CUADERNOS DE FORMACIÓN

PATRIMONIO

MORTEROS PARA REHABILITACIÓN DEL PATRIMONIO

MÓDULO 2 – CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN

grupopuma
fundación

www.fundaciongrupopuma.com

“Los contenidos de este programa de formación son fruto de la experiencia de GRUPO PUMA, SL y de los ensayos técnicos realizados en sus laboratorios, llevados a cabo según su leal saber y entender, excluyéndose, por tanto, cualquier tipo de responsabilidad que pudiera derivarse de un uso distinto o inadecuado de dicha información, o por la omisión o ausencia de la diligencia debida en la persona o personas que hagan uso de estos cuadernos de formación. Las indicaciones verbales o escritas realizadas por GRUPO PUMA, SL no suponen ni conllevan garantía alguna sobre el producto o la aplicación, que debería ser específicamente otorgada para cada caso .

Asimismo, GRUPO PUMA, SL se reserva todos los derechos derivados del presente documento y prohíbe su reproducción total o parcial, su tratamiento informático, así como la transmisión por cualquier otro medio o método de dichos contenidos sin su permiso previo y por escrito.”

ÍNDICE

MÓDULO 2 – CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN LIGERA 5
1. INTRODUCCIÓN. 5
1. ÁRIDOS LIGEROS 8
1.1 LA ARCILLA EXPANDIDA 8
1.2 EL CORCHO NATURAL 9
2. CUBIERTAS 12
2.1 PUESTA EN OBRA DE LA ARCILLA EXPANDIDA EN SECO O AMASADA CON CEMENTO EN CUBIERTAS PLANAS 13
2.1.1 Arcilla Expandida EN SECO 13
2.1.2 Arcilla Expandida AMASADA CON CEMENTO 14
2.2 RECRECIDOS DE PORO CERRADO CONFECCIONADOS "IS SITU" CON ARCILLA EXPANDIDA EN CUBIERTAS PLANAS 15
2.3 CUBIERTAS EN NUEVAS CONSTRUCCIONES 17
2.3.1 Cubierta plana invertida transitable para peatones, acabado baldosa cerámica. 17
2.3.2 Cubierta plana invertida no transitable, acabado árido decorativo. 18
2.3.3 Puesta en obra del recrecido ligero. 20
2.4 Sistemas para la rehabilitación de cubiertas. 21
2.4.1 Introducción a la solera ligera semiseca y a los sistemas de membrana de poliuretano como base para la rehabilitación de cubiertas. 21
2.4.2 Rehabilitación (energética e impermeabilización) de cubierta plana transitable (peatonal) con acabado de solado cerámico. 27
2.4.3 Rehabilitación (energética e impermeabilización) de cubierta plana transitable (peatonal) con acabado de barniz. 28
3. RECRECIDOS Y SOLERAS 32
3.1 Recrecidos y soleras con arcilla expandida o corcho amasados con cemento. 32
3.1.1 Recrecidos con arcilla expandida. 32
3.1.2 Recrecidos con corcho natural. 34
3.2 Premezclados de corcho y arcilla expandida: soluciones para la realización de soleras y recrecidos ligeros. 35

3.3 Ejemplos de sistemas constructivos con morteros ligeros y láminas acústicas, ambos de corcho. 36

3.3.1 Solera flotante. Colocación de lámina acústica sobre soporte resistente, recrecido con mortero de corcho y acabado de pavimento cerámico. 36

3.3.2 Colocación de lámina acústica sobre recrecido de mortero ligero de corcho de bajo espesor. 37

3.3.3 Puesta en obra del MORTERO LIGERO DE CORCHO. 38

3.4 Ejemplo de sistemas constructivos con RECRECIDOS Y SOLERAS LIGERAS DE ARCILLA EXPANDIDA. 40

3.4.1 Integración de instalaciones en diferentes espesores. 40

3.4.2 Integración de lámina acústica en obra nueva y rehabilitación. 41

3.5 Cuadro comparativo de usos y de rendimientos entre diferentes materiales para la realización de soleras y recrecidos. Reformas. 42

4. REHABILITACIÓN DE FORJADOS CON HORMIGONES LIGEROS 46

4.1 La normativa española. 46

4.2 Rehabilitación. Consolidación de forjados. Losas autoportantes de hormigón ligero. 48

4.2.1 Consolidación de forjados con hormigones ligeros estructurales. 49

4.2.2 Losas autoportantes de hormigón ligero estructural.....50

4.2.3 Precauciones y recomendaciones en la puesta en obra de un hormigón ligero en rehabilitación. 51

4.3 Empleo de Arcilla Expandida Estructural para la confección de hormigones ligeros estructurales.....52

4.4 Premezclado ensacado de arcilla expandida: hormigón ligero estructural. 53

4.4.1 Características y aplicaciones del hormigón ligero premezclado: 53

4.4.2 Puesta en obra del hormigón ligero: 54

4.5 Sistemas para la rehabilitación de forjados. 54

4.5.1 Sistema para rehabilitación de forjados, con integración de lámina acústica, para bajos espesores. Acabados cerámica o parquet. 55

4.5.2 Sistema multi-estrato para rehabilitación de forjados, con integración de lámina acústica. Acabados cerámica o parquet. 56

MÓDULO 2 – CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN LIGERA

1. INTRODUCCIÓN.

El uso de morteros y hormigones ligeros en construcción mejora el comportamiento estático y dinámico de los edificios.

El comportamiento estático porque evita la sobrecarga de los edificios, algo evidentemente de gran importancia en la rehabilitación, permitiendo más cargas de usos posibles o intervenciones como redistribución de la tabiquería, acciones sobre los muros de carga, etc.

El comportamiento dinámico porque la consecuencia de una menor masa en los forjados es una menor fuerza horizontal sobre las paredes, proporcionando un mayor margen de seguridad en zonas de riesgo sísmico.

Por último, el uso de estos morteros y hormigones permiten intervenciones menos importantes en las estructuras existentes con todo lo que ello conlleva: optimización del tiempo de ejecución, mayor eficiencia en el transporte, menor cantidad de material acopiado en obra, etc.

Hasta no hace mucho, el uso de morteros y hormigones de arcilla expandida o corcho en la construcción sólo era posible de dos formas: mediante dosificación y amasado a pie de obra o mediante fabricación en planta de hormigón (normalmente sólo para hormigón de arcilla expandida estructural y grandes obras).

El uso de estos productos fabricados y ensacados industrialmente ofrece una serie de ventajas evidentes:

- Por la seguridad del proyectista y el instalador.
- Por la simplificación de la aplicación en contextos complejos.
- Por tener calidad sea cuál sea la envergadura de la obra: desde la más mínima intervención a la mayor obra.
- Por permitir el transporte de material esté donde esté la obra, algo de especial importancia en la rehabilitación del centro histórico de las poblaciones o en casas de campo de difícil acceso.
- Para lograr prestaciones que nunca podrían alcanzarse con mezclas a pie de obra.

ÁRIDOS LIGEROS

1. ÁRIDOS LIGEROS

1.1 LA ARCILLA EXPANDIDA

La arcilla expandida es un material aislante y ligero con una estructura microporosa derivada de la expansión a altas temperaturas, y una superficie clinkerizada. Su óptima relación entre el peso y la resistencia la hace apta para su utilización tanto en morteros aislantes como en hormigones ligeros de altas prestaciones.

La arcilla expandida es inerte, estable y duradera, no se deteriora y no contiene materiales orgánicos. Es por tanto un producto apto para su uso en bio-construcción y en general para conseguir un hábitat saludable en cualquier tipo de edificación.

RESISTENTE LIGERA INERTE

Los áridos ligeros se emplean en la construcción desde al menos el siglo I AC. Un ejemplo significativo es el Panteón de Roma, con una cúpula de 43,30 metros de diámetro para cuya construcción se mezcló cal, puzolanas y piedra pómez.

Sería a principio del siglo XX cuando se aplicara en Kansas City (Estados Unidos) el primer proceso industrial para la producción de áridos ligeros.

A mitad del siglo XX se consolidó su fabricación y su uso en construcción tanto en Europa como en Estados Unidos. Desde entonces su uso se ha generalizado y multiplicado en múltiples aplicaciones: formación de pendientes y aislamientos de cubiertas, recrecidos ligeros, rehabilitación de forjados, morteros refractarios, bovedillas y casetones ligeros, pantallas acústicas, jardinería, etc. En definitiva en todos los casos donde se necesita ligereza y aislamiento con ciertas resistencias.

Los sistemas ligeros y aislantes son soluciones integrales para obra nueva y rehabilitación, especialmente en cubiertas y forjados.

Sus ventajas: ligereza, resistencia, fácil instalación y puesta en obra, gran rendimiento de colocación.

1.2 EL CORCHO NATURAL

El corcho es un auténtico recurso renovable. Al contrario de la madera, los productos de papel y los llamados “recursos renovables”, para elaborar productos de corcho no se tala ningún árbol. De hecho, la especie “Quercus Suber L” (el alcornoque) está protegido por ley. El producto que conocemos como corcho es la corteza de dicho árbol. Esta corteza se extrae de nueve en nueve años.

El alcornoque es un árbol de la familia del roble. Su valorización no se basa únicamente en los productos obtenidos del árbol, sino en todo el conjunto agronómico, forestal, silvopastoril y cinegético que gira en torno del cultivo del alcornoque, constituyendo una aportación fundamental para la sostenibilidad ecológica, económica y social de las zonas rurales de la región mediterránea donde pueda encontrarse el alcornoque.

Las características únicas del corcho le confieren un alto grado de aislamiento térmico, acústico y antivibratorio, siendo utilizado en la construcción de oleoductos, aeropuertos, edificios, bodegas y en la industria de la refrigeración, así como en espacios de ocio.

De características únicas, el corcho es un producto utilizado tradicionalmente en todo tipo de construcciones como aislamiento térmico y acústico.

De una gran versatilidad, este producto puede ser preparado en diferentes medidas y densidades para su uso tradicional en el aislamiento térmico o acústico, o en nuevas aplicaciones como las del aislamiento a las vibraciones de las instalaciones o incluso en decoración.

El granulado de corcho tiene también una diversidad de aplicaciones en la construcción o rehabilitación de viviendas, y es una solución ideal, una vez mezclado con cemento o cal, y si es necesario con otros áridos ligeros o pesados, para la confección de morteros ligeros y aislantes.

LIGERO NATURAL AISLANTE

CUBIERTAS

2. CUBIERTAS

En cubiertas planas la arcilla expandida es el producto apropiado en la formación de las pendientes, contribuyendo al aislamiento térmico gracias a su baja conductividad térmica.

En el caso de cubiertas inclinadas permite realizar la capa de compresión aportando aislamiento térmico a las mismas, de esta forma se disminuye el espesor del aislamiento.

La elevada resistencia a la compresión de la arcilla expandida o de los morteros confeccionados con ella, y su estabilidad en el tiempo garantizan el mantenimiento de las características de la cubierta durante la vida útil del edificio.

Los morteros de arcilla expandida constituyen una base resistente e indeformable para los diferentes sistemas de impermeabilización o para la amplia gama de aislamientos térmicos existentes en el mercado.

Su facilidad de colocación, resistencia y durabilidad son una garantía para técnicos, promotores, constructores, empresas especializadas en cubiertas y usuarios finales frente a los problemas o complejidades de puesta en obra de otros tipos de materiales.

En rehabilitación de cubiertas es una solución ideal, combinando ligereza, resistencia y aislamiento. Es especialmente interesante en estos casos el empleo de premezclados de arcilla expandida, de fácil transporte y de gran simplicidad en su uso debido a que puede ponerse en obra mediante bombeo.

El catálogo de elementos constructivos del CTE, contempla una serie de productos y elementos constructivos para las cubiertas, y unas representaciones gráficas para éstos que deben entenderse como esquemas generales que caracterizan a un tipo constructivo frente a los otros. En ningún caso estos esquemas son una representación completa de los detalles constructivos reales del proyecto, pueden faltar capas o detalles de los componentes.

En cualquier caso y como se indica en el CTE, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características técnicas de los materiales y productos utilizados en las mismas.

El Catálogo de Elementos Constructivos no tiene un carácter reglamentario, por lo que el proyectista puede utilizar cualquier solución constructiva no contemplada en él, siempre que justifique el cumplimiento de las exigencias del CTE.

El Catálogo de Elementos Constructivos del CTE, contempla las siguientes representaciones gráficas para las cubiertas:

- Plana transitable. No ventilada. Solado fijo.
- Plana transitable. No ventilada. Soldado flotante.
- Plana transitable. Ventilada. Solado fijo.

- Plana transitable. Con cámara. Solado flotante.
- Plana no transitable. No ventilada. Grava.
- Plana no transitable. No ventilada. Autoprotegida.
- Plana no transitable. No ventilada. Ajardinada.
- Plana no transitable. Ventilada. Autoprotegida.
- Inclinada. Forjado inclinado. No ventilada. Con capa de protección.
- Inclinada. Forjado inclinado. No ventilada. Autoprotegida.
- Inclinada. Forjado inclinado. Ventilada. Con capa de protección.
- Inclinada. Forjado horizontal. Ventilada. Con capa de protección.
- Inclinada. Ligera. No ventilada.

