

“Diseño y estudio de viabilidad de un sistema de aislamiento térmico exterior con acabado cerámico aplicado a edificios existentes”

Escola superior de tecnologia ciències experimentals

11/07/2016

Universitat Jaume I – Grau en Arquitectura Tècnica
PROYECTO FINAL DE GRADO



AUTOR

Jordi Albella Héctor

TUTOR

Ángel Pitarch Roig

INDICE DEL CONTENIDO

1- INTRODUCCIÓN.....	6
La rehabilitación en edificación.....	6
Objetivos.....	10
Metodología.....	¡Error! Marcador no definido.
2 – SISTEMAS DE REHABILITACIÓN DE LA ENVOLVENTE.....	13
2.1 Análisis de Materiales.....	13
2.1.1 Lana mineral.....	14
2.1.2 Poliestireno expandido (EPS).....	15
2.1.3 Poliestireno extruido (XPS).....	16
2.1.4 Poliuretano.....	17
2.2 - Sistema SATE (acabado mortero).....	18
2.2.1 Componentes del sistema SATE:.....	19
2.2.2 Ejecución del sistema SATE:.....	21
2.2.3 Ventajas e inconvenientes del sistema SATE:.....	27
2.2.4 Valoración económica del sistema:.....	29
2.3 Fachada Ventilada.....	30
2.3.1 Componentes de la fachada Ventilada:.....	34
2.3.2 Ejecución de la fachada Ventilada:.....	40
2.3.3 ventajas e inconvenientes de la fachada Ventilada:.....	43
2.3.4 Valoración económica del sistema:.....	45
2.3.5 Otros datos de interés de la fachada Ventilada:.....	46
2.4 Fachada aplacada.....	49
2.4.1 Sistemas utilizados y su ejecución:.....	51

2.4.2 Ventajas e inconvenientes de la fachada aplacada:	56
2.4.4 Valoración económica del sistema:	57
2.5 Trasdosado por el interior.....	60
2.5.1 Componentes del sistema de trasdosado por el interior:.....	61
2.5.2 Ejecución del sistema de trasdosado por el interior:.....	66
2.5.3 Ventajas e inconvenientes del sistema de trasdosado por el interior:	69
2.5.4 Valoración económica del sistema:	70
3-DEFINICIÓN DE UN SISTEMA SATE (CON CERÁMICA).	74
3.1 Componentes del sistema SATE:	76
3.2 Ejecución del sistema SATE CERÁMICO:	78
3.3 Ventajas e inconvenientes del sistema SATE cerámico	82
3.4 Valoración económica del sistema SATE	83
4-EVALUACIÓN DEL SISTEMA SATE CERÁMICO.	89
4.1 Ensayo de adherencia aislante/cerámica (arranque disco)	90
4.2 Ensayo de impacto en el sistema.....	92
4.3 Ensayo de arrancamiento de anclaje (tracción – compresión)	94
4.4 Montaje Fachada.....	103
5-IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS	109
5.1 Análisis de ciclo de vida	110
5.2 Cálculo de emisiones	113
5.2.1 Fachada ventilada.....	113
5.2.2 SATE con mortero.....	115
5.2.3 Aplacado cerámico	117
5.2.4 Trasdosado interior	119
5.2.5 SATE cerámico	121
5.3 Comparativa entre sistemas.....	123

5.4 Estrategias de mejora.....	123
6-COMPARATIVA DEL SISTEMA SATE CERÁMICO CON LAS DEMÁS SOLUCIONES.	125
6.1 Tabla comparativa de los sistemas estudiados	126
6.2 Conclusiones	127
7 – CONCLUSIONES	130
8 – BIBLIOGRAFIA	132

BLOQUE 1.

INTRODUCCIÓN

1- INTRODUCCIÓN

La rehabilitación en edificación

A lo largo de su vida, los edificios y viviendas sufren un deterioro que afecta a las condiciones de habitabilidad de los mismos. Si bien este proceso se produce en todos los edificios, dependerá de la calidad constructiva y de las condiciones iniciales de habitabilidad con las que se ha proyectado y ejecutado el edificio, así como el grado de conservación y mantenimiento del mismo.

Este deterioro se considera como un alejamiento de las condiciones de habitabilidad comunes en el momento actual y las condiciones reales que presenta el edificio en dicho momento.

Por ello, vemos que necesitan rehabilitaciones que mejoren la calidad de vida de sus usuarios y la durabilidad de la vivienda, bien mejorando su funcionalidad o estética para que este acorde a las necesidades más actuales, así como su cumplimiento con las actuales exigencias básicas de la edificación.

Como hemos señalado anteriormente, existen varios argumentos para renovar o rehabilitar las viviendas, ya sean individuales o de una comunidad, pero en general son los siguientes motivos por los que se procede a una intervención:

- Motivos estéticos y de seguridad (suciedad, desconchones, desplome de elementos a la vía pública...)



Imagen 1 - www.ediko.es



Imagen 2 - www.diarioinformacion.com

- Razones funcionales (mala accesibilidad, goteras, instalaciones obsoletas o estropeadas...)



Imagen 3 - www.reilop.es

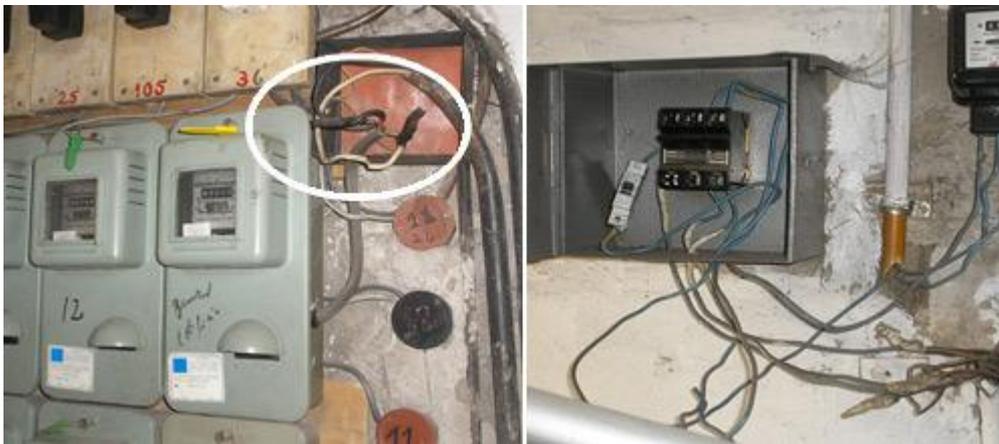


Imagen 4 - www.portalinmobiliario.com



Imagen 5 - www.portalinmobiliario.com

Sin embargo, tal como indica la empresa *Efydex alicante* en su página web, existen otras razones no tan evidentes pero que son igualmente importantes:

- Mejora del confort de las viviendas. El deseo de tener una vivienda más funcional y agradable para vivir, que nos proporcione mayor calidad de vida.
- El elevado coste de la vivienda de nueva construcción.
- La regulación de la rehabilitación y de la reforma por el Código Técnico de la Edificación.
- Las ayudas económicas que ofrece el Ministerio de Vivienda para la rehabilitación de edificios y viviendas con más de 35 años de antigüedad (edificios de carácter residencial colectivo, construidos antes de 1981).
- La existencia de modernos materiales y técnicas constructivas que agilizan la transformación.

La rehabilitación incorpora dos pautas de actuación, una es la reforma y otra es la restauración:

Con la restauración podemos devolver al edificio o vivienda a sus prestaciones iniciales, que ha perdido con el paso del tiempo, mientras que con la reforma se mejoran las prestaciones iniciales de la vivienda o edificio.

Rehabilitando de forma eficiente, no solo se está actuando para reparar o embellecer el inmueble, si no que se está mejorando sustancialmente las prestaciones y nivel de calidad del mismo; las viviendas serán más valiosas y confortables.

Una vez comentados los motivos que llevan a rehabilitar, en este proyecto nos centraremos en la rehabilitación de la envolvente.

Objetivos

El presente proyecto tiene como objeto la evaluación de distintas soluciones constructivas de rehabilitación de fachadas, comparándolas con un sistema se SATE con cerámica novedoso que pretendemos definir.

Así mismo se definen los siguientes objetivos específicos:

- Analizar las exigencias que deben cumplir las soluciones.
- Recopilar las distintas soluciones de fachada para rehabilitación.
- Definir un sistema de aislamiento térmico exterior con acabado cerámico.
- Comparar las distintas soluciones descritas.
- Evaluar y establecer un sistema rehabilitación para fachada/envolvente.
- Estudiar el impacto medioambiental que provocan todas estas soluciones y compararlas.

En el contenido se definen las tipologías de rehabilitación de fachada en edificación y las exigencias que deben cumplir. También se analizan y definen las distintas opciones o sistemas que se han seleccionado para la rehabilitación, sus características y los condicionantes que suponen.

Asimismo, se ha procedido a la comparación de estas soluciones con la opción del *SATE* con cerámica para poder extraer conclusiones técnicas, económicas y medioambientales.

Metodología

La metodología seguida se basa en la recopilación de información sobre los diferentes sistemas de rehabilitación de la envolvente térmica, analizando las tipologías, las características prestacionales y ambientales en función del uso, así como las económicas.

A continuación se recopilan y describen diversos sistemas de rehabilitación, sus características principales y se comparan con el sistema SATE cerámico propuesto en este proyecto.

Por último, se sintetizan y comparan los resultados obtenidos en el proyecto, definiendo una serie de conclusiones para cada uno de los sistemas cerámicos evaluados.

BLOQUE 2.

**SISTEMAS DE
REHABILITACIÓN DE
FACHADA**

2 – SISTEMAS DE REHABILITACIÓN DE LA ENVOLVENTE

2.1 Análisis de Materiales

Antes de empezar con la definición de cada uno de los sistemas del estudio, hablaremos en este apartado de los materiales que los componen, pero centrándonos en la parte del aislante, ya que, a diferencia de otros, estos deberán cumplir una serie de características para poder ser usado en el conjunto del sistema, y veremos que no todos los aislantes sirven para todos los sistemas, bien por sus características técnicas, por su manejabilidad, o por su incompatibilidad con otros materiales.

Antes de ponernos en materia, mencionaremos los materiales comunes que vamos a usar para cada uno de los sistemas, aunque luego en cada sistema también especificaremos con mayor exactitud los materiales necesarios:

- Mortero de cemento
- Materiales de rejuntado
- Malla de fibra de vidrio
- Adhesivo cementoso tipo C2
- Cerámica
- Sistemas de anclaje (tornillería, perfiles verticales, ménsulas...)
- Perfil de arranque

Una vez mencionados los elementos que compartirán estos sistemas, nos centraremos ahora en los aislantes y veremos sus características técnicas y como dependiendo del tipo de sistema, convendrá usar un tipo de aislante u otro.

2.1.1 Lana mineral

La lana de roca es un aislante obtenido mediante la fusión de basálticas y resulta ideal como aislante, para la protección contra incendios y como aislamiento acústico



Imagen 6 - www.pisos.com

Aplicaciones

Cubiertas, fachadas, medianeras, forjados, particiones, suelos, techos, bajantes, conductos, chimeneas, tuberías, elementos estructurales,...

Ventajas

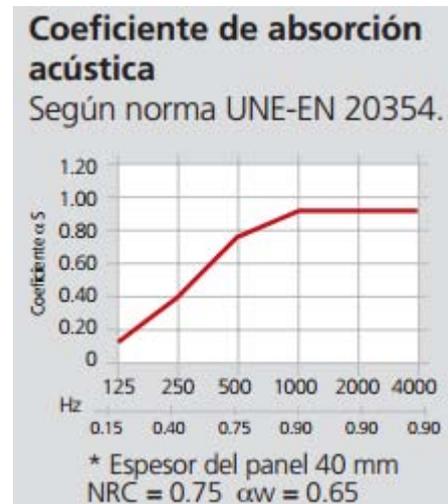
- Facilidad y rapidez en su instalación (manejabilidad).
- Excelente aislante contra el frío, el calor, el ruido y el fuego.
- Es ignífuga, resiste temperaturas superiores a 1.000°C no genera gases ni humos tóxicos.
- No hidrófilo, no higroscópico.
- Químicamente inerte.
- Libre de CFC y HCFC, respetuoso con el medio ambiente.

Características técnicas:

- Densidad nominal media – 30Kg/m³
- Conductividad térmica media– 0,037 W/(m.k.) según norma UNE-EN 12667
- Reacción al fuego- Euroclase A1 (incombustible) según norma UNE-EN 13501-1
- Resistencia térmica en función del espesor de la lana:

Espesor en mm	40	50	60	75
R (m ² K/W)	1.05	1.35	1.60	2.00

Resistencia al paso del vapor - μ +/- 1.3



2.1.2 Poliestireno expandido (EPS)

Poliestireno expandido (corcho blanco) es un material apto para reforzar el aislamiento térmico. Se clasifica en función de la densidad de producto, a mayor densidad, más capacidad de aislamiento. Se obtiene a partir del poliestireno expandible después de tres fases de fabricación.



Imagen 7 - www.certificadosenergeticos.com

Aplicaciones

Fachadas, paredes, suelos y techos

Ventajas

- Tiene mayor capacidad impermeable que las lanas minerales.
- Ligero, económico y de fácil instalación.
- Material inerte e inocuo, 100% reciclable y no contiene CFC's ni HCFC's.

Características técnicas:

La clase de reacción al fuego del producto es de E o F, que si se reviste de una capa de yeso o mortero de 1,5 cm, mejora hasta B, s1 d0.

Cualidades y características técnicas

	Clase	Nivel	Sundolitt SF	Sundolitt SE	Sundolitt 60 E	Sundolitt 90 E	Sundolitt 120 E	Sundolitt 200 E
			Valores					
Conductividad térmica declarada λ_D (W/M ² K)			0,045	0,045	0,041	0,038	0,036	0,034
Espesor (mm.)			12-100	12-100	10-100	10-100	10-100	10-100
Clase de reacción al fuego (Euroclase)			F	E	E	E	E	E
Tolerancia espesor (\pm mm.)	T	1	2	2	2	2	2	2
Tolerancia longitud (\pm mm.)	L	1	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Tolerancia anchura (\pm mm.)	W	1	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Rectangularidad (\pm mm./1.000 mm.)	S	1	5	5	5	5	5	5
Planeidad (\pm mm.)	P	1	30	30	30	30	30	30
Estabilidad dimensional (cond. normal) (\pm %)	DS(N)	5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Resistencia a la flexión kPa (>)	BS		50	50	50	50	50	50
Tensión de compresión al 10% de deformación kPa	CS(10)		-	-	60	90	120	200
Absorción de agua a largo plazo por inmersión total (<%)	WL(T)	5	-	-	5	5	5	-
Factor μ . Resistencia a la difusión de vapor de agua	Mu		-	20-40	20-40	30-70	30-70	40-100
Deformación bajo carga y temperatura (\pm %)	DLT(1)		-	-	-	5	5	5
Certificado de calidad			-	AENOR	AENOR	AENOR	AENOR	AENOR
Código de color identificativo de Sundolitt			1 raya verde	1 raya roja	1 raya azul	1 raya amarilla	1 raya negra	2 rayas negras

(*) \pm 0,6% o \pm 3 mm. (el que presente mayor tolerancia numérica)

2.1.3 Poliestireno extruido (XPS)

El poliestireno extruido se comercializa en forma de panel de espuma rígida fabricada mediante la de la extrusión del poliestireno en presencia de un gas espumante, y se usa principalmente como aislante térmico.



Imagen 8 - www.archiexpo.com

Aplicaciones

Fachadas y cubiertas –tanto desde el exterior como desde el interior. Es muy habitual su uso en zonas con humedades.

Destaca por su carácter impermeable y por su resistencia al peso y a la deformación. Al ser inmune a la humedad predomina su uso en fachadas y cubiertas –tanto desde el exterior como desde el interior-. Tiene una mayor capacidad aislante y de resistencia con respecto al expandido. Es muy habitual su uso en zonas con humedades.

Ventajas

- Carácter impermeable y resistencia al peso y a la deformación.
- Mayor capacidad aislante y de resistencia con respecto al expandido.

Características técnicas:

- Valor medio de resistencia a compresión de 300 kPa (≥ 200 kPa)
- Reacción al fuego: Euroclase E
- Temperatura máxima de uso: 75°C

Espesor	30 mm.	40 mm.	50 mm.	60 mm.	80 mm.
Valor Declarado de Conductividad Térmica (λ_D) (W/mK)	0,034	0,034	0,034	0,034	0,036
Resistencia térmica (m ² K/W)	0,90	1,20	1,45	1,75	2,20

2.1.4 Poliuretano

El poliuretano (PU) es un polímero que se obtiene mediante condensación de bases hidroxílicas combinadas con disocianatos. Los poliuretanos se clasifican en dos grupos, definidos por su estructura química, diferenciados por su comportamiento frente a la temperatura. De esta manera pueden ser: Poliuretanos termoestables o poliuretanos termoplásticos.



Imagen 9 - www.aislaconpoliuretano.com

Aplicaciones

- Proyectado: aislamientos continuos.
- Panel: cubiertas, fachadas y cámaras frigoríficas.

Ventajas

- Elevada capacidad aislante y duradero en el tiempo (25 años)
- Solución complementaria cuando la cámara existente dispone de poco espesor
- Prácticamente nula absorción de agua gracias a la estructura de celda cerrada de la espuma y al aluminio del recubrimiento multicapa.
- Paneles de gran rigidez y poco peso.
- El complejo multicapa con aluminio protege al panel de la atmósfera agresiva habitual en las granjas.
- Facilidad de manipulación y puesta en obra.

Características técnicas:

El valor de su conductividad λ , varía desde 0,04 a 0,024 W/mK. La clase de reacción al fuego como material desnudo es E y C, s3 d0, y en aplicación final, desde D,s3 d0 hasta B, s1 d0.

Espesor (mm)	30	40	50	60
Resistencia térmica (m ² K/W)	1,05	1,4	1,75	2,1

2.2 - Sistema SATE (acabado mortero)

SATE son las siglas de **Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior**, también conocido a nivel europeo como ETICS (External Thermal Insulation Composite System). Es un sistema tanto para obra nueva como para trabajos de rehabilitación de fachada (integral), compuesto de aislamiento térmico por el exterior, asegurando la compatibilidad entre componentes del sistema.

Las características mínimas exigidas a los sistemas SATE y la valoración de su idoneidad para el uso previsto se especifican en los requisitos del “ETA Guidance No. 004” y normas UNE-EN 13499 y 13500 referente a los sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

El Documento de Idoneidad Técnica Europea, en adelante DITE, se concede como resultado de la evaluación técnica realizada en base a una Guía de la EOTA (European Organisation for Technical Approvals), o bien en base a un Procedimiento consensuado de evaluación (Common Understanding Assessment Procedure). Esta evaluación se circunscribe únicamente al cumplimiento de los requisitos esenciales establecidos en la Directiva de Productos de Construcción DPC 83/106.

En la actualidad, con la entrada en vigor del Reglamento de Productos de la Construcción (UE) N° 305/2011, los DITE pasan a denominarse ETE (Evaluación Técnica Europea) y se realizan según un DEE (Documento de Evaluación Europea), que podrá ser una guía ETAG.

Los DITE basados en la guía ETAG 004, en vigor desde el 31 de mayo del 2003, tienen un período de validez de cinco años y su ámbito es europeo.

Actualmente se está elaborando a nivel europeo una norma armonizada para el Mercado CE de los sistemas SATE cuyos requisitos serán de obligado cumplimiento.



Imagen 10 - Bedec

2.2.1 Componentes del sistema SATE:

Los componentes que definen el sistema son los siguientes:

a) **Panel aislante:** Para que su función sea óptima debe cumplir las siguientes características; estabilidad dimensional, resistencia a la humedad, adherencia, bajo peso, capacidad de moldeo, compatibilidad con los diversos acabados, precisión en la planeidad y durabilidad.

Este panel puede ser de diferentes espesores y materiales: EPS -poliestireno expandido-, XPS -poliestireno extruido, lana de roca o placas de EPS con grafito. El más utilizado es el **EPS** por cumplir todas estas características y ser más económico que el XPS, además el EPS al ser con acabado rugoso recibe mejor el mortero, lo cual para este sistema es fundamental.

b) **Fijaciones que garanticen la unión del aislamiento al muro soporte:** mediante mortero cola -adhesivo- y fijaciones mecánicas (espigas) al muro. (**Perfil en forma de U** como cierre o arranque horizontal en zócalos).



Imagen 11 - www.aislamientofachadas.com

c) **Acabados:** el acabado consiste en dos capas de mortero cola, con una malla intermedia de fibra de vidrio alcalino resistente de gran gramaje. El acabado protege al aislamiento térmico. Como acabado final, se aplica una imprimación y un revestimiento continuo tipo revoco. El acabado puede ser proyectado, fratasado, rayado, directo, talochado o planchado.

La clasificación mínima de estos sistemas frente a la resistencia al fuego es **B S2 d0**.

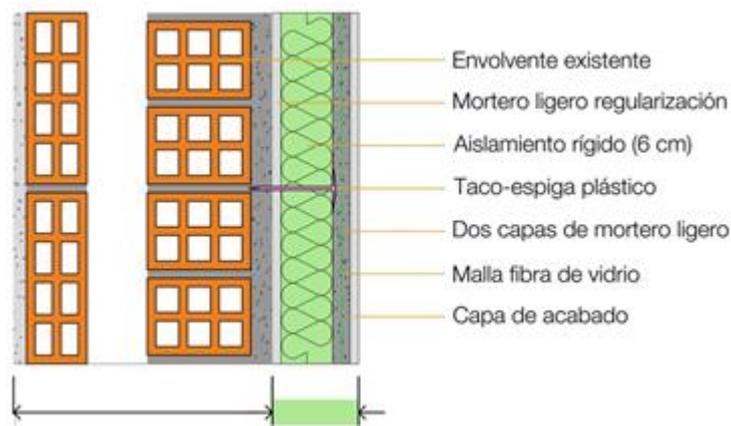


Imagen 12 - Sección tipo EKOTECNIAGROUP

2.2.2 Ejecución del sistema SATE:

En este apartado entre otras debemos tener en cuenta las indicaciones que especifica la **GUIA ETAG 004 de la EOTA**.

2.2.2.1 Preparación del soporte

Lo primero que debemos tener en cuenta es que el soporte debe tener la capacidad portante suficiente para resistir las cargas combinadas a las que va a estar sometido: peso propio del sistema y cargas de viento transmitidas. Por tanto, haremos un reconocimiento del cerramiento con tal de determinar su capacidad portante y, en su defecto realizar las reparaciones necesarias.

A continuación, hay que dejar los soportes limpios y secos, libres de cualquier sustancia que impida ejecutar el trabajo (grasa, polvo, aceites, pinturas mal ancladas...).



Imagen 13 - www.anfapa.com

*En caso de humedad por remonte capilar, esta se resolverá antes de proceder a la ejecución del sistema.

2.2.2.2 Arranque del sistema

Para empezar, colocaremos los perfiles de arranque para la posterior colocación del aislante. Como se ha mencionado anteriormente, hay que procurar que no se produzcan humedades por remonte capilar colocando sellante y cordón de neopreno, así como la correcta ejecución del perfil.



Imagen 14 - www.fachadassaifer.com

Imagen 15 - www.aislamientofachadas.com

Este perfil deberá ser de aluminio, PVC o acero inoxidable, sujeto con tornillos cada 30 cm aprox. Y se dejarán espacios de separación entre perfiles de 3mm por las dilataciones.

