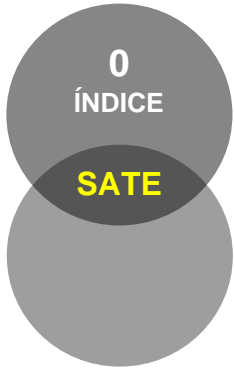


PLIEGO PARA SATE EN FACHADAS CON LANA MINERAL



## Índice

1.	Objeto del pliego .....	3
2.	Objetivos de la intervención .....	3
	a. Objetivos generales para el conjunto del edificio .....	3
	b. Objetivos particulares para cada elemento de la envolvente afectado .....	3
3.	Diseño y proyecto .....	3
	a. Aspectos formales y estéticos .....	3
	b. Normativa de aplicación .....	4
	c. Condiciones exigibles a los componentes de la solución adoptada. ....	7
	d. Soluciones constructivas. Detalles. ....	8
	e. Gestión de residuos y criterios medioambientales, principio DNSH .....	8
	f. Otra documentación que se ha de aportar en proyecto. ....	9
4.	Procedimiento de ejecución .....	9
	a. Logística de la obra. Criterios básicos .....	9
	b. Procedimientos de ejecución. Operaciones: .....	10
	c. Control de calidad y seguimiento .....	16
	d. Unidades, criterios de medición y partidas de obra .....	16
	e. Gestión de residuos y criterios medioambientales, principio DNSH .....	17
5.	Programa y criterios de mantenimiento y uso .....	18
6.	Cuadro resumen .....	19



## PLIEGO SATE DE PANEL RÍGIDO DE LANA MINERAL

### 1. Objeto del pliego

El objeto de este pliego es establecer las condiciones técnicas en las que se ha de desarrollar el proyecto y la ejecución en obra de aislamiento de las fachadas afectadas del edificio y que consiste en un sistema de aislamiento por el exterior mediante paneles rígidos lana mineral recubiertos de un revestimiento monocapa.

### 2. Objetivos de la intervención

#### a. Objetivos generales para el conjunto del edificio

Mediante este sistema, se trata de obtener los resultados previstos en los siguientes apartados:

- Eficiencia energética:
  - Reducción de la demanda de calefacción, refrigeración y conjunta de ambos servicios. Esta reducción de la demanda conjunta alcanzará al menos el 35% sobre el estado actual para edificios existentes de las zonas climáticas D y E y del 25% para la zona C. En edificios de nueva planta la misma reducción (35%), pero, en este caso, respecto a la aplicación estricta de las transmitancias límite (*Tabla 3.1.1.a - HE1*) a cada elemento de la envolvente térmica definida.
  - Reducción del consumo de energía primaria total (EPT)
  - Reducción del consumo de energía primaria no renovable (EPNR)
- Protección contra incendios  
La solución adoptada garantizará la condición de resistencia al fuego (EI) exigible por sectorización o por contacto entre usos, así como la clase de reacción al fuego que le corresponda en función de la altura del edificio.
- Protección acústica  
El sistema mejorará el aislamiento acústico a ruido aéreo de la envolvente del edificio. En caso de nueva construcción y rehabilitaciones integrales, deberá alcanzar las exigencias establecidas en el CTE BD-HR Protección frente al ruido.

#### b. Objetivos particulares para cada elemento de la envolvente afectado

Cada uno de los elementos de la envolvente a los que se les aplique esta solución constructiva mejorarán los valores normativos que le sean de aplicación hasta garantizar el cumplimiento de los objetivos generales propuestos en el párrafo anterior.

### 3. Diseño y proyecto

#### a. Aspectos formales y estéticos

Se cumplirán las determinaciones urbanísticas y ordenanzas que sean exigibles en este caso concreto. La solución propuesta se definirá por escrito y gráficamente de manera completa, incluyendo al menos los siguientes aspectos:

- Definición gráfica mediante plantas, secciones y alzados, a las escalas necesarias en cada caso, tanto del detalle de la solución constructiva general, como de los elementos singulares, así como la visión del conjunto de las fachadas en las que se aplica.



- Indicación gráfica de las zonas de la fachada en las que se ha previsto el anclaje de los elementos singulares que puedan ser necesarios (soportes de equipos, farolas, bajantes, cartelería, etc.).
- La memoria escrita incluirá una descripción exhaustiva de la solución adoptada, las características (físicas, mecánicas, higrotérmicas, acústicas y de comportamiento frente al fuego) de cada uno de sus componentes. Se incluirá, además, la definición del color de acabado en una escala normalizada y que facilite su comparación y reproducción.

b. Normativa de aplicación

El proyecto que desarrolle la solución constructiva propuesta evaluará, estudiará y justificará el cumplimiento de los siguientes requisitos normativos:

- Exigencias de resistencia estructural

En rehabilitación de edificios existentes y de manera previa a la adopción de esta solución, se realizará una inspección del estado estructural del edificio. Se harán las comprobaciones necesarias respecto al cumplimiento del CTE *DB SE Seguridad estructural* considerando el incremento de cargas que la incorporación del sistema de aislamiento térmico supone, especialmente teniendo en cuenta que se trata de cargas excéntricas al sistema constructivo existente.

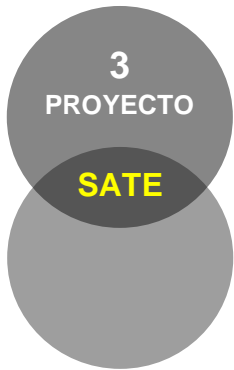
- Eficiencia energética

Las soluciones adoptadas cumplirán los indicadores que le sean de aplicación del *DB HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética*:

- Cumplimiento del *DB HE Ahorro de energía* en lo referente a la *Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim} [W/m^2K]$*  de cada elemento de la envolvente que se define en proyecto o, en rehabilitación, sobre los que se interviene.
- Cumplimiento del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte de este. Cumplimiento de las tablas *Tabla 3.1.1.b* y *Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite  $K_{lim} [W/m^2K]$*  según corresponda por uso del edificio.
- En el caso de que sustituyan las carpinterías y vidrios de los huecos de fachada se justificará, además, el cumplimiento de la *Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica*, de acuerdo con la zona climática de proyecto.
- Justificación de que no se producen condensaciones intersticiales en los cerramientos de la envolvente térmica, en el caso de rehabilitación la justificación se hará para aquellos cerramientos sobre los que se interviene. Atendiendo a lo indicado en el CTE *DB HE 1. Condiciones para el control de la demanda energética* apartado 3.3 *Limitación de condensaciones en la envolvente térmica*, en el caso de que estas condensaciones existan, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. En ningún caso, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual podrá superar la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

- Salubridad

Justificación del cumplimiento del *DB HE Sección HS 1 Protección frente a la humedad*:



- Cumplimiento del grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones en el DB HS 1 Protección frente a la humedad, apartado 2.3 Fachadas. En este caso, al tratarse de un revestimiento continuo, cumplirá lo especificado en el apartado 2.3.2 Condiciones de las soluciones constructivas en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio.

