisa ninguna reparación, en caso contrario:

- Superficies con baja cohesión, que se desmoronan en una amplia extensión: se deben sanear con medios mecánicos hasta llegar a la parte consolidada y reparar posteriormente mediante capas de regularización con morteros adecuados.
- Superficies con cohesión media que presentan una capa externa disgregada o pulverulenta: se debe reparar la superficie con imprimaciones consolidantes.

### **3.14.5. Comportamiento frente al agua/humedad**

Algunos materiales de la superficie de colocación son sensibles al agua, en estado líquido o en vapor, por alteraciones dimensionales o por cambios en su estructura.

Los locales con alta presión de vapor (saunas, piscinas terapéuticas, duchas colectivas,...) exigen elementos constructivos insensibles al agua, sistemas completos de impermeabilización y evacuación del agua, y barreras de vapor en particiones, techos y otras superficies no impermeabilizadas.

Los locales "húmedos (vestuarios, cocinas...) de uso colectivo, no comprendidos en el punto anterior, requieren materiales insensibles al agua, así como sistemas de impermeabilización y evacuación.

Los espacios "húmedos" de uso privado ya son compatibles con elementos constructivos y materiales sensibles al agua y a la humedad si se les protege adecuadamente. Como protección se consideran las impermeabilizaciones líquidas, las imprimaciones tapaporos de protección y las membranas en láminas.

#### **3.14.6. Humedad residual del soporte**

La presencia de agua en los poros y capilares exteriores de la superficie de colocación puede llegar a impedir la adherencia, provocar eflorescencias o roturas por helada.

La superficie de colocación debe estar seca. La humedad residual en masa se puede determinar mediante medición efectuada con higrómetro de carburo o algún sistema alternativo. En todo el espesor del soporte, el porcentaje máximo admitido es de:

- 3% para los recreados de clase CT (a base de cemento y aglomerantes especiales, según la Norma UNE-EN 13813);
- 0,5% para los recrecidos de clase CA (a base de sulfato de calcio/anhídrita).

#### **3.14.7. Presencia de materiales extraños contaminantes**

Se debe realizar siempre una operación de limpieza y desincrustación de la superficie de colocación, previa a la colocación, para evitar problemas de adherencia y reacciones químicas. Son especialmente relevantes los siguientes casos:

- La presencia de yeso y materiales disgregados de otros oficios.
- Materiales grasos o cualquier producto orgánico.
- Estrato pulverulento en soleras de hormigón, mortero de cemento o anhidrita, consecuencia de exceso de agua en el amasado, deslavado accidental, afloración de aditivos, especialmente fluidificantes, o formación de compuestos extraños.
- Superficies que presentan sales solubles en forma de eflorescencias.
- Restos de ceras, siliconas y otros tratamientos superficiales previos sobre el soporte.

### **3.15. Regularidad dimensional del acabado del sistema cerámico**

#### Planitud

Método de comprobación: ISO 7976-1 <sup>3</sup>apartado 7.3.1.

Límite de referencia: tolerancia =  $\pm 3$  mm bajo una regla de 2 m de longitud,

#### Desviación de nivel (ceja)

---

<sup>3</sup> ISO 7976-1 Tolerancias para la construcción. Métodos de medición de edificios y productos de construcción. Parte 1: Métodos e instrumentos.

Método: Regla de 2 m de longitud apoyada sobre las juntas. Se coloca la regla sobre el acabado, apoyada sobre la parte de la ceja y nivelada con la baldosa. Se mide la desviación de nivel entre las baldosas adyacentes con una galga calibrada.

Tolerancia:

- máximo 1 mm, si la junta de colocación es menor de 6 mm;
- máximo 2 mm, para juntas de igual o mayor anchura.

#### Nivelación

Método: se utiliza cualquier tipo de nivel [de agua, óptico, láser, etc.).

Tolerancia:  $\pm L/600$ , donde L es la distancia en mm entre los puntos fijados.

## **4. Estudio materiales existentes para cada capa del sistema. Identificación de sistemas existentes y selección de sistemas a evaluar (Tarea 2.2)**

Atendiendo a la descripción de las características, los materiales, la ejecución y los requisitos de los sistemas constructivos para particiones horizontales en interior residenciales especificados con anterioridad, se procede a la definición de los diferentes sistemas propuestos.

En primer lugar, exponemos algunas cuestiones de carácter metodológico en la elaboración del listado de sistemas cerámicos para pavimentos interiores residenciales consecuencia de los objetivos y naturaleza del proyecto Multi ceram.

Debido a la gran cantidad de sistemas cerámicos posibles y variables que intervienen, se ha tenido que realizar una labor de síntesis y de selección de los factores más relevantes a la hora de realizar el estudio comparativo. Para llevar a cabo esta selección, se ha tenido en cuenta los siguientes factores: la importancia desde el punto de vista cuantitativo de los diferentes sistemas, se ha desechado la inclusión de sistemas muy minoritarios en el conjunto de la edificación actual; la relación entre el coste y las prestaciones de los diferentes sistemas que los hacen más competitivos en relación a otros sistemas cerámicos o con otros materiales; aquellos sistemas en los que su diseño, selección de materiales, compatibilidad y ejecución son más apropiados para evitar la aparición de las patologías relacionadas en el apartado correspondiente.