En este manual se contempla el empleo de los morteros ligeros de arcilla expandida y corcho en los sistemas constructivos siguientes: **cubiertas planas transitables y no transitables no ventiladas.**

2.1 PUESTA EN OBRA DE LA ARCILLA EXPANDIDA EN SECO O AMASADA CON CEMENTO EN CUBIERTAS PLANAS

El uso de arcilla expandida en seco o amasada con cemento, es ampliamente conocido, su uso se generaliza den los años 60 para la confección de pendientes en cubiertas planas. Ya incluso antes de la elaboración del Código Técnico de la Edificación con mayores exigencias, se emplean los moteros y hormigones ligeros porque resolvían en una sola operación la formación de la pendiente y el aislamiento térmico.

La arcilla expandida asegura un alta inercia térmica, contribuyendo junto con el material aislante elegido a que los locales de las plantas superiores de un edificios sean igual de confortables que otros locales del edificio situados en plantas intermedias. Su ligereza permite el empleo de grandes espesores sin una sobrecarga en la estructura.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente entre el 1 y el 15 %, según el tipo de cubierta, hacia los elementos de evacuación de agua. En capítulos posteriores se mostrará en este manual algunos sistemas constructivos según la disposición del Catálogo de Elementos Constructivos del CTE, es por ello que en éste sólo se expondrá la forma de usar la arcilla expandida para la confección de una pendiente, y como regularizar su superficie para que tenga la planitud adecuada para poder disponer sobre ella la impermeabilización (cubiertas planas invertidas) o el aislamiento térmico (cubiertas planas).

2.1.1 Arcilla Expandida EN SECO

Lo normal es utilizar una arcilla expandida de grano grueso, ya que su valor de conductividad térmica es algo inferior a la de grano más fino.

Esta aplicación solo se recomienda en caso de cubiertas pocas transitables.

PUESTA EN OBRA

- Sanear la cubierta si fuese necesario y realizar las maestras para la formación de pendientes (mínimo 1 %). Es aconsejable la realización de juntas perimetrales. El espesor mínimo de la capa de arcilla expandida deberá ser de 6 cm.
- Extender y nivelar la arcilla expandida sobre las maestras previamente realizadas, dejando la capa unos 25 mm por debajo de las maestras realizadas.

- Consolidar bien la superficie mediante medios mecánicos y de forma adicional con una lechada de cemento (7 Kg de cemento y 10 L de agua por M2) hasta que la superficie de arcilla expandida adquiera un color grisáceo o un mallazo de 4 mm de diámetro y luz 15 x 15 cm que nos permita caminar sobre la misma.

- Regularizar la superficie con una capa de 25 mm del mortero de recrecido, ligero y de secado rápido, Corkland. Una vez seca esta capa se procederá a la colocación de la impermeabilización o el aislamiento según el tipo de cubierta.

2.1.2 Arcilla Expandida AMASADA CON CEMENTO

Usaremos para la confección de la pendiente tanto la Arcilla Expandida Grano Grueso como la Arcilla Expandida Grano Fino, siendo la ventaja de la primera una menor conductividad térmica y masa, y la de la segunda una mayor facilidad de amasado con el cemento.

Al tener mayor resistencia que la arcilla colocada en seco, es una aplicación apta para la formación de pendientes en cubiertas transitables.

PUESTA EN OBRA

- Sanear la cubierta si fuese necesario y realizar las maestras para la formación de pendientes (mínimo 1 %). Es aconsejable la realización de juntas perimetrales. El espesor mínimo de la capa de mortero de arcilla expandida deberá ser de 6 cm.
- El correcto amasado de la arcilla expandida requiere de una saturación previa de la misma para que no reste agua al mortero. La dosificación aproximada será la siguiente:

- Extender y nivelar el mortero de arcilla expandida sobre las maestras previamente realizadas, dejando la capa unos 15 mm por debajo de las maestras realizadas.
- Tras unas 24 horas procederemos a la regularización de la superficie con una capa de 15 mm del mortero de recrecido, ligero y de secado rápido, Corkland. Una vez seca esta capa se procederá a la colocación de la impermeabilización o el aislamiento térmico según el tipo de cubierta.

2.2 RECRECIDOS DE PORO CERRADO CONFECCIONADOS "IS SITU" CON ARCILLA EXPANDIDA EN CUBIERTAS PLANAS

El uso de un recrecido ligero de poro cerrado de arcilla expandida proporciona una base resistente para la aplicación de sistemas de impermeabilización (incluso líquidos siempre que se respeten los tiempos de colocación según humedad del

hormigón) y una economía de tiempo, ya que no necesita una capa de mortero de regularización.

En este caso utilizaremos la Arcilla Expandida Grano Fino.

PUESTA EN OBRA

- Sanear la cubierta si fuese necesario y realizar las maestras para la formación de pendientes (mínimo 1 %). Es aconsejable la realización de juntas perimetrales. El espesor mínimo de la capa de recrecido ligero de arcilla expandida deberá ser de 6 cm.
- Humedecer el soporte o aplicar algún tipo de imprimación para evitar la deshidratación del recrecido ligero.
- Para un correcto amasado de la arcilla expandida, que haremos siempre con hormigonera, debemos primero saturar de agua la misma, esta operación evitará que la arcilla pueda restar agua del mortero ya amasado. Aunque el agua para la saturación de la misma dependerá del grado de humedad de la arcilla, que puede variar según partidas, lugar de almacenamiento y época del año, como valor aproximado podemos dar el de entre 3 y 4 L por saco de 50 L.
- Una vez aportada agua a la arcilla expandida añadiremos el cemento y la arena, con la siguiente dosificación aproximada:

  150 L DE ARCILLA EXPANDIDA FINA (3 SACOS)

  +

  50 Kg. DE CEMENTO (2 SACOS)

  +

  62,5 Kg. DE ARENA (2,5 SACOS)

El resto del agua necesaria dependerá de la curva granulométrica y la naturaleza de la arena.

- Es posible el bombeo de los recrecidos ligeros confeccionados “in situ” o en planta de hormigón añadiendo a la mezcla aditivos plastificantes y fluidificantes.

- Extender y nivelar el recrecido ligero de arcilla expandida sobre las maestras previamente realizadas.
- Una vez seco el recrecido procederemos a la aplicación de la impermeabilización, respetando la ficha técnica del fabricante en cuanto al tanto por cien de humedad máxima permitida en el soporte.

2.3 CUBIERTAS EN NUEVAS CONSTRUCCIONES

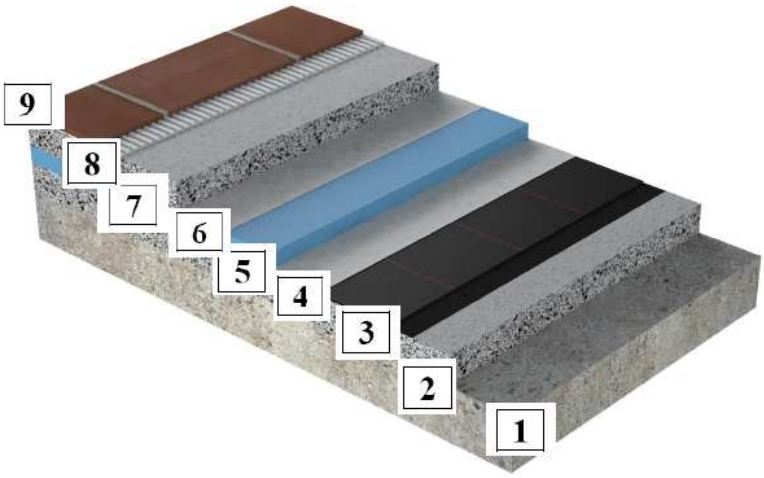
El diseño de los Sistemas MORCEMLITE para cubiertas se ha realizado siguiendo el criterio y los esquemas constructivos del Catálogo de Elementos Constructivos del CTE.

Debido a las horas de insolación en España y los grandes gradientes de temperatura, la cubierta plana más realizada es la cubierta plana invertida, en la que la impermeabilización queda protegida por el aislamiento térmico.

2.3.1 Cubierta plana invertida transitable para peatones, acabado baldosa cerámica.

Sistema que integra la formación de pendiente con aislamiento adicional, la impermeabilización con láminas asfálticas poliméricas, el recrecido posterior, aligerado, sobre el aislamiento térmico, y el adhesivo y material de rejuntado flexible para la colocación de la cerámica.

El Sistema de cubierta plana invertida, transitable, acabado solado cerámico adherido, es el siguiente:



1. Soporte resistente.
2. Capa de premezclado de arcilla expandida para formación de pendientes, con un espesor medio de al menos 10 cm. y un espesor mínimo en la cota más baja de 5 cm., con acabado liso por nivelación con regle. Deberá colocarse previamente junta perimetral de algún material elástico.
3. Imprimación asfáltica + Lámina asfáltica polimérica (SBS), armada con fieltro de poliéster de 135 gr/M^2.
4. Lámina separadora, formada por geotextil.
5. Aislamiento térmico según zona climática CTE.
6. Lámina antipunzonamiento, formada por geotextil.
7. Capa de regularización de al menos 6 cm de espesor, compuesta por el premezclado de arcilla expandida, con acabado liso por nivelación con regle.
8. Adhesivo cementoso de ligantes mixtos deformables C2TE S1 o C2FTE.
9. Baldosa cerámica rejuntada con mortero de ligantes mixtos CG2 A W o CG2 A W.

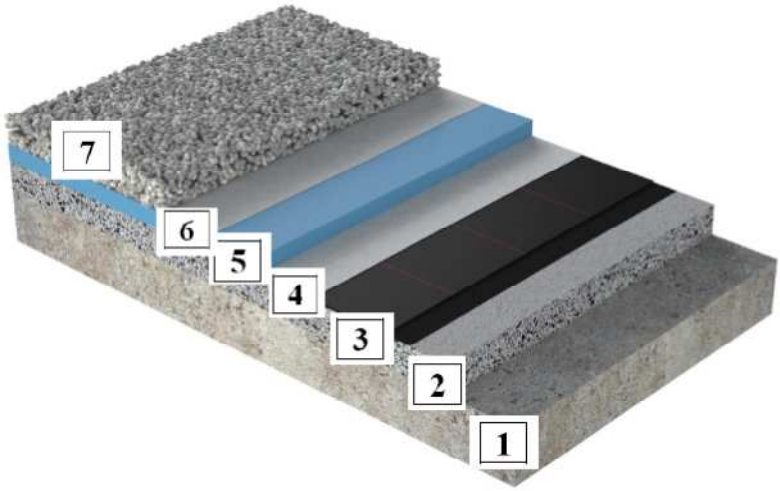
Las ventajas de este sistema son:

- El recrecido ligero es un producto premezclado que sólo requiere de su amasado con agua.
- La granulometría (2-3 mm) del árido ligero que constituye la base del premezclado, hace que se obtenga una superficie compacta y lisa, de estructura cerrada, lo que permite la colocación de láminas de impermeabilización directamente sobre ella.
- En la capa de regularización, es posible la colocación de pavimento cerámico directamente sobre ella con adhesivos cementosos de ligantes mixtos, sin necesidad de usar pastas niveladoras.
- El recrecido ligero contribuye a la resistencia térmica de la cubierta, dado su bajo valor de conductividad térmica, con lo que el proyectista puede optimizar el espesor del aislamiento térmico.

2.3.2 Cubierta plana invertida no transitable, acabado árido decorativo.

Sistema que integra la formación de pendiente con aislamiento adicional, la impermeabilización con láminas asfálticas poliméricas, el recrecido posterior, aligerado, sobre el aislamiento térmico y en el que se aporta la idea de la protección de la misma con la amplia gama de árido decorativo de Grupo Puma, lo que puede ser atractivo en cubiertas de patios interiores, cubiertas mixtas (con zonas transitables y otras no transitables), viviendas con diferentes alturas, etc.

El Sistema Termolite de cubierta plana invertida, no transitable, con protección de árido decorativo, es el siguiente:



1. Soporte resistente.
2. Capa de premezclado de arcilla expandida para formación de pendientes, con un espesor medio de al menos 10 cm. y un espesor mínimo en la cota más baja de 5 cm., con acabado liso por nivelación con regle. Deberá colocarse previamente junta perimetral de algún material elástico.
3. Imprimación asfáltica + Lámina asfáltica polimérica (SBS), armada con fieltro de poliéster de 135 gr/M^2.
4. Lámina separadora, formada por geotextil.
5. Aislamiento térmico según zona climática CTE.
6. Lámina "antipunzonante" y filtrante, formada por geotextil.
7. Capa de protección, de al menos 50 mm de espesor, formada por árido decorativo de granulometría mínima 20 – 40 mm.