- **Acústica**

Justificación del aislamiento acústico a ruido aéreo de la envolvente,  $D_{2m,nT,Atr}$ , entre un recinto protegido y el exterior será mayor que los valores indicados en la *tabla 2.1 del CTE DB-HR*, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día,  $L_d$ , definido en el *Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre*, de la zona donde se ubica el edificio.

La parte ciega de las fachadas y el conjunto de elementos que conforman el hueco (ventana, caja de persiana y aireador) se caracterizan por:

- Índice global de reducción acústica,  $R_w$ , en dB;
- Índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , en dBA;
- Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles,  $R_{A,tr}$ , en dBA;
- Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente,  $C$ , en dB;
- Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves,  $C_{tr}$ , en dB.
- la clase de ventana, según la norma UNE EN 12207:2017 Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.

- **Incendios**

Justificación del riesgo de incendios de las fachadas y medianeras según el CTE-DB-SI-2. En dicha sección se exige que, cuando un sistema constructivo ocupe más del 10% de la superficie de la fachada, su clase de reacción, incluyendo capas interiores y que no estén protegidas por una capa que sea como mínimo EI30, se determina en función de la altura total de la fachada, debiendo ser:

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

Por lo tanto, como puede verse, en el peor de los casos el sistema debe satisfacer una B-s3-d0, circunstancia que también es exigible en los primeros 3,5 metros de altura de la fachada cuando éstas sean accesibles al público y cuando las fachadas sean de altura igual o inferior a 18m. Las lanas minerales con una clasificación de tipo A1 y A2 cumplen dicha exigencia. Los métodos de ensayo y la clasificación de los productos a emplear seguirán las especificaciones y criterios definidos en el RD 842/2013 para las clases de reacción.

En cuanto al sistema en su totalidad, las fachadas y las medianeras separadoras con otro edificio deberán ser, al menos EI120. Si no se alcanza dicha clase de reacción podrá reducirse a EI 60 pero



adoptando una serie de medidas limitantes en la propagación del posible incendio. De esta forma, entre dos sectores de incendios o dos áreas con distinto nivel de riesgo, la distancia entre los puntos que no cumplan debe ser función del ángulo que conformen, tanto en su propagación en horizontal como en vertical. Se recomienda consultar los esquemas gráficos del *Sección SI 2 Propagación exterior* en su apartado *1 Medianerías y fachadas*.

- Otra normativa de referencia
  - Documento de evaluación europeo EAD 040083-00-0404  
External thermal insulation composite systems (ETICS) with renderings  
29 de octubre de 2020
  - UNE-EN 13162:2013+A1:2015  
Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.
  - UNE-EN 13495:2020  
Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la resistencia al arranque de sistemas compuestos de aislamiento térmico por el exterior (SATE) (ensayo de bloque de espuma).
  - UNE-EN 13496:2014  
Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de las propiedades mecánicas de las mallas de fibra de vidrio empleadas para el armado de sistemas compuestos para aislamiento térmico externo (SATE o ETICS) con revestimiento.
  - UNE-EN 13497:2018+A1:2022  
Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la resistencia al impacto de los sistemas compuestos para aislamiento térmico por el exterior (SATE)
  - UNE-EN 16383:2016  
Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del comportamiento higratérmico de los sistemas compuestos para aislamiento térmico externo (SATE o ETICS). (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2017)
  - UNE 92180:2017  
Características mínimas recomendables para distintas aplicaciones. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral.
  - UNE 85219:2016  
Ventanas. Colocación en obra.
  - UNE 92325:2018  
Productos de aislamiento térmico en la edificación y cerramientos acristalados. Control de la instalación.
  - UNE EN 13501:2019.  
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.

3  
PROYECTO  
SATE

Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

- c. Condiciones exigibles a los componentes de la solución adoptada.  
De forma general, todos los materiales que se van a emplear deben ser de primera calidad y deben cumplir las disposiciones vigentes referentes a los materiales, prototipos de construcción y normativa española y armonizada de cada material. Del mismo modo, todos los materiales deberán someterse a controles, ensayo previo, experimentación, sello de calidad, prescripciones técnicas, entre otros que les sean de aplicación.

Los componentes deberán ser compatibles entre sí, y, de forma generalizada, formar parte del mismo sistema en su visión conjunta y no como la suma de componentes. Asimismo, los aplicadores deberán ser homologados por los fabricantes de los sistemas.

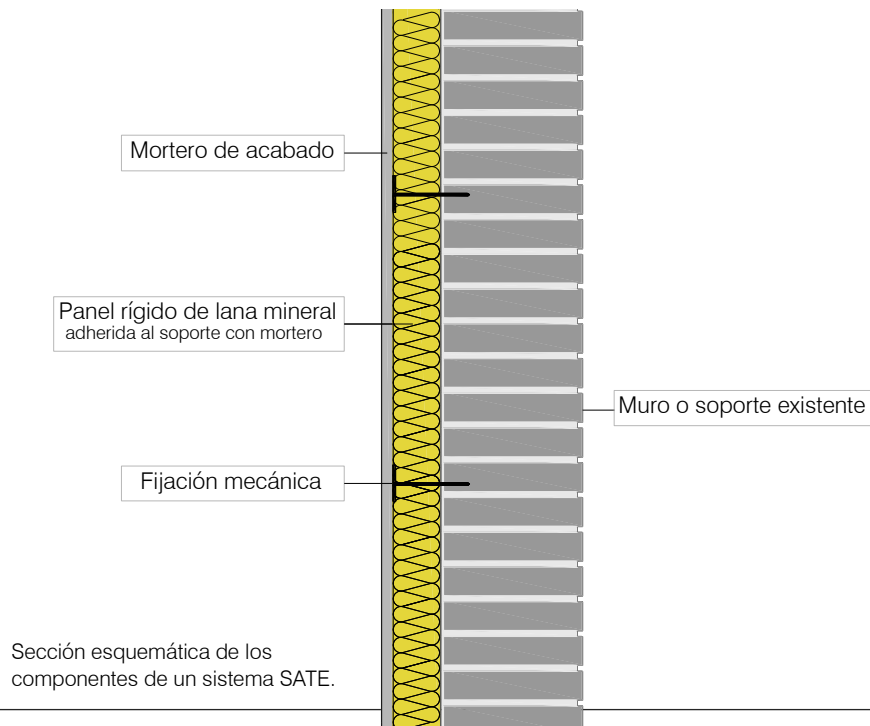
- Aislamiento térmico  
Se pueden utilizar todos los tipos de lana mineral del mercado específicos para su empleo en sistemas SATE.

Para este proyecto se exige, además, lo siguiente:

- Propiedades térmicas: su conductividad térmica será menor que  $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

En el contacto con el suelo (exterior) y en aquellas áreas de salpicadura o de contacto con superficies horizontales en las que pueda existir riesgo de ascensión por capilaridad, sólo se emplearán aislamientos de celda cerrada: vidrio celular o poliestireno extruido. Estos aislamientos de celda cerrada comúnmente tienen mayor resistencia a compresión, por lo que se recomienda también su colocación en las zonas de anclaje puntual de farolas, pérgolas o toldos, entre otros. Estas zonas de refuerzo son las que se identificarán de manera expresa en la documentación gráfica de proyecto.

