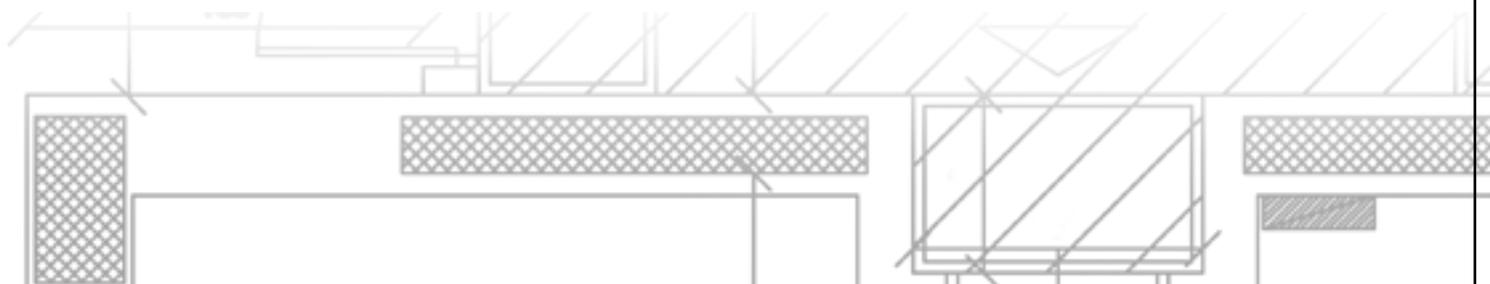




Cuaderno Técnico MAPETHERM



PÁG.	04	1	EL AISLAMIENTO TÉRMICO
PÁG.	05	1.1	¿QUÉ ES EL AISLAMIENTO TÉRMICO?
PÁG.	07	1.2	PUNTES TÉRMICOS
PÁG.	09	1.3	CONDENSACIONES Y MOHOS
PÁG.	11	1.4	TRANSPIRABILIDAD
PÁG.	12	2	EL MARCO NORMATIVO
PÁG.	18	2.1	REACCIÓN AL FUEGO
PÁG.	22	3	LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR
PÁG.	22	3.1	EDIFICIOS CON Y SIN AISLAMIENTO TÉRMICO
PÁG.	25	3.1.1	EJEMPLO DE EDIFICIO EXISTENTE NO AISLADO
PÁG.	26	3.1.2	EJEMPLO DE EDIFICIO EXISTENTE REHABILITADO CON AISLAMIENTO
PÁG.	27	3.2	EFICIENCIA INVERNAL Y ESTIVAL
PÁG.	29	3.2.1	EJEMPLO DE EDIFICIO EXISTENTE REHABILITADO CON AISLAMIENTO EN LA CÁMARA
PÁG.	31	3.2.2	EJEMPLO DE EDIFICIO EXISTENTE REHABILITADO CON AISLAMIENTO POR EL INTERIOR
PÁG.	33	3.3	EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE AHORRO: ENERGÉTICO, DE EMISIONES, ECONÓMICO
PÁG.	34	3.4	TODAS LAS VENTAJAS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR

PÁG.	37	4	EL SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR
PÁG.	37	4.1	LOS COMPONENTES
PÁG.	38	4.2	CARACTERÍSTICAS Y PRESTACIONES DE LOS COMPONENTES
PÁG.	38	4.2.1	SOPORTE
PÁG.	39	4.2.2	ADHESIVO
PÁG.	39	4.2.3	PANEL AISLANTE
PÁG.	40	4.2.4	ANCLAJE
PÁG.	40	4.2.5	ENLUCIDO (REVOQUE DE FONDO)
PÁG.	41	4.2.6	MALLA DE ARMADURA
PÁG.	41	4.2.7	IMPRIMACIÓN
PÁG.	42	4.2.8	REVESTIMIENTO DE ACABADO
PÁG.	42	4.3	LOS SISTEMAS MAPETHERM
PÁG.	45	5	EL PROYECTO Y LA ELECCIÓN DEL SISTEMA
PÁG.	46	5.1	LA ELECCIÓN DEL ADHESIVO Y EL ENLUCIDO
PÁG.	50	5.2	LAS CARACTERÍSTICAS DEL PANEL AISLANTE
PÁG.	50	5.2.1	AISLAMIENTO TÉRMICO
PÁG.	51	5.2.2	AISLAMIENTO ACÚSTICO
PÁG.	53	5.2.3	REACCIÓN AL FUEGO (COMPORTAMIENTO)
PÁG.	54	5.2.4	RESISTENCIA MECÁNICA
PÁG.	54	5.2.5	ESTABILIDAD
PÁG.	55	5.2.6	ABSORCIÓN DE AGUA
PÁG.	55	5.2.7	PERMEABILIDAD AL VAPOR (TRANSPIRABILIDAD)
PÁG.	56	5.2.8	COMPOSICIÓN NATURAL
PÁG.	56	5.2.9	CONCLUSIONES
PÁG.	57	5.3	LA ELECCIÓN DEL ANCLAJE (FIJACIÓN MECÁNICA)
PÁG.	58	5.4	LA ELECCIÓN DEL ACABADO

PÁG.	65	6	LA CORRECTA REALIZACIÓN DEL SISTEMA MAPETHERM
PÁG.	66	6.1	LA PREPARACIÓN DE LOS SOPORTES
PÁG.	66	6.1.1	EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA, DE PIEDRA O LADRILLO
PÁG.	67	6.1.2	EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO O ALBAÑILERÍA REVOCADA
PÁG.	68	6.1.3	ALBAÑILERÍA Y/O ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN FISURADAS
PÁG.	69	6.1.4	ESTRUCTURAS Y/O ELEMENTOS DE HORMIGÓN
PÁG.	70	6.2	COLOCACIÓN DE LOS PERFILES DE CONTENCIÓN Y PROTECCIÓN
PÁG.	71	6.3	COLOCACIÓN DE LOS PANELES AISLANTES
PÁG.	74	6.4	FIJACIÓN MECÁNICA (TAQUEADO)
PÁG.	76	6.5	ELEMENTOS DE REFUERZO Y PROTECCIÓN
PÁG.	76	6.6	REALIZACIÓN DEL ENLUCIDO (REVOQUE DE FONDO CON ARMADURA)
PÁG.	78	6.7	PROTECCIÓN DEL SISTEMA
PÁG.	78	6.8	REALIZACIÓN DEL REVESTIMIENTO DE ACABADO
PÁG.	80	7	LOS COMPONENTES DEL SISTEMA MAPETHERM
PÁG.	80	7.1	ADHESIVOS Y ENLUCIDOS
PÁG.	81	7.2	PANELES AISLANTES
PÁG.	83	7.3	ACCESORIOS
PÁG.	86	7.4	IMPRIMACIÓN Y ACABADOS
PÁG.	97	8	LOS SERVICIOS MAPEI
PÁG.	98	9	DETALLES CONSTRUCTIVOS Y PUNTOS CRÍTICOS

1. EL AISLAMIENTO TÉRMICO

El presente Cuaderno Técnico forma parte de las certificaciones del sistema previstas en las directrices europeas, con el objetivo de difundir el conocimiento de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior (ETICS – External Thermal Insulation Composite System) y de dar respuestas precisas sobre aquellos aspectos relativos a sus prestaciones, a los materiales que los constituyen, a la correcta forma de colocación y de diseño, los puntos críticos, a la normativa vigente, además de intentar simplificar algunos conceptos físicos relacionados con esta.

Algunas nociones generales deberán verificarse de acuerdo a las informaciones y directrices de las eventuales regulaciones y normas de cada país.

La prestación energética de un edificio viene determinada principalmente por las prestaciones aislantes de toda la envolvente.

Un aislamiento térmico eficiente de los edificios debe tener como objetivo el garantizar una temperatura correcta no solo del aire, sino también de los muros, de los pavimentos y de los techos. La sensación de frío, de hecho, deriva de una baja temperatura ambiental, pero también de una baja temperatura de los elementos de protección tanto horizontales como verticales.

La sensación de confort pasa por que los muros alcancen una temperatura suficientemente alta y por evitar que se enfríen, para ello es necesario aislarlos, aplicando sobre ellos un “abrigo caliente” como aislante.

El efecto contrario se produce en las estaciones cálidas, cuando los muros deben sobrecalentarse lo menos posible, y, por tanto, deben protegerse exteriormente con un “escudo” aislante.

Un sistema de aislamiento térmico tiene el objetivo de obstaculizar el paso del calor: del interior hacia el exterior en invierno y del exterior hacia el interior en verano; su eficiencia es notable en todas las estaciones y en todos los climas.

Un sistema de aislamiento térmico es indispensable para construir en base a criterios de sostenibilidad ambiental, ahorro económico y confort.





1.1 ¿QUÉ ES EL AISLAMIENTO TÉRMICO?

El aislamiento térmico permite tener las mejores condiciones de habitabilidad en todas las circunstancias y debe ser realizado teniendo en cuenta requisitos precisos.

Para los edificios de nueva construcción y para la clasificación energética de los existentes, las normativas vigentes prevén un límite máximo para el valor de **Transmitancia U** (W/m^2K); este valor expresa el flujo de calor que pasa a través de un metro cuadrado de pared, en una hora de tiempo, para un gradiente térmico de un grado de temperatura entre las dos caras de la construcción (interna y externa). Simplificando la definición, la Transmitancia U representa cuanto calor se transmite (disipa) del interior hacia el exterior del edificio durante el invierno. Cuanto menor sea el valor U, menor es el paso del calor, por consiguiente, mayores las prestaciones aislantes de la pared realizada o rehabilitada.

Todos los materiales de construcción (ladrillos, aislantes, etc.) se caracterizan por una capacidad particular para transmitir calor, llamada **Conductividad térmica λ** , que viene determinada experimentalmente y se expresa en W/mK . Cuanto menor es el valor de λ , menor es la capacidad del material de transmitir el calor y mayor, por tanto, su capacidad aislante.

Además de la conductividad térmica, es importante considerar también la **Inercia térmica** (o Capacidad calorífica) de un material, esto es la capacidad de acumular calor para después liberarlo posteriormente, expresado en $J/kg \cdot K$.

Por ejemplo, en invierno, cuanto mayor es la inercia térmica de la pared interior, mayor es la capacidad de la estructura para acumular calor cuando esté disponible (sistema de calefacción encendida), y liberarlo cuando se obtenga la temperatura establecida, obteniendo así un notable ahorro de combustible. En verano, cuanto mayor es la inercia térmica, mayor es la capacidad de la estructura de acumular calor en las horas más cálidas, ralentizando la penetración en el interior de las viviendas, para liberarlo durante las horas

nocturnas cuando es posible ventilar las estancias.

El aislamiento térmico por el exterior maximiza estos dos efectos.

La calidad de la envolvente de un edificio en verano se evalúa en referencia a las condiciones de confort conseguidas en ambientes interiores; para comprender mejor este concepto consideramos dos de los parámetros en juego:

- **Propagación (ϕ)** de la onda térmica: representa el tiempo, medido en horas, que transcurre entre el pico de temperatura sobre el lado exterior y el interior de una estructura constructiva – cuanto mayor es la propagación, mejor es la capacidad de la estructura de retrasar la onda térmica y por tanto mejores son las prestaciones.
- **Factor de atenuación (f_a)** de la onda térmica: representa la disminución de la amplitud (atenuación) que sufre la onda térmica atravesando la estructura constructiva – cuanto más bajo es el factor de atenuación, mejor será la capacidad de la estructura para amortiguar la onda térmica.

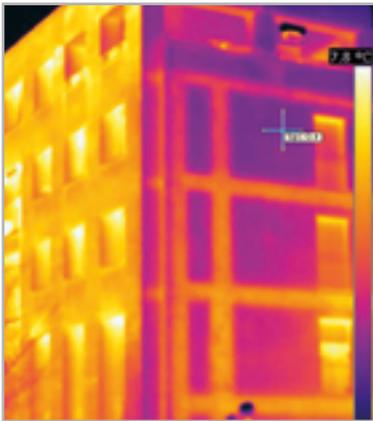
Es sencillo entender como el aislamiento térmico de la pared puede optimizarse actuando solamente sobre dos parámetros: la naturaleza de los materiales utilizados (por lo tanto, su capacidad aislante e inercial) y su espesor.

El correcto diseño de la envolvente debe tener en cuenta los diversos parámetros y el contexto en el que el edificio está ubicado: una envolvente con elevadas prestaciones para el frío, pudiera no ser óptima para el calor.

A esto se suma la correcta secuencia de las capas de materiales utilizados, una incorrecta disposición de las mismas cambia, por tanto, de manera muy significativa las prestaciones totales, en términos de: defensa contra el calor y el frío, inercia térmica, punto de rocío, etc.



Edificio exento de aislamiento térmico por el exterior en el que se evidencian los puentes térmicos de la estructura (vigas y pilares). Los cerramientos del muro presentan agresiones biológicas dado que están más fríos



El mismo edificio visto con cámara termográfica de infrarrojos: en correspondencia con los puentes térmicos, se observa una temperatura superficial netamente superior, indicador de la ingente dispersión térmica



1.2 PUENTES TÉRMICOS

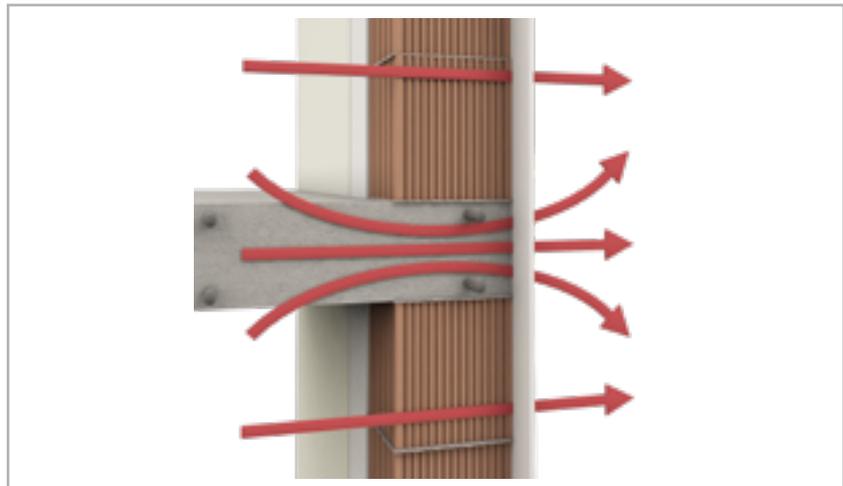
Son discontinuidades en el aislamiento térmico y representan la vía preferente, a través de la cual se transmite el calor.

Determinan dispersiones, patologías y pérdida de confort:

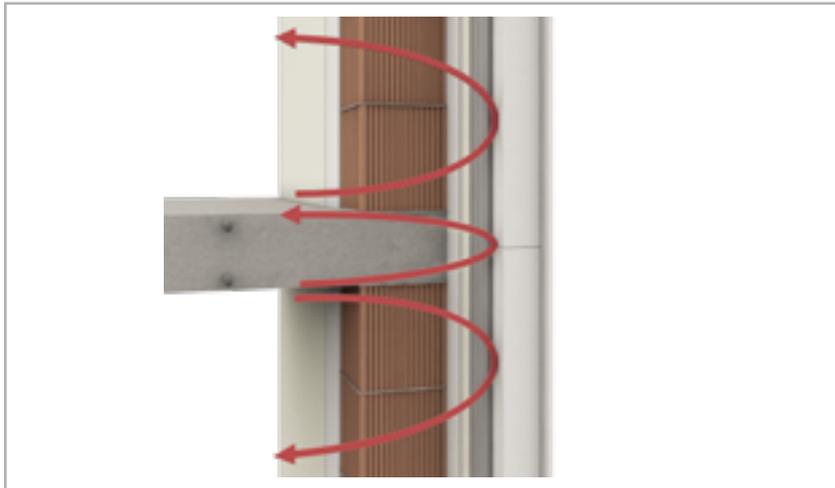
- dispersiones de calor hacia el exterior en invierno, con el consecuente enfriamiento del ambiente interior y aumento de los consumos de calefacción;
- transmisiones del calor hacia el interior en verano, con el consecuente calentamiento de los ambientes interiores y aumento de consumos para el enfriamiento;
- enfriamiento de las superficies interiores, en invierno, con la consecuente formación de condensaciones y desarrollo precoz de mohos y bacterias.

Excluyendo aquellos ocasionales, los puentes térmicos pueden subdividirse en dos macro categorías:

- constructivos: debidos a la elevada conductividad (λ) de algunos materiales como, por ejemplo, el hormigón armado (vigas y pilares);

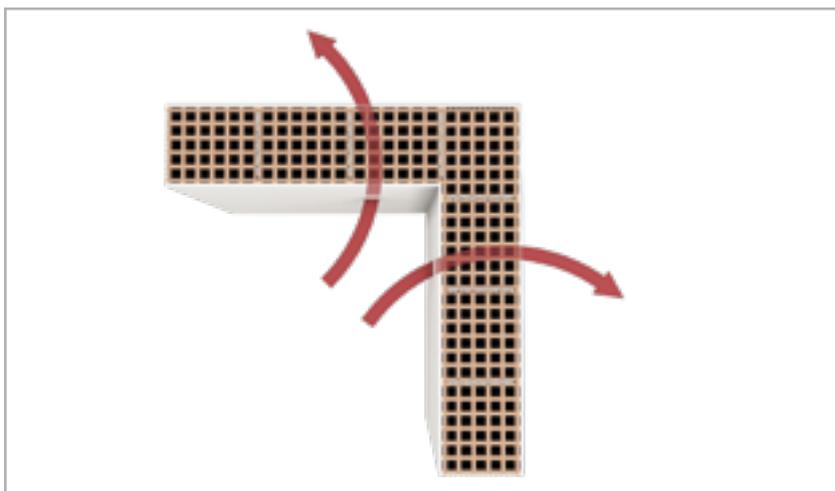


Puente térmico constructivo

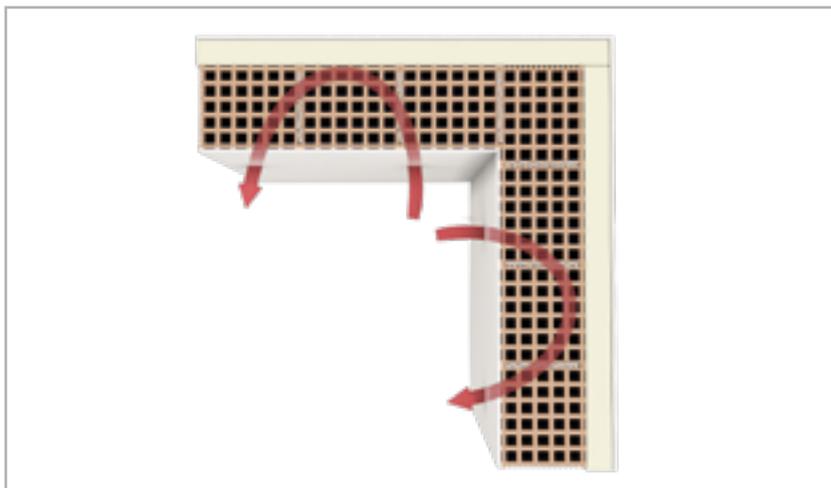


Puente térmico constructivo corregido con Mapetherm System

- geométricos: zonas en las que la superficie interior es inferior a la exterior, determinando una mayor dispersión de calor como, por ejemplo, en las esquinas de los edificios.



Puente térmico geométrico



Puente térmico geométrico corregido con Mapetherm System

En la imagen 1.4 se observa una temperatura de $+8.4^{\circ}\text{C}$ coincidente con puentes térmicos, con la inevitable formación de condensación y moho.

Los puentes térmicos, constructivos y geométricos, pueden corregirse eficazmente solamente con un aislamiento térmico por el exterior.



1.3 CONDENSACIONES Y MOHOS

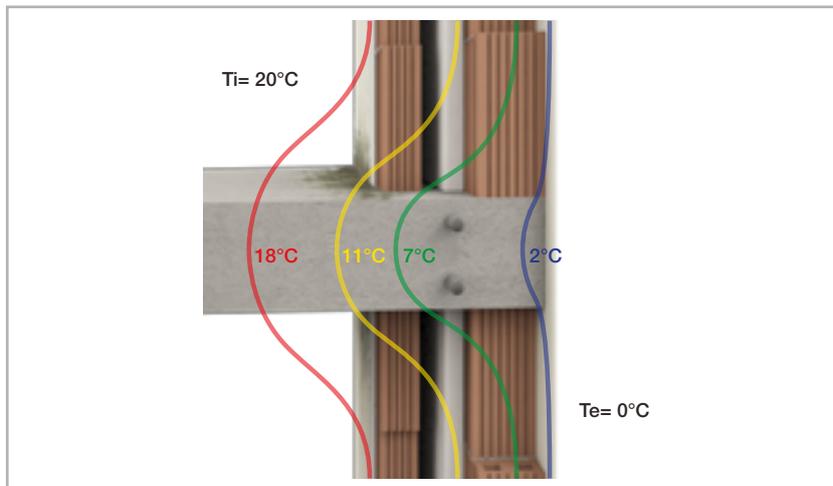
El vapor de agua se genera en el interior de las habitaciones de la actividad cotidiana: cocinar, ducharse, secar la ropa, incluso respirar y hablar. Al contrario de algunas informaciones falsas, solo el 1-3% del vapor generado en las habitaciones migra a través del muro (ver el vol. 4 “Moho, condensación y puentes térmicos” de la colección “El aislamiento térmico y acústico” realizado por ANIT – Associazione Nazionale per l’isolamento Termico e acústico).

El vapor de agua, así generado, condensa cuando encuentra superficies suficientemente frías (temperatura inferior al punto de condensación). Si la cantidad de vapor de agua es elevada, la condensación se forma también cuando encuentra superficies no particularmente frías; por ejemplo, en un ambiente interior a $+20^{\circ}\text{C}$ y 80% de humedad relativa, se crea condensación en toda la superficie teniendo una temperatura igual o inferior a $+18^{\circ}\text{C}$.

Así se puede entender la facilidad con que se generan condensaciones sobre las paredes interiores, en particular coincidiendo con los puentes térmicos, donde la temperatura superficial es sensiblemente más baja. A destacar que la formación de condensación se puede dar también con tasas de humedad relativa inferiores al 60%, consideradas de buena salubridad.

Todas las zonas de condensación representan terreno fértil de cultivo para la proliferación de bacterias y mohos, generando ambientes insalubres (ver el estudio técnico “las agresiones biológicas” en la pág. 62).

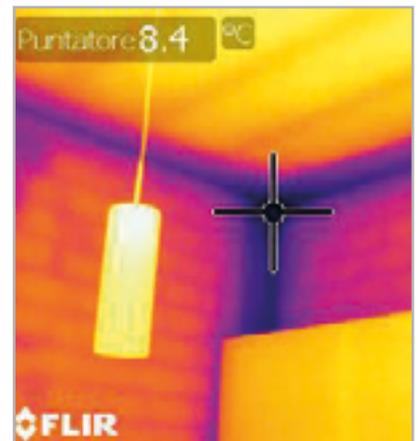
Para dificultar la formación de condensación y las consecuentes patologías, es necesario que la temperatura de la superficie sea lo más alta posible; esto solo se puede obtener con un adecuado aislamiento térmico realizado sobre la superficie exterior y controlando el porcentaje de humedad relativa en los ambientes mediante la ventilación de los mismos.



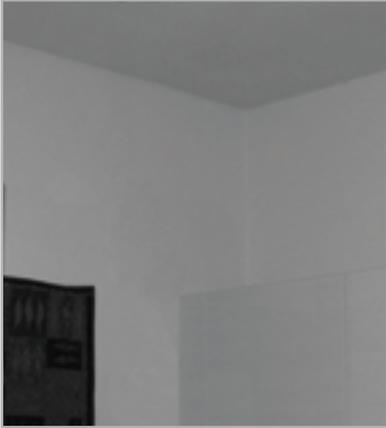
Perfil de temperatura en correspondencia de los puentes térmicos



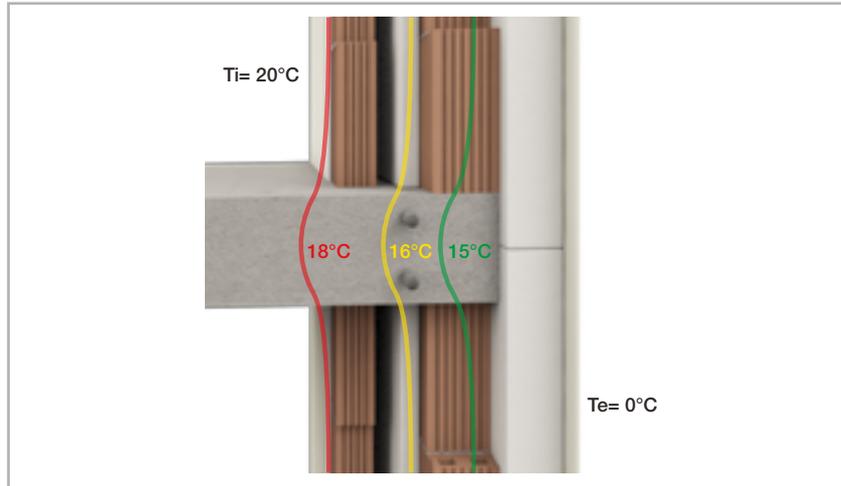
Ambiente interior de un edificio exento de aislamiento térmico por el exterior



El mismo ambiente visto con cámara térmica de infrarrojos: en correspondencia con los puentes térmicos se observa una temperatura de 8,4°C



Ambiente interior del edificio aislado con Mapetherm System



Perfil de temperatura en correspondencia de los puentes térmicos corregidos con Mapetherm System



El mismo ambiente visto con cámara térmica de infrarrojos: en correspondencia de los puentes térmicos corregidos con Mapetherm System se observa una temperatura de 18,1°C

1.4 TRANSPIRABILIDAD

La transpirabilidad o, más correctamente, la permeabilidad al vapor de agua expresa la cantidad de vapor de agua que consigue pasar a través de una superficie.

Cuando se hace referencia a paredes exteriores, una alta transpirabilidad es muy útil para eliminar la eventual agua residual de la construcción o pequeñas acumulaciones de condensación en el interior de la estructura; muy a menudo, la transpirabilidad es entendida erróneamente como el vapor de agua, producido en el interior de las habitaciones, que puede ser eliminado hacia el exterior atravesando las mismas paredes. En realidad, la cantidad de vapor que atraviesa las paredes es poquísima en relación a la generada en el interior de una habitación durante las normales actividades cotidianas. Numerosos ejemplos de modelos de cálculo confirman que los muros no respiran y que no se elimina el vapor de agua generado en el interior de los habitáculos gracias a la transpirabilidad de las paredes, sino que es indispensable una adecuada ventilación de los mismos para su eliminación.

En definitiva, utilizando el sistema MAPETHERM se mejora el confort del hábitat, porque es la solución más eficaz para equilibrar térmicamente el edificio, corregir

los puentes térmicos, elevar sensiblemente la temperatura de las superficies interiores y minimizar, en consecuencia, la formación de condensación y de todas las consiguientes patologías dañinas.

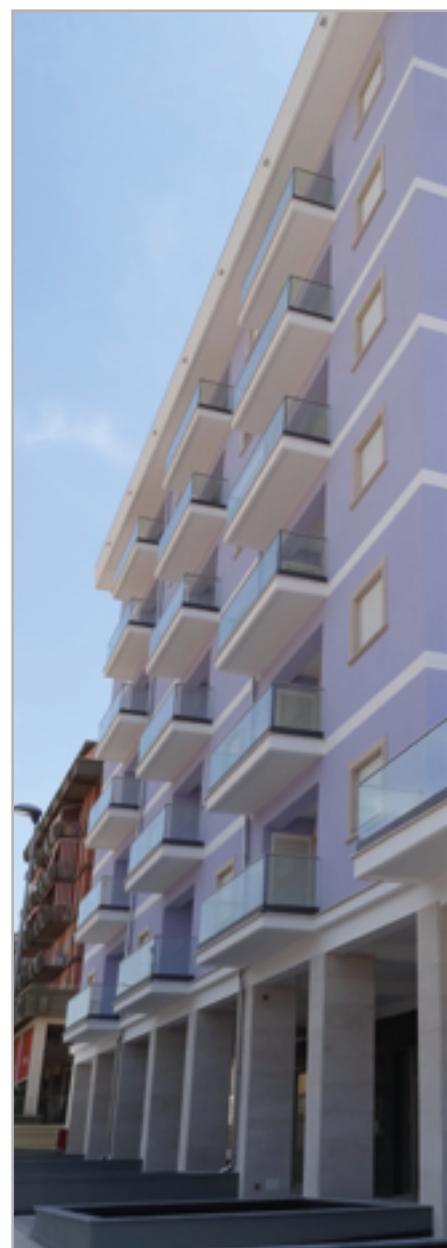
Sin afectar la permeabilidad de la estructura, el sistema MAPETHERM se combina habitualmente con otras intervenciones constructivas que mejoran la eficiencia energética del edificio, sin prescindir de la correcta gestión de los ambientes, realizando ventilaciones periódicas a través de las ventanas, tapando los utensilios de cocina durante las cocciones o, dotando a las habitaciones de mecanismos de ventilación mecánica controlada.

2. EL MARCO NORMATIVO

La prestación energética de un edificio, considerada como poco significativa en el pasado, es cada vez más importante a causa de su estrecha vinculación con la necesidad medioambiental de reducir las emisiones de gas de efecto invernadero y de los costes crecientes de los combustibles y la energía. Estos argumentos han hecho emerger la necesidad de limitar las dispersiones térmicas de las viviendas y ha permitido el desarrollo de soluciones adecuadas para ello, creando un sector que ha crecido rápidamente en la construcción moderna.

En 1997 nace el Protocolo de Kioto, un tratado internacional dirigido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Entró en vigor en 2005, fue suscrito por 190 naciones y ha obligado a los gobiernos a legislar en materia de eficiencia energética, situando el tema en el centro del debate y popularizándolo. La Unión Europea, en este sentido, delegó en los estados miembros la libertad de legislar en trasposición de la Directiva 2002/91/CE denominada también EPBD (Energy Performance Buildings directive), refundida posteriormente, de forma íntegra, en la Directiva 2010/31/UE publicada en el Boletín oficial de la Unión Europea el 18 de junio de 2010.

En la misma se impone la prescripción de los requisitos de prestaciones mínimas para los edificios y la obligatoriedad de certificarlos oficialmente. Esto ha significado una verdadera revolución en el sistema constructivo, que camina hacia la construcción o la rehabilitación de edificios con alta prestación energética, es decir, bajas emisiones nocivas y bajos costes de gestión (tanto en





calefacción como en refrigeración), obteniendo bajísimas dispersiones térmicas de todos los elementos que constituyen la envolvente, una drástica reducción del consumo de energías primarias (Cep), ausencia de condensaciones intersticiales, correcciones de los puentes térmicos, etc.

Para la obtención de todas estas prestaciones, el sistema de aislamiento térmico por el exterior se ha convertido en la tecnología principal, gracias a su simplicidad, economicidad, practicidad y elevadísima eficiencia en todas las zonas climáticas. Para incentivar la rehabilitación energética de los edificios (paredes, ventanas, cubiertas, etc.) las administraciones de los estados ponen a disposición de los contribuyentes desgravaciones fiscales y ayudas para facilitar la inversión en eficiencia energética.

Recordamos que la directiva europea prevé la exclusiva competencia de cada estado para fijar los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios, dejando a los legisladores esta responsabilidad; esto ha contribuido a una proliferación de textos legales que ha generado una cierta confusión en los operadores de este sector.

En España las exigencias relativas a la eficiencia energética de los edificios establecidas en los artículos 4, 5 y 6 de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, se transpusieron en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, incluyéndose en el Documento básico de ahorro de energía. Posteriormente, la aprobación de la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios, que modificó y refundió la Directiva 2002/91/CE, de 16 de diciembre de 2002, motivó la actualización del Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», mediante la Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, modificado posteriormente mediante la Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, para terminar de adaptar su contenido a la citada Directiva.

La Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo de 2010, establece la obligación de revisar y actualizar los requisitos mínimos de eficiencia energética periódicamente, a intervalos no superiores a cinco años con el fin de adaptarlos a los avances técnicos del sector de la construcción. Por ello, el Ministerio de Fomento ha elaborado la modificación del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y en el que se incluye la necesaria revisión del Documento Básico

DB-HE «Ahorro de Energía». En esta revisión se introducen modificaciones en la estructura de las exigencias básicas para adaptarlas a la normativa europea, se revisan los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir los edificios y se actualiza la definición de edificio de consumo de energía casi nulo.