Las ventajas de este sistema son:

- El recrecido ligero es un producto premezclado que sólo requiere de su amasado con agua.
- La granulometría (2-3 mm) del árido ligero que constituye la base del premezclado, hace que se obtenga una superficie compacta y lisa, de estructura cerrada, lo que permite la colocación de láminas de impermeabilización directamente sobre ella.
- El recrecido ligero de arcilla expandida contribuye a la resistencia térmica de la cubierta, dado su bajo valor de conductividad térmica, con lo que el proyectista puede optimizar el espesor del aislamiento térmico.
- El árido decorativo resalta la belleza de la cubierta en situaciones donde ésta queda a la vista: patios de luces, combinación de edificaciones con distinta altura, viviendas unifamiliares, combinación con cubiertas ajardinadas, etc.
- Amplia gama de áridos decorativos: canto rodado blanco o de color, triturado de mármol, etc.

2.3.3 Puesta en obra del recrecido ligero.

El premezclado de arcilla expandida es un mortero ligero y aislante de textura cerrada para recrecidos de forjados y cubiertas planas con aplicación directa de la lámina de impermeabilización o del pavimento cerámico.

El proceso a seguir para su puesta en obra como capa de formación de pendientes y como base para la lámina de impermeabilización, es la siguiente:

- Sanear la cubierta si fuese necesario y realizar las maestras para la formación de pendientes (mínimo 1 %). Es aconsejable la realización de juntas perimetrales. El espesor mínimo de la capa de recrecido ligero deberá ser de 5 cm.
- Humedecer el soporte o aplicar algún tipo de imprimación para evitar la deshidratación del recrecido ligero.

- El premezclado de arcilla expandida, al tener una estructura cerrada, es adecuado para la aplicación directa de la lámina de impermeabilización sin necesidad de colocar una capa de mortero de regularización.

- El proceso a seguir para su puesta en obra como recrecido y como base para el pavimento de acabado es similar al expuesto anteriormente. El espesor mínimo en este caso deberá ser de 6 cm.
- Después de un tiempo de curado adecuado es posible proceder con la colocación, mediante la gama de adhesivos cementoso PEGOLAND, de baldosas cerámicas, gres porcelánico y piedra natural o artificial.

Se recomienda consultar la ficha técnica completa antes de su utilización en obra.

2.4 Sistemas para la rehabilitación de cubiertas.

Como hemos visto en los capítulos anteriores las cubiertas planas no ventiladas responden a la existencia de varios parámetros: la base estructural; el soporte que puede ser la propia base estructural inclinada o materiales ligeros formando capas de pendientes, que reproducen una superficie llana completa; la estanqueidad, lograda desde aproximadamente mitad del siglo XX con materiales bituminosos. A estos tres componentes básicos de cualquier cubierta se incorporan los aislamientos, barreras de vapor, capas separadoras, protecciones de las membranas y/o aislamiento, etc.

Las solicitaciones a las que están sometidas estas cubiertas pueden afectar a varios componentes simultáneamente. Esto supone que los posibles daños sean de tipo más generalizados, pudiendo afectar, en casos, al conjunto de la cubierta.

En este manual nos limitaremos a lo que tradicionalmente se ha llamado “doblar la cubierta”, aportando soluciones para la rehabilitación (energética e impermeabilización) de cubiertas planas no ventiladas sobre el solado existente.

2.4.1 Introducción a la solera ligera semiseca y a los sistemas de membrana de poliuretano como base para la rehabilitación de cubiertas.

SOLERA LIGERA SEMISECA

Mortero semiseco, ligero y aislante de secado rápido para soleras, recrecidos y cubiertas.

Base para todo tipo de pavimentos y sistemas de impermeabilización, incluso sistemas líquidos como las membranas de poliuretano, aunque sean sensibles a la humedad.

El producto debido a su baja densidad y a su flexibilidad de uso está particularmente indicado para la rehabilitación.

Espesores mínimos de aplicación de la Solera Ligera Semiseca

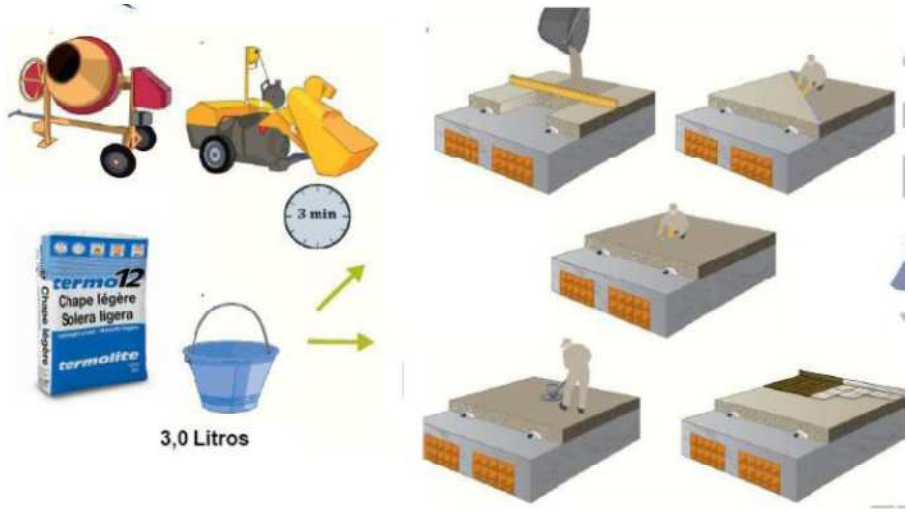
SOLERA	DEFINICIÓN	ESPESOR (cm)	
Solera adherida	Adherida al soporte, con lechada de adherencia	≥ 4,00	
Solera no adherida	Sin adherir al soporte y/o sobre barrera de vapor o láminas térmicas o acústicas inferiores a 3 mm de espesor	≥ 5,00	
Solera flotante (*)	Sobre lámina o panel aislante termo-acústico	Aislante 3 – 6 mm.	6,00
		Aislante 7 - 12 mm.	7,00
		Aislante 12 – 20 mm	8,00

(*) Lo espesores están calculados sobre aislantes elásticos. Sobre paneles aislantes rígidos el espesor mínimo deber ser de 6,50 cm,

Si localmente el grosor de la solera oscila entre 4 y 5 cm (sólo para superficies limitadas) se recomienda la inserción de una malla de reparto de cargas de metal galvanizado (malla de 5x5 cm y 2 mm de diámetro) colocada en la mitad del espesor de la capa de mortero.

PUESTA EN OBRA DE LA SOLERA LIGERA SEMISECA COMO SOLERA FLOTANTE

- Si fuese necesario, según la naturaleza del aislante termo-acústico sobre el que se va a poner la solera, colocar una capa de separación entre el aislamiento y la solera. La capa de separación normalmente será un material impermeable y transpirable.
- Durante la colocación se debe desolidarizar la solera de paredes y pilares mediante el uso de un material flexible de 3-5 mm de espesor y de una altura similar a la de la solera. El tamaño máximo de las superficies, sin juntas de movimiento intermedias o de fraccionamiento, será de 25 M^2.



- Las juntas estructurales existentes en el soporte deberán respetarse trasladándose a todo el espesor de la solera.
- Por último: proteger la solera recién puesta en obra contra los riesgos de desecación que dependen de la excesiva pérdida de agua hacia la parte superior (atmósfera), sobre todo con temperaturas elevadas o viento fuerte.
- No regar con agua la superficie del vertido una vez colocado el Termo 12 ni dejar expuesta el mismo al agua de lluvia u otros agentes externos.
- El tiempo de secado (inferior al 3 % de humedad) aproximado para soleras de 4 cm (adheridas), a 20ºC y 55 % de HR, es de 7 días.

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN CON MEMBRANAS DE POLIURETANO LÍQUIDAS

Sistema de impermeabilización en base poliuretano de aplicación in situ, capaz de aportar protección tanto a cubiertas planas (pendientes superiores al 1 %) como a cubiertas con geometrías constructivas muy difíciles.

El Sistema consta de una IMPRIMACIÓN EPOXI BASE AGUA y la posterior aplicación de la MEMBRANA DE POLIURETANO armada con FIBRA DE POLIÉSTER NO TEJIDO.

El Sistema aporta una impermeabilización eficaz y una gran resistencia a las cargas dinámicas a las que se ve sometida la cubierta debida a los continuos cambios térmicos y a los movimientos típicos del soporte, incluso los dinámicos, sin sufrir daño alguno.

El espesor del producto aplicado debe ser como mínimo de 1,6 mm y el rendimiento debe ser como mínimo de 1,5 Kg/M^2.

Puede encontrarse el procedimiento de aplicación completo del Sistema en nuestro manual **"Soluciones Constructivas para la Reparación y Protección del Hormigón"**, limitándonos en éste a hacer una introducción al sistema para comprender mejor el esquema constructivo para rehabilitación de cubiertas.

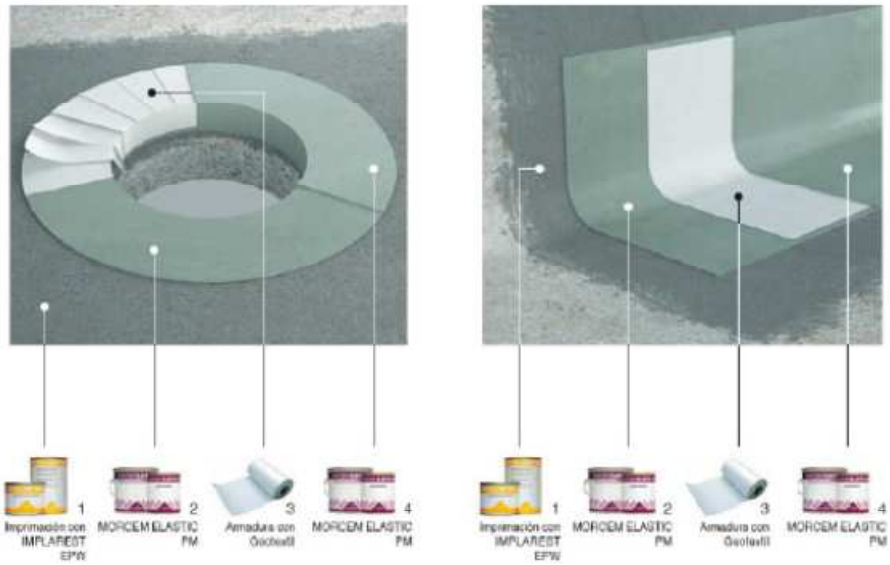
PUESTA EN OBRA DE LA MEMBRANA DE POLIURETANO SOBRE LA SOLERA LIGERA SEMISECA

Antes de comenzar deben preverse los puntos de evacuación de agua de la cubierta, ya que nuestra nueva capa de impermeabilización de la cubierta va ser la membrana de poliuretano líquida.

A continuación se hace el tratamiento de juntas y puntos críticos: desagües, medias cañas, juntas de dilatación, etc. tal como se muestra en los detalles constructivos siguientes:

Detalle constructivo del tratamiento de juntas

Detalles constructivos de los puntos singulares



Una vez realizado el tratamiento de los puntos singulares proceso de aplicación sobre la solera ligera será el siguiente:

- Asegurarse que la humedad residual máxima de la solera es del 20 %, no debiendo estar nunca el soporte mojado.
- Aplicar una primera mano de la imprimación epoxi diluida al 10 % en masa con agua. Pasadas unas 12 horas y nunca después de 24 horas dar una segunda mano sin diluir.
- De nuevo en el intervalo comprendido entre las 12 – 24 horas siguientes aplicar una primera mano de la membrana de poliuretano a brocha o rodillo. En esta mano, se ha de embutir la fibra de poliéster no tejida de 50 gr/M^2 de gramaje.

- Pasadas 12 horas se aplica una segunda mano de la membrana de poliuretano en el sentido perpendicular al aplicado en la mano anterior, con la preocupación de que todo el geotextil quede completamente embebido en el sistema. En caso de no quedar así, se deberá dar una tercera mano.

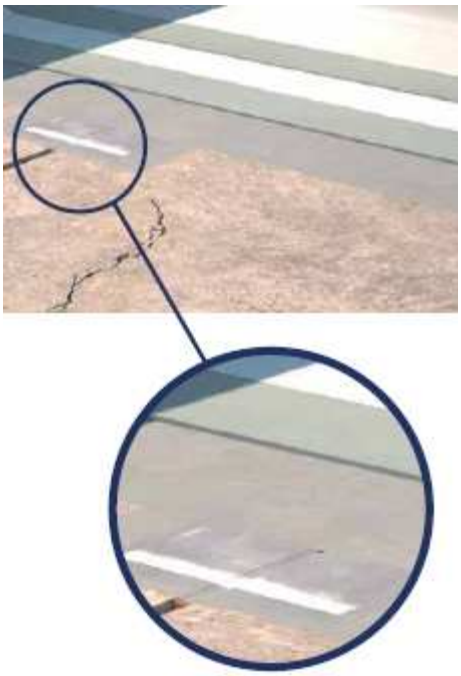
TERMINACIÓN FINAL DEL SISTEMA

El sistema puede quedar acabado con la última capa de la membrana de poliuretano si lo que se pretende es conseguir una cubierta no transitable o visitable de servicio, siempre cuando no quede expuesta a los rayos solares.

