

**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
MODALIDAD CIENTIFICO-TÉCNICO

**“SOLUCIONES TÉCNICAS IDÓNEAS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA  
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN PATOLOGÍA DE FACHADAS”**

**AUTOR:** BENJAMIN DANIEL FONS CAMARENA

**TUTOR:** ENRIQUE DAVID LLACER

**CURSO 2010-2011**

## ***El presente monográfico tiene como objetivo***

estudiar una serie de parámetros, en relación con los materiales de la envolvente del edificio, en función de sus características o propiedades denominadas “sostenibles”, para establecer soluciones previas distintas a las patologías que pueden emerger y dar otras soluciones o realizar y fomentar sistemas de fachada mejorados con respecto a los actualmente utilizados.

Esas propiedades sostenibles las encontraremos a lo largo de un proceso lógico, en el que **la materia prima y la posterior actuación sobre la misma, tanto extracción, producción, distribución, construcción, mantenimiento, vida útil y deconstrucción con reciclaje**, serán claves para el correcto desarrollo de los sistemas con un ahorro de energía y técnicas de construcción distintas. Aunque también tendremos que ver que materiales son nocivos en cualquier punto de este proceso y cuál es su tratamiento.

Las fachadas se descomponen en materiales industrializados, en los que nos centraremos ***en unas pautas y en las ventajas e inconvenientes de su elección.***

# INDICE:

---

## 1-SOSTENIBILIDAD EN FACHADAS:

-DEFINICIÓN Y CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD.....	4-6
- INDICES DE SOSTENIBILIDAD.....	7-9
-MATERIALES SOSTENIBLES.....	10-22

## 2-REQUISITOS LEGALES (NORMATIVA):

2.1 INTRODUCCIÓN.....	23-25
2.2 -CTE-DB-HS (SALUBRIDAD).....	26-35
2.3 -CTE-DB-HE (TERMICA).....	36-38
2.4 -CTE-DB-SE-F(SEGURIDAD ESTRUCTURAL / FABRICAS).....	39-45
2.5 -CTE-DB-SE-M (SEGURIDAD ESTRUCTURAL/ MADERAS).....	46-59

## 3-REPERCUSIONES CONSTRUCTIVAS (CASOS PROPUESTOS):

3.1 INTRODUCCIÓN.....	60-62
3.2 -FACHADA VENTILADA CON LADRILLO DE PASTA BLANDA.....	63-78
3.3 -MURO INTERCALARIO Y VIDRIO DE CONTROL SOLAR.....	79-83
3.4- MADERA BAQUELIZADA.....	84-93
3.5-FACHADA FOTOVOLTAICA.....	94-99

## 4-CONCLUSIONES .....100-101

## 5-BIBLIOGRAFIA



**PORTADA SOSTENIBILIDAD EN FACHADAS (POWER POINT)**



## DEFINICIÓN Y CONCEPTO:

---

*“Es aquella que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética de un edificio durante todo su ciclo de vida, desde su fase de diseño y construcción, hasta su fase de mantenimiento y derribo”*

*“El desarrollo sostenible consiste en proveer las necesidades energéticas actuales sin perjudicar a las necesidades futuras e intentar conseguir producir lo que se consume”*

*“Se trata de encontrar el recorrido máximo viable ambientalmente”*

*La norma IRAM - ISO 14040/98 define al ciclo de vida como las “etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema producto, a partir de la adquisición de materia prima o de su extracción a partir de recursos naturales hasta la disposición final”.*

# HABLAMOS DE:

➔ SOSTENIBILIDAD

➔ FACHADAS

*Estas son algunas de las definiciones que mejor reflejan lo que es la sostenibilidad y su desarrollo.*

*No obstante observamos que existen palabras clave en cada una de ellas, como van siendo:*

*-EFICIENCIA ENERGÉTICA*

*-CALIDAD AMBIENTAL*

*-CICLO DE VIDA*

*Todas ellas nos inducen a pensar en las necesidades de la fachada y su impacto generado, ya que deben cumplir los requisitos de la norma y además innovar en cuestión medioambiental.*

# INDICES Y CALCULOS:

---

La sostenibilidad está relacionada en muchos ámbitos de la construcción:

- Energía
- Urbanismo
- Procesos
- Materiales
- etc.

Se podría decir que es un término muy global.

Para realizar el análisis de mejora de las fachadas y materiales, debemos tener una referencia clara a la hora de evaluar los requisitos demandados.

Actualmente no existe ninguna normativa que regule dichos requisitos, pero si recomendación de buenas prácticas constructivas por parte de organismos de certificación y de herramientas para definir los índices más relevantes de sostenibilidad, como por ejemplo:

- Empresas de normalización e institutos de investigación (AENOR, UNE,ISO, Eduardo Torroja)
- Programas informáticos (LIDER, SIMAPRO)
- Sellos de calidad (LEED, BREAM)
- Asistentes técnicos (ATECOS)
- Revistas científicas y artículos técnicos (profesorado universitario, arquitectos, investigaciones internacionales)

Haremos referencia a la especificación técnica **UNE-ISO/TS 21929-1IN** proporcionada por AENOR, la cual no es una norma nacional, sino una propuesta de aplicación provisional (**no obligatoria**), que nos ayudara a definir un marco para los indicadores de sostenibilidad de los edificios:

## 1-“Reglas para establecer un sistema de indicadores:

*-la sostenibilidad debe describirse sobre la base de un sistema de indicadores comprensible, que exprese aspectos ambientales, economicos y sociales, y sus interrelaciones.*

*-los indicadores seleccionados deben describir los impactos ambientales, economicos y sociales mas relevantes de un edificio.*



- la relevancia de los indicadores seleccionados deben ser razonados y a veces validarlos.
- los procesos de desarrollo y aplicación de los indicadores deben registrarse.”

## 2-“Como utilizarlos:

Para simplificar y proporcionar información compleja pudiendo dividirse en :

- evaluación
- diagnostico
- comparación
- seguimiento

Comunmente se utilizan para comparar distintas opciones de proyectos”

## 3- “Ejemplos de indicadores medioambientales, sociales y conomicos:

- emisiones de CO2
- contribución al cambio climático en equivalentes totales de CO2
- distancia del edificio a los servicios de transporte público
- calidad de los edificios para vivir y trabajar
- efectos sobre la salud y la seguridad
- ausencia de barreras arquitectonicas
- acceso a los servicios necesarios
- satisfacción de los usuarios
- Calidad del edificio (arquitectonica)
- protección patrimonio cultural
- utilización de materias primas renovables
- grado de reciclabilidad
- duración o ciclo de vida
- orientación del edificio”

4-“Según datos de Kibert, estableció en 1994 una serie de requisitos que han de cumplir los edificios sostenibles. Lanting completó en 1996 esta lista, que quedó de la siguiente manera:

Consumo mínimo de energía y agua a lo largo de la vida del edificio

Uso eficiente de las materias primas

Generación mínima de residuos y contaminación a lo largo de la vida del edificio

Durabilidad y reciclabilidad

Integración en el paisaje urbano

Flexibilidad, adaptabilidad y calidad del emplazamiento frente a necesidades actuales y futuras de los usuarios

Creación de un ambiente térmico y acústico interior saludable”





Sabiendo lo descrito anteriormente, realizamos la selección de los indicadores más relevantes, teniendo en cuenta las necesidades del proyecto y los aspectos definidos.

***Por lo tanto el presente proyecto deja claro que no se van a tomar unas iniciativas libres de sostenibilidad, sino que vamos a tomar la referencia de algunas de las herramientas anteriormente citadas, para evaluar los sistemas aportados.***

Enunciaremos las más influyentes y de donde se han extraído, indicando una leyenda para su posterior aplicación en el contenido del proyecto.

A saber:

- **I1**-Utilización de recursos naturales y fácilmente regenerables (poco impacto ambiental) (LEED Spain/revista ciencia y desarrollo-Francisco Mata Cabrera-UPM-2010)
- **I2**-Alta Durabilidad o vida útil (revista ciencia y desarrollo-Francisco Mata Cabrera-UPM-2010)
- **I3**-Producto Reciclado (revista ciencia y desarrollo-Francisco Mata Cabrera-UPM-2010)
- **I4**-Autoctono(revista ciencia y desarrollo-Francisco Mata Cabrera-UPM-2010)
- **I5**-Reutilizable (reciclable) (revista ciencia y desarrollo-Francisco Mata Cabrera-UPM-2010)
- **I6**-Disminución del consumo energético (transporte, ejecución, diseño).(Guia de construcción sostenible- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS)-nov 2005)
- **I7**-Inercia térmica del edificio. (Guia de construcción sostenible- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS)-nov 2005)
- **I8**-Disminución de residuos y emisiones (control de contaminación) (SIMAPRO 7.0/ LEED Spain)
- **I9**-No necesita mantenimiento. (LEED Spain)
- **I10**-Utilización de sellos de calidad (LEED Spain)



# MATERIALES SOSTENIBLES:

---

La importancia de los materiales de construcción a la hora de crear un modelo de construcción sostenible es innegable; solamente la construcción y mantenimiento de edificios consume el 40% de los materiales empleados en la Unión Europea.

A lo largo de la historia se ha producido un cambio en el proceso de obtención de los materiales, hasta no hace mucho las mayoritarias sociedades rurales obtenían sus materiales en el entorno más próximo con un impacto sobre el territorio relativamente bajo. La aparición de medios de extracción y fabricación más eficientes y potentes, así como un transporte mucho más globalizado por la abundante y barata disponibilidad de energía, hace que la producción de materiales pierda la inmediatez de lo cercano y se convierta en una actividad altamente impactante.



La mayor parte de los edificios están contruidos con materiales que respetan muy poco o nada el medio ambiente. Materiales altamente tóxicos, en cuanto a su fabricación y combustión como el PVC o el Amianto. Otros materiales proceden de las pinturas y barnices que son productos derivados del petróleo y en cuyo origen se incluyen elementos volátiles tóxicos como el xileno, cetonas, toluenos, etc. Son materiales que requieren un alto consumo de combustibles fósiles para su producción, que además de ser cada vez más escasos y costosos, aumentan la contaminación porque en su combustión emiten grandes volúmenes de gases nocivos contaminantes.

Pero frente a este tipo de materiales existen alternativas, que pueden parecer más cara, pero cuyo uso a largo plazo resulta más rentable porque proporcionan un importante ahorro energético, con lo que se obtiene en la construcción de viviendas de mayor calidad, y una calidad respetuosa con el medio ambiente.

Este tipo de materiales, no son más que aquellos que la propia naturaleza proporciona y que se han venido utilizando en la construcción de viviendas durante miles de años: madera, barro, corcho, mármol, etc, y a los que se les pueden añadir nuevos materiales para lograr una utilización ecológica de los mismos: termoarcilla, sudorita, geotextiles, bioblock, celenit, cables afumex, arlita, heraklith, pinturas biofa.

También se elaboran materiales ecológicos a partir de escombros y de residuos sólidos industriales, que sustituyen el consumo creciente de materias primas, escasas o ubicadas en sitios distantes, reduciendo el incremento de costos y resultando más económicos que los materiales tradicionales de construcción. Podemos citar como ejemplo los sistemas de ahorro de agua y autoabastecimiento con energía solar y/o eólica.

No obstante, de poco sirve utilizar materiales ecológicos si los edificios no están bien diseñados, fallando por ejemplo la orientación y necesitan para calentarse un gran gasto energético y si este se hace a base de combustibles fósiles emitiendo diariamente grandes cantidades de CO<sub>2</sub>.

### **Pautas para una Selección de Materiales Sostenibles:**

- Que tengan **larga duración**
- Que puedan ajustarse a un determinado **modelo**
- Que provengan de una **justa producción**
- Que tengan un **precio accesible**
- Que sean **valorizables**
- Que sean **no contaminantes**
- Que **consuman poca energía** en su ciclo de vida
- Que en su entorno tengan **valor cultural**
- Que provengan de **fuentes abundantes y renovables**
- Que posean un porcentaje de **material reciclado**.
- Que no utilicen materiales de aislamiento que contenga **CFC**.



## **Incidencia Ambiental de los Materiales de Construcción:**

Hay 5 puntos en los que podemos focalizar el impacto que causan los materiales sobre la salud y el medio ambiente:

- **Consumo de energía**

Si una importante fracción de la energía primaria se consume en el sector de la construcción y si su empleo ocasiona el tristemente famoso calentamiento global, a partir de las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como el riesgo de agotamiento de determinados recursos, emplear materiales de bajo consumo energético en todo su ciclo de vida será uno de los mejores indicadores de sostenibilidad.

Si analizamos el consumo de energía para la fabricación de estos materiales, comprobaremos que los materiales pétreos (arena, grava, piedra, tierra) y la madera presentan el comportamiento energético más idóneo, mientras que los plásticos y los metales, en especial el aluminio, el más negativo.

**Los metales y los plásticos consumen gran cantidad de energía en su proceso de fabricación, aunque los primeros presentan unas óptimas características resistentes y los segundos unas propiedades aislantes de interés.**

- **Consumo de recursos naturales**

El consumo a gran escala de determinados materiales puede llevar a su agotamiento.

Así, el empleo de materiales procedentes de recursos renovables y abundantes será una opción de interés.

El empleo de la madera puede ser un buen ejemplo de material renovable y abundante

- **Impacto sobre los ecosistemas**

El empleo de materiales cuyos recursos no procedan de ecosistemas sensibles sería otro aspecto a tener en cuenta a la hora de su selección.

**Las maderas tropicales sin ninguna garantía en la gestión de su procedencia, la bauxita procedente de las selvas tropicales para la fabricación del aluminio, las graveras en áreas protegidas de interés para la extracción de áridos.**

▪ **Emisiones que generan**

Uno de los grandes problemas ambientales que supuso la explosión de la conciencia ecológica fue el adelgazamiento de la capa de ozono debido a, entre otros motivos, la emisión de los denominados clorofluorocarbonos (CFC).

Los aislantes más empleados en construcción presentaban un agente espumante que le daba sus características como espuma o panel. Aunque hoy en día los espumantes no utilizan CFC, asistimos a la aparición de multitud de productos de aislamiento ecológicos que nos permiten descartar esas opciones.

**Los PVC, abanderados de la industria del cloro, y debido a sus contaminantes emisiones de dioxinas y furanos, son materiales que poco a poco van siendo prohibidos en cada vez más usos, por ejemplo en el suministro de agua para el consumo humano.**

▪ **Comportamiento como residuo**

Los materiales al finalizar su vida útil pueden ocasionar importantes problemas ambientales. Su destino, ya sea la reutilización directa, el reciclaje, la deposición en vertedero o la incineración, hará que su impacto sea mayor o menor.

**Los materiales metálicos para chatarra, la teja cerámica vieja, las vigas de madera de determinada sección pueden ser pequeñas joyas en el derribo para un uso posterior.**

**Impacto ambiental de los principales materiales de construcción**

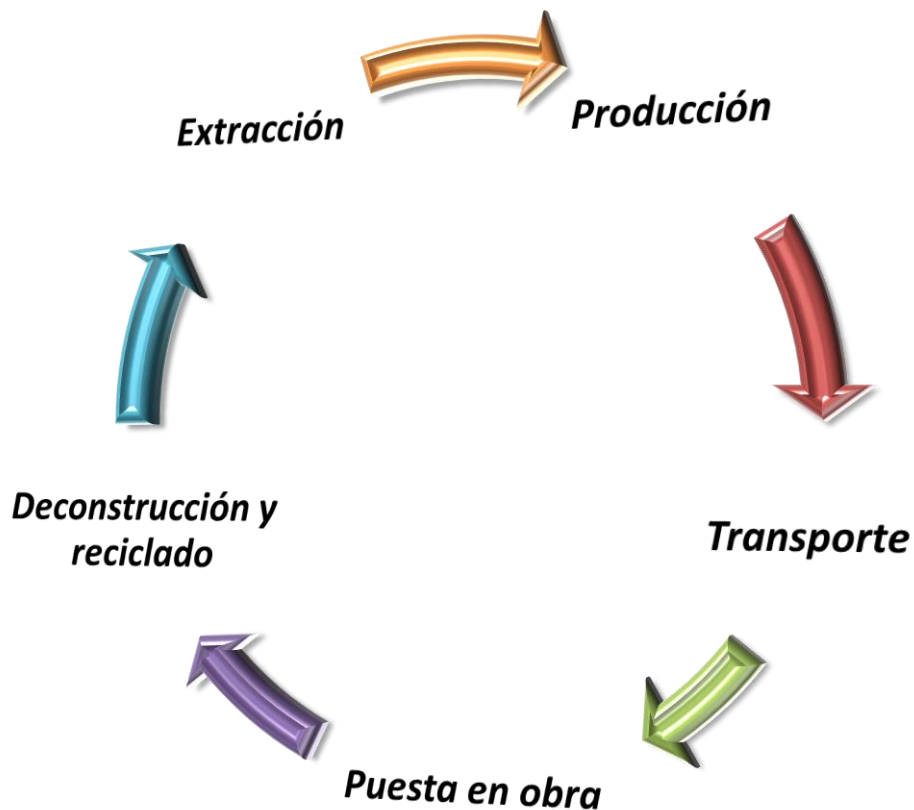
Material	Efecto invernadero	Acidificación	Contaminación atmosférica	Ozono	Metales pesados	Energía	Residuos sólidos
Cerámica	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Piedra	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Acero	++	++	+	+++	++	++	+++
Aluminio	+	+	++	+++	+	+	+++
PVC	++	++	+	+++	++	++	++
Poliestireno	++	+	+	++	+	+	++
Poliuretano	+	++	+	+	++	++	+++
Pino	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

+++ impacto pequeño; ++ impacto medio; + impacto elevado.

## Ciclo de Vida de los Materiales:

- **Extracción:** Consideración por la transformación del medio
- **Producción:** Plástico y Metal: Emisiones generales y consumo energético
- **Transporte:** Consumo de energía (más alto cuanto de más lejos provenga el material)
- **Puesta en obra:** Riesgos sobre la salud de la población y generación de residuos
- **Deconstrucción y reciclado:** Emisiones contaminantes y transformación del medio

Los métodos de **Análisis de Ciclo de Vida** y de sostenibilidad pretenden analizar el impacto que ocasionan en cada una de las fases de su vida. Lo fundamental es cuantificar en magnitudes comparativas dicho impacto (por ejemplo, las emisiones de gases invernadero se traducen en cantidades equivalentes de CO<sub>2</sub>). Y a continuación proceder a su comparación para facilitar la elección, **cosa que no se contemplara en el presente proyecto por no profundizar tanto.**



## Materiales más utilizados y su posibilidad de reutilización:

### Maderas

La madera es uno de los materiales más sostenibles, mientras se satisfagan algunas pautas.