2.2.2.3 Colocación del panel aislante

Lo primero que tenemos que saber, es que las juntas entre los paneles van colocadas a testa, evitando que se cuele adhesivo entre ellas. A partir de aquí procedemos a la colocación de manera trabada, colocados de abajo hacia arriba y en planos continuos:



Imagen 16 - www.construccionessambel.com

Además, en las aristas del edificio se deben contrapear los paneles de aislamiento:

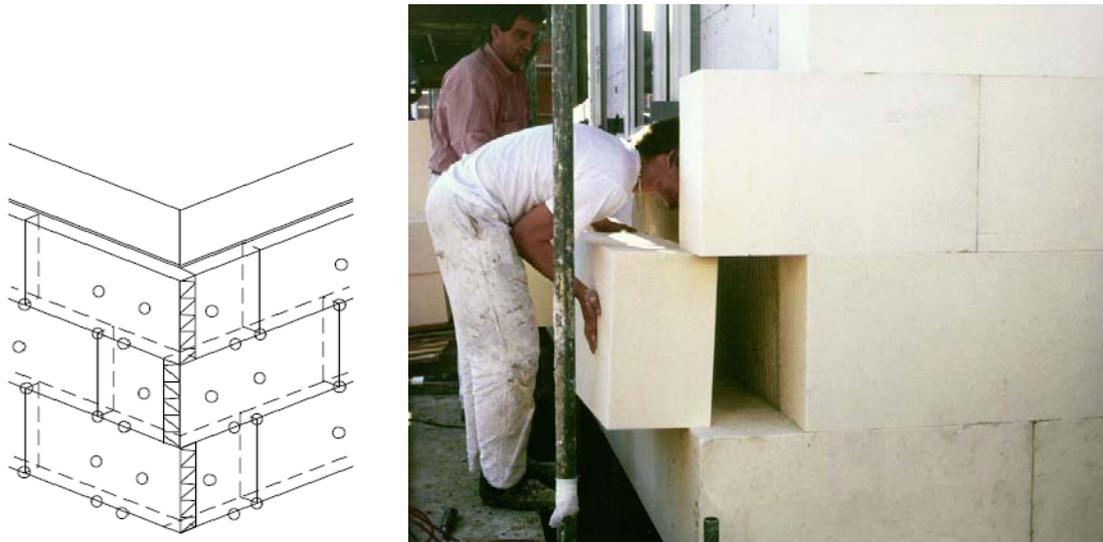


Imagen 17 - www.acuatroarquitectos.com

2.2.2.4 Fijación

a) Adhesivo: Su función es la adherir el panel aislante al soporte, restringir los movimientos de dilatación (alabeos, contracción, tracción y compresión), y en su caso, regular la planimetría del soporte.

La capacidad de adherencia sobre el panel aislante se debe determinar conforme a la norma **UNE-EN 13494** según se indica en la **GUÍA ETAG 004**. Como recomendación general, el valor mínimo exigido de resistencia a la tracción que deben cumplir los adhesivos ha de ser mayor o igual al valor de punto de rotura a la tracción del aislante aplicado (ej. Para el EPS el valor ha de ser mayor a 80kPa).

La forma del encolado irá en función de la superficie en la que se aplique, es decir, en un soporte regular podremos encolar en toda las superficie del panel aislante. En cambio, si el soporte es irregular el adhesivo será aplicado mediante fijación de cordones y puntos, por lo que hay que tener en cuenta la cantidad de adhesivo a aplicar. El espesor de la capa estará comprendido aproximadamente entre 1 y 2 cm y la superficie mínima de contacto será del 40%. Para ello se coloca el mortero adhesivo dejando un espacio en torno a 5 cm en todo el perímetro de la placa y en el centro del panel se aplican 3 ``pegotes``.

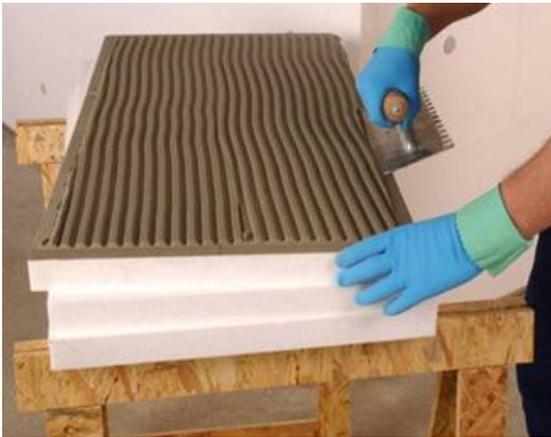


Imagen 18 - www.anfapa.com



Imagen 19 - www.anfapa.com

b) Espigas: En los soportes, además de la fijación con el adhesivo, habrá que fijar las superficies y los bordes con espigas cuando:

- La capacidad de sustentación sea insuficiente (<80kPa).
- El peso por unidad de superficie del sistema supere los 30 kg/m².
- La carga de viento así lo requiera.
- La altura del edificio supere 18m.
- El panel de aislamiento sea de lana mineral, fibra de madera, corcho o poliuretano conformado.

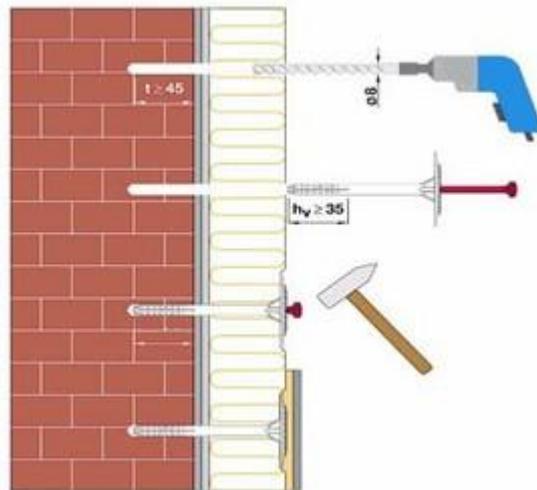


Imagen 20 - www.weber.es

La selección del tipo de fijación y la cantidad de la misma debe efectuarse siguiendo los resultados del cálculo estático específico para la ubicación del proyecto que considere las fuerzas de viento que constituyen la carga significativa (DB SE-AE apartado 3.3). Hay que saber que en las esquinas las cargas de viento son mayores.

Si se da el caso de no poder disponer del cálculo estático que justifique el número de espigas por m², utilizar los datos recogidos en la siguiente tabla:

*Las espigas se colocan 24h después de la colocación de los paneles aislantes. Primero se hacen las perforaciones con taladro, perforando por completo el aislante y añadiendo un mínimo de 5cm. El taco debe introducirse al menos 3.5 en el soporte. El taco deberá anclarse en el muro de cerramiento.

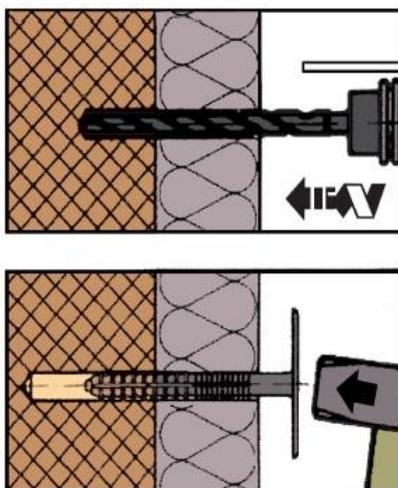


Imagen 21 - www.weber.es

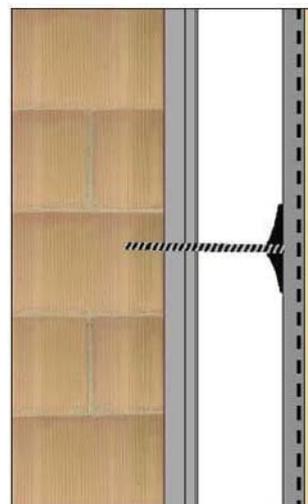


Imagen 22 - www.weber.es

2.2.2.5 Revoco de acabado:

En esta parte de la ejecución debemos incorporar una malla de armadura (fibra de vidrio o antialcalina) para mejorar las prestaciones mecánicas del sistema. Esto ayudará a mejorar las prestaciones del revoco además de absorber las dilataciones que se producen entre paneles aislantes. Esta malla irá embebida sobre la primera capa de revoco mientras este todavía fresca e irá solapada un mínimo de 10 cm:



Imagen 22 - www.beissier.es

Como acabado final, se aplica una imprimación y un revestimiento continuo tipo revoco. El acabado puede ser proyectado, fratasado, rayado, directo, talochado o planchado.

2.2.3 Ventajas e inconvenientes del sistema SATE:

Ventajas:

En el ámbito residencial, y propuesto como una estrategia para la rehabilitación de la fachada, SATE se puede aplicar en bloques plurifamiliares o en viviendas unifamiliares:

1. Aprovecha la capacidad de las paredes de fachada de acumular calor.
2. Al ser por el exterior, no consume superficie útil.
3. Elimina los puentes térmicos en fachada: pilares, cajas de persiana, encuentros con forjados, etc...
4. Elimina condensaciones en muro, pues permite que el edificio respire.
5. Garantiza la estanqueidad de la fachada.
6. Continuidad del aislamiento térmico.
7. Rapidez en la ejecución.
8. Intervención por el exterior sin interrumpir la vida cotidiana de los propietarios de las viviendas.
9. Efecto envoltorio. Este sistema resulta proporciona una protección integral desde fuera.
10. Uso de materiales homologados: Todos los componentes del sistema SATE deben haber sido testados y cumplir las especificaciones que se recogen en las normativas ETAG 004 y UNE-EN 13499 y 13500.
11. Fácil instalación.

12. Valor estético: Se pueden ejecutar diferentes tipos de revestimientos decorativos con todo tipo de acabados, texturas y colores que mejoran el aspecto estético de las viviendas.

Inconvenientes:

Entre los inconvenientes, comentar que el tipo de fijación (mortero adhesivo, poliuretano, perfiles o espirales distanciadoras) estará limitado por la planeidad y verticalidad del soporte existentes. El sistema requiere la protección de esquinas y encuentros singulares con perfiles metálicos. El tiempo de colocación puede ser elevado al tener que incorporarse diversas capas in situ y requiere la creación de zonas de trabajo separadas mediante juntas.

Debe revisarse la base para verificar que carece de suciedad, polvo, etc y garantizar así una correcta fijación del material aislante.

Las disposiciones establecidas en los Documentos de Idoneidad Técnica Europeos presuponen una vida útil de 25 años para el sistema.

No se puede ejecutar en edificios con fachada protegida.

2.2.4 Valoración económica del sistema:

A continuación veremos la valoración económica ``tipo`` para el sistema SATE mortero, aunque hay que añadir que el precio de este presupuesto calidad-precio es el medio, es decir, podemos encontrarnos más baratos y más caros, dependiendo de la exigencia que queramos tener y la disponibilidad económica de cada usuario.

M² - Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, con DITE - 09/0256, compuesto por: panel rígido de poliestireno expandido, de 40 mm de espesor, con revestimiento reflectante de color blanco, fijado al soporte mediante adhesivo mineral en polvo y fijaciones mecánicas con taco de expansión y clavo de polipropileno; capa de regularización de adhesivo mineral en polvo, compuesto por cemento blanco, ligantes orgánicos, áridos y aditivos, armado con malla de fibra de vidrio antiálcalis, de 4x4 mm de luz, de 145 g/m² de masa superficial y 0,5 mm de espesor; revestimiento hidrófugo, de color blanco, acabado Fine 1,0, sobre imprimación, incolora, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua.				
Ud	Descomposición	Rendimiento	Precio unitario	Precio partida
m	Perfil de arranque de aluminio, de 40 mm de anchura, para nivelación y soporte de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior sobre la línea de zócalo.	0.30	8.84	2.65
m	Perfil de esquina de PVC con malla, para remate lateral.	0.30	3.10	0.93
m²	Panel rígido de poliestireno expandido (EPS), según UNE-EN 13163, de 40 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,1 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), densidad 20 kg/m ³ , Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación EPS-UNE-EN 13163-L2-W2-T2-S2-P4-DS(N)2-BS170-CS(10)60-TR150.	1.00	6.10	6.10
Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación de placas aislantes.	6.00	0.08	0.48
m²	Malla de fibra de vidrio, de 10x10 mm de luz, antiálcalis, de 200 a 250 g/m ² de masa superficial y 750 a 900 micras de espesor, con 25 kp/cm ² de resistencia a tracción, para armar morteros monocapa.	1.10	2.41	2.65
m²	Adhesivo mineral en polvo, compuesto por cemento blanco, ligantes orgánicos, áridos y aditivos, para adherir y reforzar los paneles aislantes, y como capa base, previo amasado con agua.	1.05	12.02	12.62
Kg	Revestimiento hidrófugo, de color blanco, acabado Fine 1,0, compuesto por ligantes orgánicos, sustancias minerales de relleno, silicatos, pigmentos blancos y de color, microfibras, aditivos y agua, con efecto antimoho, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, aplicable con pistola o con llana metálica o de madera.	2.00	3.35	6.70
kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004, color gris.	2.50	0.60	1.50
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0.10	17.82	1.78
h	Ayudante de montador de aislamientos	0.10	16.13	1.61
h	Oficial 1ª revocador	0.76	17.24	13.10
h	Ayudante revocador	0.76	16.13	12.26
%	Medios auxiliares	-	-	1,33
%	Costes indirectos	-	-	5%
	COSTE TOTAL POR M² (euros)			69.75

2.3 Fachada Ventilada

La fachada ventilada es un cerramiento que se basa en la inclusión de una cámara ventilada separada por dos hojas: una interior, encargada de resolver el aislante térmico y la estanqueidad, y otra exterior, la cual formará la cámara de aire, garantizando así una ventilación en toda la superficie de la fachada.

Aunque conceptualmente la fachada ventilada ligera y la fachada ventilada autoportante comparten muchos elementos en común, el material de la hoja exterior y su anclaje difieren en gran medida. Este punto, se centrará en la descripción del sistema de fachada ventilada ligera, cuyo revestimiento está formado por baldosas cerámicas. En el siguiente esquema se muestran los componentes principales de la fachada ventilada ligera.



Imagen 23 - www.beissier.es

En este caso veremos los diferentes sistemas ofertados en GRESPANIA S.A., los cuales son los más utilizados tanto en el campo de la rehabilitación como de obra nueva:

	Descripción general
Grapa vista	<ul style="list-style-type: none"> • Perfiles verticales anclados a la fachada • Sistema visible • Fácil de instalar • Sistema económicamente competitivo • Disponible para todos los grosores y formatos
Grapa oculta	<ul style="list-style-type: none"> • Perfiles verticales anclados a la fachada • Sistema oculto • Sistema caro por la necesidad de ranurar las piezas • No disponible para Coverlam 5,6mm o 3,5mm
Pegado químico	<ul style="list-style-type: none"> • Perfiles verticales anclados a la fachada • Sistema oculto • Combinación de adhesivos y grapas de sustentación • Necesaria mano de obra especializada • Sistema oculto mas económico que grapa oculta
Sistema Keil–Taco oculto	<ul style="list-style-type: none"> • Perfiles verticales anclados a la fachada • Sistema oculto • Necesario perforar las piezas de porcelánico • No disponible para Coverlam 5,6mm o 3,5mm

Tabla – Diferencias entre sistemas ofertados por GRESPANIA

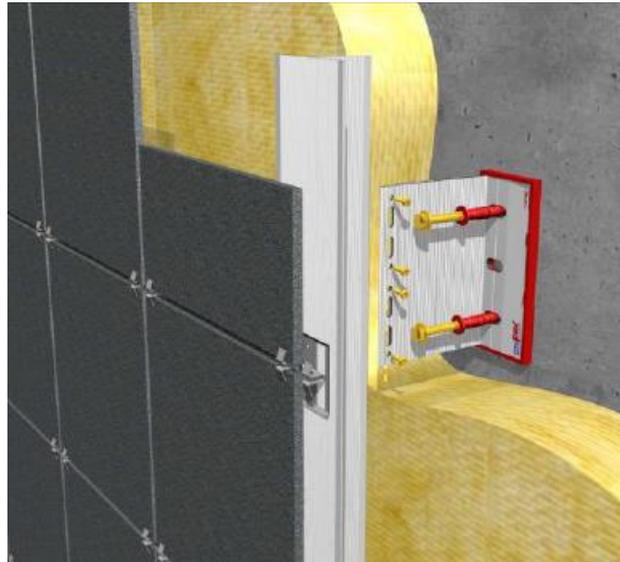


Imagen 24 - Grapa vista GRESPANIA

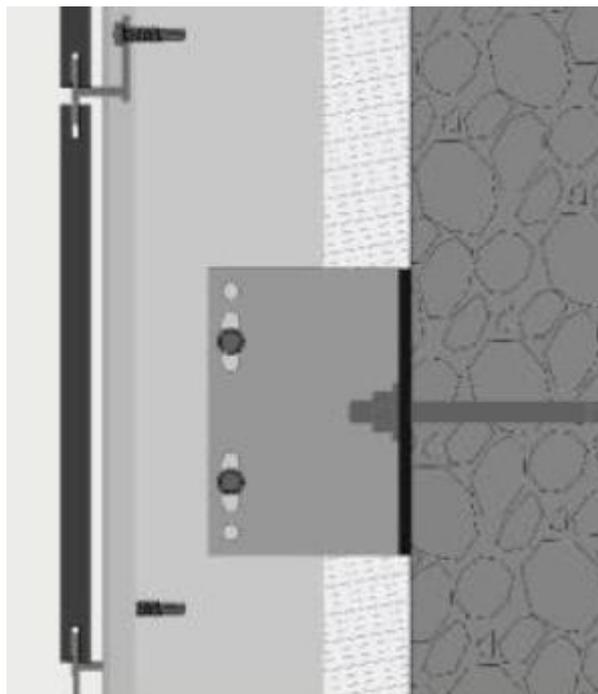


Imagen 25 - Grapa oculta GRESPANIA

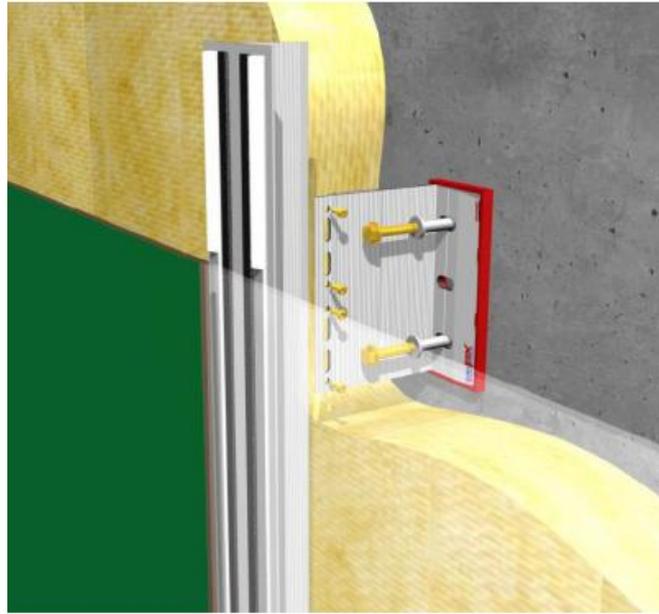


Imagen 26 - Pegado químico con adhesivo polimérico- GRESPANIA

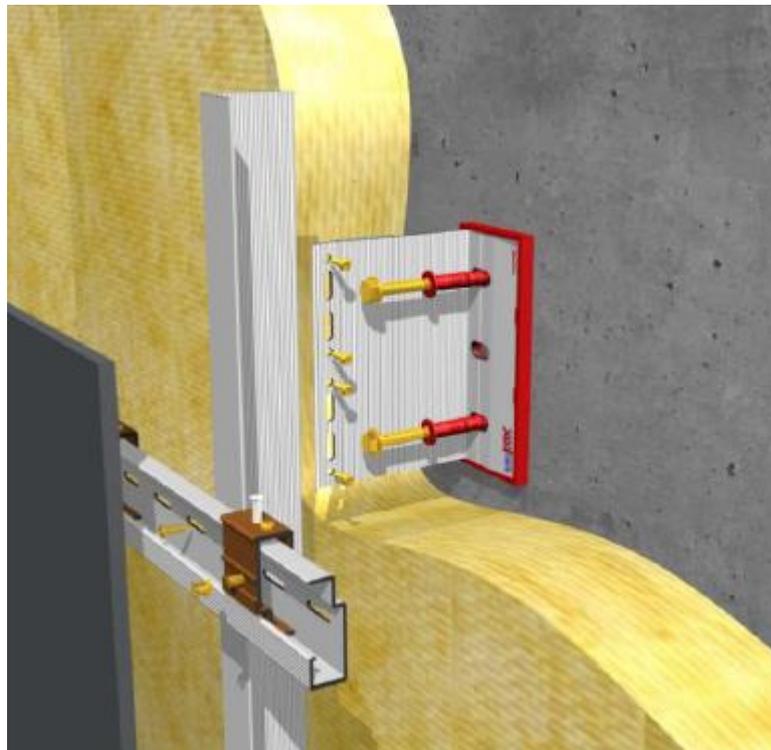


Imagen 27 - Sistema Keil Taco oculto (GRESPANIA)

2.3.1 Componentes de la fachada Ventilada:

Los componentes que definen el sistema son los siguientes:

a) **Elemento soporte:** es el encargado de dar estabilidad al sistema. En el caso de la rehabilitación nos podemos encontrar diversos tipos de soporte sobre los que instalar la fachada ventilada.

b) **Aislante térmico:** La característica fundamental del aislante será su alta resistencia térmica. El aislante térmico recubre todo el paramento de forma continua, eliminando los posibles puentes térmicos.

*La espuma de poliuretano sin recubrir no podría utilizarse en fachadas de más de 18 metros no compartimentadas ni en fachadas con arranque accesible al público, pues pertenece a la Euro clase E, con una reacción al fuego superior a la exigida.

*El PUR tiene que protegerse con una capa de mortero para cumplir con el DB SI de protección contra incendios.

El aislamiento debe cumplir los siguientes requisitos:

- No ser higroscópico
- Ser impermeable
- Estar aplicado de forma continua
- Comportamiento frente al fuego BS3d2
- Ser inalterable en el tiempo
- No ser putrescible
- Compatible con el material del SOPORTE

Para fachada ventilada el más utilizado suele ser el de lana de roca, ya que está dotado las características necesarias para este tipo de sistema, además de su manejabilidad en obra con respecto a la estructura metálica previamente fijada.

c) **Subestructura metálica:** Es un entramado de perfiles metálicos (generalmente aluminio) sustentados por una serie de perfiles previamente fijados mediante anclaje mecánico y que luego recibirán las ménsulas, que trabajando en conjunto con las grapas y/o en su caso el pegado químico, sostienen la capa exterior separada suficientemente del sistema para crear la cámara de aire necesaria para el correcto funcionamiento de la fachada ventilada. La subestructura será la encargada de recibir y transmitir al elemento soporte las acciones verticales aplicadas, el peso de la hoja exterior, el propio peso y los esfuerzos horizontales del viento.

Esta hoja exterior consta de una serie de elementos, los cuales trabajan al unísono y que podríamos definir como:

Los perfiles verticales recogen las cargas recibidas por los perfiles horizontales y las transmiten al cerramiento a través de unas **ménsulas** (sustentación y retención) que se sujetan mediante un **tornillo autotaladrante**.

Los perfiles horizontales recogen la carga transmitida por las placas (pesos propios y acciones del viento), fijados sobre los perfiles verticales con tornillos autotaladrantes.

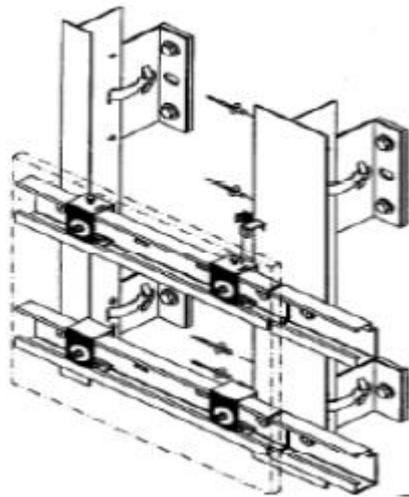


Imagen 28 – GRESPANIA

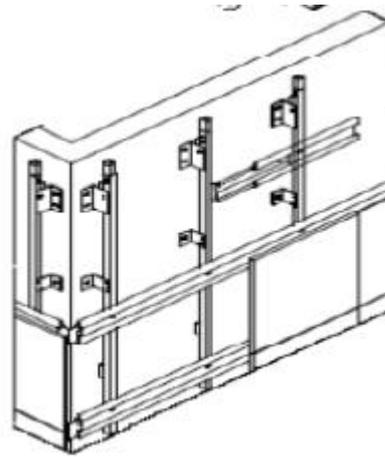


Imagen 29 - GRESPANIA

Perfiles

- Perfil L**
- 40x40x1,8
- 60x40x1,8
- 60x40x2
- 60x40x2,2

Ondulado en el alma para facilitar el montaje

20140410 Fachada ventilada TECNICA.pdf - Adobe Reader



Longitud 6m

Perfil T

- 40x80x1,8
- 60x80x1,8
- 60x100x1,8 (2;2,2)
- 60x120x1,8 (2;2,2)
- 60x140x1,8 (2;2,2)

Perfiles L y T ondulados para facilitar el montaje

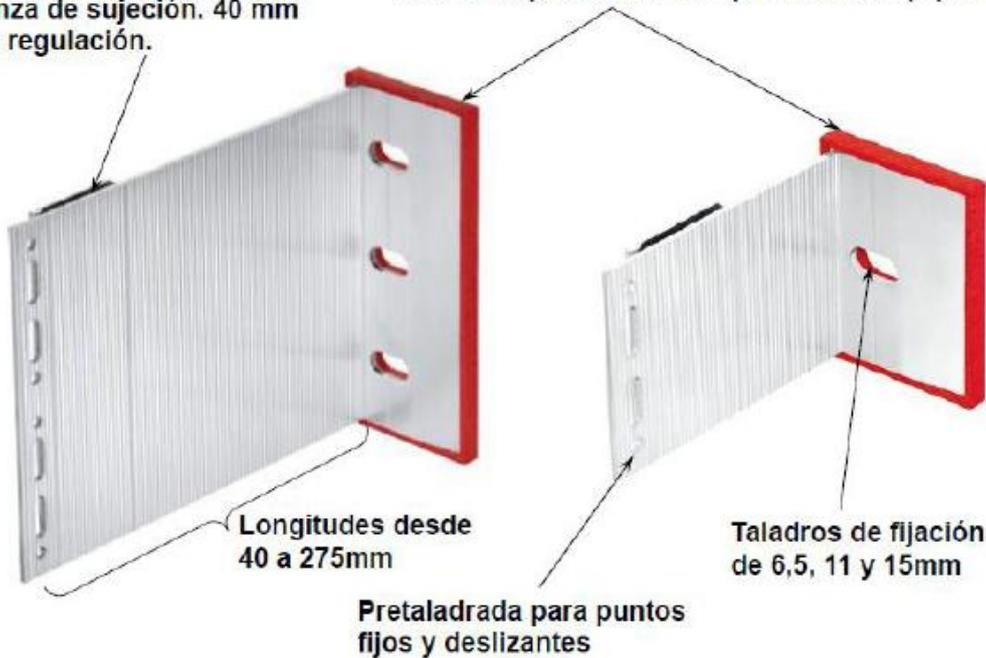
Imagen 30 - GRESPANIA

Ménsulas

Pinza de sujeción. 40 mm de regulación.