Si se quiere conseguir una cubierta transitable, los posibles acabados son:

- **Solado:** para poder solar sobre el sistema de impermeabilización se deberá mejorar el agarre aplicando una tercera capa de la membrana de poliuretano y, estando esta última fresca, espolvorear arena de sílice (0,4-0,6); 400 gr/M^2 aproximadamente. Una vez curada esta capa, se retira la sílice sobrante y no adherida, y se colocan las baldosas con adhesivo tipo C2TE S1 o C2FTE S1.

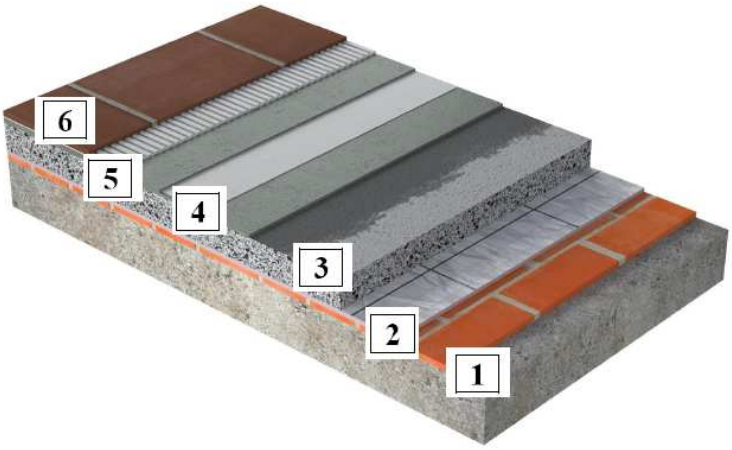
- **Barniz de acabado:** el barniz alifático pigmentado monocoponente se aplica directamente sobre la capa de terminación. Si se requiere un pavimento antideslizante se deberá proceder como en el caso del solado, aplicando arena de sílice (espolvoreo parcial) sobre una tercera capa de la membrana de poliuretano. Con colores de barniz de color claro podemos mejorar los datos de la resistencia térmica.



- Grupo Puma tiene otros acabados posibles para el sistema: acabados estéticos con cuarzo coloreado, barnices resistentes al tráfico rodado, etc.

2.4.2 Rehabilitación (energética e impermeabilización) de cubierta plana transitable (peatonal) con acabado de solado cerámico.

Solución integral que nos aporta una cubierta nueva con el mínimo espesor posible, en la que aportamos una mejora energética y una impermeabilización, con el sistema de membrana de poliuretano líquida, que permite el pegado directo con adhesivos flexibles.



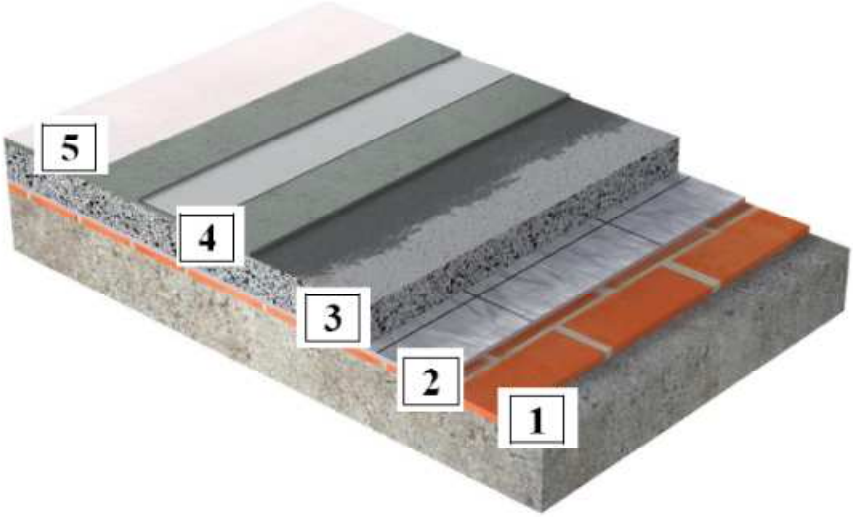
1.- Cubierta antigua.
2.- Aislamiento térmico según requerimientos de la zona climática. Si disponemos de poca cota de recrecido es posible la colocación del AISLAMIENTO REFLEXIVO MULTICAPA, que con sólo 7 mm aporta una resistencia térmica de 1 M2K/W. El aislamiento térmico se coloca de modo "flotante" sobre el pavimento existente. Éste deberá tener la planitud suficiente, procediendo a rellenar los huecos existentes con alguno mortero para pavimentos, de albañilería o de reparación, según la naturaleza del soporte.
3.- Solera ligera semiseca, colocada en un espesor mínimo de 6 cm en el caso de que nuestro aislamiento sea el AISLAMIENTO REFLEXIVO MULTICAPA o de 8 cm en el caso de otros aislamientos térmicos siempre que sean rígidos. En el caso de aislamientos dotados de cierta elasticidad debe armarse la solera ligera con malla de reparto de cargas de metal galvanizado.
4.- Sistema para impermeabilización de cubiertas de poliuretano líquido: ver procedimiento de aplicación para el caso de acabado con solado cerámico.
5.- Adhesivo cementoso de ligantes mixtos deformables C2TE S1 o C2FTE S1
6.- Baldosa cerámica rejuntada con mortero de ligantes mixtos tipo CG2 A W.

Ventajas del sistema:

- La solera ligera semiseca es un producto premezclado que sólo requiere de su amasado con agua tal como se ha descrito en el apartado de la puesta en obra. Además puede bombearse con mezcladoras – transportadoras de mortero de tipo neumático facilitando su colocación en la cubierta.
- La solera ligera tiene un secado rápido, lo que permite una optimización del tiempo en la rehabilitación de la cubierta
- El recrecido ligero contribuye a la resistencia térmica de la cubierta, dado su bajo valor de conductividad térmica (0,39 W/MK), con lo que el proyectista puede optimizar el espesor del aislamiento térmico.
- La membrana de poliuretano líquida es un sistema de impermeabilización, de bajo espesor y muy poco peso, para cubiertas de condiciones climatológicas severas y que permite la terminación de solado cerámico adherido sobre él.

2.4.3 Rehabilitación (energética e impermeabilización) de cubierta plana transitable (peatonal) con acabado de barniz.

Solución integral que nos aporta una cubierta nueva con el mínimo espesor posible, en la que aportamos una mejora energética y una impermeabilización con la membrana de poliuretano protegida con un barniz alifático. Podemos ofrecer también la posibilidad de un acabado estético con cuarzo coloreado. Esta solución nos es muy útil en cubiertas en las que no podamos sobrecargar la estructura ya que es un sistema muy liviano.



1.- Cubierta antigua.
2.- Aislamiento térmico según requerimientos de la zona climática. Si disponemos de poca cota de recrecido es posible la colocación del AISLAMIENTO REFLEXIVO MULTICAPA, que con sólo 7 mm aporta una resistencia térmica de 1 M2K/W. El aislamiento térmico se coloca de modo "flotante" sobre el pavimento existente. Éste deberá tener la planitud suficiente, procediendo a rellenar los huecos existentes con alguno mortero para pavimentos, de albañilería o de reparación, según la naturaleza del soporte.
3.- Solera ligera semiseca, colocada en un espesor mínimo de 6 cm en el caso de que nuestro aislamiento sea el AISLAMIENTO REFLEXIVO MULTICAPA o de 8 cm en el caso de otros aislamientos térmicos siempre que sean rígidos. En el caso de aislamientos dotados de cierta elasticidad debe armarse la solera ligera con malla de reparto de cargas de metal galvanizado.
4.- Sistema para impermeabilización de cubiertas de poliuretano líquido: ver procedimiento de aplicación para el caso de acabado con solado cerámico.
5.- Terminación y protección con barniz alifático de protección a los rayos UV.

Ventajas del sistema:

- Solución muy útil en cubiertas en las que no podamos sobrecargar la estructura, ya que es un sistema muy liviano.
- La combinación AISLAMIENTO REFLEXIVO MULTICAPA + 6 cm de SOLERA LIGERA SEMISECA + Sistema DE IMPERMEABILIZACIÓN DE POLIURETANO acabado barniz decorativo, aporta una resistencia térmica de 1,15 M^2K/W con sólo 7 cm de espesor y 75 Kg de masa por M^2.
- El acabado con barniz de color blanco permite mejorar el valor de resistencia térmica del sistema.

RECRECIDOS Y SOLERAS

3. RECRECIDOS Y SOLERAS

En muchas obras es necesario realizar soleras o recrecidos por diferentes motivos:

- Permitir el paso de instalaciones bajo el solado: instalaciones sanitarias, eléctricas, etc.
- Aumentar la cota del solado por necesidades del proyecto.
- Regularizar la superficie antes de colocar el pavimento cuando se instalan láminas de aislamiento acústico o barreras de vapor.

En todas estas operaciones y especialmente en el caso de rehabilitaciones es imprescindible no sobrecargar innecesariamente el forjado. Los morteros ligeros de corcho o arcilla expandida aportan la ligereza necesaria contribuyendo además al aislamiento termo – acústico. Los tres morteros ensacados que se describen a continuación tienen la resistencia mecánica requerida a los morteros de pavimento según la normativa UNE-EN-13813 y proporcionan una perfecta adherencia con adhesivos antes de la colocación del pavimento.

En obras de difícil acceso, la baja densidad de los morteros ligeros permite economizar en transporte, acopio de material o mano de obra en comparación con morteros de recrecido tradicionales de mayor densidad.

3.1 Recrecidos y soleras con arcilla expandida o corcho amasados con cemento.

La solución de morteros aislantes confeccionados con arcilla expandida o corcho es ideal para recrecidos, soleras y nivelaciones.

Su resistencia mecánica junto con su capacidad aislante termo-acústica proporciona elevados niveles de confort.

Debido al avance que supone el diseño de los productos premezclados de arcilla expandida o corcho natural, en este capítulo nos limitaremos a esbozar algunas recomendaciones sobre la puesta en obra de los morteros ligeros efectuados “in situ”, así como algunas de las dosificaciones recomendadas.

3.1.1 Recrecidos con arcilla expandida.

En el caso de morteros ligeros de arcilla expandida confeccionados en obra deberemos tener en cuenta las siguientes precauciones y recomendaciones:

- Utilizaremos siempre la **Arcilla Expandida Grano Fino**, ya que su resistencia, densidad y granulometría es más adecuada para esta aplicación que la Arcilla Expandida Grano Grueso.
- Proteger las vigas y correas de madera (si las hay) colocando una lámina impermeable y transpirable antes de verter el mortero de recrecido.
- Para un correcto amasado de lo morteros de arcilla expandida, que haremos siempre con hormigonera, debemos primero saturar de agua la misma, esta

operación evitará que la arcilla pueda restar agua del mortero ya amasado. Aunque el agua para la saturación de la misma dependerá del grado de humedad de la arcilla, que puede variar según partidas, lugar de almacenamiento y época del año, como valor aproximado podemos dar el de entre 3 y 4 L por saco de 50 L.

- Colocar juntas perimetrales, de partición (cada 25 ó 30 M^2 aproximadamente) y respetar las juntas de dilatación existentes.
- El espesor mínimo del recrecido ligero debe ser de 6 cm en soleras adheridas y de 8 cm en soleras no adheridas y flotantes, debiendo utilizarse malla de reparto de cargas cuando se coloque sobre materiales aislantes termo-acústicos de alta elasticidad y/o compresibilidad.

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

DOSIFICACIÓN			**DENSIDAD APROXIMADA (Kg/M^3)**	**RESISTENCIA A COMPRESIÓN APROXIMADA (Mpa)**	**OBSERVACIONES**
Arcilla Expandida Grano Fino (L)	**Cemento 32,5 (Kg)**	**Arena (Kg)**			
1.100	150	-	650,00	2,0	Es necesaria capa de compresión de al menos 25 mm de espesor
825	275	500	1.250,00	6,0	Recrecido de poro cerrado permite la colocación del pavimento definitivo

Al elaborarse "in situ" quedan fuera de nuestro alcance las condiciones de amasado, así como el tipo de cemento y arena adicionados por lo que los datos de densidad y resistencia son solamente una orientación debiendo realizarse los ensayos previos para asegurarse los valores reales en obra.

3.1.2 Recrecidos con corcho natural.

Los morteros de corcho son ligeros y un modo eficiente de aislamiento térmico y acústico natural.

Las recomendaciones para su amasado con cemento y/o arena son las siguientes:

- Utilizaremos siempre el **Granulado de Corcho 3/15 mm** de densidad aproximada 67 / 75 Kg/M^3.
- Proteger las vigas y correas de madera (si las hay) colocando una lámina impermeable y transpirable antes de verter el mortero de recrecido.
- Para un correcto amasado de lo morteros de corcho, que haremos siempre con hormigonera, debemos primero humedecer ligeramente el granulado de corcho teniendo en cuenta que su absorción de agua es muy baja y que un exceso de agua hará que flote en la misma y que el mezclado con el resto de productos del mortero sea más dificultoso.
- A continuación añadiremos el cemento, y la arena si es necesaria.
- Colocar juntas perimetrales, de partición (cada 25 ó 30 M^2 aproximadamente) y respetar las juntas de dilatación existentes.
- El espesor mínimo del recrecido ligero debe ser de 6 cm en soleras adheridas y de 8 cm en soleras no adheridas y flotantes, debiendo utilizarse malla de reparto de cargas cuando se coloque sobre materiales aislantes termo-acústicos de alta elasticidad y/o compresibilidad.