En primer lugar, los tratamientos de conservación ante los insectos, los hongos y la humedad pueden ser tóxicos. Actualmente, se comercializan tratamientos compuestos de resinas vegetales. Por otro lado, debemos tener garantías de la sostenibilidad de la gestión del espacio forestal de donde proviene. Para ello se creó una certificación, el sello FSC.

Al concluir su vida útil, la madera puede reciclarse para fabricar tableros aglomerados o para su valorización energética como biomasa.



Se aconseja el uso de maderas locales, ya que una gran porción de la madera semi-manufacturada que se utiliza en nuestro país proviene de Norteamérica, países bálticos y países nórdicos, con alto consumo energético para su traslado.

Los residuos procedentes de la madera son fácilmente reciclables o valorizables. A través de la reutilización de piezas completas, tan sólo los elementos de sección elevada y buena calidad; del reciclaje en forma de tableros y del aprovechamiento energético como biomasa.

Los tratamientos de la madera son potencialmente peligrosos para la salud en el caso de su incineración.

## Pétreos

Muestran un impacto pequeño. El impacto más notorio gravita en la etapa de extracción, por la variación que provoca en el terreno, el cambio de paisaje y de ecosistemas. Por su uso generalizado, este tipo de material es el que ocasiona mayores problemas en el colapso de vertederos.

Generalmente se sugiere el uso de materiales del lugar, ya que debido a su peso, trasladarlos implica un alto consumo energético. El mayor beneficio radica en su larga duración, una de las máximas de los materiales sostenibles.



El hormigón (áridos gruesos y finos y cemento), tiene un impacto bastante grande, pero su alto calor específico lo vuelve muy necesario para utilizar estrategias pasivas de aprovechamiento de la radiación solar (inercia térmica).

En el hormigón en masa los residuos que se originan en el lavado de la amasadora, poco significativos, no se reciclan, aunque debe controlarse dónde se vierten. El hormigón que vuelve a la central en el camión se lava y deposita en una fosa de decantación.

Los residuos generados en la fabricación de elementos prefabricados en serie en taller pueden emplearse como relleno en firmes o canteras. Los residuos procedentes de derribo pueden ser reciclados como árido para hormigones en masa o armado o para relleno. El proceso lo complica la separación de las armaduras.





El cemento consume mucha energía y puede ser de alto riesgo para la salud.

Por este motivo, se deben tomar medidas de precaución en la manipulación para prevenir tanto la inhalación de polvo como las quemaduras o irritación que pueden darse al contacto con la piel, teniendo como prioridad el uso de los componentes libres de cromo VII.

## Metales

Los principales, son el acero y el aluminio.

Implican un alto consumo de energía y emiten sustancias que perjudican a la atmósfera. Sin embargo, sus prestaciones mecánicas, con menos material, pueden resistir las mismas cargas, y, además, son materiales muy valorizables en



obra.

Los metales representan el ejemplo más notorio de recuperación de material para su transformación en metal nuevo, consolidando un circuito de transformación del material. Por su ubicación en obra los residuos son fácilmente separables de otros elementos. Una de las razones que explican la creación del circuito de transformación es el mayor coste de fabricación del metal a partir de su materia prima.

## Plásticos

Provenientes del petróleo, se comportan de un modo parecido a los metales, por sus altos consumos de energía y contaminaciones en su elaboración. También, en caso de accidentes de petroleros, generan riesgos sobre el medio ambiente e inestabilidad geopolítica por su control.

Como material de construcción tiene amplias propiedades, como su estabilidad, ligereza y alta resistencia, así también posibilidades de uso como aislamiento.



Algunos materiales tradicionales utilizados para instalaciones como plomo y cobre, se están reemplazando por plásticos como polietilenos y polibutilenos por sus excelentes prestaciones y mejor comportamiento ambiental.

La principal característica de los plásticos, su elevada durabilidad, hace que la cantidad de residuos sea pequeña. Aunque técnicamente es posible, los únicos plásticos que se reciclan son los PVC, los poliestirenos y los procedente del embalaje. La incineración es altamente desaconsejable por la emisión de contaminantes muy nocivos, en especial dioxinas y furanos.

## Pinturas

Las hay de muy diversa composición, como disolventes, pigmentos, resinas, la mayoría derivados del petróleo. Han aparecido variedad de productos que reemplazan a los hidrocarburos por componentes naturales, lo que se da en llamar pinturas ecológicas y naturales.



Los problemas surgen cuando los sobrantes son echados en sitios inapropiados con el peligro de emanaciones que contaminan.

Las pinturas plásticas o de base acuosa son las que usan el agua como disolvente.

## Aislantes

Los más utilizados en construcción son las espumas en forma de panel o de proyectado. Al ser causantes de la reducción de la capa de ozono, los CFC se reemplazaron por otros productos como el HFC y el HCFC, que a pesar de no afectar la capa de ozono, provocan el calentamiento global.



Hay otras opciones, como la fibra de vidrio o de roca, el vidrio celular, y otras más saludables para el ambiente, ya que provienen de fuentes renovables como la celulosa, el corcho o el cáñamo.

**Materiales peligrosos para la salud**

MATERIAL	USOS	IMPACTOS SOBRE LA SALUD
Asbesto	Tableros y placas de fibrocemento. Tratamientos superficiales. Aislamientos. Tuberías	Contacto directo al desprenderse fibras o en caso de incendio  Asbestosis. Cáncer de pulmón. Cáncer de peritoneo o de pleura
Plomo	Cubierta. Instalaciones eléctricas. Tuberías. Soldaduras. Pinturas	Ingestión, inhalación, absorción a través de la piel  Veneno que se acumula en el organismo
Protección de la madera	Tratamiento de protección, insecticidas y fungicidas	Humos irritantes y tóxicos  Cancerígeno
Plásticos	Los más peligrosos serían los volátiles: PVC, el formaldehído y los ftalatos de esteres	Ingestión o inhalación
Fibras minerales	Aislamiento de cubiertas, fachadas y tubos	Enfermedades en los ojos, irritaciones en la piel, problemas respiratorios e incluso cáncer de pulmón

PORTADA REQUISITOS LEGALES:

Partimos de la base en la cual la normativa española es quien restringe e impone las condiciones y requisitos que deben cumplir las fachadas, para una correcta funcionalidad.

Hablamos del **CTE** (Código Técnico de la Edificación).

Hasta ahora, la normativa de la edificación en la mayoría de los países tradicionalmente ha sido de carácter **prescriptivo** (establece procedimientos aceptados o guías técnicas). Este tipo de códigos prescriptivos pueden suponer un impedimento a la innovación y al desarrollo tecnológico y representar barreras técnicas, por lo que no son aceptables en el contexto internacional.



El Código Técnico de la Edificación (CTE) es un reglamento basado en **prestaciones**, que define un conjunto de exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos básicos establecidos en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). Dichas exigencias tienen carácter genérico, son independientes del tipo de material, producto o sistema constructivo, y se concretan en función de las condiciones específicas del edificio: su ubicación, orientación, condiciones geométricas, etc.

En consecuencia, resulta necesario conocer las prestaciones de los diferentes elementos o sistemas constructivos para facilitar al proyectista el desarrollo del proyecto, y por todo ello se justifica el desarrollo del presente Catálogo de Elementos Constructivos (CEC).

En resumen, el CTE permite definir el edificio en término de **prestaciones** (“proyecto prestacional”), mientras que el Catálogo posibilita la definición concreta de los distintos elementos y sistemas constructivos del edificio, facilitando el desarrollo del “proyecto constructivo”.

El CTE se plantea con un enfoque **prestacional**, es decir, se establecen unas prestaciones en forma de exigencias básicas que los edificios deben cumplir para satisfacer la demanda de la sociedad. Estas prestaciones son cualitativas y se desarrollan en los Documentos Básicos. La intención de los códigos prestacionales es que, por medio de esta filosofía, **las soluciones constructivas no sean únicas y no estén limitadas por la reglamentación, si no que se promueva la diversidad y la innovación.**

Entonces planteada la duda de si **¿Puedo utilizar un nuevo material?**

La respuesta es: **“Si, si cumple”**

Por lo tanto **debemos que tener en la mente** los requisitos del CTE aplicado a las fachadas en sus diferentes documentos básicos, para saber las pautas a seguir, para obtener un sistema que cumpla, pero que a su vez sea nuevo.



Portada: que debemos tener en la mente

## -CTE-DB-HS (SALUBRIDAD):

### Sección HS 1

## Protección frente a la humedad

c) fachadas:

- i) las características de las fachadas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.2 según el *grado de impermeabilidad* exigido en el apartado 2.3.1;
- ii) las características de los puntos singulares de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.3;

### 2.3 Fachadas

#### 2.3.1 Grado de impermeabilidad

1 El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la *zona pluviométrica de promedios* y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:

- a) la *zona pluviométrica de promedios* se obtiene de la figura 2.4;
- b) el grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, de la *zona eólica* correspondiente al punto de ubicación, obtenida de la figura 2.5, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos, según la clasificación establecida en el DB SE:

Terreno tipo I: Borde del mar o de un lago con una zona despejada de agua (en la dirección

del viento) de una extensión mínima de 5 km.

Terreno tipo II: Terreno llano sin obstáculos de envergadura.

Terreno tipo III: Zona rural con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones

de pequeñas dimensiones.

Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.

Terreno tipo V: Centros de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura.

#### 2.3.3 Condiciones de los puntos singulares

1-Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

##### 2.3.3.1 Juntas de dilatación

1- Deben disponerse juntas de dilatación en la *hoja principal* de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Distancia entre juntas de dilatación

Material componente de los elementos de la fábrica	Distancia máxima entre juntas verticales de dilatación de la hoja principal en m
Arcilla cocida	12
Silicocalcáreos	8
Hormigón	6
Hormigón celular curado en autoclave	6
Piedra natural	12

2 -En las juntas de dilatación de la *hoja principal* debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la *hoja principal* sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente (Véase la figura 2.6).

3 -El *revestimiento exterior* debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

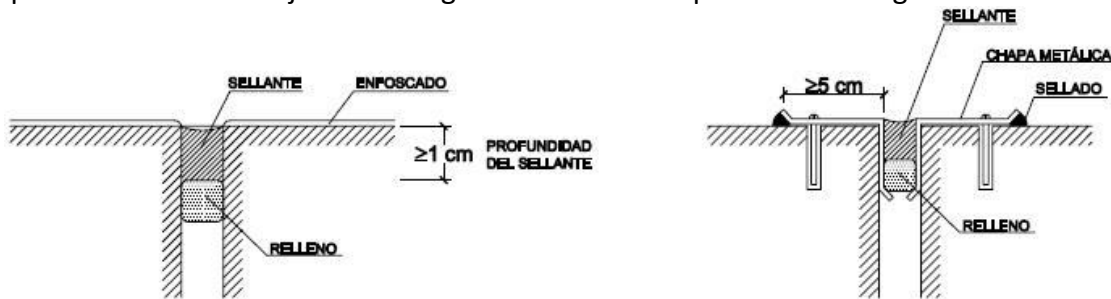


Figura 2.6 Ejemplos de juntas de dilatación

### 2.3.3.2 Arranque de la fachada desde la cimentación

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

2 -Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (Véase la figura 2.7).

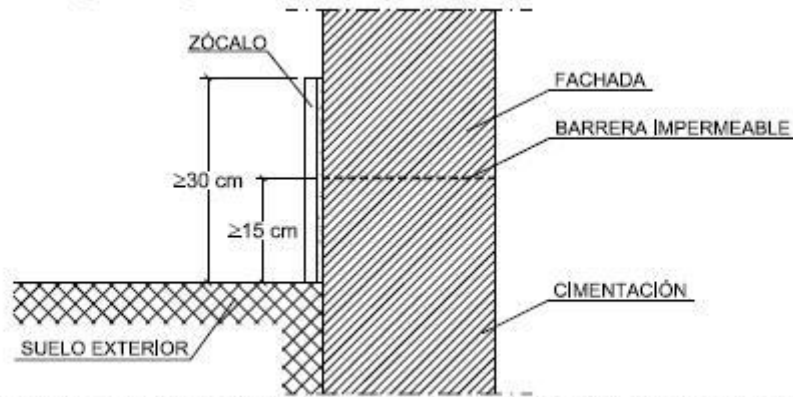


Figura 2.7 Ejemplo de arranque de la fachada desde la cimentación

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

### 2.3.3.3 Encuentros de la fachada con los forjados

1 Cuando la *hoja principal* esté interrumpida por los forjados y se tenga *revestimiento exterior* continuo, debe adoptarse una de las dos soluciones siguientes (Véase la figura 2.8):

- a) disposición de una junta de desolidarización entre la *hoja principal* y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la *hoja principal* con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;
- b) refuerzo del *revestimiento exterior* con armaduras dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

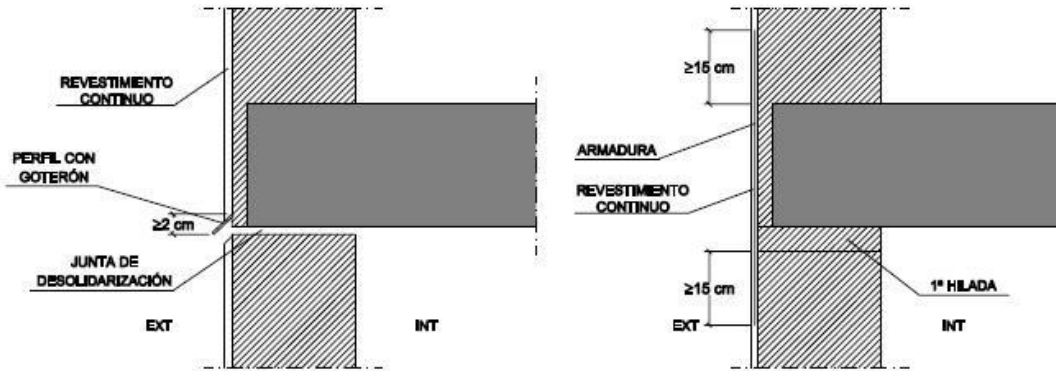


Figura 2.8 Ejemplos de encuentros de la fachada con los forjados

- 2 -Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.
- 3- Cuando el paramento exterior de la *hoja principal* sobresalga del borde del forjado, el vuelo debe ser menor que  $1/3$  del espesor de dicha hoja.
- 4 -Cuando el forjado sobresalga del plano exterior de la fachada debe tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de  $10^\circ$  como mínimo y debe disponerse un goterón en el borde del mismo.

#### 2.3.3.4 Encuentros de la fachada con los pilares

- 1- Cuando la *hoja principal* esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con *revestimiento continuo*, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.
- 2 -Cuando la *hoja principal* esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la *hoja principal* por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (Véase la figura 2.9).

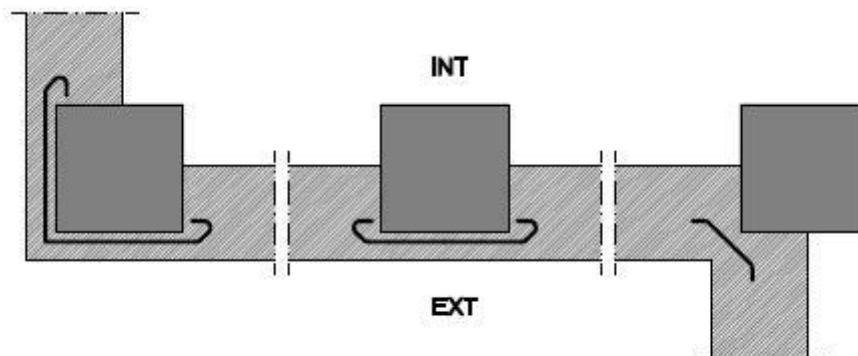


Figura 2.9 Ejemplo de encuentro de la fachada con los pilares

#### 2.3.3.5 Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles

- 1 -Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.

2- Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación (Véase la figura 2.10). Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.

3 -Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:

a) un conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados 1,5 m como máximo (Véase la figura 2.10);

b) un conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas 1,5 m como máximo, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.

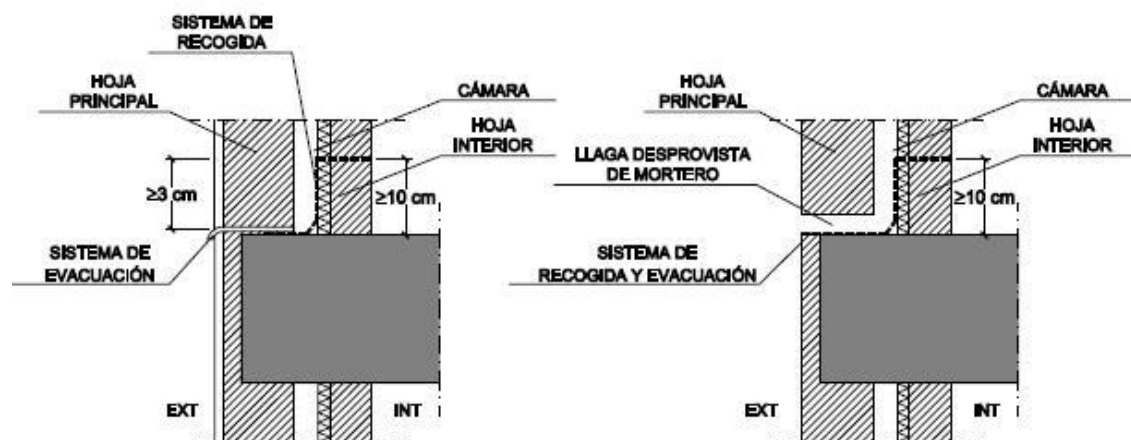
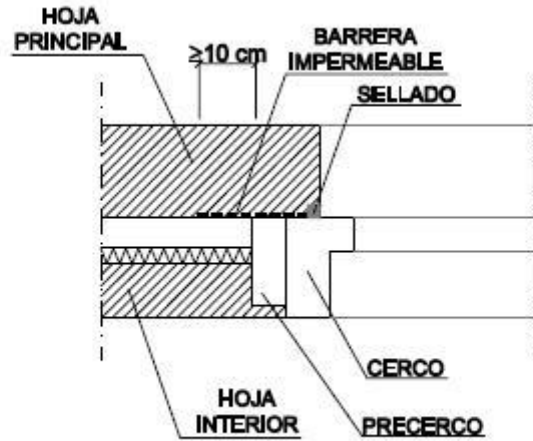


Figura 2.10 Ejemplo de encuentro de la cámara con los forjados

### 2.3.3.6 Encuentro de la fachada con la carpintería

1 -Cuando el *grado de impermeabilidad* exigido sea igual a 5, si las carpinterías están retranqueadas respecto del paramento exterior de la fachada, debe disponerse precerco y debe colocarse una barrera impermeable en las jambas entre la *hoja principal* y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro (Véase la figura 2.11).