- Fijaciones mecánicas  
Serán las recomendadas por el fabricante en función del material empleado y del estado del soporte.
- Morteros  
En cuanto a la naturaleza de los morteros, hay que destacar la gran variedad de prestaciones que pueden proporcionar sobre el sistema global, siendo preciso valorar en detalle el tipo de mortero más compatible química, física y mecánicamente con el soporte del que se disponga. En términos de permeabilidad al vapor de agua, debe tenerse en cuenta que la disposición de morteros con elevadas cargas de resinas o acrílicos en el exterior, puede provocar la aparición de condensaciones intersticiales en el sistema de aislamiento, provocando empujes que comprometen su estabilidad, pero también el debilitamiento y la pérdida de prestaciones. Nuevamente se recomienda el empleo de sistemas completos en los que se incluyen las prescripciones de los morteros más adecuados en cada caso.





- Malla de refuerzo  
La malla de refuerzo es comúnmente de fibra de vidrio de tejido aprestado (UNE 9311-3) con un tratamiento antiálcali y clasificada como vidrio E, para el cumplimiento del estándar EAD 040083-00-0404 (*External thermal insulation composite systems -ETICS- with renderings*). Se empleará la malla habitual con gramaje entre los 145-165 g/m<sup>2</sup> para la fachada en general, excepto los dos primeros metros de fachada accesibles por parte del público (desde el exterior o desde una terraza) en los que se dispondrá de doble malla o de malla antivandálica de 330-370 g/m<sup>2</sup>.

Especial atención se ha de prestar a los perfiles de encuentros especiales: de esquina, de arista, de junta de dilatación, de vierteaguas, de encuentro con la carpintería, etc. Todos ellos disponen de perfil específico y una banda de malla de refuerzo de conexión con el resto de la superficie, evitando la fisuración en estos puntos singulares. Estos perfiles son de especial importancia y se emplearán siempre para evitar daños en el sistema.

- Materiales de acabado  
En el caso de los acabados, al igual que en los morteros, hay que destacar la gran variedad de morteros y dosificaciones que se ofrecen en el mercado. Es muy importante valorar, mediante la realización de un estudio higrométrico específico, las soluciones propuestas para asegurar el correcto paso de vapor de agua en todas las capas, especialmente en las últimas, para lo que será esencial elegir los morteros más adecuados a dichos usos siendo prioritarios aquéllos con ligantes minerales naturales como los revestimientos de cal aérea o hidráulica natural. Esto es especialmente relevante en las edificaciones de los años 50 o previas.

d. Soluciones constructivas. Detalles.

En el esquema de esta página se identifican los elementos principales que componen el sistema de aislamiento térmico por el exterior con panel rígido de lana mineral sobre muro existente (rehabilitación).

e. Gestión de residuos y criterios medioambientales, principio DNSH

Las obras deberán cumplir con las exigencias recogidas en la Ley 7/2022 de Residuos y Suelos Contaminados para una economía circular de tal forma que los residuos deben clasificarse, en obra, en distintas fracciones: madera, minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. Separando los elementos susceptibles de ser reutilizados en la misma obra.

En cuanto a los materiales a incorporar, se priorizará el uso de materiales con etiquetado siendo preferente el etiquetado tipo III evaluado con una metodología de análisis de ciclo de vida, específico para el producto o el sistema a implementar. Además, atendiendo al cumplimiento del principio DNSH “Do not significant harm” recogido en el Reglamento (UE) 2021/241 del 12 de febrero de 2021 y traspuesto en el Real Decreto 1118/2021 del 21 de diciembre, con la adopción de medidas para la prevención y el control de la contaminación, “los componentes o materiales de construcción utilizados en la construcción no contendrán amianto ni sustancias muy preocupantes identificadas sobre la base de la lista de sustancias sujetas a autorización que figura en el anexo XIV del Reglamento (CE) 1907/2006 del Parlamento Europeo y del





*Consejo*”, además, deben participar en la mitigación y adaptación al cambio climático y, en la transición hacia una economía circular en la que al menos el 70% del peso de los residuos no peligrosos se prepare para la reutilización, reciclaje y recuperación mediante lo que se conoce como el libro digital de los materiales.

f. Otra documentación que se ha de aportar en proyecto.

Además de los requeridos administrativamente de manera habitual, se incluirán al menos los siguientes:

- Certificados y memorias de cálculo y/o simulación energética: invierno y verano.  
En proyectos de rehabilitación se realizarán dos estudios, uno que defina el estado previo y otro, con el estado modificado mediante la solución propuesta. Ambos estudios definirán para los dos estados los siguientes indicadores:
  - Clasificación energética en los dos indicadores principales que establece nuestra norma: emisiones de CO<sub>2</sub> y energía primaria no renovable consumida.
  - Demanda de calefacción, de refrigeración y conjunta.
  - % de reducción y mejora obtenidos en todos estos indicadores mediante la intervención.
- Informe termográfico del estado actual que se complementará con el correspondiente informe termográfico que se realizará una vez finalizada la obra.
- Certificado de eficiencia energética (CEE). En rehabilitación estado actual y modificado. Es de suma importancia que los valores de superficies (huecos, opacos), características de las soluciones constructivas y de los sistemas de acondicionamiento y producción de ACS, etc. que se reflejan en el C.E.E. coincidan exactamente con los reflejados en el resto de la documentación proyecto.
- Libro del edificio o libro del edificio existente según el tipo de proyecto.
- Catálogos de materiales que se han utilizado.
- Manuales de mantenimiento.
- Certificados de calidad de los materiales
- Declaración de prestaciones de los materiales que compone el Sistema de Aislamiento Marcado CE o ETE de todos los componentes
- Distintivos de calidad: DIT o DAU del sistema en su conjunto, ecoetiquetas y DAP
- Prestaciones acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio según la UNE-EN ISO 717-1:2021 *Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo*. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto.
- Justificación del cumplimiento normativo.

#### 4. Procedimiento de ejecución

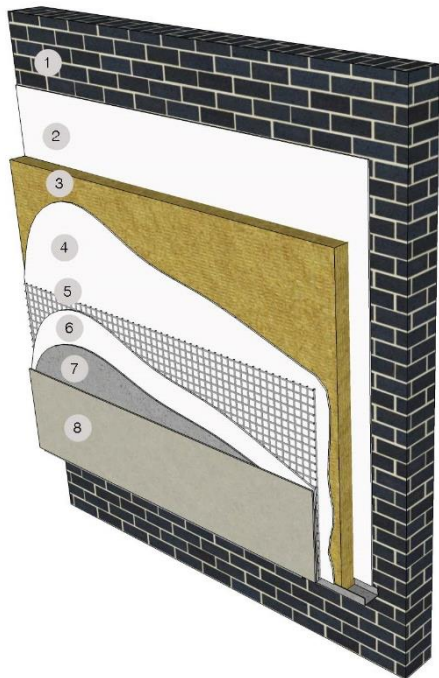
a. Logística de la obra. Criterios básicos

- Recepción

En la recepción de materiales y componentes, entre otras tareas, se han de realizar las siguientes

## 4 EJECUCIÓN

### SATE



1. Soporte
2. Masa de adhesivo
3. Panel lana mineral
4. Mortero de cemento
5. Malla de refuerzo encastrada
6. Mortero de cemento (capa unificadora)
7. Capa de imprimación
8. Acabado de superficie

- Se rechazarán todos los materiales defectuosos, en mal estado de conservación, sin embalaje, etc.
- Así mismo se rechazarán todos aquellos materiales o componentes que no presenten los correspondientes certificados de calidad, declaración de prestaciones, distintivos de calidad, etc. que se habían descrito en proyecto.