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			**DENSIDAD APROXIMADA (Kg/M^3)**	**RESISTENCIA A COMPRESIÓN APROXIMADA (Mpa)**	**OBSERVACIONES**
Granulado de corcho 3/15	**Cemento 32,5**	**Arena**			
6	1	-	400,00	2,0	Es necesaria capa de compresión de al menos 30 mm de espesor
4	1	-	500,00	6,25	Es necesaria capa de compresión de al menos 30 mm de espesor
6	1	2	900,00	11,00	Es necesaria capa de compresión de al menos 20 mm de espesor
8	2	3	1.100,00	17,00	Recrecido de poro cerrado permite la colocación del pavimento definitivo

Al elaborarse "in situ" quedan fuera de nuestro alcance las condiciones de amasado, así como el tipo de cemento y arena adicionados por lo que los datos de densidad y resistencia son solamente una orientación debiendo realizarse los ensayos previos para asegurarse los valores reales en obra.

3.2 Premezclados de corcho y arcilla expandida: soluciones para la realización de soleras y recrecidos ligeros.

Como se comentaba en la introducción de este capítulo, la solera ideal sería aquella que tuviera las siguientes funciones:

* Recrecer y nivelar.

* Integrar instalaciones.

* Tener un acabado y un tiempo de secado adecuado al tipo de revestimiento.

* Mantener el peso muy bajo.

* Tener una resistencia mecánica adecuada al uso.

* Si es posible, aportar mejoras acústicas.

Existe una norma armonizada en la Comunidad Económica Europea, que es la Normativa para pastas autonivelantes para suelos (traducción española, pero que hace referencia a pastas no necesariamente "autonivelantes" ya que también incluye a los morteros de recrecido) UNE-EN-13813, que clasifica los distintos tipos de pastas niveladoras en función del tipo de conglomerante utilizado y de las características específicas según la resistencia a compresión y flexión.

Características específicas	
Resistencia a la compresión	Resistencia a la flexión
C5: 5 N/mm²	F1: 1 N/mm²
C7: 7 N/mm²	F2: 2 N/mm²
C12: 12 N/mm²	F3: 3 N/mm²
C16: 16 N/mm²	F4: 4 N/mm²
C20: 20 N/mm²	F5: 5 N/mm²
C25: 25 N/mm²	F6: 6 N/mm²
C30: 30 N/mm²	F7: 7 N/mm²
C35: 35 N/mm²	F10: 10 N/mm²
C40: 40 N/mm²	F15: 15 N/mm²
C50: 50 N/mm²	F20: 20 N/mm²
C60: 60 N/mm²	F30: 30 N/mm²
C70: 70 N/mm²	F40: 40 N/mm²
C80: 80 N/mm²	F50: 50 N/mm²

Clasificación de los recrecidos y soleras ligeras de Grupo Puma

Tipo	Resistencia a la compresión	Resistencia a la flexión	Mortero
CT	C12	F3	CORKLAND (mortero de corcho)
CT	C7	F1	TERMO 6 (recrecido ligero de arcilla expandida)
CT	C16	F3	TERMO 12 (solera ligera semiseca de arcilla expandida)

Comparativo de los recrecidos y soleras ligeras de Grupo Puma

	CORKLAND	TERMO 6	TERMO 12
Densidad aparente en polvo (Kg/M^3)	1.100	650	1.100
Densidad producto endurecido (Kg/M^3)	1.500	650	1.200
Espesor mínimo (mm)	5	50	40
Espesor máximo (mm)	50	Sin límite	100
Consistencia producto amasado	Tixotrópico	Pastoso y semifluido	Semiseco
Tiempo de secado 3 % de humedad en masa en losa 4 cm. (*)	7 días	-	7 días
Rendimiento	13,5 Kg/M^2 y cm.	10,5 L/ M^2 y cm.	11,75 L/ M^2 y cm.
Embalaje	Sacos de 25 Kg	Sacos de 25 L	Sacos de 25 L

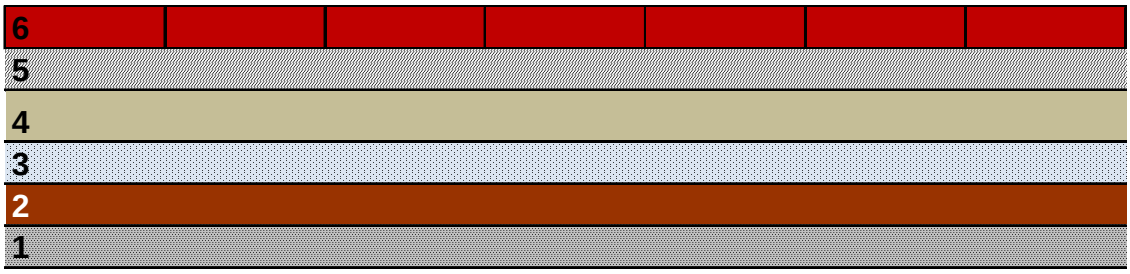
(*) Medición en laboratorio a 20ºC y 55 % de H. R.

3.3 Ejemplos de sistemas constructivos con morteros ligeros y láminas acústicas, ambos de corcho.

Uno de los problemas que podemos encontrarnos en rehabilitaciones es el caso en que se quieran mejorar las prestaciones acústicas en una vivienda, principalmente a ruido de impacto, pero se disponga de poco espesor para lograr este objetivo.

La combinación del mortero de recrecido ligero a base de corcho natural Ccon las láminas acústicas, también de corcho, ofrece una solución a esta necesidad mejorando el confort de los habitantes de la vivienda.

3.3.1 Solera flotante. Colocación de lámina acústica sobre soporte resistente, recrecido con mortero de corcho y acabado de pavimento cerámico.

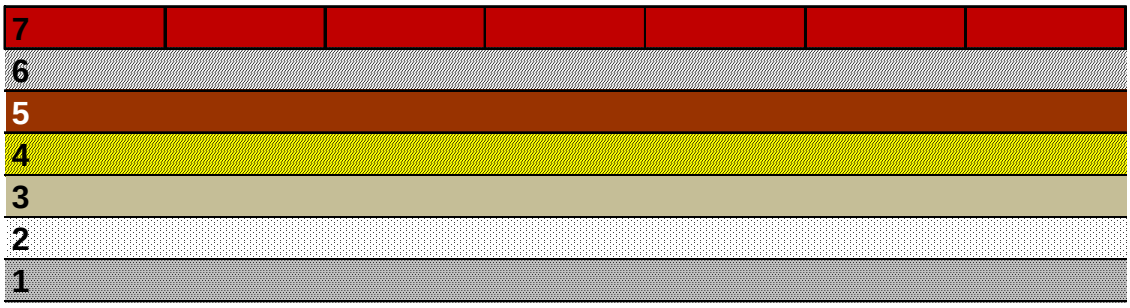


1.- Forjado o soporte resistente plano.
2.- Lámina acústica de cocho de 5 mm.
3.- Lámina de separación impermeable y transpirable.
4.- Mortero ligero de corcho: 4 cm de espesor mínimo.
5.- Adhesivo cementoso. Recomendable mínimo C2.
6.- Cerámica, mármol, piedra natural o artificial, etc.

La reducción del nivel de presión sonora de impactos con esta solución es de 22 dB. El espesor total del sistema, sin adhesivo cerámico ni baldosa, es de 45 mm.

El sistema admite otros acabados posibles: parquet pegado o flotante, pavimento laminado, etc. El dato de atenuación acústica a ruido de impacto está ensayado con acabado de baldosa cerámica.

3.3.2 Colocación de lámina acústica sobre recrecido de mortero ligero de corcho de bajo espesor.



1.- Forjado o soporte resistente plano.
2.- Imprimación acrílica.
3.- Mortero ligero de corcho: 5 – 50 mm.

4.- Adhesivo acrílico en dispersión acuosa.
5.- Lámina acústica de corcho de 5 mm.
6.- Adhesivo cementoso flexible tipo C2TE S1 o C2 FTE S1.
7. Cerámica, mármol, piedra natural o artificial, etc.

La reducción del nivel de presión sonora de impactos con esta solución es de 16 dB (con 4 cm de mortero ligero de corcho). El dato de atenuación acústica a ruido de impacto está ensayado con acabado de baldosa cerámica.

El sistema admite otros acabados posibles: parquet pegado o flotante, pavimento laminado, etc. Consultar con el departamento técnico de Grupo Puma el adhesivo necesario para el pegado de otros materiales diferentes a la cerámica.

Ventajas del sistema:

- Posibilidad de rehabilitaciones con bajos espesores: desde 1 cm (5 mm mortero ligero de corcho + 5 mm Lámina Acústica corcho 5 mm).
- La lámina acústica de corcho natural permite la colocación de solado pegado sobre ella.
- Sencilla puesta en obra.
- La colocación de la lámina acústica bajo el pavimento mejora la confortabilidad en el propio local donde se instala, reduciendo el ruido de las pisadas a los residentes en la misma.

3.3.3 Puesta en obra del MORTERO LIGERO DE CORCHO.

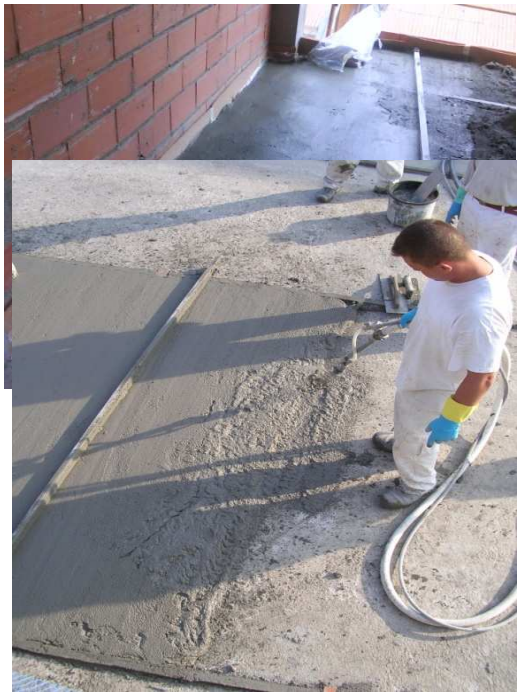
Mortero ligero de secado rápido para recrecidos de suelos de entre 5 y 50 mm. Se nivela fácilmente mediante el empleo de un regle, y su acabado liso permite la colocación de diferentes pavimentos sobre él, incluso su fratasado mecánico o lijado antes de la colocación de pavimentos de bajo espesor.

El proceso a seguir para su puesta en obra es la siguiente:

- Los soportes deben ser resistentes, estables, sanos y estar limpios. Es recomendable aplicar previamente una imprimación acrílica para regularizar la absorción del soporte y mejorar su adherencia en soluciones adheridas.
- El mortero no requiere la adición de otros materiales o aditivos. La mezcla se prepara fácilmente con mezcladoras mecánicas de baja velocidad, hormigoneras, o máquinas de proyección de mortero.

- Verter en la hormigonera o en el cubo donde se va a amasar con mezcladora todo el contenido de uno o más sacos (no llenar más allá del 60 % de su capacidad). Añadir gradualmente, con la hormigonera en marcha, unos 5 litros de agua por cada saco de 25 Kg. Amasar durante 3 minutos hasta conseguir una masa homogénea de consistencia tixotrópica.
- Si se va a poner en obra con máquina de proyección de mortero: establecer, según la máquina elegida (sección y longitud de manguera), la relación óptima de agua/mortero. Partir de un 20 % y modificarla progresivamente hasta obtener la consistencia adecuada.
- Aplicar el mortero mediante las técnicas normales de puesta en obra para soleras de consistencia tixotrópicas: realizar las maestras de nivelación laterales a la cota exacta que se necesite, verter y extender la masa presionando bien para evitar la aparición de alguna burbuja de aire, nivelar con un regle hasta llegar al espesor deseado (comprendido entre 5 y 50 mm). Finalmente proceder al alisado manual (mediante llana) o mecánico con herramientas adecuadas.
- Durante la colocación se debe desolidarizar el mortero ligero de paredes y pilares mediante el uso de un material flexible de 3-5 mm de espesor y de una altura similar a la de la solera. El tamaño máximo de las superficies, sin juntas de movimiento intermedias o de fraccionamiento, será de 25 M^2.
- Las juntas estructurales existentes en el soporte deberán respetarse trasladándose a todo el espesor de la solera.
- Por último: proteger la solera recién puesta en obra contra los riesgos de desecación que dependen de la excesiva pérdida de agua hacia la parte superior (atmósfera), sobre todo con temperaturas elevadas o viento fuerte.

El tiempo de secado (inferior al 3 % de humedad) aproximado para soleras de 4 cm, a 20ºC y 55 % de HR, es de 7 días.



3.4 Ejemplo de sistemas constructivos con RECRECIDOS Y SOLERAS LIGERAS DE ARCILLA EXPANDIDA.

El uso de premezclados ligeros de arcilla expandida para recrecidos y soleras tiene la gran ventaja de combinar ligereza, resistencia y una superficie adecuada para recibir el pavimento final.