2-Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.



**Figura 2.11 Ejemplo de encuentro de la fachada con la carpintería**

3- Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discorra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

4 -El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10º como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10º como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (Véase la figura 2.12).

5- La junta de las piezas con goterón deben tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

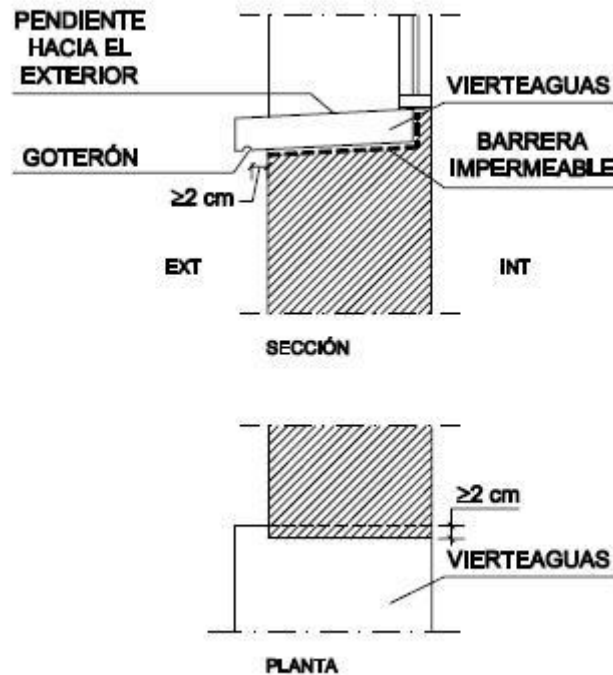


Figura 2.12 Ejemplo de vierteaguas

### 2.3.3.7 Antepechos y remates superiores de las fachadas

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

2- Las albardillas deben tener una inclinación de  $10^\circ$  como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de  $10^\circ$  como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

### 2.3.3.8 Anclajes a la fachada

1 - Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

### 2.3.3.9 Aleros y cornisas

1- Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de  $10^\circ$  como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben:

a) ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos;



b) disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate;

c) disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.

2- En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

3 - La junta de las piezas con goterón deben tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

## 4 Productos de construcción

### 4.1 Características exigibles a los productos

#### 4.1.1 Introducción

1 -El comportamiento de los edificios frente al agua se caracteriza mediante las propiedades hídricas de los productos de construcción que componen sus cerramientos.

2 -Los productos para aislamiento térmico y los que forman la *hoja principal* de la fachada se definen mediante las siguientes propiedades:

a) la *succión* o absorción al agua por capilaridad a corto plazo por inmersión parcial ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ,  $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})]0,5$  ó  $\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ );

b) la *absorción* al agua a largo plazo por inmersión total ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

3 -Los productos para la *barrera contra el vapor* se definen mediante la resistencia al paso del vapor de agua ( $\text{MN} \cdot \text{s}/\text{g}$  ó  $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{mg}$ ).

4 -Los productos para la impermeabilización se definen mediante las siguientes propiedades, en función de su uso:

a) estanquidad;

b) resistencia a la penetración de raíces;

c) envejecimiento artificial por exposición prolongada a la combinación de radiación ultravioleta,

elevadas temperaturas y agua;

d) resistencia a la fluencia ( $^{\circ}\text{C}$ );

e) estabilidad dimensional (%);

f) envejecimiento térmico ( $^{\circ}\text{C}$ );

g) flexibilidad a bajas temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ );

h) resistencia a la carga estática (kg);

i) resistencia a la carga dinámica (mm);

j) alargamiento a la rotura (%);

k) resistencia a la tracción ( $\text{N}/5\text{cm}$ ).



#### 4.1.2 Componentes de la hoja principal de fachadas

- 1 -Cuando la *hoja principal* sea de ladrillo cerámico, los ladrillos deben tener como máximo una *succión* de  $0,45 \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$  medida según el ensayo de UNE 67 031:1985.
- 2 -Cuando la *hoja principal* sea de bloque de hormigón, salvo de bloque de hormigón curado en autoclave, el valor de *absorción* de los bloques medido según el ensayo de UNE 41 170:1989 debe ser como máximo  $0,32 \text{ g}/\text{cm}^3$ .
- 3- Cuando la *hoja principal* sea resistente y de bloque de hormigón visto, el valor medio del coeficiente de *succión* de los bloques medido según el ensayo de UNE EN 772 11:2001 y para un tiempo de 10 minutos debe ser como máximo  $5 \text{ [g}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})]$ 0,5 y el valor individual del coeficiente debe ser como máximo  $7 \text{ [g}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})]$ 0,5.
- 4- Cuando la hoja principal sea de ladrillo o de bloque sin *revestimiento exterior*, los ladrillos y los bloques deben ser caravista.

#### 4.1.3 Aislante térmico

- 1- Cuando el aislante térmico se disponga por el exterior de la hoja principal, debe ser *no hidrófilo*.

### 5.1.3 Fachadas

#### 5.1.3.1 Condiciones de la *hoja principal*

- 1- Cuando la *hoja principal* sea de ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación.  
Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o moderada, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.
- 2- Deben dejarse *enjarjes* en todas las hiladas de los encuentros y las esquinas para trabar la fábrica.
- 3 -Cuando la *hoja principal* no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la *hoja principal* debe evitarse la adherencia de ésta con los pilares.
- 4- Cuando la *hoja principal* no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados, debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la *hoja principal* debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.

#### 5.1.3.2 Condiciones del revestimiento intermedio

- 1 Debe disponerse adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.

#### 5.1.3.3 Condiciones del *aislante térmico*

- 1 Debe colocarse de forma continua y estable.
- 2 Cuando el *aislante térmico* sea a base de paneles o mantas y no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el *aislante térmico* debe disponerse en

contacto con la hoja interior y deben utilizarse elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.

**5.1.3.4 Condiciones de la cámara de aire ventilada**

1 Durante la construcción de la fachada debe evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire y en las llagas que se utilicen para su ventilación.

**5.1.3.5 Condiciones del revestimiento exterior**

1 Debe disponerse adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

**5.1.3.4 Condiciones de los puntos singulares**

2 Las juntas de dilatación deben ejecutarse aplomadas y deben dejarse limpias para la aplicación del relleno y del sellado.

**6 Mantenimiento y conservación**

1 -Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 6.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

**Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento**

	<b>Operación</b>	<b>Periodicidad</b>
<b>Muros</b>	Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos	1 año <sup>(1)</sup>
	Comprobación de que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no están obstruidas	1 año
	Comprobación del estado de la impermeabilización interior	1 año
<b>Suelos</b>	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación	1 año <sup>(2)</sup>
	Limpieza de las arquetas	1 año <sup>(2)</sup>
	Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje	1 año
	Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año
<b>Fachadas</b>	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10 años
<b>Cubiertas</b>	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 año <sup>(1)</sup>
	Recolocación de la grava	1 año
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años

<sup>(1)</sup> Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.

<sup>(2)</sup> Debe realizarse cada año al final del verano.



## -CTE-DB-HE (AHORRO ENERGIA):

### Sección HE 1

### Limitación de demanda energética:

#### 1 Generalidades

##### 1.1. Ámbito de aplicación

1 Esta Sección es de aplicación en:

- a) edificios de nueva construcción;
- b) modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus *cerramientos*.

2- Se excluyen del campo de aplicación:

- a) aquellas edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas;
- b) edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto;
- c) edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas;
- d) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- e) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;
- f) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

##### 1.2 Procedimiento de verificación

1 Para la correcta aplicación de esta Sección deben realizarse las verificaciones siguientes:

a) en el proyecto se optará por uno de los dos procedimientos alternativos de comprobación siguientes:

i) **opción simplificada**, basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los *cerramientos* y *particiones interiores* que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 y a obras de rehabilitación de edificios existentes;

ii) **opción general**, basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción. Esta opción podrá aplicarse a todos los edificios que cumplan los requisitos especificados en 3.3.1.2.



En ambas opciones se limita la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los *cerramientos* y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, para unas condiciones normales de utilización de los edificios.

b) durante la construcción de los edificios se comprobarán las indicaciones descritas en el apartado 5.

## 2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

### 2.1 Demanda energética

1 -La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2.

2- La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los *cerramientos* y *particiones interiores* que componen su *envolvente térmica*, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2.

3 -Los parámetros característicos que definen la *envolvente térmica* se agrupan en los siguientes tipos:

- a) transmitancia térmica de muros de fachada UM;
- b) transmitancia térmica de cubiertas UC;
- c) transmitancia térmica de suelos US;
- d) transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno UT;
- e) transmitancia térmica de huecos UH ;
- f) factor solar modificado de huecos FH;
- g) factor solar modificado de lucernarios FL;
- h) transmitancia térmica de medianerías UMD.

4- Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los *cerramientos* y *particiones interiores* de la *envolvente térmica* tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

**Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup> K**

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos <sup>(2)</sup>	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado.

5- En edificios de viviendas, las *particiones interiores* que limitan las *unidades de uso* con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a 1,2 W/m<sup>2</sup>K.

## 2.2 Condensaciones

1- Las condensaciones superficiales en los *cerramientos* y *particiones interiores* que componen la *envolvente térmica* del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

2- Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los *cerramientos* y *particiones interiores* que componen la *envolvente térmica* del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

## 2.3 Permeabilidad al aire

1 -Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los *cerramientos* se caracterizan por su permeabilidad al aire.

2- La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los *cerramientos* que limitan los *espacios habitables* de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1.

3 -La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a los siguientes:

- a) para las zonas climáticas A y B: 50 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>;
- b) para las zonas climáticas C, D y E: 27 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>.

## 5 Construcción

### 5.2 Control de la ejecución de la obra

#### 5.2.1 Cerramientos y *particiones interiores* de la *envolvente térmica*

1 -Se prestará especial cuidado en la ejecución de los puentes térmicos integrados en los *cerramientos* tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana, atendiéndose a los detalles constructivos correspondientes.

2 -Se controlará que la puesta en obra de los aislantes térmicos se ajusta a lo indicado en el proyecto, en cuanto a su colocación, posición, dimensiones y tratamiento de puntos singulares.

3 -Se prestará especial cuidado en la ejecución de los puentes térmicos tales como frentes de forjado y encuentro entre *cerramientos*, atendiéndose a los detalles constructivos correspondientes.



### 5.2.2 Condensaciones

1- Si es necesario la interposición de una barrera de vapor, ésta se colocará en la cara caliente del cerramiento y se controlará que durante su ejecución no se produzcan roturas o deterioros en la misma.

### 5.2.3 Permeabilidad al aire

1- Se comprobará que la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, se realiza de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire especificada según la zonificación climática que corresponda.

## -CTE-DB-SE-F (FABRICAS):

### 2.2 Juntas de movimiento

1 Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, teniendo en cuenta, para las fábricas sustentadas, las distancias indicadas en la tabla 2.1. Dichas distancias corresponden a edificios de planta rectangular o concentrada. Si la planta tiene forma asimétrica, con alas en forma de L, U, etc, cuyas longitudes sean mayores que la mitad de las indicadas, se dispondrán juntas en las proximidades de los puntos de encuentro de las mismas. Siempre que sea posible la junta se proyectará con solape (véase figura 2.1).

Tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)		
de piedra natural	30		
de piezas de hormigón celular en autoclave	22		
de piezas de hormigón ordinario	20		
de piedra artificial	20		
de piezas de árido ligero ( excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20		
de piezas de hormigón ligerode piedra pómez o arcilla expandida	15		
de ladrillo cerámico <sup>(1)</sup>	Retracción final (mm/m)	Expansión final por humedad (mm/m)	
	≤ 0,15	≤ 0,15	30
	≤ 0,20	≤ 0,30	20
	≤ 0,20	≤ 0,50	15
	≤ 0,20	≤ 0,75	12
	≤ 0,20	≤ 1,00	8

<sup>(1)</sup> Puede interpolarse linealmente

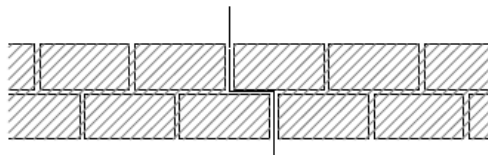


Figura 2.1 Junta de dilatación con solape. Esquema en planta

## 4 Materiales

### 4.1 Piezas

1 Las piezas para fábricas se designan por sus medidas modulares (medida nominal más el ancho habitual de la junta). El uso de morteros de junta delgada, o de ancho inusual modifica la relación entre las medidas nominal y modular.

2 Las piezas para la realización de fábricas se clasifican en los grupos definidos en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Grupos de piezas

Característica	Maciza	Perforada		Grupo Aligerada		Hueca	
		cerámica	hormigón	cerámica	hormigón	cerámica	hormigón
Volumen de huecos (% del n bruto) <sup>(1)</sup>	≤ 25	≤ 45	≤ 50	≤ 55	≤ 60 <sup>(2)</sup>	≤ 70	
Volumen de cada hueco (% del bruto)	≤ 12,5	≤ 12,5	≤ 25	≤ 12,5	≤ 25	≤ 12,5	≤ 25
Espesor combinado (% del ancho total) <sup>(3)</sup>	≥ 37,5	≥ 30		≥ 20			

<sup>(1)</sup> Los huecos pueden ser huecos verticales que atraviesan las piezas, rebajes o asas.  
<sup>(2)</sup> El límite del 55% para las piezas de cerámica y del 60% para las de hormigón, puede aumentarse si se dispone de ensayos que confirmen que la seguridad de las fábricas no se reduce de modo importante.  
<sup>(3)</sup> El espesor combinado es la suma de los espesores de las paredes y tabiquillos de una pieza, medidos perpendicularmente a la cara del muro.

3 La disposición de huecos será tal que evite riesgos de aparición de fisuras en tabiquillos y paredes de la pieza durante la fabricación, manejo o colocación.

4 La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas será de 5 N/mm<sup>2</sup>.

### 4.2 Morteros

1 Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectificadas o moldeadas y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

2 Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

a) Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm<sup>2</sup>

b)

b) Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena) La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de  $f_m$  supuesto.

3 El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.



## 4.6 Fábricas

### 4.6.1 Categoría de la ejecución

1 A efectos de cálculo se consideran tres categorías de ejecución: A, B y C, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 8.2.1 y en el anejo de control de este DB. En los elementos de fábrica armada se especificará sólo clases A o B. En los elementos de fábrica pretensada se especificará clase A.

### 4.6.2 Resistencia a compresión

1 Se define resistencia característica a la compresión de la fábrica,  $f_k$ , a la que puede determinarse mediante ensayos sobre probetas de fábrica según los criterios que se indican en el anejo C. Por tratarse de un material que no es isótropo, la resistencia se refiere a la dirección en que actúa el esfuerzo.

2 La resistencia característica a la compresión de la fábrica,  $f_k$ , correspondiente a un esfuerzo normal a los tendeles, se podrá tomar por referencia a los valores de la tabla 4.4, que recoge los casos más usuales, o en general, deducirla de las expresiones del Anejo C.

Tabla 4.4 Resistencia característica a la compresión de fábricas usuales  $f_k$  (N/mm<sup>2</sup>)

Resistencia normalizada de las piezas, $f_b$ (N/mm <sup>2</sup> )	10		15		20		25
Resistencia del mortero, $f_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	5	7,5	7,5	10	10	15	15
Ladrillo macizo con junta delgada	5	5	7	7	9	10	11
Ladrillo macizo	4	4	6	6	8	8	10
Ladrillo perforado	4	4	5	6	7	8	9
Bloques aligerados	3	4	5	5	6	7	8
Bloques huecos	2	3	4	4	5	6	6

3 Cuando la sollicitación sea paralela a los tendeles, la resistencia característica a compresión puede determinarse con el anejo C, adoptando como resistencia normalizada a compresión  $f_b$  de la pieza la correspondiente a dicha dirección.

### 4.6.3 Resistencia a cortante

1 Como resistencia característica a cortante,  $f_{vk}$ , de una fábrica con mortero ordinario y juntas llenas se puede tomar:

$$\text{mortero ordinario y juntas llenas } f_{vk} = f_{vko} + 0,36 \cdot \sigma_k \leq 0,065 f_b \quad (4.1)$$

$$\text{mortero ordinario y llagas a hueso } f_{vk} = f_{vko} + 0,45 \cdot \sigma_k \leq 0,045 f_b \quad (4.2)$$

$$\text{mortero ordinario y tendel hueco } f_{vk} = f_{vko} g/t + 0,36 \cdot \sigma_{kd} \leq 0,050 f_b \quad (4.3)$$

Sin superar el valor límite de la tabla 4.5, donde:ç

$f_{vko}$  es la resistencia a corte puro, con tensión de compresión nula, que puede determinarse de la tabla 4.6 para morteros ordinarios;  
 $\sigma_k$  si hay compresión, la tensión característica normal media perpendicular a la tabla, debida a la compresión debida a las cargas permanentes sobre el nivel considerado,  $f_b$  es la resistencia normalizada a compresión de las piezas de fábrica, con el esfuerzo actuando perpendicular a la tabla,  $g/t$  en fábrica de tendeles huecos, la relación de ancho total de las dos bandas de mortero, cada una de ancho no menor de 30 mm, en los bordes exteriores de la pieza, maciza, a ancho total de muro. (véase figura 6.4).

2 El cálculo de  $f_{vk}$ , en las fábricas de mortero de junta delgada, con piezas de hormigón celular de autoclave, silico-calcáreas o de hormigón, se asimila al de piezas del mismo grupo y morteros de M10 a M20.

3 La resistencia a cortante puro de la fábrica  $f_{vko}$ , cuando contenga barreras antihumedad se determinará con el mismo criterio utilizado para las fábricas de tendel hueco.