En todos los sistemas expuestos se describe su composición desde el soporte estructural hasta la capa de las baldosas cerámicas. Es decir, no se expone en cada caso las características y requisitos que debe cumplir el soporte estructural según lo especificado en el entregable E1. Ello es así porque en las diferentes probetas a ejecutar en la fase de test y con las limitaciones impuestas por los instrumentos de medida y tipos de pruebas, no es posible determinar con exactitud su influencia. En consecuencia, el factor de la estabilidad y composición del soporte estructural no será tenido en cuenta en el estudio. Para que este factor no altere los resultados de las mediciones, todas las muestras serán ejecutadas con una base de cemento de idénticas condiciones sobre la que se irán añadiendo las capas intermedias y la colocación con los materiales determinados en cada caso y con los espesores que se indica en la correspondiente descripción.

En relación a la tecnología de colocación, para la definición de los sistemas y la ejecución de las probetas, no se tendrá en cuenta los siguientes factores que en obra real son de gran importancia. No se considera

el factor de la superficie, formato o lado más largo de la baldosa o lámina cerámica, tampoco el diseño y anchura de las juntas de colocación y de movimiento, o la utilización de sistemas de nivelación, que si se deben tener en cuenta en el diseño de todo sistema cerámico.

Si se considera en el diseño del sistema y de las correspondientes probetas el tipo de llana dentada a utilizar. En el caso de las baldosas de gres BIIa y de gres porcelánico BIa de espesor estándar se aplicará el adhesivo con llana cuadrada de diente 10 mm para todas las variantes de probeta; en el caso de la lámina cerámica de espesor 6mm se aplicará el adhesivo con llana cuadrada de diente 8 mm en todos los casos.

En los casos de baldosas BIIa y BIa se selecciona un adhesivo tipo C2 sin la consideración de otras características adicionales. Para los sistemas ejecutados con lámina cerámica de bajo espesor, el adhesivo seleccionado en todos los casos ha sido un C2S1 sin la consideración de otras características adicionales. Se especifica un grupo de sistemas de pavimento cerámico más propios de obra nueva y un grupo adicional de sistemas de pavimento cerámico residencial orientados a las intervenciones de reforma o rehabilitación.

Y finalmente, cada sistema se especifica en tres variantes según los tres grupos de baldosas seleccionados en representación de los materiales más utilizados en las soluciones constructivas para pavimentos interiores de uso residencial. Estas variantes corresponden a la baldosa de gres BIIa, baldosa de gres porcelánico BIa, y lámina cerámica de 6 mm de espesor.

Hay que contar con la excepción de los dos sistemas propuestos para la colocación de sistemas cerámicos con morteros tradicionales. En este caso, por motivos técnicos, los materiales y la técnica de colocación es incompatible con las baldosas de menos de 3% de capacidad de absorción de agua. Por tanto, en estos sistemas solo se ha contemplado su ejecución únicamente con baldosas de gres BIIa.

Teniendo en cuenta estas premisas de partida, vamos en primer lugar a enumerar y describir los diferentes sistemas de pavimento cerámico para interiores residenciales que se consideran más representativos y utilizados en la edificación actual.

En segundo lugar, se realizará a partir de la primera relación, la selección de los cinco sistemas más representativos teniendo en cuenta lo expuesto hasta ahora. Sobre estos sistemas seleccionados se realizará posteriormente en el proyecto una batería de ensayos prácticos para evaluar comparativamente las prestaciones de estos sistemas.

Las ensayos se realizarán para la evaluación de las siguientes características: resistencia mecánica a compresión y deformación bajo carga, resistencia mecánica a carga puntual y deformación bajo carga puntual, resistencia mecánica y deformabilidad a flexión en caso de soportes flexibles, deformación sin carga, resistencia al impacto determinado por impacto duro y medida coeficiente restitución, aislamiento a ruido de impacto y aéreo, nivel de transmisión de las vibraciones generadas por impacto, cohesión entre capas (adhesión medida a cizalla), tensión entre capas por diferentes coeficientes de dilatación, permeabilidad al agua a través de capas, confort térmico.

Con la aplicación de esta metodología se pretende obtener datos que permitan cuantificar comparativamente las prestaciones del sistema y su comportamiento a medio y largo plazo. Esta información será de gran interés para conocer los sistemas más apropiados para pavimentos interiores en edificación residencial, determinar posibles puntos de mejora de los sistemas para incrementar sus prestaciones y fiabilidad técnica.

## 4.1. Relación de sistemas cerámicos para particiones horizontales.

A continuación, se relacionan los sistemas cerámicos más relevantes en particiones horizontales interiores para uso residencial. Del estudio realizado en el documento E1 y según las prácticas edificatorias actuales, se ha incluido en la primera selección un total de 16 sistemas cerámicos, 10 correspondientes a obra nueva y otros 6 correspondientes a reforma o rehabilitación.

### 4.1.1. Sistemas cerámicos para particiones horizontales en obra nueva.

En la descripción de los sistemas de obra nueva, se parte en todas las variantes de un soporte base tipo forjado unidireccional con canto superior a 30cm en condiciones de máxima estabilidad según lo establecido en la descripción correspondiente. Con excepción de los sistemas ON9 y ON10 en cuyo caso el soporte base se considera la tarima de madera.

En todos los casos descritos a continuación, se establece las variantes correspondientes a los tres tipos de baldosa cerámica propuesta: gres (BIIa), gres porcelánico BIa y lámina cerámica (LC). Con la excepción de los sistemas ON7 y ON8 en los que únicamente se contempla la variante con gres (BIIa) por incompatibilidad de los materiales con las baldosas de los otros dos tipos propuestos.

#### 4.1.1.1. Pavimento sobre forjado estable con solera nivelada de mortero. (ON1)

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón).