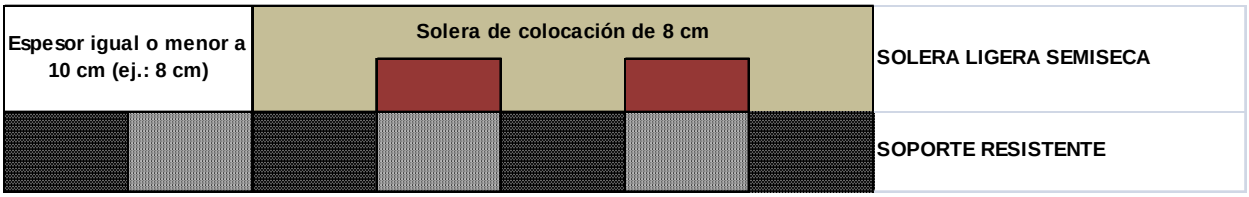
La combinación de Termo 6 y Termo 12 entre ellos, o el uso de cualquiera de los dos en diferentes estratos, nos ofrecen un gran número de esquemas constructivos posibles y resuelve muchos de los problemas habituales en construcción y rehabilitación.

A continuación se detallan algunos esquemas posibles que pueden ser útiles a proyectistas, constructores e instaladores.

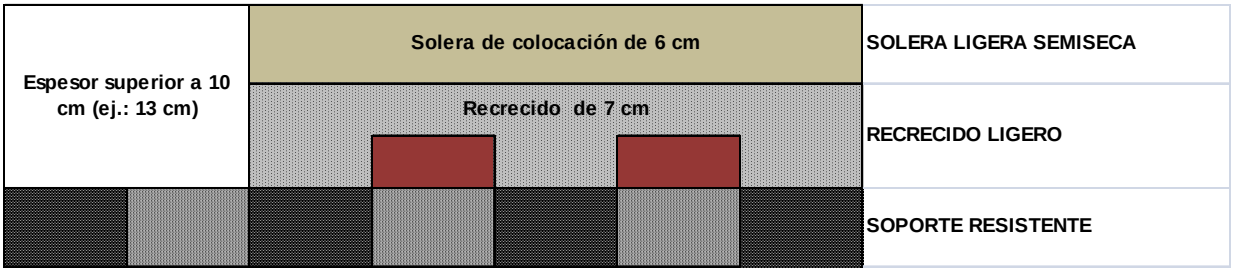
3.4.1 Integración de instalaciones en diferentes espesores.

La solera semiseca ligera es el mortero adecuado para instalaciones en rehabilitación y obra nueva. Su puesta en obra con consistencia semiseca, ligereza, secado rápido y resistencia mecánica, así como que admite cualquier tipo de acabado, lo hace especialmente recomendable para resolver la siempre difícil cuestión de qué hacer con las instalaciones.

Espesores menores a 10 cm



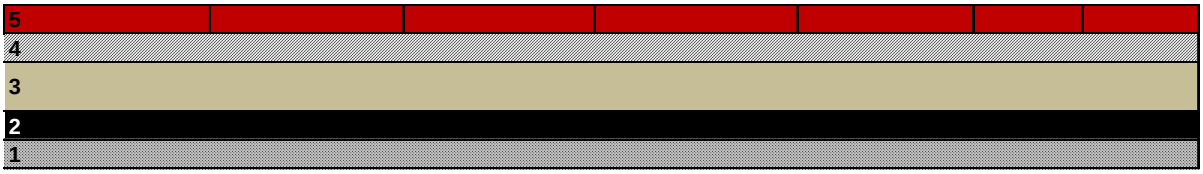
Espesores mayores a 10 cm



LA SOLERA LIGERA SEMISECA ADMITE CUALQUIER ACABADO

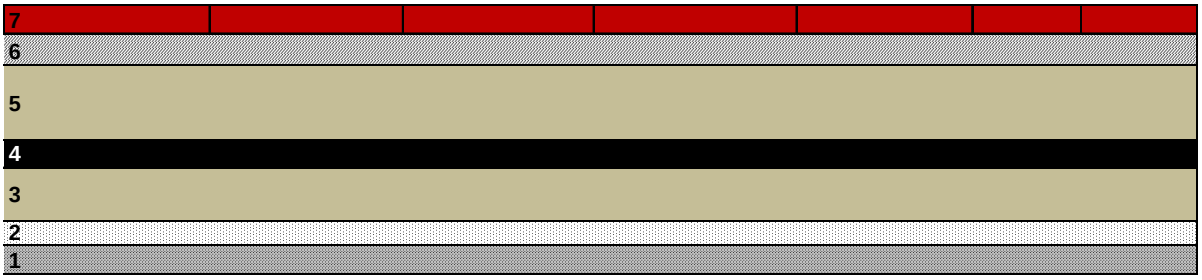
3.4.2 Integración de lámina acústica en obra nueva y rehabilitación.

Solado pavimento cerámico sin necesidad de recrecido previo sobre soporte resistente



1.- Forjado o soporte resistente plano.
2.- Lámina de espuma de PE reticulado de 3 mm + Film LDPE
3.- Recrecido ligero 6 cm espesor mínimo.
4.- Adhesivo cementoso flexible tipo C2TE S1 o C2 FTE S1.
5. Cerámica, mármol, piedra natural o artificial, etc.

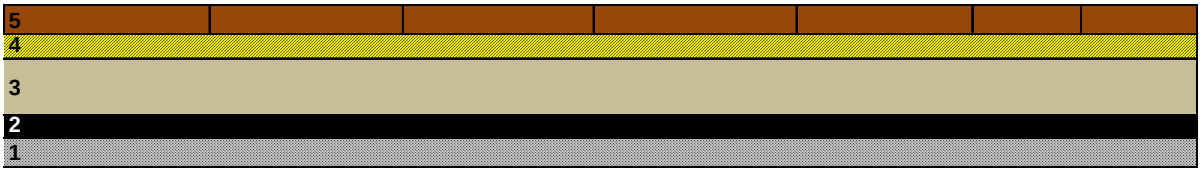
Solado pavimento cerámico con recrecido previo sobre soporte resistente



1.- Forjado o soporte resistente plano.
2.- Imprimación acrílica

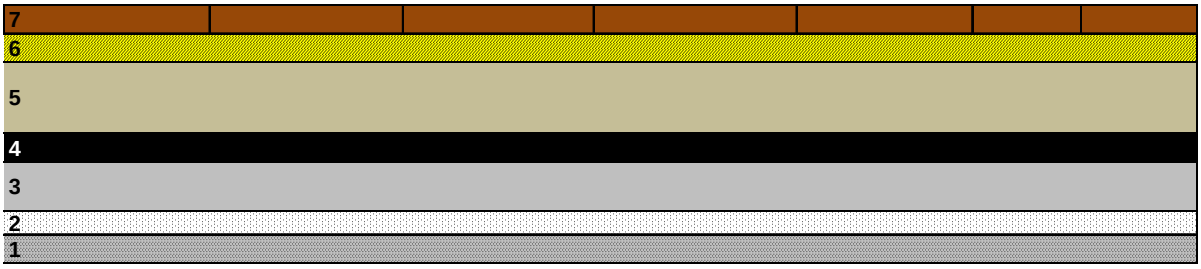
3.- Recrecido ligero 5 cm espesor mínimo.
4.- Lámina de espuma de PE reticulado de 3 mm + Film LDPE
5.- Recrecido ligero 6 cm espesor mínimo.
6.- Adhesivo cementoso flexible tipo C2TE S1 o C2 FTE S1.
7. Cerámica, mármol, piedra natural o artificial, etc.

Solado pavimento de parquet pegado sin necesidad de recrecido previo sobre soporte resistente



1.- Forjado o soporte resistente plano.
2.- Lámina de espuma de PE reticulado de 3 mm + Film LDPE
3.- Solera ligera semiseca 6 cm espesor mínimo.
4.- Adhesivo epoxi – poliuretano bicomponente.
5. Parquet.

Solado pavimento de parquet pegado con recrecido previo sobre soporte resistente



1.- Forjado o soporte resistente plano.
2.- Imprimación acrílica
3.- Recrecido ligero 5 cm espesor mínimo.
4.- Lámina de espuma de PE reticulado de 3 mm + Film LDPE
5.- Solera ligera semiseca 6 cm espesor mínimo.
6.- Adhesivo epoxi – poliuretano bicomponente.
7. Parquet.

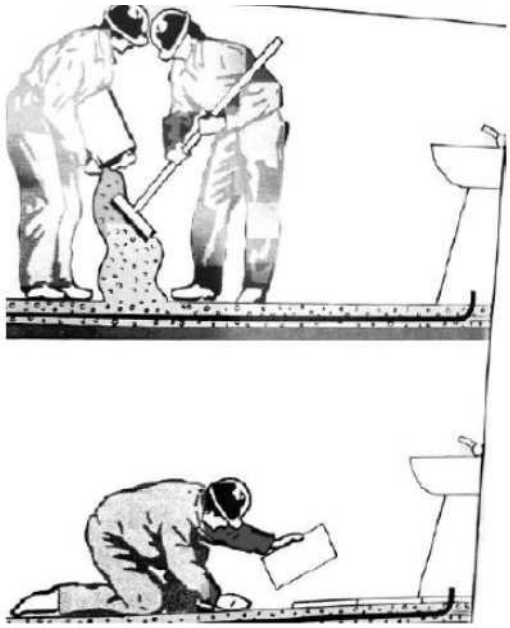
3.5 Cuadro comparativo de usos y de rendimientos entre diferentes materiales para la realización de soleras y recrecidos. Reformas.

Las soleras y recrecidos ligeros tienen una gran ventaja, con respecto a los productos existentes en el mercado no aligerados, en grandes obras y rehabilitaciones, tal como se ha expuesto hasta ahora en este manual, pero también a la hora de efectuar obras menores como reformas de baños y cocinas debido a que su menor densidad, y por tanto menor necesidad de sacos a utilizar, nos ofrece indudables ventajas:

- Ahorro en el transporte desde el distribuidor al lugar de la reforma.
- Disminución de mano de obra en el traslado de material dentro de la obra.
- Menor espacio necesario para el acopio de material.
- Optimización de los tiempos de preparación de la mezcla.

Otras ventajas en este tipo de obra, como ya se ha visto son:

- Integración de las instalaciones.
- Facilidad de acceso a las mismas en caso de avería debido a que la estructura aligerada del mortero hace que sea más sencillo de picar si fuese necesario.
- Sus propiedades acústicas hacen que disminuyan los ruidos que puedan producirse en desagües y bajantes.
- Su bajo peso hace que sea posible la redistribución de los elementos del baño o la cocina: platos de ducha, muebles, "islas" de cocinas, etc.



Como **ejemplo práctico** consideraremos a continuación un ejemplo práctico de una reforma en la que necesitamos efectuar un **RECRECIDO DE 5 cm EN UN BAÑO O COCINA DE 10 M^2**

MASA HECHA EN OBRA

PRODUCTO	CEMENTO (sacos 25 Kg)	ARENA (sacos 25 Kg)	ARCILLA EXPANDIDA GRANO FINO (sacos 50 L)	SACOS TOTALES	Kg TOTALES

Mortero de cemento:arena 1:5 vol.	6,50	36,00	-	42,50	1.062,50
Mortero ligero de arcilla expandida de superficie lisa	5,50	11,00	8,30	24,80	560,00

SOLERAS AUTONIVELANTES Y MORTEROS SEMI-SECOS PESADOS

PRODUCTO	SACOS TOTALES (25 Kg)	Kg TOTALES
SOLERAS AUTONIVELANTES	40,00	1.000,00
MORTEROS SEMI-SECOS PESADOS	38,00	950,00

PREMEZCLADOS LIGEROS

PRODUCTO	SACOS TOTALES	Kg TOTALES
TERMO 6 (envase 25 L)	21,00	341,25
TERMO 12 (envase 25 L)	23,50	650,00
CORKLAND (envase 25 Kg)	27,00	675,00

CONCLUSIÓN: el empleo de materiales ligeros en este tipo de reformas conlleva una considerable optimización en las tareas de transporte, acopio y amasado de sacos. Si además de ser ligeros, los productos ya vienen listos al uso, como la gama de premezclados ligeros, la elección para proyectistas, reformistas e incluso para el usuario que sigue habitando en la vivienda durante la reforma es obvia. **SEGURIDAD Y SIMPLIFICACIÓN EN LA PUESTA EN OBRA.**

REHABILITACIÓN DE FORJADOS CON HORMIGONES LIGEROS

4. REHABILITACIÓN DE FORJADOS CON HORMIGONES LIGEROS

En rehabilitación, podemos encontrarnos con diferentes grados de actuación para los que resulta ideal el uso de la arcilla expandida:

- Losas autoportantes en forjados muy arruinados.
- Consolidación de forjados.
- Nivelación de forjados que han perdido planitud, ya sea por flecha, asentamiento u otros movimientos en la estructura.