Tabla 4.5 Resistencia característica a cortante para fábricas de mortero ordinario

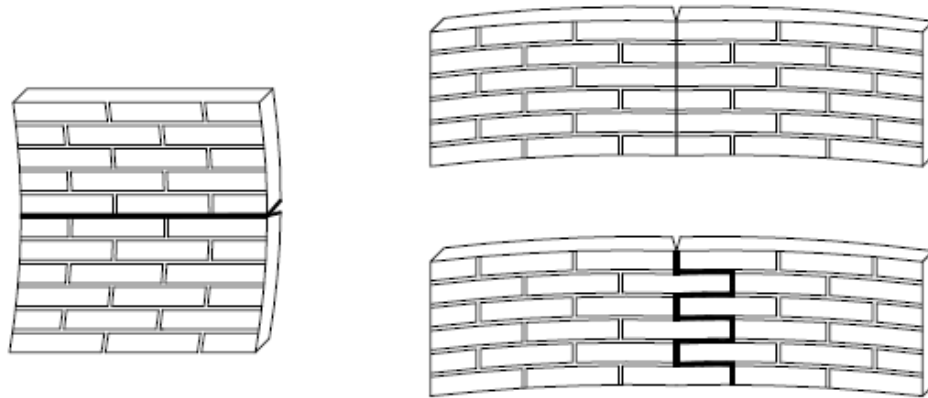
Tipo de piezas	Mortero	$f_{vko}$ (N/mm <sup>2</sup> )			Límite de $f_{vk}$ (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>		
		M1	M2,5	M10	M1	M2,5	M10
macizas	Ladrillo cerámico	0,1	0,2	0,3	1,2	1,5	1,7
	Piedra natura	0,1	0,15	-	1,0	1,0	-
	Otras	0,1	0,15	0,2	1,2	1,5	1,7
perforadas	Ladrillo cerámico	0,1	0,2	0,3	1,4*	1,2*	1,0*
	Otras	0,1	0,15	0,2	1,4*	1,2*	1,0*
aligeradas		0,1	0,15	0,2	1,4*	1,2*	1,0*
huecas		0,1	0,2	0,3	**	**	**

\* La menor de las resistencias longitudinales a compresión.  
 \*\* Sin más limitaciones que las dadas por la ecuación 4.1  
<sup>(1)</sup> Para llagas a hueso, o con tendel hueco, el valor es el 70% del consignado

#### 4.6.4 Resistencia a flexión

1 En función del plano de rotura, se pueden considerar dos resistencias características a flexión (figura 4.1):

- a)  $f_{xk1}$ , si el plano de rotura es paralelo a los tendeles
- b)  $f_{xk2}$ , si el plano de rotura es perpendicular a los tendeles



a) Plano de rotura paralelo a los tendeles

b) Plano de rotura perpendicular a los tendeles

**Figura 4.1 Modos de flexión en fábricas.**

2 Como resistencia característica a flexión de la fábrica pueden tomarse la de la tabla 4.6

**Tabla 4.6 Resistencia a flexión de la fábrica (N/mm<sup>2</sup>)**

Tipo de pieza	Morteros ordinarios				Morteros de junta delgada		Morteros ligeros	
	$f_m < 5 \text{ N/mm}^2$		$f_m \geq 5 \text{ N/mm}^2$		$f_{xk1}$	$f_{xk2}$	$f_{xk1}$	$f_{xk2}$
	$f_{xk1}$	$f_{xk2}$	$f_{xk1}$	$f_{xk2}$				
Cerámica	0,10	0,20	0,10	0,40	0,15	0,15	0,10	0,10
Sílico-calcáreos	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	-	-
Hormigón ordinario	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	-	-
Hormigón celular de autoclave	0,05	0,40	0,10	0,40	0,15	0,20	0,10	0,15
Piedra artificial	0,05	0,40	0,10	0,40	-	-	-	-
Piedra natural	0,05	0,20	0,10	0,40	0,15	0,15	-	-

3 En el caso en que se adopten disposiciones especiales sobre la trabajabilidad del mortero y su penetración en los huecos de las piezas se podrá adoptar como resistencia a la tracción la de 0,1  $f_k$ .

4 La resistencia a flexión por tendeles se empleará solamente con combinaciones de carga que incluyan acciones variables normales a la superficie de la fábrica (por ejemplo: viento). No se considerará dicha resistencia cuando la rotura de la fábrica por flexión origine el colapso o la pérdida de estabilidad del edificio o alguna de sus partes, o en caso de acción sísmica.

## 5 Comportamiento estructural:

Aunque no se vaya a realizar un cálculo estructural en el presente proyecto, tenemos que saber cuáles son las restricciones para su espesor, por lo tanto hacemos una guía visual del mismo:

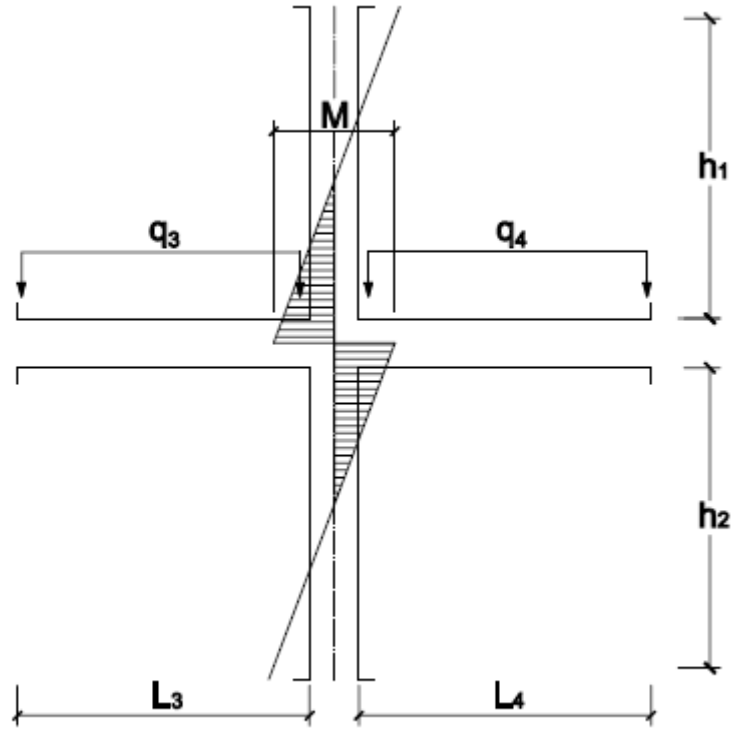


Figura 5.1 Análisis simplificado de un nudo.

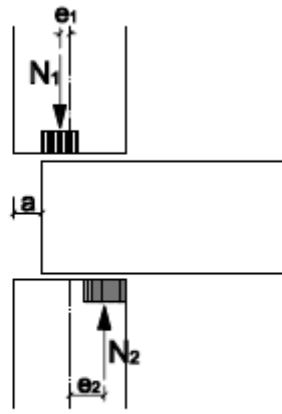


Figura 5.2 Equilibrio de nudos intermedios.

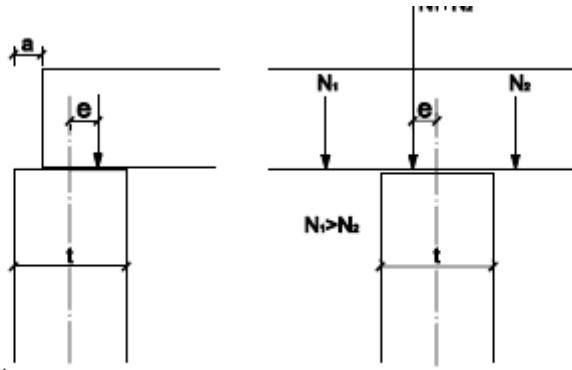


Figura 5.3 Excentricidad de apoyo en cabeza de muro superior

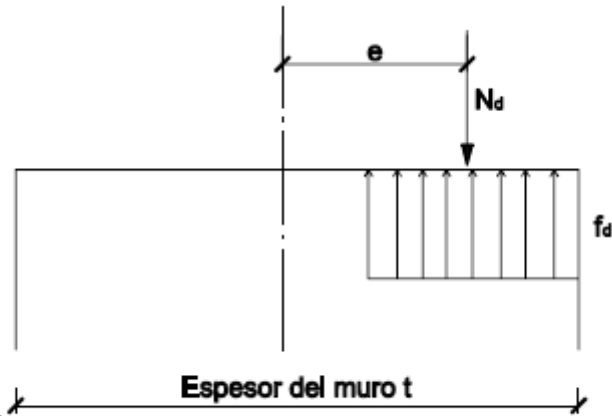


Figura 5.4 Excentricidad del esfuerzo normal de cálculo.

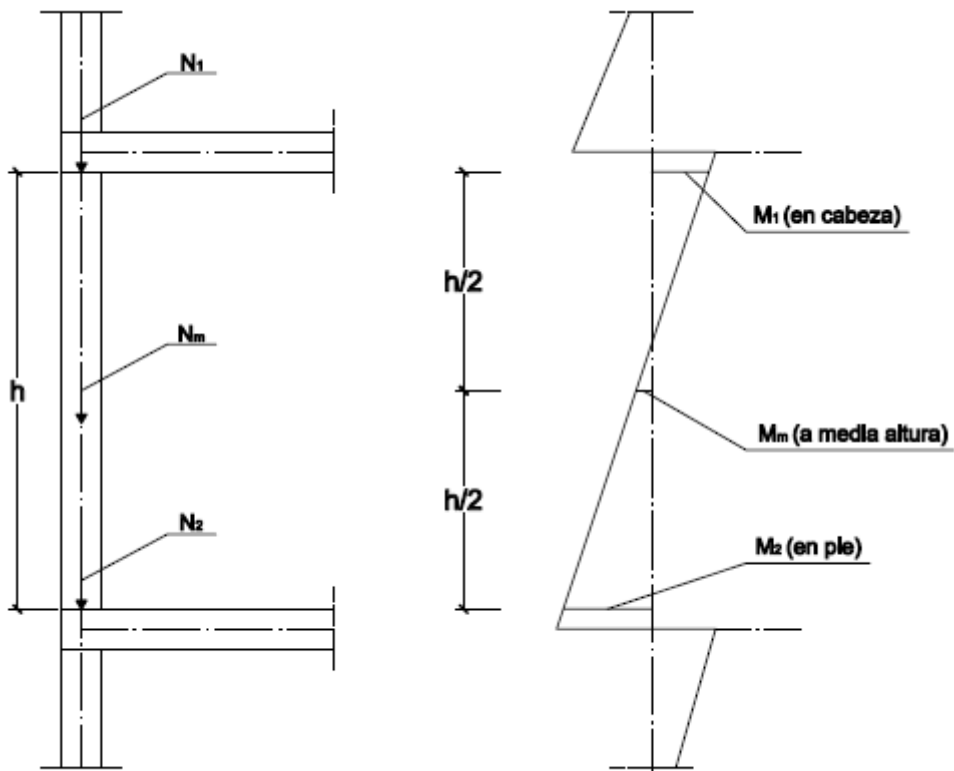


Figura 5.5. Normales y momentos flectores en un muro.

## -CTE-DB-SE-M (MADERAS):

### 3.2 Protección de la madera

1 La madera puede sufrir daños causados por agentes bióticos y abióticos. El objetivo de la protección preventiva de la madera es mantener la probabilidad de sufrir daños por este origen en un nivel aceptable.

2 El fabricante de un producto indicará, en el envase y documentación técnica del dicho producto, las instrucciones de uso y mantenimiento.

Después de este recorrido por la normativa, tendremos en cuenta en el siguiente cuadro lo que se debe tener en cuenta:

Requisito	Exigencia	Característica	Aplicable a	Nivel de definición según tabla 2
Seguridad estructural (SE)	SE1: Resistencia y estabilidad	Resistencia mecánica y estabilidad	Hoja interior y Hoja exterior	Nivel 1
	SE2: Aptitud de servicio	Deformación (flechas y desplomes)	Hoja interior y Hoja exterior	Nivel 2
Seguridad en caso de incendio (SI)	SI1: Propagación interior	Reacción al fuego de la cara interior	Hoja interior	Nivel 1
		Reacción al fuego de la cara exterior	Hoja exterior	Nivel 1
	SI2: Propagación exterior	Resistencia al fuego	Hoja interior	Nivel 1
Higiene, salud y protección del medio ambiente (HS)	HS1: Protección frente a la humedad	Grado de impermeabilidad al agua de lluvia	Hoja interior Hoja exterior	Nivel 2
		Capacidad de drenaje de la cámara de aire	Hoja exterior	Nivel 2
		Limitación de condensaciones	Hoja interior	Nivel 1
	Sustancias peligrosas	Contenido o desprendimiento de sustancias peligrosas	Materiales de los componentes	Nivel 3
Seguridad de utilización y accesibilidad (SUA)	SUA2: Riesgo de impacto	Resistencia a impactos	Hoja interior Hoja exterior	Nivel 3
	SUA8: Riesgo de acción del rayo	Equipotencialidad	Hoja interior Hoja exterior	Nivel 3
Protección frente al ruido (HR)	HR: Protección contra el ruido	Aislamiento al ruido aéreo procedente del exterior	Hoja interior	Nivel 1
Ahorro de energía y aislamiento térmico (HE)	HE1: Limitación de la demanda energética	Aislamiento térmico	Hoja interior	Nivel 1
		Permeabilidad al aire	Hoja interior	Nivel 2
Otros requisitos adicionales	Durabilidad	Corrosión	Componentes metálicos	Nivel 3
		Comportamiento a envejecimiento acelerado	Materiales de los componentes	Nivel 3
	Identificación de los componentes	Características de los componentes relacionadas con las prestaciones del sistema	Componentes	Nivel 2

Tabla 1. Requisitos, exigencias básicas y características prestacionales aplicables a los cerramientos de fachada ventilada (Fernández,M.,revista Conarquitectura).

Nivel de definición	Nivel 1	Nivel 2			Nivel 3
Exigencia básica	Sí	Sí			Sí
Característica prestacional	Sí		Sí		No
		<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	
Valor límite o criterio de evaluación	Sí	Sí	No	No	No
Método de verificación	Sí	No	Sí	No	No

Tabla 2. Nivel de definición de las exigencias básicas y características prestacionales aplicables a las soluciones alternativas de sistemas constructivos (Fernández,M.,revista Conarquitectura).

Requisitos según **catalogo de elementos constructivos (CTE-2010)** y según tipología de fachada escogida:

**4.2 Fachadas**

Consideraciones previas	
B3	<p><b>Barrera de resistencia muy alta a la filtración:</b> Se considera como tal los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la hoja principal con estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo, con adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad, con permeabilidad suficiente al vapor para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal, adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo, estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.</li> <li>-una cámara de aire ventilada y un aislante no hidrófilo de las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>- la cámara debe disponerse por el lado exterior del aislante;</li> <li>- debe disponerse en la parte inferior de la cámara y cuando esta quede interrumpida, un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada a la misma;</li> <li>- el espesor de la cámara debe estar comprendido entre 3 y 10 cm;</li> <li>- deben disponerse aberturas de ventilación cuya área efectiva total sea como mínimo igual a 120 cm<sup>2</sup> por cada 10 m<sup>2</sup> de paño de fachada entre forjados re-partidas al 50% entre la parte superior y la inferior. Pueden utilizarse como aberturas rejillas, llagas desprovistas de mortero, juntas abiertas en los revestimientos discontinuos que tengan una anchura mayor que 5 mm u otra solución que produzca el mismo efecto.</li> </ul> </li> </ul>
B3'	También puede considerarse equivalente a B3 una cámara de aire ventilada análoga a la anterior en la que el elemento interior de cierre de la cámara no se degrade por la humedad.
R1	<p><b>Revestimiento exterior con una resistencia media a la filtración.</b> Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- revestimientos continuos de las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>- espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada;</li> <li>- adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;</li> <li>- permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;</li> <li>- adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración;</li> <li>- cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.</li> </ul> </li> <li>- revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>- de piezas menores de 300 mm de lado;</li> <li>- fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;</li> <li>- disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero;</li> <li>- adaptación a los movimientos del soporte.</li> </ul> </li> </ul>
R2	<p><b>Revestimiento exterior con una resistencia alta a la filtración.</b> Se considera que proporcionan esta resistencia los revestimientos discontinuos rígidos fijados mecánicamente dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas.</p>



R3	<p>Revestimiento exterior con una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- revestimientos continuos de las siguientes características:</li> <li>- estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;</li> <li>- adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;</li> <li>- permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;</li> <li>- adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;</li> <li>- estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.</li> </ul> <p>- revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);</li> <li>- lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);</li> <li>- placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);</li> <li>- sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.</li> </ul>
R3'	También puede considerarse equivalente a R3 un sistema de paneles prefabricados con juntas estancas.
C1	<p>Hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;</li> <li>- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.</li> </ul>
C1'	<p>También puede considerarse equivalente a C1 una fachada formada por paneles prefabricados de hormigón o un muro de hormigón in situ.</p> <p>También puede considerarse equivalente a C1 un elemento ligero de cerramiento con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibilidad de sus movimientos, debidos a las acciones e influencias previsibles, con el resto de los componentes de la solución;</li> <li>- Permeabilidad al agua y al aire que proporcione una suficiente estanquidad.</li> </ul>
N1	Revestimiento intermedio de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.
N2	Revestimiento intermedio de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.
J1	Juntas de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja.
J1'	También puede considerarse equivalente a J1 las juntas selladas entre paneles prefabricados de hormigón o del hormigón in situ.
J2	<p>Juntas de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;</li> <li>- juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;</li> <li>- cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.</li> </ul>

3.3.2. Paneles de madera

Paneles de madera				
Producto	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
Tablero contrachapado, paneles de madera sólida (SWP) y maderas chapadas laminares (LVL) <sup>(1)</sup>	750< $\rho$ ≤900	0,24	1600	110
	600< $\rho$ ≤750	0,21	1600	110
	500< $\rho$ ≤600	0,17	1600	90
	450< $\rho$ ≤500	0,15	1600	70
	350< $\rho$ ≤450	0,13	1600	70
	250< $\rho$ ≤350	0,11	1600	50
	$\rho$ ≤250	0,09	1600	50
Tablero de partículas	640< $\rho$ ≤820	0,18	1700	20
	450< $\rho$ ≤640	0,15	1700	20
	270< $\rho$ ≤450	0,13	1700	20
	180< $\rho$ ≤270	0,10	1700	20
Tablero de partículas con cemento	≤1200	0,23	1500	30
Tableros de fibras, incluyendo MDF <sup>(2)</sup>	750< $\rho$ ≤1000	0,20	1700	20
	550< $\rho$ ≤750	0,18	1700	20
	350< $\rho$ ≤550	0,14	1700	12
	200< $\rho$ ≤350	0,10	1700	6
	$\rho$ ≤200	0,07	1700	2
Paneles de fibras con conglomerante hidráulico	450< $\rho$ ≤550	0,15	1700	12
	350< $\rho$ ≤450	0,12	1700	5
	250< $\rho$ ≤350	0,10	1700	5
Tablero de virutas orientadas (OSB)	$\rho$ ≤ 650	0,13	1700	30

3.5 Morteros

Morteros				
Material	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco o enlucido <sup>(1)(2)</sup>	$\rho$ >2000	1,80	1000	10
	1800< $\rho$ ≤2000	1,30	1000	10
	1600< $\rho$ ≤1800	1,00	1000	10
	1450< $\rho$ ≤1600	0,80	1000	10
	1250< $\rho$ ≤1450	0,70	1000	10
	1000< $\rho$ ≤1250	0,55	1000	10
	750< $\rho$ ≤1000	0,40	1000	10
	500< $\rho$ ≤750	0,30	1000	10
Mortero de áridos ligeros (vermiculita, perlita) <sup>(2)</sup>	$\rho$ ≤ 1000	0,41	1000	10
Mortero de yeso	$\rho$ ≤1600	0,80	1000	6

<sup>(1)</sup> Para el mortero colocado "in situ" se considera una densidad de 1900 kg/m<sup>3</sup>

<sup>(2)</sup> Los valores de diseño anotados corresponden a un percentil del 90% y provienen de los valores declarados obtenidos según la norma UNE EN 1745:2002 y corregidos según los criterios de la norma UNE EN 12524:2000, con factor de corrección de humedad, F<sub>m</sub>, igual a 1,17.

