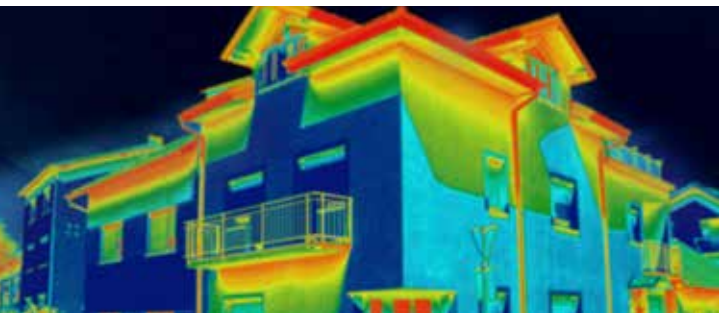
ANFAPA
Asociación de Fabricantes de Morteros y SATE
+30 años



# [ Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior ] SATE

EDICIÓN MAYO 2021

# ÍNDICE


1. Introducción 03

2. ¿Por qué aislar? 05
- Razones legislativas
- Razones de habitabilidad y confort
- Razones socioambientales y económicas

3. Definición del sistema 09
- Concepto
- Denominaciones
- Normativas de aplicación
- Reaccion al fuego

4. Propiedades técnicas 13
- Reducción de puentes térmicos
- Disminución de las oscilaciones térmicas
- Preservación del medio ambiente

5. Soportes 18
- Especificaciones del soporte
- Clases de soportes

6. Componentes 20
- Morteros
- Placas de aislamiento térmico
- Accesorios
- Fijaciones mecánicas
- Perfiles
- Soluciones para la instalación de elementos externos sobre el sistema SATE

7. Aplicación del sistema 32
- Condiciones generales para la aplicación de un SATE
- Colocación de las placas aislantes
- Consideraciones generales sobre la instalación del aislamiento
- Fijación de las placas aislantes
- Aplicación de la capa base de armadura
- Imprimación y capa de acabado

8. Resolución de puntos singulares 44
- Puertas y ventanas
- Alféizares
- Aleros y albardillas
- Zócalos
- Esquinas
- Emplazamiento del andamio
- Almacenamiento de materiales

9. Mantenimiento 47

# 1 INTRODUCCIÓN

A medida que la sociedad fue progresando y se hizo más desarrollada se fue volviendo más exigente y comenzó a demandar, para los edificios en los que vivía y trabajaba, medidas de protección relativas a la seguridad, o al comportamiento ante el fuego.

Una vez cubiertas estas demandas de protección, aparecieron las exigencias de confort y se dio paso al nacimiento de los sistemas de aislamiento térmico y acústico.

Más tarde, cuando el consumo de energía pasó a ser un serio problema, el aislamiento térmico adquirió además la función de contribuir de forma decisiva al ahorro energético.

En este contexto apareció en Suecia en 1940 el SATE y, en los años 50, se fue extendiendo a Alemania y Suiza. Fueron principalmente los países centroeuropeos los que, teniendo un parque inmobiliario más envejecido y más escasez de suelo en el interior de las ciudades, necesitaron de la rehabilitación y optaron por este sistema al ser idóneo para adaptarse a edificios ya construidos.

En los países del sur de Europa, la entrada fue más tardía debido esencialmente a que hasta hace relativamente pocos años no se ha dedicado mucho esfuerzo a la rehabilitación de los edificios y tampoco ha habido una gran concienciación en temas de sostenibilidad.

En estos momentos debemos mejorar la eficiencia energética de nuestros edificios y ciudades, para dar cumplimiento a los compromisos futuros a nivel nacional y europeo, y conseguir una economía de bajo consumo energético.

En Europa, el 67% del consumo total de energía de un edificio es atribuible al gasto por calefacción y por aire acondicionado, como consecuencia de presentar un nivel de aislamiento deficiente. Mediante la colocación de un adecuado sistema de aislamiento, se reducirían considerablemente el consumo energético y las emisiones de $CO_2$ de los edificios, ya que solamente la edificación supone el 40% del consumo energético total en Europa.





*Las instalaciones fijas (calefacción y agua caliente sanitaria) suponen del orden del 67% del consumo energético de los hogares españoles (Guía Práctica de la Energía IDAE).*

*El 40 % del consumo total de energía en la Unión corresponde a los edificios. El sector se encuentra en fase de expansión, lo que hará. aumentar el consumo de energía. Por ello, la reducción del consumo de energía y el uso de energía procedente de fuentes renovables en el sector de la edificación constituyen una parte importante de las medidas necesarias para reducir la dependencia energética de la Unión y las emisiones de gases de efecto invernadero. (Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios).*

**El SATE contribuye a reducir nuestra factura energética al disminuir la necesidad de calefacción y refrigeración.**

Así, se adoptan políticas energéticas a nivel europeo encaminadas a paliar los efectos del cambio climático y, como consecuencia, las distintas Administraciones están llevando a cabo diferentes actuaciones encaminadas a promover medidas de eficiencia energética en la edificación, tanto de obra nueva como de edificios ya existentes, consistentes en:

- Conformar o rehabilitar la envolvente térmica:
  -Cerramientos con el exterior.
  -Particiones interiores (con locales no climatizados).
- Promover una mejor calificación energética de los edificios, tanto para obra nueva como para rehabilitación.

**El SATE mejora la inercia y el confort térmico al evitar las oscilaciones de temperatura que se producen en los edificios.**

En este contexto el SATE contribuye a reducir nuestra factura energética al disminuir la necesidad de calefacción y refrigeración; esto supone, en términos de sostenibilidad, un descenso en las emisiones de gases contaminantes, principalmente de $CO_2$, ayudando a proteger nuestro medio ambiente.

En el caso particular de España, como en el resto de los países del sur de Europa, debido a su clima, resulta muy significativo el ahorro que proporciona el SATE al proteger nuestra vivienda del calor. El gasto para refrigerar una vivienda es mucho más elevado que el necesario para calefactarla.

Asimismo, mejora la inercia térmica al evitar las oscilaciones de temperatura que se producen en los edificios, por lo que contribuye significativamente a obtener un mejor confort térmico y habitabilidad de nuestros hogares.

# 2 ¿POR QUÉ AISLAR?

## Razones legislativas

Como ya se ha explicado anteriormente, el consumo energético de los edificios supone una parte considerable del total de energía consumida o "factura energética" de un país, por ello los Estados aprueban regularmente normativas tendentes a reducirlo.

En España, ante la necesidad de establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía, además de otros requerimientos de la LOE (Ley de Ordenación de la Edificación), se aprobó en 2006 el CTE, y con él, el DB HE (Documento Básico, Ahorro de Energía), que fue revisado por última vez en el año 2013 y modificado en 2017 para adaptar su contenido a lo establecido en la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 de eficiencia energética de los edificios. Recientemente, en diciembre de 2019, se aprobó el Real Decreto que modifica el CTE con importantes cambios en el DB HE.

En sus secciones HE0, Limitación del consumo energético, y HE1, Condiciones para el control de la demanda energética, se establece que el consumo y la demanda energética de los edificios se limitan en función de la zona climática, de su ubicación y del uso previsto.

El R.D. 47/2007 sobre el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de edificios de nueva construcción establece:

**La finalidad del certificado de eficiencia energética es suministrar datos suficientes sobre calidad energética para que el comprador o arrendador pueda comparar las diferentes opciones.**

La obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética permite evaluar y comparar las prestaciones energéticas y los valores de emisión de $CO_2$ de los edificios, aportando a los usuarios nuevos criterios para la compra.

Esta obligación se materializa en una etiqueta energética análoga a la utilizada en otros bienes de consumo, como electrodomésticos o lámparas.



En el año 2013 se deroga y completa el anterior Decreto con el nuevo R.D. 235/2013, en el que se incorpora la obligatoriedad de obtener el certificado de eficiencia energética para todos los edificios o viviendas existentes que se vendan o alquilen, y se modifican diferentes aspectos que incorporan la experiencia de los últimos 5 años de entrada en vigor del R.D. 47/2007. La finalidad de dicho certificado es suministrar datos sobre calidad energética para que el comprador o arrendador pueda comparar las diferentes opciones.

En el certificado el técnico que lo firma debe incluir, para edificios existentes, las medidas de mejora energética para que la vivienda pueda mejorar su clasificación energética.

La instalación de un SATE, sistema de aislamiento térmico por el exterior, es una de las medidas recomendadas para obtener una mejora en la calificación energética del edificio.

# Razones de habitabilidad y confort



El sistema SATE mejora la inercia térmica de los cerramientos al estabilizar la temperatura interior de la vivienda y evitar las inconfortables variaciones térmicas dentro dentro de ella. Asimismo, evita las oscilaciones térmicas en el conjunto de los cerramientos y de la estructura del edificio; por tanto, ayuda a mejorar su comportamiento y evita las patologías relacionadas con las dilataciones y contracciones que en ellos se producen.

El calor, además de atravesar las fachadas, es absorbido en parte por ellas provocando un efecto de acumulación en el cerramiento, siendo el muro, que es el elemento que tiene más masa, el que acumula más calor; por ello, para poder conseguir el confort interno deseado, en invierno deberemos evitar que pierda el calor que le suministra la calefacción y en verano trataremos de reducir en él la acumulación de calor por el asoleamiento. Esto se consigue más eficazmente con un sistema de aislamiento por el exterior, que mantiene toda la inercia térmica del cerramiento en el interior de la vivienda.

**El sistema SATE mejora la inercia térmica de los cerramientos estabilizando la temperatura interior de la vivienda.**

Asimismo, cabe destacar que en las obras de rehabilitación de un edificio habitado los trabajos de ejecución no perturban en exceso a los propietarios, ya que al colocarse el sistema por el exterior no es necesario que los operarios accedan al interior de las viviendas.

También es importante resaltar que esta colocación del aislamiento por el exterior evita la reducción de la superficie habitable que comportaría un sistema de aislamiento por el interior.

De los 26 millones de viviendas existentes en España, 15 millones tienen más de 30 años y 6 millones tienen más de 50. El 60% de las viviendas se construyeron sin ninguna normativa de eficiencia energética y presentan grandes deficiencias de aislamiento, lo que supone no cumplir con los requisitos necesarios de habitabilidad y confort térmico. Según una encuesta del CIS (Centro de Investigaciones Sociológicas) de 2018, el 34% de los españoles no está satisfecho con el aislamiento de sus viviendas contra el calor y el frío.

# Razones socioambientales y económicas

España está comprometida, a través de varios tratados, con la disminución de gases de efecto invernadero, la protección de reservas medioambientales y el desarrollo sostenible del planeta (Lima 2014, Protocolo de Kioto 1997, Conferencia de Berlín 1997, Río de Janeiro 1992, etc.).

Asimismo, está comprometida con la estrategia europea 2030, por lo que debemos mejorar la eficiencia energética de nuestros edificios y ciudades para conseguir una economía de bajo consumo energético.

A partir de este compromiso, en 2030 la UE debe conseguir (Marco sobre clima y energía para 2030):

- Al menos un 40% de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (con respecto a 1990)
- Al menos un 32% de cuota de energías renovables
- Al menos un 32,5% de mejora de la eficiencia energética

**Se están promoviendo planes de ayuda que instan a la rehabilitación térmica de los edificios como paso necesario para reducir nuestra factura energética.**

A esta se suma la Estrategia 2050, donde la Comisión Europea quiere una Europa climáticamente neutra, con una reducción a cero de las emisiones de gases de efecto invernadero

En el momento del cierre de esta publicación, la Comisión Europea está en trámite de aprobación de la Ley del Clima de Europa, que, con toda seguridad, dejará pequeños los números anteriores. Se habla de al menos un 55% de reducción de emisiones en 2030. El objetivo es conseguir que todos los Estados miembros avancen en 2050 hacia la neutralidad climática poniendo en marcha estrategias y planes de adaptación, y un mecanismo de seguimiento y evaluación del progreso cada cinco años.

En esta línea, España ha aprobado la "Estrategia a largo plazo para una economía española moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050", y que define la senda para esta neutralidad, con la reducción de las emisiones GEI en un 90% respecto a las cifras de 1990. El sector de la edificación deberá reducir en más del 40% el consumo de energía primaria. En el diagrama temporal se aprecia que los edificios de energía casi nula (EECN) y la rehabilitación del parque existente están entre las primeras acciones, y, por ello, su criticidad. El mismo Gobierno de España ha definido que "la rehabilitación energética será clave desde 2021, abriendo un importante nicho de actividad económica".

En España se cumplen, de momento, los objetivos en reducción de emisiones y en aumento del uso de energías renovables, aunque queda un largo camino pendiente de recorrer en la reducción del consumo de energía.

Por ello, y debido a que más de la mitad de los edificios están construidos con un aislamiento deficiente o, en muchos casos, sin aislamiento, desde las Administraciones se están promoviendo planes de ayuda que instan a la rehabilitación térmica de los edificios como paso necesario para reducir nuestra factura energética.

La UE insta a sus países miembros a impulsar estrategias a largo plazo, para después de 2020, destinadas a movilizar inversiones en la renovación de edificios residenciales y comerciales para mejorar el rendimiento energético del parque inmobiliario.

Los estados deberán abordar renovaciones exhaustivas y rentables que den lugar a reformas que reduzcan el consumo, tanto de energía suministrada como de energía final de un edificio, en un porcentaje significativo con respecto a los niveles anteriores a la renovación, dando lugar a un alto rendimiento energético.



**La inversión en eficiencia energética contribuye al crecimiento económico y a la reducción de la pobreza energética.**

La instalación de un SATE revaloriza económicamente el inmueble, en mayor medida que la simple restitución de la fachada, y debido a su ligereza excluye la necesidad de eliminar el enfoscado antiguo, excepto cuando exista riesgo de desprendimientos, e influye en la obtención de una mejor calificación en la certificación energética del edificio.

La inversión en eficiencia energética tiene potencial para contribuir al crecimiento económico, el empleo, la innovación y la reducción de la pobreza energética de los hogares, por tanto, supone una contribución positiva a la cohesión económica, social y territorial.

Hay que destacar, en este contexto, el gran valor añadido que aporta el SATE en la disminución de las emisiones de gases contaminantes: contribuye de forma eficaz a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente de $CO_2$, y protege con ello de forma efectiva nuestro medio ambiente.