La solución técnica más adecuada dependerá de una serie de factores:

- Tipo de losa a rehabilitar: madera, forjado cerámico, hormigón, metal, etc.
- Espesor disponible.
- Estado del forjado.
- Uso final del local o el edificio.

Gran parte de las soluciones para estas patologías pasará por el empleo de un hormigón ligero estructural.

Con el empleo de arcillas expandidas de granulometrías y densidades especiales, es posible la producción de hormigones ligeros estructurales para forjados mixtos colaborantes y para rehabilitación. Estos hormigones pueden fabricarse directamente en obra, en planta de hormigón o suministrarse en sacos premezclados para su puesta en obra tras el amasado con agua.

4.1 La normativa española.

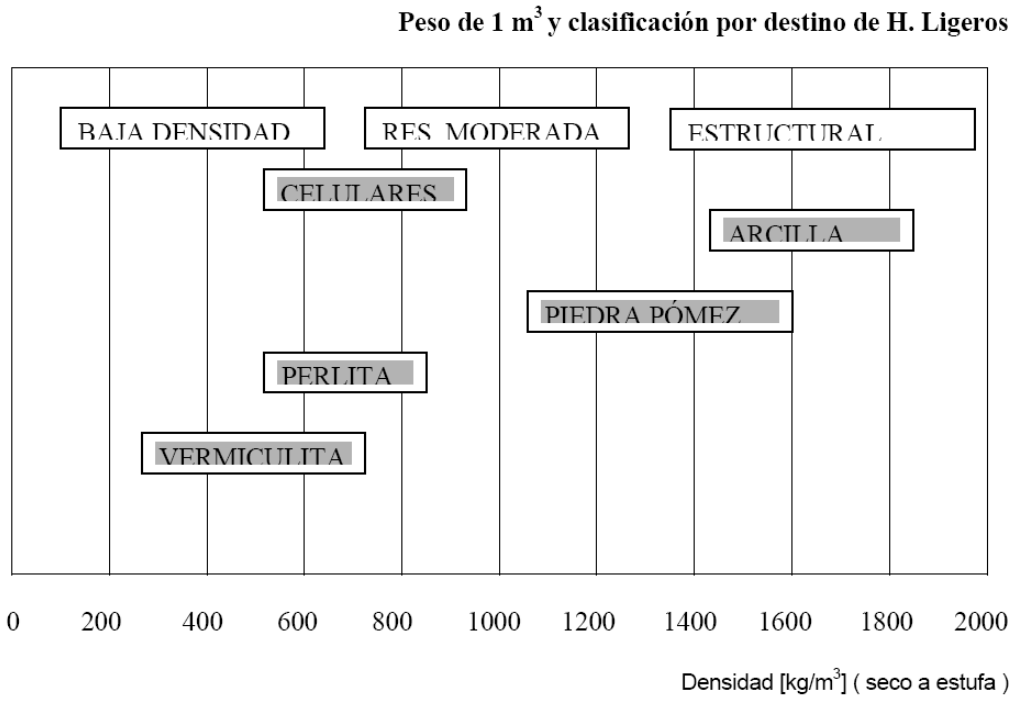
Introducción: El Anejo 16 a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE 08): "Recomendaciones para el utilización de hormigón ligero", establece una serie de recomendaciones complementarias o diferentes a la del hormigón estructural fabricado con áridos de peso normal.

Se puede lograr una amplia gama de densidades y propiedades mecánicas teniendo en cuenta que la sustitución de árido de peso normal por árido ligero puede hacerse en forma parcial, remplazando solamente la fracción gruesa del árido, o total, remplazando también la arena por árido fino ligero.

Alcance: El Anejo 16 define como hormigón ligero estructural (HLE) aquel hormigón de estructura cerrada, cuya densidad aparente, medida en condición de seco hasta peso constante, es inferior a 2.000 Kg/M^3, pero superior a 1.200 Kg/M^3 y que contiene una cierta proporción de árido ligero, tanto natural como artificial. Se excluye a los hormigones celulares.

Para el caso de hormigones ligeros estructurales, el anejo 16 establece una resistencia mínima de 10 ó 20 N/mm^2 en tanto que la resistencia máxima depende del tipo de árido ligero que se trate y del diseño particular de la mezcla. Si bien existen aplicaciones de hormigones ligeros de alta resistencia, la resistencia máxima del hormigón ligero estructural considerado en el Anejo se limita a 50 N/mm^2.

Áridos: En cuanto al tipo de árido ligero, tanto natural como artificial, apto para producir hormigones ligeros estructurales el Anejo 16 establece una vinculación con los rangos de densidad del mismo según la figura siguiente:



A la vista de la figura, concluimos que los hormigones ligeros estructurales contienen áridos ligeros que se sitúan en la zona alta de la escala, y están constituidos por arcillas, pizarras o esquitos expandidos, piedra pómez o puede tratarse también de áridos sintéticos, a partir de materias primas como las cenizas volantes.

Durabilidad: En cuanto a la calidad del hormigón, el Anejo 16 nos indica que: los hormigones ligeros estructurales poseen una matriz de mortero usualmente más resistente que la correspondiente a un hormigón de peso normal, con lo que la durabilidad se asegura con el cumplimiento de clases resistentes indicado en el EHE 08.

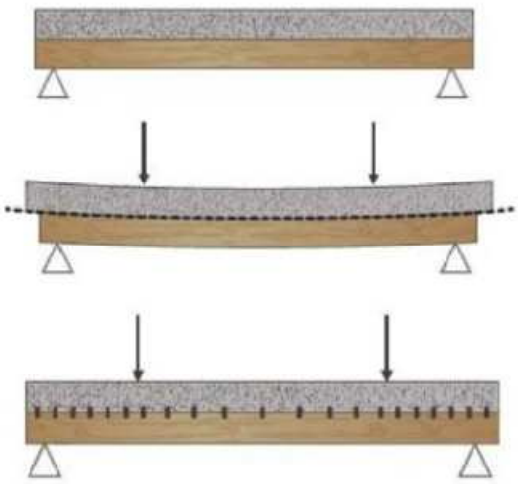
El comportamiento de los hormigones ligeros estructurales es similar al de los hormigones convencionales de peso normal, excepto en cuanto a la abrasión o erosión de forma permanente por lo que es recomendable que queden siempre cubiertos.

4.2 Rehabilitación. Consolidación de forjados. Losas autoportantes de hormigón ligero.

La solución técnica más eficaz y segura para la consolidación estructural de forjados es la realización de una nueva losa de hormigón armado, perfectamente interconectada con la estructura portante mediante el empleo de conectores, con el objetivo de aumentar la resistencia y rigidez del solado existente incrementando su capacidad de carga.

Resulta especialmente ventajoso intervenir con hormigones ligeros y resistentes, que optimizan la relación peso/resistencia incrementando muy poco, o incluso manteniéndolo en casos en que se sustituyan rellenos de cascotes o arena en los senos de bovedillas y revoltones, el estado de cargas original del edificio.

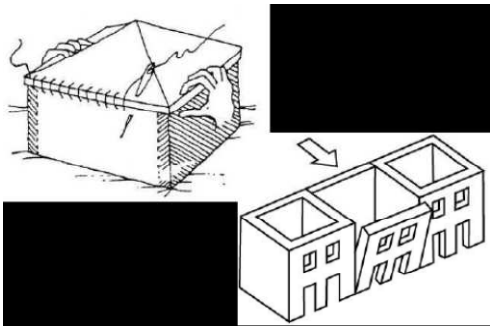
El objetivo de los conectores es crear una verdadera estructura "mixta" con una efectiva continuidad estructural. El conector funciona como un "cosido" entre el forjado antiguo y el nuevo hormigón impidiendo el deslizamiento de uno sobre otra y asegurando un considerable aumento de la resistencia de la estructura.



El sistema no asegura la unión entre el forjado antiguo y el nuevo hormigón.

El sistema crea una estructura mixta con una efectiva continuidad estructural. Los conectores hacen la función de "cosido" entre forjado y nuevo hormigón.

Para asegurar un correcto comportamiento del edificio, fundamentalmente para mejorar la respuesta sísmica de la estructura, es recomendable la conexión eficaz de los forjados con los muros perimetrales. Esta conexión permite que el edificio entero funcione como una caja.



4.2.1 Consolidación de forjados con hormigones ligeros estructurales.

Uno de los casos más habituales en rehabilitación es el de encontrarnos forjados debilitados por el tiempo, que necesitan reforzarse, a pesar de que las viguetas o correas se encuentran en buen estado.

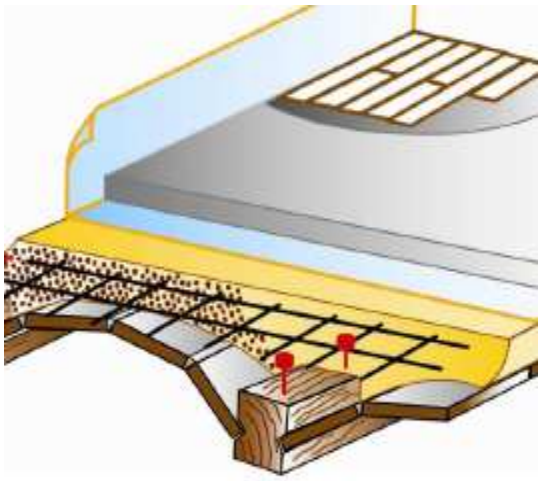
La solución pasa por consolidar el forjado con una capa de compresión de hormigón ligero en sustitución de los materiales existentes en senos de bovedillas y revoltones: arena, cascotes, etc. La gran ventaja de utilizar un hormigón ligero es que permite mantener el mismo estado de cargas originales del edificio.

4.2.2 Losas autoportantes de hormigón ligero estructural.

Cuando el forjado está arruinado pero se pretende dejar los materiales que lo constituyen, normalmente forjados de madera y tableros de madera o revoltón cerámico, es necesario crear una nueva losa de la que "colgará" el forjado existente.

En estos casos es necesario apoyar la nueva losa en un sistema nuevo de pilares o en los muros de carga existente mediante la conexión del nuevo forjado con el muro perimetral como la descrita en capítulos anteriores.

El uso de un hormigón ligero evita la sobrecarga de toda la estructura vertical de apoyo, pilares y cimentación, evitando riesgo de asentamientos y fisuras.



4.2.3 Precauciones y recomendaciones en la puesta en obra de un hormigón ligero en rehabilitación.

VIBRADO: En el hormigón ligero estructural es mejor no vibrar mucho en el mismo punto, es mejor hacerlo menos tiempo y en varios puntos.

En las capas de poco espesor (5 – 6 cm) el vibrado vibrado muchas veces no es posible o estrictamente necesario.

PROTECCIÓN: Deben protegerse los elementos de madera, si los hubiese, a ser posible con membranas transpirables e impermeables o con algún tipo de imprimación.

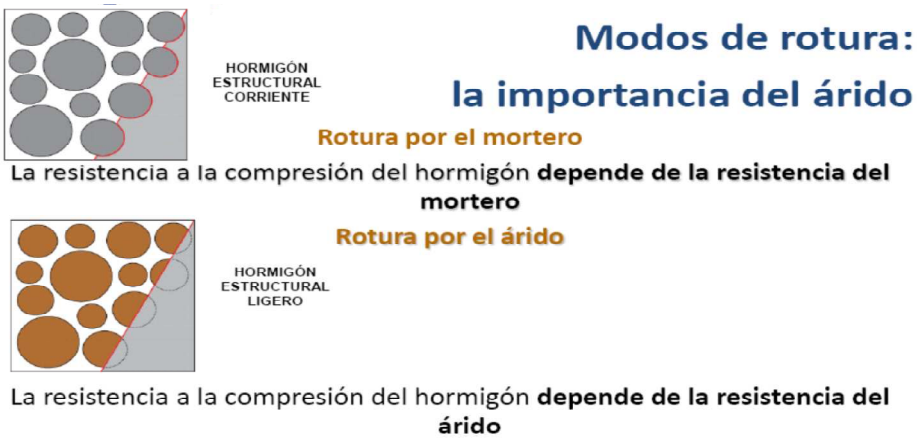
SOPORTE: Asegurarse la continuidad del mismo para evitar que la parte más líquida del hormigón fluya hacia abajo a través de las fisuras

CURADO: Controlar la absorción del soporte y tener en cuenta las condiciones climatológicas (fuerte aire, insolación) con el fin de evitar una rápida desecación del hormigón. Es recomendable utilizar alguna imprimación acrílica para regularizar la absorción del soporte, y tras el vertido y fratasado del hormigón, la aplicación de una resina de curado.

4.3 Empleo de Arcilla Expandida Estructural para la confección de hormigones ligeros estructurales.

La ARCILLA EXPANDIDA ESTRUCTURAL se produce con arcillas especiales y diferentes ciclos de fabricación que dan lugar a un producto con un grado de expansión inferior al normal, lo que ocasiones un núcleo interno menos expandido, y una estructura externa menos porosa y más gruesa. Todo ello hace que esta arcilla expandida tenga mayor densidad pero también mayor resistencia a compresión, lo que permite confeccionar hormigones de resistencias muy elevadas.