Rotura de puente térmico pre-montada

20140410 Fachada



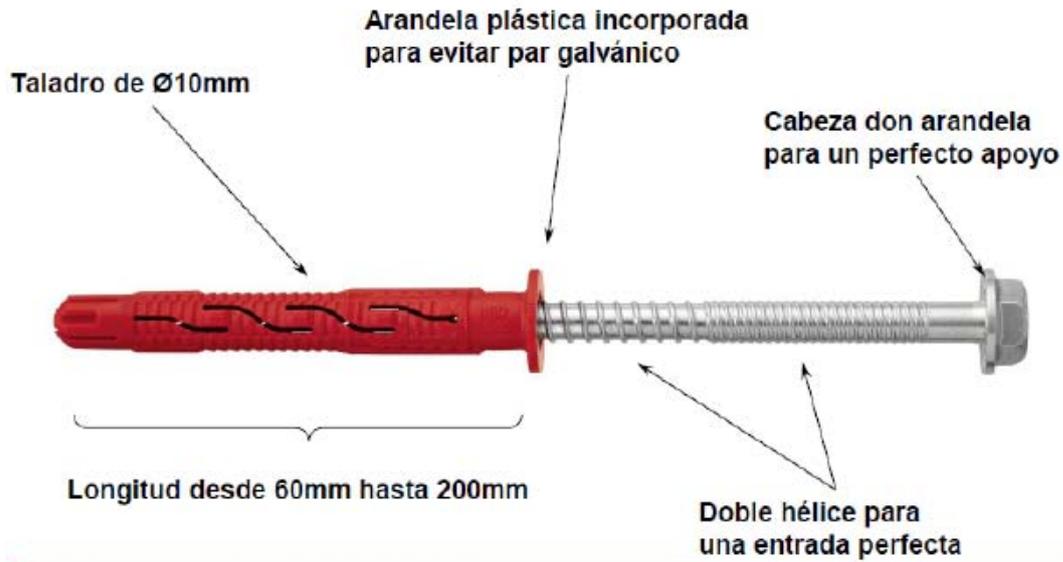
Longitudes desde 40 a 275mm

Taladros de fijación de 6,5, 11 y 15mm

Pretaladrada para puntos fijos y deslizantes

Imagen 31 - GRESPANIA

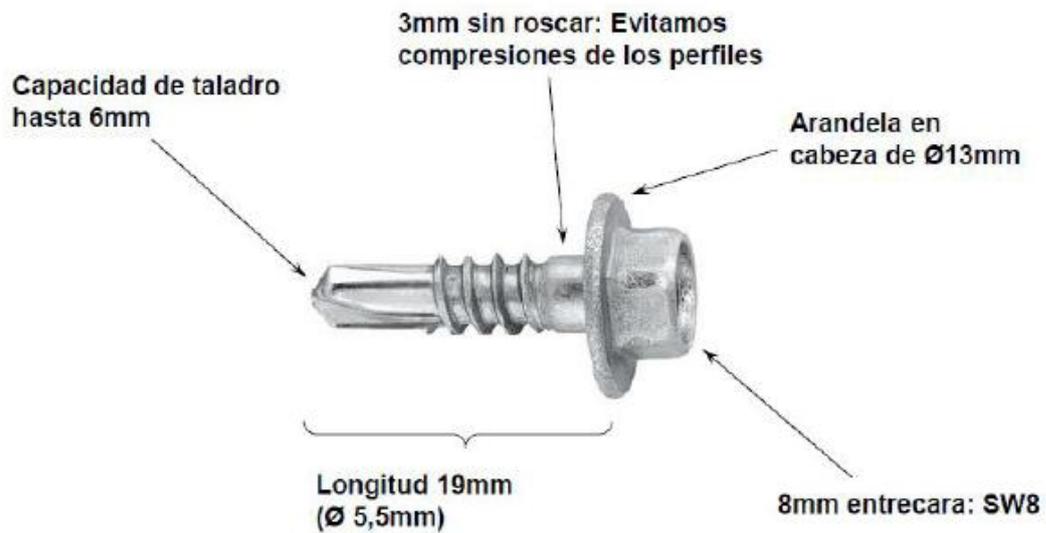
Anclaje



Anclaje con homologación ETA para diferentes materiales como hormigón y ladrillo. Fachada completa con un solo anclaje

Imagen 32 – GRESPANIA

Tornillos autotaladrantes



Tornillo autotaladrante con homologación para conexiones aluminio-aluminio

Imagen 33 - GRESPANIA

d) **Cámara de aire.** Su espesor oscila entre 3 y 10 cm. Es el elemento característico de toda fachada ventilada que la diferencia del resto de cerramientos convencionales. Esta cámara permite la ventilación por el trasdós y aumenta considerablemente la eficiencia energética de estas fachadas, mejorando el comportamiento del aislamiento térmico, la eliminación de condensaciones, la eliminación de puentes térmicos y protección contra el agua.

La cámara de aire debe quedar abierta en puntos estratégicos, en las zonas inferior y superior, para permitir su ventilación. Se crea una circulación de aire ascendente.

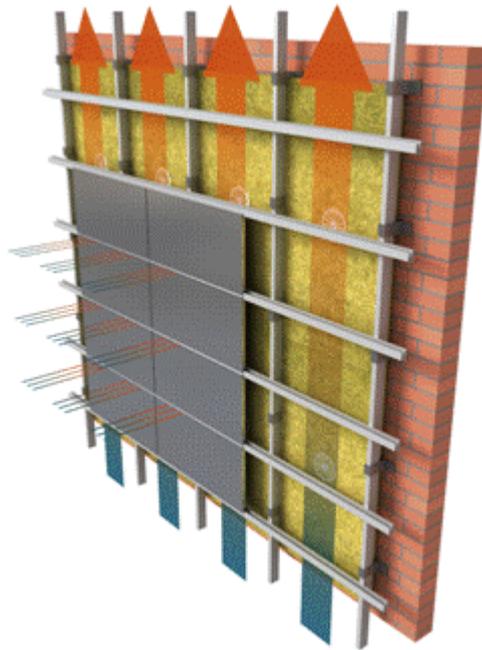


Imagen 34 – www.Rockwool.es

e) **Paramento exterior.** Aporta la estética final al sistema y al edificio. Además los elementos de revestimiento exterior son los encargados de recibir las acciones horizontales directamente aplicadas sobre ellos y transmitir las a la subestructura de la fachada ventilada. Como las piezas trabajan a flexión en una o dos direcciones, dependiendo del tipo de anclaje a la subestructura, se ha de comprobar su resistencia para dichas condiciones.

El peso habitual de un sistema de fachada ventilada puede oscilar entre 30-40 kg/m², incluyendo la estructura portante y el revestimiento cerámico. Las baldosas cerámicas suelen incorporar un refuerzo en su dorso, formado por una malla de fibra de vidrio. En el caso de colocar el coverlam de Grespania (pieza de gres porcelánico de grandes dimensiones y mínimo espesor) no hará falta colocar la malla de fibra de vidrio, ya que va incorporada en la pieza.

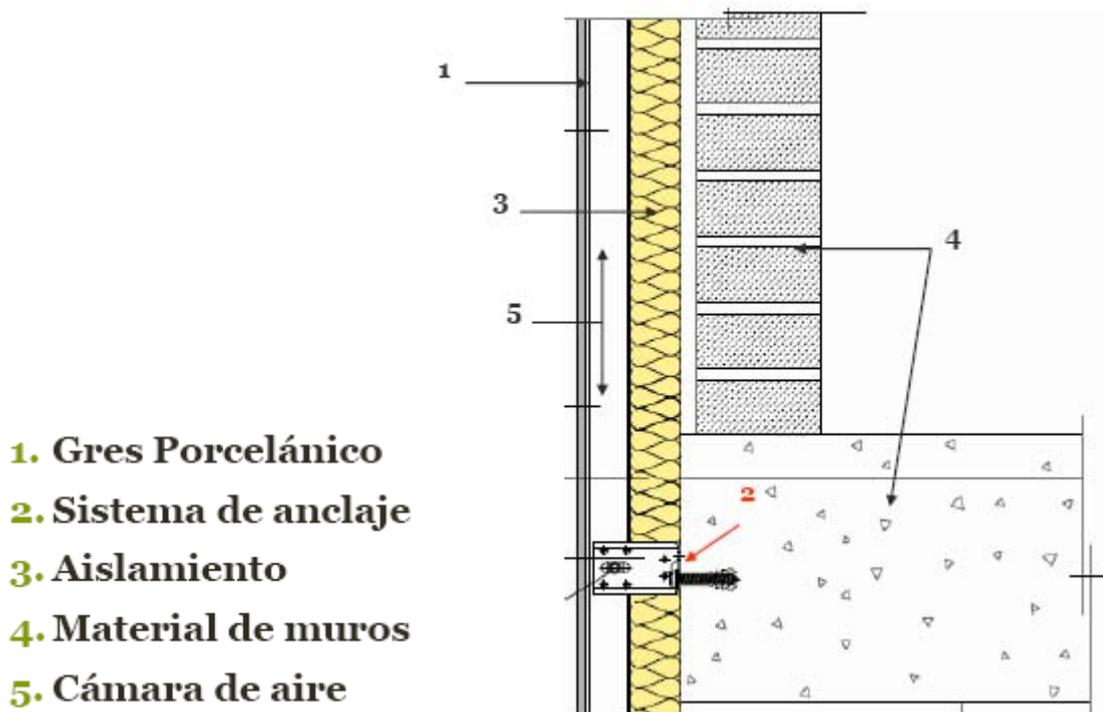


Imagen 35 - Sección tipo catálogo GRES PANIA S.A.

2.3.2 Ejecución de la fachada Ventilada:

Antes de todo, hemos de saber que la fachada ventilada se debe ejecutar siempre de dentro hacia fuera, es decir, se comienza realizando la hoja interior y luego las sucesivas capas envolventes. Sólo así se podrán fijar correctamente la hoja exterior a la interior, el aislamiento quedará eficazmente adosado a la hoja interior y la obra vista exterior tendrá la apariencia deseada.



Imagen 36 - Proceso instalación

2.3.2.1 Preparación del soporte

La **NORMA UNE 41957**, solo recomienda para el soporte el ladrillo macizo o, perforado, o el bloque si la tabica > 30 mm de espesor. Debido a la dificultad de asegurar un correcto empotramiento o apoyo de un anclaje aislado en fábricas muy huecas.

Naturaleza del soporte	Aptitud
Hormigón	Excelente
Ladrillo macizo	Muy buena
Ladrillo perforado	Buena
Bloque hormigón de separación 30mm entre tabicas y del grueso de las mismas	Buena
Ladrillo de termoarcilla	Buena
Ladrillo hueco	Inaceptable
Bloque hormigón doble tabica	Inaceptable

Para tener el soporte preparado para el inicio del montaje es necesario:

- Limpieza y acondicionamiento de la cara exterior de la fachada.
- Protección de huecos, carpinterías o superficies que no deban ser aisladas.

Replanteo de la hoja exterior que colocaremos a posteriori (trazado).

Se verifican los niveles y las escuadras de las fachadas.

Se colocan las ménsulas, y se utilizan generalmente instrumentos como el láser, niveles de burbuja, flexómetros y plomadas.

2.3.2.2 Colocación del aislante térmico

El aislamiento se coloca sobre la cara exterior de la hoja interior. Va continuo por delante de la estructura (también del forjado) por lo que no se producen puentes térmicos. Cuando esa lámina está colocada sólo se debe ver atravesada por los elementos de fijación de la hoja exterior.

2.3.2.2 Ejecución de la hoja exterior

Es obvio que el revestimiento exterior requiere una estructura de apoyo, el cual será la hoja exterior. La misión de la hoja exterior es encerrar el espacio ventilado, constituida por un material que resista la intemperie adecuadamente fijado al soporte para las acciones debidas al viento, peso propio y las tensiones de origen térmico.

En este punto de la instalación debemos saber que en la construcción de la hoja exterior se debe tener en cuenta su alta exposición a las variaciones térmicas. La hoja exterior es como un lienzo tendido sobre el edificio que debe seguir libremente los movimientos térmicos que la solicitan. Según su color puede sufrir saltos térmicos anuales de 50 a 80 °C. Las diferencias diarias pueden ser de hasta veinte grados con una pared clara y más de veinticinco si es oscura.

Por ello la hoja exterior no debe tener ninguna relación rígida con el edificio al que envuelve y se debe construir con las juntas necesarias para asegurar que se podrá deformar libremente sin fisurarse. El revestimiento exterior requiere una estructura de apoyo.

Para la colocación de los perfiles se procede creando con hilos horizontales a nivel y vertical a plomo, un plano perfectamente perpendicular de referencia para la estructura que se ha creado.

***Juntas en las fachadas ventiladas**

- **Estructurales**, coincidentes con las juntas de la estructura del edificio.
- **Compresión**, en sentido horizontal, dividiendo el paramento de fachada según las plantas del edificio.
- **Expansión**, en sentido vertical, para evitar los esfuerzos causados por dilatación térmica. Colocadas cada 6 m. y a 5 m. de las esquinas, de unos 10mm.
- **Unión o colocación**, entre placas. de 2mm a 10mm.
- **Juntas de contorno o de borde**, que separan un paño te constructivo, cornisas, techos en voladizo, **de al menos 10 mm**

2.3.2.2 Instalación del revestimiento (cerámico en este caso)

Como ya hemos comentado, el revestimiento exterior es el elemento constructivo que va a dar la imagen exterior al edificio, que estará sustentado por los anclajes que hemos mencionado antes y podremos elegir entre las diferentes opciones para su puesta en obra y acabado, que hemos barajado al principio de este punto: Sistema visto u oculto, pegado químico y sistema KEIL.



Imagen 37 – Fachada Ventilada Grespania

2.3.3 Ventajas e inconvenientes de la fachada Ventilada:

Ventajas térmicas:

- Incrementa la masa térmica del edificio.
- Evita el impacto de rayos solares sobre la superficie del edificio.
- Elimina los puentes térmicos gracias al aislamiento continuo.

Ventajas acústicas:

- Este tipo de fachada reduce el índice aislamiento acústico para ruidos externos.

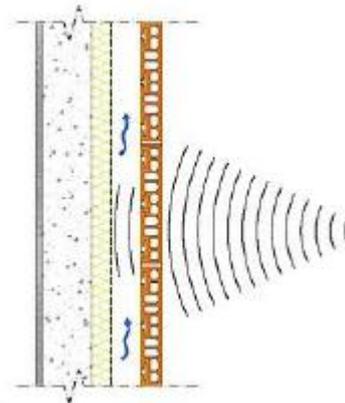


Imagen 38 – Grespania

Ventajas funcionales:

- Resistencia al agua: mínima absorción de agua (< 0,3%)
- Escaso mantenimiento
- Evita la aparición de humedades internas: estas se producirán en la capa exterior del aislamiento y serán eliminadas por la cámara de ventilación.
- Evita tanto condensaciones intersticiales y superficiales.
- Buen comportamiento frente al fuego.
- Durabilidad frente a agentes externos.

Ventajas estéticas:

- Ausencia de cambio de color de las piezas y su potencial estético, gracias a la versatilidad en cuanto a diseño, formatos y personalización tanto del producto (porcelánico) como de la geometría de la envolvente.
- Puede alojar las bajante por el interior de la fachada.
- Permite la corrección de errores de planeidad.

Inconvenientes:

- Problemas en encuentro con carpinterías, arranque y coronación de la fachada.
- Requiere mano de obra especializada, por lo que es menos económica que la mano de obra de los demás sistemas.
- A veces es más ancha que el muro a la capuchina.

2.3.4 Valoración económica del sistema:

*Mostramos a continuación un ejemplo de presupuesto para fachada ventilada, ofertado por GRESPANIA.S.A., en el cual ponemos el sistema de montaje de precio medio, pudiendo ir por debajo de este precio así como por encima, dependiendo de las necesidades y disponibilidad económica de cada usuario.

M² - Sistema "GRESPANIA" de revestimiento para fachada ventilada, de 10 mm de espesor, con baldosas cerámicas de gres porcelánico, estilo madera, serie Amazonia "GRESPANIA", acabado mate, color azahar, 15x80 cm y 10 mm de espesor colocadas mediante el sistema Mecanofas DGO de anclaje oculto de grapa. Incluye panel rígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,15 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK).				
Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
m²	Baldosa cerámica de gres porcelánico, estilo madera, serie Amazonia "GRESPANIA", acabado mate, color azahar, 15x80 cm y 10 mm de espesor, capacidad de absorción de agua E<0,5% (gres porcelánico), grupo BIa, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento 15<Rd<=35 según UNE-ENV 12633, resbaladidad clase 1 según CTE con mecanizado en los cantos de la pieza para anclaje oculto mediante grapas del sistema DGO.	1.05	25.46	26.73
m²	Subestructura de perfiles y accesorios de aluminio del sistema Mecanofas DGO, de anclaje oculto de grapa, para fachada ventilada.	1.00	21.26	21.26
h	Oficial 1ª montador de sistemas de fachadas prefabricadas.	1.20	17.82	21.46
h	Ayudante montador de sistemas de fachadas prefabricadas.	1.20	16.13	19.42
Ud	Fijación mecánica para paneles aislantes de lana mineral, colocados directamente sobre la superficie soporte.	4.00	0.20	0.80
m²	Panel rígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,15 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK).	1.05	6.03	6.33
m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0.44	0.3	0.13
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0.13	17.82	2.32
h	Ayudante montador de aislamientos.	0.13	16.13	2.10
%	Medios auxiliares	2.00	88.87	1.78
%	Costes indirectos	3.00	90.65	2,72
COSTE TOTAL POR M² (euros)				105.05

2.3.5 Otros datos de interés de la fachada Ventilada:

A continuación se muestra una relación de precios orientativos en función de formato y sistema, estos precios variarán en función de la casuística de cada proyecto:

	45x90	60x120	3x1
Grapa vista	100-110 €/m2	98-107 €/m2	Precio no disponible
Grapa oculta	108-118 €/m2	105-114 €/m2	Precio no disponible
Pegado químico	No disponible	No disponible	110-150 €/m2
Sistema Keil-Taco oculto	Precio no disponible	Precio no disponible	No disponible

Estos precios incluyen:

- Cerámica, perfilaría metálica e instalación
- Aislamiento térmico
- Parte proporcional de recercados

No se incluye:

- Medios auxiliares
- Malla de fibra de seguridad (+8 €/m2)
- Rejillas antioedores
- Transporte

a) Arranques y Coronamiento

El arranque de la fachada ventilada debe permitir la evacuación del agua del interior de la cámara y su ventilación.

El coronamiento de una fachada ventilada se realiza cerrando la cámara con una pieza metálica o similar a la placa para evitar el ingreso de agua, pero se deja ventilación. De este modo su remate cumple una función estética y práctica.

b) Huecos en Fachadas Ventiladas

En las fachadas ventiladas, la unión entre la hoja o placa exterior con la carpintería se hace con juntas abiertas. De modo que la cámara también ventila por las jambas, el dintel y el alféizar.

Para evitar la entrada de agua se coloca un vierteaguas en el alféizar y al mismo tiempo sirve para ventilar la cámara.

En el resto de los lados de la ventana, se deja el canto visto de la placa o se remata con chapas o angulares especiales, siempre con las juntas abiertas que ventilan.

Para el dintel, la evacuación de agua que pudiera ingresar por las juntas, se realiza por la fuerza de gravedad, deslizándose simplemente el agua hacia abajo.

c) Voladizos, Salientes y Aleros

La aparición de salientes en la fachada ventilada puede generar puentes térmicos; aquí las soluciones son similares a las del Muro de Hoja Doble.

En el caso de un voladizo, debe aislarse la cara inferior y el canto del forjado.

En el caso de un alero, si no tiene mucho vuelo, puede realizarse separado de la estructura del edificio para evitar puente térmico. Se fija en la misma estructura de las guías del aplacado, reforzándolas si es necesario.

Se aplaca con el mismo material u otro que se considere de acuerdo al proyecto o necesidades.

d) Control Solar

Cualquier sistema de protección solar no debe comprometer la hoja exterior del cerramiento, ya que la misma debe permanecer independiente.

Las fachadas ventiladas, al tener poco grosor, por lo general no permiten la colocación de persianas tradicionales.

El cajón de persiana sobresaldría al interior si quisiera uniformarse el nivel exterior.

Otros sistemas de oscurecimiento son los de tipo textil enrollables, más livianos, que ocupan menos espacio al ser enrollados, y pueden ubicarse en el espacio de la cámara ventilada. También existen sistemas plegables de lonas que se colocan en la cámara ventilada.

e) Certificados:



European Technical Approval ETA-07/0219

Homologación técnica europea de los sistemas de fijación



Karlsruher Institut für Technologie (KIT) P-BWU02-128002-a

Homologación para fijaciones aluminio-aluminio



BBA Agreement certificate 13/5063

Homologación de los sistemas de estructura soporte

2.4 Fachada aplacada

El sistema de fijación del aplacado cerámico sobre el soporte existente consiste en un sistema mixto de grapa + adhesivo.

La rehabilitación con sistemas aplacados consiste en la colocación de las piezas cerámicas mediante adhesivo cementoso en capa fina directamente sobre el soporte existente más un anclaje mecánico. En aquellos casos en los que la superficie del soporte existente, presente desviaciones de planeidad y aplomado superiores a 3mm, medidas con regla de 2m, es necesaria la incorporación de una capa de regularización, que garantice la regularización del soporte para la correcta instalación de las baldosas cerámicas mediante adhesivo.

En este tipo de colocación, el sistema de fachada está constituido por capas de distintos materiales, por ello resulta necesario garantizar la compatibilidad de las mismas. Los elementos que habitualmente conformarán la fachada incluyen el soporte o cerramiento, la capa de regularización, la capa de adherencia (adhesivo cementoso), la baldosa cerámica, y los elementos de fijación mecánicos, las juntas de colocación, perimetrales y de partición.

Atendiendo a la normativa vigente, es aconsejable complementar las fachadas pegadas con cemento cola mediante algún otro elemento de fijación mecánica, de manera que evite el desprendimiento de las piezas en caso de que el transcurso del tiempo y los agentes atmosféricos hagan perder las propiedades químicas adhesivas al material de agarre, garantizando la seguridad del aplacado.

De todos los adhesivos disponibles en el mercado solamente el mortero cola de ligantes mixtos (C2) y las resinas de reacción (R) presentan las características exigidas, si bien es recomendable el uso preferente del adhesivo cementoso C2 tanto por su facilidad en la manipulación y aplicación como por su menor coste frente a los adhesivos de resinas de reacción. Para la instalación de las baldosas cerámicas con este tipo de adhesivo se utilizará la técnica de capa fina mediante el doble encolado.