# 3 DEFINICIÓN DEL SISTEMA

## Concepto

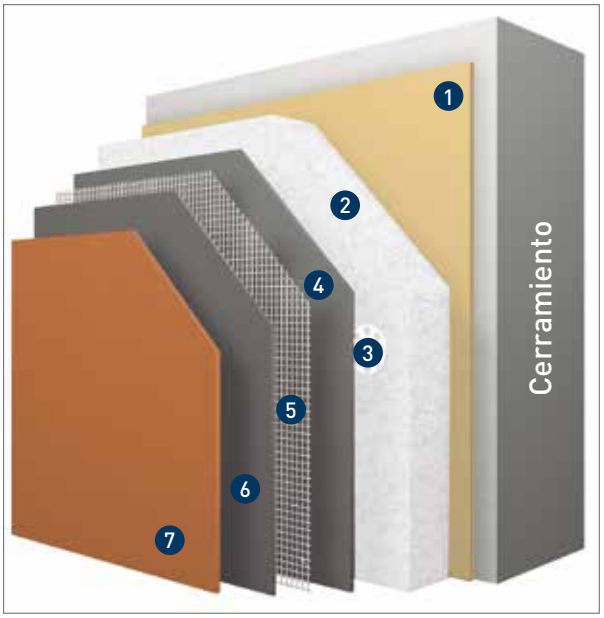
El SATE es un sistema de aislamiento térmico por el exterior que consiste en un panel aislante, adherido a un muro, habitualmente con adhesivo y fijación mecánica.

El aislante se protege con un revestimiento que se aplica directamente sobre él y que está constituido por una o varias capas de morteros, una de las cuales lleva una malla como refuerzo.

Es especialmente importante respetar la concepción del SATE como un sistema integral para el aislamiento de fachadas; esto supone que cada componente forma parte del conjunto, asegurando así la compatibilidad del sistema y el mejor resultado.

Si utilizamos distintos componentes sin que estén concebidos para trabajar conjuntamente como un sistema así elaborado, es muy probable que el resultado final no sea el esperado y no obtengamos los resultados que buscamos.

Por ello, es necesario insistir en que todos los componentes de un SATE deben estar concebidos y ensayados de forma conjunta para el uso que se va a dar al sistema. Esto debe respetarse desde la fase de prescripción hasta la del servicio postventa, pasando por el suministro y por la aplicación. Se trata de un kit, y esto implica que los suministradores del sistema asumen su responsabilidad, por lo que el fabricante asumirá esa responsabilidad si el kit es el que ha sido suministrado por su empresa, ya que sus ensayos y controles de calidad garantizan el funcionamiento del SATE. A esto hay que añadir que la aplicación se realice por personal capacitado que instale el sistema siguiendo las indicaciones del fabricante. Si se sustituye uno de los componentes no se puede garantizar el comportamiento del sistema y, por tanto, el fabricante no podrá ofrecer una garantía sobre él al no ser ya su sistema, siendo el responsable en este caso el instalador.




1. Adhesivo
2. Panel aislante
3. Fijación mecánica, espiga de fijación
4. Capa base (1.ª)
5. Malla de refuerzo
6. Capa base (2.ª)
7. Acabado final

Así pues, es necesario exigir que el SATE empleado disponga del aval de una ETE o Evaluación Técnica Europea, ya que el fabricante asumirá esa responsabilidad si el kit es el que ha sido suministrado por su empresa, pues sus ensayos y controles de calidad garantizan el funcionamiento del SATE.

# Denominaciones

El SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) tiene varias denominaciones, todas ellas referidas al mismo concepto de sistema de aislamiento, como ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering), más impuesta en Europa; en España se utiliza la denominación SATE.

# Normativas de aplicación

Estos sistemas aparecieron en nuestro país hace algunas décadas, pero su utilización se remonta ya a los años cuarenta en Centroeuropa; sin embargo, al no haberse desarrollado normativas relativas al producto o sistema y a su puesta en obra, están regulados por una ETE ETE (Evaluación Técnica Europea), que tiene su campo de aplicación en los productos innovadores o no tradicionales, es decir, en los productos no normalizados.

La ETE es la evaluación técnica de la idoneidad de un producto o sistema para el uso asignado, fundamentada en el cumplimiento de los requisitos esenciales previstos para las obras en las que se utiliza. Las emiten los OET, Organismos de Evaluación Técnica, pertenecientes a la EOTA, y tienen validez en todo el ámbito europeo. El IETcc, el ITeC y Tecnalia son los OET españoles autorizados para la evaluación de productos y sistemas sin norma e innovadores en el seno de la EOTA bajo el nuevo Reglamento 305/2011.

El DEE, Documento de Evaluación Europeo, establece los criterios de trabajo y procedimientos de ensayo para la elaboración y concesión de una ETE para un SATE; recoge los métodos para verificar el comportamiento de estos sistemas, considerando, por un lado, el sistema completo, y, por otro, los componentes. Los métodos están basados en ensayos, cálculos, experiencia técnica, experiencia de obra, etc.

**Exigir y siempre instalar un sistema completo evaluado con un ETE es la garantía de la compatibilidad de los elementos del sistema y de la obtención de las prestaciones esperadas.**

Los materiales que posean una norma europea armonizada deberán disponer del marcado CE conforme a las normas EN 13162 hasta la EN13171. De algunas de estas normas europeas armonizadas se derivan también las normas UNE 92180 (para MW), UNE 92181 (para EPS) y UNE 92182 (para XPS), que establecen niveles mínimos recomendables para las distintas propiedades de los productos en adecuación a sus aplicaciones particulares, como la de aislante exterior con revoco directo sobre este.

Actualmente se está trabajando en una nueva norma europea armonizada (prEN 17237) en el CEN/TC88 WG-18, que especificará los requisitos del sistema completo incluidos los de todos los materiales de aislamiento.

A nivel nacional se dispone de un Reglamento Particular del Certificado de Conformidad de AENOR para productos aislantes térmicos para aplicación en la edificación, utilizados en sistemas compuestos de aislamiento térmico por el exterior (SATE) (RP 020 17).

El Reglamento Europeo de Productos de la Construcción (UE) 305/2011, que desde el 1 de julio del 2013 sustituye a la Directiva de productos de la construcción 89/106/CEE, introduce nuevos instrumentos para fomentar la libre comercialización de los productos de construcción en el mercado único europeo y la mejora en la información de las características y prestaciones de los productos.

| Directiva 89/106/CEE (derogada) | | Reglamento (UE) 305/2011 | |
|---|---|---|---|
| RE | Requisitos esenciales<br>Características | RB | Requisitos básicos de las obras de construcción<br>Características esenciales |
| -- | Declaración de conformidad CE<br>(EC Conformity Declaration) | DoP | Declaración de prestaciones<br>(Declaration of Performances) |
| DITE<br>(ETA) | Documento de Idoneidad Técnica Europeo<br>(European Technical Approval) | ETE<br>(ETA) | Evaluación Técnica Europea<br>(European Technical Assessment) |
| Guía DITE<br>(ETAG) | Guía de DITE<br>(ETA Guideline) | DEE<br>(EAD) | Documento de Evaluación Europea<br>(European Assessment Document) |
| CUAP | Common Understanding<br>Assessment Procedure | | |
| --<br>(AB) | Organismo de DITE<br>(Approval Body) | OET<br>(TAB) | Organismo de Evaluación Técnica<br>(Technical Assessment Body) |

# Reaccion al fuego

De acuerdo con la guía EAD 040083-00-0404 de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior serán clasificados de acuerdo con la UNE-EN 13501-1, clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego, obteniéndose una Euroclase que puede ir desde la A1 hasta la F.

Las Euroclases son un sistema de clasificación de comportamiento frente al fuego de los materiales que aportan al proyectista información sobre la producción de humo (s), el goteo de partículas (d) y el potencial energético.

**La clasificación frente al fuego de los SATE se especifica en los documentos ETE, cumpliendo con lo exigido por el CTE.**

Potencial energético; se establecen siete niveles:

- A1. Productos que no contribuirán en ninguna fase del fuego incluida la correspondiente al fuego totalmente desarrollado.
- A2. Productos con poder calorífico muy limitado, que en un incendio plenamente desarrollado no aportan, de modo significativo, una carga al fuego ni contribuyen a su desarrollo.
- B, C, D y E. Productos combustibles con un potencial energético creciente.
- F. Productos que no pueden satisfacer ninguna de las exigencias anteriores o cuyas prestaciones no han sido sometidas a ninguna valoración.

Opacidad de los humos; dejando al margen su carácter tóxico, se distinguen tres clases:

- s1. Materiales de escasa y lenta opacidad.
- s2. Materiales de opacidad media.
- s3. Materiales de elevada y rápida opacidad.

Formación de gotas; atendiendo a la formación de gotas, se describen tres clases:

- d0. Materiales que no producen gotas inflamadas.
- d1. Materiales que producen gotas, pero duran menos de 10 segundos.
- d2. Resto de los materiales.

Además de esta clasificación necesaria, los sistemas de aislamiento térmico por el exterior deben cumplir con las normativas de cada país. El marco normativo español (CTE), en cuanto a seguridad contraicendios (DB SI) en fachadas de edificios públicos y privados en los que haya permanencias de personas, establece que:

"La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie será, en función de la altura total de la fachada:

- D-s3,d0 en fachadas de altura hasta 10 m;
- C-s3,d0 en fachadas de altura hasta 18 m;
- B-s3,d0 en fachadas de altura superior a 18 m.

En aquellas fachadas de altura igual o inferior a 18 m cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, la clase de reacción al fuego, tanto de los sistemas constructivos como de aquellos situados en el interior de cámaras ventiladas en su caso, debe ser al menos B-s3,d0 hasta una altura de 3,5 m como mínimo".

El sistema de fachada SATE tiene, generalmente, una clasificación B-s1,d0 o B-s2,d0, e incluso A2-s1,d0 en el caso de los SATE con lanas minerales.

La clasificación frente al fuego se especifica en los correspondientes documentos ETE, cumpliendo de esta manera lo exigido en el CTE vigente.

Por lo tanto, es necesaria la realización del ensayo de reacción al fuego para obtener la clasificación del sistema, y esta es una característica de obligada declaración para poder cumplir con el CTE y que los proyectistas deben comprobar.

**Las Euroclases son un sistema de calificación del comportamiento de los materiales frente al fuego.**

# 4 PROPIEDADES TÉCNICAS

Las principales propiedades técnicas de un SATE son:

- La reducción de los puentes térmicos
- La disminución de las oscilaciones térmicas
- Preservar el medio ambiente

## Reducción de puentes térmicos

La envolvente es uno de los elementos clave del edificio, ya que, aparte de reflejar su identidad y su carácter final, debe cumplir una serie de exigencias normativas de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, encaminadas a contribuir en las condiciones de confort en el interior de las viviendas.

La envolvente es la parte del edificio con mayor exposición a los agentes externos, confina todos los espacios interiores habitables, los separa del ambiente exterior y los aísla térmicamente y acústicamente.

Está formada básicamente por:

- Los cerramientos opacos (1): muros, suelos y cubiertas
- Los huecos (2): vidrios y marcos
- Los puentes térmicos (3): principalmente pilares y frentes de forjado

**La envolvente es la parte del edificio con mayor exposición a los agentes externos.**

En nuestro país, el cerramiento opaco de la envolvente ha experimentado multitud de transformaciones a lo largo de los años, adecuándose a los distintos estilos arquitectónicos y a las técnicas constructivas de cada momento. Se ha pasado de cerramientos con un gran espesor en los años cuarenta a la fachada convencional y más extendida, compuesta por 2 hojas. El de los puentes térmicos es un problema al que se le ha prestado muy poca atención pese la relevancia que tiene.

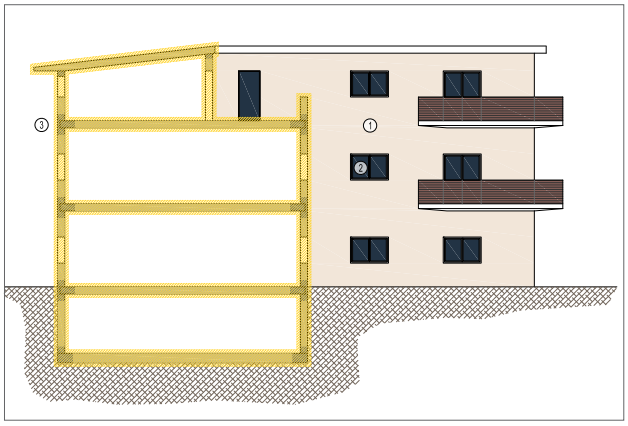



**Figura 1:** Envolvente térmica, cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos.

El Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico HE, sección HE1, define el puente térmico como:

"Aquella zona de la envolvente térmica del edifico en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por:

- Un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados.
- La penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad.
- La diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conlleva una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento."

La norma EN ISO 10211 define *puente térmico* como:

"Parte del cerramiento de un edificio donde la resistencia térmica, normalmente uniforme, cambia significativamente debido a:

a) Penetraciones completas o parciales en el cerramiento de un edificio de materiales con diferente conductividad térmica.

b) Un cambio en el espesor de la fábrica.

c) Una diferencia entre las áreas internas o externas, tales como juntas entre paredes, suelos o techos."

Resumiendo, el puente térmico es una parte de la envolvente en la que las propiedades térmicas se ven mermadas considerablemente respecto al resto de la fachada.

Las termografías permiten captar la radiación infrarroja de los elementos y transformarla en un valor de temperatura; es un método sencillo para observar el comportamiento térmico de los elementos de la envolvente.

**Los puentes térmicos son partes de la envolvente que, por diferentes causas, tienen sus propiedades térmicas mermadas.**

En la figura 2 se observa como en la envolvente los puentes térmicos son algunos de los puntos más importantes por donde existe un mayor intercambio de energía entre el interior y el exterior del edificio, por lo cual se les debe prestar atención y tratarlos.




**Figura 2.** Termografía en invierno de la envolvente de una vivienda unifamiliar.

En el análisis energético de la envolvente de un edificio intervienen flujos de calor tridimensionales. Sin embargo, si hacemos una simplificación a una sección del cerramiento, las líneas de flujo de calor se puede suponer que van en dirección perpendicular a este , teniendo un sentido u otro dependiendo de la estación en la que nos encontremos (invierno o verano).

La figura 3 muestra una situación ideal, en la que el cerramiento opaco está todo él formado por el mismo material; sin embargo, la realidad es muy distinta, ya que existen puentes térmicos, puntos en los que las pérdidas o ganancias de calor son mayores.