Debe tenerse en cuenta que la rotura de las probetas de los hormigones ligeros es diferente a la de los hormigones convencionales:



Por todo lo expuesto, podemos llegar a la conclusión de que para la fabricación de hormigones ligeros estructurales sólo podemos utilizar la Arcilla Expandida Estructural, ya que su resistencia a compresión es la que nos va a asegurar la resistencia del hormigón.

DOSIFICACIÓN ORIENTATIVA PARA LA CONFECCIÓN DE 1 M^3 DE HORMIGÓN LIGERO ESTRUCTURAL DE 25 MPa

DOSIFICACIÓN				DENSIDAD APROXIMADA (Kg/M^3)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN APROXIMADA (Mpa)
Arcilla Expandida Estructural (L)	Cemento 42,5 (Kg)	Arena natural 0-5 (Kg)	Plastificante (L)		
640	420	810	4	1.700,00	25,0

Al elaborarse "in situ" quedan fuera de nuestro alcance las condiciones de amasado, así como el tipo de cemento, arena y plastificante adicionados por lo que los datos de densidad y resistencia son solamente una orientación debiendo realizarse los ensayos previos para asegurarse los valores reales en obra.

El % de agua necesario va a depender del tipo de cemento y arena utilizados. Tal como se ha explicado en capítulos anteriores, es conveniente humedecer, saturando de agua, previamente a su mezclado con el resto de componentes. Una vez hecha esta operación habrá que adicionar el resto de los componentes y el agua.

El hormigón puede confeccionarse con hormigonera en obra o en planta de hormigón, poniéndose en obra mediante los medios habituales. Para bombeo neumático puede que sea necesaria la adición de fluidificantes (consultar con nuestro departamento técnico).

Deben tenerse en cuenta las precauciones y recomendaciones descritas anteriormente para la puesta en obra de los hormigones ligeros estructurales.

El espesor mínimo de aplicación debe ser de 6 cm.

4.4 Premezclado ensacado de arcilla expandida: hormigón ligero estructural.

Hormigón ligero estructural, premezclado, que simplifica la confección y puesta en obra del hormigón, ya que sólo requiere de su amasado con agua.

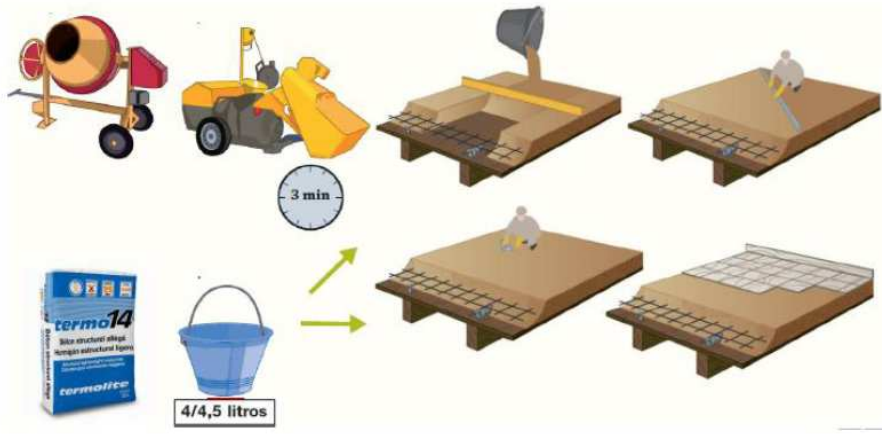
No requiere prehumedecido y se amasa fácilmente con hormigonera, pudiendo también amasarse y ponerse en obra con “amasadoras – transportadoras de mortero) (bombas neumáticas).

Diseñado con una arcillas expandidas de diferentes curvas granulométricas y densidades, logrando un producto final de mayores prestaciones del que se confeccionaría “in situ” o en planta de hormigón, ya que con una densidad de producto endurecido de 1.400 Kg/M^3 se alcanza una resistencia a compresión de 25 MPa. Su conductividad térmica es de 0,42 W/MK.

4.4.1 Características y aplicaciones del hormigón ligero premezclado:

- Refuerzo estructural y rehabilitación de forjados.
- Forjados ligeros mixtos o colaborantes.
- Reducción de puentes térmicos en fachadas, forjados, balcones, pilares, dinteles, jambas, zunchos perimetrales de muros portantes y pilares, escaleras, etc.
- En cualquier parte de la obra donde se requieran buenas calidades de ligereza y resistencia, así como una baja conductividad térmica de la solución constructiva.
- El producto debido a su baja densidad y a su flexibilidad de uso está particularmente indicado para la rehabilitación.

4.4.2 Puesta en obra del hormigón ligero:



- Deben tenerse en cuenta las "Precauciones y recomendaciones en la puesta en obra de un hormigón ligero", dadas en el punto 7.3.3.
- Una losa de hormigón estructural no es un simple recrecido y por lo tanto no debe ser interrumpida por instalaciones (fontanería, desagües, electricidad, etc.) ya que puede afectar a su resistencia mecánica. Para la inserción de instalaciones se requieren capas de recrecido y/o soleras adecuadas, recomendándose el uso de los otros productos de la gama de Construcción y Rehabilitación Ligera.
- Si las características de la obra no permiten realizar una capa de recubrimiento adecuada, es posible colocar el pavimento directamente sobre el hormigón ligero.

4.5 Sistemas para la rehabilitación de forjados.

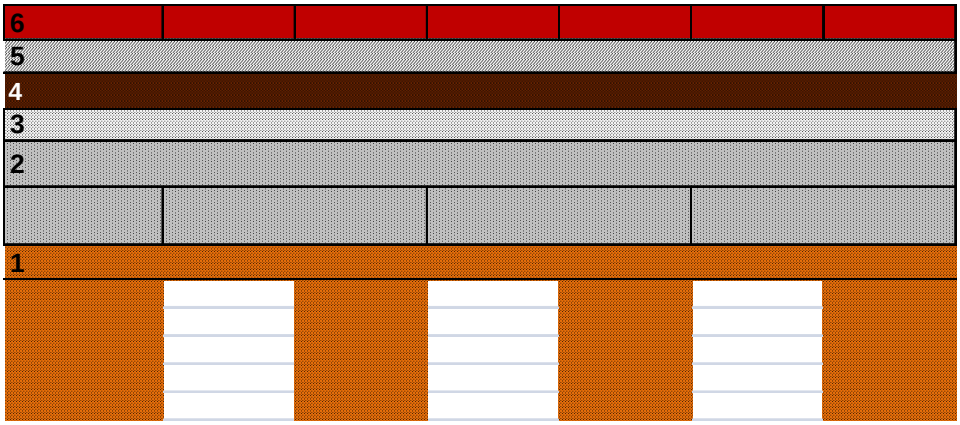
Se han visto hasta ahora algunos conceptos de los hormigones ligeros estructurales: definición, normativa, puesta en obra e incluso algunos sistemas "mono-estrato".

A continuación se describen algunos esquemas constructivos, más avanzados como sugerencia o idea para técnicos, constructoras o empresas especialistas en rehabilitación. No son los únicos sistemas posibles, ya que el hormigón ligero estructural admite una gran variedad de acabados o de combinaciones con el resto de productos de la gama de Construcción y Rehabilitación Ligera de Grupo Puma. En éstos, que describimos a continuación, se aporta una mejora del comportamiento acústico del forjado, algo que suele ser indispensable en edificios con forjados antiguos de madera o cerámica para el confort de sus usuarios.

4.5.1 Sistema para rehabilitación de forjados, con integración de lámina acústica, para bajos espesores. Acabados cerámica o parquet.

En los casos en que no es posible hacer recrecidos sobre el hormigón ligero debido a la cota máxima del recinto, deberemos usar una lámina acústica que permita la colocación del solado adherido sobre ella. Para ello emplearemos la LÁMINA ACÚSTICA CORCHO de 5 mm, que permite el pegado de cerámica o parquet con algunos de los adhesivos especiales de nuestra gama.

ACABADO SOLADO CERÁMICO



1.- Forjado existente.
2.- 5-8 cm.Hormigón Ligero Estructural, armado con mallazo y conectado al forjado existente.
3.- Adhesivo acrílico en dispersión acuosa.
4.- Lámina acústica de corcho de 5 mm.
5.- Adhesivo cementoso flexible C2TE S1 o C2 FTE S1.
6. Solado cerámico.

ACABADO PARQUET

1.- Forjado existente.
2.- 5-8 cm.Hormigón Ligero Estructural, armado con mallazo y conectado al forjado existente.
3.- Adhesivo epoxi-poliuretano.
4.- Lámina acústica de corcho de 3 mm.
5.- Adhesivo epoxi-poliuretano.
6. Solado parquet pegado.

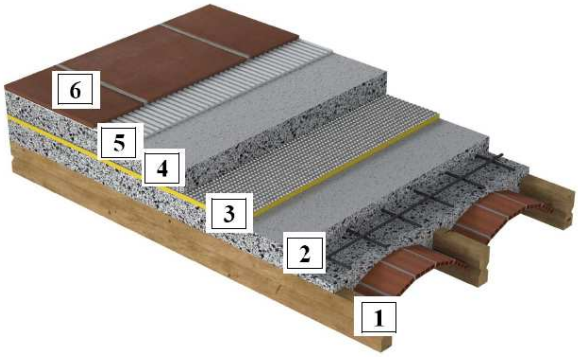
Ventajas del sistema:

- La lámina acústica de corcho natural permite la colocación de solado pegado sobre ella.
- Solución ideal en casos en que no hay suficiente espesor para la colocación de sistemas cementosos “multi-estrato”.
- La colocación de la lámina acústica bajo el pavimento mejora la confortabilidad en el propio local donde se instala, reduciendo el ruido de las pisadas a los residentes en la misma.
- La atenuación acústica de la lámina acústica de 5 mm con solado de baldosa cerámica es de 12 dB. La lámina acústica de 3 mm con solado de madera de 26 dB. Para comprobar el ensayo del conjunto del solado deberá tenerse en cuenta la naturaleza del forjado existente: madera, cerámica, etc, y el espesor de la capa de compresión del hormigón ligero.

4.5.2 Sistema multi-estrato para rehabilitación de forjados, con integración de lámina acústica. Acabados cerámica o parquet.

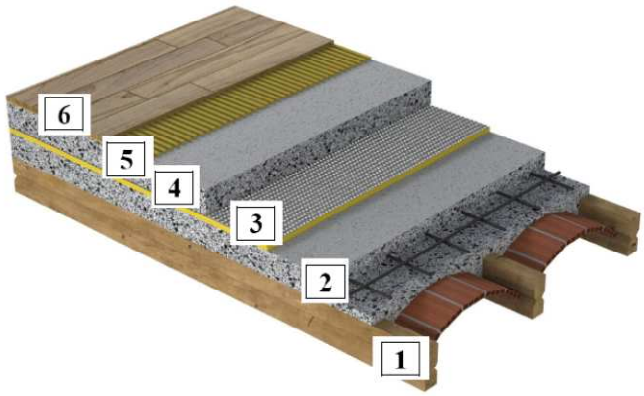
Cuando en la rehabilitación del forjado se dispone de suficiente cota, podemos colocar una lámina acústica por debajo de la solera o recrecido ligero, lo que mejorará la atenuación acústica entre viviendas en comparación con los casos de bajo espesor descritos en el punto anterior. Además nos permitirá la integración de las instalaciones en la solera o recrecido ligero, con lo que estos sistemas son un buen ejemplo de cómo mejorar el confort de la vivienda con bajo peso y alta resistencia.

ACABADO SOLADO CERÁMICO



1.- Forjado existente.
2.- Hormigón Ligero Estructural, armado con mallazo y conectado al forjado existente.
3.- Lámina de espuma de PE reticulado de 3 mm + Film LDPE.
4.- Recrecido ligero, espesor mínimo 6 cm.
5.- Adhesivo cementoso tipo C2.
6. Solado cerámico.

ACABADO PARQUET



1.- Forjado existente.
2.- Hormigón Ligero Estructural, armado con mallazo y conectado al forjado existente.
3.- Lámina de espuma de PE reticulado de 3 mm + Film LDPE.
4.- Solera ligera y semiseca, espesor mínimo 6 cm.
5.- Adhesivo epoxi-poliuretano.
6. Solado parquet pegado.

Ventajas del sistema:

- Solución que combina “solidez”, “ligereza” y “confort”.
- La desolidarización del recrecido o solera ligera al forjado mejora los valores de atenuación acústica y disminuye la transmisión de las tensiones del pavimento al forjado y/o viceversa.
- La atenuación acústica de la lámina acústica de 3 mm es de 21 dB y su densidad de sólo 270 gr/M2.

CONCLUSIÓN – RESUMEN:

- **El uso de morteros y hormigones de corcho y arcilla expandida permiten rehabilitar y construir sin sobrecargar.**
- **El ahorro de peso es superior al 40 % en comparación con soluciones tradicionales.**
- **El uso de premezclados ensacados proporciona calidad incluso en las pequeñas obras.**
- **Estos premezclados garantizan las propiedades del mortero u hormigón y facilitan la aplicación.**
- **El uso de morteros y hormigones ligeros disminuyen los gastos de transporte y mejoran el rendimiento en la puesta en obra.**