La rehabilitación mediante este sistema mixto de aplacado cerámico, se realiza incorporando el aislamiento por el interior del edificio, bien a través del relleno de la cámara del soporte existente o mediante el trasdosado interior cuando se trata de un soporte sin cámara, reduciendo en este último caso, las dimensiones de las estancias interiores.



Imagen 39 – Generador de precios

2.4.1 Sistemas utilizados y su ejecución:

Sistema Fachadas Pegadas. (fijación mixta)

El sistema de fachada pegada consiste en la colocación de la baldosa en capa fina mediante doble encolado. Como elemento adicional de seguridad en la Fachada Pegada se utilizan anclajes metálicos de sujeción en cada una de las piezas. Estos anclajes se atornillan directamente al soporte y pueden ser vistos u ocultos.

Los anclajes ocultos para la sujeción de las baldosas cerámicas en las fachadas pegadas, encajan en el interior de unas pequeñas muescas realizadas en la pieza de porcelánico y se anclan al soporte por un tornillo de acero inoxidable. Una vez rellenadas las juntas de colocación, los anclajes quedan ocultos a la vista sin afectar al diseño de la fachada.

Mientras que los anclajes vistos para la sujeción de las baldosas en las fachadas pegadas, se anclan al soporte mediante un tornillo de acero inoxidable. Una vez rellenadas las juntas, los anclajes quedan a la vista dejando ver una fina pestaña de 5mm.

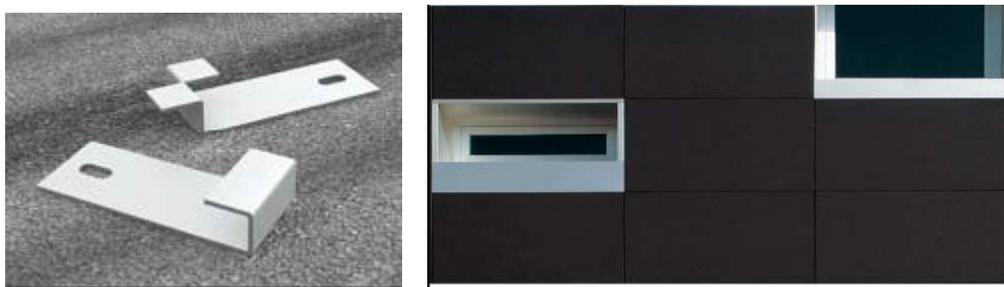


Imagen 40 – Generador de precios

Sistema con Grapa oculta

Este sistema permite la instalación de la fachada aplacada con una junta horizontal de 2mm. Es un anclaje mecánico que se emplea en combinación con el cemento cola y aporta seguridad adicional a las fachadas aplacadas.

Este sistema se basa fundamentalmente en dos aspectos: el ranurado de las piezas de gres porcelánico en los cantos y el conjunto de grapa de acero y tornillo. El mecanizado sobre la pieza consiste, generalmente, en cuatro incisiones, dos en las esquinas superiores y dos en las inferiores. En estas incisiones, que se efectúan previamente a la colocación sobre el cerramiento, es donde se insertarán las grapas.

Este sistema requiere que las grapas se vayan instalando al tiempo que se va realizando el aplacado. Finalmente, este anclaje quedará oculto por el rejuntado.



Imagen 41 – Wandergar

Sistema con fijación mediante cruceta oculta.

Sistema de anclaje mixto para recubrimientos compuesto por un anclaje mecánico oculto para el aplacado de baldosas cerámicas con adhesivos cementosos. Tiene forma de cruceta con perfil trapezoidal para adaptarse al canto de las placas sin rectificar y proporcionar una sujeción mecánica de las piezas. Está fabricado con poliamida y ciertos aditivos, que los hacen resistente a las agresiones del entorno. Para permitir el paso de los tacos y los tornillos que fijan el soporte, el sistema incorpora dos orificios que atraviesan la cruceta. Una vez rejuntado el sistema queda oculto.



Imagen 42 – TAU

Sistema con fijación mediante adhesivo y anclaje oculto.

Es un sistema de fachada aplacada basado en la instalación de la baldosa mediante adhesivos cementosos y la integración de un anclaje de seguridad oculto en la junta.

Este anclaje está diseñado para absorber los esfuerzos realizados por el peso propio de la pieza cerámica, para que en el caso de desacoplamiento circunstancial de la baldosa cerámica, esta quede fijada mecánicamente.

La baldosa cerámica incluye ranuras en los bordes de las esquinas donde se introduce el anclaje de seguridad, que mediante un taco auto-expansible queda fijado a la pared.

Este proceso se realiza antes de la operación de sellado de las juntas de colocación, ocultando así el anclaje de seguridad y garantizando el aspecto estético de la fachada.

La utilización de estos anclajes es de carácter obligatorio, según algunas normativas, a partir de los tres metros de altura.

A continuación se muestran unas imágenes que detallan el proceso de montaje de sistema aplacado mixto:



Proceso montaje aplacado mixto

Sistema de aplacada con anclaje tipo U

1. Colocación del anclaje de arranque y terminación (AT) de acero inoxidable al soporte mediante la ejecución de un taladro de 4 mm de diámetro. La fijación del taco + el tornillo se puede realizar mediante punzón con impacto de maza de goma o mediante destornillador, atornillando el tornillo.
2. Colocación de las baldosas de gres porcelánico en capa fina y junta de colocación de 8 mm . con adhesivo cementoso mejorado de características C2-TE según la normativa europea EN 12004 y de tipo S2 según la EN 12002. El adhesivo se aplicará mediante la técnica del doble encolado, siempre que el formato sea superior a 35 x 35 cm.
3. Colocación del anclaje en la ranura de la baldosa.
4. Colocación de la baldosa superior al anterior previo posicionamiento de la cruceta separadora de 8 mm.
5. Fijación del anclaje intermedio al soporte mediante la ejecución de un taladro de 4 mm de diámetro. La fijación del taco más el tornillo, se puede realizar mediante punzón con impacto de maza de goma o mediante destornillador, atornillando el tornillo.
6. Rejuntado del recubrimiento cerámico con mortero cementoso de tipo CG 2 según EN 13888 una vez ya fijado el anclaje mecánico.
7. Colocación del anclaje (AT) de terminación fijando la grapa. Posteriormente colocar la baldosa cerámica y una vez colocada se desliza el anclaje hacia abajo.

2.4.2 Ventajas e inconvenientes de la fachada aplacada:

Ventajas

El sistema de aplacado cerámico es un sistema implantado, que no precisa de personal altamente cualificado para su ejecución.

Mantiene la misma estética que una fachada ventilada, pero el ahorro económico es considerable, es posible reducir el coste entorno al 50 % a favor de la fachada pegada.

En zonas bajas de edificios tiene una mayor resistencia al vandalismo, ya que todas las piezas están macizadas al 100 % y por tanto no hay huecos por donde pueda romperse una baldosa al recibir un impacto.

Inconvenientes

Tendríamos, por ejemplo, el uso de adhesivos y anclajes de baja calidad, los cuales con el tiempo, si la colocación no ha sido perfecta, permitirán que el agua entre y vaya deteriorando los materiales que forman el aplacado.

Posible formación de eflorescencias en la fachada, si las juntas no están perfectamente selladas y la colocación se ha realizado con un adhesivo cementoso.

2.4.4 Valoración económica del sistema:

*Mostramos a continuación un ejemplo de presupuesto para fachada aplacada, ofertado por GRESPANIA.S.A., en el cual ponemos el sistema de montaje de precio medio, pudiendo ir por debajo de este precio así como por encima, dependiendo de las necesidades y disponibilidad económica de cada usuario.

Primero veremos un presupuesto para la adhesión simple y a continuación con adhesión mixta.

Nota: En el caso de utilizar baldosas cerámicas de formato superior a 35x35 cm, o superficie equivalente, será necesario utilizar un sistema de aplacado mixto, así como a partir de 6 m de altura, incluso con baldosas de pequeño formato.

a) Fijación mediante adhesivo

M² - Suministro y colocación de aplacado simple, con baldosas cerámicas de gres porcelánico, estilo cemento, serie Meteor "GRES PANIA", acabado brillo, color antracita, 15x60 cm y 10 mm de espesor, capacidad de absorción de agua E<0,5% (gres porcelánico), grupo Bla, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento 15<Rd<=35 según UNE-ENV 12633, resbaladicidad clase 1 según CTE, colocadas en capa fina, aplicando adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, gris, mediante la técnica de doble encolado, sobre una capa previa de mortero de regularización debidamente maestreada, (no incluida en este precio). Rejuntado con mortero de juntas cementoso, CG1, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de preparación de la superficie soporte, replanteo, apertura de cajas en muros, cortes, piezas especiales, formación y sellado de juntas de movimiento, resolución de puntos singulares y encuentros con huecos de carpintería, acabado y limpieza final.				
Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004, color gris.	2,000	0,60	1,20
Ud	Crucetas de PVC para separación entre 3 y 15 mm.	11,111	0,03	0,33
m ²	Baldosa cerámica de gres porcelánico, estilo cemento, serie Meteor "GRES PANIA", acabado brillo, color antracita, 15x60 cm y 10 mm de espesor, capacidad de absorción de agua E<0,5% (gres porcelánico), grupo Bla, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento 15<Rd<=35 según UNE-ENV 12633, resbaladicidad clase 1 según CTE.	1,050	41,47	43,54
kg	Mortero de juntas cementoso, CG1, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	0,300	0,70	0,21
h	Oficial 1ª montador de aplacados cerámicos.	0,607	17,82	10,82
h	Ayudante montador de aplacados cerámicos.	0,607	16,13	9,79
%	Medios auxiliares	3,000	65,89	1,98
%	Costes indirectos	3,000	67,87	2,04
	COSTE TOTAL POR M² (euros)			69,91



Imagen 43 – Generador de precios (Doble encolado)

b) Fijación mixta

<p>M² - Suministro y colocación de aplacado mixto, con baldosas cerámicas de gres porcelánico, estilo cemento, serie Meteor "GRES PANIA", acabado brillo, color antracita, 15x60 cm y 10 mm de espesor, capacidad de absorción de agua E<0,5% (gres porcelánico), grupo BIa, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento 15<Rd<=35 según UNE-ENV 12633, resbaladidad clase 1 según CTE, colocadas en capa fina, aplicando adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, gris, mediante la técnica de doble encolado, sobre una capa previa de mortero de regularización debidamente maestreada, (no incluida en este precio), utilizando además elementos mecánicos de refuerzo, enclavados en las juntas de separación entre baldosas y fijados mecánicamente al paramento. Rejuntado con mortero de juntas cementoso, CG1, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de preparación de la superficie soporte, replanteo, apertura de cajas en muros, cortes, piezas especiales, formación y sellado de juntas de movimiento, resolución de puntos singulares y encuentros con huecos de carpintería, elementos de fijación mecánica, acabado y limpieza final.</p>				
Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004, color gris.	2,000	0,60	1,20
m ²	Baldosa cerámica de gres porcelánico, estilo cemento, serie Meteor "GRES PANIA", acabado brillo, color antracita, 15x60 cm y 10 mm de espesor, capacidad de absorción de agua E<0,5% (gres porcelánico), grupo BIa, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento 15<Rd<=35 según UNE-ENV 12633, resbaladidad clase 1 según CTE.	1,050	41,47	43,54
kg	Mortero de juntas cementoso, CG1, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	0,300	0,70	0,21
m ²	Repercusión por anclaje mediante grapas fijadoras de acero inoxidable lacadas en caliente, atornilladas con tornillos acerados al paramento base, en chapado de fachadas con gres, incluso crucetas separadoras de junta.	1,000	15,35	15,35
h	Oficial 1ª montador de aplacados cerámicos.	0,911	17,82	16,23
h	Ayudante montador de aplacados cerámicos.	0,911	16,13	14,69
%	Medios auxiliares	3,000	91,22	2,74
%	Costes indirectos	3,000	93,96	2,82
COSTE TOTAL POR M² (euros)				96,78

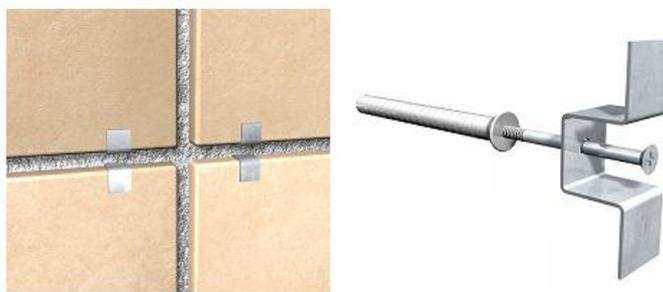


Imagen 44 – Generador de precios (fijación mixta)

2.5 Trasdosado por el interior

Se denomina trasdosado al revestimiento de cualquier tipo de muro que pueda existir en su vivienda. Este sistema se puede aplicar tanto en cerramientos exteriores, como en particiones interiores verticales, y aunque tiene desventajas frente a otras soluciones similares, es una solución efectiva que reduce la demanda energética en los edificios.

Consiste en aplicar el aislante térmico por el interior del edificio y revestirlo con material adecuado. Es un sistema a emplear en casos de rehabilitaciones interiores, aprovechando la realización de dichos trabajos, o cuando no se desea modificar el aspecto exterior del edificio (caso de edificios históricos).

Los materiales comúnmente empleados son poliestireno expandido, o lanas minerales, con revestimientos a base de placa de yeso laminado, ladrillo etc.

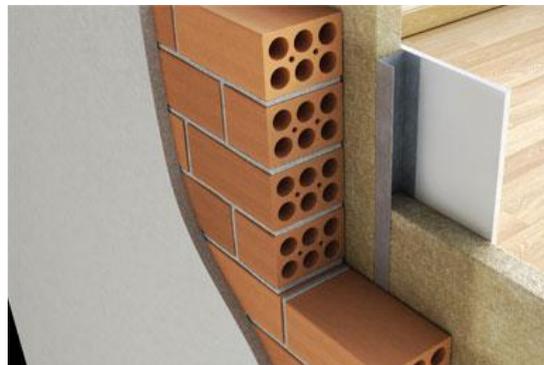


Imagen 45 - www.certificadosenergeticos.com

La adición de aislamiento térmico por el interior, mediante un sistema trasdosado es una alternativa, cuando no se puede actuar por el exterior del cerramiento, o éste no dispone de cámara para rellenar.

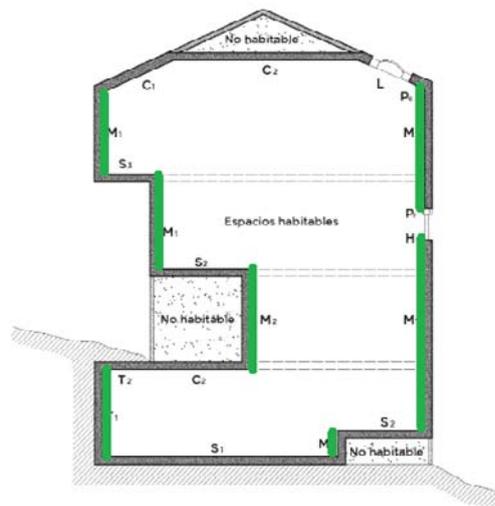


Imagen 46 - www.certificadosenergeticos.com

2.5.1 Componentes del sistema de trasdosado por el interior:

a) Aislante:

Los aislantes utilizados en este tipo de sistemas son:

- Lana mineral

El aislante de lana mineral (lana de vidrio o lana de roca) en trasdosados, se instala en forma de paneles semirrígidos y se colocan tanto en el sistema autoportante como en el trasdosado directo).

- Poliestireno expandido (EPS)

Se instala generalmente mediante el sistema de trasdosado directo, cuando el cerramiento existente sirve de soporte (es estable).

- Poliestireno extruido (XPS)

Cuando el poliestireno extruido se aplica por el interior, hay que utilizar XPS sin piel de extrusión, que permita el agarre del yeso que se aplica como acabado final.

- Poliuretano

Generalmente se aplica en el interior proyectando el poliuretano, o bien con planchas conformadas, sobre el que se instala placas de yeso laminado. Cuando el trasdosado es directo, se puede ejecutar con conjuntos de plancha de poliuretano y placa de yeso, o bien ejecutando in situ este sistema constructivo.

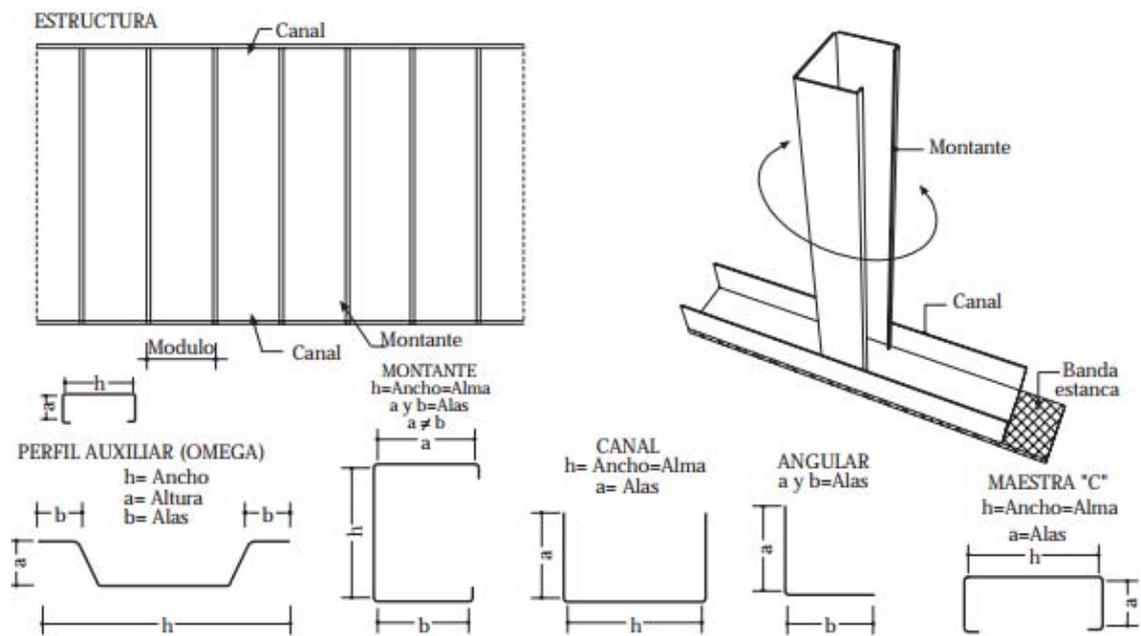
*El sistema que vamos a comparar con las demás soluciones va a llevar el EPS como aislante, ya que relación calidad-precio es el más adecuado para este sistema

b) Elementos portantes

Dependiendo, del tipo de Trasdosado tal y cómo se verá más adelante, las Placas de Yeso Laminado se incorporan a la unidad existente mediante diferentes tipos de elementos portantes, que son los que a continuación se definen y que como su nombre indica tienen la función de soporte de las placas y de absorber los esfuerzos propios de sus elementos, sin ninguna función portante exterior.

- Estructura metálica

La estructura metálica portante de las Placas de Yeso Laminado, está formada por perfiles de chapa galvanizada de acero base, del tipo DX51D (Fe Po 2 G), revestimiento Z-275 o más, aspecto estrella normal (N), acabado ordinario A (todo ello según EN-10.142-UNE 36.130) y espesores que deberán tener un valor nominal de 0,6 mm. (+ 0,05) para los elementos portantes directos de las placas (Montantes y Maestras) y un valor nominal de 0,55 mm. (+ 0,05) para los elementos determinantes de planos o niveles (Canales y Angulares).



- Pastas de agarre

Son pastas especiales destinadas para la sujeción de las Placas de Yeso Laminado a los diferentes muros soportes. Por lo general se presentan en sacos con material en polvo para amasar en obra. Pueden ser de diferentes tipos, según la naturaleza del muro soporte o de las placas a utilizar.

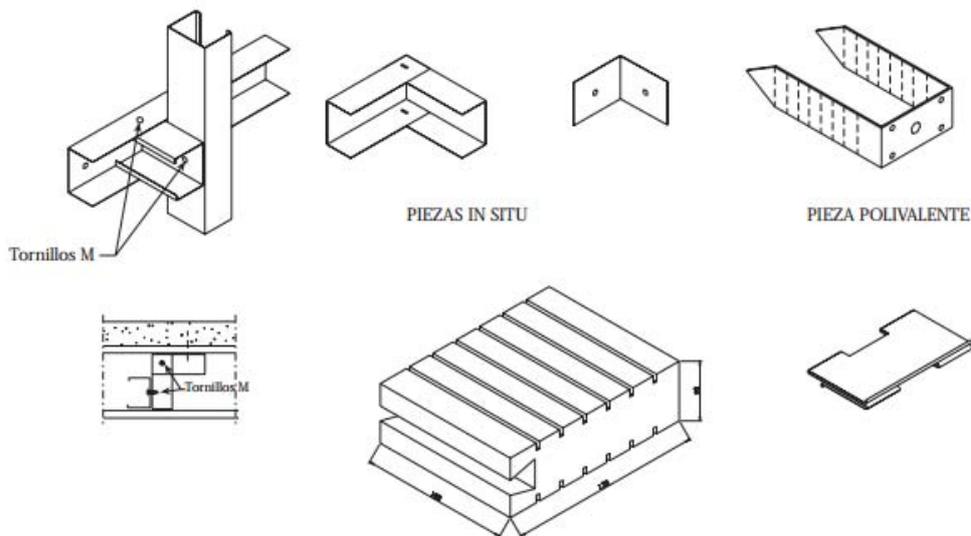
- Adhesivos y Cementos Cola

Pueden utilizarse para la instalación de las PYL sobre determinados muros soportes, diferentes adhesivos, cintas, o Cementos Cola, normalmente acompañados por algunos anclajes directos al muro cómo seguridad adicional. Suelen realizarse sobre paramentos antiguos con diferentes terminaciones, en obras de Rehabilitación, Reformas y Decoración.

e) Elementos auxiliares

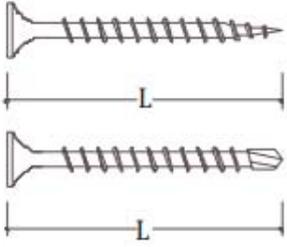
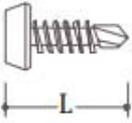
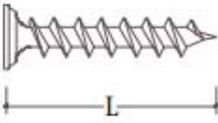
- Piezas auxiliares

Son las diferentes piezas de arriostramiento, encaje, cuelgue... utilizadas en la ejecución de los Trasdosados con Placa de Yeso Laminado, cómo elementos complementarios de su montaje. Pueden ser de diferentes tipos y diseñadas para muy diferentes funciones, pudiendo realizarse, así mismo, con diferentes tipos de materiales.



- Tornillos

Pueden ser de varios tipos y están indicados para la unión de los diferentes elementos que componen los distintos Sistemas de PYL.

<p><i>Tipo Placa-Metal.</i></p> <p>P</p>		<p>Diseñados para el atornillado de las placas a los perfiles metálicos. Nunca se deberán utilizar para la unión de perfiles entre sí. Son tornillos autoperforantes con punta de clavo o Teck y cabeza de trompeta, con protección fosfatada o cadmiada.</p> <p>Las longitudes (L) son muy variables, oscilando entre 25 y 100 mm.</p>
<p><i>Tipo Metal-Metal.</i></p> <p>M</p>		<p>Para el atornillado de perfiles entre sí. Son tornillos, con punta normal o Teck y cabeza «gota de sebo» con protección cadmiada o fosfatada. Las longitudes (L) más comúnmente utilizadas son: 9, 9.5, 13, 16 y 25 mm.</p>
<p><i>Tipo Placa-Madera.</i></p> <p>N</p>		<p>Para el atornillado de placas sobre estructura de madera. Son tornillos autoperforantes con punta de clavo, cabeza de trompeta y con protección fosfatada o cadmiada.</p> <p>Se presentan normalmente en longitudes (L) de 25, 35 y 45 mm.</p>

f) Materiales de terminación

Son todos aquellos productos declarados cómo aptos por cada fabricante de PYL, destinados para los trabajos de repaso y terminación de las superficies de los Sistemas de Placa de Yeso Laminado, con el fin de que queden listos para su decoración final.

- Pastas

De Juntas: Indicadas para realizar el tratamiento de juntas entre dos placas consecutivas o entre éstas y otros elementos de contacto. Pueden ser en base yeso, otras cargas minerales u otros productos, existiendo diferentes tipos, bien de secado o fraguado normal, lento y rápido.

De Acabado: Son pastas especiales destinadas para emplastecer los paramentos de las placas.

Polivalentes: Están diseñadas para cubrir las funciones de Agarre y de tratamiento de juntas, con un mismo producto.