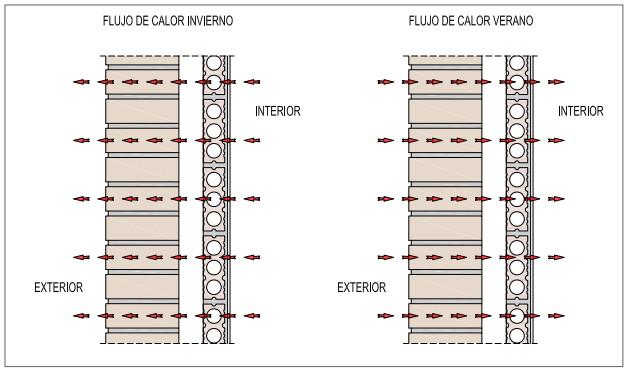



**Figura 3.** Flujo de calor unidimensional en un cerramiento opaco.

La figura 4 muestra un ejemplo bidimensional en el que un canto de forjado irrumpe en el muro exterior, provocando un puente térmico por el que aumenta el flujo térmico y, consiguientemente, las pérdidas energéticas.

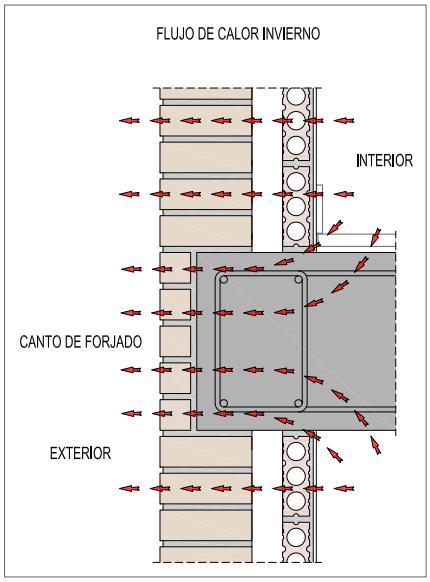



**Figura 4.** Flujo de calor en cerramiento con puente térmico.

Cuando se habla de puentes térmicos en la envolvente del edificio se hace referencia básicamente a los siguientes elementos (flujo de calor en invierno):

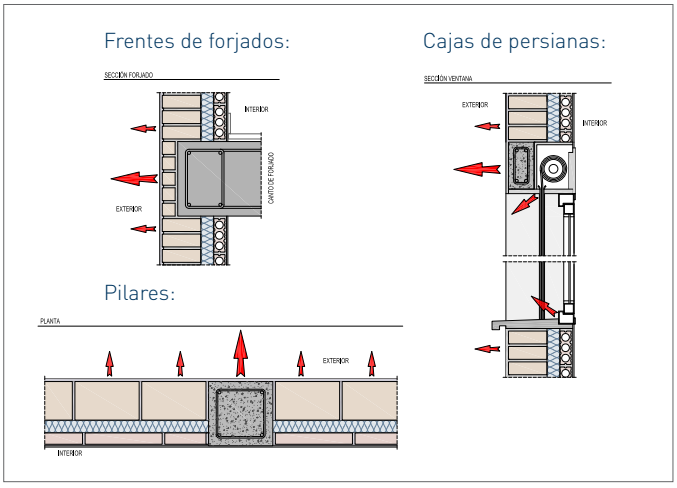



**Figura 5.** Flujo de calor en envolvente a través de puentes térmicos.

El peso que tienen los puentes térmicos en una fachada dependerá del tipo de vivienda; en viviendas unifamiliares aisladas tiene una mayor incidencia y puede llegar a suponer el 30% de la superficie de la fachada, mientras que en el caso de viviendas ubicadas en edificios plurifamiliares su incidencia se puede reducir a la mitad.

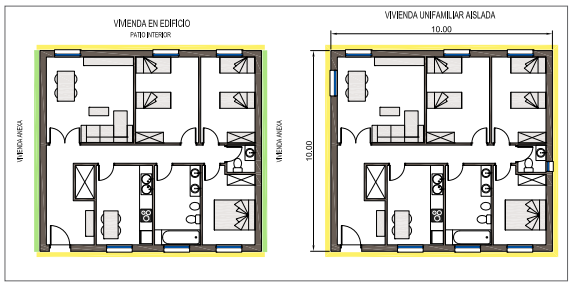



**Figura 6.** Afectación puentes térmicos en función de la tipología de vivienda.

En la figura 6 se puede observar como, en el caso de una vivienda de un edificio anexa a otras, los puentes térmicos solo se presentan en la fachada principal y en el patio interior, mientras que si la vivienda es unifamiliar aislada, estarán en las 4 fachadas.

La manifestación inmediata de los puentes térmicos en los edificios es una falta de aislamiento térmico y, por lo tanto, un aumento de la transmitancia térmica local respecto al resto del cerramiento, es decir, zonas donde la resistencia térmica disminuye y que contribuirán a aumentar el valor de transmitancia térmica global del conjunto de la fachada.

Uno de los efectos indeseados que provocan los puentes térmicos en el interior de las viviendas son las condensaciones, que pueden ser de dos tipos:

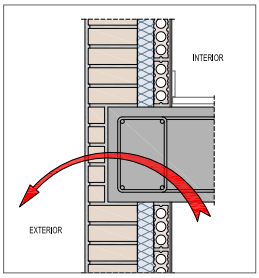
### Condensaciones superficiales

Los puentes térmicos provocan puntos fríos en invierno, sobre los que se pueden originar condensaciones, si la temperatura desciende por debajo de la temperatura de rocío del ambiente. En verano los puentes térmicos no tienen un efecto tan indeseable como las condensaciones o formación de moho, pero sí son puntos por donde el calor penetra hacia el interior, dando como resultado el efecto de pared caliente.

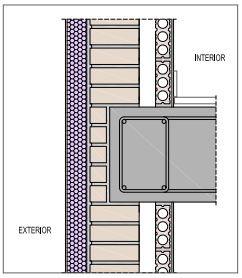
Como norma básica para evitar condensaciones superficiales, es necesario mejorar el aislamiento térmico en el cerramiento, facilitar la renovación de aire y calefactar uniformemente.

### Condensaciones intersticiales

Estas condensaciones se producen en el interior de los cerramientos por la difusión del vapor a través de ellos desde el ambiente con más presión (interior) hasta el de menos presión (exterior). Para evitar este tipo de condensaciones es más ventajoso colocar el aislante por el exterior, ya que la mayor parte del muro estará a una temperatura más alta, con lo que se minimiza su aparición.




Puente térmico cuando el aislamiento está por el interior.




Sin puente térmico, con aislamiento por el exterior.

El SATE es una buena solución a este problema, ya que, al tratarse de un sistema exterior y continuo, minimiza la aparición de este tipo de condensaciones.

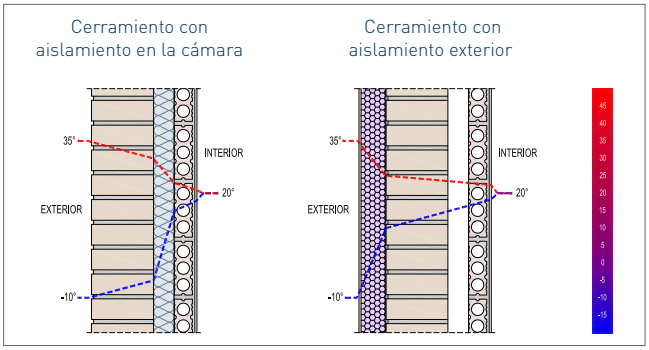
La solución más efectiva para el tratamiento de estos puentes térmicos en obra nueva y, sobre todo, en rehabilitación, es la instalación de un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE), ya que es la única manera de aislar del exterior estas zonas más sensibles del cerramiento.

Tal es la importancia de los puentes térmicos, que programas de cálculo oficiales como el CE3X "Certificación energética de edificios existentes", desarrollado por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) para el Ministerio de Fomento, plantean como medida correctora para mejorar la clase energética de un edificio el tratamiento de los puentes térmicos mediante la instalación de un SATE.

# Disminución de las oscilaciones térmicas

Una de las principales causas de la aparición de fisuras en las fachadas son las oscilaciones térmicas a las que se ven sometidas debido a los continuos cambios climáticos, que provocan contracciones y dilataciones en los componentes del cerramiento, incluido el revestimiento, y frecuentemente acaban por producir fisuras en él por incompatibilidad de deformaciones.

Con la colocación del aislante por la parte exterior del edificio se limitan los saltos térmicos en todos los materiales que están situados por detrás de él; por ello, disminuyen las solicitaciones mecánicas de origen térmico y se mantienen estables la envoltura exterior y la estructura del edificio.




El SATE contribuye al mantenimiento de los materiales de construcción e impide la degradación causada por las infiltraciones de agua, fenómenos de disgregación, manchas, mohos, etc. debidas a la aparición de grietas y fisuras originadas por las oscilaciones de temperatura.

En relación con la impermeabilidad, el comportamiento esperado será mejor empleando los mismos productos cuando el aislamiento esté situado por el exterior, mejorando sensiblemente el comportamiento de la fachada ante el agua.

# Preservación del medio ambiente

Preserva el medio ambiente, no dispersa sustancias contaminantes, no contiene sustancias nocivas, se recicla y se reducen las pérdidas energéticas.

Se trata de un sistema respetuoso con el medio ambiente, ya que disminuye el uso de energía para la climatización de los hogares, generando, además de un ahorro en energía, una disminución de las emisiones de $CO_2$. Esto se convierte en una ventaja a la hora de incluir este sistema dentro de una certificación ambiental de un edificio, tales como LEED o BREEAM.

Para conseguir ese ahorro de energía y de emisiones de gases de combustión, se ponen en marcha medidas con las que se alcanzan considerables mejoras de la eficiencia energética de las instalaciones. Esto contribuye a la sostenibilidad, ya que, con el paso de los años, ese sumatorio de emisiones de $CO_2$ supondrá una reducción de millones de toneladas, ayudando al cuidado del planeta y el medio ambiente.

Es evidente que no solo se consigue optimizar el estado de las viviendas y el confort de sus habitantes, sino que de forma global esa mejora de la calidad de vida repercute en la protección del planeta. Cada vez tenemos más conciencia medioambiental y se prefiere implantar medidas que sean menos contaminantes y nocivas para el medio ambiente a través de un consumo responsable de energía, consiguiendo una optimización sostenible de los recursos.

**Los SATE disponen de DAP, Declaraciones Ambientales de Producto tipo III, lo que les permite su incorporación en proyectos de edificios sostenibles con certificación ambiental.**

Los SATE también disponen de declaraciones ambientales de producto Tipo III, que es aquella que proporciona una serie de datos ambientales que han sido cuantificados mediante el uso de parámetros predeterminados, además de información ambiental adicional cuantitativa y/o cualitativa. Esta etiqueta (DAP) permite su incorporación en proyectos de edificios sostenibles con certificación ambiental Verde, LEED o BREEAM, mencionados anteriormente.

# 5 SOPORTES

Para la correcta aplicación de un SATE, es de suma importancia contar con un soporte adecuado sobre el que aplicarlo y, en su caso, su tratamiento previo será la primera labor a realizar.

El soporte debe tener unas características mínimas de estabilidad, cohesión, resistencia, planimetría, contenido de humedad y limpieza.

**La correcta aplicación de un SATE pasa por contar con un soporte adecuado; de no ser así, deberá ser tratado previamente.**

## Especificaciones del soporte

- En obra nueva, los soportes deberán presentar una superficie plana (fábrica cerámica, hormigón o mortero de enfoscado) sin irregularidades significativas o desniveles superiores a 1 cm bajo una regla de 2 m, con la resistencia adecuada para soportar el revestimiento y que haya transcurrido el tiempo de curado necesario desde el final de su ejecución para que reúna las condiciones de estabilidad adecuadas (p.e., un mes en el caso de soportes de material cerámico y dos meses en el caso de bloques de hormigón o arcilla aligerados).
- En el caso de tener un mortero de enfoscado u hormigón, comprobar la limpieza y consistencia de la superficie. Los soportes deberán ser normalmente absorbentes, consistentes y exentos de polvo o desencofrantes.
- En obras de rehabilitación, los soportes deberán ser comprobados desde el punto de vista de su consistencia, envejecimiento y fisuración, fisuración; deberán retirarse las zonas que no tengan buenas condiciones y repararse posteriormente. También deberán ser eliminados todos los restos de suciedad y contaminación existentes en la superficie, como puedan ser acumulaciones de suciedad o proliferaciones de microorganismos (hongos o moho), mediante la aplicación de un agente desinfectante (p.e., desinfectantes específicos) y el lavado posterior con agua limpia a presión (que será necesaria para garantizar la eliminación de los restos de suciedad y agente de limpieza). Los soportes de hormigón deteriorados deberán ser reparados con un mortero de reparación adecuado, incluyendo el tratamiento de las armaduras. Reparar las zonas fisuradas, siempre que las fisuras sean estables y tengan una apertura superior a 2 mm.
- Estos trabajos de adecuación del soporte deben realizarse de manera concienzuda, ya que el éxito de la intervención vendrá directamente condicionado por ello.
- Se mantendrán las conducciones exteriores de agua, gas y electricidad originales permitiendo la accesibilidad a estas cuando sea necesario.
- El paramento tendrá la capacidad portante suficiente para resistir las cargas combinadas de peso propio, peso aportado por el SATE, y las de viento transmitidas a través de este.
- La planicidad y verticalidad del soporte limitarán el tipo de fijación.
- Debe realizarse una eliminación de la pintura si presenta lesiones o fallos de adherencia.
- Independientemente del estado y de las características del soporte, siempre será posible la aplicación de un sistema SATE si se adoptan las soluciones de saneamiento del soporte que sean necesarias y se selecciona el sistema más adecuado entre las diversas soluciones que aportan los fabricantes de sistemas SATE.

**El soporte debe tener unas características mínimas de estabilidad, cohesión, resistencia, planimetría, contenido de humedad entre el 5 y el 10% y limpieza.**

# Clases de soportes

Se consideran soportes aptos para aplicar el sistema SATE, tanto en obra nueva como rehabilitación:

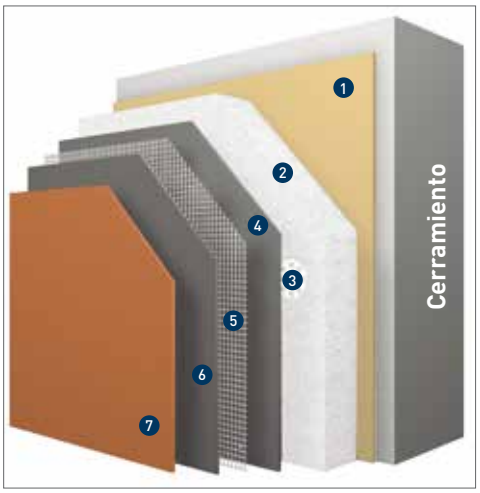
- Fábricas de ladrillo cerámico, revestidas o no
- Bloques de termoarcilla
- Bloques de arcilla expandida
- Bloques de hormigón
- Bloques de hormigón celular
- Paredes o muros de hormigón
- Paneles de cemento
- Paneles prefabricados de hormigón
- Paneles de madera, contrachapados, OSB...