Capa de aislamiento térmico y acústico. Esta capa también podría ejecutarse con materiales de baja compresibilidad como última capa antes del adhesivo.

Recrido con mortero de cemento.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: BIIa, BIa, LC

#### 4.1.1.2. Pavimento sobre forjado estable con solera nivelada de autonivelante. (ON2)

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón).

Capa de aislamiento térmico y acústico. Esta capa también podría ejecutarse con materiales de baja compresibilidad como última capa antes del adhesivo.

Recrido con mortero autonivelante.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: BIIa, BIa, LC

#### 4.1.1.3. Pavimento sobre forjado estable con impermeabilización. (ON3)

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón).

Capa de aislamiento térmico y acústico.

Recrecido con mortero de cemento.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC.

Impermeabilización, con membranas extensibles o membranas en láminas.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: BIIa, BIa, LC

#### *4.1.1.4. Pavimento sobre forjado estable con calefacción radiante. (ON4)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón).

Capa de aislamiento térmico y acústico

Sistema de calefacción radiante por agua.

Recrecido con mortero de cemento.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC.

Desolidarización con membrana en lámina, capa opcional y necesaria en BIa y LC.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: BIIa, BIa, LC

#### *4.1.1.5. Pavimento sobre forjado con solera nivelada y capa de desolidarización. (ON5)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón).

Capa de aislamiento térmico y acústico. Esta capa también podría ejecutarse con materiales de baja compresibilidad como última capa antes del adhesivo.

Recrecido con mortero de cemento.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC.

Desolidarización con membrana en lámina.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: BIIa, BIa, LC

#### *4.1.1.6. Pavimento sobre forjado estable directamente. (ON6)*

Este sistema no requiere ningún tipo de diseño puesto que admite la colocación de los adhesivos directamente sobre el soporte estructural. Por los requisitos normativos y procesos de construcción, es un sistema muy residual y que admite una utilización muy reducida actualmente.

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón).

Imprimación, opcionalmente según el estado de la superficie puede ser necesaria una imprimación consolidante o puente de unión para favorecer la adherencia

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: BIIa, BIa, LC

#### *4.1.1.7. Pavimento sobre forjado sobre desolidarización con mortero tradicional. (ON7)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón).

Capa de desolidarización con arena o garbancillo suelto.  
Recrecido con mortero de cemento.  
Capa de mortero tradicional como material de agarre  
Baldosa Cerámica: BIIa

#### *4.1.1.8. Pavimento sobre forjado directamente con mortero tradicional. (ON8)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón).  
Capa de aislamiento térmico y acústico.  
Recrecido con mortero de cemento.  
Capa de mortero tradicional como material de agarre  
Baldosa Cerámica: BIIa

#### *4.1.1.9. Pavimento sobre tarima de madera. (ON9)*

Este sistema no requiere ningún tipo de diseño puesto que admite la colocación de los adhesivos directamente sobre el soporte estructural de madera. Por los requisitos normativos y procesos de construcción, es un sistema muy residual y que admite una utilización muy reducida actualmente.

Soporte estructural de tarima de madera.  
Imprimación para proteger la superficie y favorecer la adherencia  
Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC.  
Baldosa Cerámica: BIIa, BIa, LC

#### *4.1.1.10. Pavimento sobre sobre tarima de madera con desolidarización. (ON10)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural de tarima de madera.  
Imprimación para proteger la superficie y favorecer la adherencia  
Desolidarización con membrana en lámina.  
Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC.  
Baldosa Cerámica: BIIa, BIa, LC

### **4.1.2. Sistemas cerámicos para particiones horizontales en reforma.**

Los sistemas cerámicos para pavimentos en intervenciones de reforma o rehabilitación son mucho más sencillos en el diseño y ejecución ya que cuentan con menos capas intermedias.

En general, estos sistemas se basan en la sobrecolocación o colocación sobre un sistema de pavimento existente que puede ser en la mayor parte de los casos de baldosas de cerámica, terrazo o piedra previamente colocadas o bien de otros materiales. En este caso, se considera la colocación de sistemas cerámicos sobre madera y se excluyen otro tipo de soportes muy minoritarios y poco compatibles con la colocación de cerámica.

La parte más importante para lograr el éxito en la instalación de un sistema cerámico para un pavimento interior residencial reside en lo que no se tiene que ejecutar. Es decir, lo más decisivo es la labor de diagnóstico y verificación del estado del pavimento preexistente en su conjunto.

En estos sistemas contamos con la ventaja de poder averiguar con relativa facilidad si hay en el pavimento preexistente algún tipo de patología o fallo que pueda comprometer la intervención posterior.

Por otro lado, todos aquellos requisitos que nos dificultan la ejecución de un sistema cerámico complejo con muchas capas intermedias en obra nueva, no se van a dar en una sobrecolocación en reforma. El edificio ya está construido con mucha anterioridad, por tanto, los soportes estructurales y las capas de recrecido, regularización y otras que se haya interpuesto, tienen la estabilidad apropiada. Por tanto, es previsible que, si se ha realizado una buena comprobación previa, y se ejecuta el sistema con los materiales y la técnica apropiados, las posibles patologías derivadas de problemáticas en el soporte, tendrán una repercusión mucho menor que en los sistemas de obra nueva.