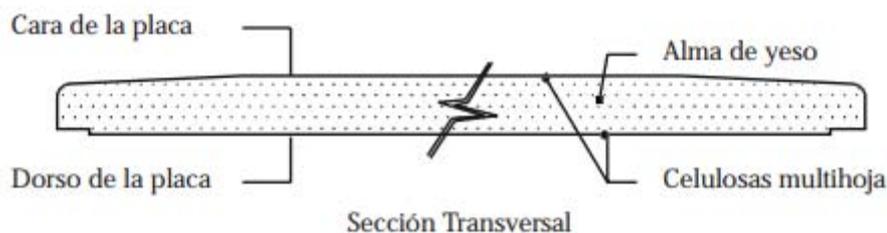
- Cintas

En unión con las pastas están diseñadas para fortalecer el tratamiento de las juntas de cualquier tipo y dar al conjunto la imprescindible continuidad física necesaria. Pueden ser de varios tipos:

- De papel microperforado: Para ejecución de juntas entre placas.
- De malla: Para ejecución de juntas entre placas excepto casos de tratamiento mecánico.
- Cintas o perfiles guardavivos: Para proteger los cantos vivos de todos los Sistemas de PYL

- Placas de yeso laminado

Es un material básico de construcción que se fabrica mediante un proceso de laminación continua, de tal manera que cumpla las características específicas marcadas en la Norma UNE 102.023 y que se presenta en forma de placas rectangulares de textura lisa y con espesores y dimensiones variables. Las placas, consisten en un alma de yeso de origen natural íntimamente ligado a dos láminas superficiales de celulosa multihoja.



2.5.2 Ejecución del sistema de trasdosado por el interior:

Dependiendo del tipo de trasdosado, hablaremos de un tipo de ejecución u otra:

En este apartado vamos a analizar **tres sistemas de trasdosado por el interior**:

1. *Trasdosado directo*

En este sistema el aislamiento se aplica directamente sobre una base de apoyo (resistente para garantizar la estabilidad) mediante fijaciones químicas y mecánicas, y sobre éste, paneles de yeso laminado adheridos. Sobre estos paneles se puede aplicar un acabado de pintura.

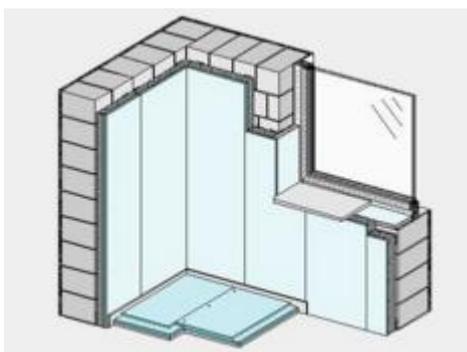


Imagen 47 - www.certificadosenergeticos.com

A continuación vamos a ver los dos tipos de agarre que puede tener el aislante;

- Con Pasta de Agarre

Estos sistemas, formados por el aislante y las Placas de Yeso Laminado (PYL), pudiendo variar en tipología y espesor, van fijadas al muro base por medio de Pasta de Agarre. Dependiendo de las irregularidades del muro se podrán realizar de diferentes maneras

- Con Perfilería Auxiliar

Compuestos por una estructura portante que se fija previamente al muro base, a la cual se atornillan el aislante EPS y una o más PYL de diferente tipo y espesor. Dependiendo de la cantidad de placas que se fijen a la estructura metálica, se subdividen en Sencillos (una placa) y Múltiples (más de una placa)

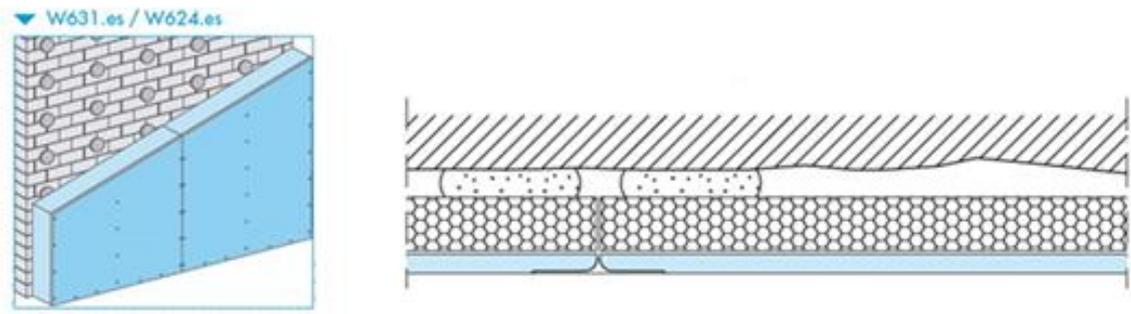


Imagen 48 – Trasdoso directo de Knauf

2. Trasdoso autoportante (Cámara entre muro y aislante)

En este sistema las placas de aislamiento térmico se colocan entre los montantes de la estructura auxiliar de apoyo de los paneles de yeso laminado, fijados mecánicamente a los perfiles, dejando una cámara entre el muro soporte y el aislante. Finalmente se aplica una pintura como acabado final de los paneles. Al ser autoportante, no utiliza el cerramiento como soporte.

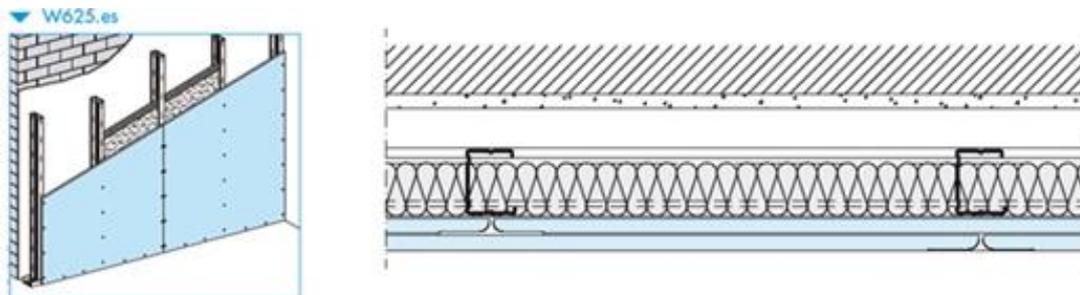


Imagen 49 – Trasdoso autoportante de Knauf

3. Trasdosado arriostrado (Cámara entre aislante y capa exterior)

Compuesto por una estructura metálica en disposición paralela al muro base (Montantes) o girada (Maestras), simplemente arriostrada a éste, a la cual se atornilla por su cara externa el aislante y una o más PYL de diferente tipo y espesor.

La estructura metálica puede presentar sus perfiles verticales (Montantes), en disposición Normal (N), reforzada (H) o reforzada en cajón (C).

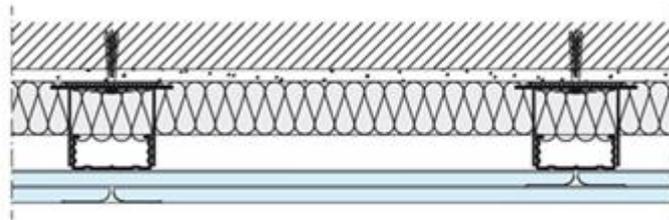
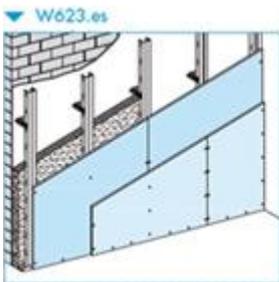
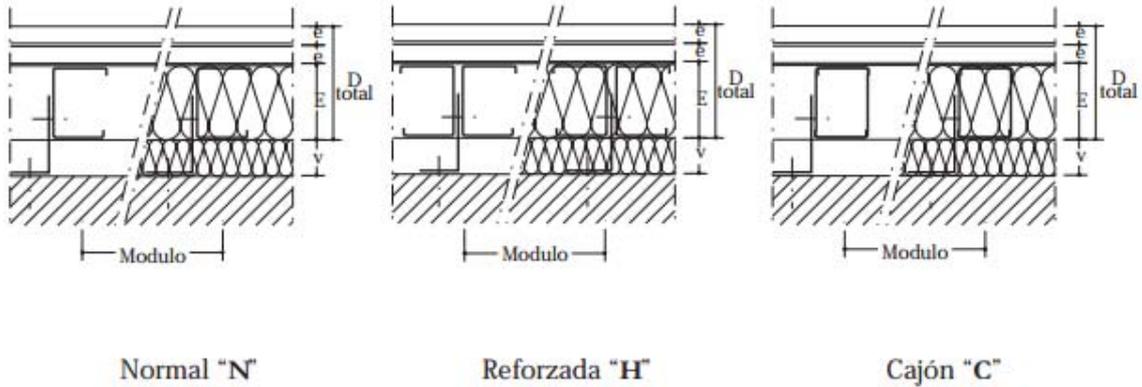


Imagen 50 – Trasdosado arriostrado de Knauf

2.5.3 Ventajas e inconvenientes del sistema de trasdosado por el interior:

Ventajas

El sistema de trasdosado interior se adapta al tipo de cerramiento existente (tanto si es resistente como si no) y lo mejora. Además ofrece las siguientes ventajas frente a otros sistemas:

- Es una intervención rápida y sencilla, ya que es un sistema de construcción en seco, sin tiempos de espera de secado.
- No necesita instalar andamios, invadiendo la vía pública. Es una obra menor.
- Permite sanear y nivelar el cerramiento existente desde el interior así como alojar las instalaciones que discurran por él.
- Se puede ejecutar en una única vivienda, independientemente del resto en un edificio residencial.
- Mejora el aislamiento térmico, y en función de las prestaciones de aislante que se coloque, también el aislamiento acústico.
- Permiten la incorporación de nuevas instalaciones en el interior del trasdosado (se pueden añadir instalaciones de agua caliente sanitaria, calefacción, instalaciones y mecanismos eléctricos, domóticos,...).
- Se absorben las irregularidades de la pared soporte, no siendo necesario en el caso de los trasdosados cerámicos y de entramado autoportante una preparación previa de la pared soporte.

Inconvenientes

El máximo inconveniente es que reduce la superficie útil habitable del inmueble, y que no se aprovecha toda la masa térmica del cerramiento existente. Además, cabe destacar que no resuelve los puentes térmicos y es una molestia para los usuarios que residen en dicha vivienda, ya que dependiendo del tamaño de la obra puede llegar a molestar e interrumpir en la vida cotidiana mientras se lleva a cabo la instalación.

2.5.4 Valoración económica del sistema:

A continuación, presentamos un presupuesto para cada uno de los tres tipos de trasdosados por el interior, y como hemos hecho anteriormente constará de un precio medio, pudiendo variar en menor o mayor valor, según las necesidades y/o disponibilidad económica de los usuarios.

a) Tradosado directo:

M² - Suministro y montaje de trasdosado directo, W631.es "KNAUF", de 45 mm de espesor total, compuesto por placa de yeso laminado tipo de 10+20 mm de espesor, que lleva pegada una lámina de poliestireno expandido de 15 kg/m³ de densidad y 40 mm de espesor, recibida directamente sobre el paramento vertical con pasta de agarre Perlfix. Incluso p/p de replanteo de la línea de paramento acabado, de las zonas de paso y de los huecos; colocación sucesiva, para cada placa, de las pelladas de pasta de agarre en el paramento soporte; corte de las placas, colocación de calzos en la zona inferior y colocación individual de las placas mediante presión sobre las pelladas; formación de juntas de dilatación; tratamiento de las zonas de paso y huecos; ejecución de ángulos; tratamiento de juntas mediante pasta y cinta de juntas; recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, previo replanteo de su ubicación en las placas y perforación de las mismas, y limpieza final. Totalmente terminado y listo para imprimir, pintar o revestir.				
Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
kg	Pasta de agarre Perlfix "KNAUF", según UNE-EN 14496.	3,500	0,63	2,21
m ²	Placa 10+20 mm "KNAUF" formada por una placa de yeso laminado 10x1200x2600, BA, UNE-EN 13950 que lleva pegada una lámina de poliestireno expandido de 15 kg/m ³ de densidad.	1,050	10,15	10,66
kg	Pasta de juntas Jointfiller F-1 GLS "KNAUF", según UNE-EN 13963.	0,300	1,45	0,44
m	Cinta de juntas "KNAUF" de 50 mm de anchura.	1,600	0,04	0,06
h	Oficial 1ª montador de prefabricados interiores.	0,283	17,82	5,04
h	Ayudante montador de prefabricados interiores.	0,101	16,13	1,63
%	Medios auxiliares	2,000	20,04	0,40
%	Costes indirectos	3,000	20,44	0,61
COSTE TOTAL POR M² (euros)				21.05

b) Tradosado autoportante:

M² - Suministro y montaje de trasdosado autoportante libre, W625.es "KNAUF", de 63 mm de espesor total, compuesto por placa de yeso laminado tipo Standard (A) de 15 mm de espesor, que lleva pegada una lámina de poliestireno expandido de 15 kg/m³ de densidad y 40mm de espesor, atornillada directamente a una estructura autoportante de acero galvanizado formada por canales horizontales, sólidamente fijados al suelo y al techo y montantes verticales de 48 mm y 0,6 mm de espesor con una modulación de 600 mm y con disposición normal "N", montados sobre canales junto al paramento vertical. Incluso p/p de replanteo de la perfilaría, zonas de paso y huecos; colocación en todo su perímetro de cintas o bandas estancas, en la superficie de apoyo o contacto de la perfilaría con los paramentos; anclajes de canales y montantes metálicos; corte y fijación de las placas mediante tornillería; tratamiento de las zonas de paso y huecos; ejecución de ángulos; tratamiento de juntas mediante pasta y cinta de juntas; recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, previo replanteo de su ubicación en las placas y perforación de las mismas, y limpieza final. Totalmente terminado y listo para imprimir, pintar o revestir (sin incluir en este precio el aislamiento a colocar entre paneles).

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
kg	Pasta de agarre Perfix "KNAUF", según UNE-EN 14496.	0,100	0,63	0,06
m	Canal 48/30 "KNAUF" de acero galvanizado, según UNE-EN 14195.	0,700	1,19	0,83
m	Montante 48/35 "KNAUF" de acero galvanizado, según UNE-EN 14195.	2,000	1,60	3,20
m	Banda acústica de dilatación autoadhesiva de espuma de poliuretano de celdas cerradas "KNAUF", de 3,2 mm de espesor y 50 mm de anchura, resistencia térmica 0,10 m ² K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK).	1,200	0,31	0,37
m ²	Placa 10+20 mm "KNAUF" formada por una placa de yeso laminado 10x1200x2600, BA, UNE-EN 13950 que lleva pegada una lámina de poliestireno expandido de 15 kg/m ³ de densidad 40 mm de espesor.	1,050	10,15	10,66
Ud	Tornillo autoperforante TN "KNAUF" 3,5x25.	14,000	0,01	0,14
Ud	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	1,600	0,06	0,10
kg	Pasta de juntas Jointfiller F-1 GLS "KNAUF", según UNE-EN 13963.	0,300	1,45	0,44
m	Cinta de juntas "KNAUF" de 50 mm de anchura.	1,600	0,04	0,06
h	Oficial 1 ^a montador de prefabricados interiores.	0,329	17,82	5,86
h	Ayudante montador de prefabricados interiores.	0,114	16,13	1,84
%	Medios auxiliares	2,000	19,16	0,38
%	Costes indirectos	3,000	19,54	0,59
	COSTE TOTAL POR M² (euros)			24.53

c) Trasdosado arriostrado:

M² - Suministro y montaje de trasdosado arriostrado, de 63 mm de espesor total, compuesto por placa de yeso laminado tipo Standard (A) de 15 mm de espesor, que lleva pegada una lámina de poliestireno expandido de 15 kg/m³ de densidad y 40mm de espesor, atornillada directamente a una estructura arriostrada de acero galvanizado formada por canales horizontales, sólidamente fijados al suelo y al techo y montantes verticales de 48 mm y 0,6 mm de espesor con una modulación de 600 mm y con disposición normal "N", montados sobre canales junto al paramento vertical. Incluso p/p de replanteo de la perfilería, zonas de paso y huecos; colocación en todo su perímetro de cintas o bandas estancas, en la superficie de apoyo o contacto de la perfilería con los paramentos; anclajes de canales y montantes metálicos; corte y fijación de las placas mediante tornillería; tratamiento de las zonas de paso y huecos; ejecución de ángulos; tratamiento de juntas mediante pasta y cinta de juntas; recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, previo replanteo de su ubicación en las placas y perforación de las mismas, y limpieza final. Totalmente terminado y listo para imprimir, pintar o revestir (sin incluir en este precio el aislamiento a colocar entre paneles).

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
m ²	Placa 10+20 mm "KNAUF" formada por una placa de yeso laminado 10x1200x2600, BA, UNE-EN 13950 que lleva pegada una lámina de poliestireno expandido de 15 kg/m ³ de densidad 40 mm de espesor.	1,05	10,15	10,66
kg	Pasta de agarre Perlfix "KNAUF", según UNE-EN 14496.	0,10	0,63	0,06
m	Canal 48/30 "KNAUF" de acero galvanizado, según UNE-EN 14195.	0,70	1,19	0,83
m	Montante 48/35 "KNAUF" de acero galvanizado, según UNE-EN 14195.	2,00	1,60	3,20
m	Banda acústica de dilatación autoadhesiva de espuma de poliuretano de celdas cerradas "KNAUF", de 3,2 mm de espesor y 50 mm de anchura, resistencia térmica 0,10 m ² K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK).	1,20	0,31	0,37
Ud	Tornillo autoperforante TN "KNAUF" 3,5x25.	14,00	0,01	0,14
Ud	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	1,60	0,06	0,10
kg	Pasta de juntas Jointfiller F-1 GLS "KNAUF", según UNE-EN 13963.	0,30	1,45	0,44
m	Cinta de juntas "KNAUF" de 50 mm de anchura.	1,60	0,04	0,06
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,35	17,82	6,24
h	Ayudante montador de aislamientos.	0,25	16,13	4,03
%	Medios auxiliares	2,00	12,85	0,26
%	Costes indirectos	3,00	13,11	0,39
COSTE TOTAL POR M² (euros)				26,78

BLOQUE 3.
DEFINICIÓN DE UN
SISTEMA SATE CON
CERÁMICA

3-DEFINICIÓN DE UN SISTEMA SATE (CON CERÁMICA).

Como ya hemos visto anteriormente, los sistemas de aislamiento térmico por el exterior (SATE) son sistemas constructivos destinados a mejorar la eficiencia energética de los edificios a partir de un mayor aislamiento de los cerramientos de fachadas, tanto en obra nueva como en rehabilitación, que es el caso que estamos estudiando.

En este punto, el sistema SATE que vamos a definir llevara un acabado cerámico. Este tipo de sistemas ofrecen nuevas posibilidades arquitectónicas ya que aúnan las prestaciones de aislamiento térmico a las posibilidades estéticas y compositivas de los acabados cerámicos; en definitiva, fachadas con aspecto tradicional y “alma” aislante.

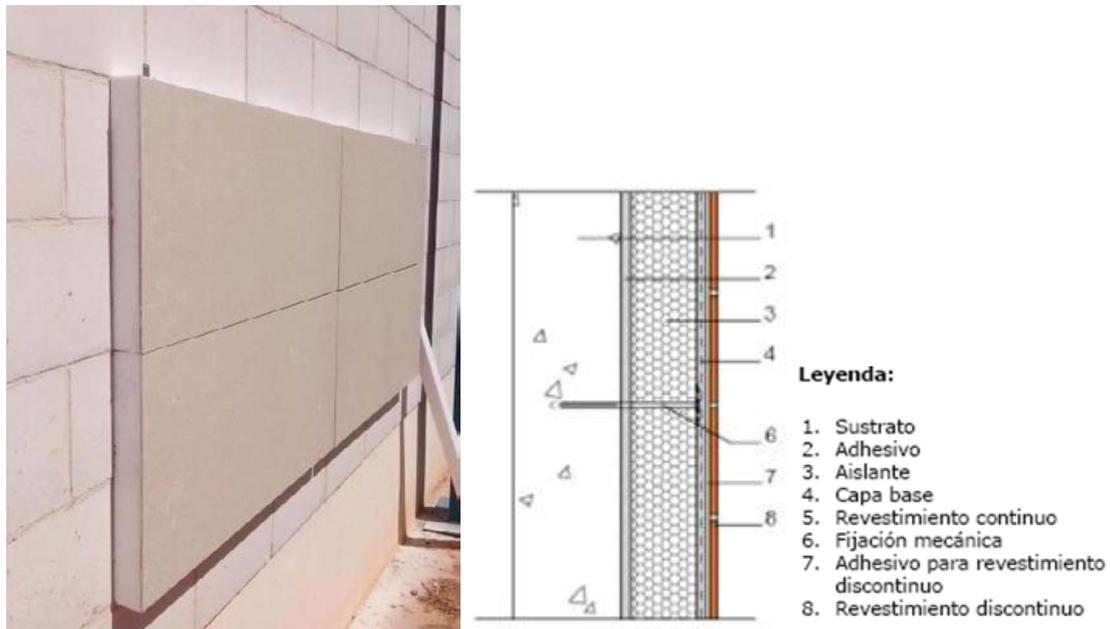


Imagen 51 – Sección sistema SATE cerámico

En esencia los sistemas SATE con piel cerámica podrían considerarse equivalentes a los sistemas tradicionales de aplacado cerámico a los que se les ha incorporado una capa de aislamiento entre el sustrato soporte y el aplacado. Así pues, a la hora de diseñar y seleccionar los materiales que forman parte de un SATE se puede aplicar el conocimiento disponible sobre los sistemas de aplacado tradicionales y sobre el comportamiento individualizado de los componentes, pero no deja de ser necesario un análisis global del comportamiento del conjunto del sistema.

Sin embargo, dado que también es necesario comprobar el comportamiento del SATE cerámico como sistema constructivo, el primer paso es identificar las características que como conjunto le son aplicables:

- resistencia térmica.
- Mejora del aislamiento a ruido aéreo.
- Reacción al fuego.
- Absorción de agua.
- Permeabilidad al vapor de agua.
- Comportamiento frente a las variaciones de las condiciones ambientales (de humedad y temperatura o de hielo y deshielo).
- Resistencia a impactos.
- Resistencia mecánica de las uniones y componentes (adherencias, cizalladuras, arrancamientos, etc.).

Sin intención de reducir la complejidad de este tipo de sistemas y su posible comportamiento, se podría afirmar que, mientras algunas de estas características están claramente influenciadas por ciertos componentes individuales (p.ej. el aislante sobre el aislamiento a ruido y térmico, o las piezas cerámicas sobre la absorción de agua, resistencia mecánica de los componentes y resistencia a impactos); las restantes características (reacción al fuego, permeabilidad al vapor de agua, comportamiento frente a las variaciones de las condiciones ambientales y resistencia mecánica de las uniones) quedan afectadas por el comportamiento conjunto de los componentes y, por tanto requieren de una evaluación conjunta.

Así pues, aunque el comportamiento individual de los componentes individuales que forman parte de un SATE con piel cerámica sean comúnmente conocidos, es primordial realizar una evaluación a nivel de sistema, para cada solución constructiva propuesta.

En este apartado estudiaremos tres tipos de sistemas SATE cerámico, teniendo la diferencia en su fijación, ya que analizaremos cuatro tipos de fijación mecánica; mediante espiga de polipropileno con clavo de expansión, anclaje puntual de acero inoxidable en forma de T, anclaje puntual de acero inoxidable en forma de grapa con tornillo, y anclaje puntual de acero inoxidable mediante pasador.

3.1 Componentes del sistema SATE:

a) **Aislante térmico:** producto cuya función principal es dotar de las propiedades aislantes al sistema.

Los materiales más utilizados son productos manufacturados que disponen de norma armonizada, tales como la lana mineral (MW), el poliestireno expandido (EPS), el poliestireno extruido (XPS), la espuma rígida de poliuretano (PUR) y la espuma fenólica (PF), aunque otros tipos de materiales aislantes podrían ser posibles.

*En nuestro sistema propuesta utilizaremos el EPS, al ser el que mejor rendimiento nos da calidad-precio y presentar una superficie rugosa, lo que permitirá la adherencia con el mortero.

b) **Piel exterior:** conjunto de componentes que actúan como revestimiento de la fachada aportando protección contra el ambiente exterior y el aspecto estético final de la fachada. En nuestro caso la piel exterior será de Gres Porcelánico de gran formato (1x3 m) y mínimo espesor (3,5mm) con una malla de fibra de vidrio incorporada, lo que hará que no tengamos que adherir una malla como en el SATE mortero.