# 6 COMPONENTES

## Componentes del sistema

Los componentes básicos de un SATE son:

- Adhesivo y fijación mecánica
- Placa aislante
- Capa base, malla de refuerzo y 2.º mano de capa base
- Capa de imprimación
- Capa de acabado
- Accesorios




**1.** Adhesivo
**2**. Panel aislante
**3.** Fijación mecánica, espiga de fijación
**4.** Capa base (1.ª)
**5.** Malla de refuerzo
**6.** Capa base (2.ª)
**7.** Acabado final

## Morteros

**Mortero adhesivo para adherir las placas aislantes**

Mortero polimérico de conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos especiales que debe ser mezclado mediante agitación mecánica para adherir los paneles aislantes sobre el soporte.

Una vez fijado el perfil especial de arranque, se colocarán los paneles aislantes de abajo arriba y a tope, con juntas contrapeadas utilizando el mortero de fijación seleccionado. El mortero de fijación se mezclará con un agitador para evitar la formación de grumos y conseguir una pasta homogénea.

El mortero preparado se aplica sobre las placas formando un cordón perimetral, colocado de 3 a 4 cm del borde de la placa de manera que evita la penetración de la pasta en las juntas; se complementa el cordón perimetral con tres puntos centrales. Debe evitarse el relleno de las juntas entre placas. Sobre soportes con alta planimetría es recomendable la aplicación del adhesivo en fase de encolado con una llana dentada sobre toda la superficie del panel aislante.

REQUISITOS

Los morteros de adhesión deben cumplir los siguientes requisitos:

- Adherencia suficiente, tanto a las placas de aislante como al soporte
- Impermeabilidad al agua
- Alta permeabilidad al vapor del agua
- Amplio intervalo de tiempo abierto
- Trabajabilidad

### Mortero para realización de capa base armada

Mortero polimérico de conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos especiales que debe ser mezclado mediante agitación mecánica para la realización de la capa base de acabados.

También encontramos los morteros con conglomerantes orgánicos, libres de cemento. Este tipo de morteros endurecen por secado, por lo que habrá que controlar las condiciones de humedad durante su aplicación para evitar que el tiempo de endurecimiento aumente de forma significativa.

La capa base armada debe ejecutarse lo más pronto posible tras la instalación del aislante, para evitar riesgos de degradación y/o protegerlo cuanto antes de la radiación solar.

El mortero de realización de capa base se agitará adecuadamente para evitar la formación de grumos y conseguir una mezcla homogénea.

Aplicar el mortero de pasta preparada sobre la superficie de los paneles aislantes. Embeber la armadura en la capa fresca con un solapamiento entre mallas de unos 10 cm. La malla de refuerzo embebida en su seno complementa las propiedades mecánicas que presenta el revestimiento.

Tras el secado de la primera capa, aplicar una segunda mano hasta cubrir totalmente la armadura. Alisar con una llana inoxidable o talocha de hoja larga hasta conseguir una superficie lisa.

**Las especificaciones del material de aislamiento, igual que el resto de los componentes, deben venir detallados en la ETE correspondiente.**

# Placas de aislamiento térmico

Los materiales de aislamiento térmico empleados en los sistemas SATE deben cumplir con unos requisitos mínimos de ciertas propiedades, como, por ejemplo, la estabilidad dimensional o el comportamiento a esfuerzo cortante. El sistema SATE es un sistema integral avalado por una ETE (Evaluación Técnica Europea) donde se especifica el material de aislamiento que forma parte de sistema. Las especificaciones del material de aislamiento, igual que del resto de los componentes, deben venir detalladas en la ETE correspondiente. A día de hoy, el ETE es la única manera de obtener un marcado CE voluntario del sistema.

A nivel europeo se está elaborando una normativa para todo el sistema donde se incluyen, entre otros, los requisitos mínimos de los distintos materiales de aislamiento empleados en el sistema SATE. Una vez esté publicada, la información incluida en esta tendrá carácter obligatorio y fijará los requisitos para el marcado CE.

Los materiales de aislamiento térmico generalmente empleados en los SATE son los siguientes:

### EPS: poliestireno expandido

Se define técnicamente como un material de aspecto rígido, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire, y que se fabrica a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible.

Los paneles de poliestireno expandido (EPS) empleados en los SATE deben poseer el marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 13163. Adicionalmente, pueden tener la marca voluntaria AENOR SATE mediante la que se los evalúa para que se cumplan requisitos estrictos para su aplicación específica en este sistema constructivo en propiedades como la resistencia a cortante o la estabilidad dimensional.



- Conductividad térmica habitual

  $\lambda$ = entre 0,034 y 0,038 W/m K (productos blancos)

  $\lambda$ = entre 0,031 y 0,034 W/m K (productos grises-baja conductividad)

- Clasificación de reacción al fuego: E

Por la particular estructura celular del EPS y su fabricación, tanto en bloque como en moldeo, una vez estabilizado convenientemente, el material mantiene sus dimensiones estables a pesar de los cambios bruscos de temperatura que sufre la fachada.

### XPS: poliestireno extruido

Es una espuma rígida y homogénea, de estructura celular cerrada, que la dota de una elevada impermeabilidad y una alta resistencia mecánica.

Los paneles de espuma de poliestireno extruido (XPS) empleados en los SATE deben cumplir con las especificaciones de la norma UNE-EN 13164 y poseer el marcado CE correspondiente.



- Conductividad térmica habitual

  $\lambda$ = entre 0.033 y 0,036 W/m K

- Clasificación de reacción al fuego: E

### MW: lana mineral

La lana mineral (Mineral Wool o MW) es un material aislante constituido por fibras de origen pétreo entrelazadas, formando una estructura de celdas abiertas, que contiene aire inmóvil en su interior.

Su naturaleza le confiere propiedades de aislamiento acústico, protección al fuego y baja resistencia a la permeabilidad al vapor de agua.

Atendiendo a su origen, las lanas minerales pueden ser de dos tipos: lanas de vidrio (Glass Wool o GW) y lanas de roca (Stone Wool o SW). Las primeras tienen como materia prima las arenas silíceas, mientras que las segundas utilizan las rocas de tipo basáltico y ambas son de uso común en los SATE.

Los paneles de lana mineral (MW) empleados en los SATE deben cumplir con las especificaciones de la norma UNE-EN 13162 y poseer el marcado CE correspondiente.



- Conductividad térmica habitual

  $\lambda$ = entre 0,032 y 0,037 W/m K

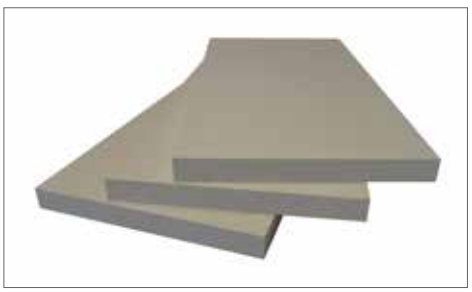
- Clasificación de reacción al fuego: A1 o A2

### PU: poliuretano

Los paneles de espuma rígida de poliuretano, tanto productos PUR como PIR (poliisocianurato), se fabrican a partir de un proceso de espumación y laminación en continuo entre recubrimientos flexibles.

Los paneles obtenidos presentan elevadas prestaciones térmicas y mecánicas, bajo peso y elevada rigidez.

Los paneles de espuma de poliuretano (PU) con revestimientos flexibles empleados en los SATE deben cumplir con las especificaciones de la norma UNE-EN 13165 y poseer el marcado CE correspondiente.



- Conductividad térmica habitual

  $\lambda$ = entre 0,023 W/m K para recubrimientos estancos y 0,028 W/m K para recubrimientos porosos, dependiendo del espesor

- Clasificación de reacción al fuego: E

**PF: fenólica**

Los paneles aislantes rígidos de espuma fenólica (PF) se fabrican a partir de un proceso de espumación y laminación en continuo entre recubrimientos flexibles.

Los paneles obtenidos presentan elevadas prestaciones térmicas, bajo peso y elevada rigidez.

Los paneles de espuma fenólica (PF) con revestimientos flexibles empleados en los SATE deben cumplir con las especificaciones de la norma UNE-EN 13166 y poseer el marcado CE correspondiente.



- Conductividad térmica habitual

  $\lambda$ = entre 0,020-0,023 W/m K, dependiendo del espesor

- Clasificación de reacción al fuego del producto: C

Otros paneles aislantes utilizados son los de corcho, los de fibra de madera...

**Los materiales de aislamiento térmico empleados en los SATE deben cumplir con unos requisitos mínimos de ciertas propiedades, como la estabilidad dimensional y el comportamiento a esfuerzo cortante.**

# Accesorios

Una parte decisiva del SATE son los accesorios, que deberán ser en cada caso los recomendados por el fabricante del sistema, para asegurar un buen comportamiento del SATE y garantizar el resultado.

# Fijaciones mecánicas

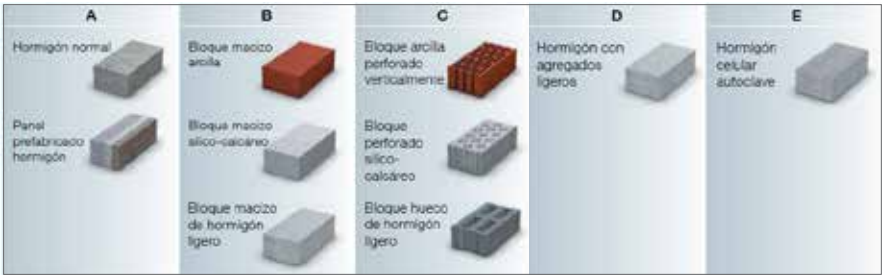
La EAD 330196-00-0604 establece las bases para evaluar los anclajes que se utilizarán para la fijación mecánica de los paneles del aislamiento térmico, en base a los diferentes sustratos que podamos encontrarnos.

Para definir la longitud de la espiga adecuada al SATE, aparte del espesor de la placa de aislante, deben seguirse los criterios siguientes:

- Tipo de soporte
- Sistema de perforación
- Elementos de fijación

Indicar el tipo de placa de aislante utilizado, según lo que se recoge dentro del apartado "Placas de aislamiento térmico".

**A. Tipo de soporte:** clasificados según la siguiente tabla; A. hormigón, B. ladrillo macizo, C. ladrillo hueco, D. hormigón ligero y E. hormigón celular:



**B. Perforación:** los materiales identificados en el grupo A son los únicos que admiten la perforación con el percutor del taladro activado; los del resto de grupos obligatoriamente tienen que ser perforados solo por rotación del taladro. Para facilitar esta tarea existen brocas especiales y debe respetarse el número de perforaciones por broca recomendado



Con percutor

Sin percutor



**C. Elementos de la fijación:** pueden ser atornillados o de golpeo en función de la categoría del soporte.

Las fijaciones se deberán determinar en función del tipo de soporte (A.- hormigón, B- ladrillo macizo, C-ladrillo hueco, D- hormigón ligero, E- hormigón celular).

Las espigas más habituales son:

1. Taco de polipropileno con clavo de poliamida para instalación por percusión y apto para soportes A, B, C, D o E.



2. Taco de polipropileno con clavo metálico para instalación por percusión, apto para soportes A, B, C, D o E.



3. Taco de polipropileno con tornillo metálico para instalación atornillada sobre soportes A,B,C,D o E.



4. Combinación compuesta por una arandela de plástico y un tornillo, que permite atornillar paneles de aislamiento en soportes de madera o en chapa de acero.



En el caso de placas de aislamiento con espesores mayores o iguales a 8 cm, se pueden instalar espigas embutidas en el panel de aislamiento con una tapa del mismo material aislante para romper/minimizar el puente térmico generado por la espiga, en el caso de espigas con clavos o tornillos metálicos.



En relación con la longitud mínima del tornillo utilizamos la siguiente fórmula para calcularla:

**Ld= tfix + ttol + heff** donde:

**tfix** – espesor del aislamiento (ejemplo 60 mm)

**ttol** – revoco existente + adhesivo y mortero de nivelación (ejemplo 10 + 20 mm = 30 mm)

**heff** – profundidad de empotramiento del anclaje (ejemplo 30 mm)

**Ld= 60+30+30 = 120mm**

# Perfiles

Los más utilizados son los de aluminio y plástico (PVC), que se colocan en el arranque y protección superior y lateral del SATE, así como en puntos críticos como esquinas de huecos de puertas y ventanas, alféizares, y juntas de dilatación, con la finalidad de garantizar unas adecuadas prestaciones mecánicas tras su instalación en la fachada. Existen variantes con goterón para controlar la escorrentía del agua de lluvia y algunos incorporan también una malla para facilitar el solape con mallas adyacentes.

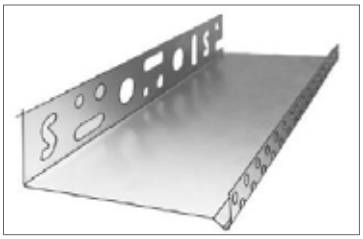
En los huecos, los angulares o perfiles cantonera proporcionan resistencia mecánica a las aristas expuestas del sistema. Los perfiles de sección en U (arranque y cierre) facilitan la puesta en obra y las entregas con otros elementos de la fachada.

Mostramos a continuación los perfiles de uso más recurrente.

### Perfil de arranque

Se coloca horizontalmente en el límite inferior de la zona a revestir, anclado al soporte mediante tornillos, distanciadores y conectores, facilitando el arranque a nivel del montaje del sistema y garantizando su horizontalidad. Incluye un goterón que garantiza el drenaje vertical del agua evitando su retorno. La sección en U dependerá del espesor del aislamiento seleccionado, y los perfiles deberán separarse entre sí unos 3 mm aproximadamente para evitar el contacto por dilatación entre ellos y la fisuración del sistema. Los fabricados en PVC han sido especialmente diseñados para una prevención de los puentes térmicos.





Podremos usar un perfil clip de arranque con malla para evitar el riesgo de fisura en la unión de los perfiles, cosiéndola con dicho perfil para empezar el sistema reforzado con malla y con goterón, que evita el retorno del agua al sistema.

### Perfil de cierre lateral

Se coloca en los límites verticales de la zona a revestir, facilitando el cierre del sistema.





### Tornillos, distanciadores y conectores

Los perfiles anteriormente explicados irán instalados al soporte mediante:

a) Tornillos con una distancia no superior a 30 cm entre ellos.

b) Distanciadores para separar el perfil del soporte el espesor necesario del mortero de agarre y para nivelar las posibles irregularidades de dicho soporte.

c) Conectores para conectar los perfiles evitando el contacto entre ellos por dilatación y reduciendo el riesgo de fisuras en esa zona.