### 3.6.2 Productos de yeso

Productos de yeso				
Producto	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
Placa de yeso o escayola	$750 \leq \rho \leq 900$	0,25	1000	4
Placa de yeso laminado (PYL)	$750 \leq \rho \leq 900$	0,25 <sup>(1)</sup>	1000	4
Placas de yeso armado con fibras minerales	$800 < \rho \leq 1000$	0,25	1000	4

<sup>(1)</sup> La conductividad térmica,  $\lambda$ , incluye el efecto del revestimiento de papel.

### 3.7 Enlucidos

Enlucidos				
Material	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
Enlucido de yeso	$1000 \leq \rho \leq 1300$	0,57	1000	6
	$\rho \leq 1000$	0,40	1000	6
Enlucido de yeso aislante <sup>(1)</sup>	$600 \leq \rho \leq 900$	0,30	1000	6
	$500 \leq \rho \leq 600$	0,18	1000	6

<sup>(1)</sup> Yeso aligerado con perlita o vermiculita

### 3.8 Aislantes

#### 3.8.1 Aislantes térmicos

Aislantes térmicos				
Material o producto	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
Poliestireno Expandido (EPS)	-	0,039 <sup>(1)</sup> – 0,029	-	20 - 100
Poliestireno Expandido Elastificado (EEPS)	-	0,046 – 0,029	-	
Poliestireno Extruído (XPS)				
Expandido con dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	-	0,039 - 0,033	-	100 - 220
Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	-	0,039 - 0,029	-	100 - 220
Lana mineral (MW)	-	0,050 - 0,031	-	1
Espuma rígida de Poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR)				
Proyección con Hidrofluorcarbono HFC	30 - 60	0,028	-	60 - 150
Proyección con dióxido de carbono CO <sub>2</sub> celda cerrada	40 - 60	0,035 - 0,032	-	100 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento permeable a los gases.	-	0,030 - 0,027	-	60 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento impermeable a los gases.	-	0,025 - 0,024	-	$\infty$
Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	15 - 20	0,040	-	$\leq 20$
Otros materiales aislantes)				
Corcho expandido (ICB) <sup>(2)</sup>				
Arcilla Expandida <sup>(3)</sup>	325 - 750	0,148 – 0,095	-	1
Panel de perlita expandida (EPB) (>80%)	140 -240	0,062	-	5
Panel de vidrio celular (CG)	100 -150	0,050	-	$\infty$
Guata o fieltro de poliéster	20 y 50	0,038 – 0,033	-	
Espuma de polietileno reticular	-	0,072 – 0,038	-	
Espuma de polietileno no reticulado	-	0,042 – 0,035	-	

<sup>(1)</sup> Valor recomendado. Existen tipos de poliestireno expandido con una conductividad de hasta 0,046 W/mK

<sup>(2)</sup> Véase el apartado 3.3 Maderas

<sup>(3)</sup> Las características de la arcilla expandida corresponden únicamente al árido suelto

### 3.9 Plásticos

#### 3.9.1 Plásticos

Plásticos				
Material o producto	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$C_p$ J / kg·K	$\mu$
Acrílicos	1050	0,20	1500	10000
Cloruro de polivinilideno (PVDC)				
Cloruro de polivinilo (PVC)	1390	0,17	900	50000
Fenol formaldehído (PF) (Baquelina)				
Linóleo	1200	0,17	1400	800
Poliacetato	1410	0,30	1400	100000
Poliamida (nylon) (PA)	1150	0,25	1600	50000
Poliamida 6.6 (PA6.6) 25%fibra vidrio	1450	0,30	1600	50000
Policarbonatos (PC)	1200	0,20	1200	5000
Poliestireno (PS)	1050	0,16	1300	100000
Polietileno alta densidad (HDPE)	980	0,50	1800	100000
Polietileno baja densidad (LDPE)	920	0,33	2200	100000
Polimetilmetacrilato (PMMA)	1180	0,18	1500	50000
Polipropileno (PP)	910	0,22	1800	10000
Polipropileno 25%fibra vidrio	1200	0,25	1800	10000
Politetrafluoretileno (PTFE)	2200	0,25	1000	10000
Poliuretano (PU)	1200	0,25	1800	6000
Resina epoxi	1200	0,20	1400	10000
Resina fenolica	1300	0,30	1700	100000
Resina poliéster no saturado (UP)	1400	0,19	1200	10000

#### 3.10 Cauchos

Cauchos				
Material	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$C_p$ J / kg·K	$\mu$
Butadieno	980	0,25	1000	100000
Butilo, (isobuteno), compacto/colado en caliente	1200	0,24	1400	200000
Caucho celular	60-80	0,06	1500	7000
Caucho natural	910	0,13	1100	10000
Caucho rígido (ebonita), sólido	1200	0,17	1400	$\infty$
Etileno propileno dieno monómero (EPDM)	1150	0,25	1000	6000
Neopreno (policloropreno)	1240	0,23	2140	10000
Poliisobutileno	930	0,20	1100	10000
Polisulfuro	1700	0,40	1000	10000

#### 3.11 Sellantes

Sellantes				
Material	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$C_p$ J / kg·K	$\mu$
Cloruro de polivinilo (PVC) + 40% plastificante	1200	0,14	1000	100000
Espuma de polietileno	70	0,05	2300	100
Espuma de poliuretano (PU)	70	0,05	1500	60
Espuma de silicona	750	0,12	1000	10000
Espuma elastomérica-flexible	60-80	0,05	1500	10000
Sílica gel (desecante)	720	0,13	1000	$\infty$
Silicona masilla	1450	0,50	1000	5000
Silicona pura	1200	0,35	1000	5000
Uretano o poliuretano (rotura de puente térmico)	1300	0,21	1800	60

### 3.14 Cerámicos

Productos cerámicos				
Producto	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W/m·K	$C_p$ J / kg·K	$\mu$
Azulejo cerámico	2300	1,30	840	$\infty$
Bloque cerámico de arcilla aligerada	910	0,28	1000	10
Bovedilla o casetón cerámico	500	0,67	1000	10
Ladrillo hueco LH	770	0,32	1000	10
Ladrillo hueco gran formato GF	650	0,29	1000	10
Ladrillo perforado LP	780	0,35	1000	10
Ladrillo macizo LM	2300	0,85	1000	10
Plaqueta o baldosa cerámica	2000	1,00	800	30
Plaqueta o baldosa de gres	2500	2,30	1000	30
Tablero cerámico	650	0,29	1000	10
Teja de arcilla cocida	2000	1,00	800	30
Teja cerámica-porcelana	2300	1,30	840	30
<b>Gres</b>				
Gres cuarzoso	2600 $\leq \rho \leq$ 2800	2,60	1000	30
Gres(sílice)	2200 $\leq \rho \leq$ 2590	2,30	1000	30
Gres calcáreo	2000 $\leq \rho \leq$ 2700	1,90	1000	20

### 3.15.2 Acristalamientos incoloros

Acristalamientos incoloros											
Composición		Vidrios normales			1 Vidrio normal + 1 vidrio de baja emisividad <sup>(8)</sup>						
Tipo	Espesor (mm)	g.L.	$\epsilon = 0,89$		g.L.	$0,2 \geq \epsilon > 0,1$		$0,1 \geq \epsilon > 0,03$		$\epsilon \leq 0,03$	
			$U_{H,V}$ Horiz (1) (4)	$U_{H,V}$ Vert (2) (4)		$U_{H,V}$ Horiz (1) (4)	$U_{H,V}$ Vert (2) (4)	$U_{H,V}$ Horiz (1) (4)	$U_{H,V}$ Vert (2) (4)	$U_{H,V}$ Horiz (1) (4)	$U_{H,V}$ Vert (2) (4)
			W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K		W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K
Vidrio sencillo	4	0,85	6,9	5,7	-	-	-	-	-	-	-
	6	0,83	6,8	5,7	-	-	-	-	-	-	-
	8	0,80	6,8	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	10	0,78	6,7	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	12	0,76	6,6	5,5	-	-	-	-	-	-	-
Vidrio Laminar <sup>(5)</sup>	3+3	0,80	6,8	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	4+4	0,77	6,7	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	5+5	0,75	6,6	5,5	-	-	-	-	-	-	-
	6+6	0,74	6,5	5,4	-	-	-	-	-	-	-
	8+8	0,70	6,3	5,3	-	-	-	-	-	-	-
	10+10	0,70	6,2	5,2	-	-	-	-	-	-	-
Unidades de vidrio aislante <sup>(8)</sup>	4-6-(4...10)	0,76	3,6	3,3	0,63	3,0	2,7	2,8	2,6	2,6	2,4
	4-9-(4...10)		3,4	3,0		2,7	2,3	2,5	2,1	2,3	1,9
	4-12-(4...10)		3,4	2,8		2,6	2,0	2,4	1,8	2,2	1,6
	4-15-(4...10)		3,4	2,7		2,6	1,8	2,4	1,6	2,2	1,4
	4-20-(4...10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,1	1,4
Unidades de vidrio aislante con vidrio laminar <sup>(6)(8)</sup>	4-6-(3+3...10+10)	0,73	3,6	3,2	0,55	2,9	2,7	2,8	2,5	2,6	2,4
	4-9-(3+3...10+10)		3,4	3,0		2,6	2,3	2,4	2,1	2,3	1,9
	4-12-(3+3...10+10)		3,4	2,8		2,6	2,0	2,4	1,8	2,2	1,6
	4-15-(3+3...10+10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,2	1,4
	4-20-(3+3...10+10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,1	1,4

<sup>(1)</sup> Se consideran vidrios en posición horizontal aquellos cuya inclinación sea menor que 80° respecto a la horizontal.

<sup>(2)</sup> Se consideran vidrios en vertical aquellos cuya inclinación sea mayor que 80° respecto a la horizontal.

<sup>(3)</sup> Para composiciones de doble acristalamiento con un vidrio de control solar se considerará un valor por defecto de factor solar, g.L., comprendido entre 0,40-0,70.

<sup>(4)</sup> Los valores de transmitancia han sido calculados según la metodología de la norma UNE EN 673:1998 "Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica, U. Método de cálculo" y las normas UNE 673/A1:2001 y UNE-EN 673/A2:2003 "Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica (valor U). Método de cálculo."

<sup>(5)</sup> Los números separados por el símbolo + indican el espesor de los vidrios laminares con 1 butiral de 0,38 mm.

<sup>(6)</sup> Los números separados por guiones formando tres conjuntos indican el espesor de las unidades de vidrio aislante o doble acristalamiento. El primer número se refiere al espesor del vidrio, el segundo se refiere al espesor

### 3.16 Marcos

Marcos			
Producto	HE		
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> ·K) vertical	$U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> ·K) horizontal
<b>Metálico</b>			
Normal	-	5,7	7,2
Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	-	4	4,5
Con rotura de puente térmico > 12 mm	-	3,2	3,5
<b>Madera</b>			
Madera de densidad media alta	700	2,2	2,4
Madera de densidad media baja	500	2	2,1
<b>PVC</b>			
PVC (dos cámaras)	-	2,2	2,4
PVC (tres cámaras)	-	1,8	1,9

### 3.17 Fábricas

#### 3.17.1 Fábrica de ladrillo cerámico

Fábrica de ladrillo cerámico					
Descripción		HE			
Fábrica <sup>(1)</sup>	Espesor de la fábrica E mm	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$R^{(1) (2)}$ m <sup>2</sup> ·K/ W	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
<b>Ladrillo hueco LH</b>					
Tabique de LH sencillo	40 ≤ E ≤ 60	1000	0,09	1000	10
Tabicón de LH doble	60 < E ≤ 90	930	0,16	1000	10
Tabicón de LH triple	100 ≤ E ≤ 110	920	0,23	1000	10
<b>Ladrillo hueco gran formato GF<sup>(3)</sup></b>					
Tabique de LH sencillo GF	40 ≤ E ≤ 60	670	0,18	1000	10
Tabicón de LH doble GF	60 < E ≤ 90	630	0,33	1000	10
Tabicón de LH triple GF	100 ≤ E ≤ 110	620	0,48	1000	10
<b>Ladrillo perforado LP</b>					
½ pie	40 ≤ G ≤ 60	115 ó 130	0,18	1000	10
	60 < G ≤ 80	115 ó 130	0,21	1000	10
	80 < G ≤ 100	115 ó 130	0,23	1000	10
1 pie	40 ≤ G ≤ 60	240 ó 280	0,35	1000	10
	60 < G ≤ 80	240 ó 280	0,41	1000	10
	80 < G ≤ 100	240 ó 280	0,47	1000	10
<b>Ladrillo macizo LM</b>					
½ pie	40 ≤ G ≤ 50	115 ó 130	0,12	1000	10
1 pie	40 ≤ G ≤ 50	240 ó 280	0,17	1000	10

(1) Valores válidos para ladrillos con formato métrico y con formato catalán.

(2) Se ha considerado un mortero de  $\rho = 1900 \text{ kg/m}^3$

(3) Dentro del grupo de piezas del ladrillo hueco gran formato se considera incluido el panel prefabricado de cerámica y yeso

4.6.7 Encuentro de fachada con forjado

FORJADO			R <sub>AT</sub>	ZONA CLIMÁTICA					
				A	B	C	D	E	
FACHADA DE DOBLE HOJA SIN CÁMARA DE AIRE O CON CÁMARA NO VENTILADA	Fo 1.1 Enrasado con cara exterior de fachada		0,4					P	
			1,0					P	
			1,6					P	
			2,2						
			2,8						
	Fo 1.2 Frente de forjado chapado		0,4						P
			1,0						
			1,6						
			2,2						
	Fo 1.3 Hoja exterior pasante por delante del forjado		0,4						
			1,0						
			1,6						
2,2									
FACHADA DE DOBLE HOJA CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA	Fo 2.1 Enrasado con cara exterior de fachada		0,4						
			1,0	P					
			1,6						
			2,2			P			
			2,8			P			
	Fo 2.2 Frente de forjado chapado		0,4						
			1,0		P				
			1,6						
			2,2			P			
	Fo 2.3 Hoja exterior pasante por delante del forjado		0,4						
			1,0		P				
			1,6			P			
2,2									
Fo 2.4 Aislante y cámara de aire ventilada pasante por delante del forjado		0,4							
		1,0							
		1,6							
		2,2							
2,8									

NOTAS

$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,min}$  Cumple la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales según el apdo.3.2.3 del HE1 en caso de forjados con viga plana o descolgada

$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,min}$  Cumple la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales según el apdo.3.2.3 del HE1 en caso de forjado con viga plana

$f_{Rsi} < f_{Rsi,min}$  No cumple la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales según el apdo.3.2.3 del HE1

R<sub>AT</sub> Resistencia térmica del aislante en fachada (m<sup>2</sup>K/W)

BC Bloque cerámico aligerado



1-Ventilada:

4.2.7 Fábrica con revestimiento discontinuo, con cámara de aire ventilada, aislamiento por el interior:

- RE revestimiento exterior discontinuo
- HP hoja principal
  - LC fábrica de ladrillo cerámico (perforado o macizo, cuando el RE se fije mecánicamente)
  - BH fábrica de bloque de hormigón<sup>(8)</sup>
  - BC fábrica de bloque cerámico
  - LHO fábrica de ladrillo perforado de hormigón<sup>(8)</sup>
  - BP fábrica de bloque de picón<sup>(8)</sup>
- C cámara de aire ventilada<sup>(9)</sup>
- AT aislante no hidrófilo
- HI hoja interior
  - LH fábrica de ladrillo hueco
  - BH fábrica de bloque de hormigón
  - BP fábrica de bloque de picón
  - T tablero o panel impermeable
  - YL placa de yeso laminado
- RM revestimiento intermedio (opcional)
- RI revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado

Código	Sección	Datos entrada		HS <sup>(17)</sup>	HE <sup>(2)</sup>	HR		
		RE	GI	U (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>A</sub> (dBA)	R <sub>Air</sub> (dBA)	m <sup>(3)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	
F7.16 <sup>(7)</sup>		R2 o B3	5	$1/(0,43+R_{AT})^{(4)}$ $1/(0,63+R_{AT})^{(5)}$	47 <sup>(4)</sup> 46 <sup>(5)</sup>	44 <sup>(4)</sup> 43 <sup>(5)</sup>	196 <sup>(4)</sup> 175 <sup>(5)</sup>	

2-Muro cortina:

MURO CORTINA											
UVA		unidad de vidrio aislante									
C		cámara de aire ventilada									
Código	Sección <sup>(5)</sup>	Tipo de vidrio	Espesor		HS	HE <sup>(2)</sup>	HR				
			Hoja exterior	Hoja interior	GI <sup>(1)</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>w</sub> (dB)	C (dB)	C <sub>F</sub> (dB)	R <sub>A</sub> (dBA)	R <sub>AT</sub> (dBA)
F.16.1	Zona de visión	Unidades de vidrio aislante <sup>(4)</sup> (cámara de aire de 12 a 20 mm)	-	6-(12...20)-5	2	-	32	-2	-4	30	28
				6-(12...20)-6			31	-1	-4	30	27
				8-(12...20)-5			33	-1	-4	32	29
				8-(12...20)-6			35	-2	-6	33	29
				10-(12...20)-5			35	-2	-5	33	30
				10-(12...20)-6			35	-1	-3	34	32
				10-(12...20)-8							
				10-(12...20)-10							
	Zona opaca	Unidades de vidrio aislante y vidrio laminar <sup>(3)(4)</sup> (cámara de aire de 12 a 20 mm)	-	6-(12...20)-4+4	2	-					
				6-(12...20)-4+5							
				8-(12...20)-4+4							
				8-(12...20)-5+5							
				8-(12...20)-6+6							
				10-(12...20)-5+5							
				10-(12...20)-6+6							
				10-(12...20)-8+8							

3-Paneles de madera:



**4.2.8. Fábrica con revestimiento discontinuo, con cámara de aire ventilada, aislamiento por el exterior:**

FACHADA Hoja principal de fábrica con revestimiento discontinuo							
CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA							
Aislamiento por el exterior							
<p>RE revestimiento exterior discontinuo                      C cámara de aire ventilada<sup>(7)</sup>                      AT aislante no hidrófilo                      HP hoja principal                      → LC fábrica de ladrillo cerámico                      BH fábrica de bloque de hormigón<sup>(6)</sup>                      BC fábrica de bloque cerámico                      LHO fábrica de ladrillo perforado de hormigón<sup>(6)</sup>                      BP fábrica de bloque de picón<sup>(6)</sup>                      RI revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado</p>							
Código	Sección	Datos entrada	HS	HE <sup>(1)</sup> U (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>A</sub> (dBA)	HR <sup>(2)</sup> R <sub>Atr</sub> (dBA)	m (kg/m <sup>2</sup> )
F 8.1		RE	GI	1/(0,47+R <sub>AT</sub> )	42 [43]	39 [40]	156 [168]
		R2	4				
		R3 o B3	5				

4-Fotovoltaica (idem muro cortina):



PORTADA REPERCUSIONES CONSTRUCTIVAS:

Las tipologías elegidas son las siguientes:



Fachada ventilada de gres descontaminante



Muro cortina con vidrio intercalario



Madera baquelizada



Fachada fotovoltaica



### ¿PORQUE HEMOS SELECCIONADO ESTAS TIPOLOGIAS Y NO OTRAS? :

-ESTAS TIPOLOGIAS, TIENEN SIMILITUDES CONSTRUCTIVAS, AUN UTILIZANDO DIFERENTES MATERIAS PRIMAS, SU INTERRELACION ES CASI ESTRICTAMENTE FUNCIONAL PARA PODER CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS.