Los SATE más conocidos y habituales disponen de una piel exterior continua formada por distintas capas de morteros, incluyendo cuando son necesarias, imprimaciones o capas decorativas. Sin embargo, la ejecución de la piel exterior con componentes discontinuos de diferentes materiales, entre los que se pueden encontrar las piezas cerámicas, también es posible. Este tipo de piel exterior discontinua se completa con mortero de rejuntado entre las piezas.

Continuando con las *piezas cerámicas*, las características que principalmente se deberán tener en cuenta son el espesor, la masa, el formato, la absorción de agua, la estabilidad dimensional y la permeabilidad al vapor de agua:

El espesor y la masa influyen principalmente en la capacidad mecánica que deberán tener los componentes de fijación y el aislante.

El formato y la estabilidad dimensional influyen en las tensiones de cizalladura que pueden producirse entre capas, y por tanto en la durabilidad de las uniones, principalmente las adheridas.

La absorción de agua repercute directamente en la absorción de agua del sistema SATE y en consecuencia en el grado de impermeabilidad de la fachada, así como en la compatibilidad con los morteros de agarre o adhesivos.

La permeabilidad al vapor de agua de piezas cerámicas es muy baja, es decir, son muy impermeables al vapor de agua o barreras de vapor, por lo tanto, la transpiración de la fachada deberá producirse a través de las juntas entre piezas por lo que el diseño de éstas repercutirá directamente en esta característica del SATE, además se deberá tener en cuenta el material de aislamiento utilizado, como hemos dicho anteriormente.

c) Componentes de fijación:

En un SATE se distinguen dos tipos de uniones:

- Unión entre el aislante y el sustrato soporte;
- Unión entre la piel exterior y el aislante, especialmente en el caso de los sistemas con piel exterior discontinua (cerámica en este caso).

Asimismo, para cada tipo de unión se puede considerar:

- Unión mediante adhesivos o morteros.
- Unión mediante anclajes, perfiles, u otros dispositivos mecánicos (taladro).
- Unión mixta en la que se combinen los dos tipos de componentes anteriores, que es la que veremos en este punto

Respecto a los componentes de fijación, además de las capacidades resistentes, se deberá garantizar una adecuada compatibilidad y transición entre los materiales de las capas a ser unidas (incluidos los tipos de sustratos), lo cual se traduce en unas determinadas prestaciones de adherencia y deformabilidad para los morteros y adhesivos en uniones adheridas y de resistencia y deformación de los componentes en uniones mecánicas.

d) Componentes para la regularización y mejora de la compatibilidad entre los distintos materiales:

Morteros reforzados con mallas embebidas en ellos o sin reforzar, permiten una adecuada compatibilidad entre los distintos materiales.

3.2 Ejecución del sistema SATE CERÁMICO:

Como se ha mencionado anteriormente, los sistemas SATE con piel cerámica podrían considerarse equivalentes a los sistemas tradicionales de aplacado cerámico a los que se les ha incorporado una capa de aislamiento entre el sustrato soporte y el aplacado. Así pues, a la hora de diseñar y seleccionar los materiales que forman parte de un SATE cerámico se puede aplicar el conocimiento disponible sobre los sistemas de aplacado tradicionales y el sistema SATE de aislamiento de fachada visto anteriormente.

Por lo tanto, sería un conjunto conformado entre el sistema SATE de aislamiento para fachadas y el aplacado cerámico.

A diferencia del sistema SATE y el aplacado cerámico, este sistema vendrá hecho de fábrica a la obra, es decir, lo único que se hace en obra es anclar el sistema al soporte existente (fachada existente). El EPS se pega al COVERLAM con adhesivo cementoso C2 y una vez adherido se lleva obra para su anclaje mixto. El sistema SATE irá montado en módulos de 3 X 1 metros (tamaño de la pieza cerámica COVERLAM de mínimo espesor).

El adhesivo que irá entre el aislante y el soporte será el mismo que hemos utilizado para la fijación COVERLAM-SATE, lo que hace que diferenciamos en este punto cuatro tipos de sistemas es la fijación mecánica. Por tanto, a continuación veremos las tres propuestas de sistema SATE cerámico.

Los tres sistemas que vamos a analizar son:

- Sistema SATE cerámico con fijación mixta mediante espigas de polipropileno con clavos de expansión y adhesivo cementoso C2.
- Sistema SATE cerámico con fijación mixta mediante un anclaje puntual de acero inoxidable en forma de T y adhesivo cementoso C2.
- Sistema SATE cerámico con fijación mixta mediante un anclaje puntual de acero inoxidable en forma de grapa con tornillo y adhesivo cementoso C2.
- Sistema SATE cerámico con fijación mixta mediante un anclaje puntual de acero inoxidable mediante pasador y adhesivo cementoso C2.

1. Sistema SATE cerámico con fijación mixta mediante espigas de polipropileno con clavos de expansión y adhesivo cementoso C2.



Imagen 52 – Propuesta con Espiga

2. Sistema SATE cerámico con fijación mixta mediante un anclaje puntual de acero inoxidable en forma de T y adhesivo cementoso C2.

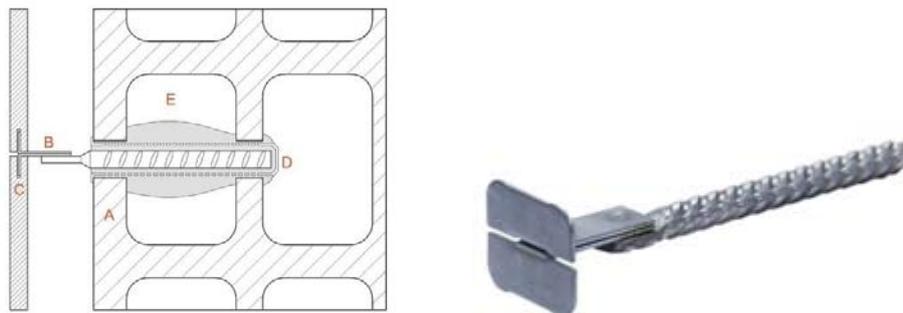


Imagen 53 – Grapamar

3. Sistema SATE cerámico con fijación mixta mediante un anclaje puntual de acero inoxidable en forma de grapa con tornillo y adhesivo cementoso C2.

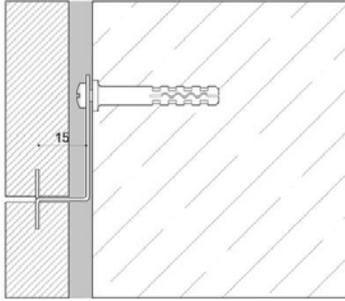


Imagen 54 – Grapamar



Imagen 55 – Propuesta fachada

4. Sistema SATE cerámico con fijación mixta mediante un anclaje puntual de acero inoxidable mediante pasador y adhesivo cementoso C2.

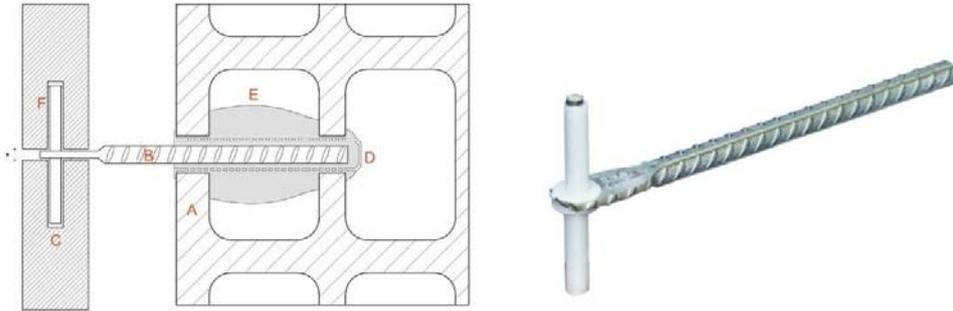


Imagen 56 – Grapamar



Imagen 57 – Propuesta fachada

3.3 Ventajas e inconvenientes del sistema SATE cerámico

Ventajas

Estos sistemas de aislamiento por el exterior acabados con pieles rígidas y discontinuas ofrecen una serie de ventajas compositivas frente a los sistemas convencionales, si bien también constituyen soluciones innovadoras que requieren de un análisis y justificación técnica específica de sus prestaciones y comportamiento.

Las principales **ventajas** técnicas del sistema respecto a los sistemas SATE convencionales con acabado de mortero, vienen determinadas por el acabado cerámico que aporta la resistencia superficial y durabilidad (garantizando su estabilidad a la contaminación y agentes climatológicos externos), el buen comportamiento a la resistencia al impacto y la gran variedad de acabados.

Los condicionantes del sistema, para la incorporación de las baldosas cerámicas son las siguientes:

- Las piezas de revestimiento cerámico a colocar no deberán exceder las dimensiones de 3 m² (1 x 3 m) en COVERLAM y en ningún caso superar los 25 kg/m².
- El color del revestimiento cerámico deberá ser claro, lo que permite tener un bajo coeficiente de absorción de radiación solar.
- No se recomienda la aplicación del sistema en alturas de fachada superiores a 28 m.
- Respetar las juntas de dilatación existentes en el edificio.
- No aplicar el sistema en fachadas con una inclinación inferior a 45°.
- No aplicar los morteros con temperatura ambiente inferior a 5°C y superiores a 30°C.

Inconvenientes

- Los materiales no deberán ser aplicados en caso de viento intenso o en condiciones de lluvia o previsión de lluvia durante el periodo de secado de los morteros.

3.4 Valoración económica del sistema SATE cerámico

Montaje panel en fabrica

M2 - panel rígido de poliestireno expandido EPS, de 40 mm de espesor adherido a grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , con adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004				
UD	Descomposición	Rendimiento	Precio unitario	Precio partida
m²	Baldosa cerámica de gres porcelánico, Coverlam Concrete 3,5 mm "GRES PANIA", 100x300 cm y 3,5 mm de espesor, con refuerzo de malla de fibra de vidrio en el dorso, capacidad de absorción de agua E<0,5% (gres porcelánico), grupo BIa, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento 15<Rd<=35 según UNE-ENV 12633, resbaladidad clase 1 según CTE.	1.05	56.12	58.93
m²	Panel rígido de poliestireno expandido (EPS), según UNE-EN 13163, de 40 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,1 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), densidad 20 kg/m ³ , Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación EPS-UNE-EN 13163-L2-W2-T2-S2-P4-DS(N)2-BS170-CS(10)60-TR150.	1	6.1	6.1
kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004.	2.5	0.6	1.5
h	Oficial 1ª colocador cerámica (en fábrica)	0.1	17.24	1.72
h	Ayudante colocador cerámica	0.1	16.13	1.61
	COSTE TOTAL POR M² (euros)			69.86

a) Con espigas:

M2 - Montaje Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, compuesto por: panel rígido de poliestireno expandido, de 40 mm de espesor incluida la pieza cerámica de grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , todo ello fijado al soporte mediante adhesivo cementoso tipo C2 y fijaciones mecánicas con taco de expansión y clavo de polipropileno Espiga Universal.				
UD	Descomposición	Rendimiento	Precio unitario	Precio partida
m	Perfil de esquina de PVC con malla, para remate lateral.	0.30	3.1	0.93
m²	panel rígido de poliestireno expandido EPS, de 40 mm de espesor adherido a grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , con adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004	1	62.22	62.22
Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación de placas aislantes.	6	0.08	0.48
kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004, color gris.	2.5	0.6	1.5
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0.25	17.82	4.46
h	Ayudante de montador de aislamientos	0.25	16.13	4.03
%	Medios auxiliares	2,00	12,85	0,26
%	Costes indirectos	3,00	13,11	0,39
	COSTE TOTAL POR M² (euros)			74.27

b) Con anclaje en forma de T:

M2 - Montaje Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, compuesto por: panel rígido de poliestireno expandido, de 40 mm de espesor incluida la pieza cerámica de grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , todo ello fijado al soporte mediante adhesivo cementoso tipo C2 y fijaciones mecánicas con sistema puntual de anclaje en acero inoxidable en forma de T				
UD	Descomposición	Rendimiento	Precio unitario	Precio partida
m	Perfil de esquina de PVC con malla, para remate lateral.	0.30	3.1	0.93
m²	panel rígido de poliestireno expandido EPS, de 40 mm de espesor adherido a grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , con adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004	1	62.22	62.22
Ud	Sistema puntual de anclaje en acero inoxidable en forma de T, para fijación de placas aislantes.	6	0.1	0.6
kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004, color gris.	2.5	0.6	1.5
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0.10	17.82	1.78
h	Ayudante de montador de aislamientos	0.10	16.13	1.61
%	Medios auxiliares	2,00	12,85	0,26
%	Costes indirectos	3,00	13,11	0,39
COSTE TOTAL POR M² (euros)				69.29

c) Con anclaje en forma de grapa con tornillería:

M2 - Montaje Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, compuesto por: panel rígido de poliestireno expandido, de 40 mm de espesor incluida la pieza cerámica de grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , todo ello fijado al soporte mediante adhesivo cementoso tipo C2 y fijaciones mecánicas con sistema puntual de anclaje puntual de acero inoxidable en forma de grapa con tornillería.				
UD	Descomposición	Rendimiento	Precio unitario	Precio partida
m	Perfil de esquina de PVC con malla, para remate lateral.	0.30	3.1	0.93
m²	panel rígido de poliestireno expandido EPS, de 40 mm de espesor adherido a grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , con adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004	1	62.22	62.22
Ud	Sistema puntual de anclaje en acero inoxidable en forma de grapa con tornillería, para fijación de placas aislantes.	6	0.15	0.9
kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004, color gris.	2.5	0.6	1.5
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0.10	17.82	1.78
h	Ayudante de montador de aislamientos	0.10	16.13	1.61
%	Medios auxiliares	2,00	12,85	0,26
%	Costes indirectos	3,00	13,11	0,39
	COSTE TOTAL POR M² (euros)			69.59

d) Con anclaje mediante pasador:

M2 - Montaje Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, compuesto por: panel rígido de poliestireno expandido, de 40 mm de espesor incluida la pieza cerámica de grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , todo ello fijado al soporte mediante adhesivo cementoso tipo C2 y fijaciones mecánicas con sistema puntual de anclaje puntual de acero inoxidable mediante pasador.				
UD	Descomposición	Rendimiento	Precio unitario	Precio partida
m	Perfil de esquina de PVC con malla, para remate lateral.	0.30	3.1	0.93
m²	panel rígido de poliestireno expandido EPS, de 40 mm de espesor adherido a grés porcelánico COVERLAM de 3,5mm de espesor y 3x1 m de dimensiones , con adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004	1	62.22	62.22
Ud	Sistema puntual de anclaje puntual de acero inoxidable mediante pasador, para fijación de placas aislantes.	6	0.15	0.9
kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado, según UNE-EN 12004, color gris.	2.5	0.6	1.5
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0.10	17.82	1.78
h	Ayudante de montador de aislamientos	0.10	16.13	1.61
%	Medios auxiliares	2,00	12,85	0,26
%	Costes indirectos	3,00	13,11	0,39
	COSTE TOTAL POR M² (euros)			69.59

BLOQUE 4.
EVALUACIÓN DEL
SISTEMA SATE CERÁMICO

4-EVALUACIÓN DEL SISTEMA SATE CERÁMICO.

En este apartado estudiaremos las diferentes características técnicas de los materiales que componen el sistema SATE cerámico, tanto de manera individual como en conjunto, y se realizará mediante una serie de ensayos:

- Ensayo de Adherencia aislante (EPS) – Cerámica (gres porcelánico COVERLAM)
- Ensayo de Impacto en la cerámica
- Ensayo de Arrancamiento del anclaje
- Montaje en fachada

4.1 Ensayo de adherencia aislante/cerámica (arranque disco)

Con este ensayo se pretende conocer la resistencia al arrancamiento entre la cerámica y el panel de aislamiento.

Para la realización de este ensayo, constituimos tres probetas de aislante EPS de 30 x 30 cm, y adheridas a cada una de ellas mediante adhesivo cementoso C2, una pieza de 5 x 5 cm de la cerámica que hemos establecido (COVERLAM).

Cuando nuestras probetas están secas, procedemos a adherir el disco de ensayo a la pieza cerámica con una resina, y así, una vez seque este realizaremos el ensayo.

Este ensayo consiste el arrancamiento del mencionado disco, ante el cual, considerando que hemos utilizado un adhesivo C2 con una resistencia a tracción de 1N/mm², nuestra probeta ha de resistir una fuerza de 2,5 KN.

En este caso nuestras probetas no resistieron más que 0.25 KN, lo que supone 0,1N/mm² siendo el arrancamiento cerámica/adhesivo total de 1m² de panel aislante de 100KN.

Ante estos resultados, determinamos que nuestro panel de EPS debería mejorar sus prestaciones en cuanto a cohesión, para que de esta manera resista hasta los citados 2.5 KN.

A continuación mostramos imágenes del ensayo de adherencia realizado:



Imagen 58 – probeta



Imagen 59 – probeta



Imagen 60 – probeta



Imagen 61 – probeta



Imagen 62 – probeta

4.2 Ensayo de impacto en el sistema

Con este ensayo se pretende conocer la resistencia al impacto del sistema de fachada.

Para la realización de este ensayo, preparamos varios paneles de 20 x 40 cm de aislante EPS de 40 mm y cerámica COVERLAM adherida con adhesivo cementoso C2, además de la bola de acero de 500 g. Una vez secado y preparado, se pone el panel apoyado horizontalmente sobre una superficie lisa.

Cuando tenemos todo esto preparado, se deja caer la bola de acero desde una altura desde una altura inicial de 80 cm, de manera que el punto de impacto quede situado dentro de un círculo de 2 cm de diámetro en el centro de la probeta. Se examina la superficie en busca de defectos. Se repite el ensayo incrementando la altura de caída hasta apreciar deterioros o rotura de la pieza cerámica.

El nivel de deterioro se mide en función de la tabla siguiente:

Exigencias de resistencia al impacto para las categorías de uso de los borradores ETAG de EOTA "Kits For External Wall Claddings"

Categoría de uso	Impacto (Julios)	Tipo
I	3, 10	Duro 0,5 kg, 1kg
	60, 400	Blando 3 kg, 50kg
II	3, 10	Duro 0,5 kg, 1kg
	60, 300	Blando 3 kg, 50kg
III	3	Duro 0,5 kg
	10	Blando 3 kg
IV	1	Duro 0,5 kg
	10	Blando 3 kg

Tabla – Guía de la baldosa cerámica 2012

Según la guía EOTA para la categoría de uso I y II ha de cumplir.

En este caso, la pieza no mostró defecto ninguno hasta una altura de **1,5 m**, por lo que cumplió con holgura para las categorías mencionadas.

A continuación, mostramos imágenes del ensayo de impacto realizado:



Imagen 63 – Ensayo impacto



Imagen 64 – Ensayo impacto

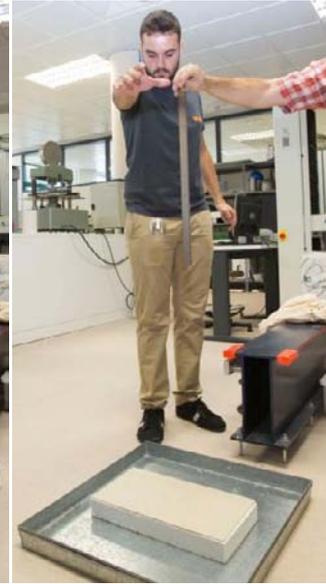


Imagen 65 – Ensayo impacto

4.3 Ensayo de arrancamiento de anclaje (tracción – compresión)

Con este ensayo se pretende valorar la resistencia del panel con los anclajes de sujeción.

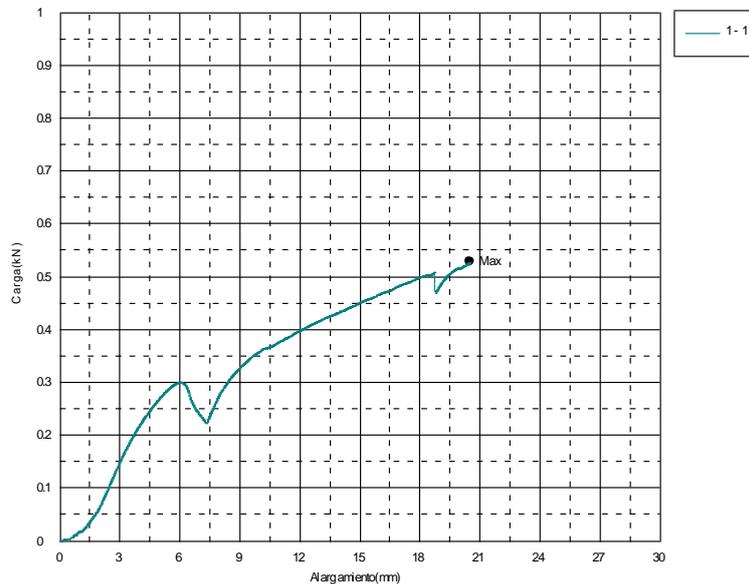
Para la realización de este ensayo, preparamos los anclajes estudiados para este sistema, y que han sido explicados anteriormente. Estos irán anclados a los paneles del sistema, tal y como hemos hecho en el ensayo de impacto (módulos de 20 x 40 cm de aislante adherido a la cerámica).

Para cada uno de estos anclajes, realizaremos 3 ensayos a compresión (simulación de la presión ejercida por el viento) y 3 ensayos a tracción (simulación del esfuerzo a succión producido por el viento). Estas probetas serán ensayadas en una prensa específica para este tipo de pruebas (Prensa SHIMADZU, modelo 50 KN), y los resultados se obtendrán mediante el programa TRAPEZIUM 2.24.

Estos son los resultados obtenidos:

Compresión espiga:

Max. Carga (KN)	0.53	0.57	0.49
Max. Desplazamiento (mm)	20.48	27.94	24.90



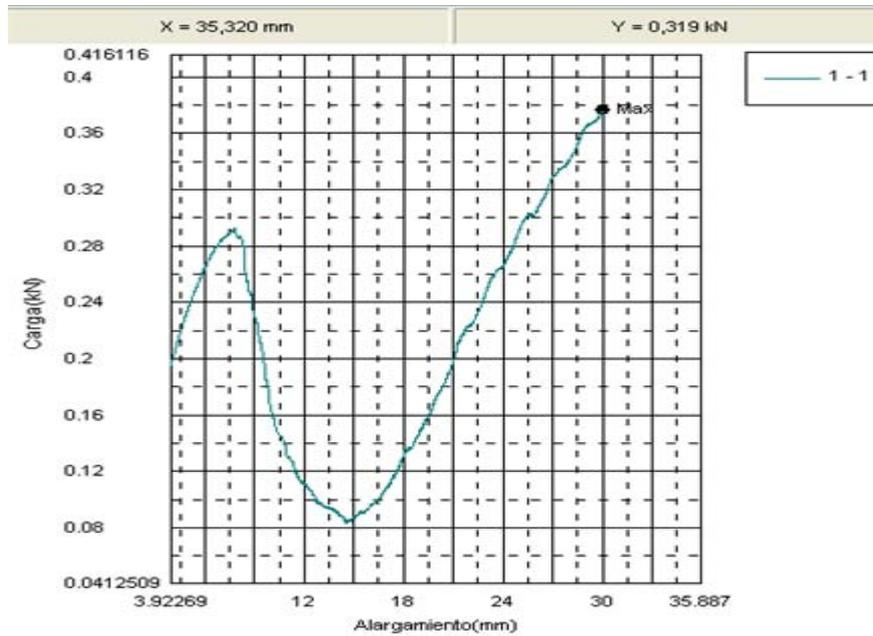
Observaciones: Hundimiento de la base de la espiga en el panel aislante, además del doblado del taco.



Imagen 66 – Probeta

Tracción espiga:

Max. Carga (KN)	0.38	0.29	0.27
Max. Desplazamiento (mm)	29.98	9.48	14.96



Observaciones: Hundimiento de la espiga en material aislante. La gráfica normal no debería haber presentado salto, pero las imperfecciones en la colocación de la probeta han podido ocasionar esto.