### Perfil esquinero

Se colocan en los vértices horizontes y verticales en aristas, ventanas y puertas. Existe una gran variedad, tanto en aluminio como en PVC, permitiendo la formación de cantos perfectos tanto alineados como perpendiculares.

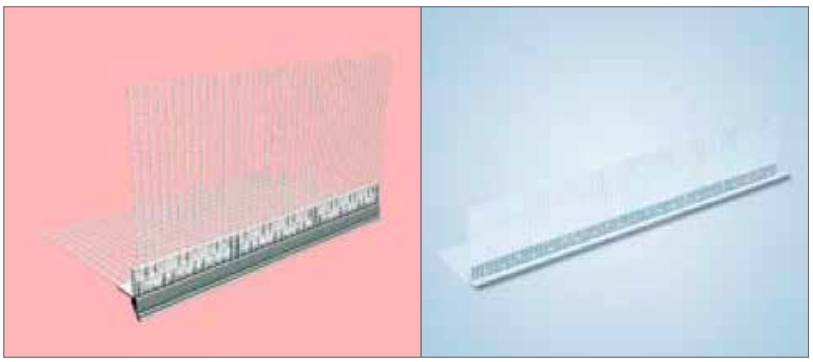


### Perfil esquinero con malla

Es un perfil de PVC que incorpora, en ambos lados, una malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis, y cuya función es el refuerzo de las aristas del sistema, como son los huecos de puertas y ventanas.

Se instala aplicando una capa previa de mortero adhesivo de espesor aproximado de 1,5 mm sobre el panel de aislamiento y, a continuación, ajustando el perfil a la arista de modo que la malla quede embebida.

Transcurrido el tiempo indicado por el fabricante, se aplica una segunda capa del mismo espesor de mortero adhesivo. En dinteles y cantos de forjado, con la finalidad de evitar el retorno del agua y garantizar la limpieza del dintel, según el DB HS1 (apartado 2.3.3.6 punto 3), es habitual la utilización de una variante de este tipo de perfil que incorpora goterón (perfil antigoteo).

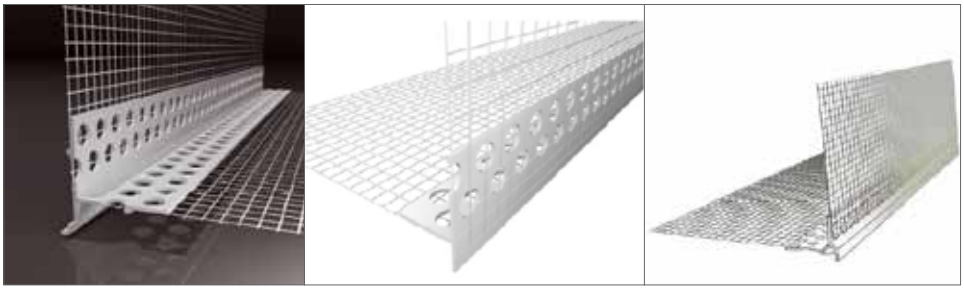


### Perfil esquinero de ángulo variable con malla

Perfil de PVC que incorpora, en ambos lados, una malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis y que se utiliza cuando en la geometría de la fachada intervienen aristas con ángulos agudos u obtusos. Su instalación se realiza del mismo modo indicado para el perfil cantonero con malla anterior.

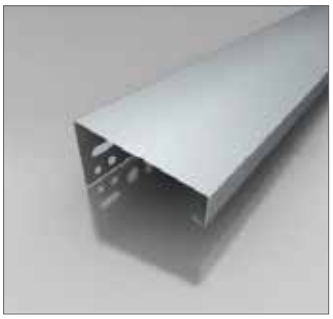
### Perfiles con goterón

Se colocan en los dinteles de puertas y ventanas con el fin de guiar las escorrentías en los cambios de plano, impidiendo el retorno y la filtración de agua al interior de la pared.



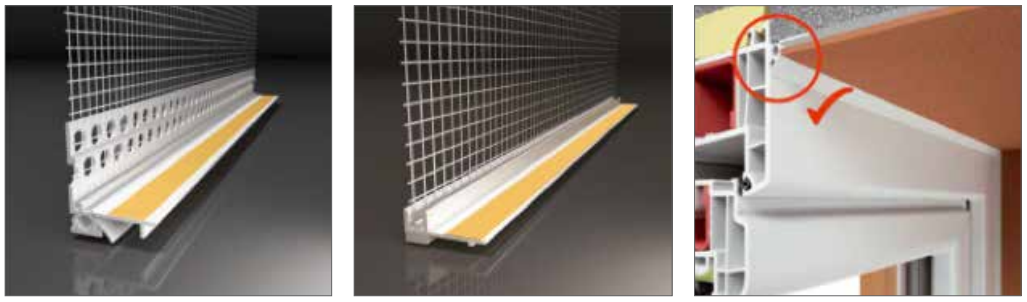
### Perfil de coronación o cierre superior

Se utiliza para la protección de la parte superior del SATE, con la finalidad de evitar su deterioro por inclemencias meteorológicas y la aparición de problemas de humedad derivados de la infiltración del agua de la lluvia, así como garantizar una mejor sujeción al soporte y una mayor solidez conjunta. Su extremo exterior va provisto de un goterón que garantiza el drenaje vertical y evita el retorno del agua hacia el sistema.



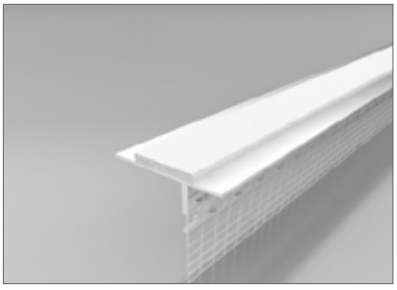
### Perfiles de marco ventana

Los perfiles autoadhesivos de PVC, con malla álcaliresistente, permiten la conexión exacta del sistema a los marcos de las puertas y ventanas, sin dejar huecos ni espacios, permitiendo una pequeña dilatación y facilitando el posterior sellado.



### Perfil de alféizar

Perfil de PVC que se instala en los alféizares de las ventanas actuando como vierteaguas, con la finalidad de evitar los daños estéticos producidos en la fachada por la escorrentía del agua. Incorpora una malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis (4 × 4 mm). Se emplea para una ejecución duradera e impermeable del alféizar, creando una unión flexible de este con la estructura del SATE.



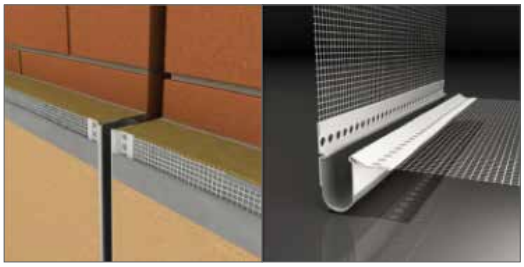
### Cinta compresible de sellado o de estanqueidad

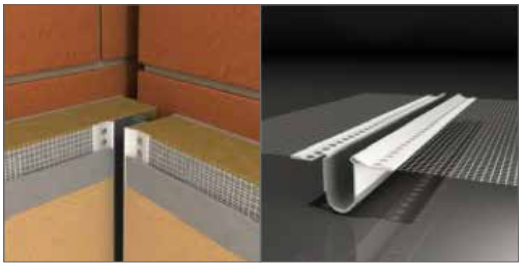
Cinta de espuma de poliuretano que sirve para el sellado hermético y estanco de las juntas exteriores. En lugares donde el agua pueda penetrar por falta de estanqueidad o por capilaridad, es necesario el uso de una cinta compresible de sellado; para asegurar la estanqueidad al agua de lluvia se recomienda efectuar un sellado elástico. Su correcta aplicación implica que los vierteaguas, carpinterías metálicas, coronaciones y otros elementos salientes de fachada hayan sido colocados antes que el material aislante. La cinta se ubica alineada con la cara más exterior del panel de aislamiento y presionada hasta alcanzar un espesor de 3 mm.



### Perfil de junta de dilatación

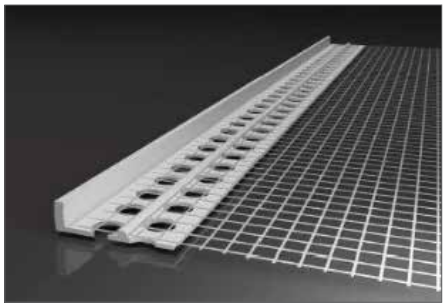
De aplicación solo en vertical, es un perfil de PVC que incorpora una malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis; tiene en su parte central un elemento PVC blando para garantizar una adecuada dilatación en la absorción de los movimientos del soporte. Aptos para las juntas de dilatación de 5 a 25 mm de ancho, tanto verticales en un mismo plano como en esquinas internas de la fachada. Existe una variedad específica de este perfil para juntas de dilatación en ángulo en paramentos verticales.





### Perfiles de despiece

Actúan como separadores de los distintos revocos de acabado, permitiendo realizar juntas de trabajo o cambios de color de manera cómoda.



### Malla de refuerzo para las esquinas

Malla de refuerzo para las esquinas álcaliresistente que se aplica en las esquinas de marcos de puertas y ventanas, reforzando y armando el revoco para evitar su fisuración.



## Malla de armadura

Malla de fibra de vidrio, con impregnación de resina, que evita el ataque y la acción de los álcalis y la estabiliza dimensionalmente. Refuerza el sistema, mejorando su resistencia a las solicitaciones térmicas y mecánicas. En zonas de zócalo se emplean dos capas de malla o una sola malla más resistente.

Mostramos a continuación las mallas de uso más corrientes:

- Malla estándar o general del sistema

Malla de fibra de vidrio álcaliresistente, de aproximadamente 160 g y una luz de malla de +/- 4 × 4 mm. Está indicada para el refuerzo de los morteros en la capa base del SATE y para las partes altas del edificio, proporcionando una armadura eficiente al sistema.



- Malla antivandálica (de gramaje superior a 300 g/m$^2$)

Malla de fibra de vidrio álcaliresistente, con un gramaje superior a los 300 g y una luz de malla de +/- 6 x 6 mm, que se aplica de forma complementaria, indicada para el refuerzo de los morteros en la capa base, aportando una mayor resistencia mecánica en las zonas de alto riesgo de impacto o golpeo, como las zonas accesibles a actos vandálicos del SATE (zócalos, tramos inferiores de fachada, etc.). Como alternativa se puede utilizar doble malla normal.



**Las mallas de armadura son de fibra de vidrio y se utilizan para reforzar y dar estabilidad al sistema.**

### Consideraciones

Para las zonas con alto riesgo de impacto, colocar una malla de armadura con doble refuerzo o malla antivandálica, en una capa adicional previa de mortero de refuerzo sobre la que se embebe la malla especial con una llana. Sobre dicha capa se aplicará la malla estándar.

# Soluciones para la instalación de elementos externos sobre el sistema SATE

Es importante elegir fijaciones adecuadas a cada tipo de montaje y carga.

- Elementos de fijación para colocación de cargas ligeras en la fachada en anclajes planificados.
- Espirales fabricadas en nylon de alta calidad con una carga máxima de 5 kg por espiral, especialmente indicada para la instalación de buzones, placas de calle, bajantes...
- Elementos de fijación para colocación de cargas medias en la fachada en anclajes planificados.
- Fabricado en EPS de alta densidad y de fácil instalación, admiten una capacidad de carga de hasta 15 kg por pieza, especialmente indicados para sensores de movimiento y temperatura, soportes de luz, etc.

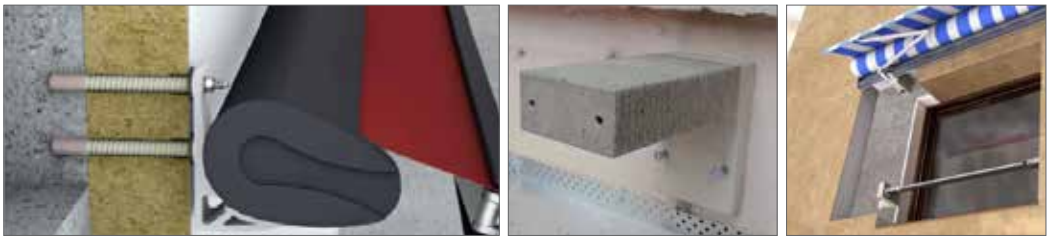


Soluciones para permitir la instalación de elementos de fachadas, constituidos de materiales con baja conductividad.

La elección de dicha solución debe hacerse según 3 factores importantes:

- Carga que supone el elemento a fijar (estáticas y/o dinámicas). Se distinguirían 3 categorías: ligeras, media y altas.
- Relevancia en cuanto a seguridad para las personas (por ej.: barandillas). Necesidad de usar un elemento con aprobaciones y prestaciones controladas.
- Momento de instalación en el soporte: el momento de instalación de este tipo de anclaje debe estar planificado o establecido en la memoria por parte del proyectista.

### Instalación de un elemento de fijación para una carga pesada



### Instalación de un elemento de fijación para una carga ligera



### Tapa para agujero de andamio

Detalle de una tapa de anclaje de andamio y su correcta instalación



# 7 APLICACIÓN DEL SISTEMA

## Condiciones generales para la aplicación de un SATE

El procedimiento de aplicación implica el cumplimiento de las siguientes condiciones generales:

- El soporte debe tener unas características mínimas de estabilidad, cohesión, resistencia, planimetría, contenido de humedad y limpieza (para más información, ver apartado "Soporte").
- Se deberán respetar las juntas de dilatación existentes en el edificio mediante los procedimientos de ejecución adecuados.
- No aplicar los morteros con una temperatura ambiente inferior a 5 ºC o superior a 30 ºC.
- Durante la instalación del sistema, es recomendable proteger la fachada de cualquier inclemencia meteorológica mediante la utilización de lonas de protección colocadas en los andamios.

## Colocación de las placas aislantes

Se puede iniciar la colocación desde el pavimento o solera existente, o a partir de un perfil de arranque.

En el primer caso deberá respetarse lo indicado en el CTE/ DB-HS-1. 1, art. 2.3.3.2, Arranque de fachada desde la cimentación en cuanto a la capacidad de succión inferior al 3% CTE/ DB-HS-1, art. 2.3.3.2, Arranque de fachada desde la cimentación:

1. Debe disponerse de una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptar otra solución que produzca el mismo efecto.

2. Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior, que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

**Se puede iniciar la colocación desde el pavimento o solera existente, o a partir de un perfil de arranque.**

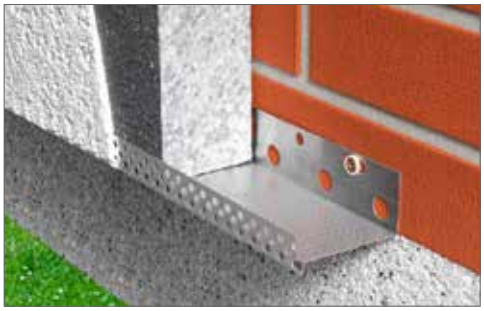
3. Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 o disponiendo un sellado.