Cuando se observa en el estado del sistema de pavimento preexistente determinadas circunstancias que hacen inviable la colocación del nuevo pavimento cerámico directamente encima, se debe proceder a subsanar estas circunstancias. Es posible que el pavimento anterior presente patologías en forma de despegues, levantamientos, fisuras, irregularidades, o incluso capas intermedias en mal estado. Si posteriormente a la evaluación previa, se determina que no es viable la colocación directa del pavimento cerámico, se debe proceder a la demolición del pavimento anterior. Esta demolición puede limitarse a un simple arrancamiento de las baldosas de cerámica, piedra o terrazo, en el mejor de los casos. Pero es muy posible que se deba realizar una demolición del resto de capas de recrecido y otras hasta llegar al soporte estructural del edificio y volver a ejecutar el sistema tal como se realizaría en obra nueva.

En el caso de la secuencia de capas, la función de soporte base o estructural en estos sistemas la realiza todo el sistema ejecutado con anterioridad. Para el caso de pavimento preexistente con baldosas, lo más habitual es encontrar baldosas de cerámica antigua, de terrazo o de piedra natural. En base a la repercusión en este tipo de intervenciones en reforma y por la cronología de los materiales, el material que se encuentra más frecuentemente en la base es el terrazo.

#### *4.1.2.1. Pavimento sobre pavimento existente (cerámica, terrazo, piedra). (R1)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Sistema de pavimento preexistente de baldosas cerámicas, piedra o terrazo que realiza la función de soporte estructural.

Imprimación para favorecer la adherencia, puede ser mediante intervención mecánica o bien con aplicación de productos químicos.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para B1a y B1a y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: B1a, B1a, LC

#### *4.1.2.2. Pavimento sobre pavimento existente demolido. (R2)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Demolición del sistema previo en todas sus capas.

Soporte estructural forjado existente.

Recrecido con mortero de cemento.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC.  
Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para Blla y Bla y de 8 mm para LC.  
Baldosa Cerámica: Blla, Bla, LC

#### *4.1.2.3. Pavimento sobre pavimento existente con impermeabilización (cerámica, terrazo, piedra). (R3)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Sistema de pavimento preexistente de baldosas cerámicas, piedra o terrazo que realiza la función de soporte estructural.

Imprimación para favorecer la adherencia, puede ser mediante intervención mecánica o bien con aplicación de productos químicos.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC.

Impermeabilización, con membranas extensibles o membranas en láminas.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para Blla y Bla y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: Blla, Bla, LC

#### *4.1.2.4. Pavimento sobre pavimento existente con calefacción radiante eléctrica. (R4)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Sistema de pavimento preexistente de baldosas cerámicas, piedra o terrazo que realiza la función de soporte estructural.

Capa de aislamiento térmico y acústico

Sistema de calefacción radiante eléctrica.

Desolidarización, opcionalmente en función de la superficie y formato de baldosa.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para Blla y Bla y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: Blla, Bla, LC

#### *4.1.2.5. Pavimento sobre pavimento existente de madera. (R5)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Sistema de pavimento preexistente de madera que realiza la función de soporte estructural.

Imprimación para favorecer la adherencia, puede ser mediante intervención mecánica o bien con aplicación de productos químicos.

Regularización, capa opcional en caso de LC.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para Blla y Bla y de 8 mm para LC.

Baldosa Cerámica: Blla, Bla, LC

#### *4.1.2.6. Pavimento sobre pavimento existente de madera con calefacción radiante eléctrica. (R6)*

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Sistema de pavimento preexistente de madera que realiza la función de soporte estructural.

Capa de aislamiento térmico y acústico

Sistema de calefacción radiante eléctrica.

Desolidarización, opcionalmente en función de la superficie y formato de baldosa.  
Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para B1a y B1a y de 8 mm para LC.  
Baldosa Cerámica: B1a, B1a, LC

## 5. Propuesta de sistemas según los criterios de diseño (Tarea 2.3)

Tras el análisis de los principales sistemas cerámicos para particiones horizontales en obra nueva y rehabilitación enumerados en el apartado anterior, se procede a la selección de los cinco sistemas más representativos en cuanto a volumen de superficie ejecutado, relación calidad prestaciones, ajuste del sistema para evitar patologías y promover una mejor calidad y durabilidad final del sistema cerámico.

Como resultado de esta evaluación, los sistemas seleccionados para verificar en la parte experimental su comportamiento y valores comparativos de los ítems a verificar los siguientes:

Del grupo de obra nueva, los sistemas ON1, pavimento sobre forjado estable con solera nivelada de mortero; ON4, pavimento sobre forjado estable con calefacción radiante y ON7, pavimento sobre forjado sobre desolidarización con mortero tradicional. Este último será el único sistema seleccionado en el que el material de agarre es el mortero tradicional, y como ya se ha comentado, sólo se puede utilizar este sistema con la baldosa de gres B1a.

Del grupo correspondiente a reforma, los sistemas R1, Pavimento sobre pavimento existente (cerámica, terrazo, piedra) y R5, Pavimento sobre pavimento existente de madera.

A continuación se desarrolla de forma más detallada las características de cada sistema, los materiales utilizados, las cuestiones a tener en cuenta sobre las técnicas, los espesores aproximados de cada una de las capas del sistema y las patologías más comunes que puede asociarse a un incorrecto diseño o ejecución de cada uno de ellos.

Además de la descripción del número de capas, su orden, materiales, composición y ejecución, para que un sistema cerámico sea viable técnicamente, hay que tener en cuenta muchos otros factores que por las características de este proyecto no pueden ser evaluadas. No obstante, conviene recordarlas a nivel general para todos los sistemas seleccionados.