COMO VENIMOS DICIENDO, LOS INDICES DE SOSTENIBILIDAD SELECCIONADOS, HACEN QUE NOS PLANTEEMOS VARIAS CUESTIONES:

- ¿QUE MATERIAL CUMPLE CON TODOS ESTOS REQUISITOS?

LA RESPUESTA ES: **NINGUNO, PERO SI LA CORRECTA CONFIGURACION ENTRE ALGUNOS DE ELLOS.**

- ¿QUE DEMANDA EXISTE REALMENTE EN EL MERCADO?

LA RESPUESTA ES: **LA INDUSTRIALIZACION, FUNCIONALIDAD, RAPIDEZ Y AHORA MAS QUE NUNCA LA SOSTENIBILIDAD.**

-¿QUE TIPOLOGIAS SE ADAPTAN MAS A LA INDUSTRIALIZACION Y A LA NECESIDAD DE UNA MAYOR SOSTENIBILIDAD, SIEMPRE Y CUANDO RESPETEN LAS NORMAS GENERALES?

LA RESPUESTA ES: **MUCHAS, PERO EN ESPECIAL FACHADAS VENTILADAS Y FACHADAS INDUSTRIALIZADAS COMO PUEDEN SER MUROS CORTINA.**

Por lo tanto, haciendo referencia a los índices de sostenibilidad anteriormente explicados y cumpliendo con los criterios de la normativa (CTE) y el desarrollo del catálogo, obtenemos sistemas actualmente utilizados, pero con una mejora en sus materiales o una alternativa más sostenible tanto para obra nueva como para rehabilitación y evitando consigo las patologías comunes o ayudando a repararlas:

1-VENTILADA CON GRES DESCONTAMINANTE Y LADRILLOS QUE PRODUCEN UN MENOR CONSUMO EN SU FABRICACION **(REDUCE EL CONSUMO DE ENERGIA)**

2-MURO CORTINA CON SISTEMA DE CAMARA INTERMEDIA (INTERCALARIO) ENTRE 2 VIDRIOS ESPECIALES QUE ADAPTAN EL NIVEL SOLAR **(AYUDA A MEJORAR EL AMBIENTE)**

3-VENTILADA DE MADERA BAQUELZADA, CON LAMINAS TRATADAS **(RECURSO NATURAL MAS ANTIGUO Y MEJOR AUE CUALQUIER OTRO)**

4-MURO CORTINA CON SISTEMA DE GRES SOLAR **(AYUDA A CAPTAR OTRO DE LOS RECURSOS NATURALES COMO EL SOL Y ADEMAS LO UTILIZA PARA GENERAR ELECTRICIDAD)**

A continuación, utilizando unas fichas detalladas, explicaremos las propiedades, los índices, las medidas y las ventajas e inconvenientes de los materiales seleccionados.



## LADRILLO CERÁMICO DE PASTA BLANDA , TOMADO CON BIOMORTERO:

Normalmente se realiza con acilla, que es un recurso fácil de obtener y de proximidad en nuestro país, sin embargo su producción genera mucha contaminación: por los gases generados, el polvo en el centro de trabajo, el agua utilizada y el deterioro del paisaje en su extracción, etc.

### **EXTRACCIÓN Y PRODUCCIÓN:**

- **Extracción de arcillas.**

La extracción de arcillas se realiza en canteras y bajo estrictos controles de seguridad y respeto medioambiental (gases de las maquinas e impacto visual).

Una vez explotadas las canteras, estas se regeneran para diferentes usos, preferentemente agrícolas.



- **Molienda.**

Tras la primera mezcla, el proceso de la molienda permite obtener el tamaño deseado de la materia prima para que pueda ser trabajada a continuación. La molienda puede ser realizada por vía seca o vía húmeda. Si se elige la primera opción, se fragmenta la arcilla a la vez que se

mantiene los agregados y aglomerados de partículas, con un tamaño de partículas mayor al que resulta de utilizar la molienda por vía húmeda.

- **Amasado.**

El proceso de amasado consiste en el mezclado íntimo con agua de las materias primas de la composición de la pasta, para obtener una masa plástica moldeable por extrusión.

- **Moldeo.**

Actualmente se realiza el moldeo con máquinas, llamadas galleteras, que permiten obtener productos cerámicos en serie con la mayor calidad y medidas perfectas. Con este sistema, se reduce el consumo de agua en la industria y se puede trabajar con pastas cerámicas más secas.

- **Cortar y apilar.**

Tras su paso por la galletera, el material cerámico se corta y apila, antes de su paso por los hornos de cocción. Las cortadoras son las que dan forma a la pieza cerámica que se va a producir.

- **Cocción.**

Las piezas cerámicas se han apilado en vagonetas que se introducen en los

hornos de cocción cerámica. En estos momentos, la tecnología aplicada en los hornos túneles permite lograr una producción industrial de ladrillos y tejas con un excelente rendimiento térmico. Así se logra reducir el consumo energético y también las emisiones de gases a la atmósfera.

- **Empaquetado.**

Los materiales cerámicos se empaquetan y almacenan para su posterior comercialización. En algunas empresas, esta función está robotizada.

- **Expedición.**

Transporte de los materiales cerámicos al punto de consumo o venta.

Los materiales cerámicos se fabrican empleando las mejores técnicas de producción que incluyen:

- Selección cuidadosa de las materias primas durante la extracción de arcillas. La calidad final del material dependerá, en gran medida, de esta primera selección.
- Mezclado de materias primas mediante pesadas electrónicas en continuo y formulación informatizada.
- Molienda vía seca.
- Movimentación totalmente automatizada y, en muchos casos, robótica
- Secado y cocción de máxima eficiencia energética.

La idea consiste en fabricar **ladrillos de pasta blanda** a partir de materiales residuales: **estériles de cantera de arcilla y escorias GICC de la Central Térmica GICC (Gasificación Inducida de Ciclo Combinado)**

Como resultado de estas investigaciones se ha demostrado la viabilidad de fabricar ladrillos de pasta blanda, en la que se producen ladrillos prensados utilizando los estériles de las canteras de arcilla de la zona y las escorias GICC de las centrales térmicas españolas.

**El ladrillo obtenido no es contaminante, cumple con la normativa vigente, tiene un menor consumo energético, de agua y de materias primas naturales, lo que supone una serie de beneficios medioambientales por lo que se puede considerar una alternativa ecológica para la producción de materiales de construcción.**

### **La materia prima:**

Los estériles de cantera constituyen la cobertura de la formación arcillosa de las canteras que se explotan en España. Están compuestos por arenas y una fracción de arcilla importante de naturaleza illítica y caolinítica fundamentalmente que les permite ser moldeados por prensado.

La escoria GICC es el residuo sólido que se genera en el proceso de combustión del carbón y del coque de la central térmica GICC.

Es un vidrio de color negro, no contaminante, originariamente con una granulometría entre 0,1 y 10 mm. En el proceso cerámico se utiliza como aditivo y tras ser molida por debajo de 2 mm. Actúa en el ladrillo como desgrasante y su utilización supone un ahorro de agua en la fase de moldeo, además de mejorar algunas propiedades de los ladrillos como la absorción, contracción y pérdida por cocción.

### **Ensayo de lixiviados.**

Se realizó un ensayo de determinación de elementos pesados en los lixiviados de un ladrillo sin escoria y otro con un 50% de escoria. Los resultados entre ambas muestras eran similares y las cantidades de los elementos (ppb) muy inferiores a las que indica la norma, por lo que las escorias pueden ser utilizadas como materia prima en materiales cerámicos sin ningún riesgo de contaminación medioambiental por lixiviados.

-Utiliza material reciclado y materias primas naturales

-Su proceso de creación no contamina

-Es biodegradable y reutilizable

-Menor consumo energético

### **TRANSPORTE:**

Aquí se plantea un problema del cual deducimos:

1-Pueden producirse los ladrillos en comunidades cercanas, en las centrales de GICC (las cuales se encuentran en Puertollano) y tener que transportarlo con camiones (emisiones grandes) o bien se utilice un proceso mixto entre camión y tren para reducir el consumo.



2- También se pueden enviar las escorias desde las centrales de GICC a las canteras y que produzcan el propio ladrillo, pero se debe tener la maquinaria precisa para su elaboración y puede que sea muy costoso.

En resumen: este es el único condicionante que tiene esta solución.

Aunque se puede reducir utilizando un sistema sostenible tomado por el ICARO del CATV:

**Palet de fibras de madera conglomerado mediante resinas sintéticas moldeado a alta presión y alta temperatura:**

Se consigue de esta manera un palet ligero de fácil manejo, compacto y resistente. Presenta dimensiones estandarizadas. La materia prima utilizada para la fabricación de estos palets proviene de subproductos y desperdicios de serrerías y residuos forestales por lo que contribuye de manera notable a la conservación del medioambiente. Existen también en el mercado palets de cartón ondulado y papel, lo que hace totalmente reciclable al final de su vida útil. Reduce los costes de transportes, almacenaje y distribución gracias a su reducido peso, además de tener la posibilidad de poder ser encajados entre ellos, reduciendo así el espacio que ocupan en el almacén.



-Utiliza materiales reciclados como materia prima

-Es reciclable

## EJECUCIÓN Y MANTENIMIENTO:

Su ejecución es la misma que la de las fachadas convencionales, sin embargo a la hora de formar el tabique (soporte) proponemos una mejora para hacerlo aun más sostenible:



Aplicando un **BIOMORTERO O MORTERO ECOLOGICO**.

Existen cementos con sello "ECOCEM" el cual se concede por la fabricación de cementos eco-eficientes en cuya fabricación se consumen menos recursos naturales (minerales y combustibles fósiles), se utiliza menos energía y se generan menos emisiones de CO<sub>2</sub>. Siendo fábricas de cemento certificadas por la Norma **ISO 14001**.



Los productos con sello Ecocem reflejan el compromiso con el respeto al medio ambiente y reducen de manera significativa el CO<sub>2</sub> emitido en su proceso de fabricación gracias al uso de:

- Materias primas alternativas**
- Combustibles alternativos**
- Adiciones que mejoran sus propiedades**

Las **materias primas alternativas** pueden ser: suelos contaminados, residuos de limpieza de carreteras y otros que contienen hierro, aluminio o sílice como cenizas volantes y escorias de alto horno.

Dependiendo del tipo de cemento que se desee producir, parte del clínker se puede sustituir por componentes alternativos. Los dos principales y como **adiciones** por ejemplos son las escorias de alto horno, un subproducto del proceso de fabricación del hierro, y las cenizas volantes, uno de los residuos generados de la combustión del carbón en las centrales térmicas.

La manera de producir cemento hasta ahora se basaba en la calcinación de la piedra caliza, lo que deriva en la sobreexplotación de un recurso natural no renovable y en la emisión de CO<sub>2</sub>. Todo ello implica un elevado consumo de energía y un incremento adicional de las emisiones contaminantes.

Para conseguir un mortero ecológico, se utilizan residuos como **combustible alternativo** en su fabricación, evitando así la dependencia energética de los combustibles fósiles y reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> y dando calidad técnica del resultado final, como pueden ser el cauchos de los neumáticos o lodos de la industria papelera.



La legislación de la UE regula el uso de combustibles y materias primas alternativas en la industria cementera europea:

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre residuos.
- Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2000 de Incineración de residuos.
- Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de enero de 2008 de Prevención y el control Integrado de la Contaminación (IPCC).
- Regulación (CE) nº 1013/2006 del Parlamento Europeo del consejo de 14 de junio de 2006 sobre Traslados de residuos.

El porcentaje de sustitución en la industria cementera de la UE es de:

- Combustibles alternativos 18 %
- Materias primas alternativas 5 %
- Componentes alternativos del cemento 12 %

★ **En este apartado se hubiese adoptado la solución de un mortero aun en proceso de investigación y con cualidades mucho mejores que el cemento Portland actual, pero al no estar comercializado y a la espera de que cumpla con la normativa vigente, no se contempla, pero aun así describiremos el cemento en estudio:**

Existe un nuevo cemento capaz de absorber los gases contaminantes y así reducir a cero su contaminación.

La particularidad de este material radica en que, en lugar del tradicional calcio carbonatado utilizado para el Portland, se elabora a partir **silicato de magnesio**, un compuesto muy abundante que necesita de menos energía para producirse y que hasta puede ser creado a partir de biocombustibles.

Además, lo más importante es que este silicato es capaz de absorber dióxido de carbono en el momento de su creación. Esto hace que no sólo se puedan neutralizar

los gases tóxicos implicados su fabricación sino que además es “carbono negativo”, lo que quiere decir que absorbe más de lo que produce.

Según los creadores, lo que se pretende es que una vez en el mercado (algo previsto para el 2015) este material sea ofrecido al mismo precio que el cemento tradicional y con la misma calidad.

Hoy en día, se producen millones de toneladas de cemento tradicional, emitiéndose 800 kilogramos de CO<sub>2</sub> por cada tonelada fabricada. Es por este motivo que resulta fundamental un cambio hacia formas de producción más sostenibles, más aún cuando las soluciones están a la vista y pueden ser llevadas a la práctica muy fácilmente.

### **DECONSTRUCCIÓN Y RECICLADO:**

Es un material reciclable pero únicamente para realizar este tipo de ladrillos.

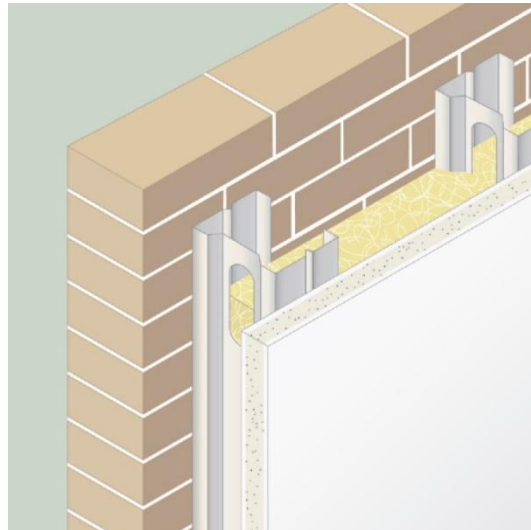




## **TRASDOSADO AUTOPORTANTE DE YESO ALIGERADO CON CORCHO Y AISLAMIENTO CON ROLLO DE CÁÑAMO:**

Para el trasdós hemos elegido paneles de yeso aligerado con corcho.

Material a base de yeso o escayola aligerada con corcho natural (desechos de la poda en forma de granulado) o con corcho artificial (perlas de poliestireno expandido de granulometría media), adecuado para emplearse en forma de paneles en productos prefabricados de construcción, especialmente paneles para particiones y trasdosados. La invención presenta la ventaja de reducir el peso del panel (50% menos que los paneles de escayola solo) y el coste del mismo, manteniendo la resistencia, mejorando el aislamiento térmico y acústico, y facilitando su transporte. Para mejorar la trabajabilidad, reforzar y reducir la relación agua/yeso, se añaden fibras de vidrio, superfluidificantes y retardadores del fraguado.



La novedad principal es la utilización de granulados y polvo de corcho como adiciones y cargas de una matriz de yeso/escayola, para la obtención de materiales aplicados a la construcción de edificios.

Aunque el poliestireno expandido es un material muy utilizado en construcción, tanto en formato placa como en formato granulado, se ha utilizado como carga ligera mezclado con el yeso o la escayola formando el material de base para la fabricación de placas, paneles o cualquier otro elemento prefabricado.

Las particiones prefabricadas permiten un montaje y desmontaje prácticamente sin obra húmeda, garantizando una mayor rapidez y limpieza, una planificación precisa, unida a una terminación rápida y limpia de los trabajos, gracias a la inclusión en el proyecto de unidades de albañilería interior de montaje en seco. Flexibilidad y facilidad de cambio, son las premisas básicas que las particiones prefabricadas deben cumplir.

Los paneles de gran formato son paneles de yeso reforzado con fibra de vidrio y perforaciones de sección circular dispuestas verticalmente, para aligerar los paneles, así como para permitir la inclusión en el interior del panel de las instalaciones (Cableado, tuberías,...). La unión entre paneles se resuelve machihembrada mediante un yeso-cola y en una sola pieza de suelo a techo, dando lugar a una estructura flexible y resistente. Las dimensiones de los paneles suelen ser: 290 x 62 x 7 cm. y 290 x 50 x 9 cm.

### **Rollos de Cáñamo Natural de 40-60-80-100 mm de grosor**

El cáñamo gracias a la aplicación de procesos industriales para conseguir el aglomerado en mantas de distintos espesores, se consolida como una buena solución como aislamiento térmico natural.

El cáñamo es una materia prima renovable, no requiere pesticidas para su cultivo y sirve para enriquecer los suelos en los que crece. Los aglomerantes utilizados cumplen la finalidad de ignifugarlo y protegerlo de ataques de hongos o insectos.

Cumple con varios parámetros de sostenibilidad: respecto a la naturaleza en el cultivo de la materia prima, bajo consumo energético en su transporte y transformación, nula toxicidad en su instalación, buena transpiración, muy larga vida útil, y además es un material totalmente reciclable.

Aplicaciones: Es ideal para el aislamiento térmico de techos, paredes y suelos. Se adapta fácilmente a todo tipo de superficies.