El proyecto de nuevo CTE HE 2018 introduce un indicador complementario de necesidades energéticas de Consumo de energía primaria total, $C_{EP, total}$, que sustituye a los niveles de demanda límite de calefacción y refrigeración. Entre otras modificaciones, el proyecto del DB-HE 1 2018 cambia el título de limitación de la demanda de energía a condiciones para el control de la Demanda Energética, e introduce un nuevo parámetro que es el coeficiente global límite de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (k). Se exigirán valores de K tanto para edificios de nueva construcción como para rehabilitación.

A la fecha de publicación de este cuaderno técnico, el proyecto de RD de modificación del CTE está en fase de aprobación y su entrada en vigor se prevé para principios de 2020.

Certificación energética de edificios

El Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que incluya información objetiva y valores de referencia en esta materia, con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de una unidad de éste puedan comparar y evaluar su eficiencia energética.

Esta se define como el consumo de energía, calculado o medido, que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. El consumo calculado incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en calefacción, la refrigeración, la ventilación, la producción de agua caliente sanitaria y la iluminación.

Los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios o unidades de este se establecen en el Código Técnico de la Edificación.

La calificación energética es el procedimiento técnico de cálculo para determinar el comportamiento energético del edificio. Clasifica los edificios en una escala de siete letras, donde la letra G corresponde al edificio menos eficiente y la letra A al edificio más eficiente.

La certificación energética es el trámite administrativo por el que se otorga una calificación energética a un edificio en forma de certificado y de etiqueta de eficiencia energética.

Los objetivos que persigue este procedimiento son: informar al comprador o arrendatario, fomentar la construcción de edificios más eficientes e impulsar la rehabilitación del parque de edificios existentes.

Los documentos que resumen la calificación energética de los edificios son:

- El **Certificado energético** es un documento que verifica la conformidad de la calificación energética obtenida y que lleva a la expedición de la etiqueta energética del edificio. El certificado de eficiencia energética será suscrito por un técnico competente elegido libremente por la propiedad del edificio y tendrá una validez máxima de diez años.
- La **Etiqueta de calificación energética**, que acompaña al Certificado para hacer comprensible la calificación energética y que es el distintivo que refleja la eficiencia energética obtenida por el edificio o unidad del edificio, mediante los siguientes indicadores:
- **Consumo de energía en kWh/m²· año**, energía que se consumirá para conseguir las condiciones de confort establecidas en condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Un edificio muy eficiente o de bajo consumo tendrá una A y uno muy poco eficiente una G.
- **Emisiones de CO₂ en kg/m²· año**, derivadas del consumo de energía en kWh/m²· año y en función de la energía primaria utilizada por los equipos. Como en el caso anterior, el edificio se sitúa entre la A y la G.

A continuación, indicamos la cronología legislativa europea y española en relación a la eficiencia energética de los edificios, subrayando que el proyecto debe respetar las prescripciones previstas por la legislación en vigor en la fecha de solicitud de la licencia de obras o de la solicitud de licencia de actividad.

CRONOLOGÍA LEGISLATIVA EUROPEA		
Documento	En vigor desde	Descripción
Directiva 2002/91/CE	4 en. 2002	La directiva describe las nuevas disposiciones en materia de eficiencia energética del sistema edificio-instalación que cada estado miembro de la CE debe introducir a nivel nacional antes del 4 de enero de 2006.
Directiva 2012/27/CE	18 jun. 2010	La directiva actualiza e integra los contenidos de la directiva 2002/91/CE obligando a los estados miembros a actualizar las propias trasposiciones nacionales.
Directiva 2012/27/CE	25 oct. 2012	La directiva establece un cuadro común de medidas para la promoción de la eficiencia energética en la Unión, con el fin de garantizar la consecución del objetivo principal de la Unión, en relación al ahorro de consumo de energía del 20% antes de 2020 y de poner las bases para una posterior mejoría de la eficiencia energética a partir de esta fecha.

CRONOLOGÍA LEGISLATIVA ESPAÑOLA		
Documento	En vigor desde	Descripción
RD/314/2006	28 mar. 2006	Aprobación del Código Técnico de la Edificación.
RD/233/2013	10 abr. 2013	Regulación del Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016.
RD/235/2013	13 abr. 2013	Aprobación del procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
Ley 8/2013	27 jun. 2013	Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
FOM/1635/2013	12 sept. 2013	Actualización el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
RDL/8/2014	5 jul. 2014	Aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia.
RD/56/2016	13 feb. 2016	Trasposición de la Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.
FOM/588/2017	23 jun. 2017	Modificación del Documento Básico DB-HE «Ahorro de energía» y el Documento Básico DB-HS «Salubridad», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
RD/564/2017	6 jun. 2017	Modificación del RD/235/2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
Proyecto RD modificación del CTE	Aprobación y entrada en vigor: prevista para principios 2020	Proyecto de RD, por el que se modifica el RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el CTE.

Edificios de energía casi nula (EECN)

La nueva directiva 2010/31/UE establecía, además de la obligatoriedad de fijar unos requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios o partes de éste con el fin de alcanzar niveles óptimos de rendimiento, la obligatoriedad de que antes del 31 de diciembre de 2020 todos los nuevos edificios tengan un consumo de energía casi nulo, y que, antes de que termine el 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean de titularidad pública sean igualmente edificios de consumo de energía casi nulo.

Para ello será necesario que, antes, se establezca una definición de ámbito nacional del concepto «edificio de consumo de energía casi nulo» determinándose el correspondiente nivel de eficiencia energética, así como el porcentaje de la energía requerida que deberá estar cubierta por energía procedente de fuentes renovables.

En esta dirección, la actualización del Documento Básico de Ahorro de energía (DB-HE), que se aprueba mediante la disposición FOM/1635/2013, y las exigencias que en el mismo se establecen, constituye la primera fase de aproximación hacia ese objetivo de conseguir «edificios de consumo de energía casi nulo» antes de las fechas citadas, que deberá continuarse en un corto plazo con nuevas exigencias más estrictas, que se tendrán que aprobar de forma reglamentaria antes de que se alcancen las citadas fechas.

El RD/235/2013, en la disposición adicional segunda, Edificios de consumo de energía casi nulo, determina que los requisitos mínimos que deberán satisfacer esos edificios, serán los que en su momento se determinen en el Código Técnico de la Edificación.

El RD/564/2017, de 2 de junio modifica la anteriormente descrita adicional segunda del RD/235/2013, y dispone que:

1. A más tardar el 31 de diciembre de 2020, los edificios nuevos serán edificios de consumo de energía casi nulo, definidos en la disposición adicional cuarta del Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se traspone la Directiva 2012/27/UE, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética en lo referente a auditorías energéticas, acreditación

de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

2. Los edificios nuevos que vayan a estar ocupados y sean de titularidad pública, serán edificios de consumo de energía casi nulo después del 31 de diciembre de 2018.
3. Los requisitos mínimos que deben satisfacer esos edificios serán los que en cada momento se determinen en el Código Técnico de la Edificación. En la propuesta de modificación del CTE, actualmente en tramitación, se define como edificio de consumo de energía casi nulo, aquel edificio que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas para edificios de nueva construcción en las diferentes secciones de este DB HE.



2.1 REACCIÓN AL FUEGO

Los conceptos de resistencia y reacción al fuego son diferentes; lo que interesa a los sistemas de aislamiento térmico por el exterior es lo que se refiere a la reacción.

La **resistencia al fuego** es la capacidad de una construcción, de una parte de esta o de un elemento constructivo de mantener por un tiempo predeterminado:

- la Capacidad portante **R**: capacidad de conservar la resistencia mecánica bajo la acción del fuego;
- la Integridad **E**: si se somete a la acción del fuego en un lado, capacidad de no dejar pasar ni producir llamas, vapores o gases calientes, hacia la cara no expuesta;
- el Aislamiento térmico **I**: capacidad de reducir la transmisión del calor.

La **reacción al fuego** es la contribución de un material combustible al fuego al cual está expuesto.

Cada tipo de material tiene una propia reacción al fuego que viene definida en base a las pruebas efectuadas en conformidad a la norma armonizada europea UNE EN 13501-1, que establece una clasificación específica que varía de la clase A (material incombustible), a la clase F (material fácilmente inflamable).

Los parámetros de referencia tienen en cuenta especialmente el grado de combustibilidad, la velocidad de propagación de la llama y el desarrollo de calor por unidad de tiempo.

En España, el CTE en el Documento básico SI, Seguridad en caso de incendio, en la Sección SI 2, Propagación exterior, en el punto 4, determina la clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener; será B-s3-d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público, desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

El proyecto de modificación del RD 314/2006, teniendo en cuenta los efectos que sobre los cerramientos exteriores del edificio podrían derivarse del incremento de las nuevas exigencias reglamentarias de eficiencia energética, contempla algunas modificaciones en Documento Básico DB SI de “Seguridad en caso de incendio”, para limitar adecuadamente el riesgo de propagación del incendio por el exterior del edificio.

En este sentido el proyecto de modificación, en la Sección SI 2 Propagación exterior, en su apartado 1 “Medianerías y fachadas”, introduce una propuesta de modificación en el sentido de la clase de reacción al fuego de los materiales y elementos constructivos que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas, será al menos D-s3-d0, excepto cuando la altura de las fachadas exceda de 18 m, en cuyo caso será al menos B-s3-d0.

También incluye tres nuevos puntos a esta misma sección SI 2, en particular, el primero describe que la clase de reacción al fuego tanto de los acabados exteriores como de los materiales aislantes situados en el interior de cámaras ventiladas en su caso, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, debe ser al menos B-s3-d0 hasta una altura de 3,5 m como mínimo.

De acuerdo con el texto vigente, los sistemas MAPETHERM están incluidos en la clase de reacción al fuego, B-s2-d0 (en el caso de los sistemas con aislamiento de poliestireno) y A2-s1-d0 (en el caso del sistema con aislamiento

de lana mineral), mejorando los requerimientos del CTE, así como los de su proyecto de modificación.

Para facilitar la interpretación de los requerimientos de prestación, detallamos a continuación una tabla extraída de la norma técnica UNE EN 13501-1 para las clases de reacción al fuego previstas para los productos empleados en paredes o en techos, con la correspondiente descripción para cada una de ellas.

A1		
A2-s1, d0	A2-s1, d1	A2-s1, d2
A2-s2, d0	A2-s2, d1	A2-s2, d2
A2-s3, d0	A2-s3, d1	A2-s3, d2
B-s1, d0	B-s1, d1	B-s1, d2
B-s2, d0	B-s2, d1	B-s2, d2
B-s3, d0	B-s3, d1	B-s3, d2
C-s1, d0	C-s1, d1	C-s1, d2
C-s2, d0	C-s2, d1	C-s2, d2
C-s3, d0	C-s3, d1	C-s3, d2
D-s1, d0	D-s1, d1	D-s1, d2
D-s2, d0	D-s2, d1	D-s2, d2
D-s3, d0	D-s3, d1	D-s3, d2
E		
E-d2		
F		

Para todos los productos de construcción, excepto los revestimientos de suelos

Clase F: Productos para los que no se han determinado comportamientos para la reacción al fuego o que no se pueden clasificar en una de las clases A1, A2, B, C, D, E.

Clase E: Productos capaces de resistir, durante un periodo breve, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca una propagación sustancial de la llama.

Clase D: Productos que satisfacen los criterios correspondientes a la clase E y que son capaces de resistir, durante un periodo más largo, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca una propagación sustancial de la llama. Además, también deben ser capaces de soportar el ataque térmico por un único objeto ardiendo con un retraso suficiente y con un desprendimiento de calor limitado.

Clase C: Como la clase D, pero satisfaciendo requisitos más estrictos. Además, bajo el ataque térmico por un único objeto ardiendo tienen que ofrecer una propagación lateral de la llama limitada.

Clase B: Como la clase C, pero satisfaciendo requisitos más estrictos.

Clase A2: Tienen que satisfacer los mismos criterios de la clase B, según la Norma Europea EN 13823. Además, en condiciones de fuego totalmente desarrollado, estos productos no deben contribuir de manera importante a la carga de fuego y al crecimiento del fuego.

Clase A1: Los productos de clase A1 no contribuyen en ninguna fase del fuego, incluida la correspondiente al fuego totalmente desarrollado. Por esta razón, se supone que son capaces de satisfacer automáticamente todos los requisitos de todas las clases inferiores.

Indicadores adicionales por la producción de humos:

s3: No se requiere ninguna limitación de la producción de humo.

s2: La producción total de humos, así como la velocidad del aumento de la producción de humos, están limitadas.

s1: Se satisfacen criterios más estrictos que los de la clase s2.

Indicadores adicionales por la producción de gotas/partículas

inflamables:

d2: No hay limitaciones.

d1: No se producen gotas/partículas en llamas con persistencia superior a un periodo dado.

d0: No se producen gotas/partículas en llamas.

3. LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR

El sistema de aislamiento térmico por el exterior permite un aislamiento térmico ideal (y no sólo) de las superficies verticales opacas de los edificios. Su eficiencia es evidente tanto en las nuevas construcciones como en la rehabilitación de las existentes. Con este simple sistema se consigue optimizar prestaciones y características: confort de hábitat, protección de las estructuras de los edificios, cumplimiento de las normativas vigentes, ahorro energético, reducción de los costes en calefacción y refrigeración, reducción de emisiones contaminantes, resolución o prevención de los problemas de naturaleza termo-higrométrica, salubridad de los ambientes interiores.

Nota: los gráficos de los capítulos 3.1 y 3.2 reproducen una estructura de doble hoja (8 + 12 cm) con cámara de aire (6 cm) y revoque interior y exterior.

3.1 EDIFICIOS CON Y SIN AISLAMIENTO

Del análisis de los perfiles de temperatura en las secciones de las paredes, se evidencia inmediatamente como el aislamiento consigue el equilibrio térmico en toda la estructura y elimina sustancialmente las solicitaciones termo-higrométricas; esta ventaja se obtiene en todas las estaciones, en cualquier zona climática y con todo tipo de temperaturas.

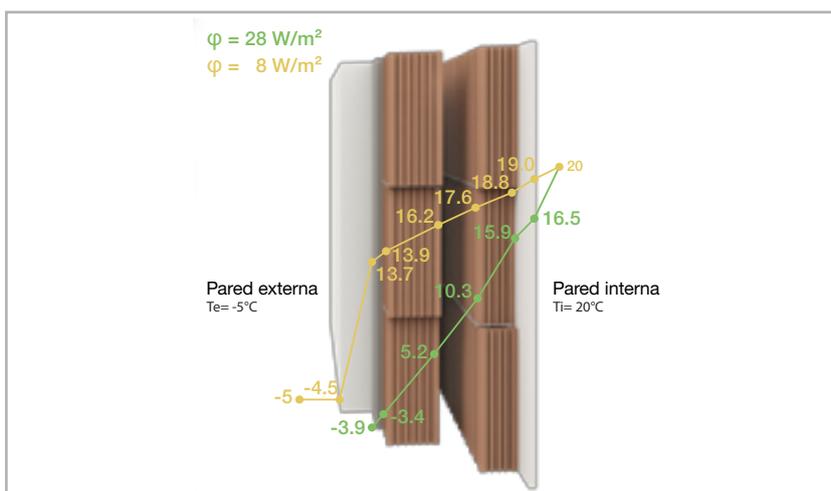


Gráfico 1

Es evidente, comparando la línea verde con la amarilla del gráfico 1, como la realización del sistema MAPETHERM eleva y mantiene casi constantes la

temperatura de todas las secciones y da lugar a una multiplicidad de ventajas:

- temperatura superficial de la pared interna próxima al ambiente (de $+16,5^{\circ}\text{C}$ a $+19^{\circ}\text{C}$); mayor dificultad en la formación de condensación y de moho, mejorando el confort y la habitabilidad; considerable ahorro en calefacción y reducción de las emisiones contaminantes;
- aumento de la temperatura superficial interna en los puentes térmicos, con las consiguientes ventajas (detalladas en el punto anterior);
- reducción del flujo térmico a través de la estructura (de 28 W/m^2 a 8 W/m^2), con el consiguiente ahorro energético y de emisiones contaminantes;
- reducción del flujo térmico a través de los puentes térmicos, con el consiguiente ahorro energético y de emisiones contaminantes;
- mitigación de la temperatura en la superficie exterior del muro, con una variación de más de $+18^{\circ}\text{C}$ sobre la superficie del ladrillo (de $-3,4^{\circ}\text{C}$ a $+13,9^{\circ}\text{C}$), con la consiguiente eliminación de las fracturas habituales (ej. fisuras en el encuentro entre el ladrillo y la estructura portante de hormigón armado);
- reducción de las variaciones de temperatura dentro de la estructura de la pared y eliminación sustancial de las tensiones térmicas;
- eliminación del punto de rocío (zona donde hay formación de condensación) de la sección interior de la estructura.

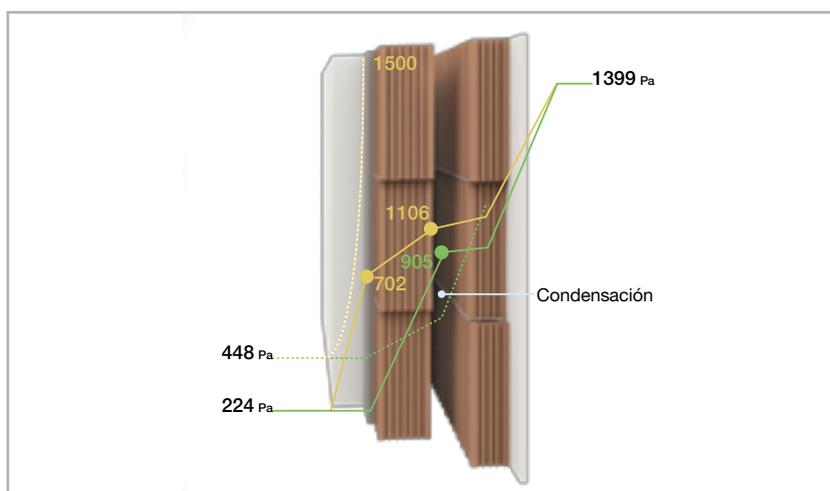


Gráfico 2

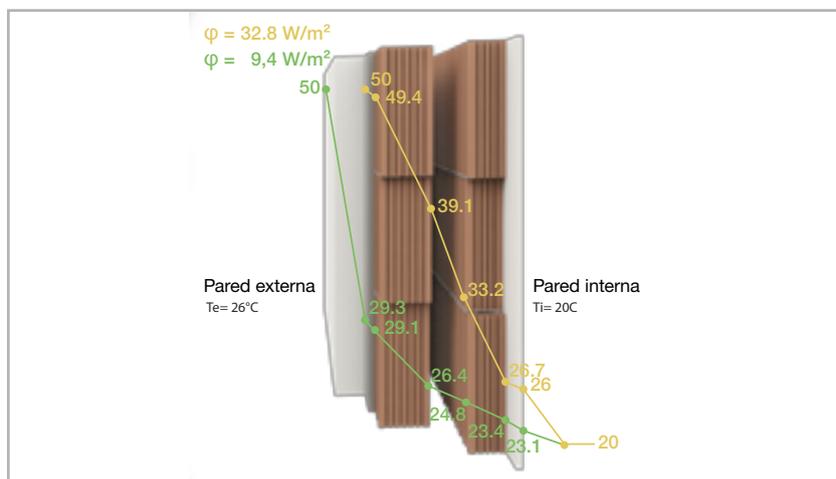


Gráfico 3

Cabe señalar como, comparando la línea verde con la amarilla en el gráfico 3, también en verano, la realización de un sistema MAPETHERM reduce y mantiene constantes las temperaturas de cada sección y da lugar a una multiplicidad de ventajas:

- temperatura superficial de la pared interna, próxima al ambiente (de $+26^\circ\text{C}$ a $+23,1^\circ\text{C}$), lo que comporta un mayor confort y habitabilidad, además de un sensible ahorro en climatización y reducción de las emisiones contaminantes;
- reducción de la temperatura superficial interna de los puentes térmicos, con las consiguientes ventajas (detalladas en el punto anterior);
- reducción del flujo térmico a través de la estructura (de $32,8 \text{ W/m}^2$ a $9,4 \text{ W/m}^2$), con el consiguiente ahorro energético y de emisiones contaminantes;
- reducción del flujo térmico a través de los puentes térmicos, con el consiguiente ahorro energético y de emisiones contaminantes, además de una notable mejora del confort;
- mitigación de la temperatura en la superficie exterior del muro, con una variación de más de $+20^\circ\text{C}$ sobre la superficie del ladrillo (de $+49,4^\circ\text{C}$ a $+29,1^\circ\text{C}$), con la consiguiente eliminación de las fracturas habituales (ej. fisura en el encuentro entre el ladrillo y la estructura portante de hormigón armado);
- reducción de variaciones de temperatura dentro de la estructura de la pared y eliminación sustancial de las tensiones térmicas.

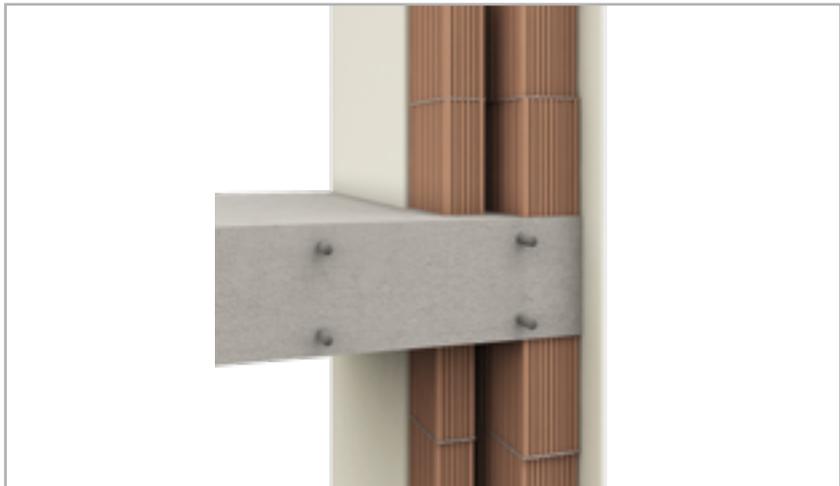
En conclusión, se entienden las razones por las cuales el sistema MAPETHERM permite obtener extraordinarias ventajas de habitabilidad, ambientales y económicas, e incrementa la durabilidad de los edificios, protegiendo de variadas patologías la estructura sobre la que se aplica. El concepto de durabilidad es incluso más relevante que el de sostenibilidad ambiental; esta es una de las razones por las que el aislamiento térmico por el exterior es la intervención más sostenible que pueda instalarse, independientemente de los materiales con los que se realice.

En los párrafos siguientes se evidencia como, partiendo de una estructura prefijada, la intervención de aislamiento puede cambiar todos los parámetros en juego, en función de la tipología de aislante escogida y de su colocación.

3.1.1 EJEMPLO DE EDIFICIO EXISTENTE NO AISLADO

Una estructura típica en construcción consiste en el doble cerramiento de ladrillo con cámara de aire.

En los ejemplos se detallan solamente los cálculos térmicos correspondientes a los cerramientos de ladrillo, sin considerar el puente térmico generado por la estructura portante de hormigón armado (vigas y pilares), donde las dispersiones resultan aún superiores.



Estratigrafía de estructura no aislada

3.1.2 EJEMPLO DE EDIFICIO EXISTENTE REHABILITADO CON AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR

La estructura anterior, aislada con sistema de aislamiento térmico por el exterior MAPETHERM, suponiendo en este caso con EPS, permite mejorar las prestaciones de las paredes en todas las estaciones, dar equilibrio térmico a la estructura y eliminar los puentes térmicos



Estratigrafía de estructura aislada con Mapetherm System

Parámetro	Edificio existente – estado original	Edificio existente rehabilitado con aislamiento térmico por el exterior	Mejora
Transmitancia (W/m ² K)	1,115	0,261	más de 4 veces
Factor de atenuación	0,633	0,208	3 veces
Propagación	6 h y 6'	9 h y 15'	1,5 veces

Aislando las paredes exteriores, en invierno, se consigue la eliminación de todos los puntos fríos y el aumento de la capacidad de inercia térmica del edificio. Los muros se calientan, acumulan calor y después lo restituyen al ambiente interior. Esto hace que la calefacción funcione menos horas, con un ahorro sensible de combustible y una reducción de emisiones contaminantes.

Una ventaja segura del aislamiento térmico por el exterior es la eliminación de

los puentes térmicos (perímetro de las carpinterías, esquinas, techos, pilares embebidos en el muro,...) donde es más fácil que se produzcan fenómenos de formación de mohos y de manchas por el interior. Además, el aislamiento térmico por el exterior se realiza sin molestar excesivamente a los ocupantes del edificio, ya que al aplicarse por el exterior del edificio, no es necesario que esté vacío. Es ideal cuando es necesario realizar trabajos de rehabilitación de la fachada de un edificio, ya que el equilibrio térmico que se consigue evita las tensiones e impide la formación de nuevas fisuras.

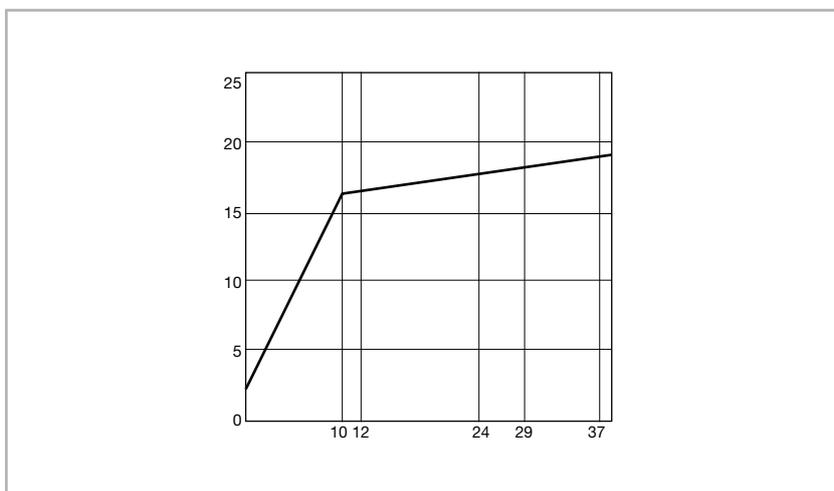


3.2 EFICIENCIA INVERNAL Y ESTIVAL

Interpretando los datos descritos en la tabla anterior, y suponiendo una rehabilitación energética realizada en un edificio existente, verificamos el buen rendimiento del aislamiento térmico en las diversas estaciones.

En invierno:

- la dispersión del calor hacia el exterior en los cerramientos de ladrillo se reduce unas 4 veces: la Transmitancia pasa de 1,115 W/m²K a 0,261 W/m²K;
- los puentes térmicos se eliminan y, en consecuencia, se registran reducciones de dispersión de calor, de valores aún superiores a las del cerramiento;
- el flujo térmico se reduce unas tres veces en los cerramientos;
- el flujo térmico se reduce en un valor aún superior en los puentes térmicos;
- impide la formación de condensación en el interior de los muros, que permanecen calientes;
- maximiza el aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento de la pared (inercia térmica);
- estabiliza térmicamente las paredes, reduciendo notablemente las tensiones de naturaleza higratérmica sobre toda la estructura del edificio.



Perfil de temperatura, en invierno, de una estructura aislada con Mapetherm System

En verano:

- la cantidad de calor que entra hacia el interior es 3 veces inferior: la Atenuación pasa de 0,633 a 0,208;
- el calor llega al interior cerca de un 50% más tarde: la Propagación pasa de 6 h y 6' a 9 h y 15';
- en los puentes térmicos, se registran reducciones de transmisión del calor hacia el interior aún superiores, por lo que se eliminan perfectamente;
- el flujo térmico se reduce en casi 4 veces en los cerramientos;
- el flujo térmico se reduce aún más en los puentes térmicos;
- evita el sobrecalentamiento de las paredes;
- equilibra térmicamente la pared, reduciendo notablemente las tensiones de naturaleza higrométrica en toda la estructura del edificio.

Estos datos expresan inequívocamente la notable mejora en las prestaciones de la estructura de albañilería en todas las estaciones y el consiguiente ahorro económico, reducción de consumos energéticos y de emisiones nocivas, además del incremento de confort y habitabilidad, gracias a la eliminación de los choques térmicos y la protección de toda la envolvente, que se sitúa en equilibrio térmico.

Las prestaciones de un sistema de aislamiento térmico por el exterior pueden incrementarse simplemente aumentando el espesor del aislante o utilizando materiales aislantes más eficientes, en función de las prestaciones específicas que se deseen obtener.

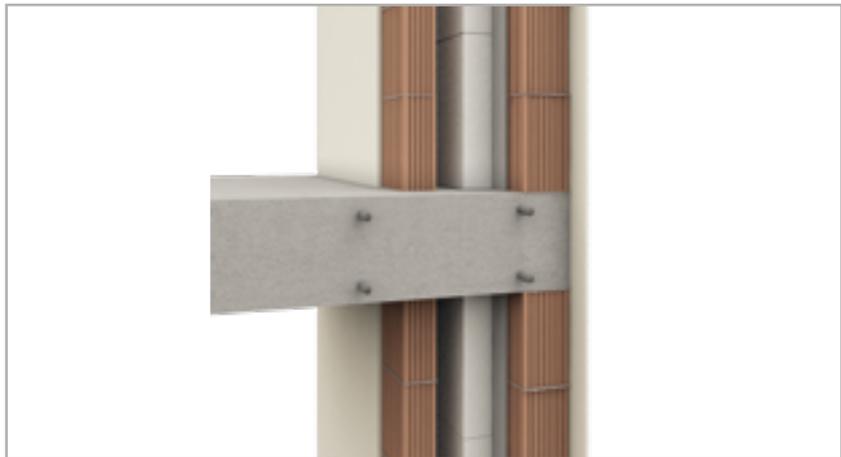
Otras prestaciones (por ejemplo, la resistencia mecánica, la durabilidad en el tiempo, la resistencia a las fisuras, la resistencia a la intemperie, etc.) pueden incrementarse sin modificar el aislante, utilizando materiales y métodos específicos.

La tecnología Mapei permite poner en obra cualquier material aislante para sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

En los párrafos siguientes se detallan evaluaciones comparativas de la eficiencia de los sistemas de aislamiento alternativos.



3.2.1 EJEMPLO DE EDIFICIO EXISTENTE REHABILITADO CON AISLANTE EN LA CÁMARA

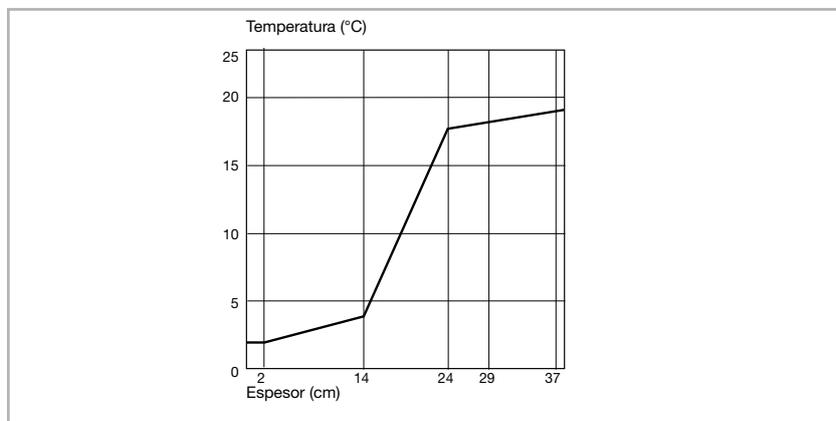


Estratigrafía de estructura aislada en la cámara

Parámetro	Edificio existente – estado original	Edificio existente rehabilitado con aislamiento térmico por el exterior	Edificio existente rehabilitado con aislamiento en la cámara
Transmitancia (W/m²K)	1,115	0,261	0,261
Factor de atenuación	0,633	0,208	0,497
Propagación	6 h y 6'	9 h y 15'	8 h y 7'

Una hipotética rehabilitación energética con aislante colocado en la cámara, respecto a aquella realizada con aislamiento por el exterior, conduce a los siguientes resultados:

- mismas prestaciones invernales: transmitancia reducida exactamente del mismo modo;
- la prestación en verano mejora respecto al de una estructura no aislada, pero es peor que la que aporta la solución de aislamiento por el exterior;
- no corrige mínimamente las prestaciones en los puentes térmicos: la Transmitancia, la Atenuación y la Propagación serán exactamente iguales que las originales;
- permite un aprovechamiento parcial de la capacidad de acumulación de la pared;
- coloca en equilibrio térmico solo la pared interior;
- conduce a un riesgo medio de condensación intersticial;



Perfil de temperatura, en invierno, de una estructura aislada en la cámara

- podría conllevar la formación de fisuras en la interfaz entre la estructura portante de hormigón armado y el cerramiento de ladrillo, en tanto que se amplificará sensiblemente la diferencia de temperatura entre las dos estructuras y, en consecuencia, su dilatación térmica;
- permite un ahorro parcial de los costes para el acondicionamiento invernal y estival.