#### ▪ Almacenamiento

Los distintos componentes deberán almacenarse protegidos de las inclemencias climáticas, las heladas y los daños mecánicos, al mismo tiempo, los paneles de aislamiento térmico han de protegerse de la radiación ultravioleta y de su exposición a la intemperie.

#### ▪ Condiciones ambientales necesarias en cada operación

Los trabajos se desarrollarán en una horquilla de temperatura exterior entre los 5°C - 35°C y con velocidades del viento por debajo de los 40 km/h. Dependiendo de las condiciones de exposición y altura de la zona de trabajo puede ser conveniente suspenderlos con velocidades del aire menores. No se aplicará el revestimiento monocapa en condiciones de precipitación de agua o nieve. Si las condiciones adversas son sobrevenidas y una vez ejecutada parte de los trabajos, se revisará lo ya ejecutado y se repararán todas las partes afectadas.

#### b. Procedimientos de ejecución. Operaciones:

#### ▪ Preparación del soporte

Será fundamental evaluar el estado de conservación del soporte, especialmente en rehabilitación, para garantizar, que el soporte sea continuo y suficientemente resistente, previo a la fijación del aislamiento térmico. En este sentido se procederá de la siguiente forma:

- El soporte ha de ser suficientemente estable en términos mecánicos, de tal forma que sea capaz, de forma adicional, de soportar el peso del sistema que se va a instalar. Por lo tanto, el sistema no se deberá aplicar en muros desplomados o con riesgo de colapso estructural. Del mismo modo, las grietas o fisuras derivadas de movimientos estructurales o de dilatación, deberán estabilizarse con anterioridad mediante sistemas de fijación específicos.

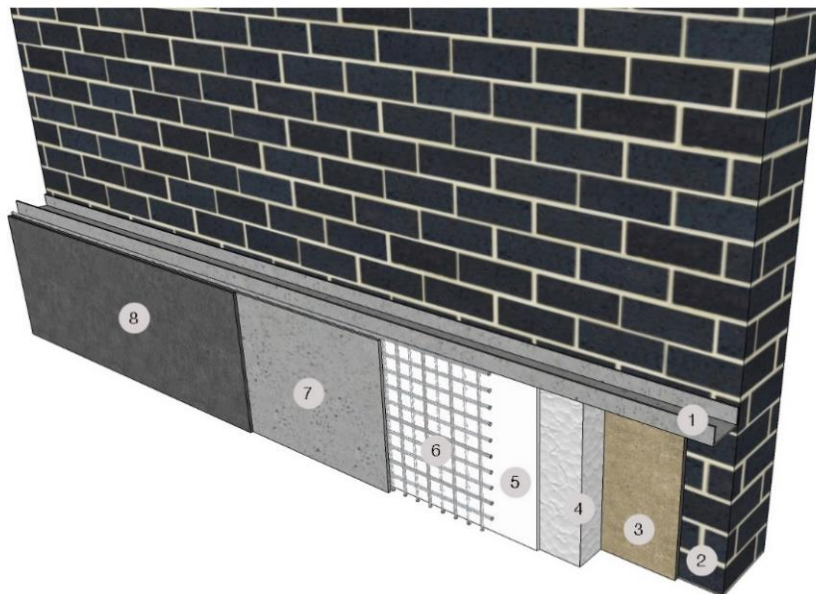


*Cosido de grietas en soporte mediante grapas metálicas*

## 4 EJECUCIÓN

### SATE

1. Perfil de arranque
2. Soporte
3. Imprimación bituminosa
4. Aislamiento de celda cerrada (vidrio celular o poliestireno extruido)
5. Mortero base
6. Malla de refuerzo
7. Capa de imprimación
8. Revoco



- Además, el revestimiento deberá aplicarse sobre una base seca, limpia y libre de eflorescencias, o revestimientos desprendidos o sueltos. En el caso de revestimientos desprendidos, éstos serán eliminados previamente a la instalación del sistema garantizando que el soporte tenga suficiente resistencia y rigidez para la adherencia y fijación mecánica de los paneles aislantes. En la siguiente tabla se muestra mediante un cuadro los daños más habituales y los procedimientos más adecuados para subsanarlos.

Estado previo del soporte o base	Tratamiento
Irregularidades, zonas sin cubrir	Compensar, complementar
Eflorescencias	Eliminar una vez secas con cepillo / escoba
Blando, no portante	Sustituir, desmontar
Capa de aglomerado	Retirar
Suciedad, grasa	Chorro a alta presión
Restos de aceite desmoldeante, antiaglomerante	Chorro a alta presión, eliminar el aceite desmoldeante
Revoque sin capacidad de sustentación	Eliminar mecánicamente
Revoque con capacidad de sustentación	Lavar con agua limpia y dejar secar
Recubrimientos descascarillados	Eliminar mecánicamente
Juntas abiertas de más de 5 mm en módulos de revestimiento	Relleno de las juntas con mortero

Fuente documento de normas de aplicación de BAUMIT

- Asimismo, en el caso de soportes discontinuos, con diferencias de nivel superiores a 3 cm, puede ser de interés la aplicación de un revestimiento continuo de características compatibles química, física y mecánicamente con el soporte, o el uso de sistemas de fijación por perfiles, tal y como recoge la EAD 040083-00-0404 (*External thermal insulation composite systems - ETICS- with renderings*).

- También de manera previa a la instalación del aislamiento, se controlará la presencia de humedades en el soporte. Esta lesión, puede generar el desprendimiento posterior del sistema por lo que deberá eliminarse cualquier tipo de humedad existente en el soporte bien sea éste de infiltración, accidental o de capilaridad.

#### ■ Delimitación Arranque-zócalo

El aislamiento térmico, de manera general, se colocará sobre perfil de arranque siendo el procedimiento de ejecución el siguiente:

1. Fijación del perfil de arranque mediante clavos y tacos fijados aproximadamente cada 30 centímetros. Cuando existan irregularidades en la superficie vertical, se deberán colocar separadores para absorberlas;
2. dado que los perfiles son metálicos, se deberán colocar piezas separadoras entre perfiles para permitir la dilación térmica;
3. dicho perfil se dispondrá a tal altura que evite el área de salpiqueo (comúnmente 30-40cm respecto a la cota exterior);

## 4 EJECUCIÓN

### SATE

4. por debajo del perfil no se recomienda prescindir del aislamiento puesto que se intensificaría el puente térmico en dicha zona pudiendo aparecer problemas de condensación. En este sentido, dado que el perfil de arranque dispone de goterón y su dilatación térmica será diferente a la del mortero, es importante que el aislamiento que se coloque por debajo de dicho perfil sea de menor espesor. Además, como ya se ha dicho, el aislamiento térmico en esta zona será de celda cerrada: vidrio celular o poliestireno extruido, al tratarse de la zona de salpiqueo, con mayor tasa de erosión superficial pero además en contacto con la humedad. (ver imagen en el margen)

Esta diferencia de espesor evitará que la fisura que se formará entre perfil metálico y SATE inferior sea visible, al tiempo que el goterón del perfil evita la entrada de agua en la misma y garantiza el funcionamiento del sistema.