Ejemplo de arranque de la fachada desde la cimentación

En el segundo caso, la colocación de las placas aislantes comienza con la colocación de los perfiles de arranque; estos se colocan horizontalmente en el límite inferior de la zona a revestir, respetando un zócalo de unos 15 cm para evitar la transmisión de humedad por capilaridad.

Los perfiles de arranque se colocan antes que las placas de aislamiento, lo que permite realizar de manera uniforme el arranque de la colocación de las placas y crea una zona de protección contra las humedades, golpes, etc.



Para su fijación se utilizan tornillos zincados y tacos adecuados al soporte. Las fijaciones se deben colocar a una distancia no superior a 30 cm, y en los encuentros o vértices no inferior a 15 cm. Los perfiles deben separarse entre sí unos 2 o 3 mm para evitar posibles contactos producidos por las dilataciones.

# Consideraciones generales sobre la instalación del aislamiento

La colocación de las placas de aislamiento se deberá realizar siguiendo las siguientes pautas:

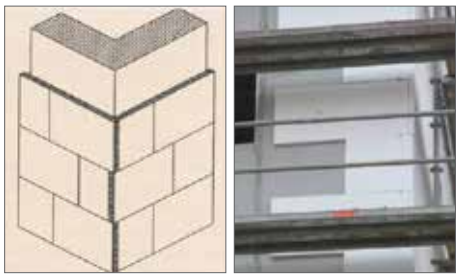
• Todos los elementos salientes de la fachada deberán ser colocados antes que el aislamiento (vierteaguas, coronaciones, etc.) para asegurar el correcto tratamiento impermeable de las juntas. De no ser así, requerirá un tratamiento posterior consistente en realizar un llagueado entre el precerco y el aislamiento; en la entrega se colocará un material sellante y elástico (DB HS 1 apartado 2.3.3.6 parte 2).

• Se comprobará que el material de aislamiento es el adecuado para la aplicación del SATE.

•Los paneles de aislamiento se colocarán de forma contrapeada, de abajo hacia arriba. Se considera un contrapeo correcto cuando la distancia de separación es mayor o igual que el espesor del aislante.

• En las esquinas del edificio se colocarán paneles enteros o medios paneles, alternativamente.

• Se comprobará que las placas de aislamiento se han fijado correctamente al soporte, bien con adhesivo o bien con fijación mecánica y adhesivo. Las espigas se colocarán una vez instalados los paneles de aislamiento.



• Se controlará la ausencia de resaltos o cejas entre las placas de aislamiento durante su colocación.

• Los paneles de aislamiento serán colocados desplazándose gradualmente. Colocar los paneles aislantes de abajo hacia arriba, apretándolos bien para conectarlos, partiendo de las aristas del edificio. Presionar los paneles sobre la pared. Retirar previamente el exceso de adhesivo para evitar la formación de puentes térmicos.

• Se comprobará que las juntas entre placas de aislamiento encajan a tope unas con otras y se evitará que se colmaten de adhesivo.



• Se rellenarán los espacios abiertos entre paneles con tiras del mismo material aislante, evitando el uso de mortero para rellenar esa juntas.



• Las tuberías ocultas serán marcadas para evitar que sean perforadas por el taladro al colocar las espigas u otro tipo de fijación en la operación de anclaje posterior. Aun así, sería técnicamente más correcto no dejar tuberías ocultas debido a la dificultad de intervenir en caso de mantenimiento.

• Después de fraguar el adhesivo, si es necesario, se deben lijar y limpiar los paneles de aislamiento (excepto en paneles de lana mineral o fenólicos, que podrían deteriorarse).

# Fijación de las placas aislantes

Las placas aislantes se colocan con adhesivos y anclajes mecánicos.

### Aplicación del adhesivo

La función del adhesivo para el SATE es triple:

- Soportar o agarrar el material aislante sobre el paramento del edificio.
- Restringir los movimientos de dilatación, contracción y alabeo en función del tipo de aislamiento.
- Regular o ajustar la planicidad de la instalación por defecto en el paramento, siempre que sea inferior a 10 mm medido con regla de 2 m.

Como recomendación general, el valor mínimo exigido de resistencia a la tracción directa que deben cumplir los adhesivos debe ser mayor o igual al valor de punto de rotura a la tracción del aislamiento que se esté aplicando.

Los adhesivos se pueden suministrar en polvo, pasta o en espuma. Según su naturaleza pueden ser en base cemento, resinas en dispersión o poliuretano.

Existen dos formas básicas de aplicar el adhesivo:

### Fijación mediante cordón y puntos

Se utiliza sobre soportes con irregularidades de hasta 10 mm medidas con regla de 2 m.

La cantidad de adhesivo a aplicar debe elegirse de manera que, teniendo en cuenta las tolerancias del sustrato y el espesor de capa del adhesivo (aproximadamente entre 10 y 20 mm), se obtenga una superficie de contacto con el sustrato de entre un 40% y un 60%.

Para ello, se procederá a colocar el mortero adhesivo con una anchura de 50 mm en todo el perímetro de la placa, y el centro del panel se aplicarán tres pelladas de mortero adhesivo.

Es el sistema usual en obras de rehabilitación.



### Aplicación en toda la superficie

Este tipo de aplicación es recomendable en caso de soportes nivelados y que presenten una buena planimetría; se realiza aplicando el mortero con máquinas sobre el soporte o a mano sobre los paneles aislantes, mediante la utilización de una llana dentada de acero inoxidable.





Ocasionalmente, cuando nos encontramos con grandes superficies, se puede acelerar la aplicación del adhesivo con la ayuda de medios mecánicos. Para optar por dicha aplicación se deberán tener presentes los requisitos establecidos por el fabricante.

## Anclaje mecánico

El anclaje de plástico o espiga se utiliza en combinación con los adhesivos para fijar las placas al soporte; ha de estar inyectado en material termoplástico aislante (polipropileno con aditivos) para evitar la propagación de la llama. Debe disponer del Marcado CE según la EAD 330196-00-0604.

Si la capacidad de sustentación no es suficiente, hay que emplear espigas adecuadas en función del estado de la fachada; deben anclarse en materiales resistentes de la pared, con la profundidad necesaria, teniendo en cuenta que los azulejos y el revoque antiguo no se consideran un soporte de anclaje adecuado.

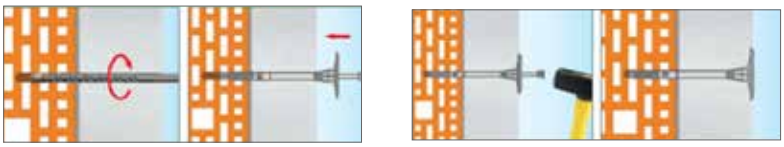
En caso de no poder evaluar suficientemente el soporte, es recomendable realizar un ensayo *in situ*.

La longitud se escogerá en función del espesor de la placa de aislamiento, el espesor del adhesivo, la existencia o no de capas intermedias entre aislante y soporte (p. ej.: revoco antiguo) y la profundidad de empotramiento del anclaje indicado en la ETE/ETA del fabricante para cada soporte.

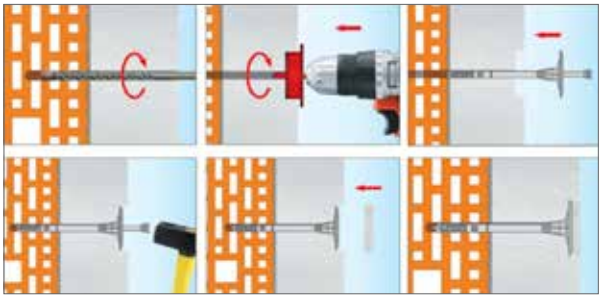


El número y tipo de anclajes dependerán de las condiciones particulares de cada situación.

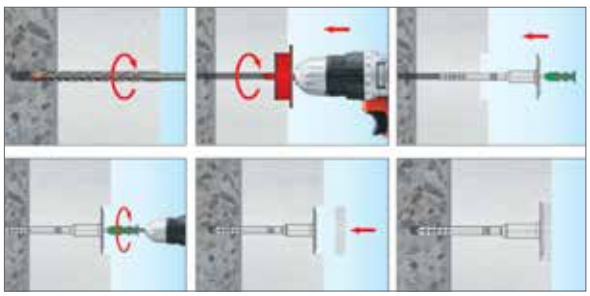
### aplicación de tacos de fijación mecánica por golpeo en superficie



### Aplicación de tacos de fijación mecánica por golpeo embutidos



### Aplicación de tacos de fijación mecánica atornillados embutidos



La longitud de las espigas dependen de los soportes correspondientes. El número y diámetro de las espigas depende de la exposición al viento y de la succión que se genera. Su colocación se realiza una vez instalado el aislamiento y antes de la armadura, y su distribución debe ser regular.

En algunos sistemas específicos será necesario aplicar las espigas también después de la capa base.

En las esquinas de los edificios se forman cargas de viento mayores, por ello hay que cerciorarse de que se haga una distribución homogénea de fijación con espigas.

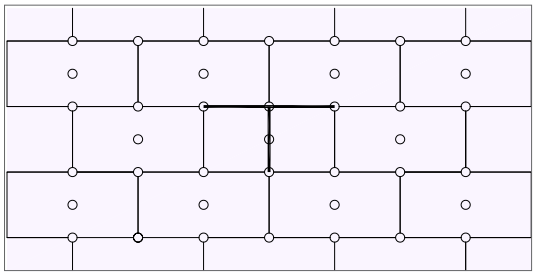
Las espigas deben colocarse perpendicularmente (ángulo de 90 grados) al sustrato asegurando que la parte superior de la arandela esté perfectamente alineada con la superficie del material aislante, o mediante el uso de espigas específicas y brocas, para la aplicación de de estas el interior de la placa aislante, recubiertas después con un tapón aislante del mismo material.

**La longitud y el diámetro de las espigas dependerán de la tipología del muro y del material aislante, así como de la altura y la situación en borde.**

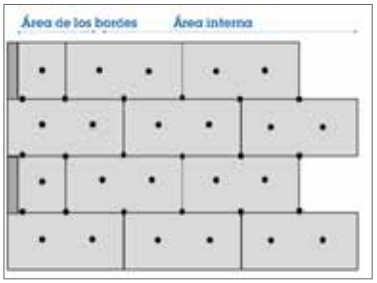
En función del material aislante y sus dimensiones, hay distintas maneras de distribuirlas:

Con paneles de aislante de EPS, se recomienda anclar en "T" con al menos 6 anclajes por m², de la manera siguiente (1000 × 500) :

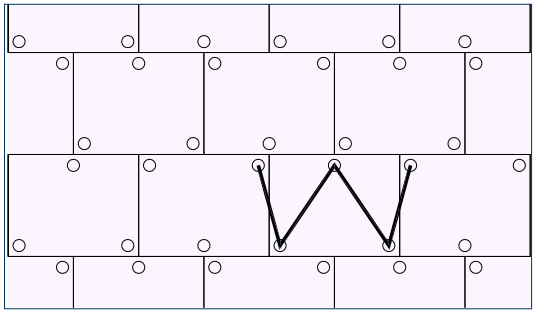
- En cada junta en T
- En cada centro de tablero (al menos un anclaje por panel)



Para placas de EPS de 1000 × 600, la colocación sería la siguiente, tanto para el área de los bordes como para el área interna.

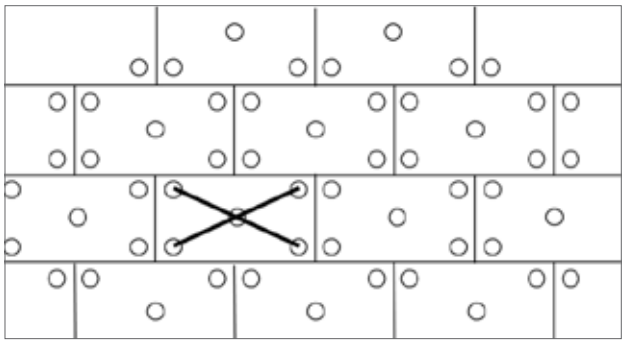



Con paneles aislantes en MW (lana mineral de 800 × 625 mm) se aconseja utilizar un esquema en "W", la distancia entre el anclaje y el borde debe de ser de 50 mm mínimo y al menos 6 anclajes por m².

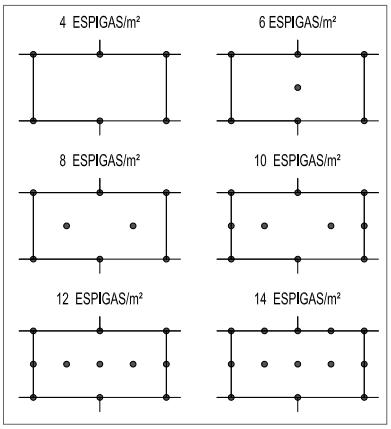


**Las espigas deben colocarse perpendicularmente al sustrato, asegurándose de que la parte superior de la arandela esté perfectamente alineada con la superficie del material aislante.**

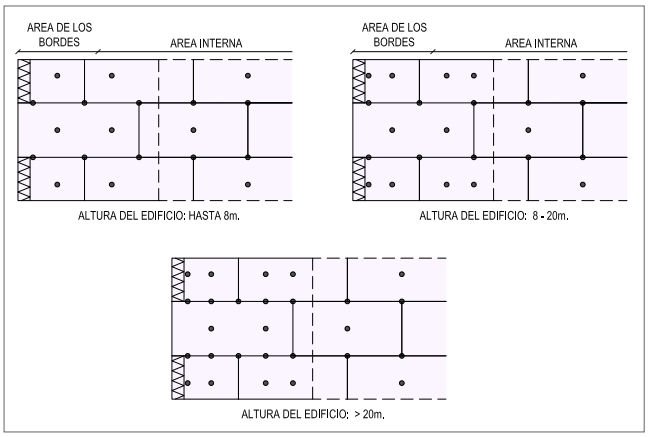
Con paneles aislantes en MW (lana mineral de 1200 × 600 mm), aunque el esquema más conocido sigue siendo el "W", según las necesidades se puede aconsejar utilizar un esquema en "X" ; la distancia entre el anclaje y el borde debe ser de 50 mm mínimo.