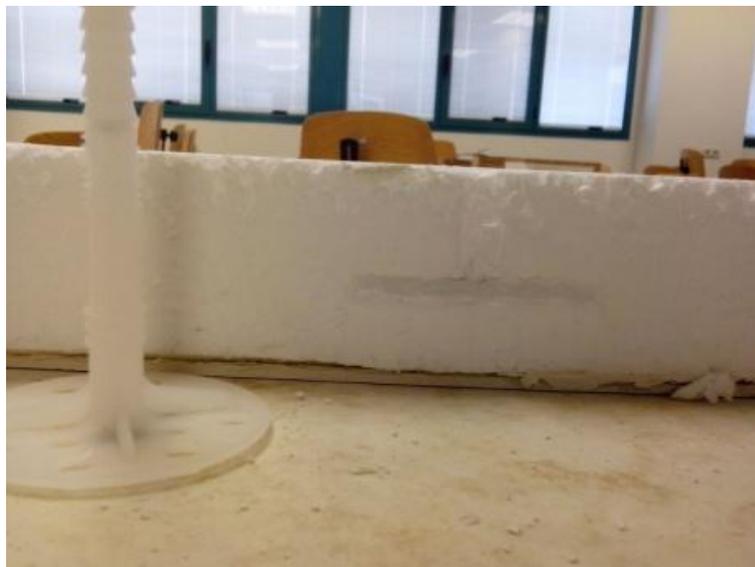
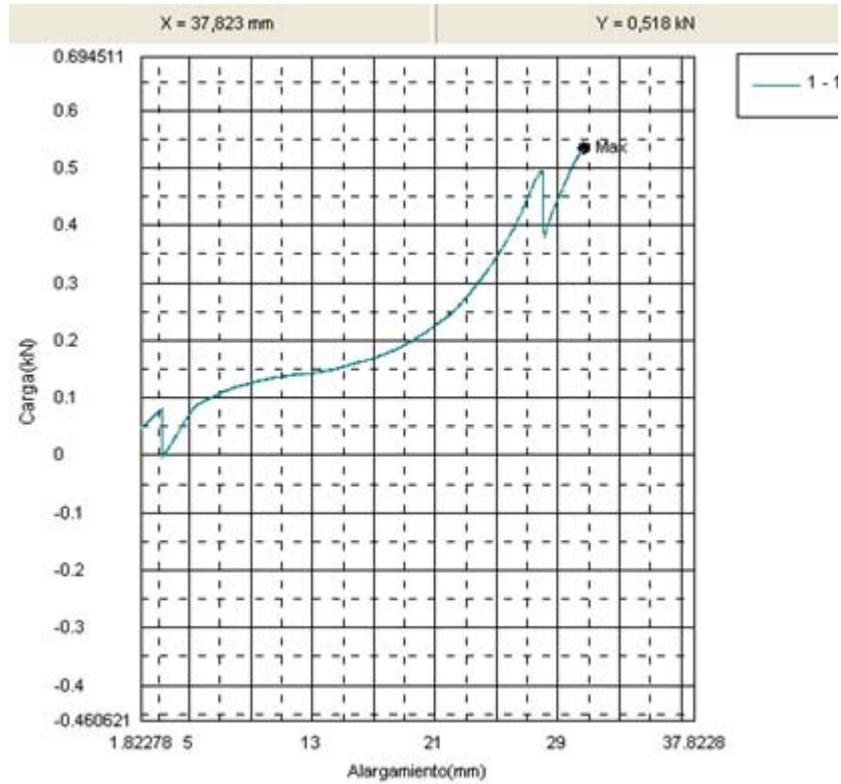


Imagen 67 – Probeta

Compresión anclaje T:

Max. Carga (KN)	0.53	0.48	0.51
Max. Desplazamiento (mm)	30.61	25.57	26.06



Observaciones: Hundimiento del anclaje en el aislante y doblado de la base.



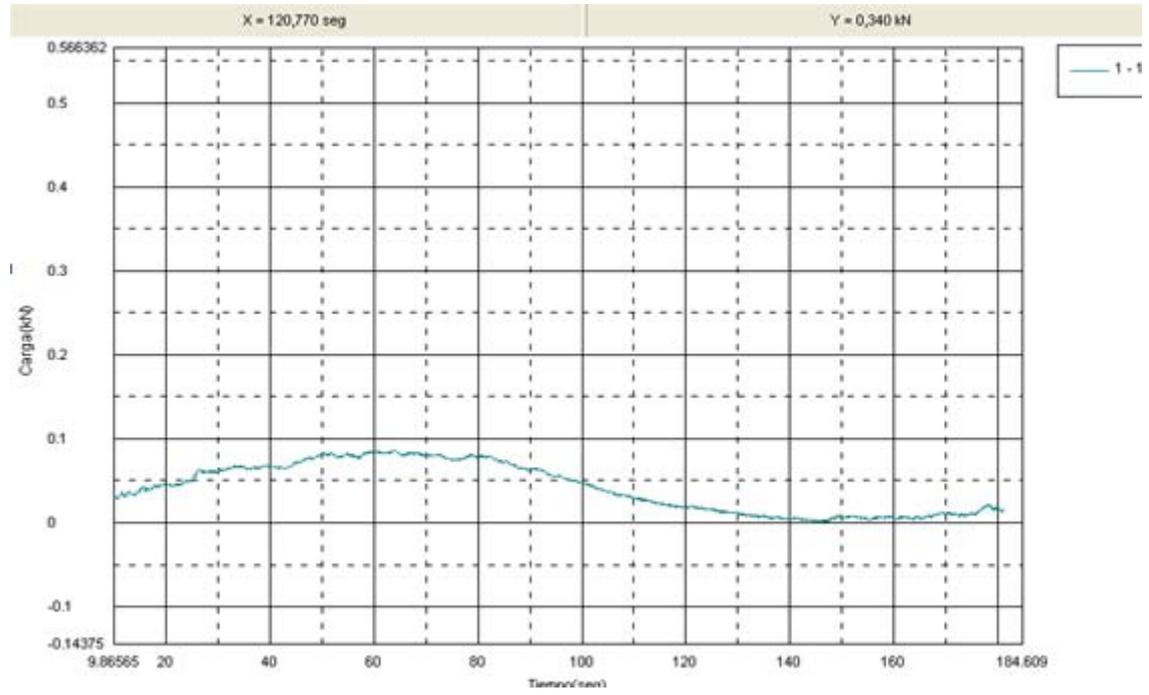
Imagen 68 – Probeta



Imagen 69 – Probeta

Tracción anclaje T:

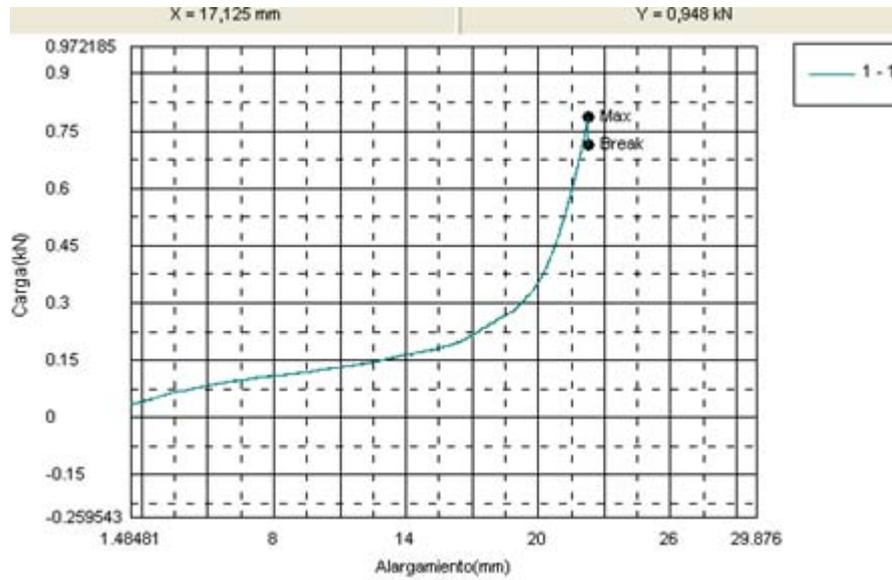
Max. Carga (KN)	0.42	0.48	0.51
Max. Desplazamiento (mm)	28.87	26.32	27.16



Observaciones: Hundimiento del anclaje en el aislante.

Compresión tornillo pasante:

Max. Carga (KN)	0.79	0.54	0.29
Max. Desplazamiento (mm)	22.23	25.77	29.74



Observaciones: Hundimiento del anclaje en el aislante dejando una forma de cono.

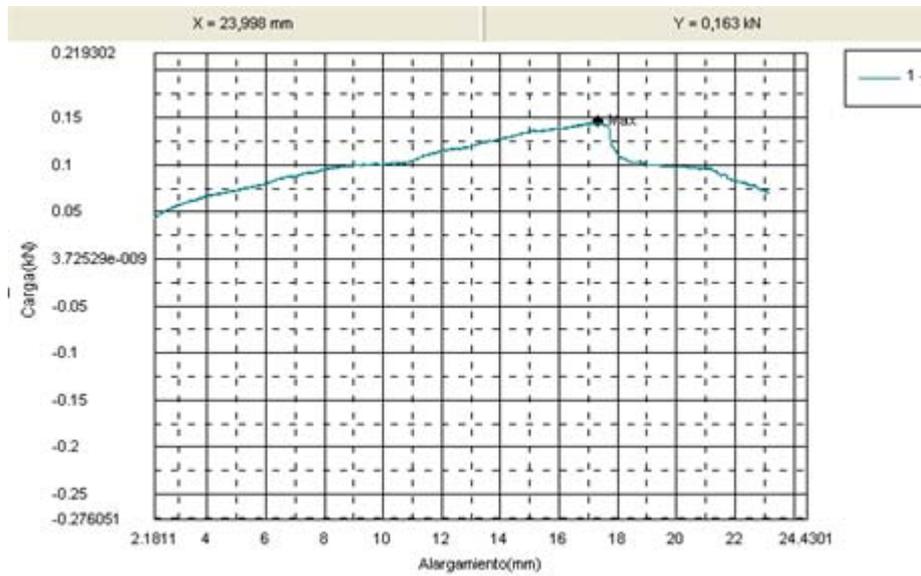


Imagen 70 – Probeta

Imagen 71 – Probeta

Tracción tornillo pasante:

Max. Carga (KN)	0.15	0.18	0.19
Max. Desplazamiento (mm)	17.33	18.02	17.47



Observaciones: Hundimiento del anclaje en el aislante dejando una forma de cono.

Compresión grapa:

Max. Carga (KN)	0.34	0.29	0.37
Max. Desplazamiento (mm)	22.59	19.48	23.64

*No hay gráfica de esta probeta

Tracción grapa:

Max. Carga (KN)	0.23	0.24	0.07
Max. Desplazamiento (mm)	17.65	15.26	15,12

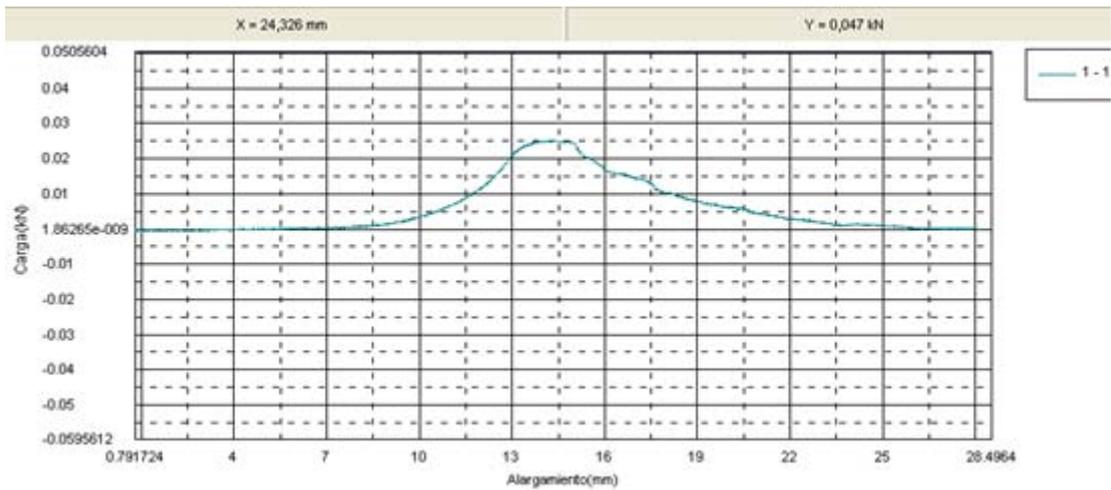


Imagen 72 – Probeta



Imagen 73 – Probeta

Para interpretar estos resultados acudimos al CTE / DB SE – AE (acciones de la edificación) y los aplicamos para las condiciones del entorno en el que estamos:

- Tracción: $q_e = q_b \times c_e \times c_p = -1.75 \text{ KN/m}^2$ (valor medio)
- Compresión: $p_a \times l \times F/m = 7,87 \text{ KN/n}^\circ$ anclajes por placa (valor medio)

Respecto del esfuerzo de compresión, de los anclajes sobre el panel, cuando este esté sometido a la presión del viento cabe destacar que cada que el sistema no dispone de cámara de aire dicha presión se trasladará directamente al soporte, por lo que cumplirá con la resistencia exigida.

En el caso de esfuerzos de tracción entre en panel y el anclaje, consecuencia de efectos de succión de viento, en la siguiente tabla se pueden comparar los resultados con la exigencia calculada según el CTE / DB SE – AE

Succión del viento	1,75KN/m ² (Valor medio)	
Tracción espiga	0,28KN / anclaje	8 anclajes / m ²
Tracción anclaje T	0,47KN / anclaje	4 anclajes / m ²
Tracción tornillo pasante:	0,17KN / anclaje	11 anclajes / m ²
Tracción grapa:	0,23KN / anclaje	8 anclajes / m ²

De otro modo, si consideramos la colaboración de un mortero de colocación entre el panel y el soporte de colocación, sólo con considerar una resistencia a tracción de 0,1N/mm² ya obtenemos una resistencia la succión del viento de 100KN/m², muy superior a la acción calculada según el CTE.

4.4 Montaje Fachada

Por último, y una vez evaluado nuestro sistema, se procede a la instalación del mismo en forma de maqueta, de manera que esta reproduzca fielmente el sistema SATE propuesto con los 4 tipos de fijación.



Imagen 74 – Instalación SATE cerámico



Imagen 75 – Instalación SATE cerámico



Imagen 76 – Instalación SATE cerámico



Imagen 77 – Instalación SATE cerámico



Imagen 78 – Instalación SATE cerámico



Imagen 79 – Instalación SATE cerámico



Imagen 80 – Instalación SATE cerámico



Imagen 81 – Instalación SATE cerámico

Una vez montado y analizado el sistema, describiremos las ventajas y desventajas de cada uno de los anclajes:

- a) En cuanto a prestaciones, los que mejor responden a las cargas de tracción/compresión son las espigas y el anclaje con pasante, frente a la grapa con tornillería y el anclaje T.
- b) En lo que se refiere a la facilidad de montaje, el ranurado del aislante para la espiga de polipropileno requiere de mayor precisión que el resto, por ello necesita de una mano de obra especializada, y por tanto resultará un poco más caro. El más fácil de instalar es el anclaje con pasante, ya que no precisa de ranurado ni atornillado.

Por tanto, recogiendo toda la información anterior, vemos que en caso de tener que declinarse por alguno de los 4 sistemas de anclaje, nos declinaríamos por el **sistema de anclaje puntual con varilla pasante**, recalcando que los 4 sistemas serian válidos.

BLOQUE 5.
IMPACTO
MEDIOAMBIENTAL DE LOS
SISTEMAS ESTUDIADOS

5-IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS

En este bloque estudiaremos el impacto medioambiental de cada uno de los sistemas que hemos analizado en este proyecto, viendo los kg de CO₂ y residuos que emite cada uno, para después proponer unas estrategias mejora que hagan descender las emisiones emitidas.

Antes de ello, explicaremos en qué consiste la herramienta ACV (Análisis de ciclo de vida de un elemento) para así ponernos en materia.

5.1 Análisis de ciclo de vida

El análisis de ciclo de vida (ACV), es una herramienta que busca y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia: extracción, producción, distribución, uso y fin de vida.

Podemos decir por tanto que es una metodología empleada en el estudio del ciclo de vida de un producto y de su proceso de producción, con el fin de evaluar el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos y emisiones ambientales asociados con el sistema que se está evaluando..

Los documentos marco para la realización de un análisis de ciclo de vida son las normas internacionales ISO 14040 e ISO 14044, adoptadas en español por AENOR como UNE-EN ISO 14040 y UNE-EN ISO 14040.

El ACV de un producto típico tiene en cuenta el suministro de las materias primas necesarias para fabricarlo, transporte de materias primas hasta el centro de producción, la fabricación de intermedios y, por último, el propio producto, incluyendo envase, la utilización del producto y los residuos generados por su uso, y su fin de vida. El ciclo de vida de un producto o actividad está formado por dos tipos de sistemas, que revisten un interés especial para los evaluadores ambientales.

El ACV cuantifica las emisiones producidas, pero luego este impacto que se genera dependerá de cómo, donde y cuando se ha hecho.

El ACV se utiliza para responder a preguntas específicas como:

- ¿Qué diferencia existe entre dos procesos diferentes de fabricación del mismo producto, en términos de utilización de recursos y emisiones?
- ¿Qué diferencia existe entre una ventana de aluminio, respecto de una de madera o de PVC, en términos de utilización de recursos y emisiones?
- ¿Cuáles son las contribuciones relativas de las diferentes etapas del ciclo de vida de este producto a las emisiones totales?

Análisis del impacto socioeconómico:

- ¿Qué diferencia existe entre el posible impacto ambiental de un producto nuevo y otros productos ya existentes en el mercado?

En otras palabras, la evaluación del ciclo de vida trata de incrementar la eficiencia. Y dado que tiene en cuenta cada una de las fases en la vida de un producto, se identifican y logran realizar mejoras.

Conforme a las normas internacionales ISO 14040 e 14044, un ACV se realiza en 4 fases que generalmente están interrelacionados.

1. Definición del objetivo y el alcance

El ACV comienza con la declaración del objetivo y el alcance del estudio, que incluye el modo en que los resultados se pretenden comunicar. El objetivo y el alcance deben ser coherentes con la aplicación prevista del ACV e incluye información técnica, como por ejemplo la unidad funcional, es decir el desempeño cuantificado del sistema de producto para su uso como unidad de referencia. Es necesario definir también otros elementos como los límites del sistema y las hipótesis empleadas.

2. Inventario del ciclo de vida

En el análisis del inventario del ciclo de vida (ICV) se recopilan y cuantifican las entradas y salidas (flujos) y los resultados de un sistema del producto durante su ciclo de vida. Los datos se refieren a la unidad funcional definida anteriormente.

3. Evaluación del impacto del ciclo de vida

La fase de evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV) busca evaluar la significancia potencial de los impactos basados en los resultados del ICV. Esta fase contiene habitualmente los siguientes elementos obligatorios:

- Selección de las categorías de impacto, los indicadores de categoría y los modelos de caracterización;
- Clasificación: asignación de resultados del ICV a las categorías de impacto seleccionadas; y
- Medición del impacto (caracterización): cálculo de los resultados de indicadores de categoría.

4. Interpretación del ciclo de vida

La interpretación del ciclo de vida es una técnica sistemática para identificar, cuantificar, comprobar y evaluar la información de los resultados del ICV y/o de la EICV. Esta fase incluye los siguientes elementos

- identificación de los asuntos significativos basados en los resultados del ICV y la EICV;
- una evaluación del estudio que considere su integridad, sensibilidad y coherencia;
- conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

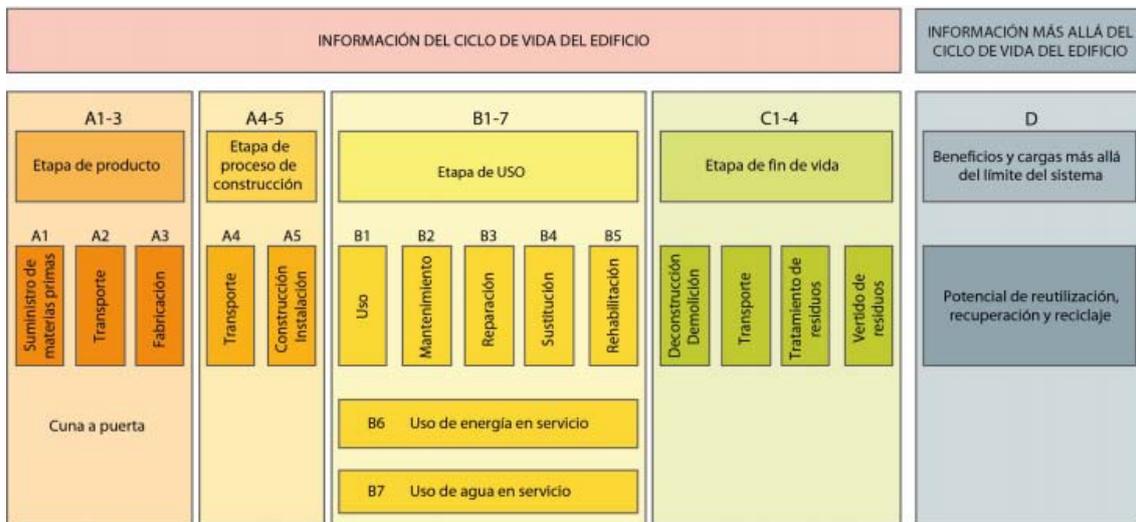


Tabla - Solconcer.com

5.2 Cálculo de emisiones

5.2.1 Fachada ventilada

Elementos que componen el sistema		Materia prima (%)	Contenido reciclado (%)		Coste energético		Emisión CO2
			Pre consumo	Post consumo	(MJ)	(kWh)	
Aislamiento de placa rígida de lana mineral de roca, según UNE-EN 13162, de densidad 86-95 kg/m ³ de 40mm de grosor, con una conductividad térmica $\leq 0,034$ W/mK, resistencia térmica $\geq 0,88235$ m ² .K/W, colocada con fijaciones mecánicas.	1 m ²	100	0	0	64,70	17,97	4,20
Baldosa cerámica de gres porcelánico, estilo madera, serie Amazonia "GRES PANIA", acabado mate, color azahar, 15x80 cm y 10 mm de espesor, capacidad de absorción de agua E<0,5% (gres porcelánico), grupo BIa, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento $15 < R_d \leq 35$ según UNE-ENV 12633, resbaladidad clase I según CTE con mecanizado en los cantos de la pieza para anclaje oculto mediante grapas del sistema DGO. Subestructura de perfiles y accesorios de aluminio del sistema Mecanofas DGO, de anclaje oculto de grapa, para fachada ventilada.	1 m ²	100	0	0	590,28	163,97	34,79
TOTALES		100	0	0	654,98	181,94	38,99

BLOQUE 5 – IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS

Residuos: Separación selectiva por código LER (Lista Europea de Residuos) específicos.		Masa (kg)	Volumen (m³)
a) Residuo de colocación			
Material cerámico	Inerte	1,37	0,0019
Materiales aislantes que no contiene amianto ni otras sustancias peligrosas	No peligrosos (No especiales)	0,14	0,0015
b) Residuo de embalaje			
Envases de papel y cartón	No peligrosos (No especiales)	0,11	1,02 E-4
Envases de plástico	No peligrosos (No especiales)	0,0212	2,33 E-5
Envases de madera	No peligrosos (No especiales)	1,05	0,0057
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o que han sido contaminados por ellas	Peligrosos (Especiales)	0,16	1,74 E-4
c) Separación selectiva según límites del RD 105/2008			
Envases de papel y cartón		0,11	1,02 E-4
Materiales cerámicos		6,48	0,0068
Madera		1,05	0,0057
Plástico		0,0212	2,33 E-5
Residuos mezclados de construcción y demolición que contienen sustancias peligrosas		0,16	1,74 E-4
Residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB, ni sustancias peligrosas)		0,14	0,0015
D) Separación selectiva mínima por tipo de residuo			
Especiales		0,16	1,74 E-4
Inertes		10,37	0,0088
No especiales		1,31	0,0073
TOTALES TABLA		22.65	0.036

5.2.2 SATE con mortero

Elementos que componen el sistema		Materia prima (%)	Contenido reciclado (%)		Coste energético		Emisión CO2
			Pre consumo	Post consumo	(MJ)	(kWh)	
Aislamiento exterior para soporte de revestimiento delgado, con plancha de poliestireno expandido EPS, de 60 KPa de tensión a la compresión, de 40 mm de espesor, fijada con adhesivo acrílico mezclado con cemento pórtland, malla de fibra de vidrio revestida de PVC, de 4 x 4 mm y peso mínimo de 180 g/m ² , embebida con adhesivo acrílico mezclado con cemento pórtland y fijación mecánica del conjunto.	1 m ²	100	0	0	596,38	165,66	88,01
Protección de arista con cantonera de aluminio de 5mm de espesor y 25 mm de desarrollo.	0,50 m	100	0	0	9,88	2,75	0,57
Estucado de pasta vinílica, colocado mediante extendida sobre aislamiento exterior de poliestireno preparado con malla y adhesivo, previa imprimación acrílica, acabado rayado.	1 m ²	100	0	0	82,94	23,04	12,21
TOTALES		100	0	0	615.2	191.45	100.79