En el caso en que se desee disponer de un paramento continuo (en un único plano), no se recomienda la disposición del perfil de arranque entre el aislamiento de celda cerrada y el de celda abierta, sino que se dispongan en continuidad. Asimismo, para limitar el ascenso de la humedad de capilaridad, previo a la disposición del aislamiento, se recomienda ejecutar una media caña o escocia en el encuentro entre acera y paramento vertical existente, que se impermeabilizará convenientemente y, sobre ella, se dispondrá una capa de aislamiento de celda cerrada específico del sistema, sobre la que se aplicará el mortero.

- Colocación de las placas adheridas sobre el soporte  
De manera general, las placas se colocarán a tope y a rompejuntas. El resultado será continuo y cubrirá la totalidad de la superficie que se quiere aislar, prestando especial atención a evitar posibles puentes térmicos o discontinuidades.

El material aislante, como panel completo, se dispondrá de abajo a arriba, además los paneles estarán "unidos a testa e intercalados". Se permite el uso de pedazos de mínimo 15cm, siempre y cuando éstos sean puntuales y no se sitúen en las esquinas o huecos que son las partes débiles del sistema. Se admiten dos sistemas de fijación:

1. Con mortero aplicado de manera puntual, en el que el panel se fijará, en primer lugar, con el adhesivo cuya cantidad dependerá del sustrato debiendo, en todos los casos, garantizar que el espesor de la capa es de 1-2 cm, con una superficie de contacto de, al menos, el 40% de la pieza. La forma de aplicación será disponiendo la masa de adhesivo sobre el panel aislante, en todo el perímetro, en una franja de aproximadamente 5 cm al borde, y con tres pelladas en la zona central del tamaño de una palma de mano. La disposición de estas pelladas permitirá absorber las irregularidades, de hasta 10 mm del soporte.
2. La segunda opción es la aplicación integral del adhesivo sobre el soporte, para lo que deberá emplearse una espátula dentada de acero inoxidable. La debilidad de este sistema consiste en que las irregularidades que se pueden compensar del soporte son mínimas.

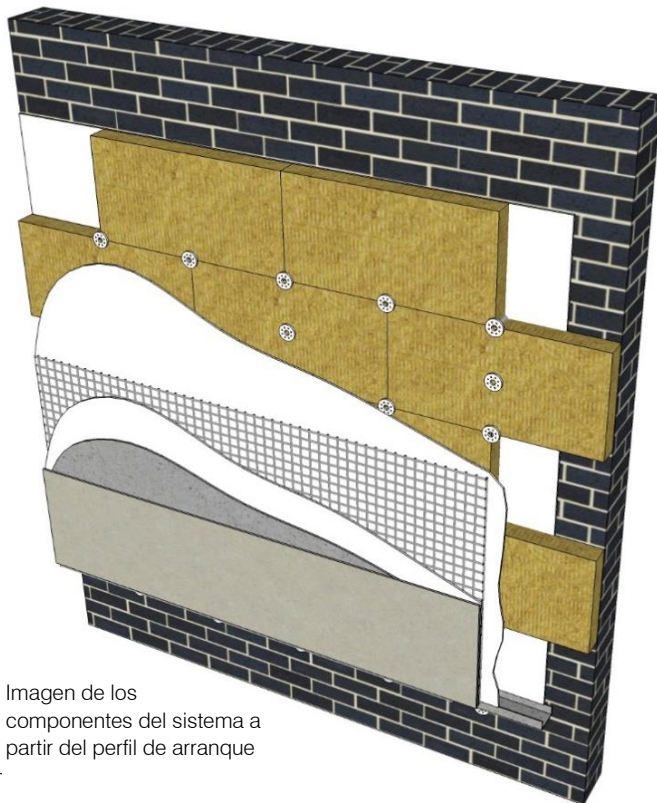


Imagen de los componentes del sistema a partir del perfil de arranque

4  
EJECUCIÓN  
SATE

Será fundamental prestar especial atención a la disposición de los paneles de forma plana y sin juntas entre ellos. Todas las juntas superiores a 2 mm deben rellenarse preferentemente con tiras del mismo material aislante. Se debe evitar, en lo posible, el inyectado de soluciones en base de poliuretano. En ningún caso se realizará el sellado de las juntas con mortero adhesivo o con un mortero de revoco. Hay que tener en cuenta que estos puntos se comportan como puentes térmicos del sistema y que, por lo tanto, hay que minimizarlos y reducir su conductividad térmica.

Con espesores de aislamiento de más de 20 cm es posible y recomendable disponer los paneles en dos capas, lo que permite reducir el puente térmico a través de las juntas. En este caso, el segundo panel se encolará en su totalidad. El solape entre paneles ha de ser de mínimo 10 cm.

Las esquinas del edificio se formarán alternando paneles completos y medias piezas, de tal forma que éstos queden unidos a testa con las placas completas.

En las esquinas de los huecos deben colocarse únicamente paneles completos o medios paneles porque en ellas se producen importantes esfuerzos, pero nunca han de coincidir el borde del panel con el dintel para evitar la fisuración del sistema.

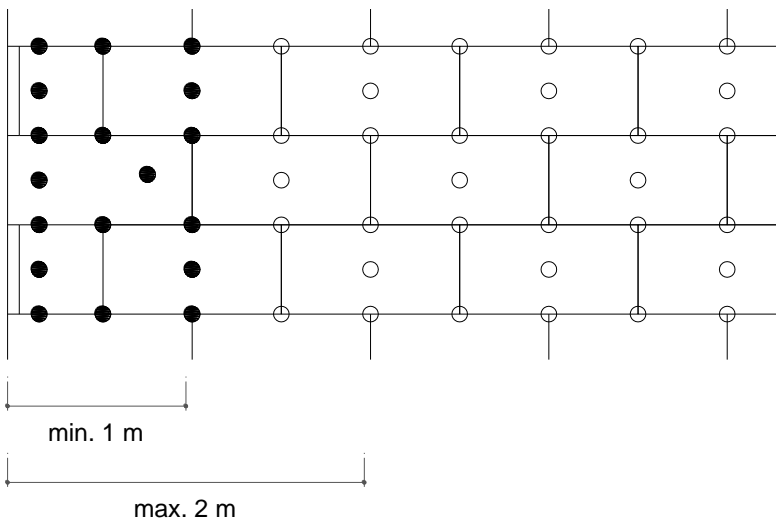
Es importante que todo el perímetro de los huecos (jambas, dintel y alféizar) y cornisas estén aislados para evitar que se intensifiquen los puentes térmicos a través de dichas superficies. Esto exige, el levantamiento de los alféizares de ventanas en todos los casos, o el corte del vierteaguas a haces intermedios de la carpintería para disponer el aislamiento bajo éstos en el caso de la rehabilitación y poder romper el puente térmico.