Se trata, por tanto, de una solución ciertamente no óptima desde cualquier punto de vista y podría conllevar serios daños a toda la estructura.



3.2.2 EJEMPLO DE EDIFICIO EXISTENTE REHABILITADO CON AISLANTE POR EL INTERIOR

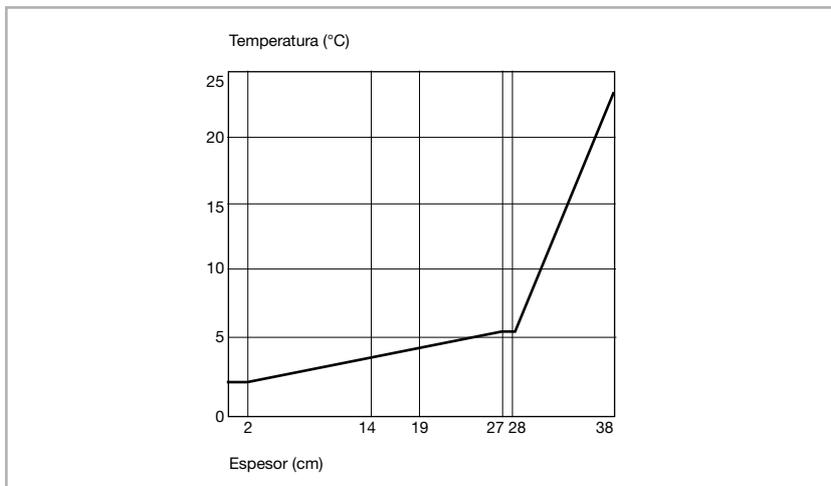


Estratigrafía de estructura aislada por el interior

Parámetro	Edificio existente - estado originario	Edificio existente - estado original	Edificio existente rehabilitado con aislamiento en el interior
Transmitancia (W/m ² K)	1,115	0,261	0,261
Factor de atenuación	0,633	0,208	0,240
Propagación	6 h y 6'	9 h y 15'	8 h y 53'

Una hipotética rehabilitación energética con aislante colocado por el interior, respecto a aquella realizada con aislamiento por el exterior, conduce a los siguientes resultados:

- mismas prestaciones invernales: transmitancia reducida exactamente del mismo modo;
- la prestación en verano mejora respecto a la de partida, pero es ligeramente peor que la que aporta la solución de aislamiento por el exterior;
- no corrige mínimamente las prestaciones en los puentes térmicos: la Transmitancia, la Atenuación y la Propagación serán exactamente iguales que las originales;
- no permite obtener inercia térmica, ya que la superficie interior tiene poca masa y no puede acumular calor;
- en las estaciones frías, comporta un alto riesgo de formación de condensación intersticial, en tanto que toda la pared está fría;



Perfil de temperatura, en invierno, de una estructura aislada por el interior

- alto riesgo de proliferación de mohos ocultos y no visibles en el interior de la estructura (a causa de la condensación intersticial formada);
- permite un ahorro parcial de los costes para el acondicionamiento invernal y estivo.

En definitiva, tampoco este tipo de solución puede considerarse idónea, e incluso puede conllevar graves patologías.

Es evidente que en un diseño correcto no se pueden pasar por alto los diversos





parámetros en juego, también en función de la zona climática que se trate; del mismo modo se deberán tener en cuenta parámetros que no son secundarios y que están directamente relacionados con la prestación térmica, como: el aislamiento acústico, la clase de reacción al fuego, la resistencia al impacto, el coste, la durabilidad, etc..

3.3 EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE AHORRO: ENERGÉTICO, DE EMISIONES, ECONÓMICO

El consumo de energía y la cantidad de sustancias nocivas emitidas por las instalaciones de calefacción como consecuencia de la combustión de gas metano o de gasoil, varían sensiblemente en función de la eficiencia de la envolvente del edificio (superficies verticales opacas, accesorios, cubierta, etc.) y de la instalación de calefacción.

Pueden hacerse consideraciones análogas en relación a la energía eléctrica consumida por las instalaciones de refrigeración en verano.

Después de una intervención de rehabilitación energética de las paredes exteriores, pueden estimarse las reducciones de las emisiones de sustancias nocivas, del consumo de combustible y de energía, incluso el ahorro económico. Estas estimaciones se obtienen considerando las diferentes prestaciones de la envolvente del edificio, el clima específico de la zona climática, el poder calorífico del combustible y el rendimiento anual de la instalación de calefacción. Parece evidente que la rehabilitación energética de las paredes externas de un edificio representa una intervención positiva de gran impacto económico y ambiental.

Suponiendo una rehabilitación energética realizada con el sistema MAPETHERM en unos edificios de viviendas plurifamiliares existentes, con un total de 1.488 viviendas, situados en Laguna de Duero – Valladolid, con una superficie exterior de 143.025 m², se obtienen cada año los siguientes ahorros:

- Ahorro energético en calefacción: 48%
- Gas metano no consumido:
 - 15 GWh PCS / año
 - 107 kWh PCS / año / m² calefactado
 - 10 MWh PCS / año / vivienda
- Ahorro económico invernal:
 - 413.150 € / año
 - 2,89 € / año / m² calefactado
 - 278 € / año / vivienda

3.4 TODAS LAS VENTAJAS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR MAPETHERM

Ahorro energético

La cantidad de energía (metano, gas, electricidad) necesaria para calentar y enfriar las viviendas se reduce de manera sensible gracias al sistema MAPETHERM, permitiendo ingentes ahorros sobre el consumo mensual. Este ahorro permite un retorno de la inversión realizada en pocos años.

Reducción de emisiones contaminantes

MAPETHERM es indiscutiblemente uno de los sistemas tecnológicos con posibilidad de acometer soluciones con la máxima sostenibilidad ambiental; de hecho, permite un ahorro energético constante y duradero y su verdadera sostenibilidad reside en la capacidad de contener las emisiones contaminantes y nocivas para el ambiente y, sobre todo, de reducir drásticamente las dispersiones energéticas en todas las estaciones.

Rehabilitación energética a bajo coste

MAPETHERM permite la rehabilitación de los edificios existentes con la máxima eficiencia, prestaciones y durabilidad y con una incomparable relación coste/beneficio, que lo convierte más en una inversión, que no en un gasto.

Continuidad del aislamiento

MAPETHERM permite al prescriptor la posibilidad de aislar con continuidad todas las superficies opacas verticales, eliminando aislamientos parciales de la estructura, a menudo perjudiciales (por ejemplo, en las estructuras portantes de hormigón armado).

Protección duradera de la estructura de albañilería

MAPETHERM permite estabilizar térmicamente el edificio, aislándolo por completo y sin discontinuidad. Esto comporta la eliminación de las sollicitaciones higrotérmicas de la estructura, aumentando su durabilidad. Se previenen así la formación de fisuras y las consecuentes filtraciones de agua, que comportaran manchas, mohos y el aumento exponencial de fenómenos disgregativos, además de la sensible disminución de la capacidad aislante de la estructura.





Eliminación total y correcta de los puentes térmicos

MAPETHERM corrige todo tipo de puentes térmicos, eliminando la principal vía de dispersión del calor, y el origen de condensaciones y mohos en las superficies interiores, estabilizándolas frente al riesgo de generación de fisuras (por ej. en la interfaz entre ladrillos de cerramiento y vigas y pilares de hormigón); en contraposición de otras soluciones artificiosas que habitualmente conllevan graves patologías.

Aprovechamiento de la inercia térmica de los muros

En los periodos fríos, MAPETHERM permite mantener caliente la pared y puede aprovechar el calor acumulado en toda su masa. En periodos cálidos, en cambio, impide el sobrecalentamiento.

Todo ello gracias al posicionamiento correcto de los paneles aislantes.

Reducido espesor de la estructura del muro

MAPETHERM se coloca sobre la superficie exterior, sin comportar en su ejecución, ninguna molestia para los residentes y sin disminuir el espacio útil de la vivienda, permitiendo a su vez no incrementar significativamente la sección del muro y el peso soportado.

Correcta y equilibrada difusión del vapor

MAPETHERM permite la eliminación del vapor de agua proveniente del interior de la vivienda. Es absolutamente erróneo el comentario que considera que el aislamiento térmico por el exterior es una barrera de vapor.

Eliminación de las condensaciones intersticiales

MAPETHERM desplaza el punto de rocío al exterior de la estructura, impidiendo la formación de dañosas e insalubres condensaciones intersticiales.

Salubridad y confort

MAPETHERM reduce los riesgos de formación de condensación superficial, y el consiguiente moho en las superficies interiores y permite aprovechar la acumulación térmica (flujo reducido de calor en todas las estaciones).

Solución simple, fiable y correcta de problemas constructivos

MAPETHERM resuelve de forma fiable, simple y económica los problemas constructivos, inevitablemente presentes en la construcción, que a menudo son objeto de conflictos precoces y difícilmente resolubles de forma eficaz.

Incremento del valor del inmueble

La rehabilitación energética realizada con MAPETHERM permite mejorar el aspecto estético de la edificación y situarlo en una clasificación energética relevante, aumentando así el valor tanto en caso de venta como de alquiler.

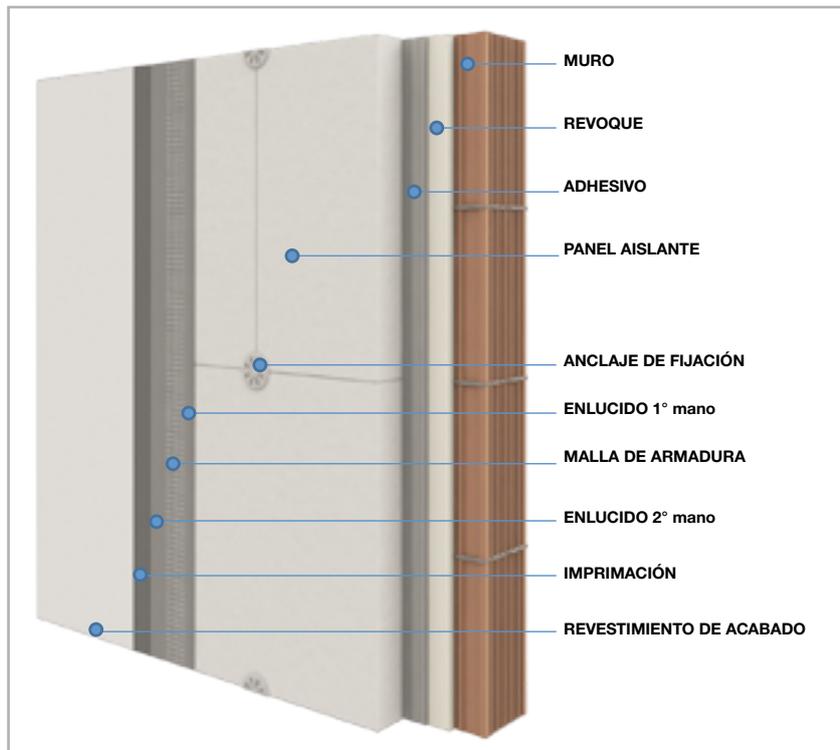
Sostenibilidad

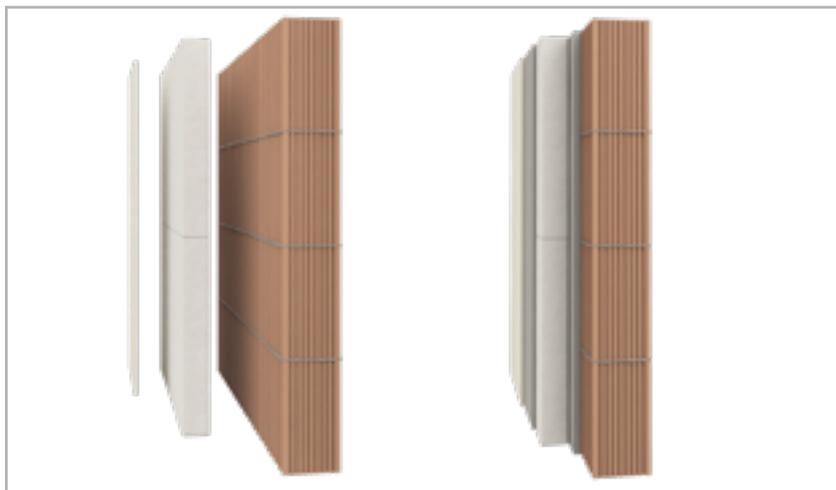
Una intervención de eficiencia energética realizada con MAPETHERM además de comportar un ahorro energético y una reducción de emisiones nocivas, es la más duradera y sostenible que se puede realizar.

La sostenibilidad va ligada al ciclo de vida de un material o de un sistema, por lo que la durabilidad asume un rol preferente en esta evaluación. Es por tanto muy simplista e incorrecta la consideración de natural = sostenible.

4. EL SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR

4.1 LOS COMPONENTES





Elementos de conexión del sistema de aislamiento térmico por el exterior: adhesivo y enlucido

4.2 CARACTERÍSTICAS Y PRESTACIONES DE LOS COMPONENTES

Es evidente que el sistema de aislamiento térmico por el exterior, estando formado por diversos componentes, debe ser evaluado y considerado en su conjunto y que cada elemento singular debe ser recíprocamente compatible con los otros; esto es de fundamental importancia para las prestaciones y durabilidad que un sistema de aislamiento por el exterior debe garantizar; en consecuencia, cada uno de los elementos debe cumplir requisitos específicos de prestación.

Es evidente también, viendo la figura de arriba, cuan estratégicos son los elementos de conexión de todos los constituyentes del sistema: el adhesivo y el enlucido (generalmente se trata del mismo material).

A estos dos elementos se confía la misión de tener ligado todo el sistema y de contrarrestar las diversas e importantes sollicitaciones a las que el mismo está expuesto.

4.2.1 SOPORTE

Se debe considerar el soporte del muro como un elemento constitutivo del sistema MAPETHERM, aunque técnicamente no lo es. De hecho, el SATE puede ser aplicado prácticamente sobre cualquier tipología de soporte, siempre que

este resulte adecuado o esté correctamente preparado.

El SATE es un elemento sustentado y, en consecuencia, el soporte (albañilería o revoque) debe garantizar una adecuada resistencia, soportando la acción del peso propio, del viento, de eventuales cargas y, sobre todo, de las tensiones higrotérmicas.

Es necesario también prever la planitud del soporte, de manera que el SATE pueda ser ejecutado de la mejor forma; está demostrado que la forma más eficaz y duradera de encolar los paneles es mediante el extendido de una capa continua.

4.2.2 ADHESIVO

El adhesivo es el primer y fundamental elemento de conexión del sistema y debe garantizar las prestaciones de adherencia en el tiempo, resistiendo a los esfuerzos cortantes y a los esfuerzos de arrancamiento (peel stress), contrastando las dilataciones térmicas a las cuales los paneles aislantes están sujetos. Esto puede darse solo si sus características han sido correctamente proyectadas, si se utilizan materias primas seleccionadas, si las plantas de producción utilizan estándares de calidad certificados pero, sobre todo, si su uso en la obra se hace respetando las correctas proporciones de mezcla y la aplicación se efectúa con buen oficio.

4.2.3 PANEL AISLANTE

La elección del espesor del panel aislante es competencia del técnico encargado del dimensionamiento del sistema, que se determina mediante cálculos que tienen en cuenta la tipología del edificio (nuevo o existente), la estratigrafía de las paredes, su estructura portante (hormigón, ladrillo, hormigón celular, piedra, etc.), la localidad donde está situado y las normativas vigentes (eventualmente también por las posibles ventajas fiscales derivadas de la adecuación energética).

La elección del tipo de panel aislante debe realizarse en función de las exigencias específicas; de hecho, es posible combinar con la capacidad de aislamiento térmico diferentes propiedades, en función de aquello que se pretenda priorizar: aislamiento acústico, reacción al fuego, máxima permeabilidad al vapor de

agua, bajísima absorción de agua, bioconstrucción, economicidad, simplicidad de ejecución, etc.

En el mercado se pueden encontrar numerosas variedades de paneles de distinta naturaleza y dimensiones, y no es posible determinar ninguno como el mejor, pero sí que es oportuno elegir en función del resultado deseado. Todavía no existe un panel que reúna todas las prestaciones posibles, así que deben identificarse las características esenciales y orientar la elección hacia el panel que reúna el mayor número de ellas. Es necesario utilizar paneles que dispongan del marcado CE y que estén definidos como idóneos para los sistemas de aislamiento térmico por el exterior (SATE) por los respectivos fabricantes.

4.2.4 ANCLAJE

Aunque el sostén del sistema corresponde al adhesivo, la fijación mecánica de los paneles aislantes con anclajes representa un importante elemento de seguridad y se convierte en imprescindible en determinadas circunstancias.

El esquema de distribución y el número de unidades se determina en función de la tipología del muro, del panel aislante y de la técnica de encolado. En el mercado existen múltiples propuestas, pero como en el caso de la malla de armadura, a menudo, el único parámetro que se tiene en cuenta en el momento de elegir es el precio, olvidando factores importantes como la tipología de aislante sobre el que se utilizará, la longitud adecuada, la tipología de soporte, la correcta ejecución, las prestaciones (diámetro, rigidez y alcance del disco, resistencia a la tracción, conductividad térmica puntual, etc.). Es aconsejable utilizar anclajes que respeten las prescripciones de la guía ETAG 014, que los clasifica con letras (A, B, C, D, E), en función de su idoneidad para los diversos soportes.

4.2.5 ENLUCIDO (REVOQUE DE FONDO)

Es el segundo elemento de conexión fundamental del sistema y debe garantizar en el tiempo la adherencia entre los elementos que conecta, debe contribuir a contrarrestar las tensiones derivadas de las variaciones térmicas (en especial de las dilataciones y contracciones térmicas de los paneles aislantes), y debe

conferir una resistencia mecánica elevada a todo el sistema. De hecho, es el enlucido armado lo que dota de resistencia mecánica al sistema y no la densidad del panel aislante, como habitualmente se cree. La resistencia mecánica del sistema debe garantizarse tanto en seco como en húmedo; por tanto, resulta importantísima la composición química del enlucido y en particular la calidad del aglomerante que contenga; además es de vital importancia el espesor aplicado, que en algunos casos puede superar los 5 mm.

4.2.6 MALLA DE ARMADURA

La malla de fibra de vidrio, generalmente de un peso de 140-160 g/m², se coloca embebida en la capa de enlucido y es necesaria para distribuir las tensiones provenientes del soporte y para aumentar la resistencia mecánica del sistema a los impactos.

Debe incorporar necesariamente un tratamiento con imprimador antialcalino que la proteja de las agresiones del pH básico del enlucido en el que se insertará y debe dimensionarse para garantizar una correcta distribución de los esfuerzos. Armaduras más pesadas (300-360 g/m²) ofrecen resistencias mecánicas más altas y, por este motivo, en algunos casos, se utilizan en los zócalos de los edificios, eventualmente en combinación con enlucidos específicos (ej. MAPETHERM AR1 LIGHT o MAPETHERM FLEX RP), con el objetivo de conferir una resistencia mecánica muy superior respecto a la de los enlucidos de los SATE más habituales.

4.2.7 IMPRIMACIÓN

El uso del imprimador es indispensable, dado que prepara y uniformiza la superficie que será recubierta con el revestimiento de acabado, evitando diferencias de color debidas a reacciones distintas entre los materiales y/o a absorciones variables del soporte. Utilizando imprimadores coloreados se obtienen mejores resultados de homogeneidad. El uso de imprimador a base de disolvente, además de ser innecesario, es absolutamente desaconsejable porque puede interactuar con el panel alterando sus características y causando desprendimientos en el enlucido o colapso del mismo panel (en el caso de que sea de material sintético).

4.2.8 REVESTIMIENTO DE ACABADO

El sistema de aislamiento por el exterior debe ser protegido de las tensiones higrotérmicas y de la intemperie con revestimientos de acabado específicos; generalmente con espesor o utilizando adecuados sistemas que garanticen las prestaciones adecuadas (ver capítulo 5.4 “La elección del acabado”).

Las características que un revestimiento de acabado debe tener son: la plasticidad necesaria para no generar fisuras; una equilibrada permeabilidad al vapor de agua; una baja absorción de agua para evitar la aparición de sales o de carbonatos en el enlucido y para no trasladar al interior del sistema sales contaminantes provenientes del exterior, la estabilidad del color (considerando que se encuentra sobre una barrera térmica), la capacidad de resistir a la proliferación de algas y mohos, y la tonalidad clara del color con el objetivo de preservar el sistema de temperaturas demasiado elevadas que se manifiestan sobre la superficie a causa de la radiación solar desencadenando más tensiones en todo el sistema (índice de reflexión superior al 20%).

4.3 LOS SISTEMAS MAPETHERM

Los sistemas Mapei permiten proyectar y realizar las soluciones funcionalmente más idóneas a las características estructurales, ambientales y del soporte, o en base a cada una de las exigencias o requerimientos específicos del cliente; de hecho, la calidad de los materiales estudiados y el conocimiento teórico-práctico de sus características técnicas, permiten realizar aislamientos por el exterior con todo tipo de paneles aislantes, afrontar y resolver todo tipo de problemas o detalles constructivos y de proyecto, realizar acabados de notable valor estético, conferir prestaciones técnicas peculiares, etc.

Los sistemas MAPETHERM significan soluciones, porque permiten:

1. Optimizar las prestaciones de aislamiento térmico en invierno con aislantes que tienen una baja conductividad térmica, permitiendo así trabajar con los mínimos espesores posibles.
2. Maximizar las prestaciones de aislamiento térmico en verano, con aislantes específicos de alta inercia térmica, que permiten mejorar las prestaciones en términos de propagación y atenuación de la onda térmica.
3. Aportar aislamiento acústico a las paredes, con aislantes que tengan una



baja rigidez dinámica, capaces de amortiguar las ondas acústicas.

4. Obtener la mejor clase de reacción al fuego con aislantes minerales, ideales para realizar superficies potencialmente expuestas a las llamas (por ejemplo, techos de aparcamientos subterráneos).
5. Utilizar materiales naturales y certificados para bioconstrucción.
6. Priorizar la economía de la intervención utilizando aislantes sintéticos ligeros combinados con el uso de productos con tecnología Fast Track Ready, que permite rápidas intervenciones, racionalizando los costes.
7. Primar la permeabilidad del vapor de agua con aislantes y acabados que tengan una baja resistencia a la difusión del vapor, capaces de resolver eventuales riesgos de condensación interna de la estructura.
8. Favorecer la facilidad de ejecución con enlucidos aligerados como MAPETHERM AR1 LIGHT.
9. Impedir la absorción de agua del terreno con aislantes que tengan una baja absorción de agua, en combinación con enlucidos impermeabilizantes como MAPELASTIC.
10. Mantener las prestaciones y garantizar la máxima durabilidad, gracias a la calidad absoluta de los adhesivos, enlucidos y acabados.
11. Aumentar la resistencia mecánica de las paredes con enlucidos estudiados expresamente, como MAPETHERM AR1 LIGHT o MAPETHERM FLEX RP, para aquellas partes particularmente expuestas a los impactos, como por ejemplo: escuelas, galerías, fachadas expuestas, etc.
12. Minimizar la absorción de agua e incrementar la permeabilidad al vapor acuoso con acabados de naturaleza siloxánica, de comprobada hidrorrepelencia y durabilidad, como SILANCOLOR TONACHINO.
13. Potenciar la resistencia a la proliferación de mohos y algas sobre las superficies exteriores, con productos de eficacia probada reconocibles por el término "PLUS" (ej. QUARZOLITE TONACHINO PLUS).
14. Realizar acabados de elevado valor estético, incluso en capas finas mediante el uso de MAPETHERM FLEX RP 0,5 mm.
15. Reparar SATE existentes, dañados, con presencia de algas, mohos o fisuras (MAPETHERM FLEX RP).



La tecnología Mapei permite poner en obra cualquier material aislante idóneo para sistemas de aislamiento térmico por el exterior, conferir propiedades añadidas que el aislante solo no puede aportar, realizar sistemas que tengan las máximas prestaciones, durabilidad y sostenibilidad.

A continuación, algunas de las soluciones descritas más arriba:

- El sistema MAPETHERM XPS utiliza un panel aislante de poliestireno extrudido sin piel, con una superficie rugosa para favorecer el agarre del adhesivo. Se caracteriza por una baja absorción de agua, una buena resistencia a la compresión y unas óptimas prestaciones aislantes.
Conductividad térmica λ : 0,032-0,036 W/mK
Resistencia a la difusión del vapor de agua: $\mu = 80-100$
- El sistema MAPETHERM EPS utiliza un panel aislante de poliestireno expandido sinterizado, caracterizado por su economía, fácil aplicación y óptimas prestaciones aislantes.
Conductividad térmica λ : 0,033-0,040 W/mK
Resistencia a la difusión del vapor de agua: $\mu = 30-70$
Dispone de la Evaluación Técnica Europea (ETA) 10/0025 emitida por el instituto OIB de Viena (ver capítulo Certificaciones).
- El sistema MAPETHERM M. WOOL utiliza un panel aislante de lana mineral, tratado con un ligante termoendurecible, de elevada hidrorrepelencia. Se caracteriza por una óptima resistencia al fuego, una altísima permeabilidad al vapor y una óptima atenuación acústica.
Conductividad térmica λ : 0,032-0,048 W/mK
Resistencia a la difusión del vapor de agua: $\mu = 1,1-1,4$
Dispone la Evaluación Técnica Europea (ETA) 10/0024 emitida por el instituto OIB de Viena (ver capítulo Certificaciones).



Fig. 4.1 - MAPETHERM XPS

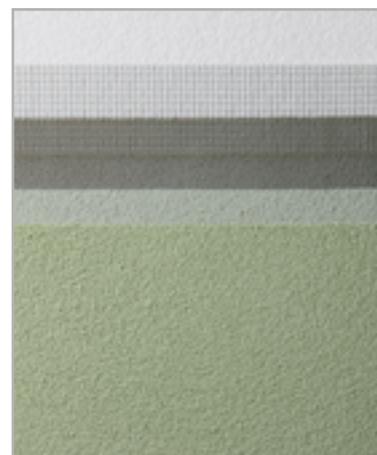


Fig. 4.2 - MAPETHERM EPS



Fig. 4.3 - MAPETHERM M.WOOL

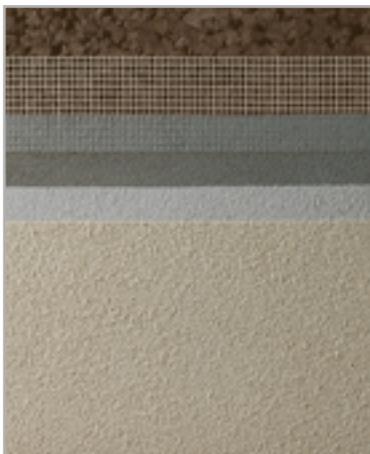


Fig. 4.4 - MAPETHERM CORK

- El sistema MAPETHERM CORK utiliza un panel aislante de corcho marrón expandido, natural, libre de colas químicas. Se caracteriza por su óptima permeabilidad al vapor y su óptima estabilidad ante el envejecimiento.

Materia prima regenerable y ecosostenible.

Conductividad térmica λ : 0,040-0,048 W/mK

Resistencia a la difusión del vapor de agua: $\mu = 5-30$

Las memorias descriptivas del sistema MAPETHERM están disponibles en la web www.mapei.es



5. EL PROYECTO Y LA ELECCIÓN DEL SISTEMA

El proyecto de un edificio debería incluir también el análisis de su emplazamiento, teniendo en cuenta la exposición solar y el microclima en que se edificará, valorando la mejor tipología de productos aislantes y de acabado a utilizar, para evitar problemáticas futuras de condensación y agresiones biológicas que podrían manifestarse, incluso en un periodo breve, causando molestias y ambientes insalubres.

Cualquier intervención de aislamiento debe estar correctamente dimensionada para ser eficaz. Las nuevas construcciones deben edificarse respetando la normativa vigente, ateniéndose a parámetros geográficos que tienen en cuenta la zona climática (A, B, C, D, E) en la que se emplazará el edificio. Análogamente, no se puede realizar la adecuación energética de un edificio existente sin la contribución por parte de un técnico en aislamiento térmico que, mediante un software apropiado, dimensione el sistema de aislamiento por el exterior, siguiendo las exigencias del cliente (productos naturales, economía, etc.) pero respetando los valores de transmitancia térmica impuestos por la normativa. En ningún caso es oportuno decidir de manera autónoma la tipología y el espesor del panel y el “hágalo usted mismo” no es recomendable porque, aunque pueda parecer más económico de entrada, puede comportar la aparición de problemas difíciles de resolver (mohos, condensaciones, desprendimientos).

La participación de un técnico en aislamiento térmico permite obtener la

certificación energética del edificio de nueva planta u objeto de la adecuación energética. Calculando los valores necesarios durante la fase de proyecto, es posible clasificar el inmueble en base a su prestación energética, certificando los consumos que efectivamente se tendrán para la calefacción invernal y el enfriamiento estival, permitiendo también revalorizar económicamente el edificio, además de vivir con el máximo confort, gozando de los beneficios obtenidos con la instalación del aislamiento.

Con los sistemas MAPETHERM es posible realizar soluciones especializadas para cada exigencia

En los párrafos sucesivos se describe lo indispensable para realizar un proyecto cuidadoso en cuanto a los paneles aislantes, pero también en cuanto a los elementos que muchas veces se menosprecian o se dan por descontado, como el adhesivo, el enlucido, el anclaje o el acabado.

En el párrafo 6 se describirá el **correcto modo de colocación** que es tan imprescindible como el **correcto diseño** y la **elección de materiales de calidad** específicos para el SATE.

La calidad del proyecto, de los materiales y de la instalación, se traducen en el éxito de un SATE, es decir, en su correcta funcionalidad prestacional y su durabilidad, características que hacen del sistema el más sostenible que se puede implementar.

5.1 LA ELECCIÓN DEL ADHESIVO/ENLUCIDO

¿Qué características debe tener y cuáles son los requisitos fundamentales para su instalación?

El ingreso de MAPEI en el sector del aislamiento térmico se ha producido después de haber realizado un atento análisis de lo que le ocurre a un sistema de aislamiento térmico por el exterior, que debe afrontar las agresiones típicas de una fachada, teniendo en cuenta que el sistema está compuesto por materiales muy diversos que deben colaborar sinérgicamente para ofrecer la mejor prestación. Las consideraciones efectuadas llevan a la conclusión de que el sistema de aislamiento térmico por el exterior es un sistema complejo que siempre se debe considerar en su conjunto, desde el soporte al acabado, pero que confía a dos elementos (el adhesivo y el enlucido) la misión estratégica





de conectar todos los estratos y los materiales presentes. Las prestaciones de resistencia a los esfuerzos cortantes y a los esfuerzos de arrancamiento (peel stress) están garantizadas únicamente por el adhesivo y por la capa de enlucido.

El peso propio del sistema y la succión inducida por el viento generan normalmente esfuerzos modestos, como es fácil verificar mediante simples equilibrios de fuerzas. Los esfuerzos más importantes son, sin lugar a duda, los generados por el contraste de las deformaciones inducidas por las fuertes diferencias de temperatura entre las dos caras del panel aislante.

De hecho el viento que sopla a 250 km/h provoca una fuerza de succión igual a $0,013 \text{ kg/cm}^2$ y la fuerza del peso del sistema es del orden de $0,001 \text{ kg/cm}^2$ del todo despreciables comparado con los 2 kg/cm^2 y $6,5 \text{ kg/cm}^2$ (calculado en las condiciones descritas en las imágenes siguientes) que el adhesivo debe contrarrestar a causa, respectivamente, de los esfuerzos de arrancamiento (distribuidos en toda la superficie) y cortantes (concentrados en el borde del panel), provocados por las variaciones térmicas.

Las imágenes que siguen representan gráficamente el “trabajo” al que es sometido el adhesivo.

Extraído del estudio realizado por el Prof. Collina con el Dipartimento di Ingegneria strutturale dell'Università Federico II de Nápoles.