En necesario realizar una planificación de los trabajos de colocación de los sistemas cerámicos, un exhaustivo replanteo del espacio a revestir, diseño, anchura y disposición de las juntas de colocación y de movimiento, un control a pie de obra de los materiales que se va a aplicar en el sistema.

Para poder ejecutar los trabajos de colocación de forma adecuada, es necesario tener en cuenta las condiciones ambientales durante la colocación y en las siguientes 48 horas, ya que pueden influir en la merma de las prestaciones y pueden ser motivo de patologías.

Igualmente se debe analizar las exigencias de uso del sistema de pavimento cerámico, realizar un diagnóstico adecuado de los soportes según las exigencias funcionales.

En relación a los aspectos más relacionados con la aplicación de los materiales en obra, se debe tener en cuenta la experiencia y formación de los alicatadores soladores para obtener un acabado de calidad.

Para todos los casos de sistemas cerámicos seleccionados, se puede dar la posibilidad de patologías de los grupos de patologías por fallos en el sistema de colocación y patologías por un uso incorrecto de los materiales, según se ha explicado en el documento E1.

### 5.1.1. Pavimento sobre forjado estable con solera nivelada de mortero. (ON1)

Destacamos este sistema en primer lugar por tratarse de una de las soluciones constructivas más habituales en la colocación de sistemas de pavimento cerámico en interiores de uso residencial. Es un sistema, relativamente sencillo que permite cumplir con los requisitos del CTE a nivel de aislamientos acústico, es lo suficientemente flexible para adaptarse a las limitaciones y condicionantes de la edificación actual. Con este sistema bien ejecutado podemos llegar a resolver un gran número de solicitudes del sistema cerámico con garantías y adaptado a la oferta en adhesivos y baldosas cerámicas.

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón). Aunque ya se ha comentado que la influencia de este factor no será tenida en cuenta en la preparación de las probetas de ensayo, es importante recordar lo dicho en el documento E1 apartado 2 acerca de la importancia de la estabilidad del soporte estructural para evitar las patologías relacionadas con problemáticas del soporte.

Se considera soporte estable en forjados unidireccionales aquellos que tienen una edad mínima de 6 meses con maduración en condiciones de maduración de temperatura y humedad, con luces máximas de 5 m para cantos mínimos de 0,30 m en forjados empotrados, luces máximas de 4 m para cantos mínimos de 0,30 m en forjados apoyados, con cargas de uso no superiores a las previstas en la edificación residencial (2 kN/m<sup>2</sup> para la carga uniforme y 2 kN para la carga máxima concentrada) y con flechas activas máximas del orden de 5 mm o valores inferiores.

Capa de aislamiento térmico y acústico. Aunque esta capa también podría ejecutarse con materiales de baja compresibilidad como última capa antes del adhesivo, para el diseño del sistema se ha optado por materiales colocados directamente sobre el soporte base inmediatamente por debajo de la capa de recrecido. El grosor total de esta capa es de 10 mm y su compresibilidad es baja por lo que no requiere una solera flotante.

Recrecido con mortero de cemento. Sobre el aislamiento se ejecuta in situ la capa de recrecido con mortero de cemento. Existen otras opciones muy interesantes para la colocación de sistemas cerámicos como son los morteros semisecos, muy interesantes y que minimizan los riesgos de patologías en la capas de recrecido al tiempo que optimizan las resistencias mecánicas. También los morteros o pastas autonivelantes ofrecen interesantes alternativas para la ejecución de esta capa. No obstante, se ha optado por el diseño con recrecido de mortero de cemento tradicional por su implantación y facilidad de ejecución en el caso de probetas de reducidas dimensiones. La ejecución, materiales, composición, condiciones de entrega son las que se ha establecido en el entregable E1. Respecto al espesor de esta capa estará entre 30mm en el mínimo y un máximo de 40 mm.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC. En el caso de que el recrecido se haya entregado con una desviación de planitud inferior a 3mm en regla de 2m, no será necesario la ejecución de una capa adicional de regularización para los casos de sistemas de pavimento con baldosas BIIa y BIa. En el caso de lámina cerámica, sí que sería necesaria una capa de regularización con materiales cementosos apropiados para su espesor, que en ningún caso debería ser superior de media a 1 o 2 mm.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC. La aplicación del adhesivo se realizaría según hemos expuesto con el método Tarver y aplicando simple o doble encolado en función de los requisitos que establece la Norma UNE 138002. Para todos los casos de sistemas de pavimentos si tenemos necesidad de reducir el tiempo de entrega y se va a producir un tránsito temprano, se debe seleccionar adhesivos de fraguado rápido F.

Para las baldosas de espesor estándar se utilizaría una llana de 10 mm de diente cuadrado para aplicar un adhesivo tipo C2. Al final la capa de adhesivo no debería superar los 6 mm de espesor máximo.

En el caso de lámina cerámica se utilizaría llana de 8 mm con doble encolado siempre para aplicar un adhesivo tipo C2 S1. El espesor total de la capa de adhesivo no debería superar los 5 mm como máximo. En la colocación de láminas cerámicas, dado su gran tamaño, es conveniente tener en cuenta la selección de adhesivos con tiempo abierto ampliado E.

Baldosa Cerámica. Como en todo sistema cerámico, la baldosa es la última capa y visible para el usuario del sistema. Este sistema se aplica en los tres tipos de baldosas propuestos, BIIa, BIa, en espesor de 10mm y lámina cerámica en espesor de 6 mm.