Finalmente, todas las uniones y encuentros han de ser resistentes a la entrada de la lluvia y, por lo tanto, se recomienda el uso de perfiles especiales tales como los de goterón en dinteles y bajo vierteaguas, esquineros para refuerzo de estos puntos o de conexión con ventana en los encuentros entre el sistema de aislamiento en la jamba y la carpintería existente.

Los resaltes de fachada podrán absorberse rebajando el aislamiento en la parte posterior, evitando reducir el espesor drásticamente (no se recomienda más de 1/3 y nunca menos de 3 cm de aislante) para evitar que se acentúe el puente térmico.

- Colocación de las fijaciones
  - Las superficiales son las más comunes y consisten en la colocación de un clavo mediante golpeo. El clavo dispone de una "funda" de plástico con una espiga que queda embutida en los paneles, en línea con ellos, y garantiza la transmisión de esfuerzos al panel. En este caso, es fundamental la correcta selección de la longitud del clavo para garantizar que éste penetra

Imagen de distribución de fijaciones en paramento respecto a una esquina o arista





## 4 EJECUCIÓN

### SATE

lo suficiente en el soporte. Las cabezas de los anclajes se cubrirán posteriormente con un mortero adhesivo, mínimo 24 horas antes de la disposición del mortero de refuerzo.

- Las ocultas son similares a las anteriores, pero, a diferencia de ellas, el clavo y la espiga penetran en el interior del aislamiento térmico para que, sobre ellas, se disponga una tapa del mismo material aislante. La disposición de esta tapa sobre la espiga, además de reducir el puente térmico a través de la fijación, proporciona una superficie homogénea en términos de absorción de agua frente a la aplicación del mortero, evitándose que se pueda apreciar la colocación de las fijaciones, incluso transcurridos años cuando la superficie se moje.

En cuanto a la colocación no se debe disponer de menos de 6 anclajes por metro cuadrado, siguiendo este esquema de la EAD 040083-00-0404 (*External thermal insulation composite systems -ETICS- with renderings*) y teniendo en cuenta que dicha disposición está prevista para edificios de menos de 50 metros de altura y con una velocidad del viento controlada de 135 km/h. En cualquier caso, se deben seguir las indicaciones del fabricante del sistema elegido.

Para el caso de superficies de elevada dureza, en las que no sea posible aplicar cualquiera de los dos procedimientos anteriores de fijación mecánica, en lugar de disponer el anclaje posteriormente a la fijación del aislamiento, atravesándolo, el anclaje se dispondrá previamente al aislante, creando una cuadrícula de 40x40cm, con un primer taladro y la inserción del clavo por percusión. En este caso, el mortero se aplica sobre la espiga y el panel se empuja sobre el soporte, variándose ligeramente el procedimiento de ejecución.

#### ■ Morteros

Como se ha mencionado anteriormente, es conveniente el empleo de sistemas completos que garanticen sus prestaciones técnicas específicas. Las recomendaciones de preparación deben seguir las instrucciones e indicaciones de los fabricantes de los productos con el fin de garantizar la homogeneidad de la mezcla y su incidencia sobre el aislamiento térmico.

Una vez que el adhesivo ha alcanzado resistencia mecánica, se limpiarán los paneles aislantes y se comprobará que no existan cejas entre ellos. A continuación, se extiende una primera capa de mortero y se pasa con la espátula dentada. Una vez aplicada esta primera capa, se encastra la malla de refuerzo, para posteriormente aplicar una capa de otro mortero que unifique el conjunto. El espesor de esta última capa será de 1.5-2 mm.

En todos los casos los morteros, antes de ser aplicados, deberán ser mezclados intensamente mediante un mezclador.

La aplicación de los morteros del revestimiento no debe realizarse en las siguientes condiciones:

- Con temperaturas inferiores a 5°C
- Con previsión de heladas
- Con lluvia, sin medidas protectoras
- Con radiación solar directa

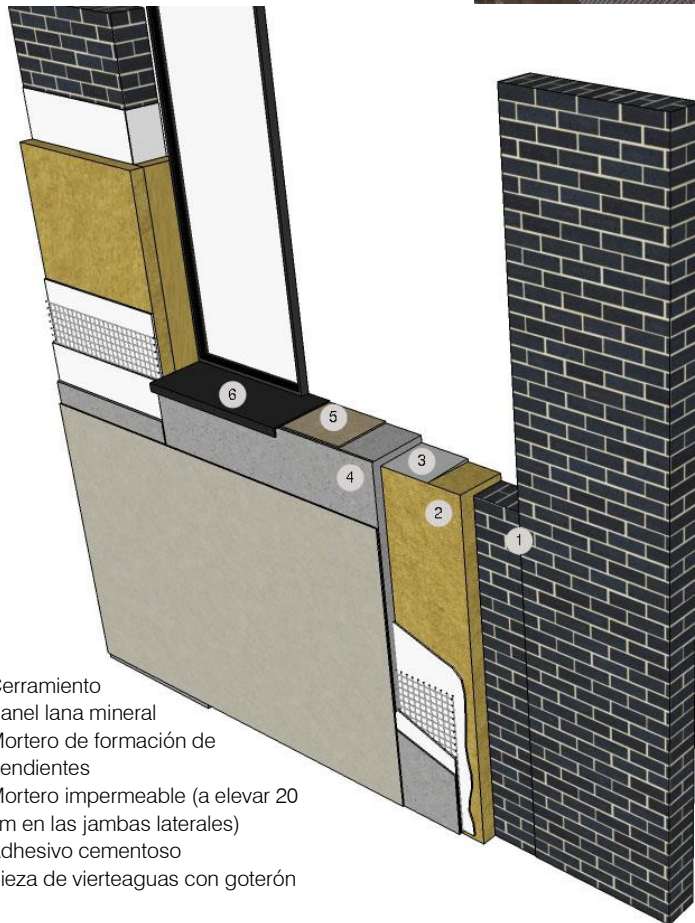
Imagen de un clavo de fijación para anclaje mediante golpeo



## 4 EJECUCIÓN

### SATE

Colocación de refuerzos y aplicación de primera capa de mortero



1. Cerramiento
2. Panel lana mineral
3. Mortero de formación de pendientes
4. Mortero impermeable (a elevar 20 cm en las jambas laterales)
5. Adhesivo cementoso
6. Pieza de vierteaguas con goterón

- Con vientos fuertes

Todas estas condiciones pueden afectar negativamente el fraguado de adhesivos y revoques. En el caso de la lluvia, la radiación y los vientos fuertes se recomienda, en todo caso, la disposición de una red protectora en el andamio.

#### ▪ Malla de refuerzo

La malla de refuerzo, comúnmente de fibra de vidrio, es esencial para otorgar resistencia y rigidez al sistema.

Como se ha mencionado anteriormente, dicha malla se ha de encastrar (de arriba hacia abajo) en la primera capa de mortero, con la ayuda de una espátula dentada de acero inoxidable. El solape entre mallas ha de ser mínimo de 10 cm de ancho, y la malla quedará cubierta por, al menos, 1 mm de mortero.