Los cálculos efectuados indican que, en la estación invernal, con una temperatura externa de -5°C y una temperatura ambiente interna de $+20^\circ\text{C}$, la diferencia de temperatura entre las dos caras del panel (8 cm) supera los $+18^\circ\text{C}$ – Fig. 5.1. En estas condiciones se generan fuerzas de contracción, que, si no son contrarrestadas por el adhesivo, causarían casi 800μ de deformación por retracción y más de 3 mm de deformación por flexión; estas fuerzas deben ser contrarrestadas únicamente por el adhesivo, sobre el cual recaerán fuerzas de sentido opuesto y esfuerzos de torsión – flechas rojas de la Fig. 5.2. – que solo adhesivos de alta calidad pueden garantizar.

Consideraciones análogas pueden hacerse teniendo en cuenta las situaciones en la estación estival, en que se confrontan valores aún mayores, como se muestra en la fig. 5.3 y 5.4, incluso considerando una temperatura del aire exterior no particularmente alta de $+26^\circ\text{C}$.

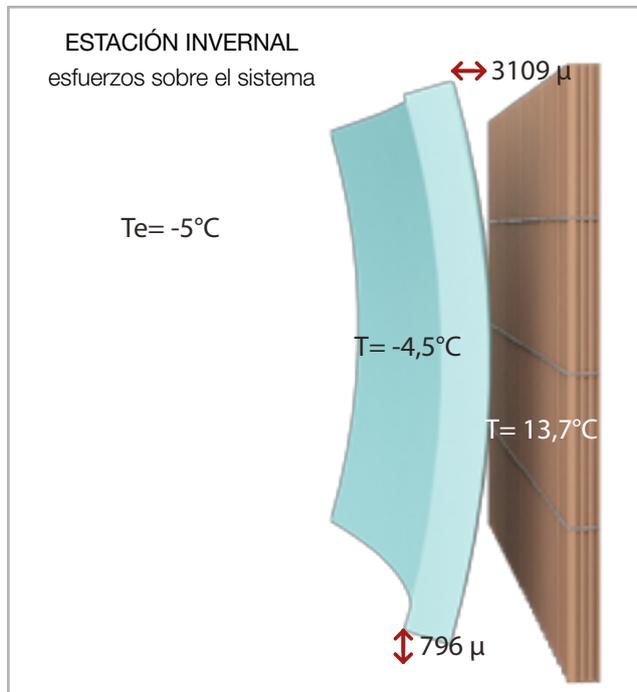


Fig. 5.1

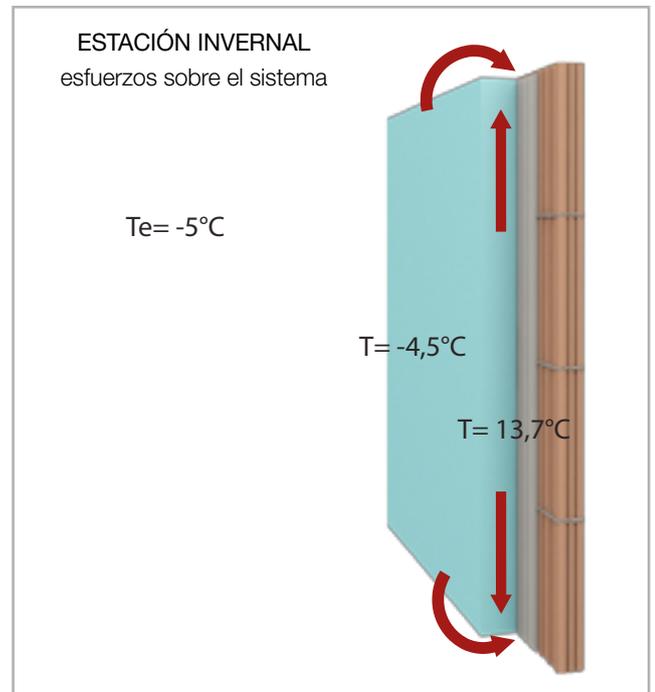


Fig. 5.2

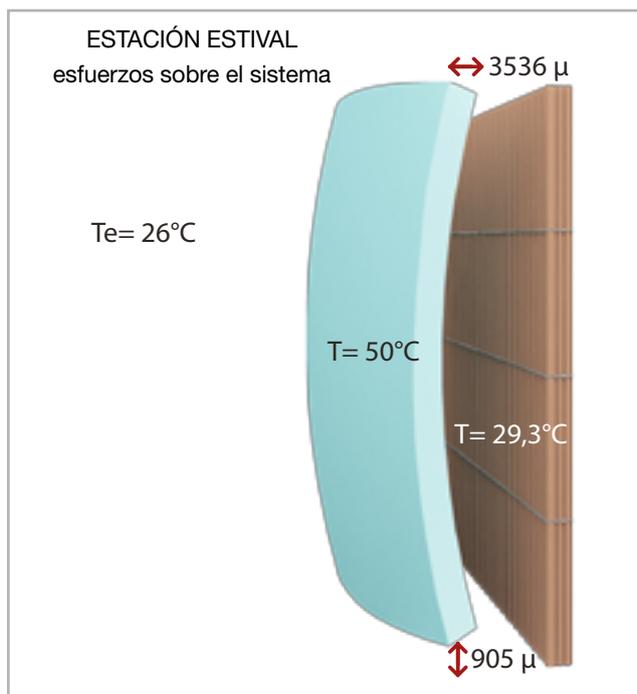


Fig. 5.3

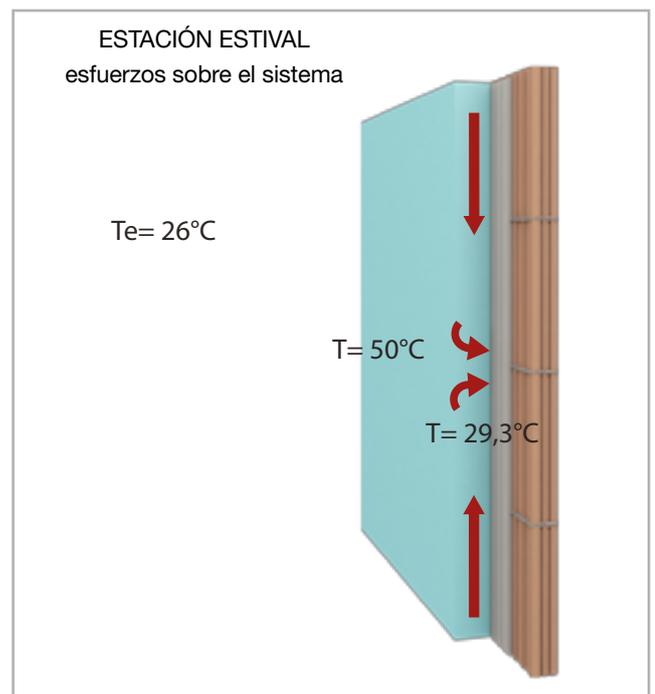


Fig. 5.4

Las deformaciones que se generan son, por lo tanto, de entidad notable en todas las estaciones y serán tanto más graves cuanto mayor sea el espesor del aislante utilizado. Solo adhesivos de alta calidad, proyectados y realizados para esta aplicación específica, son capaces de garantizar estas prestaciones. Del análisis de fuerzas se deduce la regla para la correcta aplicación: solo una aplicación del adhesivo en una capa continua y cuidando la planitud evita inconvenientes graves como los representados en las Fig. 5.1 y 5.3. La práctica difundida de aplicación en cordón y puntos o, aún peor, la ejecución con un solo punto, no son coherentes con la distribución de los esfuerzos de arrancamiento (peel stress) que afecta a toda la capa de adhesivo; esta modalidad de aplicación causa una concentración anormal de los esfuerzos solo donde el adhesivo está presente, con la superación inevitable de los límites de adherencia superficial y las dilataciones del panel no contrarrestadas perfectamente, como se muestra en la Fig. 5.3. La planitud del soporte es importante, porque desviaciones sensibles crean las condiciones ideales para la aparición de momentos de flexión de excentricidades relevantes, que aumentan los esfuerzos del adhesivo y pueden causar la superación del límite de adherencia superficial en la interfaz entre el adhesivo y el panel.

No debe pasarse por alto, con el fin de contrarrestar eficazmente las dilataciones y contracciones térmicas de los paneles aislantes expuestas más arriba, la importancia de la calidad y el espesor de la capa de enlucido, el segundo elemento de conexión del sistema. La realización de una capa, al mismo tiempo plástica y monolítica, permite contrarrestar aún más eficazmente las tensiones higrotérmicas, sobre todo en el caso que no se utilice el sistema de encolado por capa continua; para ello es recomendable utilizar enlucidos de comprobada calidad y realizar en dos manos una capa armada de unos 4 mm (en cualquier caso, nunca inferior a 3 mm).

Mapei, desde siempre un referente en el sector de los adhesivos, gracias a su compromiso constante en la investigación y el desarrollo de productos y sistemas innovadores, ha ideado el Sistema MAPETHERM, que asegura un importante valor añadido: la garantía MAPEI basada en el indiscutible liderazgo en el campo de los adhesivos.

5.2 LAS CARACTERÍSTICAS DEL PANEL AISLANTE

¿Cuál es el mejor panel?

La conductividad térmica (λ) es muy a menudo considerado como el único valor significativo para evaluar un panel, sin considerar que, junto a este, es posible asociar otras características de notable importancia. Con demasiada frecuencia se tiende a utilizar el mismo tipo de panel, por costumbre o por su precio asequible, generalizando las situaciones de las obras. El mejor modo para decidir qué panel utilizar presupone claridad de objetivos y la verificación de las distintas prestaciones ofrecidas:

- aislamiento térmico;
- aislamiento acústico;
- reacción al fuego;
- resistencia mecánica;
- estabilidad;
- absorción de agua;
- permeabilidad al vapor de agua;
- composición natural;
- precio asequible.

A ello hay que añadir el análisis de las prestaciones aislantes de los muros y de las eventuales necesidades arquitectónicas.

5.2.1 AISLAMIENTO TÉRMICO

El mejor aislante es el aire quieto y seco que, con una λ igual a 0,026 W/m²K (ver norma UNE 7357), es superado solo por ciertos paneles (por ej. aerogel de sílice al vacío a una presión de $1,7 \times 10^{-5}$ atmósferas) y por algunos

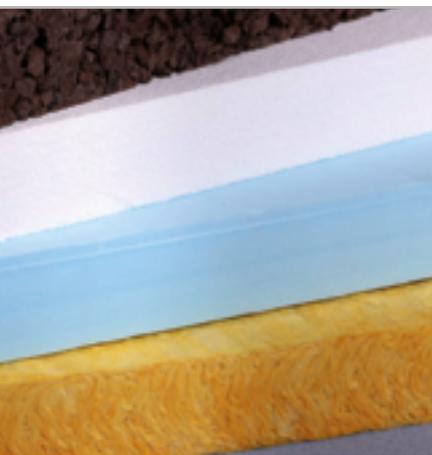


gases pesados. Esta precisión es importante porque, para conseguir superar estos valores, es necesario atrapar el aire, mantenerlo quieto y seco en burbujas cada vez más pequeñas e impermeables y utilizar el mínimo material posible ya que es fuente conductora de calor. En este sentido los paneles de aerogel, poliuretano, polifenól o EPS con grafito aportan elevadas prestaciones, ya que permiten la obtención de un elevado aislamiento térmico con un bajo espesor. Ligeramente diferente es el discurso del aislamiento térmico contra el calor del verano, para ello resulta más idóneo el uso de paneles con una mayor densidad, con capacidad de mejorar el Factor de atenuación y la Propagación de la onda térmica (ver párrafo 3.2). En este sentido, se obtienen elevadas prestaciones, por ejemplo, con la fibra de madera, el corcho o las lanas minerales.

Hay que tener en cuenta el hecho de que algunos materiales, siendo más sensibles a la humedad, tienen una capacidad aislante que tiende a reducirse sensiblemente a consecuencia de la absorción de la misma.

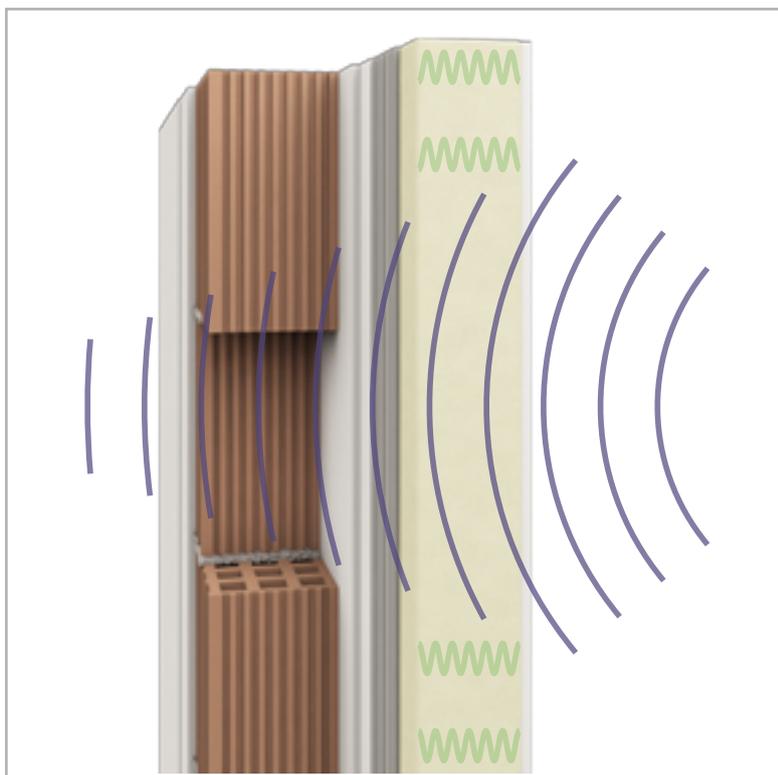
El parámetro utilizado en el cálculo térmico, para materiales con marcado CE, es la lambda declarada por el fabricante (λ_D), calculada a 10°C en el centro de la muestra y con la muestra secada a 23°C y 50% de humedad.

Queriendo perfeccionar el cálculo, el valor λ_D puede ser transformado en valor de conductividad térmica de proyecto λ , de acuerdo con la norma de referencia UNE EN ISO 10456. Los pasos no son triviales porque el proyectista debe evaluar las condiciones de temperatura y humedad del material aislante, determinando en base a ellas el valor de λ , que podría mejorar o empeorar dependiendo de condiciones asumidas.



5.2.2 AISLAMIENTO ACÚSTICO

Un edificio aislado también acústicamente ofrece un confort superior y, en particular en las rehabilitaciones, no es posible mejorar este aspecto de los cerramientos verticales opacos, si no se actúa sobre las características del aislamiento térmico. La amortiguación de la onda acústica se consigue mediante el principio masa-muelle-masa, donde el panel hace de muelle y amortigua la energía sonora que incide gracias a su elasticidad (cuanto menor es la rigidez dinámica del panel, mayor es su capacidad de aislamiento acústico).



Reproducción del principio masa-muelle-masa

Los paneles constituidos por fibras, lanas minerales (vidrio y roca) y los de EPS-S, poliestireno de baja rigidez dinámica (flexibilizados), aportan elevadas prestaciones en este sentido.

El otro factor sobre el que es posible actuar para incrementar el aislamiento acústico es el incremento de la masa superficial de la capa exterior (enlucido armado + revestimiento de acabado); es aconsejable, en estos casos, realizar una capa exterior con una masa de al menos 10 kg/m^2 (aprox. 8 mm totales).

Es posible calcular el incremento del poder de aislamiento acústico de las paredes en base a la norma UNE EN 12354-1 (estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus productos) y el Documento Básico HR del CTE (Protección frente al ruido).

5.2.3 REACCIÓN AL FUEGO (COMPORTAMIENTO)

Cada tipología de material tiene una reacción al fuego propia que es definida en base a pruebas efectuadas en conformidad con la normativa vigente (UNE EN 13501), que establece una clasificación específica que va de la clase (A) material incombustible, a la clase (F), material fácilmente inflamable. Los parámetros de referencia tienen en cuenta sobre todo el grado de combustibilidad, la velocidad de propagación de la llama y el desarrollo de calor por unidad de tiempo. Frecuentemente los materiales combustibles (aislantes vegetales o sintéticos) son ignifugados mediante la aplicación en la superficie de barnices intumescentes o añadiendo ignifugantes en la masa en fase de producción. En el caso de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior es oportuno considerar las prestaciones de todo el sistema, en su conjunto, y no es necesario considerarlas para cada material.

En España, el CTE en el Documento básico SI, Seguridad en caso de incendio, en la Sección SI 2, Propagación exterior, en el punto 4, determina: “la clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, que será B-s3-d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público, desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque”. El proyecto de modificación del RD 314/2006, referido anteriormente, contempla algunas modificaciones en el Documento Básico DB SI de “Seguridad en caso de incendio”, para limitar adecuadamente el riesgo de propagación del incendio por el exterior del edificio.

En este sentido, el proyecto de modificación, en la Sección SI 2 Propagación exterior, en su apartado 1 “Medianerías y fachadas”, introduce una propuesta de modificación en el sentido de la clase de reacción al fuego de los materiales y elementos constructivos que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas, será al menos D-s3-d0, excepto cuando la altura de las fachadas exceda de 18 m, en cuyo caso será al menos B-s3-d0.

También incluye tres nuevos puntos a esta misma sección SI 2, en particular, el primero describe que la clase de reacción al fuego tanto de los acabados exteriores como de los materiales aislantes situados en el interior de cámaras

ventiladas en su caso, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, debe ser al menos B-s3-d0 hasta una altura de 3,5 m como mínimo.

5.2.4 RESISTENCIA MECÁNICA

La resistencia mecánica de casi todos los paneles aislantes es sustancialmente reducida, a causa de la escasa densidad o de su fibrosidad intrínseca, y en ocasiones se requieren prestaciones demasiado exigentes para el material de que están compuestos. El ejemplo más clásico es el zócalo en la parte baja de la pared, sujeta a los impactos accidentales causados por peatones o vehículos (motos y bicicletas). Las indicaciones de los fabricantes a menudo hacen referencia a la resistencia a compresión al 10% de aplastamiento, que indica verosimilmente una sollicitación temporal y el segundo parámetro, indicado más raramente, la resistencia a compresión al 2% de aplastamiento, que identifica la deformación máxima a la que el panel puede ser sometido permanentemente.

Para obtener superficies de alta resistencia al impacto, no son tan importantes los paneles aislantes, como la calidad, la tipología y el espesor de la capa armada que se realiza sobre ellos. De hecho, es posible prever el uso de enlucidos cementosos específicos capaces de aportar prestaciones netamente superiores (tipo MAPETHERM AR1 LIGHT) o realizar enlucidos con productos en pasta, exentos de cemento (tipo MAPETHERM FLEX RP) que permiten obtener una resistencia al impacto superior a 15 julios, más del 50% de los enlucidos habituales.

5.2.5 ESTABILIDAD

Con el término estabilidad nos referimos principalmente a la estabilidad dimensional inherente a las variaciones de las dimensiones del panel causadas por su escasa maduración antes de su comercialización, a los cambios de temperatura y a las variaciones de humedad a la que es expuesto. Un parámetro a tener en cuenta es el coeficiente de dilatación térmica lineal, que no debe ser demasiado elevado. Paneles de fibras, tales como por ej. fibra de vidrio o de roca, son prácticamente inalterables, mientras que los paneles sintéticos, como los de EPS, XPS o Poliuretano, tienen un coeficiente más elevado, aunque sus

movimientos son perfectamente contrarrestados colocándolos con un adhesivo de calidad correctamente aplicado (idealmente el extendido en toda la superficie del panel). La estabilidad físico-química se refiere a las posibles interacciones o reacciones con rayos UV y con disolventes (utilizar exclusivamente productos base agua). Particularmente problemática es la estabilidad termo-física en algunos materiales, es decir, la capacidad de mantener inalterados los valores de conductividad con el transcurso de los años, y la estabilidad higrotérmica, que es la capacidad de mantener inalterados los valores de conductividad en presencia de humedad (ciertos materiales son fuertemente higroscópicos y, por lo tanto, muy influenciados por este factor).

5.2.6 ABSORCIÓN DE AGUA

Este parámetro manifiesta la predisposición de un material para capturar y retener agua líquida. Algunos tipos de material se consideran con absorción cercana a cero (0,5-1,5%), incluso en inmersión, pero las filtraciones de agua al interior de un SATE se deben evitar siempre. Cualquier material que pueda variar su propia tasa de humedad está destinado a reducir drásticamente el poder aislante y a provocar fenómenos precoces de degradación.

Es por tanto de una importancia fundamental, prestar siempre atención a los materiales desde su almacenamiento, pasando por la puesta en obra (en particular deben preverse lonas de protección de los materiales fibrosos), hasta la correcta impermeabilización y sellado final de todo el sistema, teniendo particular cuidado en los puntos críticos (véase el capítulo 9).

5.2.7 PERMEABILIDAD AL VAPOR (TRANSPIRABILIDAD)

Más correctamente definida como resistencia a la difusión del vapor de agua (μ), es la capacidad de un material para ofrecer la menor resistencia posible al paso del vapor. Una indicación más importante es el valor Sd (espesor de aire equivalente), que tiene en cuenta la resistencia al vapor referida al espesor del material. Es indispensable que toda la estratigrafía del muro se proyecte para evitar la formación de condensación intersticial. Una correcta permeabilidad al vapor permite mantener un equilibrio higrométrico adecuado de la estructura del muro, pero no es suficiente para creer que la pared podrá eliminar la humedad producida

en el interior de los locales de uso normal (véase párrafo 1.4). En fase de proyecto, utilizando el software adecuado, es posible controlar la eventual formación de condensación superficial o intersticial (diagrama de Glaser), realizando cerramientos en los que no se den estas condiciones. Este problema raramente se da en el caso de sistemas de aislamiento térmico por el exterior; de hecho, su función principal es la de trasladar el punto de condensación de la superficie interior a la exterior. En el caso en que se dé condensación, es posible evitarla aumentando el espesor del aislante o utilizando uno con mayor permeabilidad al vapor, pero, muy a menudo, es suficiente con el uso de un revestimiento de base siloxánica (como SILANCOLOR TONACHINO PLUS).

5.2.8 COMPOSICIÓN NATURAL

La demanda de productos naturales para confeccionar paneles aislantes está cubierta, principalmente, por materiales como corcho, fibra de madera, Kenaf y fibras vegetales o animales, pero también minerales como el hidrato de silicato de calcio o el vidrio celular reciclado.

5.2.9 CONCLUSIONES

Como conclusión al capítulo dedicado a la proyección, parece evidente que la elección del sistema depende principalmente de las características del adhesivo y del tipo de panel. La experiencia adquirida en el sector de los adhesivos permite a Mapei ofrecer adhesivos y enlucidos que pueden ser incluidos en cualquier sistema, ya que son utilizables para cualquier tipo de panel que tenga las características idóneas para ser colocado en la realización de un SATE. Por lo tanto, está claro cómo utilizando sistemas Mapei en la fase de proyecto, es posible dar respuesta a cada una de las exigencias específicas del cliente, como la necesidad de obtener altas prestaciones de aislamiento térmico (verano e invierno), aislar con bajo espesor, aportar aislamiento acústico, tener la mejor clase de reacción al fuego, optimizar la permeabilidad al vapor, realizar superficies con elevadísima resistencia al impacto, minimizar la absorción de agua, utilizar materiales naturales o certificados para bioconstrucción y favorecer la facilidad de colocación o la economicidad de la intervención.



5.3 LA ELECCIÓN DEL ANCLAJE (ANCLAJE MECÁNICO)

¿Cuándo prescribirlos, cuántos y cuáles utilizar?

La fijación mecánica, en base a las consideraciones expuestas en el apartado 5.1, no sería necesaria si se utiliza un adhesivo de calidad, aplicado con buen criterio, con capacidad de garantizar la sujeción de todo el sistema. El anclaje es un elemento de seguridad que no se puede pasar por alto, en tanto que permite compensar un posible fallo del soporte; por lo tanto, ha de prescribirse en todas aquellas superficies en las existan dudas sobre sus características mecánicas y en el caso de soportes revocados, de soportes viejos, de sistemas de aislamiento térmico con peso superior a 30 kg/m², de edificios con alturas destacables y cuando el espesor del aislante sea superior a 10 cm.

La elección del tipo de anclaje debe realizarse en función del soporte sobre el que hay que fijarlo. Haciendo referencia a la categoría de uso según la ETAG 014, es aconsejable utilizar anclajes que tengan la certificación de eficacia verificada en esta guía y dotados de una resistencia a tracción (pull-out) no inferior a 0,60 kN.

LAS CATEGORÍAS DE USO SEGÚN LA ETAG 014 DEFINEN LOS CAMPOS DE APLICACIÓN DEL ANCLAJE EN RELACIÓN A LOS DIVERSOS TIPOS DE SOPORTE				
A	B	C	D	E
Hormigón normal	Bloques macizos	Bloques huecos	Hormigón ligero	Hormigón celular

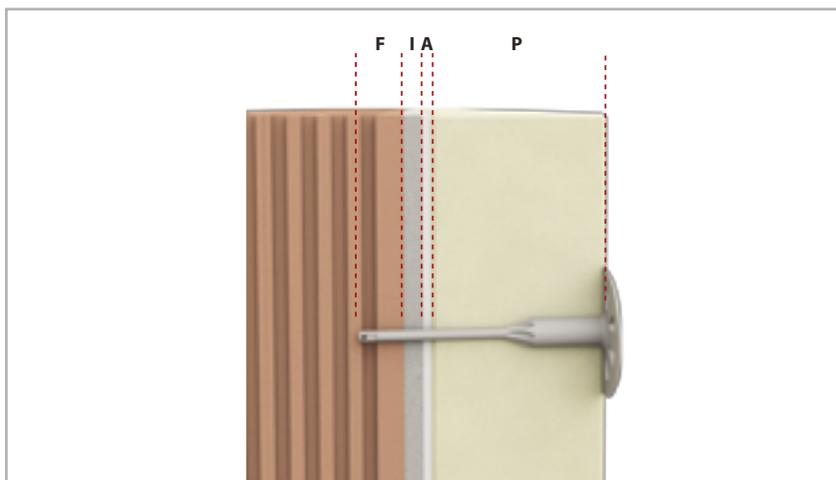
La determinación de la cantidad de anclajes deberá tener en cuenta la calidad del anclaje (resistencia a tracción), el tipo y el peso del aislante utilizado y la altura del edificio; salvo en casos particulares, utilizando anclajes de calidad, son suficientes 6 por m².

Son determinantes, para un correcto funcionamiento, el esquema y el método de colocación.

¿Qué longitud deben tener?

La respuesta no puede ser nunca unívoca, incluso para un mismo espesor de aislante o considerando el mismo soporte. De hecho, el parámetro fundamental para determinar la longitud es la profundidad de la fijación, que es nominal y

específica para cada tipo de anclaje. Para no incurrir en errores, es siempre necesario conocer este parámetro (detallado en su ficha técnica y, a menudo, también en su etiqueta).



El dimensionado del anclaje es la suma del espesor del panel (P), del espesor del adhesivo (A), del espesor del eventual revoco (I) y de la correcta profundidad de la fijación (F)

Fijación de cargas ligeras y pesadas en aislamientos térmicos existentes

La ejecución de anclajes de elementos externos (máquinas, toldos, tendido de cables, tendedores, etc.) en fachadas realizadas con aislamiento térmico, debe ejecutarse teniendo en cuenta la entidad de la instalación y deberá estar calculada y supervisada por un técnico facultado.

La realización de estas fijaciones deberá hacerse en función del tipo de carga del elemento y el soporte sobre el que se ha de instalar, tal y como se detalla en el apartado 6.4.

5.4 LA ELECCIÓN DEL ACABADO

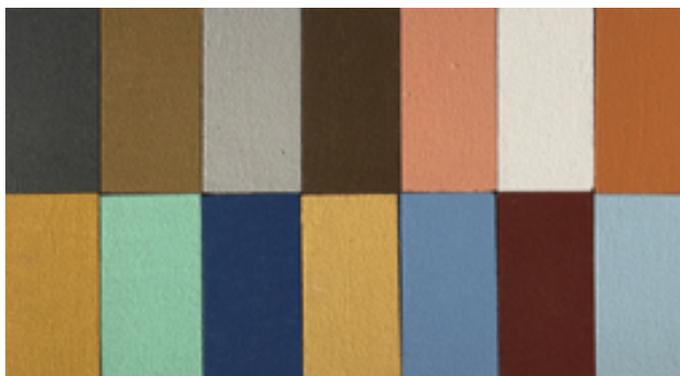
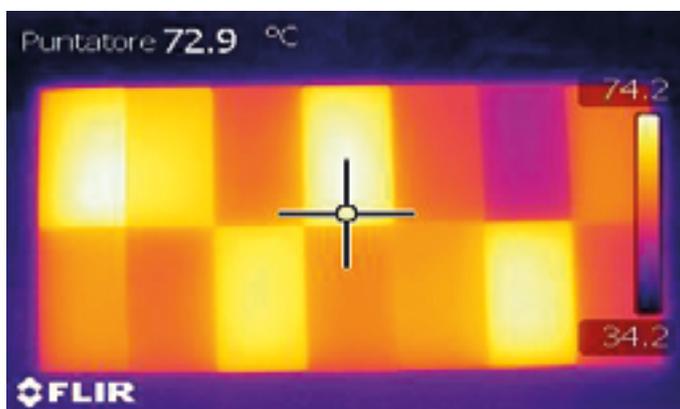
¿Para el aislamiento térmico por el exterior va bien cualquier acabado?

La capa de acabado de un SATE se coloca sobre una barrera térmica, creada por el panel aislante, y alcanza temperaturas elevadas que pueden cambiar bruscamente en función de las condiciones climáticas; por lo tanto, el revestimiento de acabado debe tener requisitos específicos y bien precisos:

- debe proteger de las tensiones higrotérmicas y de los agentes atmosféricos;
- debe contrarrestar las tensiones derivadas del soporte sin fisurarse; para ello es indispensable el uso de revestimientos en espesor, dotados de adecuada flexibilidad o adoptar sistemas elásticos especialmente estudiados, que permiten realizar acabados de bajo espesor que aseguran protección y durabilidad;
- debe tener un bajo grado de absorción de agua y una equilibrada permeabilidad al vapor de agua:
 - para impedir la circulación de sales en el interior del sistema que cristalizando y aumentando de volumen, pueden crear fracturas;
 - para inhibir la extracción de las sales y de los carbonatos contenidos en el interior del enlucido cementoso y su aparición en la superficie del revestimiento, generando antiestéticas eflorescencias blancas o aun peor, su presencia bajo el revestimiento generando dañosas sub-eflorescencias con riesgo de desprender el mismo revestimiento;
 - para prevenir fenómenos de hielo perniciosos en el interior;
 - para no causar el abultamiento del aislante, en el caso que este sea absorbente;
 - para no reducir la capacidad aislante del sistema.
- debe mantener estable el color; considerando que se encuentra sobre una barrera térmica, la superficie está ciertamente más solicitada por la acción directa de la radiación UV y las variaciones de temperatura; por tanto, debe ser formulada con particulares pigmentos que tengan la máxima resistencia y un elevado contenido de resina aglomerante de calidad, capaz de proteger los pigmentos frente a la decoloración inducida por los rayos UV y las variaciones de temperatura;
- no debe provocar tensiones en el sistema; como se ha expuesto más arriba, no debe sobrecalentarse excesivamente; por lo tanto,

se recomienda utilizar una tonalidad de color no muy oscura y, en cualquier caso, con un índice de reflexión superior al 20% (valor que debe aumentarse en el caso de zonas climáticas con fuerte radiación); esta precaución está ligada a las temperaturas a las que esté expuesta la fachada del edificio a causa de la radiación solar, que genera temperaturas que en verano pueden superar fácilmente los +50°C.

- el índice de reflexión (I.R.) es la unidad de medida de la reflexión de la luz solar, siendo para el blanco un I.R. = 100% (reflexión total de la radiación incidente) y para el negro un I.R. = 0% (absorción total de la radiación incidente). Las imágenes siguientes indican las diversas temperaturas superficiales alcanzadas, a igual radiación incidente, por los diversos colores del mismo revestimiento de acabado.



- debe combatir eficazmente la proliferación de algas, mohos y bacterias; un SATE bien proyectado elimina el punto de rocío en el interior del cerramiento, pero deja fría la superficie exterior del sistema; por lo tanto, resulta de fundamental importancia utilizar un material con baja absorción de agua y de eficacia reconocida, con un amplio espectro de acción frente a todas las cepas bacterianas comunes, algas y hongos presentes en la naturaleza.