### **5.1.2. Pavimento sobre forjado estable con calefacción radiante. (ON4)**

Tal como se ha comentado anteriormente, la calefacción radiante en combinación con sistemas de pavimento cerámico es una opción cada vez más utilizada por sus ventajas a nivel técnico, su eficiencia energética y su confort para el usuario. No obstante, se trata de un sistema que trabaja con constantes cambios de temperatura en materiales con coeficientes de dilatación distintos y por ello hay que tener especial cuidado en su diseño, en la selección de las soluciones constructivas y en la ejecución cuidada.

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón). En este caso, sometido a los mismos requisitos de ejecución y entrega en cuanto a las condiciones de estabilidad que en el caso anterior.

Capa de aislamiento térmico y acústico. Tradicionalmente en los sistemas de calefacción radiante, se considera la primera capa el aislamiento térmico. Como es lógico su función es mantener el calor y focalizarlo hacia la parte superior evitando que haya pérdidas hacia el soporte base. No obstante, en la actualidad los fabricantes ofrecen sistemas prefabricados de altas prestaciones en los que el mismo soporte de la calefacción radiante incorpora en su base el aislamiento. Por tanto, en este caso es una capa que se ejecuta al mismo tiempo y con el mismo material que la siguiente.

Sistema de calefacción radiante por agua. Como hemos apuntado, en este caso, se recurre a una solución que integra las placas con tetones que asumen la doble función de aislamiento y sujeción de las tuberías de agua. Con este tipo de materiales es más fácil realizar la distribución de las tuberías en función de la superficie y las prestaciones requeridas. En el caso de los materiales utilizados en este proyecto, las placas con el aislamiento tienen un espesor de 44 mm.

Recrecido con mortero de cemento. Sobre el sistema de calefacción radiante con los tubos de agua se ejecuta el recrecido de mortero de cemento siguiendo las indicaciones establecidas en los apartados anteriores. En el caso de calefacción radiante, se debe además tener muy presentes las instrucciones del fabricante del sistema de calefacción radiante. En este caso, la capa de recrecido de cemento debe tener un espesor de 8 mm por encima de los tetones de las placas.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC. Para la ejecución de esta capa adicionalmente, vale lo contemplado para el anterior sistema. No obstante, con los sistemas prefabricados actualmente es más sencillo que el recrecido tenga unas mínimas tolerancias dimensionales. Como además tendremos que recurrir casi con total seguridad a la capa posterior de desolidarización, es posible que no sea necesario recurrir a una regularización específica.

Desolidarización con membrana en lámina, capa opcional y necesaria en B1a y LC. Como hemos apuntado al inicio, los sistemas cerámicos de pavimento con calefacción radiante someten a los materiales a cambios dimensionales que provocan mayores tensiones de cizalladura en las capas del sistema y en los adhesivos y la propia baldosa cerámica. Si a esto añadimos la cada vez más baja capacidad de absorción de agua de las baldosas y el progresivo incremento de los formatos manteniendo las mismas dimensiones de juntas de colocación, tenemos como consecuencia la necesidad de realizar una capa de desolidarización adicional.

El objetivo de esta capa es independizar los movimientos que se pueden producir por variaciones dimensionales en el seno de la calefacción radiante y el recrecido respecto de la capa de adhesivo y las baldosas cerámicas.

Esta capa puede ser prescindible en el improbable caso de colocar baldosas de gres B1a por su mayor capacidad de absorción de agua y su menor formato. Pero es imprescindible en el caso de gres porcelánico y lámina cerámica.

En este caso, el sistema se ha ejecutado con una lámina de desolidarización aplicada con adhesivo cementoso sobre el propio recrecido y que permitirá la colocación del adhesivo y la cerámica directamente encima. La lámina de desolidarización tiene un espesor de 3 mm y otros 2 mm adicionales para la aplicación del adhesivo.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para B1a y B1a y de 8 mm para LC. La aplicación del adhesivo se realizaría según hemos expuesto con el método Tarver y aplicando simple o doble encolado en función de los requisitos que establece la Norma UNE 138002. Para todos los casos de sistemas de pavimentos si tenemos necesidad de reducir el tiempo de entrega y se va a producir un tránsito temprano, se debe seleccionar adhesivos de fraguado rápido F.

Para las baldosas de espesor estándar se utilizaría una llana de 10 mm de diente cuadrado para aplicar un adhesivo tipo C2, en este caso por tratarse de probetas con baldosas cortadas a formatos pequeños. No obstante, para colocación de baldosas de gres porcelánico B1a en pavimentos interiores residenciales con calefacción radiante, se requiere un adhesivo tipo C2 S1 cuando el lado mayor es superior a 60 cm y un tipo C2 S2 cuando el lado mayor supera los 90 cm. Al final la capa de adhesivo no debería superar los 6 mm de espesor máximo.

En el caso de lámina cerámica se utilizaría llana de 8 mm con doble encolado siempre para aplicar un adhesivo tipo C2 S2 en todos los casos de pavimento con calefacción radiante. El espesor total de la capa de adhesivo no debería superar los 5 mm como máximo. En la colocación de láminas cerámicas, dado su gran tamaño, es conveniente tener en cuenta la selección de adhesivos con tiempo abierto ampliado E. Baldosa Cerámica. Como en todo sistema cerámico, la baldosa es la última capa y visible para el usuario del sistema. Este sistema se aplica en los tres tipos de baldosas propuestos, B1a, B1a, en espesor de 10mm y lámina cerámica en espesor de 6 mm.

Respecto a la baldosa cerámica, se debe tener en cuenta la selección de formatos no superiores a 120x120 incluso en el caso de interposición de la capa de desolidarización. También es importante diseñar el sistema con una junta de colocación abierta de 5 mm.