Conductividad térmica (W/m. °C) 0,041

Permeabilidad al vapor de agua Sí

Difusión al vapor de agua  $\mu$  1 a 2

Reacción al fuego Temperatura de inflamabilidad (°C): 560

Absorción de la humedad hasta un 15% de su peso

Densidad 30 Kg/m<sup>3</sup>

Ligante / aglomerante 15% fibra termofusión

**Recomendaciones de uso...** aislamiento en suelos entre rastreles de madera; aislamiento para cubiertas y cerramientos verticales de viviendas y edificaciones habitables. Su óptima regulación higrométrica la recomienda especialmente para crear interiores de gran salubridad.

**Aislamientos**

Recomendaciones Almacenar en lugar seco. Para el buen funcionamiento de este aislante es preciso respetar las normas de puesta en obra de las paredes que poseen cualidades de permeabilidad. La colocación de una lámina higroscópica (permeable al vapor) mejora las cualidades térmicas del aislante. Para eso, recomendamos nuestra lámina de regulación de vapor Permo Vert anti-condensación.

Modo de empleo Se corta muy fácilmente a mano, o con tijeras. Fácil sujeción con grapas en estructura de madera. Prever un sistema de grapas murales para las estructuras metálicas.

Aplicaciones Aislamiento de tejados, de paredes o tabiques y de los forjados. No usar como acabado final. Se adapta perfectamente a las irregularidades del armazón para garantizar un aislamiento de calidad. . Excelente aislamiento térmico y magnífico aislante acústico dada su gran capacidad de absorción instalado en conjunción con tabiquería cerámica o con tablero de cartón-yeso /celulosa-yeso. Estable en el tiempo. Resistencia natural a los insectos y roedores. No irritante. Reciclable.

Buena resistencia mecánica.

Presentación / Formatos Bolsas con dos rollos de 10 ml x 60 cm de ancho y gruesos de: 60, 80 y

100 mm. (Otros formatos consultar).

**Parámetros de Sostenibilidad:**

Buen comportamiento como aislante térmico.

Proceso de fabricación de bajo consumo energético.

Nivel de residuos Tóxicos o peligrosos inferior al mínimo normativo.

No contiene residuos tóxicos o peligrosos

Permiten la transpirabilidad natural y la ausencia de humedades, hongos y putrefacciones.

Regulan la humedad ambiental aportando calidad del aire que respiramos.

Son 100% reciclables y no desprenden partículas nocivas al ambiente.

71





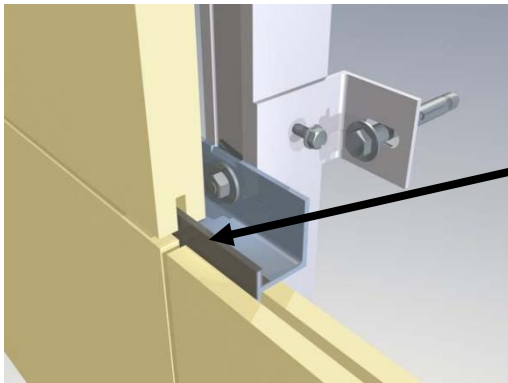
## FIJACIONES Y MONTANTES VERTICALES DE ACERO INOXIDABLE RECICLADO

Sistema compuesto por montantes verticales soportados y aplomados por “U” ancladas a la pared, sobre las que se montan las grapas que encajan en las hendiduras realizadas a los cantos de la pieza.

Este sistema permite la reposición de piezas si fuese necesario.

La fijación mecánica oculta se realiza mediante la utilización de unas grapas de acero inoxidable atornilladas a la subestructura vertical.

Estas grapas de acero retienen a la pieza cerámica mediante la introducción de sus pestañas en unas ranuras en el canto de las piezas cerámicas. Estas ranuras se realizan en las piezas de gres porcelánico mediante maquinaria específica y bajo los niveles de seguridad más absolutos, para garantizar que tanto la profundidad de la ranura como su anchura estén dentro de las tolerancias admisibles.



Se dispone de forma longitudinal un cordón de neopreno entre la grapa y la cerámica o la propia grapa estará diseñada para que presione ligeramente la pieza.



### **Parámetros de sostenibilidad:**

Al ser materias primas recicladas reduce la necesidad de energía en su proceso de fabricación, así como la cantidad de residuos y emisiones.

Es reciclable en un 100%, sin embargo, gracias a su duración a largo plazo, su vida útil es extremadamente larga.

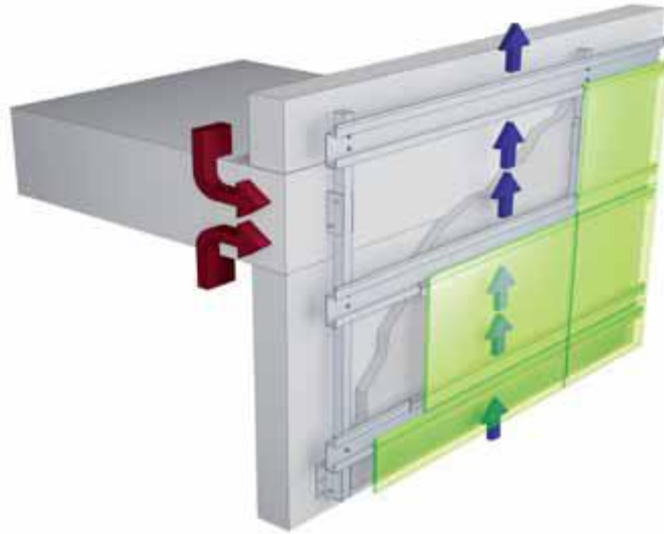




CAMARA DE AIRE:

Es el espacio por el que puede discurrir una corriente de aire entre la parte inferior y la superior con objeto de mantener condiciones de baja humedad en el hueco, de forma que se preserven las condiciones idóneas del aislamiento térmico incorporado.

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 la protección contra el agua.



La cámara de aire constituye la base del sistema. Por lo tanto debe asegurarse su continuidad e intercambio efectivo con el aire exterior mediante el efecto chimenea, con un espesor mínimo de 20 mm, **siendo en este caso de 5 cm por mantener una mayor eficiencia, aislamiento acústico y térmico debido a que cuanto mayor adecuación mejor funcionamiento.** Para ello se cuidarán especialmente los detalles que permitan la convección libre en el interior y la entrada y salida de aire, ya sea a través de las juntas entre placas o las aperturas practicadas a tal efecto en los límites superior e inferior de cada paño.

La ausencia, discontinuidad o estrangulamiento pueden dar lugar a serias patologías en la fachada como la aparición de condensaciones en el trasdós de las placas, aparte de afectar al rendimiento del sistema.



**APLACADO DE GRES PORCELÁNICO DESCONTAMINANTE:**

Se trata de un producto vitrificado en toda su masa y muy compacto, que presenta como característica esencial una porosidad extremadamente baja, que le confiere excelentes propiedades mecánicas y químicas, resistentes a la helada, lo que lo hace útil para su uso como pavimento o revestimiento exterior en zonas frías.

También presenta una gran resistencia a los agentes químicos y productos de limpieza y además mantiene una muy buena resistencia a la abrasión y con un elevado módulo de rotura, lo que facilita su uso en ambientes de intenso tráfico peatonal o en entornos industriales. A ello hay que añadir la facilidad de su limpieza, lo que le convierte en un material idóneo para la pavimentación de espacios donde la higiene es primordial.

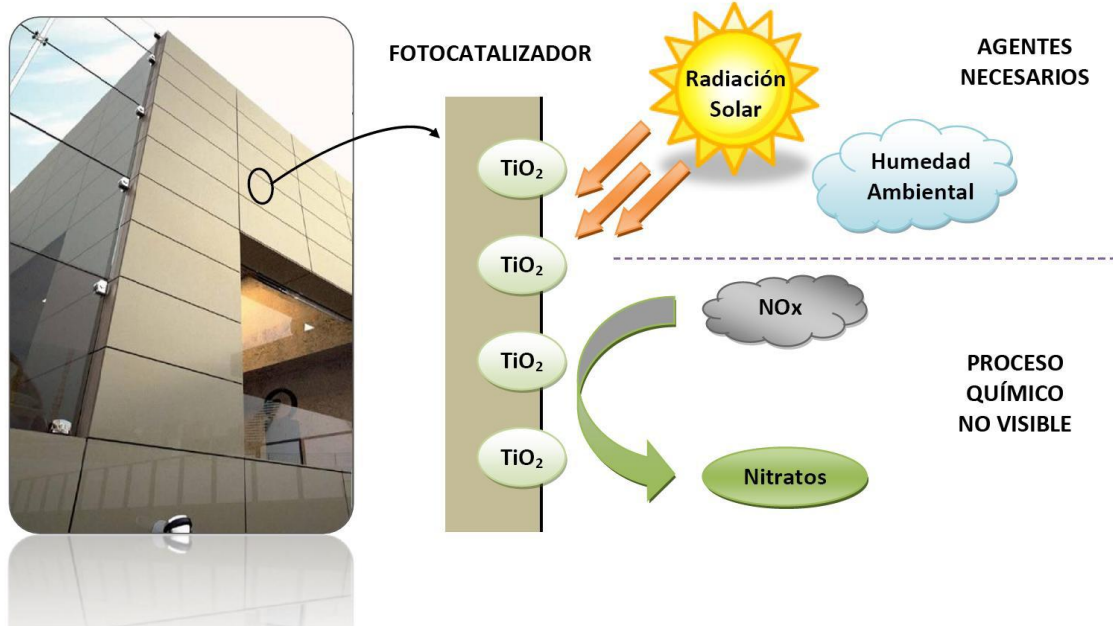
En la siguiente tabla podemos ver sus ventajas a comparación con otros materiales:

Características		materiales								
		porcelánico natural	porcelánico pulido	mármol	caliza	granito	madera	plástico	aluminio lacado	hormigón
características dimensionales	UNE-EN ISO 10545-2	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	-	-
resistencia a la flexión	UNE-EN ISO 10545-4	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	bajo	alto
resistencia a la helada	UNE-EN ISO 10545-12	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	bajo
permeabilidad	BS 4131	alto	alto	medio	medio	medio	medio	medio	alto	bajo
relación masa/superficie		medio	medio	bajo	bajo	bajo	medio	medio	alto	bajo
expansión por humedad		alto	alto	alto	alto	alto	bajo	bajo	-	medio
dilatación térmica lineal	UNE-EN ISO 10545-8	alto	alto	alto	alto	alto	bajo	bajo	bajo	medio
resistencia a las manchas		alto	alto	bajo	alto	bajo	alto	alto	medio	bajo
corrosión niebla salina	UNE 112017 ISO 9227	alto	alto	bajo	bajo	alto	alto	alto	alto	bajo
atmósfera SO2	UNE-EN ISO 6988	alto	alto	bajo	bajo	medio	medio	alto	alto	bajo
envejecimiento solar	UNE-EN ISO 11341 (M2, C-A)	alto	alto	bajo	bajo	medio	bajo	medio	medio	-

TABLA 1.1. Ventajas del gres porcelánico en las fachadas ventiladas.

Sin embargo el punto “sostenible” lo consigue mediante un **esmalte catalizador** incorporado a la pieza con capacidad para destruir los perjudiciales óxidos de nitrógeno (NOx) que hay en el aire.

La finalidad es una **reducción continua de Óxidos de Nitrógeno (NOx) y ácido nítrico (HNO3) del aire**. Haciendo reaccionar el NOx con los rayos U.V. del sol y la humedad, convirtiendo el NOx en cantidades muy reducidas de nitratos y nitritos, inertes e inocuas para la salud humana.



Transforma mediante fotocatalisis las partículas de óxido de nitrógeno (NOx), emitidas en la combustión, en nitratos inofensivos gracias a la acción de los rayos ultravioleta que contiene la radiación solar.

Todos los desarrollos de este producto cerámico se han verificado según ensayos normalizados, normal **ISO-22197-12007(E)**, determinados por el Instituto de Tecnología Química de la Universidad Politécnica de Valencia (**ITQ-UPV-CSIC**).

Y su ciclo de vida por **AENOR** .

Su Fotocatalizador (**TiO2**):

- Absorbe la luz y la convierte en energía química.
- Sufre desactivación debido a los productos resultantes.
- El nitrato anula y desactiva las propiedades del TiO2.
- Compuesto utilizado comúnmente en alimentos, en pasta de dientes y en pintalabios entre otros productos.

### Su Promotor:

- No tiene actividad fotocatalítica.
- Absorbe los productos resultantes de forma prioritaria.
- Evita la desactivación del TiO<sub>2</sub>.
- Similar a minerales naturales.
- No tóxico e inocuo.
- Inerte.

### EFFECTOS DEL NITRATO EN EL MEDIO-AMBIENTE:

Positivos : necesarios para las plantas, ayuda a la fijación de N<sub>2</sub>, ingesta de nitratos, previene botulismo, aumenta defensa contra patógenos intestinales .

Negativos: Exceso eutrofización de aguas, Límite en aguas de consumo 50 mg/l, Intoxicación >3.7 mg/Kg corporal y día.

Las cantidades que se generan son tan pequeñas que son totalmente INOCUAS para personas y ambiente.

En una valoración del CEAM, conforme a los resultados del experimento escala 1:1, realizado en Valencia y teniendo en cuenta los datos climáticos (radiación solar, pluviometría, temperatura...) se destaca que: 1m<sup>2</sup> de este gres descontamina 178,88mg/NO<sub>x</sub> (noviembre-febrero, 2004-2009) .Aportando a las aguas residuales, en ese mismo periodo (cuatro meses): 1,85 mg/l de nitratos y 0,003 mg/l de nitritos.

### DURABILIDAD Y PERMANENCIA EN EL TIEMPO DE EL GRES PORCELANICO DESCONTAMINANTE.

- Los fotocatalizadores son resistentes y no sufren corrosión.** Estos óxidos metálicos se encuentran fácilmente en la naturaleza.
- Los promotores son duraderos y no sufren corrosión.** Estos promotores se encuentran en la naturaleza.
- Los ensayos a **concentraciones de NO<sub>x</sub> de 500ppms equivalen a un envejecimiento prolongado** de la superficie. **No se observa degeneración o saturación del producto.**
- El **lavado con agua (lluvia) permite** detectar nitritos principalmente, **recuperando parcial o totalmente la actividad** de descomposición de NO<sub>x</sub> de la superficie.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UNA PIEZA:**

<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UNA PIEZA/ Technical specifications of one piece</b>		
<b>DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LAS MANCHAS / Determination of resistance to spot</b>		
Manchas de óxido de cromo con aceite ligero <i>Chromium oxide spots with light oil</i>	Clase 5 <i>Class 5</i>	Se limpia con agua caliente <i>Be cleaned with hot water</i>
Manchas de solución alcohólica de Yodo <i>Alcoholic solution spots of iodine</i>	Clase 5 <i>Class 5</i>	Se limpia con agua caliente <i>Be cleaned with hot water</i>
Manchas de aceite de oliva <i>Olive oil stains</i>	Clase 4 <i>Class 4</i>	Se limpia con agente limpiador débil <i>Be cleaned with a weak cleaning agent</i>
<b>DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA QUÍMICA (UNE-EN-ISO 10545 14:1998) / Determination of chemical resistance (une-en-iso 10545 14:1998)</b>		
Productos domésticos <i>Household products</i>	GA	Sin efectos visibles <i>No visible effect</i>
Aditivos para agua de piscinas <i>Additives for swimming pool water</i>	GA	Sin efectos visibles <i>No visible effect</i>
Ácidos y Alcalis (Baja concentración) <i>Acids and alkalis (Low concentration)</i>	GLA (V)	Ligero cambio de aspecto <i>Slight change in appearance</i>
Ácidos y Alcalis (Alta concentración) <i>Acids and alkalis (High concentration)</i>	GHA (V)	Ligero cambio de aspecto <i>Slight change in appearance</i>
<b>RESISTENCIA A LA ABRASIÓN (UNE-EN-ISO 10545 7:1999) Abrasion Resistance (UNE-EN-ISO 10545 7:1999)</b>		
DUREZA AL RAYADO SEGÚN MOHS (UNE 67-101:1985 Y UNE 67-101/1M:1992) <i>MOHS Hardness scratch as (UNE UNE 67-101:1985 And 67-101/1M: 1992)</i>	MOHS 4	
<b>CAPACIDAD DE DESCONTAMINACIÓN NOX (ISO 22197-1:2007 E) NOx decontamination capability (ISO 22197-1:2007 E) (teniendo en cuenta la radiación solar)</b>		
	25.09 microgramos de NOx/ m <sup>2</sup> / hora <i>NOx 25.09 micrograms / m2 / hour</i>	

**Advertencia:** Este producto cerámico está indicado solo para fachadas o paramentos verticales. Se desaconseja como pavimento. Seguir las instrucciones de uso indicadas para su manipulación e instalación  
**Warning:** This ceramic product is indicated only for vertical walls or facades. Floor tiles are discouraged. Follow the instructions given for handling and installation



**Parámetros de sostenibilidad:**

- Aporta gran valor, reduciendo el impacto al medioambiente.
- Es directo, cuantificable, inmediato y continuo.
- No necesita mantenimiento.
- Es reciclable.
- Utiliza recursos naturales renovables.

FICHA MURO CORTINA INTERCALARIO



Este sistema de fachada continua esta compuesto por una retícula de montantes y travesaños de diferentes secciones en función de las dimensiones de los módulos y las cargas de viento.

El acrtistalado se realiza mediante fijación directa a la retícula por medio de una pieza giratoria que se introduce entre los vidrios.

Esta pieza se coloca en posición vertical para girarla posteriormente, quedando el vidrio fijado.



### **ESTRUCTURA DE ALUMINIO RECICLADO:**

El aluminio se produce mediante la electrólisis de la bauxita, una roca que contiene depósitos residuales de óxidos hidratados de aluminio.

Como ocurre con todos los metales, **la materia prima del aluminio es un recurso natural que se destruye**. En el caso del aluminio esta destrucción es mayor ya que se obtienen bajas cantidades de metal a partir de grandes volúmenes de excavación.

El consumo de energía en la extracción del material y su transporte es considerable. Por ello, la energía consumida por tonelada de material es aproximadamente nueve veces la que consume el acero, y treinta y cinco veces la que consume el cemento. El procedimiento de fabricación origina residuos pesados y emite gases que no se pueden reciclar.

El alto consumo de energía en el proceso de fabricación puede compensarse si se explotan de forma conveniente las características del material. Es un metal ligero con un coste de mantenimiento bajo, debido a su natural resistencia a la corrosión. De esta forma el menor consumo de energía y trabajo en su puesta en obra, reduce el mayor coste inicial.

El aluminio tiene un potencial de reciclabilidad muy alto, aunque algunos tratamientos superficiales dificultan el proceso. **La energía que se requiere para el proceso de reciclado representa el 5% de la que se requiere para producir aluminio a partir de la bauxita.**

Aunque el aluminio reciclado tiene una alta cantidad de impurezas es suficientemente puro para las aplicaciones comunes en la construcción.