Para cumplir todos los requisitos relacionados, Mapei propone “tonachinos” muy flexibles, por el contenido elevado de resina aglomerante de alta calidad, con diferentes granulometrías y características, que van desde la elevada resistencia mecánica y química a la baja absorción de agua, una alta permeabilidad al vapor de agua, colores con pigmentos particularmente resistentes para mantener el color en el tiempo y con una comprobada eficacia contra la aparición de algas, mohos y bacterias.

Los “tonachinos” deben aplicarse generalmente en un espesor no inferior a 1,2 mm; por este motivo, para aquellas granulometrías inferiores, se debe prever la aplicación de más manos hasta conseguir este espesor mínimo.

Cuando se pretenda obtener un acabado liso, será necesario realizar un enlucido armado en un espesor no inferior a 3-4 mm, utilizando el enlucido en pasta MAPETHERM FLEX RP, fibrado y flexible, exento de cemento, coloreable, aligerado y resistente a las agresiones de algas y mohos. El uso de MAPETHERM FLEX RP permite la aplicación del acabado solo 24 horas después de su extendido, sin esperar los tiempos de maduración de los enlucidos cementosos y sin la aplicación de una imprimación, haciendo así más rápido el ciclo de acabado, que en este caso puede completarse aplicando dos manos de pintura (excepto pinturas minerales) o, aún mejor, con un “tonachino”.

La calidad, la durabilidad y, en consecuencia, la sostenibilidad de un sistema de aislamiento térmico por el exterior puede asegurarse exclusivamente por sistemas compuestos de materiales coherentes, desarrollados, testados y certificados para ser combinados entre sí evitando, pues, realizar aislamientos ensamblados e improvisados con el único fin de hacer más económica la

intervención, renunciando a la calidad y durabilidad.

Solamente partiendo de esta base sólida con la profesionalidad de los prescriptores y del personal de obra, será posible obtener las grandes ventajas de prestación, económicas, de habitabilidad y ambientales que el sistema MAPETHERM puede garantizar.

LAS AGRESIONES BIOLÓGICAS

Las agresiones biológicas en la construcción son muy comunes y fácilmente identificables, la presencia de los denominados “mohos” sobre las fachadas de los edificios y, aun peor, en el interior de los mismos, puede llevar a rápidas degradaciones del acabado o a la aparición de riesgos para la salud, debidos a las esporas y micro toxinas liberadas a los ambientes.

Los microorganismos que constituyen las algas y los mohos encuentran frecuentemente las condiciones físico-ambientales adecuadas y son capaces de contaminar, en un plazo breve de tiempo, las fachadas de los edificios y resquebrajar las paredes internas de las estancias, llevándolas a una rápida degradación.

El deterioro de las superficies se manifiesta en forma de daños físicos sobre paredes, con la formación de antiestéticas manchas negras o verdosas (Fig. 5.5, 5.6) y la consiguiente penetración de los microorganismos, con la liberación de metabolitos ácidos, provocando la degradación progresiva del revestimiento, con la formación de fisuras y la degradación profunda del soporte.

ALGAS Y MOHOS

Las algas y los mohos son organismos vegetales biológicos que se reproducen mediante emisión de esporas, presentes en el aire en gran cantidad y variedad. Las algas (Fig. 5.7 al microscopio electrónico) son organismos fotosintéticos, que contienen clorofila: para vivir necesitan luz, elevada humedad y sales minerales, elementos normalmente presentes sobre las superficies murales. Por estas particulares características, están presentes casi exclusivamente en el exterior. Los mohos (Fig. 5.8 al microscopio electrónico) son organismos vegetales pertenecientes al grupo de los hongos, sin capacidad fotosintética y necesitan,



Fig. 5.5

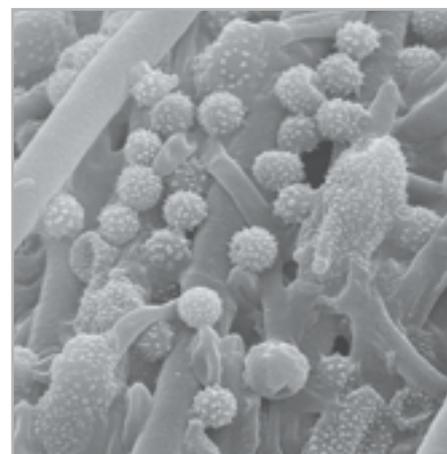
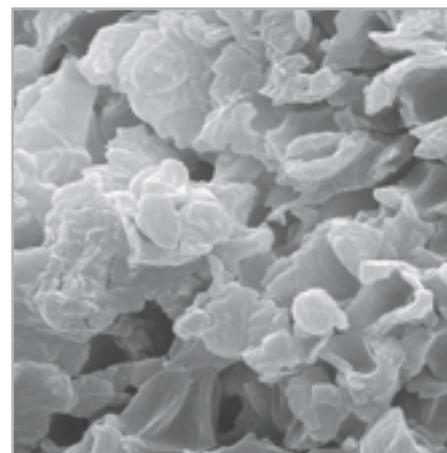




Fig. 5.6

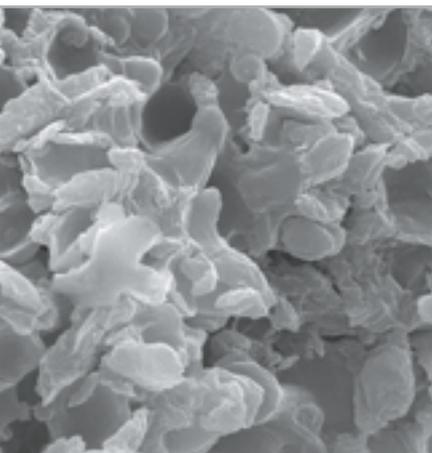


Fig. 5.7

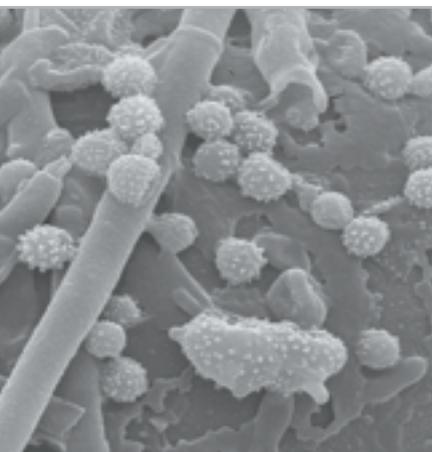


Fig. 5.8

además de cierta humedad, alimento orgánico. Todas las superficies murales que, de alguna manera, contienen este alimento son sustratos favorables como, por ejemplo, las capas de suciedad (mezcla de polvo y partículas orgánicas) depositadas sobre el revestimiento, o los derivados de la celulosa contenidos en las pinturas murales. Se reproducen tanto en interiores como en exteriores, en el segundo caso sobre precedentes colonias de algas (en simbiosis) que aseguran la retención de agua y la aportación de metabolitos como nutrientes. Hay que prestar especial atención a los mohos, porque desarrollan filamentos llamados hifas que pueden penetrar en profundidad en el revestimiento creando notables daños; tanto las algas como los mohos producen, además de su actividad biológica, distintos metabolitos ácidos que atacan al revestimiento.

LA HUMEDAD: CONDICIÓN ESENCIAL PARA EL DESARROLLO DE ALGAS Y MOHOS

La condición principal para la degradación biológica de una superficie, interna o externa, va siempre ligada a la presencia de humedad sobre el soporte, pero también la diferencia de temperatura puede ser determinante, así como el ambiente alcalino que puede inhibir su desarrollo.

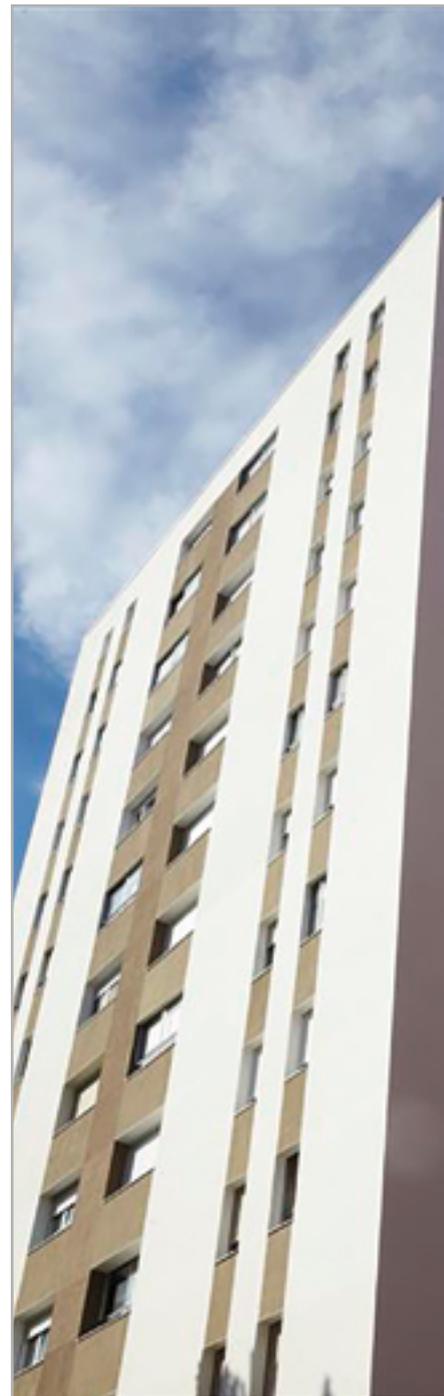
En exteriores, la absorción y la retención de agua se deben esencialmente a:

- las condiciones microclimáticas y ambientales debidas a la proximidad del terreno a zonas húmedas, cursos de agua, fuerte presencia de nieblas y falta de exposición a la radiación solar (paredes orientadas hacia el norte);
- un elevado grado de absorción de agua y una baja transpirabilidad del revestimiento;
- la presencia de puentes térmicos (zonas frías) debidas al uso impropio de materiales con diversas conductividades térmicas y la consiguiente formación de condensación;
- la exposición a los agentes atmosféricos, sin elementos arquitectónicos de protección (como marquesinas y canalones);
- las condiciones se agravan por la proximidad a edificios, de compuestos agrícolas, vegetación densa etc.

En interiores, la formación de condensación se produce en puntos fríos de las paredes y es debida a:

- escaso aislamiento térmico;
- presencia de puentes térmicos;
- poca circulación de aire y, por tanto, poca eliminación de la humedad producida en el interior de los locales;
- las condiciones se agravan por la utilización de pinturas y revestimientos de poca calidad.

Las problemáticas expuestas son comunes y fácilmente verificables en casi todas las construcciones; se puede pues afirmar que, en cada edificio o muro, existe un sustrato apto para favorecer el crecimiento de estos organismos biológicos. Los revestimientos y las pinturas utilizadas para la protección y la decoración de las fachadas no causan la proliferación de algas y hongos, pero sí su uso inadecuado. Teniendo en cuenta la dificultad de prever si se formarán algas o mohos y cuándo, se debe prever en la proyectación, sobre todo donde se presupongan microclimas favorables para su desarrollo, el uso de materiales desarrollados para retardar la aparición y prever una manutención programada a este fin, porque la eficacia de estos productos tiende a reducirse con el paso del tiempo. Si es posible, para los edificios nuevos, es oportuno adoptar métodos adecuados y materiales de construcción que eviten el arraigo, aunque no siempre resulta suficiente, dada la extrema variabilidad de los factores implicados y las plagas presentes en los distintos lugares. En el caso de intervenciones de restauración, en cambio, las posibilidades de modificaciones constructivas son muy limitadas, aunque la historia del edificio puede dar importantes indicaciones sobre la presencia de factores de riesgo. La única posibilidad realmente eficaz para contrarrestar la degradación biológica es la de utilizar, en ambos casos, revestimientos resistentes a la proliferación de algas y mohos, que, en el caso de paredes ya afectadas, prevean un adecuado lavado de higienización de estas zonas. En los productos de acabado, la resistencia a los organismos biológicos viene dada por la presencia de aditivos especiales,





que permanecen en el interior del revestimiento incluso después de su secado y lo protegen de la proliferación de algas y mohos. Dichos aditivos, oportunamente equilibrados, deben ser poco solubles, de manera que no sean eliminados por el efecto de lavado del agua pluvial y de la humedad, otorgando una protección duradera, pero, al mismo tiempo, deben garantizar su efecto también sobre la superficie del revestimiento y sobre posibles capas de suciedad.

Consciente de las problemáticas expuestas arriba, MAPEI ha desarrollado y propone una serie de productos resistentes a la agresión, al crecimiento y la proliferación de los microorganismos. Estos productos son reconocibles bajo el sufijo “PLUS” y son: SILANCOLOR CLEANER PLUS, SILANCOLOR PRIMER PLUS, SILANCOLOR, QUARZOLITE TONACHINO PLUS, QUARZOLITE HF PLUS, ELASTOCOLOR TONACHINO PLUS y DURSILITE PLUS.



6. LA CORRECTA REALIZACIÓN DEL SISTEMA MAPETHERM

La correcta realización del sistema de aislamiento por el exterior no puede prescindir de una cuidadosa selección de todos los materiales que lo constituyen, no solo de la capa aislante, sino también de los materiales destinados a la preparación de los soportes, al encolado de los paneles termoaislantes, a los enlucidos y a los acabados que confieren a la fachada la resistencia mecánica, la protección y el aspecto estético definitivo. De igual modo, la correcta realización en obra y una proyectación adecuada de los detalles constructivos de los puntos singulares del edificio, son condiciones esenciales para garantizar el confort ambiental y conseguir los resultados esperados desde el punto de vista del ahorro energético y de la sostenibilidad. En los párrafos siguientes se define el modo de aplicación de los materiales y de realización de todo el sistema MAPETHERM.

6.1 PREPARACIÓN DE LOS SOPORTES

Las superficies objeto de la intervención deben presentarse mecánicamente resistentes, sin partes en proceso de desprendimiento, perfectamente limpias y sin restos de polvo, suciedad, grasa, desencofrante, ni de ninguna otra sustancia que pueda perjudicar la adherencia del panel al soporte.

6.1.1 EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA DE PIEDRA O LADRILLO

En los edificios de albañilería de ladrillo o piedra a cara vista (sin revoque) es necesario comprobar la consistencia superficial de los sillares y del estado cortical de los ladrillos eliminando, eventualmente, la capa en fase de desprendimiento. En el caso de sillares particularmente porosos que presenten polvo superficial leve, se podrá valorar la posibilidad de utilizar un imprimador (tipo MALECH, producto a base de resinas acrílicas micronizadas en dispersión acuosa, para la preparación de fondo de las superficies murales en general) a aplicar sobre la superficie de la albañilería por proyección, a rodillo o con brocha.

En el caso de que las juntas de asiento entre sillares o ladrillos se presenten “vaciadas” por efecto de la acción deslavante del agua de lluvia, será necesario proceder a su retacado utilizando un mortero de características elasto-mecánicas adecuadas (tipo MAPE-ANTIQUÉ MC, mortero premezclado deshumidificante para el saneamiento de la albañilería húmeda de piedra, ladrillo y tufo, o POROMAP DEUMIDIFICANTE, mortero premezclado deshumidificante y aislante, resistente a las sales, de color gris, para el saneamiento de la albañilería de piedra, ladrillo y tufo, aplicable a mano o con máquina revocadora).

En la eventualidad de que la albañilería presente acentuados desplomes o irregularidades, como consecuencia de su particular disposición constructiva (por ejemplo, albañilería de sillares no escuadrados, de tipo tallado o redondeado), será necesario recuperar la planitud y/o la verticalidad mediante la realización de un revoque, utilizando morteros dotados de excelentes características de adhesión al soporte, bajo módulo elástico, elevada resistencia a flexotracción (tipo NIVOPLAN, mortero de enlucido para paredes, con PLANICRETE, látex de goma sintética para morteros de cemento o INTOMAP R1, revoque de fondo aplicable también con revocadora).



Fig. 6.1 – Edificio de albañilería afectado por humedad de remonte capilar



Fig. 6.2 – Las partes de revoque en fase de desprendimiento deben ser eliminadas antes del encolado de los paneles aislantes

En los muros sujetos a humedad de remonte capilar, el sistema de aislamiento por el exterior no debe realizarse.

Su realización, de hecho, determinaría un agravamiento de la carga de humedad del muro, por la menor evaporación debida al encolado del panel termoaislante. El mayor contenido de humedad constituiría una situación crítica que, en el período invernal, por efecto de la calefacción en el interior, provocaría la formación de eflorescencias y el abolsamiento de la pintura en el interior de la estancia. En el período estival, por el contrario, la migración de las sales hacia el exterior y su cristalización, junto al aumento de la presión de vapor, podría determinar el despegue de porciones del adhesivo, comprometiendo parcialmente el aislamiento térmico.

Por lo tanto, en presencia de humedad de remonte capilar, la realización del revestimiento por el exterior debe ser precedida de una intervención de saneamiento de la albañilería mediante la realización de barreras de tipo químico (inyectando en el interior de la albañilería mezclas impermeabilizantes o hidrorrepelentes tipo MAPESTOP, agente de inyección compuesto por una microemulsión silicónica concentrada, para la realización de una barrera química contra la humedad de remonte capilar presente en la albañilería).

Una alternativa posible es la de sanear el muro exterior recurriendo a la técnica de los revoques macroporosos deshumidificantes (tipo MAPE-ANTIQUÉ o POROMAP) hasta el primer forjado, por encima del cual se podrá proceder a la realización del sistema de aislamiento por el exterior.

6.1.2 EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO O DE ALBAÑILERÍA REVOCADA

En el caso de edificios existentes, ya sean de obra de fábrica o de estructura de hormigón, que se presenten revocados, es necesario cerciorarse, antes del encolado de los paneles termoaislantes, de que el revoque esté bien adherido al soporte, procediendo a la demolición de las partes que estén en fase de desprendimiento. La reconstrucción de las zonas de revoque eliminadas podrá realizarse utilizando PLANITOP FAST 330 o morteros cementosos modificados con látex (tipo NIVOPLAN + PLANICRETE).

Antes del encolado de los paneles, además, es necesario verificar la consistencia superficial del revoque, por ejemplo, realizando alguna prueba de resistencia a la extracción (pull-off). Si el revoque evidenciara valores particularmente bajos, es aconsejable realizar un cepillado para la eliminación de la superficie poco cohesionada y, eventualmente, proceder a realizar un tratamiento con un imprimador altamente penetrante y consolidante (tipo MALECH). En presencia de revoques con pintura o con revestimientos superficiales de tipo plástico, deberá comprobarse previamente que estén bien adheridos al soporte. En las zonas que se presenten degradadas y/o exfoliadas, se procederá a realizar un cuidadoso cepillado seguido de un lavado de toda la superficie con agua a presión.

De la misma manera, en las fachadas con revestimientos de mosaicos cerámicos o vítreos o de baldosas de clinker, será necesario cerciorarse de que estén bien adheridos al soporte. Los elementos en fase de desprendimiento deberán retirarse y proceder a rellenar los huecos con NIVOPLAN + PLANICRETE o con PLANITOP FAST 330.

6.1.3 ALBAÑILERÍA Y/O ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN FISURADAS

En el caso de que la albañilería estuviera fisurada será necesario, ante todo, establecer las causas que han producido las fisuras, con el fin de determinar si dichas soluciones de continuidad son estables o bien son el resultado de movimientos todavía activos. En este último caso, antes de realizar el sistema de aislamiento por el exterior, será necesario efectuar intervenciones que impidan movimientos posteriores de la fábrica y evitar que la propagación del cuadro fisurativo pudiera perjudicar a los paneles, a los enlucidos o al mismo acabado exterior del aislamiento.

Por el contrario, en el caso de fisuras estables, donde los únicos movimientos estén relacionados con las inevitables variaciones termo-higrométricas, se podrá, en los edificios de albañilería de piedra o ladrillo, reconstruir el paramento con la técnica del cosido o bien, en presencia de fisuras de modesta amplitud, proceder a un simple retacado utilizando el mismo adhesivo que se emplee para el encolado de los paneles termoaislantes (MAPETHERM AR1,

adhesivo y enlucido de base cementosa, monocomponente, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior, MAPETHERM AR1 GG, adhesivo y enlucido de base cementosa, monocomponente, de mayor granulometría, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior o MAPETHERM AR1 LIGHT adhesivo y enlucido aligerado, de base cementosa, monocomponente, de mayor granulometría, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior). Esta misma técnica puede utilizarse para el retacado de las fisuras en los revoques, producidas por la retracción higrométrica y/o por una elevada absorción de agua por el soporte en el momento de la realización. El relleno con mortero podrá también realizarse sobre las fisuras localizadas en las entregas viga-cerramiento o pilar-cerramiento, en los edificios de estructura de hormigón armado.

En los edificios de nueva construcción, donde exista la posibilidad de que el revestimiento por el exterior se realice recién terminada la construcción, es alto el riesgo de que las fisuras en las entregas entre la estructura de hormigón armado y el cerramiento, manifestándose posteriormente a la realización del revestimiento por el exterior, puedan provocar lesiones y desprendimientos localizados en el enlucido y en el acabado. Con el fin de reducir al mínimo el riesgo de que este inconveniente pueda manifestarse, es necesario prever, durante la realización del revoque, la disposición de una banda de malla porta-revoque en dichas zonas.

6.1.4 ESTRUCTURAS Y/O ELEMENTOS DE HORMIGÓN

Para las paredes de hormigón será necesario, si son de nueva ejecución, efectuar un lavado con agua a presión (120 atm), utilizando eventualmente los aditivos adecuados con el fin de eliminar de la superficie las inevitables trazas de desencofrante presentes.

Sobre estructuras de hormigón existentes, será necesario proceder a realizar una cuidadosa operación de limpieza superficial para eliminar las partes incoherentes, la lechada superficial y cualquier resto de polvo, aceite, grasa o suciedad en general.

Cuando el hormigón resultase degradado, poniendo en evidencia zonas donde

las armaduras se presentasen corroídas y el recubrimiento delaminado y/o desprendido, será necesario proceder a realizar una intervención previa de reparación, que comprenderá:

- la eliminación del hormigón degradado;
- la limpieza del hierro de armadura mediante cepillado mecánico, arenado o hidro-limpieza;
- la protección de la barra mediante la aplicación de un mortero cementoso pasivante (tipo MAPEFER 1K, mortero cementoso monocomponente anticorrosivo para hierros de armadura);
- la reconstrucción de la sección mediante la utilización de morteros de retracción compensada (tipo MAPEGROUT T40, mortero tixotrópico fibrorreforzado de resistencia media para el saneamiento del hormigón, o MAPEGROUT BM, mortero tixotrópico bicomponente de bajo módulo elástico, o bien PLANITOP RASA & RIPARA, mortero cementoso tixotrópico, de retracción controlada y fraguado rápido, utilizable tanto para la reparación cortical como para el acabado del hormigón armado). Una vez realizada la reconstrucción, esperar la necesaria maduración del soporte antes de proseguir con la ejecución del sistema de aislamiento por el exterior.

6.2 COLOCACIÓN DE PERFILES DE CONTENCIÓN Y PROTECCIÓN

Antes de proceder a la colocación de los paneles termoaislantes deberán colocarse, mediante tacos de expansión tipo MAPETHERM FIX B, colocados entre sí a unos 40 cm aprox., los perfiles de arranque tipo MAPETHERM BA, con eventual complemento del perfil anti-fisuración tipo MAPETHERM PROFIL BA, y los otros perfiles de contención y protección como los de cierre lateral, cantonera, bajo-ventana, coronación, etc.



6.3 COLOCACIÓN DE PANELES AISLANTES

El encolado de los paneles termoaislantes al soporte se efectúa mediante la utilización de adhesivos especiales premezclados (tipo MAPETHERM AR1, MAPETHERM AR1 GG o MAPETHERM AR1 LIGHT), listos para mezclar con agua. Independientemente del tipo de adhesivo que se utilice, será necesario asegurarse de que los paneles a encolar no presenten una superficie muy lisa (piel), que obstaculice la adherencia.

En presencia de soportes planos, el encolado se realizará distribuyendo el adhesivo homogéneamente sobre toda la superficie del reverso del panel aislante; otro modo de proceder es con un encolado en cordón perimetral y puntos centrales, asegurándose de obtener una superficie de encolado igual o superior al 40%. En caso de soportes con ausencia evidente de planitud (superior a 15 mm con una regla de 4 m), se deberá proceder a su rectificación, localizada o generalizada, utilizando MAPETHERM AR1 LIGHT. Durante la colocación de los paneles se procurará que el adhesivo no refluya en la junta entre paneles contiguos creando un puente térmico por su mayor conductibilidad, o aún peor, la formación de fisuras coincidiendo con la misma. El espesor de adhesivo a utilizar es aquel estrictamente necesario para cubrir homogéneamente la superficie del panel y/o para eliminar las eventuales diferencias de planitud del soporte inferiores a 5 mm. Para obtener el espesor aconsejado, se sugiere el uso de una llana dentada del N° 10.

En el caso de soportes no perfectamente planos, utilizar el sistema de encolado mediante cordón perimetral y puntos centrales, cuidando de no compensar con el adhesivo diferencias superiores a los 15 mm con el objetivo de no generar inevitables tensiones y desprendimientos durante la fase de retracción del adhesivo; el adhesivo no adherido no podrá contrarrestar las dilataciones térmicas de los paneles.

Asegurarse de que el sistema de colocación del adhesivo no permitirá el paso del aire entre el panel aislante y el soporte, para evitar el efecto chimenea que pudiera provocar el desprendimiento de los paneles aislantes causando un peligroso efecto vela.



Fig. 6.3 - Posicionamiento del perfil de arranque: asegurar la perfecta horizontalidad mediante un nivel de burbuja



Fig. 6.4 - Fijación del perfil de arranque mediante tacos de expansión

La colocación de los paneles termoaislantes se realizará partiendo de abajo hacia arriba, disponiendo los mismos con el lado más largo en posición horizontal, escalonando las juntas verticales al menos 25 cm. En las esquinas, los paneles deberán contrapearse.



Con el fin de beneficiarse al máximo del poder de adhesión es necesario proceder a la colocación del panel, especialmente en épocas calurosas y ventosas, inmediatamente después de la aplicación del adhesivo sobre el reverso del aislante.

Con el objetivo de maximizar la superficie de contacto soporte / adhesivo / panel será necesario, además, inmediatamente después de la colocación, ejercer sobre el panel una ligera presión mediante un fratás, y, luego, controlar la planitud de la superficie con una regla y prever su eventual reparación mediante presión.

Con el adhesivo seco, será posible perfeccionar posteriormente la planitud de la superficie, y obtener un resultado estético de absoluta planitud, mediante lijado (paneles sintéticos) o realizando un enlucido de compensación (paneles fibrosos).

La correcta y cuidadosa colocación de la capa aislante es de fundamental importancia para obtener un aislamiento por el exterior de calidad y un aspecto estético de absoluta nivelación.



Fig. 6.5 - Distribución homogénea del adhesivo sobre el reverso del panel aislante



Fig. 6.6 - Distribución del adhesivo a cordón perimetral y puntos centrales sobre el reverso del panel aislante



Fig. 6.7 – Colocación del panel aislante a rompejuntas



Fig. 6.8 - Presionado del panel con un fratás

Si, una vez realizado el encolado, las juntas verticales entre paneles resultaran de amplitud mayor a los 2 mm, será necesario llenar el interior de las mismas con inserciones de material aislante o, solo en caso de juntas inferiores a 5 mm, utilizar una espuma aislante de baja densidad. En ambos casos, el relleno debe realizarse en todo el espesor del panel aislante.

En las aberturas (puertas y ventanas), los paneles no deben alinearse con los antepechos, los dinteles o las esquinas de las mismas aberturas.



Colocación correcta de los paneles próximos a las aberturas

Las juntas de dilatación estructurales que se presenten deben ser respetadas y protegidas con específicos perfiles cubre-juntas lineales o angulares, como MAPETHERM PROFIL E o MAPETHERM PROFIL V. En caso de aislamiento de los intradoses de la abertura (antepechos y dinteles de puertas y ventanas), los paneles colocados en la fachada deben sobpasar el borde de la abertura, recubriendo también el grosor del aislante colocado en los intradoses.

En el caso de que los paneles de EPS o XPS permanezcan expuestos a la radiación solar durante largos periodos, la superficie formará una pátina inconsistente que deberá eliminarse mediante cepillado antes de la colocación del enlucido.

Es recomendable prever protecciones frente a la posible humedad o las precipitaciones atmosféricas, en particular en el caso de paneles fibrosos.

6.4 FIJACIÓN MECÁNICA (TAQUEADO)

Además del encolado (pero no como alternativa), se prevé una fijación mecánica de los paneles con tacos. De la evaluación de la necesidad de uso, la elección del tipo y la longitud, se hace referencia en el apartado 5.3.

Los tacos se colocarán cuando el adhesivo haya endurecido, atravesando el mismo y hasta llegar a la parte portante del soporte (así pues, no solo hasta el revoque).

En el caso de paneles aislantes particularmente pesados puede ser de utilidad colocar primero un taco central en el mismo momento de su colocación, con el objetivo de sostener el peso mientras el adhesivo realiza su proceso de fraguado; posteriormente, realizar la fijación estándar con el adhesivo endurecido.

En el caso de que el soporte se presentase incoherente o poco plano, o bien la distribución del adhesivo se hubiera realizado por cordón perimetral y puntos, será necesario proceder a aumentar el número de tacos, colocándolos en correspondencia con los vértices de los paneles, hasta alcanzar la parte cohesionada del soporte y asegurando una profundidad de anclaje adecuada (en función de la profundidad de anclaje prevista para el taco específico).

Para paneles de material sintético es aconsejable utilizar el esquema de fijación en "T", de manera que se ayude al adhesivo y al enlucido a contrastar las dilataciones térmicas de los paneles.

Para paneles fibrosos es aconsejable el esquema de fijación en "W", de forma que no se requiera la perforación del panel (pull-through) en correspondencia con los vértices de los paneles.

Los taladros para los tacos deben realizarse con el adhesivo endurecido (al menos 2-3 días) para no comprometer la planitud del panel colocado, con brocas del mismo diámetro de la espiga del taco, utilizando el modo percusión



Fig. 6.9 - Realización del taladro para insertar el taco

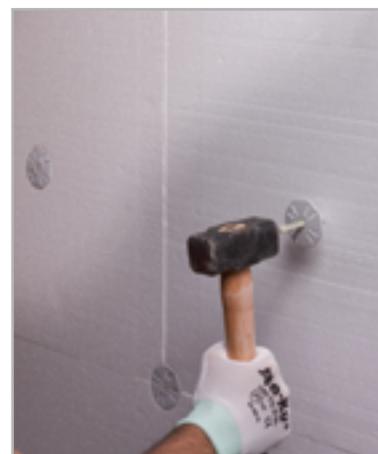
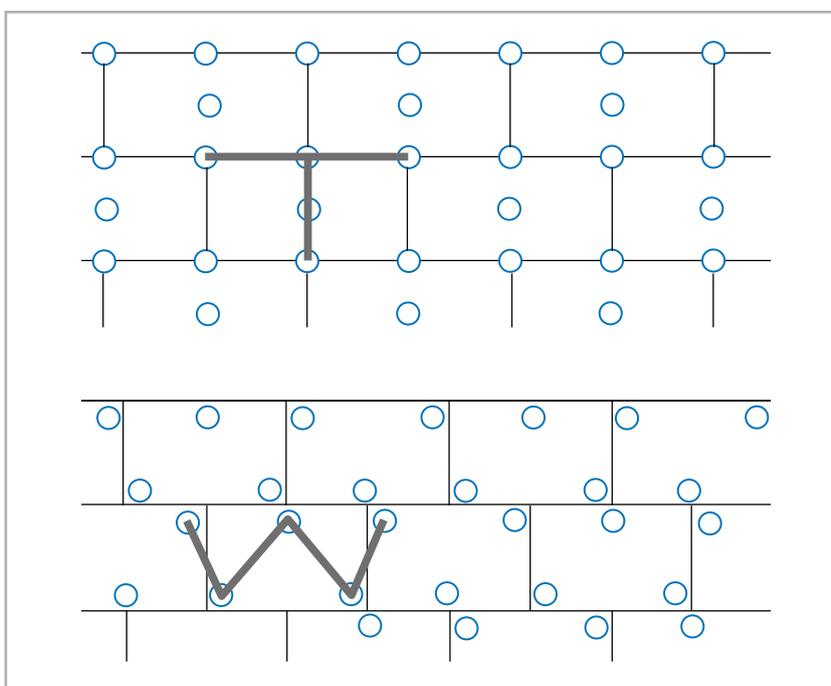


Fig. 6.10 - Inserción del taco



Esquema de fijación

en la taladradora en el caso de soportes de hormigón o ladrillos macizos.