### **5.1.3. Pavimento sobre forjado sobre desolidarización con mortero tradicional. (ON7)**

Como hemos comentado, este sistema es la única variante en la que se utiliza el mortero tradicional como material de agarre. Se conoce también como colocación "al tendido". Se trata de un sistema cerámico con muy poca repercusión en la edificación de obra nueva actual. Principalmente porque requiere baldosas

de más de 3% de capacidad de absorción de agua, lo cual ya no es muy frecuente en un pavimento cerámico y otro requisito es la selección de formatos pequeños para la oferta actual de baldosas cerámicas para pavimentos residenciales. No obstante, hemos querido incluir esta sistema para evaluar sus prestaciones respecto al resto de sistemas basados en la utilización de materiales que técnicamente tienen una prestaciones muy superiores.

La colocación tradicional de solados “al tendido” resuelve la capa de desolidarización mediante un estrato de grava de tamaño medio (garbancillo) que da estabilidad al sistema y es permeable, para favorecer la evaporación del agua del mortero semiseco por su parte inferior, disminuyendo las contracciones diferenciales de ese estrato.

La única limitación de esta técnica nos viene dada por la falta de grosor disponible en la edificación actual, máxime si las instalaciones se llevan por el techo. Cuando el nivel de entrega del pavimento cerámico no permite albergar grosores de 6-8 cm, nos veremos obligados a seleccionar otra técnica que permita reducir el espesor del sistema. En nuestro caso, el total del sistema tal como se ha diseñado nos da un espesor total de 76 mm.

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Soporte estructural estable (forjado o solera de hormigón). En este caso, sometido a los mismos requisitos de ejecución y entrega en cuanto a las condiciones de estabilidad que en el caso anterior.

Capa de desolidarización con arena o garbancillo suelto. Una primera capa disgregada o suelta de garbancillo o gravín de grosor variable extendido directamente sobre la capa de compresión del forjado u otro soporte base. Esta capa puede llegar a ser muy estable y quedar compactada, al tiempo que actúa como capa de desolidarización con la superficie entregada. El espesor medio aproximado que puede tener esta capa es de 25 mm.

Recricado con mortero de cemento. Esta capa será la base del pavimento cerámico y se suele ejecutar con morteros semisecos ricos en cemento que pueden alcanzar resistencias mecánicas que dan a esta capa la categoría de solera flotante, con capacidad para soportar las cargas dinámicas y estáticas habituales en una vivienda.

El espesor aproximado de esta capa es de 40 mm como máximo. Con espesores iguales o superiores a 45 mm para el mortero semiseco y con la ayuda de una operación de fratasado podemos alcanzar resistencias mecánicas suficientes como para considerar a esta capa como una solera flotante independizada del soporte de colocación.

Capa de mortero tradicional como material de agarre. Esta capa realiza las funciones de material de agarre, constituye el puente de unión entre la base del solado ejecutada en la capa anterior y el pavimento con las baldosa cerámicas propiamente dicho. Puede ser el espolvoreado de cemento y cal de la colocación “al tendido” o un puente de unión de alto contenido en resinas. Con una buena humectación tenemos una buena adherencia mecánica asegurada y una cierta deformabilidad aportada por la cal. En cualquier caso, el espesor de esta capa no será superior a 1 o 2 mm a lo sumo.

Baldosa Cerámica: gres Blla. Como ya se ha señalado, este sistema únicamente es compatible con esta tipología de baldosas cerámicas. Con baldosas porosas, la hidratación de ese puente de unión acompaña a la contracción del mortero semiseco y constituye una unidad bastante uniforme en cuanto a ausencia de tensiones de cizalladura. Para baldosas con “cola de milano” pronunciada, es aconsejable llenar los huecos con una mezcla 1:1 cemento arena. El maceado de las piezas en esta técnica de colocación puede realizarse manual o mecánicamente.

#### 5.1.4. Pavimento sobre pavimento existente (cerámica, terrazo, piedra). (R1)

En los últimos diez años el sector de la reforma y rehabilitación de viviendas ha experimentado un incremento importante a la par que disminuía la edificación residencial de obra nueva. Esto ha provocado el incremento de la colocación de sistemas cerámicos sobre otros pavimentos ya existentes.

Un caso muy frecuente en la actualidad es la reforma de viviendas con más de dos décadas de antigüedad en las que el pavimento está conformado por otras baldosas que pueden ser de cerámica más antigua, piedra natural o más a menudo baldosas de terrazo. Por ello, se ha seleccionado esta opción.

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Sistema de pavimento preexistente de baldosas cerámicas, piedra o terrazo que realiza la función de soporte estructural. En el caso que se ha seleccionado, el soporte lo conforman baldosas de terrazo colocadas con mortero tradicional. Se estima un espesor de 30 mm de espesor del mortero de agarre más otros 30 mm correspondientes al espesor de la propia baldosa de terrazo.