En las zonas con elevadas solicitaciones, como las plantas bajas de los edificios, se debe disponer de doble malla o de una malla de mayor grosor para una mayor resistencia a impactos o a golpes. Del mismo modo, en áreas en las que es posible que se acentúen los movimientos diferenciales por dilatación, como en cornisas, o en resaltes específicos de los acabados, se debe utilizar una malla con mayor capacidad de deformación.

La malla se dispondrá no sólo continua en toda la superficie, sino que se reforzará en las áreas con mayores solicitaciones mecánicas como, por ejemplo, en las esquinas de los huecos. En ellas, la malla, de dimensiones aproximadas de 20x40 cm, se dispondrá en diagonal y quedará embebida en el mortero de refuerzo.

#### ▪ Imprimación y acabado de la superficie

Antes de proceder a la aplicación del acabado final debe garantizarse que el sustrato está seco. La adherencia de la pintura o acabado final sobre el soporte del mortero se garantizará mediante la disposición de una imprimación. En caso de sustratos muy porosos o temperaturas elevadas, se recomienda la aplicación de doble capa de imprimación, habiendo, en este caso, que dejar un tiempo de espera de mínimo 24 horas.

#### ▪ Puntos singulares

Uno de los aspectos más importantes en la resolución de los Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior son los puntos singulares. En ellos es fundamental evaluar la posible infiltración de agua por detrás del aislamiento térmico o por detrás del revoco puesto que podría implicar el desprendimiento del sistema. A este respecto, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las juntas de dilatación deberán incluirse y realizarse colocando un perfil específico de junta de dilatación, durante la fase de la colocación de la malla de refuerzo.
- Todas las esquinas se protegerán con un perfil esquinero, la malla que incorpora este perfil deberá quedar completamente embutida en el mortero. Del mismo modo, en las esquinas interiores se dispondrá una malla por uno de los lados.

## 4 EJECUCIÓN

### SATE

Acabado esgrafiado) imitando aparejo de ladrillo visto.



Lámina impermeabilizante en el alféizar, sobre el aislamiento y bajo el vierteaguas.



- Uno de los puntos más débiles son las superficies horizontales, en concreto, los alféizares y los vierteaguas. En ambos casos, se dispondrá un mortero o una lámina impermeables debajo de la pieza de alféizar o de vierteaguas, que se elevará 20 cm en vertical sobre las jambas o sobre la carpintería existente en el frente del hueco, para garantizar la estanqueidad de todas las juntas. Dicha capa impermeable se dispondrá sobre el aislamiento térmico que se haya colocado para la rotura del puente térmico.

#### c. Control de calidad y seguimiento

- Ensayos: termografía
- Comprobaciones en obra
- Tolerancias de ejecución, etc.

#### d. Unidades, criterios de medición y partidas de obra

Paredes y superficies lisas sin interrupciones:

- Deben medirse a cinta corrida añadiendo encuentros.
- En los ángulos o curvas se debe medir por la cara mayor de la capa aislante.

Paredes y superficies lisas con interrupciones:

Igual que el punto anterior, pero, además:

- Los pilares o salientes adosados no se deducen en caso de no ser aislados.
- En los huecos se aplicarán las siguientes deducciones:
  - \*  $< 2 \text{ m}^2$ : 0%
  - \* Entre 2 y  $4 \text{ m}^2$ : 50%
  - \*  $> 4 \text{ m}^2$ : 80%

Huecos: los huecos (ventanas, puertas, etc.) se medirán con dimensiones de luz.

Frentes de forjado:

Si no están enrasados en el plano de fachada, y suponen un resalte del plano terminado, se medirán a cinta corrida, considerándose cada metro lineal de frente de forjado como 1 m<sup>2</sup>, independientemente del espesor del forjado aislado.

La unidad de obra prevista incluye las siguientes partidas:

- Replanteo
- Limpieza y preparación del soporte
- Preparación de la mezcla: adhesivo-cemento
- Colocación de las placas adheridas sobre el soporte
- Colocación de las fijaciones
- Extendido del adhesivo, colocación de la malla y recubrimiento de la malla con el adhesivo.
- Colocación de la protección de arista con cantonera metálica



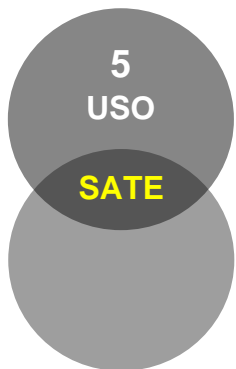


- Replanteo de juntas horizontales y verticales del revestimiento monocapa, en su caso
- Extendido de la pasta
- Acabado de la superficie
- retirada de la obra de los recortes, restos de embalajes, etc.
- Repaso y limpieza final

- e. Gestión de residuos y criterios medioambientales, principio DNSH
- Como ya se ha dicho, en aplicación de la Ley 7/2022 de Residuos y Suelos Contaminados para una economía circular, los residuos deben clasificarse en obra en distintas fracciones:
- madera,
  - minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra),
  - metales,
  - vidrio,
  - plástico y
  - yeso.

Identificado y separando los elementos susceptibles de ser reutilizados en la misma obra.

Además, atendiendo al cumplimiento del principio *DNSH* “*Do not significant harm*” recogido en el *Reglamento (UE) 2021/241 del 12 de febrero de 2021* y traspuesto en el *Real Decreto 1118/2021 del 21 de diciembre*, con la adopción de medidas para la prevención y el control de la contaminación, “*los componentes o materiales de construcción utilizados en la construcción no contendrán amianto ni sustancias muy preocupantes identificadas sobre la base de la lista de sustancias sujetas a autorización que figura en el anexo XIV del Reglamento (CE) 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo*”. Además, estos componentes o materiales deben contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático y, en la transición hacia una economía circular en la que al menos el 70% del peso de los residuos no peligrosos generados se prepare para la reutilización, reciclaje y recuperación mediante lo que se conoce como el libro digital de los materiales.



## 5. Programa y criterios de mantenimiento y uso

Las principales operaciones de mantenimiento y conservación general de fachadas se describen en la *Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento del DB HS 1 Protección frente a la humedad* y se reproducen en el siguiente cuadro:

OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD
Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	<b>3 años</b>
Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	<b>3 años</b>
Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	<b>5 años</b>
Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	<b>10 años</b>

De manera complementaria, para los sistemas SATE, , se recomienda además lo siguiente:

Evitar un uso inadecuado que suponga un riesgo para la integridad del sistema. Casi siempre está relacionado con la incorporación de nuevas fijaciones en zonas no previstas y que pueden producir daños sobre al nuevo cerramiento. En este sentido, debe vigilarse la acción de las compañías distribuidoras de servicios urbanos y de los usuarios en general que puedan tener acceso en esas condiciones.

La valoración estética del material de acabado si bien es subjetiva debe ser objeto de revisión periódica y requiere una conservación que va más allá de las cuestiones técnicas tratadas hasta ahora. Es necesaria la limpieza periódica para eliminar polvo, hongos, vegetación, etc.