BLOQUE 5 – IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS

Residuos: Separación selectiva por código LER (Lista Europea de Residuos) específicos.		Masa (kg)	Volumen (m ³)
a) Residuo de colocación			
Residuos de pintura y barniz que no contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	No peligrosos (No especiales)	1,37	0,0019
Aluminio	No peligrosos (No especiales)	0,0012	1,3 E-6
Materiales aislantes que no contiene amianto ni otras sustancias peligrosas	No peligrosos (no especiales)	0,03	0,0020
b) Residuo de embalaje			
Envases de papel y cartón	No peligrosos (No especiales)	0,11	3,95 E-4
Envases de plástico	No peligrosos (No especiales)	0,0175	1,92 E-5
Envases de madera	No peligrosos (No especiales)	0,14	8,5 E-4
Envases metálicos	No peligrosos (No especiales)	0,12	0,0021
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o que han sido contaminados por ellas	Peligrosos (Especiales)	0,63	0,0111
c) Separación selectiva según límites del RD 105/2008			
Envases de papel y cartón		0,11	1,02 E-4
Metales mezclados		0,12	0,0021
Madera		0,14	8,50 E-4
Plástico		0,0175	1,92 E-5
Residuos mezclados de construcción y demolición que contienen sustancias peligrosas		0,63	0,0111
Residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB, ni sustancias peligrosas)		0,19	0,0021
D) Separación selectiva mínima por tipo de residuo			
Peligrosos (Especiales)		0,63	0,0111
No peligrosos (No especiales)		0,58	0,0055
TOTALES TABLA		4.84	0.06

5.2.3 Aplacado cerámico

Elementos que componen el sistema		Materia prima (%)	Contenido reciclado (%)		Coste energético		Emisión CO2
			Pre consumo	Post consumo	(MJ)	(kWh)	
Material para rejuntado de baldosas cerámicas CG2 según norma UNE-EN 13888, gris	0,31	100	0	0	3,94	1,10	0,66
Adhesivo cementoso tipo C2 TE S1 según norma UNE-EN 12004	7,35 kg	100	0	0	106,13	29,48	15,79
Aditivo inclusivo aire/plastificante para mortero, según la norma UNE-EN 934-3	2,10 kg	100	0	0	195,30	54,25	28,83
Pieza cerámica de gres porcelánico prensado de una cara vista, longitud entre 115 y 125 cm, altura entre 55 y 65 cm y 1,5 cm de espesor, de 25 kg/m ² de masa superficial, acabado liso color estándar, de designación B1a según norma UNE-EN 14411	1,02 m ²	100	0	0	70,58	19,61	5,36
Gancho de acero inoxidable para anclaje de chapados	4,00 u	100	0	0	4,95	1,37	0,27
TOTALES		100	0	0	380.9	105.81	50.91

BLOQUE 5 – IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS

Residuos: Separación selectiva por código LER (Lista Europea de Residuos) específicos.	Masa (kg)	Volumen (m³)	
a) Residuo de colocación			
Hormigón	I Inertes	0,10	5,80 E-5
Materiales cerámicos	I Inertes	0,50	3,00 E-4
Mezclas de hormigón, ladrillos, y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	Peligrosos (especiales)	0,35	2,21 E-4
b) Residuo de embalaje			
Envases de papel y cartón	No peligrosos (No especiales)	0,0626	3,62 E-4
Envases de plástico	No peligrosos (No especiales)	0,0016	1,76 E-6
Envases de madera	No peligrosos (No especiales)	0,13	6,81 E-4
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o que han sido contaminados por ellas	Peligrosos (Especiales)	0,0612	5,77 E-5
c) Separación selectiva según límites del RD 105/2008			
Envases de papel y cartón		0,0626	3,62 E-4
Hormigón		0,10	5,80 E-5
Materiales cerámicos		0,50	3,00 E-4
madera		0,13	6,81 E-4
Plástico		0,0016	1,76 E-6
Residuos mezclados de construcción y demolición que contienen sustancias peligrosas		0,41	2,78 E-4
D) Separación selectiva mínima por tipo de residuo			
Peligrosos (Especiales)		0,41	2,78 E-4
I Inertes		0,60	3,58 E-4
No peligrosos (No especiales)		0,19	0,0010
TOTALES TABLA		3.61	5 E-3

5.2.4 Trasdoso interior

Elementos que componen el sistema		Materia prima (%)	Contenido reciclado (%)		Coste energético		Emisión CO2
			Pre consumo	Post consumo	(MJ)	(kWh)	
* Aislamiento interior para soporte de revestimiento delgado, con plancha de poliestireno expandido EPS, de 60 KPa de tensión a la compresión, de 40 mm de espesor, fijada con adhesivo acrílico (en caso necesario) mezclado con cemento pórtland, y fijación mecánica del conjunto (en caso necesario).	1 m ²	100	0	0	51,13	14,20	1,54
Visos para placas de yeso laminado	0,72 cu	100	0	0	17,64	4,90	1,42
Visos galvanizados	0,12 cu	100	0	0	3,50	0,97	0,26
Taco de Nylon de 6-8 mm de diámetro, con viso	6,00 u	100	0	0	11,41	3,17	1,03
Placa de yeso laminado Estándar (A) y grueso 12,5mm, según norma UNE-EN 520	1,00 m ²	100	0	0	59,65	16,57	3,41
Placa de yeso laminado Hidrófuga (H) y grueso 12,5mm, según norma UNE-EN 520	1,03 m ²	100	0	0	61,44	17,07	3,51
Montante de plancha de acero galvanizado, en paramentos verticales, con perfiles de 48mm de ancho	3,50 m	100	0	0	84,67	23,52	6,35
canal de plancha de acero galvanizado, en paramentos horizontales, con perfiles de 48mm de ancho	0,95 m	100	0	0	18,23	5,06	1,37
Masilla para juntas de placas de cartón-yeso	0,80 kg	100	0	0	16,00	4,44	2,36
Cinta de papel resistente para juntas de placas de yeso laminado	4,00	100	0	0	0,87	0,24	0,0504
Banda acústica autoadhesiva hasta 50 mm de ancho, para juntas de placas de yeso laminado	0,47 m	100	0	0	4,23	1,18	0,62
TOTALES		100	0	0	328.77	91.32	21.92

BLOQUE 5 – IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS

Residuos: Separación selectiva por código LER (Lista Europea de Residuos) específicos.		Masa (kg)	Volumen (m ³)
a) Residuo de colocación			
Materiales de aislamiento que no contienen amianto ni otras sustancias peligrosas	I No peligrosos (No especiales)	0,036	0,0012
Materiales de construcción realizados con yeso que no contienen sustancias peligrosas	No peligrosos (No especiales)	0,28	3,75 E-4
Totales a			
b) Residuo de embalaje			
Envases de papel y cartón	No peligrosos (No especiales)	0,0155	7,55 E-5
Envases de plástico	No peligrosos (No especiales)	0,0170	1,87 E-5
Envases de madera	No peligrosos (No especiales)	0,28	0,0016
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o que han sido contaminados por ellas	Peligrosos (Especiales)	0,0060	6,34 E-6
Totales b			
c) Separación selectiva según límites del RD 105/2008			
Envases de papel y cartón		0,0155	7,55 E-5
Madera		0,28	0,0016
Plástico		0,0170	1,87 E-5
Residuos mezclados de construcción y demolición que contienen sustancias peligrosas		0,0060	6,34 E-6
Residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB, ni sustancias peligrosas)		0,32	0,0016
Totales c			
D) Separación selectiva mínima por tipo de residuo			
Peligrosos (Especiales)		0,0060	6,34 E-6
No peligrosos (No especiales)		0,62	0,0033
Totales d			
TOTALES TABLA		1.90	8.3 E-3

5.2.5 SATE cerámico

Elementos que componen el sistema		Materia prima (%)	Contenido reciclado (%)		Coste energético		Emisión CO2
			Pre consumo	Post consumo	(MJ)	(kWh)	
Material para rejuntado de baldosas cerámicas CG2 según norma UNE-EN 13888, gris	0,31	100	0	0	3,94	1,10	0,66
Adhesivo cementoso tipo C2 TE S1 según norma UNE-EN 12004	7,35 kg	100	0	0	106,13	29,48	15,79
Anclaje de acero inoxidable	4,00 u	100	0	0	4,95	1,37	0,27
Aislamiento exterior para soporte de revestimiento delgado, con plancha de poliestireno expandido EPS, de 60 KPa de tensión a la compresión, de 40 mm de espesor	1 m ²	100	0	0	51,13	14,20	1,54
Baldosa cerámica de gres porcelánico, estilo madera, serie Amazonia "GRES PANIA", acabado mate, color azahar, 100x300 cm y 3,5 mm de espesor, incluida malla de fibra de vidrio, capacidad de absorción de agua E<0,5% (gres porcelánico), grupo BIa, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento 15<Rd<=35 según UNE-ENV 12633, resbaladicidad clase 1 según CTE	3 m ²	100	0	0	370,58	19,61	15,36
TOTALES		100	0	0	536.73	65.76	33.62

BLOQUE 5 – IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS

Residuos: Separación selectiva por código LER (Lista Europea de Residuos) específicos.	Masa (kg)	Volumen (m ³)	
a) Residuo de colocación			
Materiales cerámicos	I Inertes	0,50	3,00 E-4
Mezclas de hormigón, ladrillos, y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	Peligrosos (especiales)	0,25	2,21 E-4
b) Residuo de embalaje			
Envases de papel y cartón	No peligrosos (No especiales)	0,19	3,95 E-4
Envases de plástico	No peligrosos (No especiales)	0,0175	1,92 E-5
Envases de madera	No peligrosos (No especiales)	0,18	8,5 E-4
Envases metálicos	No peligrosos (No especiales)	0,09	0,0021
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o que han sido contaminados por ellas	Peligrosos (Especiales)	0,46	0,0111
c) Separación selectiva según límites del RD 105/2008			
Envases de papel y cartón		0,19	1,02 E-4
Metales mezclados		0,12	0,0021
Madera		0,18	8,50 E-4
Plástico		0,0175	1,92 E-5
Residuos mezclados de construcción y demolición que contienen sustancias peligrosas		0,48	0,0111
Residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB, ni sustancias peligrosas)		0,46	0,0021
D) Separación selectiva mínima por tipo de residuo			
	Peligrosos (Especiales)	0,46	0,011
	No peligrosos (No especiales)	0,58	0,005
TOTALES TABLA		4.18	0.047

5.3 Comparativa entre sistemas

EMISIONES	SISTEMA SATE MORTERO	SISTEMA FACHADA VENTILADA	SISTEMA APLACADO CERÁMICO	SISTEMA TRASDOSADO INTERIOR	SISTEMA SATE CERÁMICO
Emisiones CO2 (kg)	100.79	38.99	50.91	21.92	33.62
Coste energético (MJ)	615.2	654.98	380.9	328.77	536.73
Residuos generados en la instalación (kg/m ²)	4.84	22.65	3.61	1.90	4.18

Como puede apreciarse en la tabla anterior, los sistemas SATE con mortero son los que producen mayores emisiones de CO₂, mientras que el coste energético mayor se produce en los SATE con mortero, Fachadas ventiladas y SATE Cerámico.

5.4 Estrategias de mejora

Intervenir en la Envoltente Térmica, y de manera particular, en Fachada puede ser una medida de mejora eficaz que permita un ahorro económico en cuanto a consumo de energía necesaria para cubrir la demanda de refrigeración y calefacción. El hecho es, que una buena envoltente térmica, es el primer paso para reducir la demanda de energía.

Hemos cogido como ejemplo algunos principios de diseño ambiental de la página web <http://www.coac.net/mediambient/Life/14/14410.htm>:

- 1. Deben incrementarse los espesores de aislamiento en los muros de fachada (mayores que los normativos) para reducir el impacto ambiental derivado del consumo de energía a lo largo de la vida útil del edificio.*
- 2. Solamente se deben utilizar elementos pesados de cerramiento cuando son necesarios, ya sea porque tienen una función portante o porque es necesario aumentar la inercia térmica del muro.*
- 3. Para satisfacer las demás exigencias funcionales (la estanqueidad, el aislamiento térmico, la disminución del ruido transmitido y la protección contra el fuego) deben utilizarse materiales específicos para esta función: que sean ligeros y originen residuos fácilmente valorizables.*
- 4. En los muros portantes que tienen una sección amplia, se debe considerar la posibilidad de ejecutarlos incorporando materiales procedentes del reciclado de residuos de demolición.*
- 5. Los sistemas constructivos formados por capas de diferentes materiales deben fijarse entre sí mediante uniones puntuales fácilmente desmontables (por ejemplo, placas fijadas a estructuras de soporte de entramado).*
- 6. Debe evitarse la adherencia entre sí de materiales de naturaleza diferente, tanto en el proceso de ejecución in situ del muro (por ejemplo, los enyesados sobre obra de fábrica o hormigón) como en los productos industriales compuestos de dos o más materiales adheridos, que originan residuos difícilmente reciclables.*

BLOQUE 6.

**COMPARATIVA DEL
SISTEMA SATE CERÁMICO
CON LAS DEMÁS
SOLUCIONES**

6-COMPARATIVA DEL SISTEMA SATE CERÁMICO CON LAS DEMÁS SOLUCIONES.

Como hemos visto anteriormente en el presente documento, los sistemas a comparar son los siguientes:

- Sistema SATE monocapa:

SATE son las siglas de **Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior**. Es un sistema para rehabilitación de fachada compuesto de aislamiento térmico por el exterior, con acabado de mortero, asegurando la compatibilidad entre componentes del sistema.

- Fachada ventilada cerámica con aislamiento exterior:

Se considera la rehabilitación de la fachada mediante un sistema de fachada ventilada fijado sobre el soporte existente. El sistema de fachada se componen del aislamiento, los montantes verticales, el sistema de fijación de grapa vista/oculta, pegado química o sistema Keil y la pieza de gres porcelánico.

- Fachada aplacada:

El sistema de fijación del aplacado cerámico sobre el soporte existente consiste en un sistema mixto de grapa+adhesivo.

- Trasdoso por el interior:

Se considera que el aislamiento se realiza con un trasdoso interior mediante tabiquería de cartón yeso.

- Sistema SATE con acabado cerámico:

Se considera la rehabilitación de la fachada mediante la incorporación de un aislamiento rígido por el exterior fijado al soporte existente y un acabado mediante lámina cerámica de gran formato y reducido espesor fijada mediante sistema de fijación mixto (adhesivo + anclaje mecánico)

6.1 Tabla comparativa de los sistemas estudiados

*Criterios de puntuación (La puntuación es de 1 a 5, siendo 1 lo peor y 5 lo más óptimo, subiendo gradualmente).

CAMPO	CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO	SISTEMA SATE MORTERO	SISTEMA FACHADA VENTILADA	SISTEMA APLACADO CERÁMICO	SISTEMA TRASDOSADO INTERIOR	SISTEMA SATE CERÁMICO
DISEÑO Y PRESTACIONES	Tipología producto de acabado	Mortero acrílico/mineral	Gres porcelánico	Gres porcelánico	Placas de yeso laminado	Gres porcelánico
	Variedad acabados/formatos	5	4	4	2	4
	Personalización	2	4	4	2	4
	Permisibilidad en espesor de aislante	4	5	-	4	4
	Aislamiento acústico	4	5	3	4	4
	Resistencia a manchas	1	5	5	2	5
	Resistencia a helada	3	5	5	-	5
	Resistencia mecánica Requiere requisitos especiales frente fuego	3	4	4	3	4
		NO	SI	NO	NO	NO
INSTALACIÓN	Facilidad/rapidez Instalación	4	2	3	3	3
	M.O especializada	SI	SI	SI	NO	SI
	Empleo de agarres húmedos	SI	NO	SI	SI	SI
	Instalación en lluvia o helada	NO	SI	NO	SI	NO
	Absorber irregularidades del soporte	3	5	2	3	3
	Facilidad Resolver encuentros	3	4	3	3	3
	Tiempo Instalación-Uso	3	5	3	2	3
	Comodidad de instalación para usuario	4	4	3	1	4
MANTENIMIENTO	Facilidad reparación/desmontaje	2	4	3	2	3
	Menor Necesidad de reparación	3	4	4	5	4
	Facilidad limpieza	2	5	5	3	5
	Sistema registrable	NO	SI	NO	NO	NO
	Evita elflorescencias	NO	SI	NO	NO	NO
	Evita cambio color de superficie	NO	SI	SI	NO	SI
	Evita fisuras	NO	SI	NO	NO	NO
SOSTENIBILIDAD	Vida útil	3	5	5	4	5
	Reducción puentes térmicos	SI	SI	NO	NO	SI
	Reducción condensaciones	SI	SI	NO	SI	SI
	Facilidad reutilizar/reciclar	2	4	2	2	2
	Mejora la efectividad del aislamiento	2	4	-	2	2
	Emisiones CO2 (kg)	100.79	38.99	50.91	21.92	33.62
	Coste energético (MJ)	615.2	654.98	380.9	328.77	536.73
	Menor uso de recursos en instalación	3	2	3	3	3
	Residuos generados en la instalación (kg/m²)	4.84	22.65	3.61	1.90	4.18
COSTE (valores orientativos)	Coste sistema (€/m²)	69.75	105.05	83.35 (valor medio de los dos sistemas)	24.72(valor medio de los 3 sistemas)	69.86

6.2 Conclusiones

En vista a los resultados obtenidos en la tabla anterior, vamos a proceder al desarrollo de cada una de las partes estudiadas, poniendo los sistemas en comparación:

Diseño y prestaciones

Los sistemas que ofrece mayores posibilidades de personalización y de acabado, y a su vez mejores prestaciones frente agentes externos, son los sistemas de fachada ventilada, el sistema SATE cerámico propuesto y el aplacado cerámico, siendo determinante el uso del gres porcelánico.

Los sistemas que obtienen la valoración más baja en este aspecto, son el sistema SATE con acabado con mortero y el trasdosado por el interior, ya que los acabados con morteros no ofrecen la misma calidad de acabado que un revestimiento cerámico.

Instalación

En la evaluación de los indicadores correspondientes a la instalación de los distintos sistemas, el sistema que mejor promedio ha obtenido es de fachada ventilada, debido principalmente al evitar el empleo de materiales de agarre húmedos y por lo tanto permitir su instalación durante periodos de lluvia o helada, además de facilitar la absorción de irregularidades del soporte y ofrecer al usuario comodidad de instalación, al realizar la instalación por el exterior sin interrumpir la actividad del edificio.

- **Mantenimiento**

En cuanto a los indicadores de mantenimiento, el sistema fachada ventilada, destaca por tratarse de un sistema registrable que permite la reparación o el desmontaje del sistema de forma sencilla y principalmente por garantizar el color del revestimiento durante toda su vida útil y evitar la aparición de eflorescencias y fisuras que deprecian significativamente la estética del edificio. Por estos motivos este sistema ha obtenido la mejor puntuación, frente a los demás sistemas, aunque nuestro sistema propuesto SATE cerámico no se aleja mucho de estos resultados, siendo la segunda opción más factible.

Por otro lado, el SATE mortero es que sale peor valorado en este apartado.

- **Sostenibilidad**

En cuanto a la sostenibilidad, los sistemas de fachada ventilada, trasdosado por el interior y el sistema SATE cerámico propuesto destacan frente al sistema Sate acabado con mortero y el aplacado cerámico. Después de haber hecho el estudio de emisiones en el bloque anterior, hemos podido sacar conclusiones más concretas para nuestra puntuación.

- **Costes**

Por último, en relación a los indicadores de costes, el sistema mejor valorado y por lo tanto el que ofrece un menor coste del sistema y de instalación, es el sistema de trasdosado por el interior, mientras que el sistema que obtiene la menor puntuación, debido al excesivo coste del sistema coste de la subestructura y piezas de gres porcelánico mecanizadas y al mayor coste de instalación, corresponde al sistema fachada ventilada. Por tanto aunque la fachada ventilada pueda tener mayores ventajas en cuanto a otras comparaciones, si la parte económica es muy elevada reduce en gran medida el mercado al que puede ser ofrecido, ya que no llega a ser viable para todos los usuarios.

Con un precio medio quedarían el SATE mortero y nuestro sistema SATE cerámico propuesto, el cual, al ser elaborado en gran medida en fábrica, reduce en gran medida los costes, haciéndolo una opción muy recomendable calidad-precio.

BLOQUE 7.

CONCLUSIONES

7 – CONCLUSIONES

Antes de ponerme a valorar las conclusiones técnicas que he obtenido a medida que realizaba el estudio, quería antes agradecer a todos mis profesores durante el grado, a mi familia, y en especial a mis padres, por el apoyo durante estos años de carrera. Sin ellos no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

También quiero dar las gracias a mi tutor, Ángel Pitarch y a Ana Tomás, por la ayuda que me han ofrecido durante la realización del proyecto, haciendo que cada paso que diera fuera en la dirección correcta.

Y tampoco quiero dejar pasar el agradecimiento a Andrés Hernández, el cual me dio la oportunidad de formarme en la empresa cerámica GRESPANIA haciendo las prácticas, y después, para mi satisfacción, ofreciéndome un contrato de trabajo para poder continuar mi formación en la empresa y aportar lo adquirido en mis años de carrera.

En cuanto a las conclusiones técnicas, como he ido resolviendo a medida que avanzaba en mi propuesta de un sistema SATE cerámico, he podido comprobar la viabilidad en todos los aspectos para la ejecución de este sistema, pudiendo desarrollar hasta 4 formas de anclaje mixto en fachada.

Así pues, como he mencionado en puntos anteriores, los anclajes que mejores prestaciones nos aportan serían el anclaje mixto mediante espiga de polipropileno con clavo expansivo y el anclaje puntual de acero inoxidable con un pasador, pero eso sí, dejando claro que los demás anclajes también son válidos para este sistema SATE cerámico.

Una de mis preocupaciones para ejecutar el montaje y puesta en obra del mismo fuera rápido y sin requerir de excesiva mano de obra especializada, y creo que con el pegado de los paneles Adhesivo-Cerámica estimado en fábrica fuera de unos 6 minutos por panel lo he logrado.

Una vez producida la llegada de los paneles de 3 x 1 m ha obra, sí que se requiere de un mayor cuidado y precisión en su colocación, para que de esta manera el sistema quede ejecutado de forma correcta y sus prestaciones sean las estimadas en proyecto.

Por todo esto, considero que he realizado un ejercicio de integración de los contenidos formativos y competencias adquiridas en estos años de carrera, y estoy preparado para desarrollar lo aprendido en los ámbitos en los que permita esta formación mi actuación.

BLOQUE 8.

BIBLIOGRAFIA

8 – BIBLIOGRAFIA

Bedec / (18-5-16)

Bricodepot / (20/6/16)

Bricomart / (20/6/16)

Ekoteknia group / (7-4-16)

ETAG / (6/7/16)

Generadordeprecios de la construcción / (18-5-16)

Grapamar / (20/6/16)

Grespania.S.A / (12/2/16)

Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios Rev. 3 Abril 2007 / (16-5-16)

Leroy Merlin (20/6/16)

reveton.com / (3-5-16)

solconcer.com / (29/6/16)

Soluciones con Aislamiento de Poliestireno Expandido (EPS). IDEA 2007 / (28-6-16)

Ventanasicalo.com (6/7/16)

Wikipedia (7/6/16)

www.idae.es / (28-6-16)

www.certificadosenergeticos.com / *(26-2-16)

www.weber.es / (10-3-16)

www.pladurgirona.es / (28-3-16)

www.grupounamacor.com / (18-4-16)

www.fomento.gob.es/rehabilitacion / (2-5-16)

www.fundacionlaboral.org / (2-5-16)

www.aislamientofachadas.com/ (3-5-16)

www.fachadassaifer.com / (3-5-16)

www.anfapa.com / (3-5-16)

www.acuatroarquitectos.com / (4-5-16)

www.construccionesambel.com / (4-5-16)

www.g2arquitectos.es / (16-5-16)

www.fachadasate.com / (15/6/16)

www.spit.es / (23/6/16)

www.grapamar.com / (23/6/16)

www.acuatroarquitectos.com / (25/6/16)

www.mecapedia.uji.es / (26/6/16)

www.renhata.es / (26/6/16)

www.asefa.es / (28/6/16)

www.efydexalicante.com (10/07/16)

*Primera fecha de consulta