Imprimación para favorecer la adherencia, puede ser mediante intervención mecánica o bien con aplicación de productos químicos. El terrazo es un material a menudo sometido a varias operaciones de pulido y abrillantado. El resultado con el paso del tiempo y del uso, es una superficie poco porosa y no apta para la colocación directa. Es por ello, que se debe realizar una intervención para preparar la cara vista del terrazo de cara a la aplicación del adhesivo en las mejores condiciones posibles. Esto se puede realizar de forma mecánica con discos abrasivos o similares, o bien, por medios químicos aplicando materiales que sean capaces de desbastar la superficie para obtener una rugosidad y porosidad adecuada.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC. En el caso de que el pavimento de terrazo preexistente tenga una desviación de planitud inferior a 3mm en regla de 2m, no será necesario la ejecución de una capa adicional de regularización para los casos de sistemas de pavimento con baldosas B1a y B1a. En el caso de lámina cerámica, sí que sería necesaria una capa de regularización con materiales cementosos apropiados para su espesor, que en ningún caso debería ser superior de media a 1 o 2 mm.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para B1a y B1a y de 8 mm para LC. La aplicación del adhesivo se realizaría según hemos expuesto con el método Tarver y aplicando simple o doble encolado en función de los requisitos que establece la Norma UNE 138002 al igual que en el sistema ON1. Para todos los casos de sistemas de pavimentos si tenemos necesidad de reducir el tiempo de entrega y se va a producir un tránsito temprano, se debe seleccionar adhesivos de fraguado rápido F.

Para las baldosas de espesor estándar se utilizaría una llana de 10 mm de diente cuadrado para aplicar un adhesivo tipo C2. Al final la capa de adhesivo no debería superar los 6 mm de espesor máximo.

En el caso de lámina cerámica se utilizaría llana de 8 mm con doble encolado siempre para aplicar un adhesivo tipo C2 S1. El espesor total de la capa de adhesivo no debería superar los 5 mm como máximo. En la colocación de láminas cerámicas, dado su gran tamaño, es conveniente tener en cuenta la selección de adhesivos con tiempo abierto ampliado E.

Baldosa Cerámica. Como en todo sistema cerámico, la baldosa es la última capa y visible para el usuario del sistema. Este sistema se aplica en los tres tipos de baldosas propuestos, B1a, B1a, en espesor de 10mm y lámina cerámica en espesor de 6 mm. Aunque en este sistema, la colocación de un gres B1a sobre un pavimento de terrazo actualmente no es una elección muy frecuente.

### 5.1.5. Pavimento sobre pavimento existente de madera. (R5)

Se ha seleccionado el sistema cerámico en reforma sobre pavimento existente de madera como un sistema distinto del anterior R1 principalmente por las características de la madera. No es una solución constructiva tan habitual porque en nuestro contexto no es tan común la utilización de madera para la ejecución de pavimentos residenciales. No obstante, es una solución constructiva a tener en cuenta ya que en otros países es mucho más común la colocación de sistemas cerámicos sobre soportes de madera.

Este sistema está diseñado con la siguiente secuencia de capas:

Sistema de pavimento preexistente de madera que realiza la función de soporte estructural. Se considera para el diseño de este sistema la existencia en la edificación de un pavimento transitable previamente instalado con paneles de madera hidrofugada en un espesor aproximado de 20 mm.

Imprimación para favorecer la adherencia, puede ser mediante intervención mecánica o bien con aplicación de productos químicos. Al igual que en el caso anterior, es necesaria la intervención en el soporte para generar las mejores condiciones posibles para la adherencia de la cerámica y al mismo tiempo proteger la madera de la acción de la humedad del propio adhesivo. El espesor de esta capa es prácticamente despreciable en torno a 1 mm.

Regularización, capa opcional y necesaria en caso de LC. En el caso de que el pavimento de madera preexistente tenga una desviación de planitud inferior a 3mm en regla de 2m, no será necesario la ejecución de una capa adicional de regularización para los casos de sistemas de pavimento con baldosas BIIa y BIa. En el caso de lámina cerámica, sí que sería necesaria una capa de regularización con materiales cementosos apropiados para su espesor, que en ningún caso debería ser superior de media a 1 o 2 mm.

Capa de adhesivo, con llana de 10 mm para BIIa y BIa y de 8 mm para LC. La aplicación del adhesivo se realizaría según hemos expuesto con el método Tarver y aplicando simple o doble encolado en función de los requisitos que establece la Norma UNE 138002 al igual que en el sistema ON1. Para todos los casos de sistemas de pavimentos si tenemos necesidad de reducir el tiempo de entrega y se va a producir un tránsito temprano, se debe seleccionar adhesivos de fraguado rápido F.

Para las baldosas de espesor estándar se utilizaría una llana de 10 mm de diente cuadrado para aplicar un adhesivo tipo C2. Al final la capa de adhesivo no debería superar los 6 mm de espesor máximo.

En el caso de lámina cerámica se utilizaría llana de 8 mm con doble encolado siempre para aplicar un adhesivo tipo C2 S1. El espesor total de la capa de adhesivo no debería superar los 5 mm como máximo. En la colocación de láminas cerámicas, dado su gran tamaño, es conveniente tener en cuenta la selección de adhesivos con tiempo abierto ampliado E.

No obstante, en el apartado de la selección del adhesivo, dada la gran variedad de materiales disponibles en el mercado y las características peculiares de la madera, se recomienda consultar las especificaciones de los adhesivos con el fabricante.

Baldosa Cerámica. Como en todo sistema cerámico, la baldosa es la última capa y visible para el usuario del sistema. Este sistema se aplica en los tres tipos de baldosas propuestos, BIIa, BIa, en espesor de 10mm y lámina cerámica en espesor de 6 mm.

## **6. Conclusiones**

La información obtenida en la tarea 1 del proyecto ha permitido identificar en esta tarea los criterios de diseño de los sistemas cerámicos para particiones horizontales en base a los cuales se van a evaluar los resultados de los ensayos realizados sobre los sistemas cerámicos que se han definido para su estudio.

Se han concretado los sistemas cerámicos a evaluar en función de los criterios de diseño establecidos.