En función del número de anclajes necesarios se distribuyen de la siguiente manera:



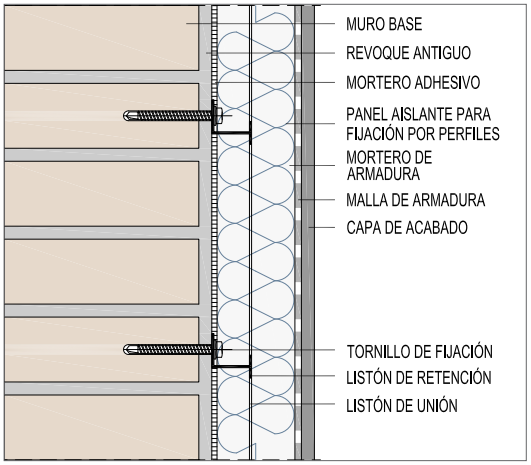

Adicionalmente hay que considerar que en las esquinas y en las fachadas superiores de los edificios se forman cargas de viento mayores, por ello hay que reforzar el sistema con mayor número de espigas.




### Anclaje mecánico mediante perfiles en PVC o aluminio

Si el soporte no es adecuado para el adhesivo o el sustrato presenta irregularidades superiores a 3 cm, se deben emplear sistemas de fijación por perfiles.

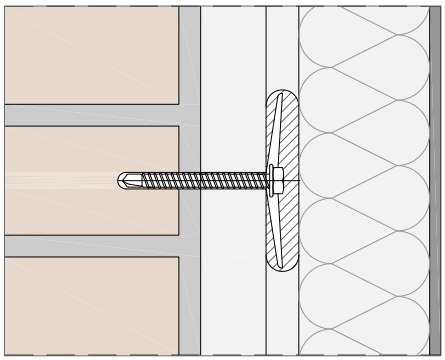
Este sistema está especialmente indicado cuando la retirada del revoco antiguo resulta demasiado costosa. El montaje de las placas junto con los perfiles soluciona posibles problemas de sujeción a superficies problemáticas, así como la corrección de desplomes.




**Fijaciones mixtas, solo válido para placas de EPS**

Este anclaje funciona de forma mecánica al instalarse mediante golpeo en el muro base a rehabilitar, antes de poner el aislamiento.

Una vez anclado, se extiende una pellada de mortero adhesivo sobre el anclaje, que se pegará al aislamiento. De esta forma, la instalación de la placa de aislamiento se confía, no solo a la adherencia sobre la superficie antigua (revocos deteriorados, pinturas, superficies disgregadas, etc.), sino también a la resistencia mecánica del anclaje, que hace de puente de unión entre la placa y el muro que deba rehabilitarse.



# Aplicación de la capa base de armadura

La capa de armadura mejora las prestaciones mecánicas del SATE y contribuye a mejorar las características mecánicas de los morteros de refuerzo y a absorber las tensiones que puedan generarse entre las placas de aislamiento.

Una vez colocadas las placas de aislamiento y realizadas las esquinas se pasa a aplicar directamente sobre ellas el mortero de base con un espesor definido por el fabricante.

Esta capa de refuerzo y alisado se denomina *capa base*, puede extenderse con llana o con máquina de proyectar y es la que proporciona la mayor parte de las prestaciones mecánicas.

Mientras está fresca la capa base, se coloca la malla cuyo tejido debe penetrar mediante presión sobre la primera capa de mortero fresco; se coloca ejerciendo presión para que quede embebida y sin pliegues.

El adhesivo empleado para fijar las placas aislantes puede también emplearse para el recubrimiento de estas, en cuyo caso se realiza en dos manos.

NUNCA DEBE DE COLOCARSE LA MALLA ANTES DE LA CAPA BASE.

El espesor de mortero recomendado para la capa de armadura estará en función del tipo de aislamiento; en todo caso, la malla siempre ha de quedar integrada entre las dos capas de mortero.

Para su correcta colocación, en los tramos contiguos la malla deberá solaparse un mínimo de 10 cm.





Después de la primera capa de mortero, se aplicará una segunda capa que cubra completamente la malla de fibra de vidrio (normal o de zócalo). El espesor aproximado de las dos capas será igual o superior a 3 mm.





Cubrición insuficiente de la malla de refuerzo.

Según el acabado deseado transcurrido un tiempo de espera, con el fin de dejar la superficie lo más lisa posible, se pasa por todo la superficie una esponja humedecida o fratás fino.

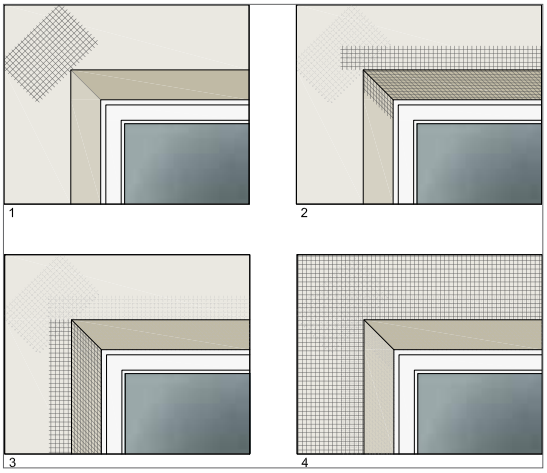
Con ello se evita la formación de texturas con un relieve que pueda transmitirse al revestimiento final.

Una vez seco el mortero, realizar un control con regla de 2 m admitiendo una desviación absoluta máxima de 5 mm, intensificar el control en las zonas de solape de malla. De no cumplirse la desviación admisible, se puede aplicar una segunda capa de nivelación.

**La capa de armadura mejora las prestaciones del SATE, y contribuye a mejorar las características mecánicas de los morteros de refuerzo y a absorber las tensiones que puedan generarse entre las placas de aislamiento.**

### Colocación de mallas en huecos de fachada

En todos los ángulos correspondientes a los huecos de fachada, la malla debe colocarse con una inclinación de 45º.



# Imprimación y capa de acabado

## Imprimación

Esta es una capa muy delgada que facilita la posterior aplicación de la capa de acabado. Su función es la de unir la capa base y la de acabado.

La capa de imprimación está indicada:



1. Como puente de unión en casos de incompatibilidad del mortero de la capa base y la de acabado.

2. Para mejorar la adherencia, según indicaciones del fabricante.

3. Como capa de fondo para capas de acabado con textura acanalada o rugosa, en las cuales se transparente el color del fondo.

4. Como igualador tonal, debe ser del mismo color que el acabado final.

5. Para regular la absorción de la capa base.

Para la aplicación de la capa de imprimación se deben respetar los tiempos de secado del mortero y se debe cubrir toda la superficie con un rodillo.

## Capa de acabado

Tiene como función principal proteger el sistema del exterior, la radiación solar, la lluvia u otros agentes externos, y contribuye a la impermeabilidad al agua de lluvia y la permeabilidad al vapor de agua.

Asimismo, al ser la última capa, la parte más visible del sistema, tiene una función estética que le confiere al edificio color y textura. El espesor de la capa de acabado dependerá de su naturaleza, composición y acabado final (liso, rugoso, etc.).

Los requisitos mínimos del Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de la Edificación, DB HS 1, apartado 2.3.1, Fachadas, indica el grado de impermeabilidad en función de la zona pluviométrica, el grado de exposición al vientoy la altura del edificio. En función del grado de impermeabilidad descrito en el apartado 2.3.2 se pueden establecer las soluciones constructivas a las que deben responder los revestimientos exteriores en:

1. Resistencia a la filtración del revestimiento exterior.

2. Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua.

3. Composición de la hoja principal.

En la actualidad las opciones de acabados son muchísimas y la combinación de ellas hace que sean innumerables las posibilidades de diseño; a continuación expondremos algunas de ellas.



Edificio en Frankfurt, de izquierda a derecha: fachada original, fachada rehabilitada de emergencia con SATE después de la Segunda Guerra Mundial e imagen actual de la fachada en una segunda rehabilitación con SATE, actualizándolo a las normativas de ahorro energético actuales y recuperando su apariencia original.

**Revocos:** los fabricantes de morteros y revocos han seguido las tendencias que han marcado los arquitectos para desarrollar nuevos productos a partir de los cuales se pueden obtener nuevas superficies de acabado con materiales extremadamente rugosos o muy finos, pasando por todos los estados intermedios y, si se usan combinaciones de ellos o se aplican con herramientas/técnicas especiales, se pueden obtener resultados propios u otros que se asemejan al hormigón, madera, hormigón lavado, estucados, textiles, piedras, etc.

Este acabado está cubierto por la EAD 040083-00-0404, y la EAD 040089-00-0404 para revocos sobre estructuras de madera.

Tipologías de acabados revocados:

- Mortero acrílico
- Mortero de silano-siloxanos
- Mortero al silicato
- Mortero mineral (hidráulico)
- Mortero de silicona.

**En la actualidad las opciones de acabados son muy variadas y la combinación de ellas hace que sean innumerables las posibilidades de diseño.**

Además de cumplir los requisitos exigidos por la normativa DB-HS1, deben seguirse las siguientes indicaciones:

- Se recomienda que el índice de reflexión de la luz no sea inferior a 25 (0 negro y 100 blanco). En cualquier caso, este valor deberá estudiarse para el sistema concreto, ya que, en parte, depende de la situación del edificio, orientación, geometría y tipo de aislamiento utilizado.
- El espesor de la capa depende del grano calibrado que tiene el revoco o de las recomendaciones del fabricante.
- Los revocos pueden aplicarse a mano o a máquina, siguiendo la recomendación específica del fabricante.
- Dado que las imperfecciones de la fachada son visibles con luz rasante, es recomendable utilizar revoques con efectos, ondulaciones o con áridos visibles para reducir el efecto de sombras general en la fachada.
- La técnica de trabajo, la herramienta, así como la base, influencian el resultado de manera fundamental.

Cuando se realicen grandes zonas de aplicación de revestimiento acrílico, se deberán utilizar delimitadores de áreas, cintas de pintor que, fijadas en la imprimación, producen el efecto de discontinuidad, evitando los empalmes de materiales y, por consecuencia, efecto de destonificaciones.



**Pinturas de efecto:** adicionadas a los diferentes tipos de revocos, pueden complementar o cambiar el efecto que se quiere conseguir, para lo cual se suelen usar pinturas de fachada estándar, veladuras o pinturas de aspecto metálico que, variando la técnica de aplicación, consiguen un resultado totalmente diferente si se usan plantillas, esponja, cepillo, brocha o rodillo.

**Aplacados:** pasando por imitaciones de plaquetas fabricadas en materiales acrílicos hasta piedras reales, cerámicas de ladrillo visto, porcelánicos, gresites, mosaicos de vidrio y varios más.

Hay que tener presentes las limitaciones técnicas para esta solución; principalmente son tres: se reduce la superficie donde se produce la difusión de vapor, se colocan elementos pesados en la capa más alejada de la base del soporte y son elementos muy rígidos; por lo tanto, no todos los aplacados son válidos, no todos los tamaños son admisibles, no todos los tipos de aislamiento cumplen capacidades de carga y se evitarán las superficies sin juntas.

Este acabado está cubierto por la  EAD 040287-00-0404 Kits para sistemas de aislamiento térmico por el exterior (SATE) con paneles como producto aislante térmico y revestimiento discontinuo como piel exterior.



Edificio de FIATC en Barcelona, rehabilitado con SATE acabado con plaquetas cerámicas de ladrillo visto.

**Llagueados:** limitados a algunos tipos de aislamiento en los que sea factible el fresado lateral, realizado normalmente en obra para crear juntas con sombra profunda y dividir la fachada en grandes zonas o inclusive poder imitar a grandes sillares, dándole cierto efecto de volumen a los planos de fachada.

**La capa de acabado de un SATE es la parte más visible del sistema; tiene, por tanto, la función estética de conferir al edificio su color y textura.**

**Elementos decorativos de fachada:** son un complemento del SATE y se fabrican con diferentes materias primas, cuya característica común es la ligereza. Estos elementos ornamentales han de ser muy ligeros porque se colocan por encima de la capa base armada sin atravesar el aislamiento para evitar puentes térmicos. Originalmente fueron pensados para reproducir o recuperar elementos ornamentales de edificios de estilo clásico, y han evolucionado hacia la arquitectura moderna creando elementos especiales y personalizados.




Edificio situado en el casco antiguo de Frankfurt; Cinema Multiplex en Basilea, rehabilitado con SATE usando aislamiento de EPS fresado en fábrica.

# 8 RESOLUCIÓN DE PUNTOS SINGULARES

## Puertas y ventanas

Para la correcta aplicación de un SATE hay que prestar especial atención a los cantos de los huecos de ventanas o puertas, y a las discontinuidades entre materiales.

Antes de realizar la capa de base armada se deberán reforzar las zonas singulares con esquineros con malla de fibra de vidrio, solapándolas con la malla de la capa de base. Asimismo, es necesario colocar cantoneras de refuerzo en todas las aristas.





## Alféizares

Debajo de la pieza que hace el alfeizar debe colocarse una placa aislante para evitar la formación de puentes térmicos.



## Aleros y albardillas

En los encuentros del sistema con aleros, cornisas y albardillas debe realizarse una junta elástica de 5 mm, para evitar que se transmitan los movimientos de estos a las placas.

CTE/DB-HS-1

Art. 2.3.3.7 Antepechos y remates superiores de las fachadas.

Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior a esta o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.




En los elementos de vuelo de elevadas dimensiones se ha de dar el mismo tratamiento que en una cubierta con el objetivo de garantizar la impermeabilidad y el aislamiento del detalle concreto.

Existen actualmente diversas soluciones constructivas dentro de los sistemas SATE, a fin de garantizar la correcta solución del detalle, cuando no se considere la colocación de la albardilla u otros elementos de vuelo.

# Zócalos

Hay que separar del pavimento el arranque del aislamiento con un zócalo que se recomienda impermeabilizar.

CTE/DB-HS-1

Art. 2.3.3.2 Arranque de fachada desde la cimentación:

Debe disponerse de una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptar otra solución que produzca el mismo efecto.

El zócalo es uno de los detalles más singulares dentro del sistema, ya que a veces confiere unas prestaciones especiales en resistencias mecánicas. Actualmente hay diversas soluciones constructivas que nos evitan la colocación del perfil de arranque como elemento que puede perforar la impermeabilización.

Es importante en el caso del zócalo unir aislamiento, estanqueidad y resistencias mecánicas.

# Esquinas

Las esquinas deben estar protegidas con perfiles metálicos o de PVC que sirven para reforzar estos puntos críticos además de facilitar la obtención de una verticalidad y uniformidad adecuadas para un acabado idóneo. Se recomienda utilizar esquineros con malla.

Hay que rematar las esquinas presionando el tejido de malla para que penetre sobre la capa base de mortero fresco.

Colocar cantoneras de refuerzo en todas las esquinas.

Es imprescindible evitar la unión de las distintas tiras de cantoneras con el objetivo de impedir que se produzcan fisuras horizontales por dilatación.