## 6. Cuadro resumen

## CRITERIOS DE DISEÑO Y PROYECTO

**Aspectos formales y estéticos**

Se cumplirán las determinaciones urbanísticas y ordenanzas que sean exigibles. La solución propuesta se definirá por escrito y gráficamente de manera completa con especial atención a los puntos singulares del sistema.

**Normativa de aplicación**

- Eficiencia energética
  - DB HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética
  - $U_{int}$  [W/m<sup>2</sup>K], Klim [W/m<sup>2</sup>K], etc.
- Salubridad
  - DB HE Sección HS 1 Protección frente a la humedad. Fachadas
  - Zona pluviométrica, grado exposición viento
- Acústica
  - CTE DB-HR Protección frente al ruido
  - Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, D<sub>2m,nT,Atr</sub>, en dBA...
- Incendios
  - DB HE SI 2 Propagación exterior
  - Clase de reacción al fuego de la fachada según su altura
  - D-s3,d0, h≤10m C-s3,d0, hasta 18m B-s3,d0, h>18m
  - Medianeras y fachadas deben ser al menos EI 120

**Condiciones exigibles a los componentes**

Se recomienda emplear un "sistema" completo homologado por el fabricante como garantía de la compatibilidad y rendimiento de sus componentes

**Gestión de residuos, criterios medioambientales, DNSH**

- Ley 7/2022 de Residuos y Suelos Contaminados para una economía circular
- Etiquetado tipo III evaluado con una metodología de análisis de ciclo de vida
- DNSH R.D. 1118/2021 del 21 de diciembre, medidas para la prevención y el control de la contaminación.
- No contendrán amianto ni sustancias muy preocupantes identificadas
- Mitigación y adaptación al cambio climático y, en la transición hacia una economía circular.
- Al menos el 70% del peso de los residuos no peligrosos se prepare para la reutilización, reciclaje y recuperación mediante lo que se conoce como el libro digital de los materiales.

**Documentación de proyecto**

- Entre otros:
- Estudio energético y certificado de la eficiencia energética del edificio
  - Libro del edificio o libro del edificio existente en rehabilitación
  - Referencias de los materiales y componentes: catálogos, marcados CE o ETE, DIT o DAU, etc.
  - Manuales de mantenimiento

## PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

**Logística de la obra**

Recepción y almacenamiento de los materiales de forma controlada y no expuesto a las inclemencias y posibles daños mecánicos. Comprobación y exigencia estricta de las prescripciones de proyecto.

**Condiciones ambientales de ejecución**

- De manera general:
- Temperaturas entre 5°C-35°C
  - Viento < 40 km/h

**Procedimientos de ejecución. Operaciones**

- Preparación del soporte:
- Asegurarse estabilidad formal y mecánica
  - Saneado superficial y regularización de la base
  - Especial control sobre la presencia de humedades

**Delimitación Arranque-zócalo**

- Pasos a seguir
- Fijación del perfil de arranque a 30-40 cm del suelo con goterón y separadores entre piezas para dilataciones
  - Hacia arriba del perfil lana mineral y hacia abajo siempre aislamiento de celada cerrada y de menor espesor que en la parte superior
  - Si se pretende un plano en continuidad se pueden disponer los dos aislamientos sin perfil de separación, ejecutando una media caña en el encuentro con el suelo para evitar humedades por capilaridad.

**Colocación de las placas adheridas sobre el soporte**

- Opciones
- Aplicado sobre el panel en su perímetro (5 cm) y 3 pelladas en la zona central cubriendo > 40% de la pieza.
  - De manera continua sobre el soporte mediante espátula o llana dentada.
  - Todas las juntas > 2 mm se rellenarán con el mismo material aislante.
  - Para espesores de > 20 cm se dispondrán los paneles en dos capas.
  - Tratamiento del perímetro de hueco reforzando esta zona y asegurando su estanqueidad a la lluvia y la presencia de vertimientos con goterón.

**Colocación de fijaciones**

- Colocación de fijaciones mecánicas
- Mediante clavo por golpeo hasta penetrar en el soporte. Dispone de espiga de sujeción de los paneles. Puede ser superficiales u ocultas.
  - Mínimo de seis clavos por m<sup>2</sup>
  - Otra opción mediante creación de cuadrícula de perforaciones (taladro) previa a la instalación de paneles insertando el clavo por percusión.

**Morteros**

Se recomienda el empleo de sistemas completos siguiendo las instrucciones de preparación y aplicación del fabricante en cada caso.

**Mallas de refuerzo**

Se recomienda el empleo de sistemas completos siguiendo las instrucciones de preparación y aplicación.

- Se coloca encastrada en la primera capa de mortero. Solapes  $\geq$  10 cm. Con solapaciones elevadas y en zonas de refuerzo doble malla o más sección.

- Se coloca encastrada en la primera capa de mortero

**Imprimación y acabado de la superficie**

Criterios:

- Aplicación acabado final con sustrato seco e imprimación previa

**Puntos singulares**

Se requiere un exhaustivo control para prevenir las posibles filtraciones de agua entre capas. Para ello es necesario:

- Creación de juntas de dilatación mediante perfil específico
- Protección de esquinas y quiebros mediante perfiles específicos
- Tratamiento de las superficies horizontales como alfeizares mediante capa impermeable bajo el remate. Esta impermeabilización se coloca sobre el aislamiento y tendrá un solape sobre los planos verticales  $\geq$  20 cm.

**Control de calidad y seguimiento**

- Ensayos: termografía
- Comprobaciones en obra
- Tolerancias de ejecución, etc.

**Unidades y criterios de medición**

Paredes y superficies lisas sin interrupciones:

- Deben medirse a cinta corrida añadiendo encuentros

- En los ángulos o curvas se debe medir por la cara mayor de la capa aislante

Paredes y superficies lisas con interrupciones, igual que el punto anterior y:

- Los pilares o salientes adosados no se deducen si no están aislados
- En los huecos se aplicarán las siguientes deducciones:
  - < 2 m<sup>2</sup>: 0%
  - Entre 2 y 4 m<sup>2</sup>: 50%
  - > 4 m<sup>2</sup>: 80%

Los huecos se miden con dimensiones de Luz

Frentes de forjado sin enrasar: 1 metro de longitud se computa como 1 m<sup>2</sup>

**Gestión de residuos y criterios medioambientales, principio DNSH**

- Los residuos deben clasificarse por fracciones: madera, minerales, metales, vidrio, plástico y yeso.
- Identificación y separación de los que pueden ser reutilizados en la obra.
- Al menos el 70% del peso de los residuos no peligrosos generados preparado para la reutilización, reciclaje y recuperación mediante el libro digital de los materiales

**Dirección y coordinación:**

Manuel Rodríguez Pérez

Doctor arquitecto. Profesor asociado del departamento de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

ISBN: 978-84-09-49974-8

**Autores:**

Manuel Rodríguez Pérez

Doctor arquitecto. Profesor asociado del departamento de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Maria del Mar Barbero Barrera

Doctora Arquitecta. Profesora titular del departamento de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Alexander Díaz Chyla

Doctor arquitecto. Profesor asociado del departamento de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Violeta Rodríguez González

Arquitecta. Doctoranda del departamento de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Madrid. Marzo de 2023