El taco debe ser colocado con la arandela hasta el filo de la superficie del panel (taco tipo MAPETHERM FIX) o, en el caso de tacos sin arandela, colocando la adecuada pieza de cobertura.

Cada taco colocado debe estar correctamente agarrado, si no es así debe extraerse, rellenar el agujero con una espuma aislante adecuada y colocar un nuevo taco próximo al anterior.

Para realizar intervenciones de anclaje para la instalación de elementos externos en fachadas realizadas con los sistemas MAPETHERM, consultar las “Recomendaciones para la conservación y mantenimiento de fachadas realizadas con el sistema de aislamiento térmico por el exterior MAPETHERM System de Mapei”, editada por el Departamento de Asistencia Técnica de Mapei Spain, S.A.

6.5 ELEMENTOS DE REFUERZO Y PROTECCIÓN

Inmediatamente después de la colocación de los paneles, deberán aplicarse elementos de refuerzo, fijándolos sobre el panel con el mismo adhesivo/enlucido en un ancho igual al de la banda de malla del perfil a colocar; el elemento de refuerzo debe por lo tanto presionarse sobre el enlucido, de forma que el perfil y la banda de malla se embutan en él.

Los elementos de refuerzo, que deben ser de PVC o aleación de aluminio (nunca galvanizados o de hierro pintado), son:

- perfil cantonera tipo MAPETHERM PROFIL en las esquinas, para su sellado y protección mecánica;
- perfiles para juntas de dilatación lineales o angulares, tipo MAPETHERM PROFIL E o MAPETHERM PROFIL V;
- perfil con goterón para las aristas horizontales, tipo MAPETHERM ROMPIGOCCIA, a colocar perfectamente con nivel;
- perfil para el intradós de las ventanas tipo MAPETHERM PROFIL W, capaz de sellar el sistema y compensar las diversas dilataciones térmicas de los diferentes materiales que entran en contacto;
- armaduras diagonales en todos los ángulos de las aberturas, de dimensiones aprox. 30x40 cm (recorte de malla tipo MAPETHERM NET o MAPETHERM NET W, malla de refuerzo de esquinas de 65x33 mm), colocadas en contacto con el ángulo y con una inclinación de 45°, con el propósito de compensar las tensiones que se concentran en estos puntos y prevenir así la aparición de las típicas fisuras diagonales.

6.6 REALIZACIÓN DEL ENLUCIDO ARMADO (REVOQUE DE FONDO CON ARMADURA)

El enlucido de los paneles aislantes debe efectuarse con productos premezclados (tipo MAPETHERM AR1, MAPETHERM AR1 GG o MAPETHERM AR1 LIGHT) para mezclar con agua.

Es posible obtener un acabado liso utilizando el enlucido en pasta



Fig. 6.11 – Realización de la primera mano de enlucido



Fig. 6.12 – Puesta en obra de MAPETHERM NET



Fig. 6.13 – Solape de la malla de al menos 10 cm

MAPETHERM FLEX RP, exento de cemento, fibrado, flexible, coloreable, aligerado y resistente a las agresiones de algas y mohos. El uso de MAPETHERM FLEX RP hace posible la aplicación del acabado sin necesidad de la aplicación de un imprimador y permite la realización de un sistema de aislamiento por el exterior con elevadísima resistencia a los impactos. Asegurarse previamente que los paneles a enlucir no presenten una superficie pulverulenta que comprometa la adhesión del enlucido al mismo panel.

La aplicación del mortero de enlucido debe efectuarse solo después que la capa de adhesivo esté suficientemente endurecida (este tiempo viene determinado por las condiciones termo-higrométricas, normalmente al menos 48-72 horas). El mortero de enlucido debe ser aplicado con una llana de acero en un espesor uniforme de al menos 4 mm en dos capas.

En el caso de paneles fibrosos, podría ser necesario realizar un enlucido preliminar de nivelación, para poder obtener un aspecto estético de absoluta planitud.

Se procederá a la formación de la primera capa de enlucido, con un espesor aproximado de 2,5-3 mm y sobre esta capa todavía fresca se procederá a colocar la malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis MAPETHERM NET, de arriba hacia abajo, teniendo cuidado en solapar los lienzos un mínimo de 10 cm. Durante este trabajo deben evitarse burbujas o pliegues, que nunca deben eliminarse cortando la malla. La malla deberá quedar posicionada en el centro de la capa total de enlucido (o en el tercio exterior en el caso de espesores superiores a 4 mm – por ejemplo, como normalmente sucede sobre paneles fibrosos).

En correspondencia con las aristas (del edificio, de las aperturas, etc.) la malla de armadura deberá solaparse con la malla de la cantonera.

Transcurridas 24 horas y, en cualquier caso, cuando esté seca la primera capa, se procederá a la aplicación de la segunda capa, de un espesor de aproximadamente 1-1,5 mm, formando un estrato homogéneo y uniforme en el cual la malla quede completamente embebida hasta que no se vea y cubierta por un estrato de al menos 1 mm.

6.7 PROTECCIÓN DEL SISTEMA

Con el fin de impedir en cualquier punto el contacto del panel aislante con el exterior además de evitar el paso de agua, aire o polvo en las juntas entre el sistema de aislamiento por el exterior y otras partes o elementos del edificio, y para compensar los movimientos de dilataciones/contracciones térmicas de los diversos materiales que entren en contacto, se deberá prever, de acuerdo con los detalles constructivos particulares relacionados en el apartado 7, la protección de los puntos críticos específicos con cuanto sea necesario: cordón de espuma polietilénica extruida, tipo MAPEFOAM, selladores acrílicos en dispersión acuosa monocomponentes y pintables, tipo MAPEFLEX AC4 y accesorios apropiados para este fin (MAPETHERM PROFIL BA, MAPETHERM PROFIL W, etc.).

6.8 REALIZACIÓN DEL REVESTIMIENTO DE ACABADO (REVOQUE DE ACABADO)

Esperar a que la superficie del enlucido esté perfectamente seca (con buen tiempo, transcurridos un mínimo de 14 días), con el fin de no provocar la aparición de sales o carbonatos del mismo enlucido y de no “quemar”, a causa de la alcalinidad todavía residual sobre el enlucido, la resina y los pigmentos de naturaleza orgánica que pudiera contener el acabado.

Se procederá entonces a la aplicación de un imprimador conforme al revestimiento a aplicar (por ejemplo, MALECH o QUAZOLITE BASE COAT para el acabado con QUARZOLITE TONACHINO).

Transcurridas, al menos, 12 horas podrá realizarse la capa de acabado, utilizando un revestimiento mineral en pasta, aplicado de arriba hacia abajo con llana inoxidable o de plástico, y acabado con fratás de esponja o llana de plástico según la tipología del producto.

Para realizar estas operaciones deberán emplearse acabados en espesor, capaces de contrarrestar la aparición de eventuales fisuras. Los revestimientos en espesor que tienen una granulometría de al menos 1,2 mm pueden aplicarse en una sola mano, mientras que aquellos de granulometría inferior deben ser aplicados en más manos, hasta conseguir un espesor mínimo de 1,2 mm.



Fig. 6.14 – Aplicación de imprimador pigmentado



Fig. 6.15 – Aplicación del revestimiento de acabado

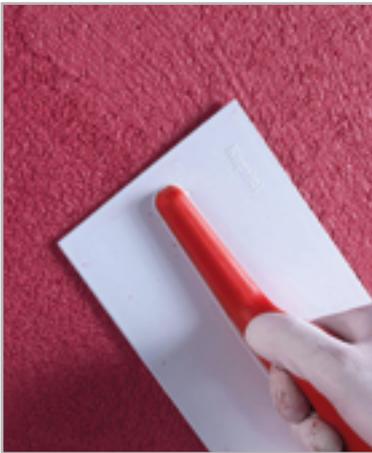


Fig. 6.16 – Acabado del revestimiento con fratás de plástico

Las interrupciones de colocación deben corresponderse con el completamiento de superficies enteras y es aconsejable prever el uso de técnicas apropiadas y de suficiente mano de obra para evitar juntas visibles; prever eventualmente bandas de interrupción horizontal y/o vertical para prevenir defectos derivados de las secuencias de aplicación.

Es aconsejable el uso de acabados de comprobada eficacia para evitar la aparición de algas y mohos.

La naturaleza del ciclo de protección y acabado deberá tener en cuenta la tipología de panel aislante utilizado, la arquitectura del edificio y su emplazamiento, el clima y las indicaciones del proyectista y del Director de la Obra.

7. LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

7.1 ADHESIVOS Y ENLUCIDOS

• MAPETHERM AR1

Mortero cementoso monocomponente para el encolado y el enlucido de paneles termoaislantes y para sistemas de aislamiento por el exterior.

- Consistencia: polvo.
- Color: gris.
- Densidad de mezcla (kg/m^3): 1.450.
- Temperatura de aplicación permitida: de $+5^\circ\text{C}$ a $+35^\circ\text{C}$.
- Relación de la mezcla: 21-24% con agua (en peso).
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 12 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 4,0-6,0 kg/m^2 según la técnica de encolado, 1,3-1,5 kg/m^2 por mm de espesor como enlucido (aconsejado: aprox. 4 mm en dos manos).
- Presentación: sacos de 25 kg.

• MAPETHERM AR1 GG

Mortero cementoso monocomponente, de grano grueso, para el encolado y el enlucido de paneles termoaislantes y para sistemas de aislamiento por el exterior.

- Consistencia: polvo.
- Color: blanco y gris.
- Densidad de la mezcla (kg/m^3): 1.400.
- Temperatura de aplicación permitida: de $+5^\circ\text{C}$ a $+35^\circ\text{C}$.
- Relación de mezcla: 21-24% con agua (en peso).
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 12 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 4,0-6,0 kg/m^2 según la técnica de encolado, 1,35-1,55 kg/m^2 por mm de espesor como enlucido (aconsejado: aprox. 4 mm en dos manos).
- Presentación: sacos de 25 kg.

• MAPETHERM AR1 LIGHT

Mortero cementoso monocomponente, aligerado, para el encolado y el enlucido de paneles termoaislantes y para sistemas de aislamiento por el exterior.

- Consistencia: polvo.
- Color: blanco.



- Densidad de mezcla (kg/m³): 1.300.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Relación de la mezcla: 29-31% con agua (en peso).
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 12 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 3,0-5,0 kg/m² según la técnica de encolado, 1,2-1,4 kg/m² por mm de espesor como enlucido (aconsejado: aprox. 4 mm).
- Presentación: sacos de 23 kg.

• MAPETHERM FLEX RP

Enlucido elástico en pasta, fibrado, exento de cemento, aligerado, resistente a las agresiones biológicas, para exteriores e interiores. Disponible en las siguientes granulometrías: 0,5 y 1,5 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco y colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad de la mezcla (g/cm³): 1,45-1,50 (según la granulometría).
- Temperatura de aplicación (del soporte y del aire): de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 0,5 mm: 1,9-2,1 kg/m² para 1mm de espesor;
1,5 mm: 4,0-5,0 kg/m² para 3-4 mm de espesor.
- Presentación: envase de 20 kg.

7.2 PANELES AISLANTES

• MAPETHERM CORK

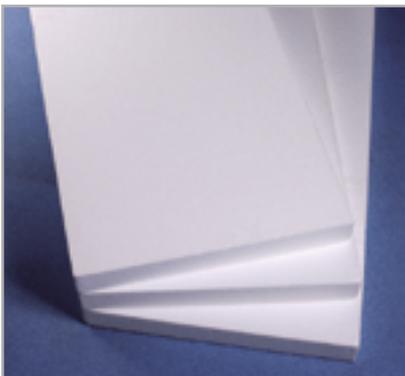
Panel aislante de corcho, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

- Composición: corcho expandido.
- Color: marrón / pardo.
- Espesores disponibles mm: 40, 50, 60, 80, 100.
- Dimensiones del panel mm: 1000 x 500.
- Presentación: paquetes de 1,5 a 4,0 m² (según el espesor).

• MAPETHERM EPS

Panel aislante de poliestireno expandido sinterizado, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

- Composición: poliestireno expandido sinterizado.



- Color: blanco.
- Espesores disponibles mm: 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200.
- Dimensiones del panel mm: 1000 x 500.
- Presentación: paquetes de 3,0 a 12,0 m² (según el espesor).

• **MAPETHERM EPS GR**

Panel aislante de poliestireno expandido sinterizado con grafito, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

- Composición: poliestireno expandido sinterizado con grafito.
- Color: gris.
- Espesores disponibles mm: 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200.
- Dimensiones del panel mm: 1000 x 500.
- Presentación: paquetes de 3,0 a 12,0 m² (según el espesor).

• **MAPETHERM M. WOOL**

Panel aislante de lana de fibra de vidrio de alta densidad, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

- Composición: lana de fibra de vidrio de alta densidad.
- Color: amarillo.
- Espesores disponibles mm: 40, 50, 60, 80, 100, 120.
- Dimensiones del panel mm: 1200 x 600.
- Presentación: paquetes de 3,6 a 7,2 m² (según el espesor).

• **MAPETHERM MWR – MWR MD**

Panel aislante de lana de roca volcánica, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

- Composición: lana de roca volcánica doble densidad y monodensidad.
- Color: amarillo.
- Espesores disponibles mm: 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 180, 200.
- Dimensiones del panel mm: 1200 x 600.
- Presentación: paquetes de 0,72 a 4,32 m² (según el espesor).

• **MAPETHERM XPS**

Panel aislante de poliestireno extruido, para sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

- Composición: poliestireno extruido.
- Color: amarillo claro.
- Espesores disponibles mm: 40, 60, 80, 100, 120.
- Dimensiones del panel mm: 1200 x 600.
- Presentación: paquetes de 2,25 a 7,50 m² (según el espesor).





7.3 ACCESORIOS

• ELASTOCOLOR NET

Malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis, para el armado de enlucidos en pasta de granulometría fina.

- Composición: 100% fibra de vidrio.
- Color: blanco.
- Dimensión de la luz (mm): 2,7 x 2,7.
- Peso de la malla con apresto (g/m²): aprox. 61.
- Presentación: rollos de 50 x 1 metro.

• MAPETHERM BA

Perfil de arranque en aluminio con goterón.

- Composición: aluminio.
- Color: gris.
- Medidas disponibles (mm): 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200.
- Dimensiones (m): 2,50.
- Presentación: paquetes de 6 a 10 piezas.

• MAPETHERM FIX

Anclaje para la fijación de paneles aislantes y sistemas compuestos de aislamiento térmico, con elementos de plástico inyectado y arandela flexible.

- Composición: plástico inyectado y/o bástago de acero.
- Color: blanco.
- Medidas disponibles (mm): 75, 95, 115, 135, 155, 175, 195, 215, 235.
- Presentación: cajas de 100 a 200 piezas.

• MAPETHERM FIX H

Anclaje para la fijación de paneles aislantes y sistemas compuestos de aislamiento térmico, con bástago de acero y elementos de plástico inyectado.

- Composición: plástico inyectado y/o bástago de acero.
- Color: blanco.
- Medidas disponibles (mm): 95, 115, 135, 155, 175, 195, 215, 235, 255, 275, 295.
- Presentación: cajas de 100 a 200 piezas.

• **MAPETHERM NET**

Malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis, idónea para la ejecución de enlucidos armados, para la reparación de fachadas o para la ejecución de sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

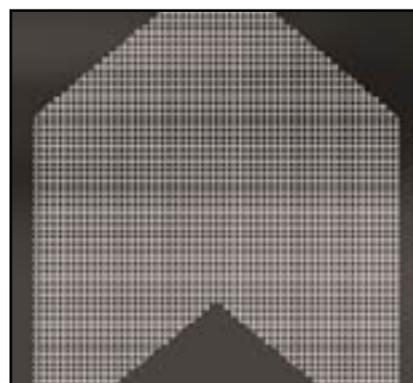
- Composición: 100% fibra de vidrio.
- Color: blanco.
- Dimensión de la luz (mm): 4,15 x 3,8.
- Peso de la malla con apresto (g/m²): aprox. 150.
- Presentación: rollos de 50 x 1 metro.



• **MAPETHERM NET W**

Malla de refuerzo en esquinas.

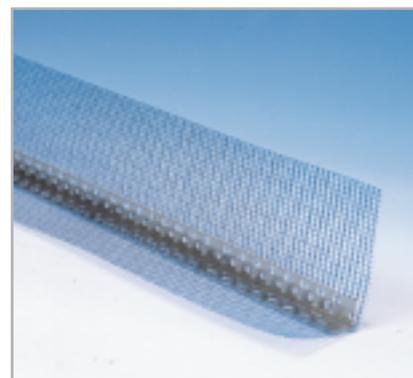
- Composición: 100% fibra de vidrio.
- Dimensión de malla (mm): 3,5 x 3,8.
- Dimensión: 65x33.
- Peso: 160 g/m².



• **MAPETHERM PROFIL**

Perfil angular de aluminio, con malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis, premontada.

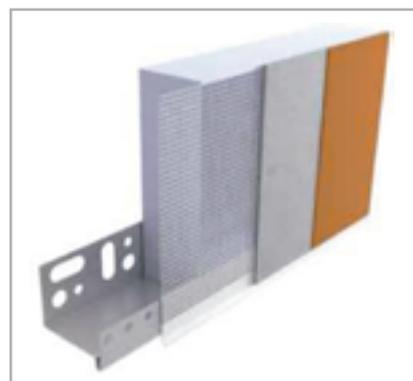
- Composición: aluminio.
- Color: gris.
- Dimensiones (m): 2,50.
- Presentación: paquetes de 100 piezas.

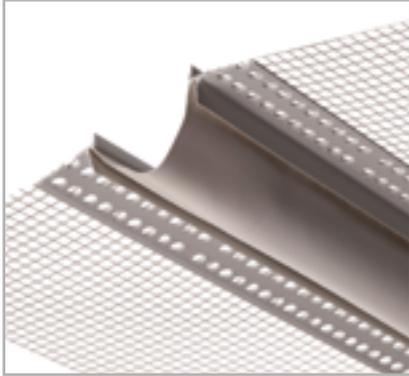


• **MAPETHERM PROFIL BA**

Perfil con goterón de PVC, con malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis de 10 cm premontada, para perfil de arranque MAPETHERM BA.

- Composición: PVC.
- Color: blanco.
- Dimensiones (m): 2,50.
- Presentación: paquetes de 25 piezas.





• **MAPETHERM PROFIL E**

Perfil de PVC, con malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis de 10 cm premontada y membrana flexible para juntas de dilatación planas.

- Composición: PVC.
- Color: blanco.
- Dimensiones (m): 2,50.
- Presentación: paquetes de 25 piezas.



• **MAPETHERM PROFIL L**

Perfil de aluminio, para la protección del sistema en entregas bajo techo o bien como coronación del sistema protegiendo el aislamiento.

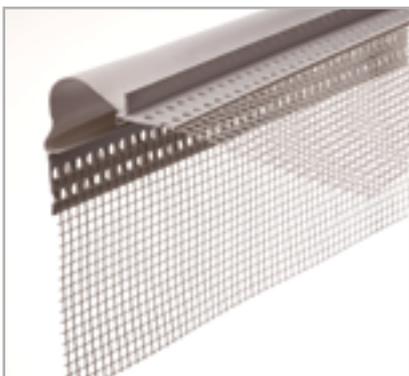
- Composición: aluminio.
- Color: gris.
- Medidas disponibles (mm): 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200.
- Dimensiones (m): 2,50.
- Presentación: paquetes de 10 piezas.



• **MAPETHERM PROFIL LATERALE**

Perfil de aluminio, para la entrega del panel aislante en encuentros laterales que no tengan continuidad, horizontales que no necesiten del perfil L de coronación y en puntos singulares de encuentro del sistema.

- Composición: aluminio.
- Color: gris.
- Medidas disponibles (mm): 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200.
- Dimensiones (m): 2,50.
- Presentación: paquetes de 6 a 10 piezas.



• **MAPETHERM PROFIL V**

Perfil de PVC, con malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis de 10 cm premontada y membrana flexible, para juntas de dilatación angulares.

- Composición: PVC.
- Color: blanco.
- Dimensiones (m): 2,50.
- Presentación: paquetes de 25 piezas.

• **MAPETHERM PROFIL W**

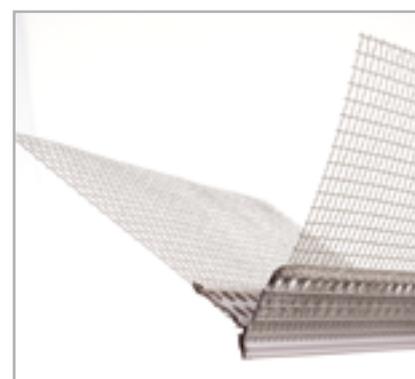
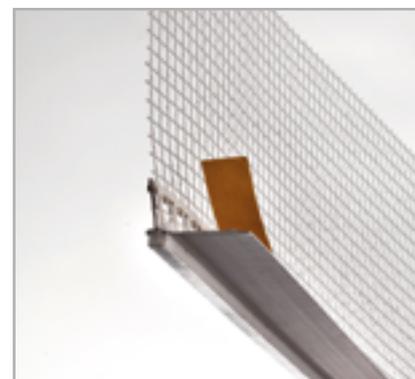
Perfil de PVC, con malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis de 10 cm premontada, para el intradós de ventanas.

- Composición: PVC.
- Color: blanco.
- Dimensiones (m): 2,40.
- Presentación: paquetes de 30 piezas.

• **MAPETHERM ROMPIGOCCIA**

Perfil angular con goterón, de PVC, con malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis de 10 cm premontada, para aberturas de puertas y ventanas. Utilizable como goterón para balcones y salientes.

- Composición: PVC.
- Color: blanco.
- Dimensiones (m): 2,50.
- Presentación: paquetes de 20 piezas.



7.4 IMPRIMADORES Y ACABADOS

• **ELASTOCOLOR TONACHINO PLUS**

Revestimiento elastomérico higienizante, para exteriores e interiores, elástico, hidrorrepelente y resistente a algas y mohos.

Disponible en las siguientes granulometrías: 1,2 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,70.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 83.
- Relación de dilución: listo para usar.
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 1,2 mm; 1,9-2,3 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.

• **MALECH**

Fondo acrílico al agua, que uniformiza y promueve la adherencia.

- Consistencia: líquida.
- Color: transparente.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,01.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 15.



- Relación de dilución: listo para usar, en caso de superficies poco absorbentes 30-50% de agua.
- Tiempo de espera para la aplicación del acabado: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,10-0,15 kg/m².
- Presentación: envase de 2 y 10 kg.

• QUARZOLITE BASE COAT

Fondo acrílico pigmentado, para exteriores e interiores, que uniformiza, rellena y promueve la adherencia.

- Consistencia: líquido pastoso.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,58.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 67.
- Relación de dilución: listo para usar o diluido con 5-10% de agua.
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,3-0,5 kg/m² por mano.
- Presentación: envase de 20 kg.

• QUARZOLITE HF PLUS

Pintura acrílica higienizante con cuarzo granular, para exteriores e interiores, duradero y con capacidad de relleno, resistente a algas y mohos.

- Consistencia: líquido pastoso.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,58.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 70.
- Relación de dilución: 10-15% de agua.
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,35-0,45 kg/m² (referido a dos manos de producto).
- Presentación: envase de 20 kg.



• QUARZOLITE TONACHINO

Revestimiento acrílico con espesor, para exteriores e interiores, para una elevada protección y capacidad de relleno.

Disponible en las siguientes granulometrías: 0,7 mm, 1,2 mm, 1,5 mm y 2,0 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco o colores obtenidos con sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,65-1,95 (según la granulometría).
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 85.
- Relación de dilución: listo para usar (eventualmente diluir con 1-2% de agua).
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 0,7 mm: 1,7-2,0 kg/m²; 1,2 mm: 1,9-2,3 kg/m²; 1,5 mm: 2,2-2,6 kg/m²; 2,0 mm: 3,0-3,5 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.



• QUARZOLITE TONACHINO PLUS

Revestimiento acrílico higienizante, para exteriores e interiores, para una elevada protección y resistencia a mohos y algas.

Disponible en las siguientes granulometrías: 1,2 mm, 1,5 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,55-1,85 (según la granulometría).
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 85.
- Relación de dilución: listo para usar (eventualmente diluir con 1-2% de agua).
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 1,2 mm: 1,9-2,3 kg/m²; 1,5 mm: 2,2-2,6 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.





• SILANCOLOR AC PITTURA PLUS

Pintura acrílica-siloxánica, higienizante, para exteriores e interiores, hidrorrepelente y resistente a mohos y algas.

- Consistencia: líquido pastoso.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,55.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 66.
- Relación de dilución: 10-15% de agua.
- Tiempo de espera entre capas: 12-24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,3-0,4 kg/m² (referido a dos manos de producto).
- Presentación: envase de 20 kg.

• SILANCOLOR AC TONACHINO

Revestimiento acrílico-siloxánico, hidrorrepelente, para exteriores e interiores, con espesor y con alto poder de relleno.

Disponible en las siguientes granulometrías: 1,2 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,70.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 80.
- Relación de dilución: listo para usar (eventualmente diluir con 1-2% de agua).
- Tiempo de espera entre capas: 12-24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 1,2 mm; 1,9-2,3 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.

• **SILANCOLOR AC TONACHINO PLUS**

Revestimiento acrílico-siloxánico, hidrorrepelente, para exteriores e interiores, resistente a mohos y algas.

Disponible en las siguientes granulometrías: 1,2 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,70.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 80.
- Relación de dilución: listo para usar.
- Tiempo de espera entre capas: 12-24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 1,2 mm; 1,9-2,3 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.

• **SILANCOLOR BASE COAT**

Fondo siloxánico pigmentado, para exteriores e interiores, que uniformiza, rellena, y es hidrorrepelente.

- Consistencia: líquido pastoso.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,58.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 67.
- Relación de dilución: listo para usar o diluido con 5-10% de agua.
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,3-0,5 kg/m² por mano.
- Presentación: envase de 20 kg.

• **SILANCOLOR BASE COAT PLUS**

Fondo siloxánico pigmentado, higienizante, para exteriores e interiores, que uniformiza y es resistente a mohos y algas.

- Consistencia: líquido denso.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,60.



- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 68.
- Relación de dilución: listo para usar o diluido hasta el 10% de agua.
- Tiempo de espera entre capas: 12-24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,2-0,3 kg/m² por mano.
- Presentación: envase de 20 kg.

• SILANCOLOR CLEANER PLUS

Detergente higienizante en solución acuosa, que uniformiza y resiste a mohos y algas.

- Consistencia: líquido fluido.
- Color: transparente.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,01.
- Relación de dilución: diluir hasta el 300% con agua.
- Tiempo de espera para repetir la aplicación: 12-24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: pulverizador manual a baja presión o brocha.
- Consumo: 0,2-1 kg/m² de solución lista para usar.
- Presentación: envase de 1 y 5 kg.

• SILANCOLOR PITTURA PLUS

Pintura siloxánica, higienizante, para exteriores e interiores, hidrorrepelente, transpirable y resistente a mohos y algas.

- Consistencia: líquido pastoso.
- Color: blanco o colores obtenidos con sistema el automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,55.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 65.
- Relación de dilución: 15-20% de agua.
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,3-0,4 kg/m² (referido a dos manos de producto).
- Presentación: envase de 5 y 20 kg.



• **SILANCOLOR PRIMER**

Fondo siloxánico, uniformador y transpirable.

- Consistencia: líquido fluido.
- Color: blanquecino.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,01.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 12.
- Relación de dilución: listo para usar.
- Tiempo de espera para repetir la aplicación: 12-24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,10-0,15 kg/m².
- Presentación: envase de 10 kg.

• **SILANCOLOR PRIMER PLUS**

Fondo siloxánico higienizante, uniformador y resistente a mohos y algas.

- Consistencia: líquido fluido.
- Color: blanquecino.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,01.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 5.
- Relación de dilución: listo para usar.
- Tiempo de espera para repetir la aplicación: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,1-0,3 kg/m².
- Presentación: envase de 2 y 10 kg.

• **SILANCOLOR TONACHINO**

Revestimiento siloxánico con espesor, para exteriores e interiores, hidrorrepelente, transpirable y con un elevado poder de rellenado.

Disponibles en las siguientes granulometrías: 0,7 mm, 1,2 mm, 1,5 mm y 2,0 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,65-1,95 (según la granulometría).
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 80.
- Relación de dilución: listo para usar (eventualmente diluir con 1-2% de agua).
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.





- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: llana
- Consumo: 0,7 mm: 1,7-2,0 kg/m²; 1,2 mm: 1,9-2,3 kg/m²; 1,5 mm: 2,2-2,6 kg/m²; 2,0 mm: 3,0-3,5 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.

• SILANCOLOR TONACHINO PLUS

Revestimiento siloxánico higienizante, para exteriores e interiores, hidrorrepelente, transpirable y resistente a mohos y algas.

Disponible en las siguientes granulometrías: 0,7 mm, 1,2 mm y 1,5 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,65-1,90 (según la granulometría).
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 80.
- Relación de dilución: listo para usar (eventualmente diluir con 1-2% de agua).
- Tiempo de espera entre capas: 12-24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +5°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 24 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 0,7 mm: 1,7-2,0 kg/m²; 1,2 mm: 1,9-2,3 kg/m²; 1,5 mm: 2,2-2,6 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.

• SILEXCOLOR BASE COAT

Fondo a base de silicatos pigmentados, para exteriores e interiores, que uniformiza y rellena, con elevada transpirabilidad según la norma DIN 18363.

- Consistencia: líquido pastoso.
- Color: blanco o colores obtenidos con el sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,60.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 67.
- Relación de dilución: listo para usar o 5-10% de SILEXCOLOR PRIMER.
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +8°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 12 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,3-0,5 kg/m².



• **SILEXCOLOR PRIMER**

Fondo a base de silicatos, uniformador y de elevada transpirabilidad según la norma DIN 18363.

- Consistencia: líquido fluido.
- Color: transparente, incoloro.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,1.
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 17.
- Relación de dilución: listo para usar.
- Tiempo de espera para repetir la aplicación: 12-24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +8°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 12 meses.
- Aplicación: brocha, rodillo o proyección.
- Consumo: 0,1-0,15 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.

• **SILEXCOLOR TONACHINO**

Revestimiento a base de silicatos, con espesor, para exteriores e interiores, de elevada transpirabilidad y poder de relleno, según la norma DIN 18363. Disponible en las siguientes granulometrías: 0,7 mm, 1,2 mm, 1,5 mm y 2,0 mm.

- Consistencia: pastosa.
- Color: blanco o colores obtenidos con sistema automático de color ColorMap®.
- Densidad (EN ISO 2811-1) (g/cm³): aprox. 1,65-1,95 (según la granulometría).
- Residuo seco (EN ISO 3251) (%): aprox. 80.
- Relación de dilución: listo para usar (eventualmente diluir con 3-5% de SILEXCOLOR PRIMER).
- Tiempo de espera entre capas: 24 horas.
- Temperatura de aplicación permitida: de +8°C a +35°C.
- Limpieza: agua.
- Almacenamiento: 12 meses.
- Aplicación: llana.
- Consumo: 0,7 mm: 1,7-2,0 kg/m²; 1,2 mm: 1,9-2,3 kg/m²; 1,5 mm: 2,2-2,6 kg/m²; 2,0 mm: 3,0-3,5 kg/m².
- Presentación: envase de 20 kg.





8. LOS SERVICIOS DE MAPEI

CALIDAD CERTIFICADA

Mapei garantiza el suministro de materiales de elevadísima calidad, estudiados, desarrollados y testados adecuadamente para el sistema de aislamiento por el exterior y para la durabilidad de sus prestaciones.

La fiabilidad está acreditada por los certificados de idoneidad conseguidos, tanto de los sistemas como para cada uno de los componentes. La aprobación técnica ETA (Evaluación Técnica Europea), expedida en base a la guía europea ETAG 004, representa una declaración a nivel europeo de la calidad y constancia de producción, que son la base de la funcionalidad y durabilidad de los sistemas MAPETHERM.

La tecnología Mapei y la experiencia internacional, obtenida en el sector de los adhesivos a lo largo de los años, permiten la realización eficaz y duradera de los sistemas de aislamiento por el exterior con acabados de elevado valor estético.