Colocar cantoneras de refuerzo en todas las esquinas.

# Emplazamiento del andamio

Se recomienda el uso de andamio tubular, que debe colocarse de forma que la distancia libre entre la fachada y la parte más cercana del andamio sea superior al espesor del aislamiento más 8 cm.

Los anclajes de los andamios fijados en la fachada deben ser un cáncamo roscado que, una vez ajustado, debe dejar su cabeza a una a una distancia superior al espesor del aislamiento más 5 cm.



**Para conseguir un acabado duradero del sistema es importante tomar las medidas de protección necesarias de los materiales a utilizar.**

## Almacenamiento de materiales

- Los materiales deben protegerse de las heladas y no exponerse a la luz solar directa, directa, protegerse de la lluvia y ser almacenados sobre plataformas, para protegerlos del agua que queda acumulada en los charcos.
- Los productos en base cemento se deben conservar en un lugar seco y protegido de la humedad y de la intemperie. Los productos de acabado de base sintética se deben acopiar con los recipientes perfectamente cerrados, al abrigo de la radiación solar y de las heladas.
- Los materiales de aislamiento se deben acopiar dentro de su envoltura, en un lugar seco exento de disolventes, y evitar la exposición solar directa durante tiempo prolongado.

# 9 MANTENIMIENTO

La duración de un sistema SATE se puede igualar a la de un edificio y, como cualquier otro tipo de fachada, siempre que la ejecución del sistema se haya realizado correctamente. Tiene, por tanto un envejecimiento natural que hará necesario en el tiempo adoptar medidas de conservación ymantenimiento, y siempre atendiendo a las especificaciones de un profesional.

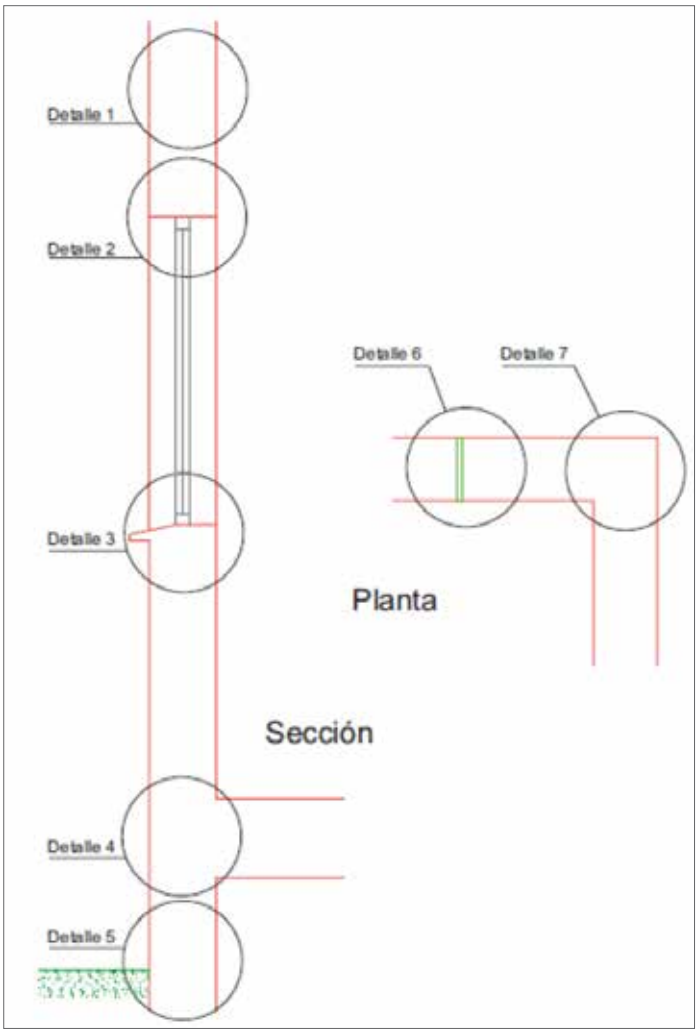
Entre las actuaciones más usuales podemos encontrar:

- Mejorar el revoco de acabado por reparación o sustitución. En el primer caso, realizar acciones de limpieza de este. Si se quiere sustituir, se comprobará la resistencia del soporte, se reforzará en el caso de que sea necesario para, posteriormente, aplicar una imprimación y el acabado final deseado.
- Limpiar la posible presencia de hongos y algas en zonas de sombra, limpiando con agua caliente a presión y un limpiador biocida si es necesario, y aplicar un tratamiento biocida de forma preventiva. Posteriormente, se aplica una imprimación y el recubrimiento final, que puede ser una pintura.
- Colocar paneles aislantes adicionales para mejorar las condiciones energéticas del edificio. En este caso, lo que se hace es colocar un SATE sobre el existente.
- Reparación de desperfectos en superficie, previa limpieza de esta, y retirada de aquellas partes afectadas intentando no dañar la capa de armadura. Posteriormente se realiza una imprimación y se coloca el revoco final que se desee. Si es necesario se utilizará una pintura para igualar tonos.
- Reparar aquellas zonas afectadas por el ensuciamiento y envejecimiento para lo que se recomienda limpiar con agua caliente (max 60º) a presión, para después añadir una imprimación siempre que sea compatible con el soporte y el acabado final.
- Los recubrimientos finales que se aplican deben tener dos características importantes:
  - Elevada difusión al vapor de agua.
  - Elevados valores de impermeabilidad al agua de lluvia.

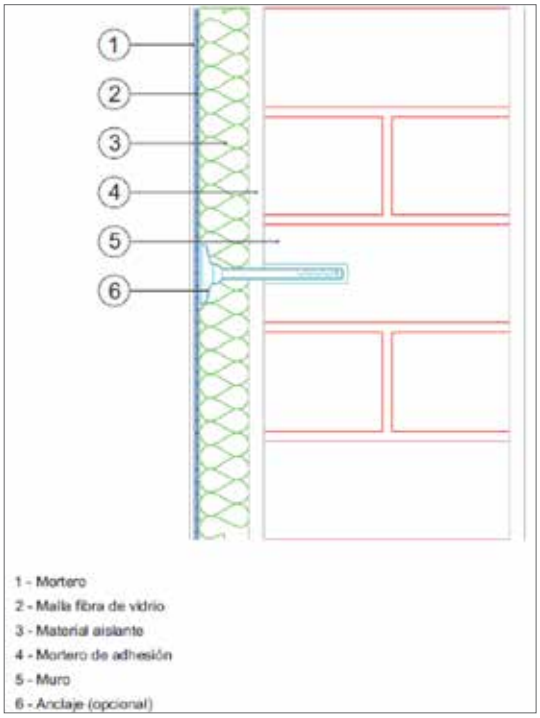
**La vida útil de un sistema SATE se puede igualar a la de un edificio, y, como cualquier otro tipo de fachada, tiene un envejecimiento natural que hará necesario en el tiempo adoptar medidas de conservación.**

Como vemos, las fases de reparación o mantenimiento dependerán de cada una de ellas y puede ser muy distintas.

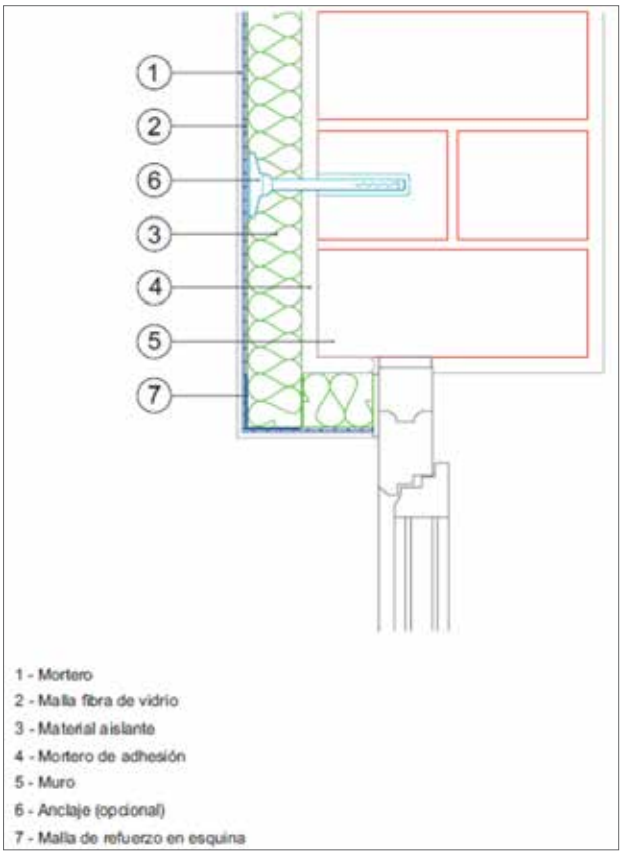
Para cualquier renovación de fachada se emplearán productos compatibles con el sistema SATE existente y se aconseja la revisión del sistema SATE siempre que se realicen actuaciones en el edificio, tanto el exterior como en el interior.



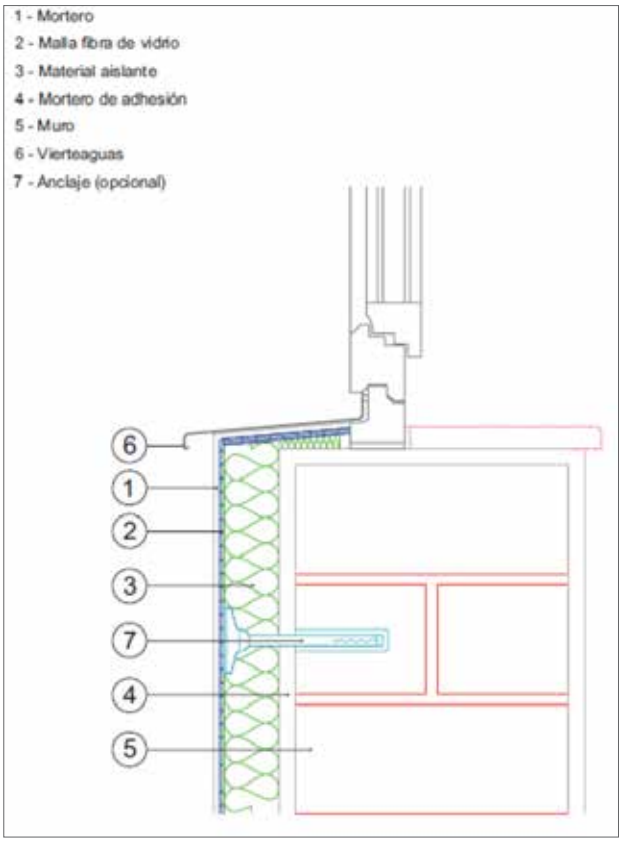

Detalle 1. Fachada tipo.



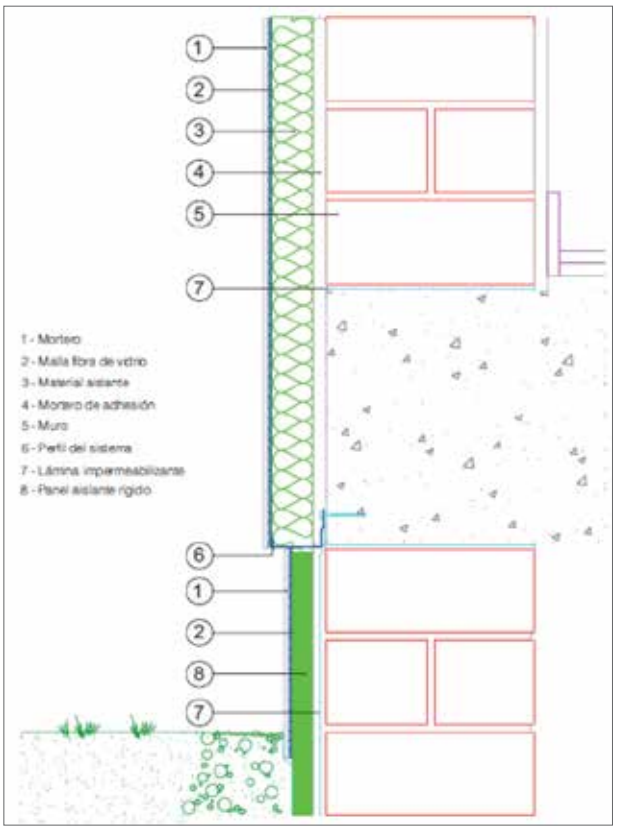
Detalle 2. Dintel.



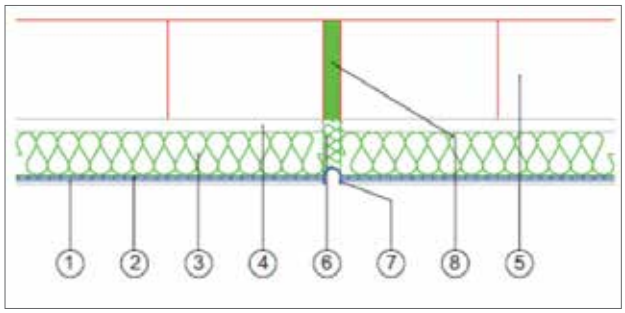

Detalle 3. Alféizar.



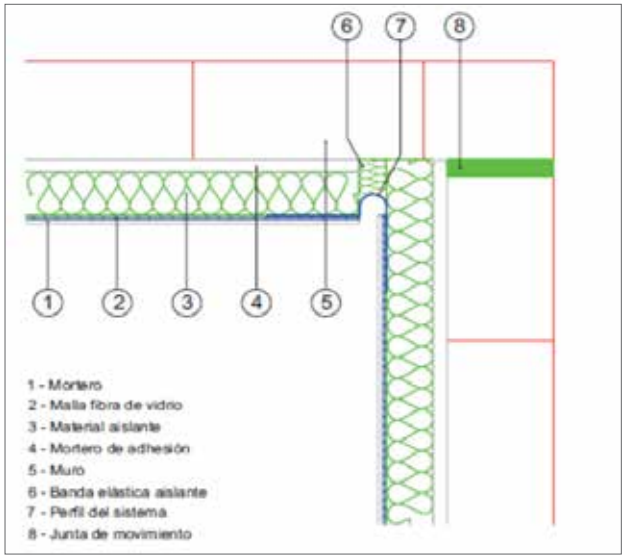
Detalles 4-5. Zócalo.




Detalle 6. Junta de dilatación.



Detalle 7. Junta de dilatación en rincón.




Hemos prestado la máxima atención para garantizar la excatitud de la información.
De todos modos, existe siempre la posibilidad de errores u omisiones.




Av. Via Augusta, 15-25 - 08174 Sant Cugat del Vallès (Barcelona)
Tel. 93 557 10 00 - mail@anfapa.com

**www.anfapa.com**