Mapei garantiza la calidad de los materiales a través de controles continuos y programados de la producción, con el fin de verificar la respuesta a las características necesarias para la fiabilidad y la durabilidad del sistema.

Los mayores esfuerzos de Mapei se dedican a la investigación, y cada año destina el 5% de la facturación a inversiones en investigación y desarrollo.

PÓLIZA DE SEGURO

Para confirmar su calidad y eficacia, todos los sistemas MAPETHERM se acogen a una póliza de seguro de obras para la reparación de los daños causados por defectos de los materiales, expedida por un grupo asegurador de primer nivel.

SERVICIO TÉCNICO-COMERCIAL

Para gestionar la complejidad y la heterogeneidad de las cuestiones que se pueden plantear, Mapei ofrece un servicio especializado, dedicado al sector, a través de su Servicio de Asistencia Técnica, localizado en todo el territorio, para recomendar las soluciones constructivas más adecuadas en función de la singularidad de cada proyecto.



Osterreichisches Institut für Bautechnik
Scheffersstraße 4 · 1020 Wien · Austria
T +43 1 531 65 50 · F +43 1 531 64 23
mail@oib.or.at · www.oib.or.at

OiB
Mitglied der EOTA

European technical approval **ETA-10/0024**

(English language translation, the original version is in German language)

Handelsbezeichnung Trade name	Mapotherm M. Wool
Zulassungsinhaber Holder of approval	Mapel S.p.A. Via Caffaro, 22 20158 Matland (MI) Italy
Zulassungsgegenstand und Verwendungszweck	Außenseitiges Wärmedämm-Verbundsystem mit Putzschi- cht zur Wärmedämmung von Gebäuden
Generic type and use of construction product	External Thermal Insulation Composite System with rendering for the use as external insulation of building walls
Geltungsdauer vom Datum bis	28.06.2013 27.06.2018
Herstellwerk Manufacturing plant	Mapel S.p.A. Strada Provinciale 159 20060 Robbiano di Molaglia (MI) Italy

Diese Europäische
technische Zulassung umfasst
This European technical
approval contains

15 Seiten einschließlich 0 Anhängen
15 pages including 0 Annexes

Diese Europäische
technische Zulassung ersetzt
This European technical
approval replaces

**ETA-10/0024 mit Geltungsdauer vom 20.01.2010 bis
19.01.2015**
ETA-10/0024 with validity from 20.01.2010 to 19.01.2015



European Organisation for Technical Approvals
Europäische Organisation für Technische Zulassungen
Organisation Européenne pour l'Agreement Technique



Osterreichisches Institut für Bautechnik
Scheffersstraße 4 · 1020 Wien · Austria
T +43 1 531 65 50 · F +43 1 531 64 23
mail@oib.or.at · www.oib.or.at

OiB
Member of EOTA

European technical approval **ETA-10/0025**

(English language translation, the original version is in German language)

Handelsbezeichnung Trade name	Mapotherm EPS
Zulassungsinhaber Holder of approval	Mapel S.p.A. Via Caffaro, 22 20158 Matland (MI) Italy
Zulassungsgegenstand und Verwendungszweck	Außenseitiges Wärmedämm-Verbundsystem mit Putzschi- cht zur Wärmedämmung von Gebäuden
Generic type and use of construction product	External Thermal Insulation Composite System with rendering for the use as external insulation of building walls
Geltungsdauer vom Datum bis	28.06.2013 27.06.2018
Herstellwerk Manufacturing plant	Mapel S.p.A. Strada Provinciale 159 20060 Robbiano di Molaglia (MI) Italy

Diese Europäische
technische Zulassung umfasst
This European technical
approval contains

15 Seiten einschließlich 0 Anhängen
15 pages including 0 Annexes

Diese Europäische
technische Zulassung ersetzt
This European technical
approval replaces

**ETA-10/0025 mit Geltungsdauer vom 20.01.2010 bis
19.01.2015**
ETA-10/0025 with validity from 20.01.2010 to 19.01.2015



European Organisation for Technical Approvals
Europäische Organisation für Technische Zulassungen
Organisation Européenne pour l'Agreement Technique



9. LOS DETALLES CONSTRUCTIVOS Y LOS PUNTOS CRÍTICOS

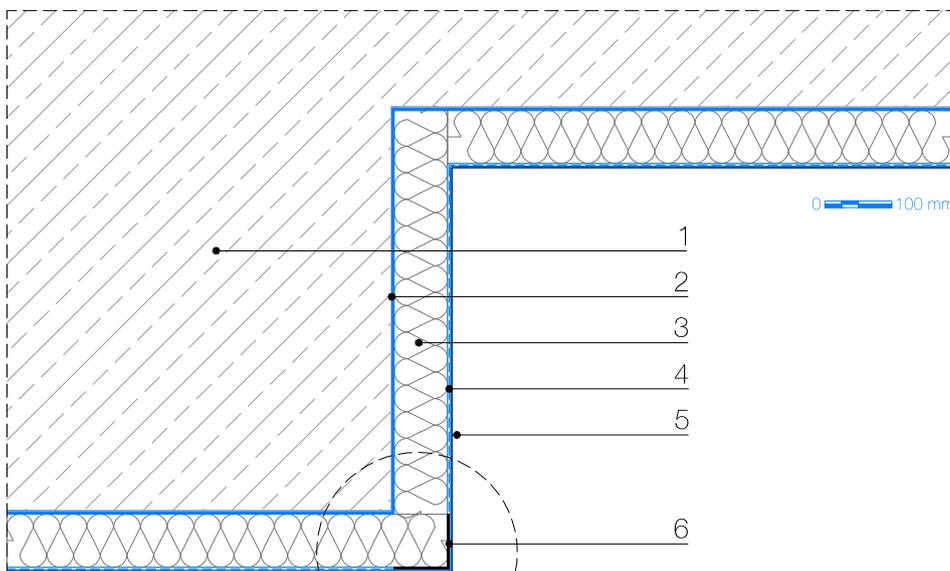
Este apartado propone algunos esquemas de detalles constructivos y puntos críticos, típicos en los sistemas de aislamiento por el exterior, señalando situaciones de conexión o de enlace entre el sistema de aislamiento y el cerramiento o a particularidades del mismo, a puertas, ventanas, balcones, etc.

Todos los esquemas estarán disponibles en formato DWG en la web www.mapei.es.

Nota importante: las representaciones gráficas que se encuentran a continuación tienen un fin puramente informativo. El detalle técnico que se muestra es un apoyo al diseño. La posibilidad de esta instalación, su idoneidad y las características técnicas del detalle deben ser verificadas por el destinatario y/o responsable del proyecto ejecutivo. El detalle representado no reemplaza de ninguna manera la información que contiene un proyecto ejecutivo de construcción y los detalles de puesta en obra necesarios. Todas las dimensiones deben ser verificadas y establecidas en el proyecto ejecutivo de construcción.

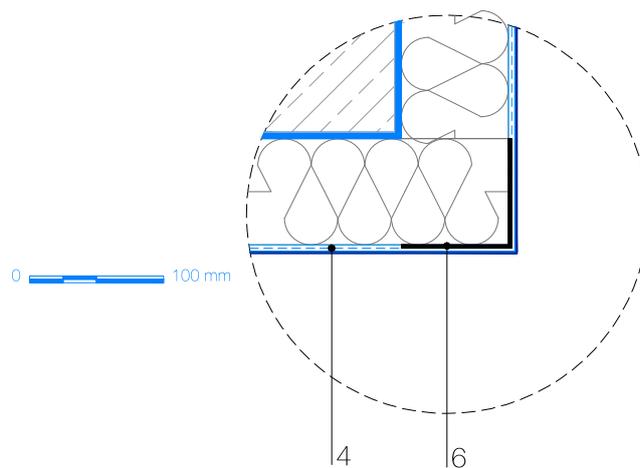
AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
Detalle ángulo entrante y saliente - Sección horizontal (escala aprox. 1:10 - 1:5)

Esquema n. 01
Rev. 1 del 12.04.2016



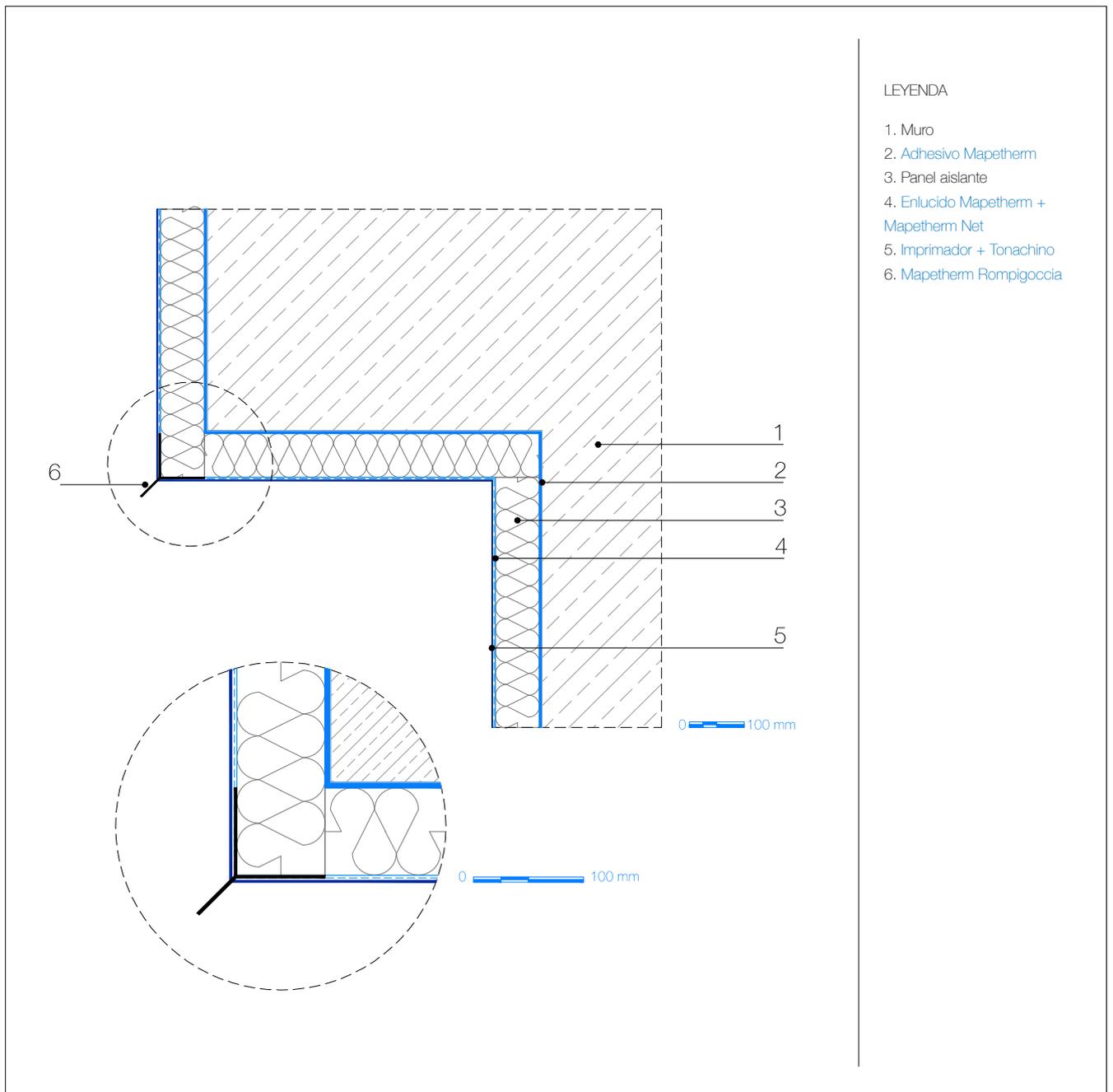
LEYENDA

- 1. Muro
- 2. Adhesivo Mapetherm
- 3. Panel aislante
- 4. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
- 5. Imprimador + Tonachino
- 6. Mapetherm Profil



AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
Detalle de dintel - Sección vertical (escala aprox. 1:10 - 1:5)

Esquema n. 02
Rev. 1 del 12.04.2016



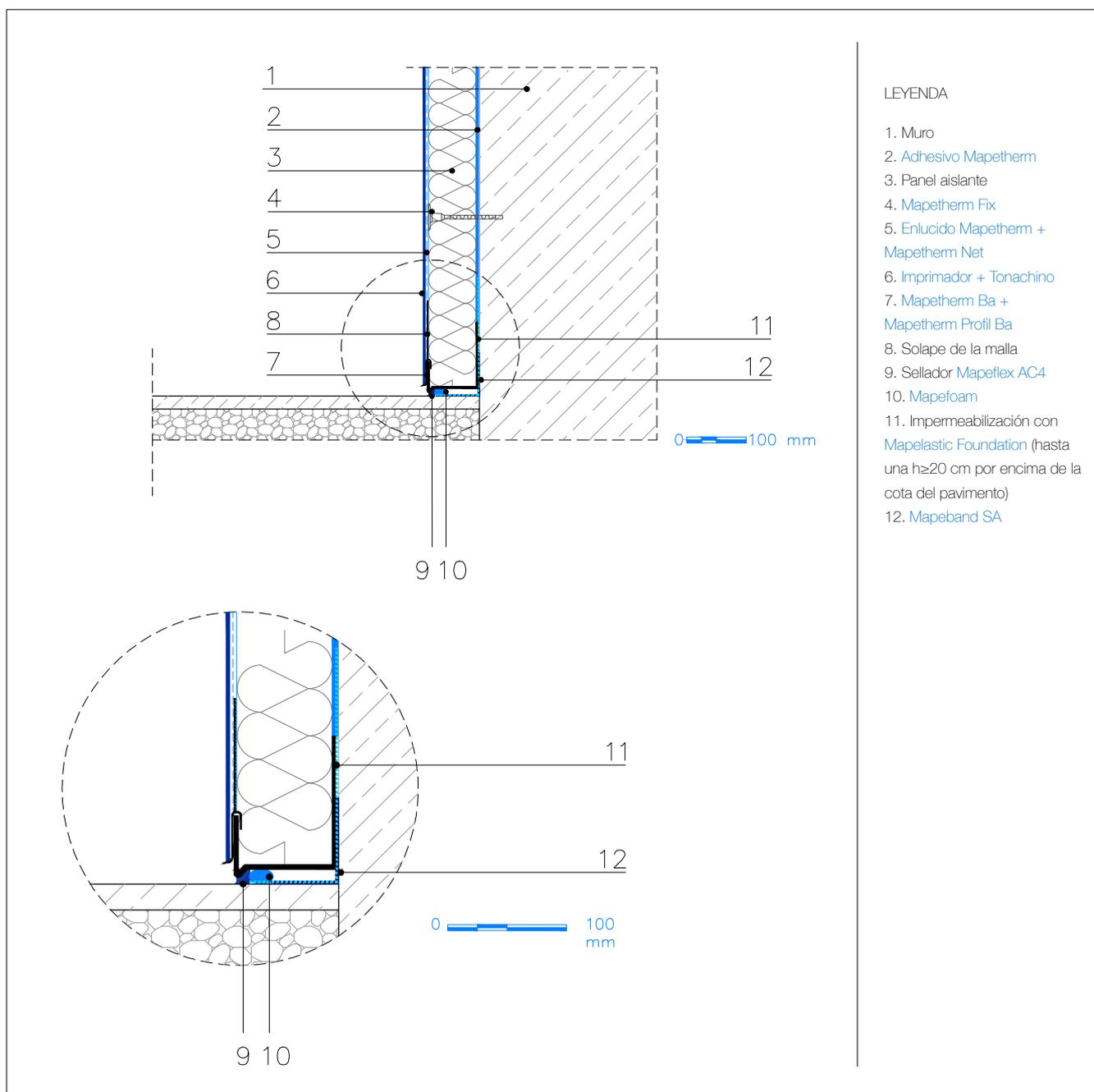
AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System

Encuentro de pavimento existente con perfil de arranque –

Sección vertical (escala aprox. 1:10 - 1:5)

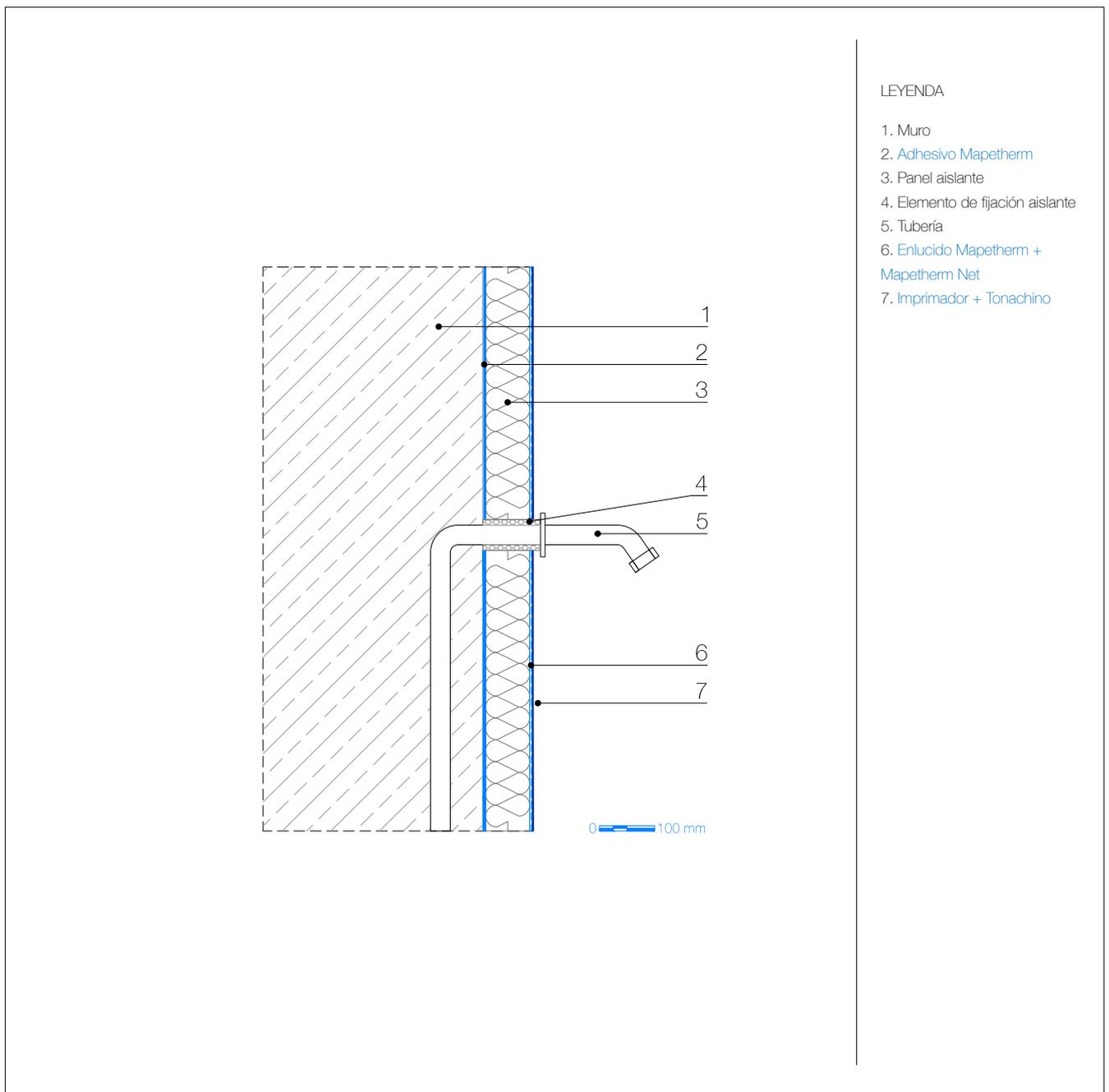
Esquema n. 03

Rev. 1 del 12.04.2016



AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
 Encuentro con grifo exterior - Sección vertical (escala aprox. 1:10)

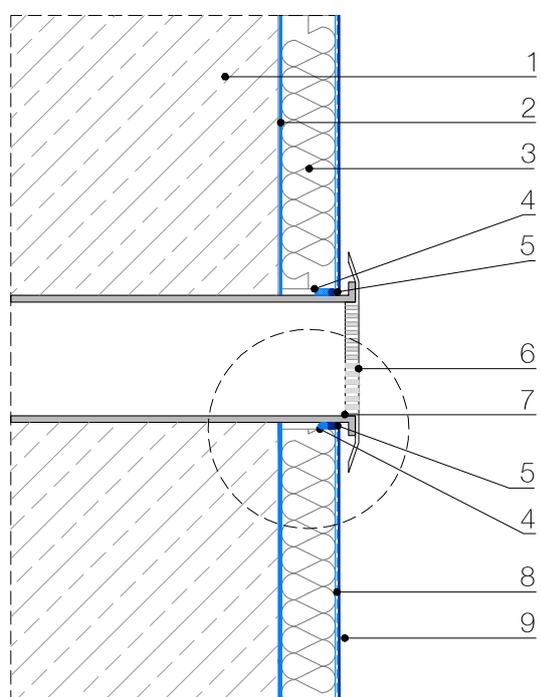
Esquema n. 04
 Rev. 1 del 12.04.2016



AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System

Encuentro con rejilla de ventilación - Sección vertical (escala aprox. 1:10 - 1:5)

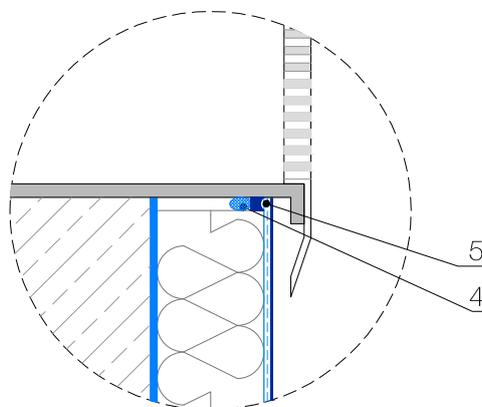
Esquema n. 05
Rev. 1 del 12.04.2016



LEYENDA

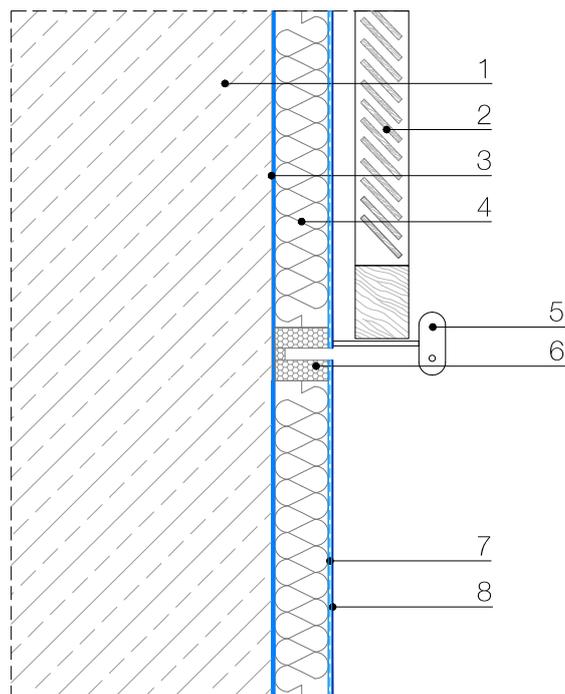
1. Muro
2. Adhesivo Mapetherm
3. Panel aislante
4. Relleno de junta Mapefoam
5. Sellador Mapeflex AC4
6. Rejilla de cierre
7. Tubo de plástico
8. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
9. Imprimador + Tonachino

0 100 mm



AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
Encuentro con herrajes- Sección vertical (escala aprox. 1:10)

Esquema n. 06
Rev. 1 del 12.04.2016

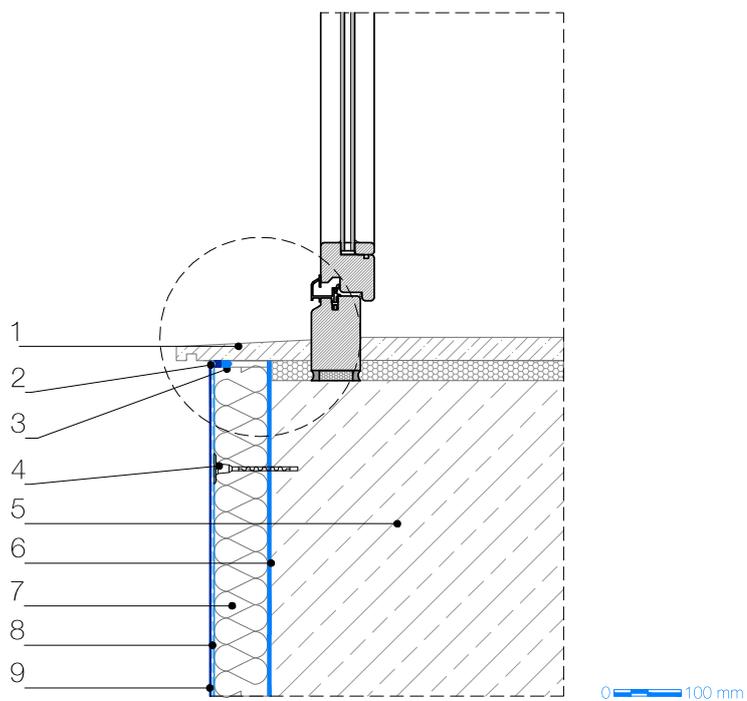
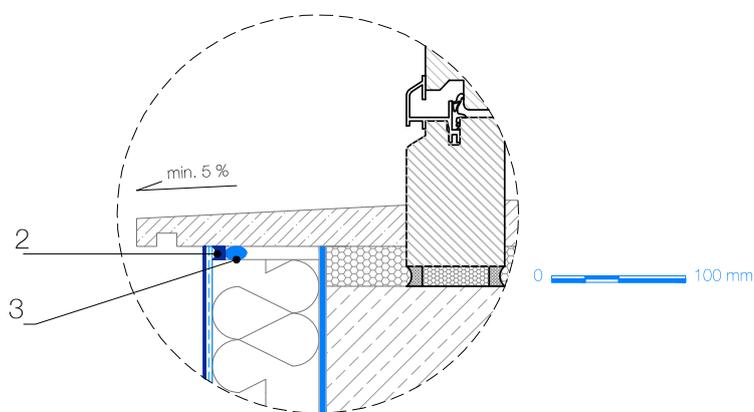


LEYENDA

1. Muro
2. Persiana
3. Adhesivo Mapetherm
4. Panel aislante
5. Herrajes fijador de persianas
6. Elementos de fijación aislante
7. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
8. Imprimador + Tonachino

AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
 Encuentro con alféizar - Sección vertical (escala aprox. 1:10)

Esquema n. 07
 Rev. 1 del 12.04.2016



LEYENDA

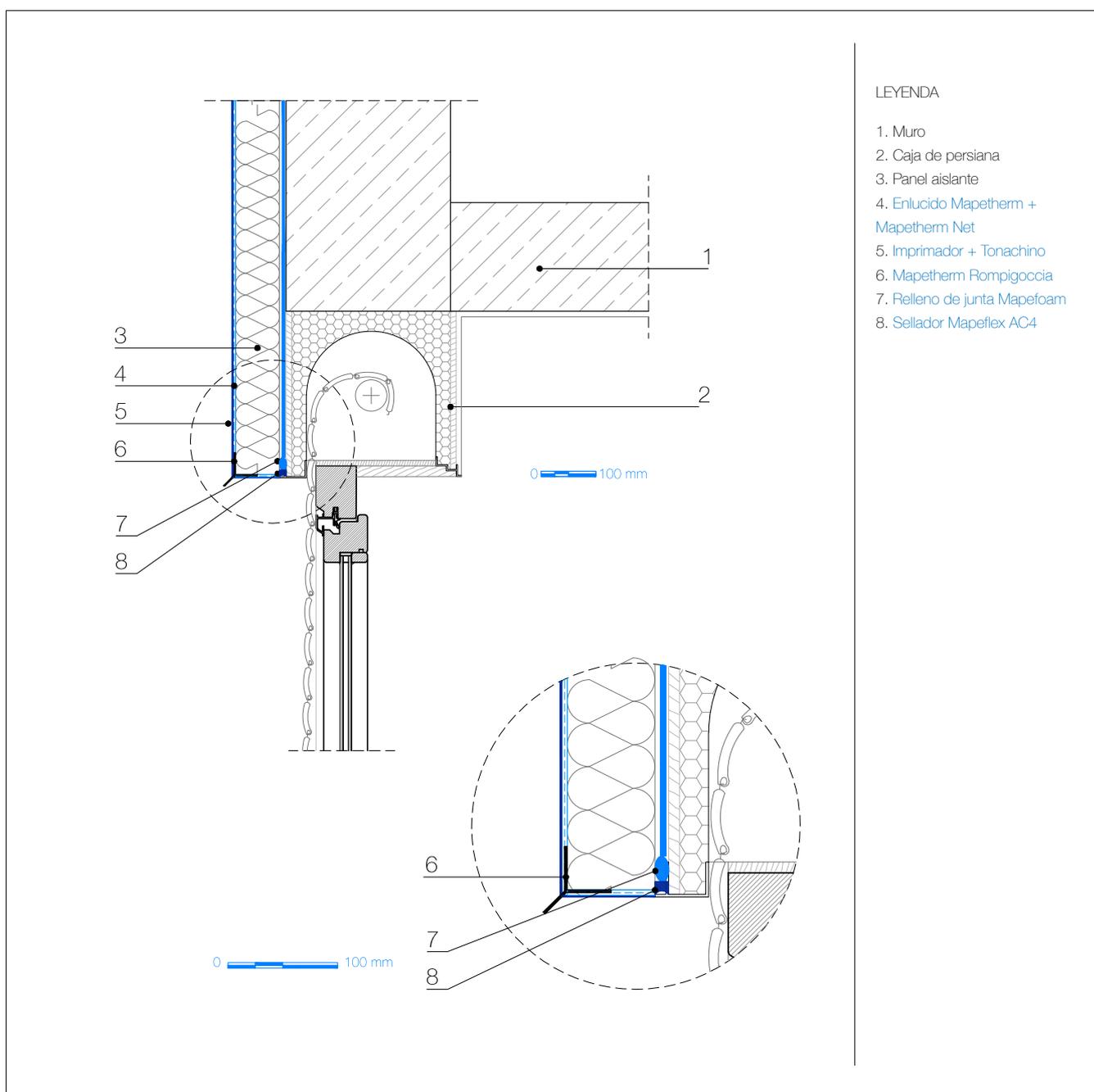
1. Alféizar
2. Sellador Mapeflex AC4
3. Relleno de junta Mapefoam
4. Mapetherm Fix
5. Muro
6. Adhesivo Mapetherm
7. Panel aislante
8. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
9. Imprimador + Tonachino

AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System

Encuentro con caja de persiana por el exterior –
Sección vertical (escala aprox. 1:10 – 1:5)

Esquema n. 08

Rev. 1 del 12.04.2016



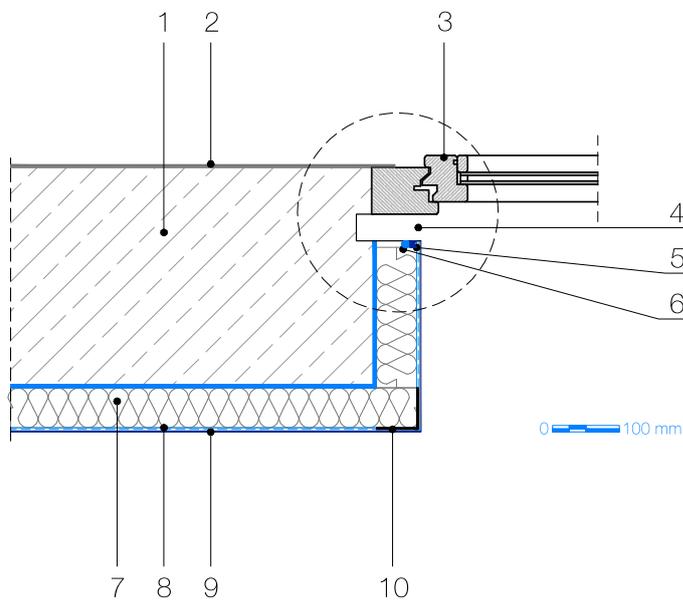
LEYENDA

1. Muro
2. Caja de persiana
3. Panel aislante
4. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
5. Imprimador + Tonachino
6. Mapetherm Rompigoccia
7. Relleno de junta Mapefoam
8. Sellador Mapeflex AC4

AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System

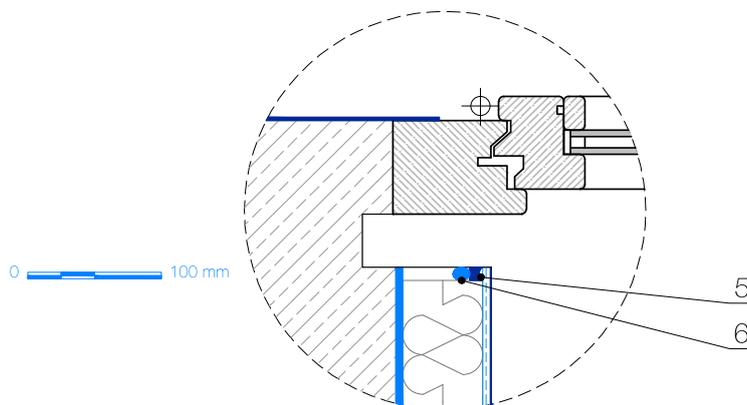
Encuentro con ventana con guía de persiana rehundida –
Sección horizontal (escala aprox. 1:10 – 1:5)

Esquema n. 09
Rev. 1 del 12.04.2016



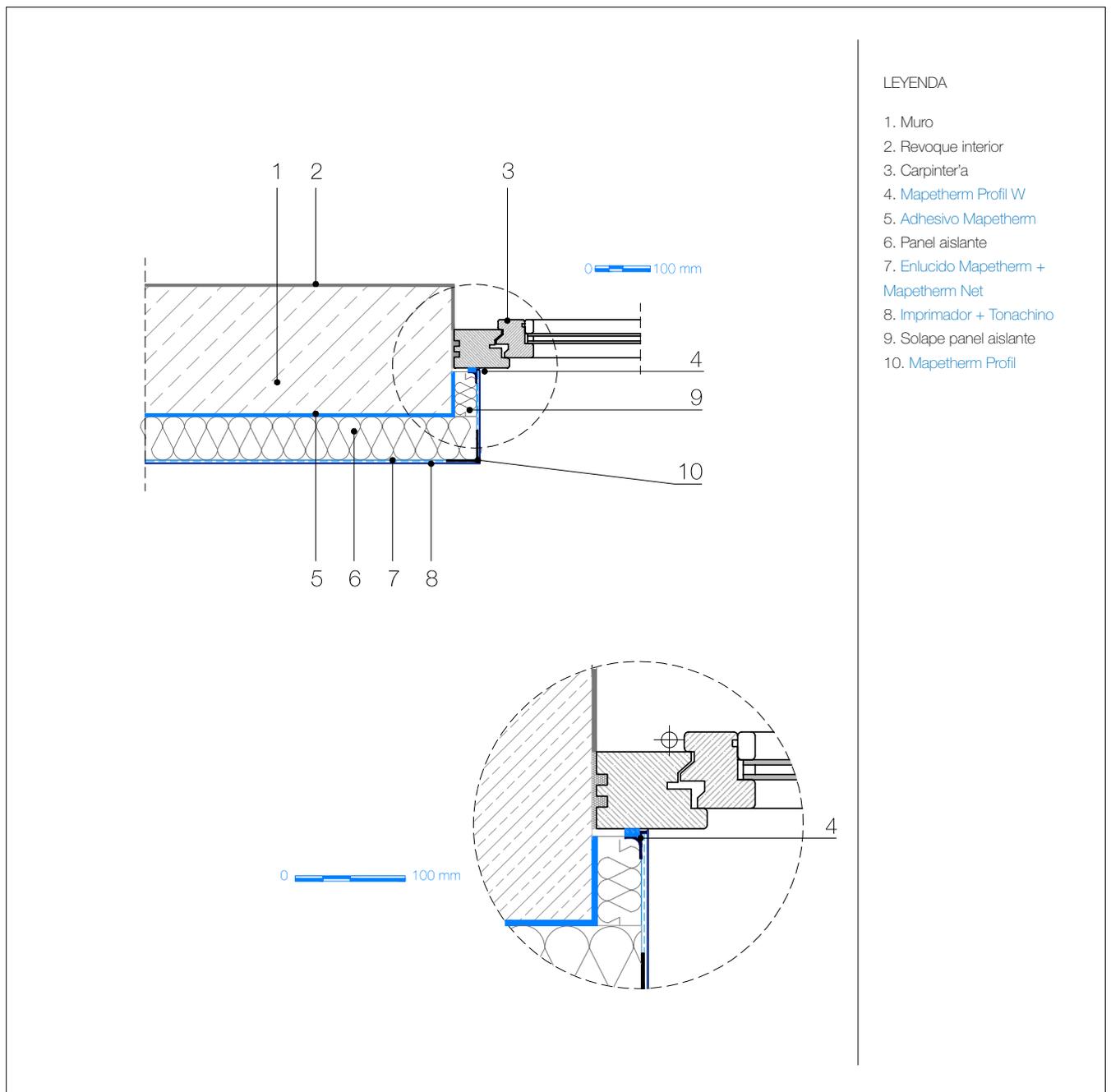
LEYENDA

1. Muro
2. Revoque interior
3. Carpintería
4. Guía de deslizamiento
5. Sellador Mapeflex AC4
6. Relleno de junta Mapefoam
7. Panel aislante
8. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
9. Imprimador + Tonachino
10. Mapetherm Profil



AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
 Encuentro con puertas y ventanas por el lado interno o en el centro –
 Sección horizontal (escala aprox. 1:10 – 1:5)

Esquema n.10
 Rev. 1 del 12.04.2016



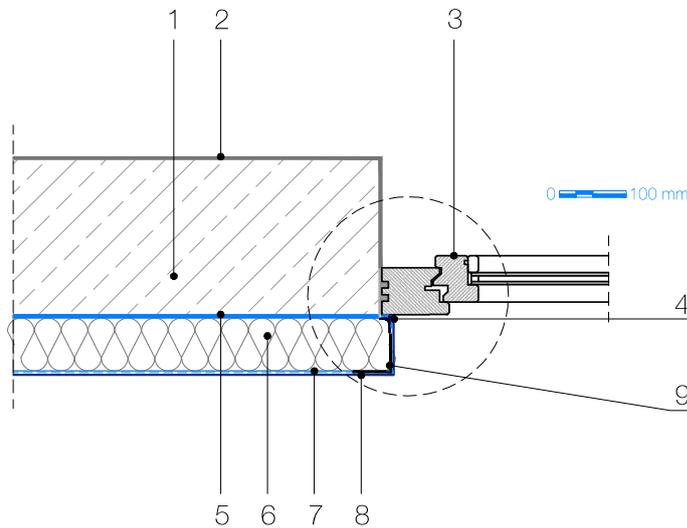
LEYENDA

1. Muro
2. Revoque interior
3. Carpintería
4. Mapetherm Profil W
5. Adhesivo Mapetherm
6. Panel aislante
7. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
8. Imprimador + Tonachino
9. Solape panel aislante
10. Mapetherm Profil

AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System

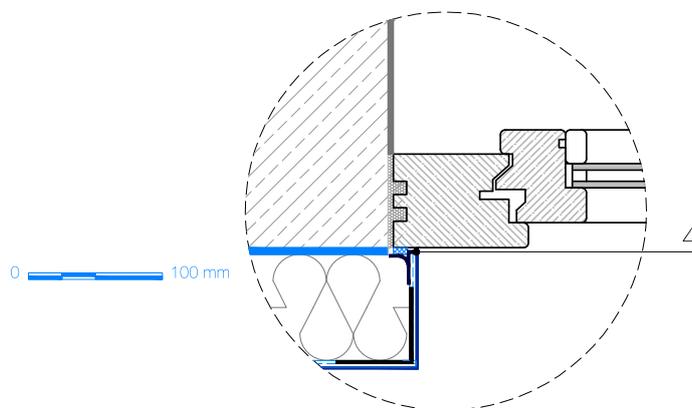
Encuentro con puertas y ventanas por el lado exterior –
Sección horizontal (escala aprox. 1:10 – 1:5)

Esquema n. 11
Rev. 1 del 12.04.2016



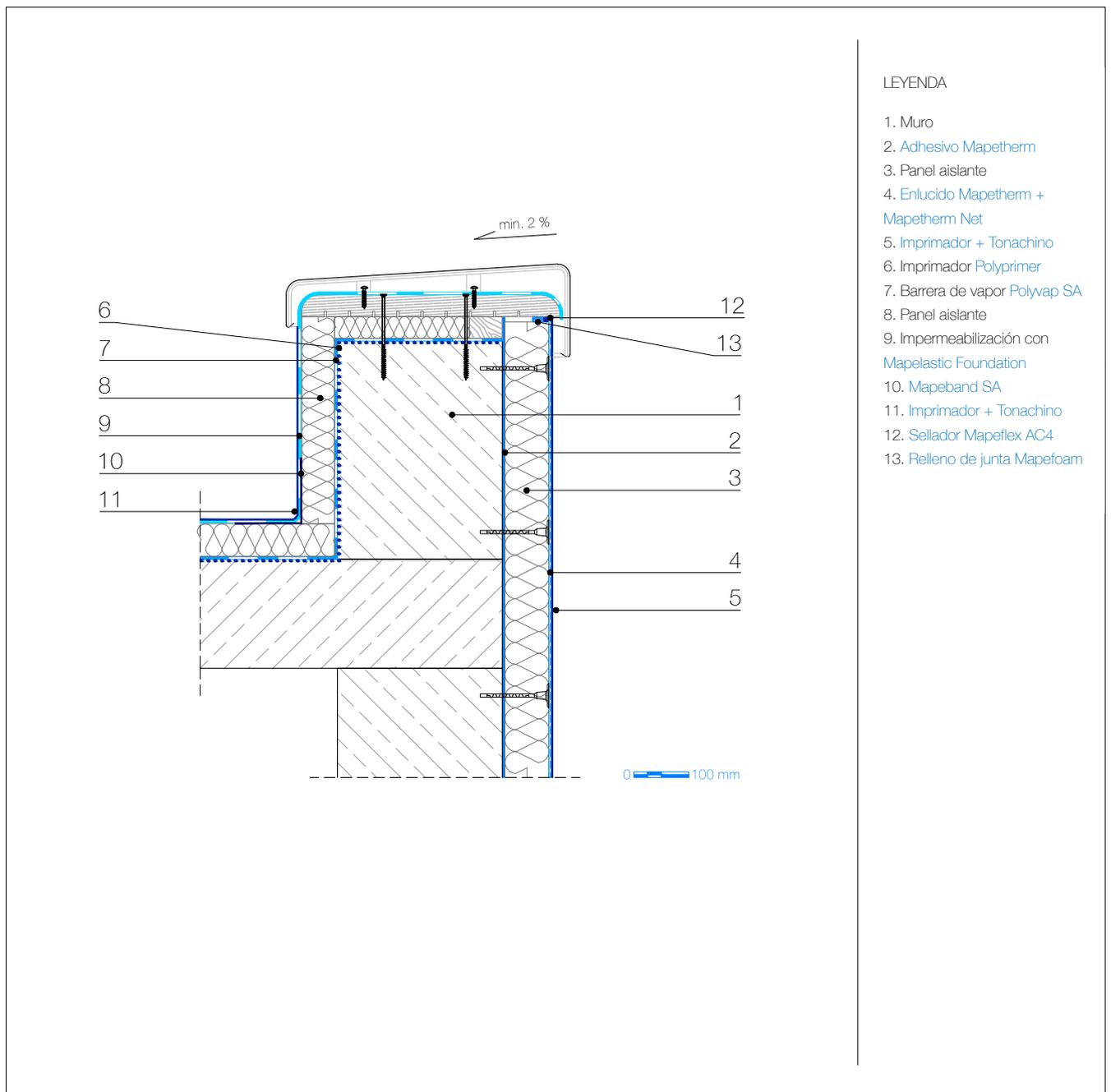
LEYENDA

1. Muro
2. Revoque interior
3. Carpintería
4. Mapetherm Profil W
5. Adhesivo Mapetherm
6. Panel aislante
7. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
8. Imprimador + Tonachino
9. Mapetherm Profil



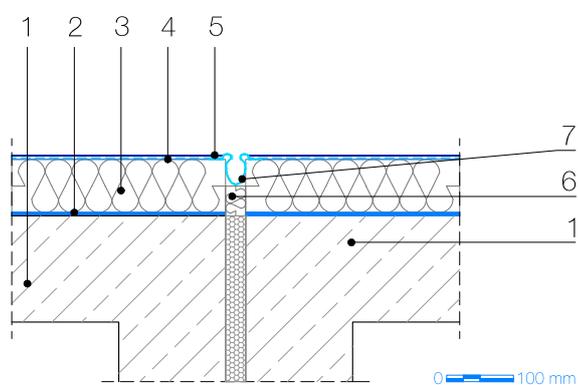
AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
 Encuentros con albardillas de muretes perimetrales en cubiertas planas –
 Sección vertical (escala aprox. 1:10)

Esquema n. 12
 Rev. 1 del 12.04.2016



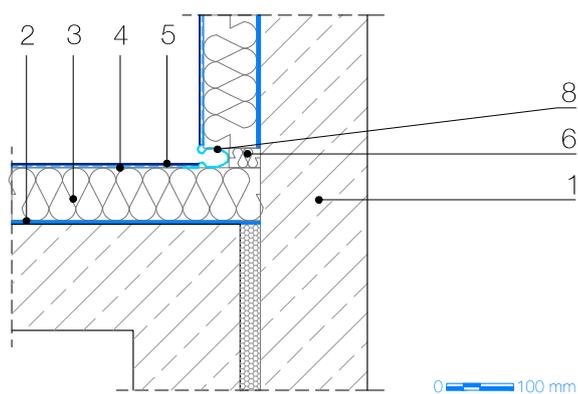
AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System Encuentro con juntas de dilatación - Sección horizontal (escala aprox. 1:10)

Esquema n. 13
 Rev. 1 del 12.04.2016



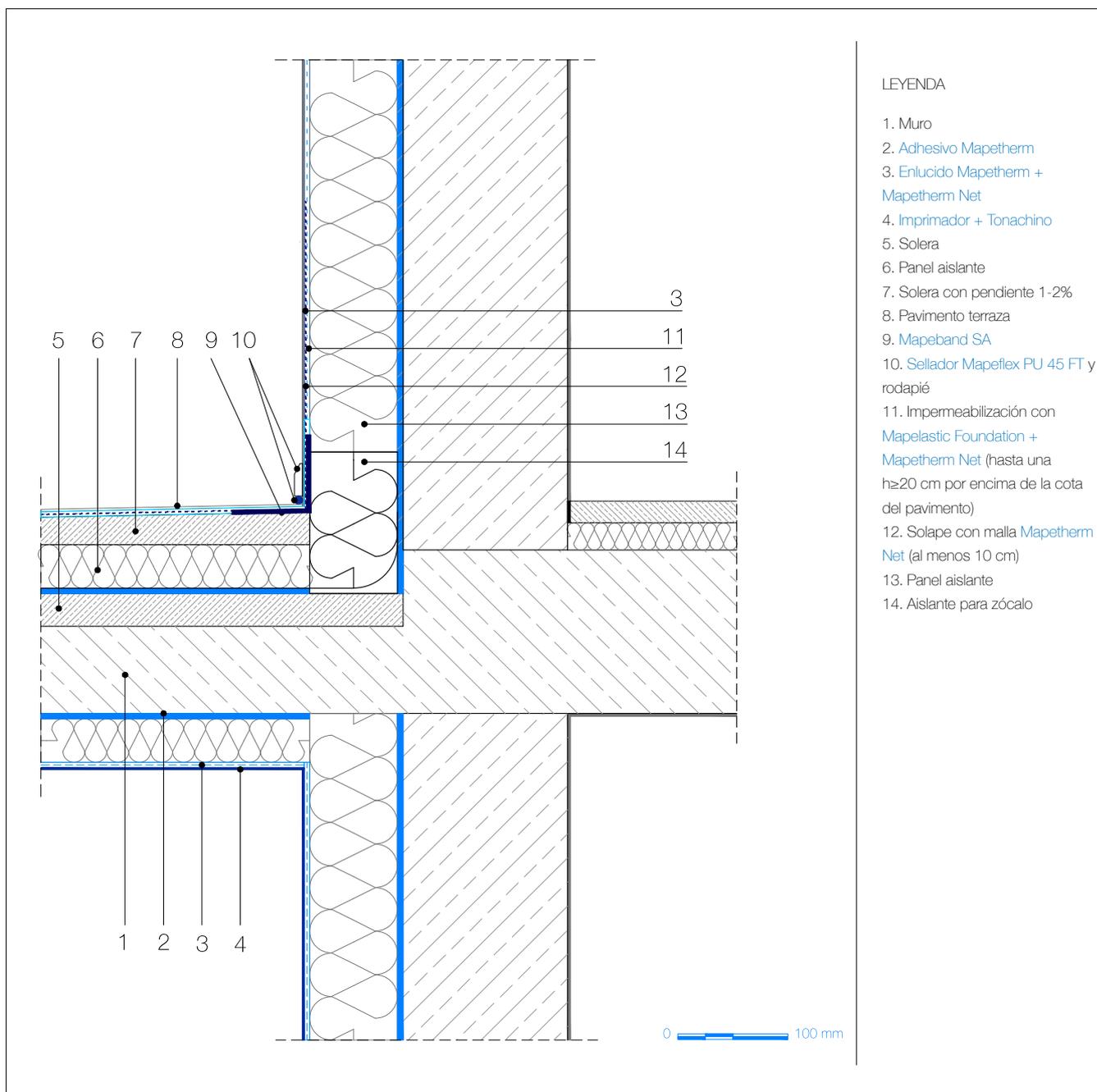
LEYENDA

1. Muro
2. Adhesivo Mapetherm
3. Panel aislante
4. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
5. Imprimador + Tonachino
6. Aislante en lana mineral
7. Mapetherm Profil E
8. Mapetherm Profil V



ASLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
 Encuentro con terrazas y balcones con aislamiento –
 Sección vertical (escala aprox. 1:5)

Esquema n. 14
 Rev. 1 del 12.04.2016

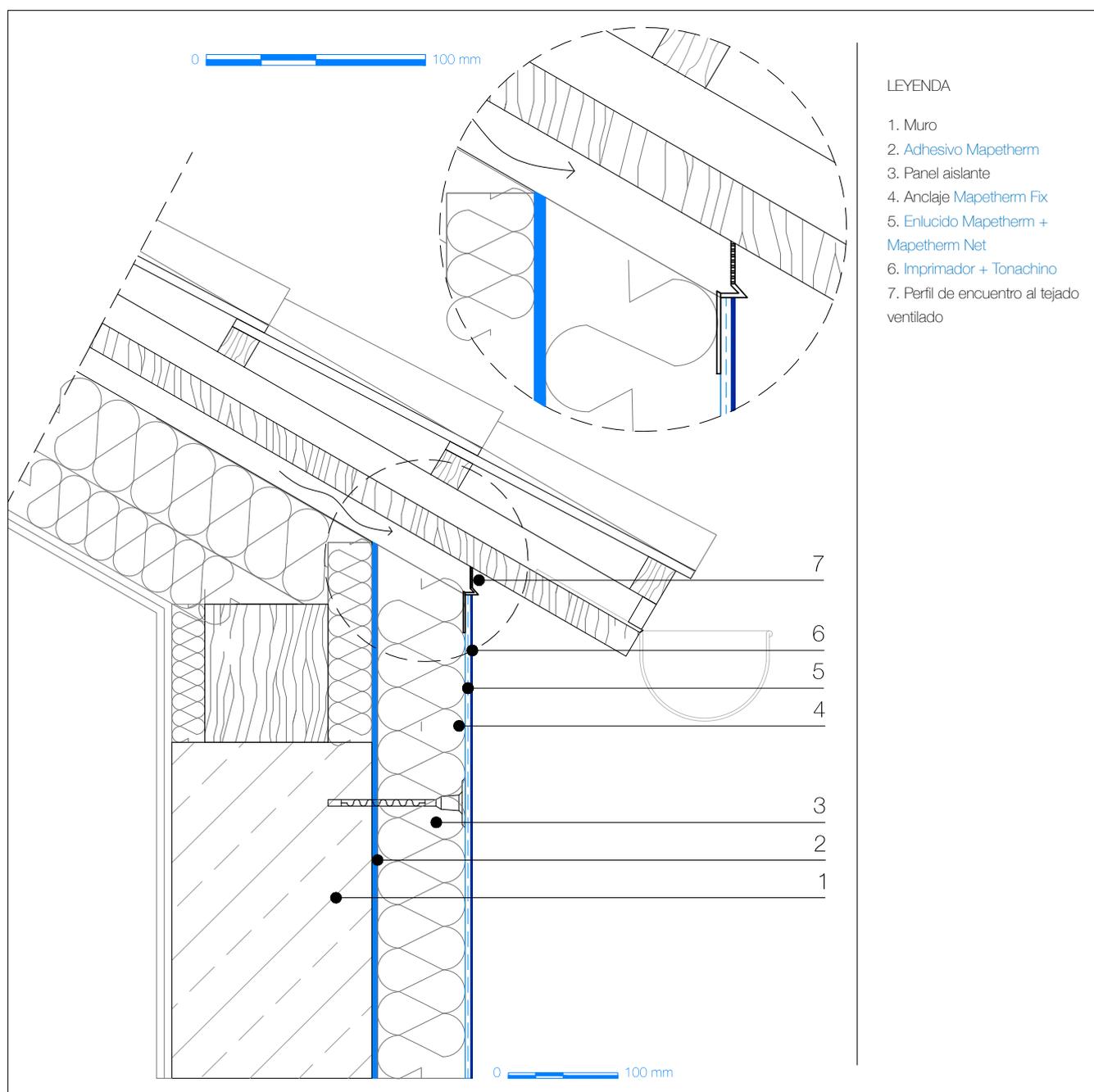


AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System

Encuentro con tejado ventilado - Sección vertical (escala aprox. 1:5)

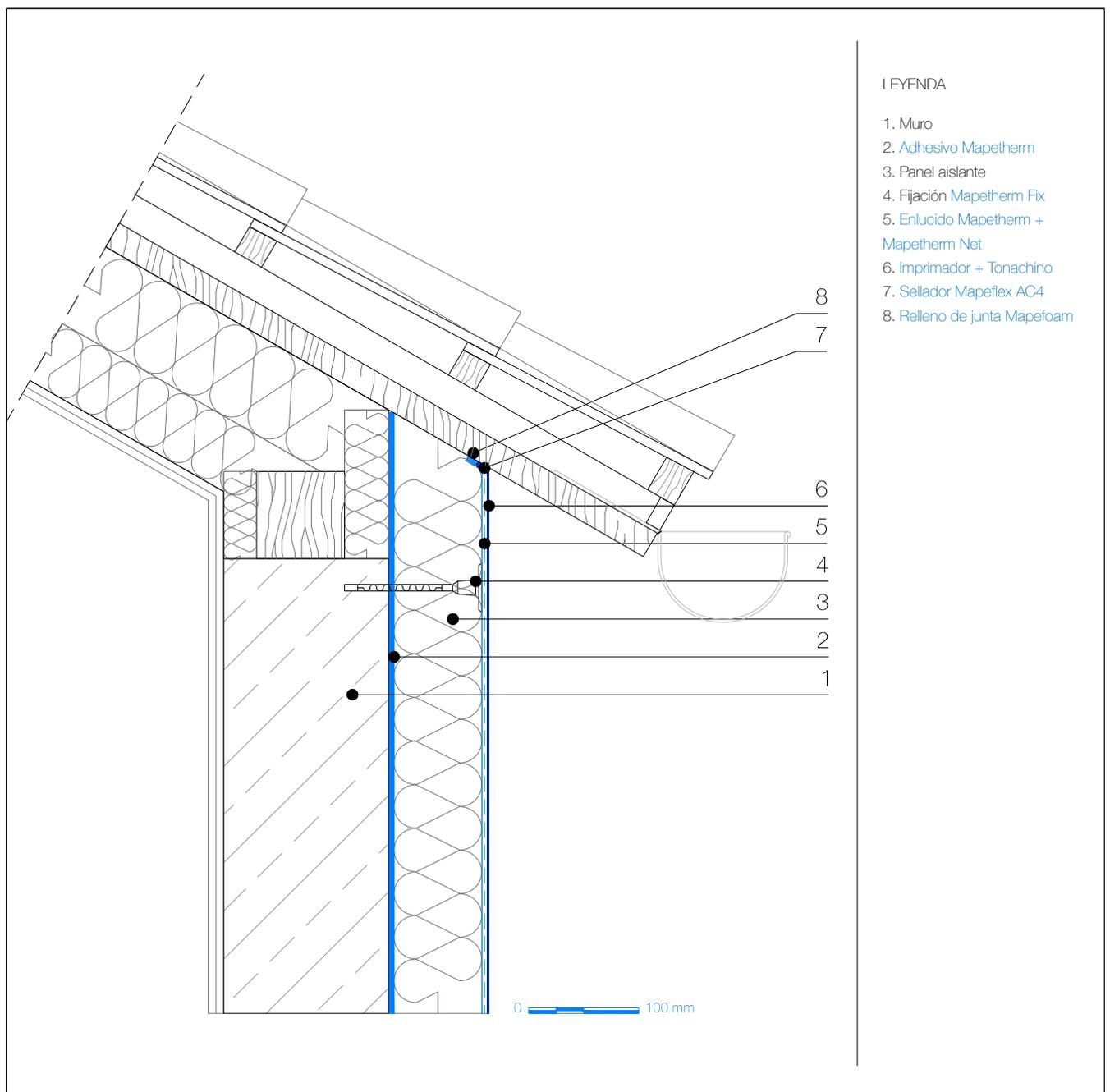
Esquema n. 15

Rev. 1 del 12.04.2016



AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
Encuentro con tejado tradicional - Sección vertical (escala aprox. 1:5)

Esquema n. 16
Rev. 1 del 12.04.2016

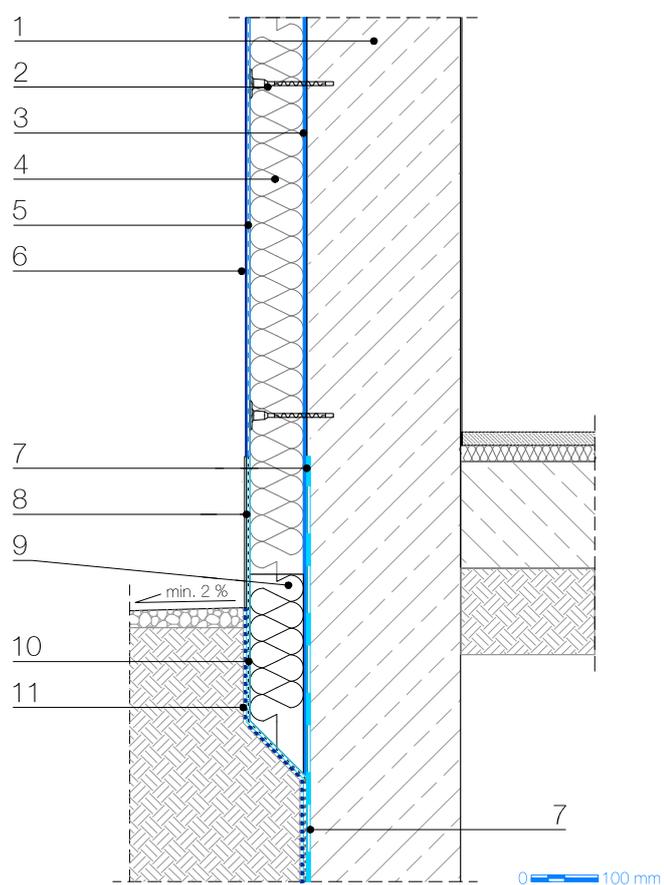


AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System

Detalle de arranque enterrado - Sección vertical (escala aprox. 1:10)

Esquema n. 17

Rev. 1 del 12.04.2016

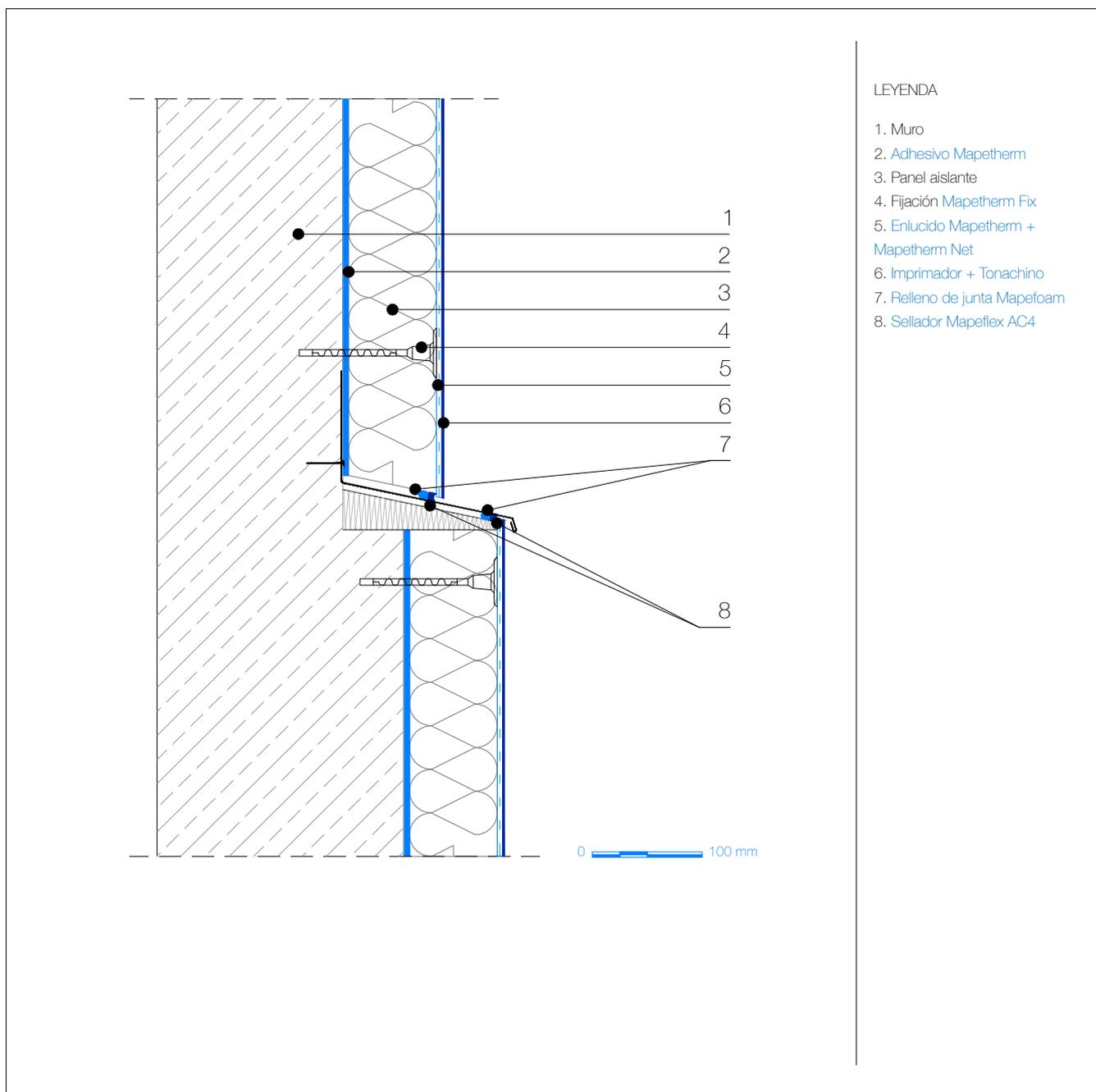


LEYENDA

1. Muro
2. Fijación Mapetherm Fix
3. Adhesivo Mapetherm
4. Panel aislante
5. Enlucido Mapetherm + Mapetherm Net
6. Imprimador + Tonachino
7. Mapelastic Foundation
8. Solape de malla Mapetherm Net (al menos 20 cm)
9. Aislante para zócalo
10. Mapelastic Foundation + Mapetherm Net (hasta una $h \geq 20$ cm por encima de la cota del pavimento)
11. Impermeabilización con Polyfond Kit Drain

AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR - Mapetherm System
Saliente en la fachada - Sección vertical (escala aprox. 1:5)

Esquema n. 18
Rev. 1 del 12.04.2016



Cuaderno Técnico

MAPETHERM

SEDE

MAPEI SPAIN, S.A.

C/ Valencia, 11 Pol. Ind. Can Oller
08130 Sta. Perpètua de Mogoda - Barcelona

Tel. +34.933435050

www.mapei.es

mapei@mapei.es