Los tratamientos superficiales que se aplican sobre el material y que solamente tienen una función estética -lacados y otros que incorporan color- deberían ser reconsiderados porque limitan su grado de reciclabilidad. La resistencia a la corrosión del aluminio no hace necesaria la utilización de pinturas protectoras.

No obstante, hay que proteger el aluminio del contacto directo con ácidos o sustancias alcalinas, porque atacan al metal y sus óxidos. El contacto del agua con materiales procedentes del cemento favorece la formación de sales, que rompen la protección anódica del aluminio y atacan el material de base. También es necesario evitar el contacto con otros metales para prever una corrosión bimetálica.

Podemos encontrar empresas como “reynares” aquí en España de reciclado de aluminio y compra del mismo.



## ESPECIFICACIONES TECNICAS Y CUMPLIMIENTO CTE:

### Secciones vista interior Espesor perfilaría

Montante 52 mm. 2,1 mm.

Travesaño 52 mm. 2,1 mm.

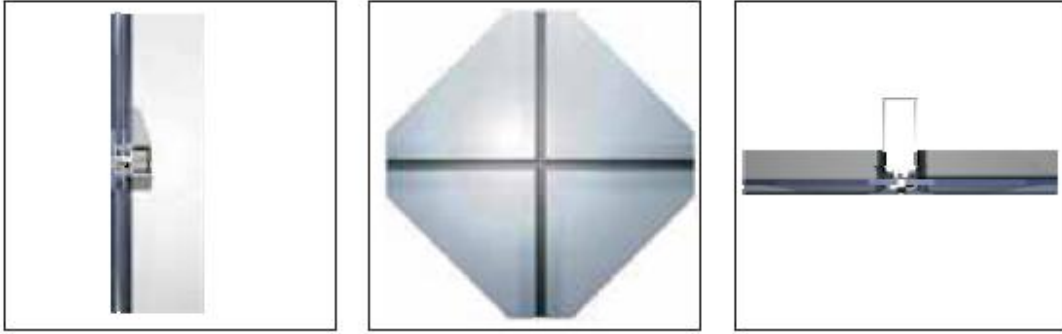
Transmitancia		Permeabilidad al aire (UNE-EN 12152:2000): Clase AE
Fachada U <sub>cw</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Vidrio U <sub>g</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	
0.89	0.8	Estanqueidad al agua (UNE-EN 12154:2000): Clase RE750
0.98	0.9	
1.06	1.0	Resistencia al viento (UNE-EN 13116:2001): Clase 1200 Pa Ensayo de referencia 3,00 x 3,50 m.
1.15	1.1	
1.24	1.2	<b>Acabados</b> Lacado colores (RAL, moteados y rugosos) Lacado imitación madera Lacado antibacteriano Anodizado
1.33	1.3	
1.41	1.4	<b>Acristalamiento</b> El vidrio recomendado es de luna exterior templada o de control solar.
1.50	1.5	
1.59	1.6	Posibilidad de cámara de vidrio: 12, 14, 16 y 18 mm.
1.67	1.7	
1.76	1.8	Posibilidad de espesor de vidrio interior: de 12 a 4 mm.
1.85	1.9	
1.94	2.0	

Cálculos realizados según normas EN 13947:2005 y UNE-EN 10077-2:2003

Este sistema ofrece la posibilidad de enrasar el montante y el travesaño en esta fachada, logrando así, una sección vista de ambos desde el interior de la edificación.

La incorporación de Rotura de Puente Térmico, juntas con ángulos vulcanizados en EPDM y de unas membranas flexibles, ubicadas en el aislante del montante, que generan cámaras de aire interiores, dotan a estas fachadas de un mayor aislamiento térmico y, consecuentemente, de una mayor eficiencia energética.





Posibilidades de apertura



Proyectante oculta

**Dimensiones máximas**

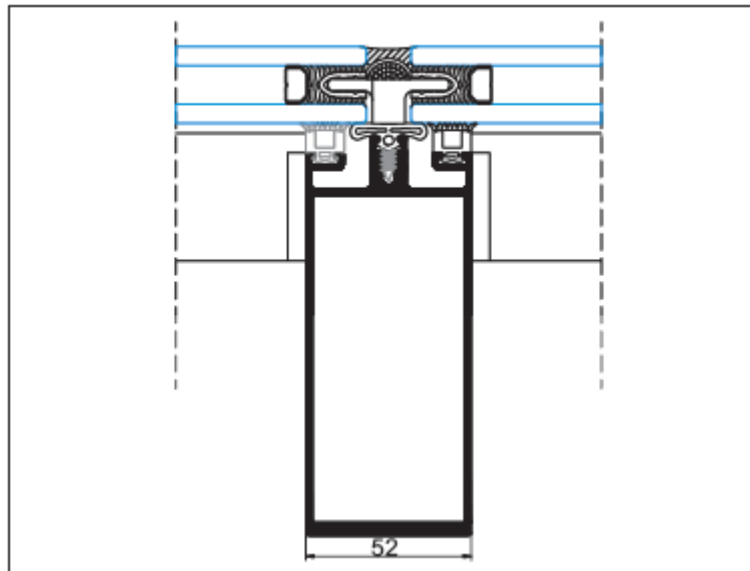
Apertura proyectante  
Ancho (L) = 2.200 mm.  
Alto (H) = 2.200 mm.

**Peso máximo**

Apertura proyectante 140 Kg.  
Fijo 300 Kg.

**VIDRIO DE CONTROL SOLAR:**

El acristalamiento se realiza mediante el acoplamiento de dos perfiles de aluminio, uno solidario a la estructura portante y otro fijado con silicona perimetralmente en el intercalario del vidrio de cámara, de tal manera que la estética exterior de esta fachada es de “sólo vidrio visto”.



Este tipo de capas están concebidas para aprovechar al máximo la luz natural, frenar la entrada de calor y aislar térmicamente el interior de los edificios

El aprovechamiento de la luz ayuda a reducir el gasto energético y proporciona un entorno de trabajo más agradable.

El control solar supone un ahorro de la climatización en verano.

Y el aislamiento térmico implica menores costes de calefacción en invierno.

**Parámetros de sostenibilidad:**

- Aporta sistemas reciclados
- Ahorro en su producción
- Mejora la eficiencia energética
- Adaptabilidad a la fachada
- Materiales autóctonos y económicos



FICHA FACHADA MADERA

La siguiente tipología está relacionada con el **convenio en prácticas** realizado durante el PFC.

Su elección ha sido estudiada con los criterios sostenibles e índices más restrictivos.

Es el caso de la **rehabilitación de un chalet**, ubicado en la localidad de Alzira (Valencia), el cual presentaba patologías generales en la fachada (desprendimiento , manchas y suciedades, eflorescencias, etc) .

Estaba realizada con un cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica para revestir de 1/2 pie de espesor, realizada con ladrillos cerámicos perforados de 24x11.5x9 cm., revestida por el exterior con madera baquelizada, colocado con anclajes de acero inoxidable, mediante fijación mecánica al soporte y unión en patilla a la placa, con ventilación a través de los elementos de aplacado, aislamiento proyectado por el exterior de poliestireno expandido (Tipo III, según norma UNE 92110:1997) de 50mm. de espesor, revestido por impermeabilizante bituminoso negro según proyecto, doblado por el interior con tabique de 7 cm. de espesor, realizado con fábrica de ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x7 cm., incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según NBE-FL-90, NTE-RPC, NTE-RPG y NTE-FFL.Se descuentan huecos superiores a 3 m<sup>2</sup>.





### **AISLAMIENTO EXTERIOR DE POLIURETANO PROYECTADO:**

Las prestaciones aislantes del **Poliuretano proyectado** son sobradamente conocidas en la edificación, ya que su baja conductividad térmica le da el mayor grado de eficiencia entre los materiales aislantes comúnmente utilizados. Por ello en esta ocasión se quieren destacar otras prestaciones:

Sus prestaciones de estanquidad al agua, adherencia al soporte, permeabilidad al vapor, adaptación a los movimientos de la fachada, buen comportamiento ante la fisuración y estabilidad física y química hacen del Poliuretano Proyectado un **revestimiento continuo intermedio** que permite alcanzar el **máximo grado de impermeabilidad en la fachada**, Grado 5, que establece en **CTE/DB-HS1**, la máxima exigencia de protección, de la forma más sencilla y económica.

Además de sus prestaciones como **revestimiento impermeable**, también se destacarán las prestaciones de las soluciones constructivas con poliuretano en materia de seguridad contra incendios.

En especial el conjunto formado por **Poliuretano Proyectado y Placa de Yeso Laminado (PUR+PYL)**, una solución idónea para la **rehabilitación energética de edificios**, que aúna la eficiencia del Poliuretano, que se adapta a las superficies existentes aportando el máximo aislamiento con el mínimo espesor, con la eficiencia y versatilidad de un revestimiento y acabado protector como es la Placa de Yeso Laminado.

**El Poliuretano proyectado en fachadas y su función protectora frente a la humedad**  
El Poliuretano proyectado, al ser un revestimiento continuo intermedio cumple, sin enfoscado previo, con el Grado 5

Dos proyectos de investigación avalan este hecho:

#### **Grado 5 de impermeabilidad.**

Los llevados a cabo en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, que obtuvo como resultado, después de someter una de las paredes a un régimen de 8 horas de riego por el exterior durante todo un año lo siguiente “en ninguna circunstancia se detectó penetración de agua a través de las superficies cubiertas con poliuretano proyectado”, cumpliendo así con el Grado 5 de impermeabilidad.

#### **Revestimiento Continuo Intermedio Tipo B3**

Desarrollado en CIDEMCO, mediante el ensayo de resistencia al agua de lluvia según la norma UNE-EN 12865 se obtuvo como resultado que durante 140 minutos, con una presión sobre la cara mojada del muro hasta los 1800 Pa, no se produjo en ningún momento penetraciones de agua. De esta forma se llegó a simular una velocidad de viento de casi 200 km/h sin penetración alguna de agua, cumpliendo así con las especificaciones del revestimiento continuo intermedio Tipo B3.

Los proyectos de investigación aplicada en fachadas para evaluar la protección frente a la humedad del Poliuretano Proyectado han sido liderados por ATEPA y han contado con la colaboración de IPUR y PU-EUROPE.



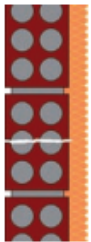
## Seguridad contra incendios con Poliuretano proyectado en aplicación final de uso

En lo que se refiere al estudio sobre el comportamiento del Poliuretano en caso de incendio, las principales conclusiones son:

- Las nuevas normas europeas amparan y exigen la clasificación en aplicación final de uso, y aportan al prescriptor una información real sobre el comportamiento del producto en caso de incendio.
- El conocimiento del comportamiento y la clasificación de los productos en aplicación final de uso aportan mayor seguridad al mercado.
- La aplicación final de uso tiene en cuenta juntas, fijaciones, recubrimientos y protecciones, por lo que dependiendo de éstas, podrá haber diferentes clasificaciones para un mismo producto.
- Para este estudio se han seleccionado las aplicaciones finales de uso más desfavorables de entre las habituales. El resultado obtenido por la espuma de poliuretano proyectado en todas las aplicaciones finales de uso estudiadas es Euroclase B.
- Estos resultados sobre la espuma de Poliuretano proyectado quedan avalados por la escasa siniestralidad demostrada en los más de 550 millones de m<sup>2</sup> de espuma colocados en España.

Los proyectos de investigación aplicada en fachadas para evaluar la seguridad contra incendios de las soluciones con Poliuretano Proyectado han sido liderados por ATEPA y han contado con la colaboración de IPUR y PU EUROPE

Según el DB-HS1 apartado 2.3.2, para que un producto sea considerado un revestimiento continuo intermedio ha de cumplir las siguientes características:

Exigencia del CTE	Comportamiento del Poliuretano Proyectado
<i>"Estanqueidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo".</i>	Todos los ensayos realizados para la determinación de la estanqueidad al agua del poliuretano proyectado de celda cerrada de 3 cm de espesor, realizados según la norma UNE-EN1928:2000, obtienen un resultado satisfactorio con una presión de agua de 0.6 bar.  (www.atepa.org/estanqueidad.pdf)
<i>"Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad".</i>	La naturaleza autoadherente del poliuretano proyectado garantiza su fijación a la mayoría de los materiales de construcción.
<i>"Permeabilidad suficiente al vapor para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal".</i>	El poliuretano proyectado tiene un factor de permeabilidad al vapor de agua $\mu$ entre 60 y 150, lo que permite diseñar soluciones seguras y sin condensaciones en prácticamente cualquier condición climática. Además, al mismo tiempo de desempeñar la función de sistema continuo intermedio, desempeña la función de aislamiento térmico, y como tal está sujeto a la exigencia incluida en el CTE DB-HE1 Apartado 3.2.3.2 que dice <i>"Salvo expresa justificación en el proyecto, se considerará nula la cantidad de agua condensada admisible en los materiales aislantes"</i> .
<i>"Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo".</i>	El poliuretano proyectado tiene cierta flexibilidad que le confiere un buen comportamiento frente a la fisuración. Es capaz de absorber pequeños movimientos de la estructura sin fisurarse y mantenerse adherido al soporte. El espesor de la espuma es de entre 3 y 4 cm, lo que le permite absorber fisuras de entre 1 y 5 mm sin que éstas se propaguen a la superficie externa.  Buen comportamiento frente a la fisuración 
<i>"Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa".</i>	El poliuretano proyectado es resistente a los disolventes utilizados en construcción. Además es resistente al envejecimiento, inmune ante la acción de las raíces e inerte frente a los mohos. También es imputrescible, estable ante el detritus, inodoro y fisiológicamente inocuo. Es químicamente neutro.

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer ([www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)), lleva a cabo, entre otras funciones, la clasificación de todos los productos o agentes según su riesgo de producir cáncer atendiendo a la siguiente clasificación:

- Grupo 1: Agentes cancerígenos para el hombre.
- Grupo 2 A: Agentes probablemente cancerígenos para el hombre.
- Grupo 2 B: Agentes posiblemente cancerígenos para el hombre.
- Grupo 3: No son clasificables por lo que respecta a su carácter cancerígeno para el hombre.

**La espuma de poliuretano se clasifica en el Grupo 3, es decir, no clasificable por lo que respecta a su carácter cancerígeno para el hombre.**

El poliuretano proyectado resiste la humedad, no se ve afectado por las infiltraciones de aire, por la suciedad, o por las corrientes de convección, no sufre descuelgues ni despegues y no es fácilmente comprimible.

#### **Propiedades generales:**

El poliuretano proyectado es el material aislante con el valor de conductividad más bajo: 0.028 W/m—K.

La capacidad de aislamiento del poliuretano proyectado es muy robusta frente a los efectos de envejecimiento a los que están expuestos habitualmente los aislamientos térmicos.

Con el poliuretano proyectado es muy fácil el tratamiento de puentes térmicos.

El poliuretano proyectado alcanza el máximo nivel de aislamiento con el mínimo espesor

El poliuretano proyectado, siendo impermeable al agua, permite transpirar al cerramiento.

En aquellas soluciones constructivas en las que exista riesgo de condensación será necesario interponer una barrera de vapor in situ para evitar patologías.

La clasificación de reacción al fuego del poliuretano proyectado desnudo va desde C,s34d0 hasta E.

La clasificación en aplicación final de uso va desde B4s1,d0 hasta B4s3,d0.

El CTE permite la utilización de poliuretano en la mayoría de las aplicaciones.

En fachadas ventiladas de más de 18 m es necesario proteger la espuma





### Propiedades sostenibles:

El poliuretano proyectado no contiene CFC's ni HCFC's, por lo que no contribuye a la destrucción de la capa de Ozono, y ayuda a combatir los efectos del calentamiento global.

**Reciclado como material:** Los restos de poliuretano, una vez molidos, pueden volver a ser utilizados como relleno del sistema original. Los restos de espuma desmenuzados se pueden volver a utilizar bien prensados para fabricar nuevas piezas con la misma calidad. Los restos de espuma flexible se utilizan para la fabricación de planchas de grandes dimensiones, o para los acolchados de las moquetas.

**Aprovechamiento térmico:** Todos los desechos de poliuretano se pueden quemar en cámaras de combustión para transformar la energía en electricidad y de esta manera contribuir a preservar los recursos naturales.

**Reciclado como materia prima:** A través del proceso de glicólisis se pueden transformar los restos de la producción nuevamente en materia prima. El polioli obtenido con esta técnica se puede volver a utilizar para fabricar poliuretano

**El poliuretano es un producto totalmente inocuo para las personas y el medio ambiente.**





### PANELES MADERA BAQUELIZADA:

El uso de la madera como alternativa constructiva resulta, en gran número de casos, una solución de preferencia. La madera es un material renovable, cuya explotación puede llevarse a cabo de forma sostenible.

El impacto medioambiental que conlleva el uso de la madera empieza en el momento de la explotación de los bosques para su obtención. Este impacto puede ser variable puesto que la madera puede ser talada de forma descontrolada, dañando gravemente zonas de alto valor ecológico (caso de las maderas tropicales), o bien pueden ser taladas de zonas especialmente destinadas a ello.

Las políticas de gestión pasan por la represtación, la explotación selectiva y respetuosa etc. Existen varios sellos de sostenibilidad que garantizan la procedencia de las maderas. El más conocido internacionalmente es el sello FSC (Forest Stewardship Council). Los tratamientos de preservación de la madera pueden ir en detrimento de su comportamiento con el medio ambiente.



En muchos casos, una correcta elección de la madera, permite evitar la necesidad de aplicar un tratamiento de preservación. En los casos en que este tratamiento resulte necesario, hay posibilidades de que tienen un comportamiento muy distinto con el entorno.

#### **EFICIENCIA ENERGÉTICA**

La madera ofrece un gran aislamiento térmico, con el consiguiente ahorro de energía que representa. El aislamiento térmico junto con el acústico son dos de las grandes ventajas de la vivienda de madera prefabricada, que se traduce en un importante ahorro de energía y en menores emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

La madera es eficiente porque regula de forma natural el medio ambiente interior. Un perfecto aislamiento de paredes, suelos y techos permite reducir el consumo de energía, impidiendo la entrada de corrientes de aire, así como la pérdida de frío o calor. Un buen aislamiento puede ahorrar hasta un 40 por ciento de energía.

**Parámetros de sostenibilidad:**

- Es el material más renovable que existe.
- Durabilidad muy alta.
- Recuperable, reutilizable y reciclable.
- Buen aislante térmico y acústico ligado también a la eficiencia energética.
- Reuce el CO2.
- Reduce la energía para su transformación.
- Autoctonos



## **AISLAMIENTO INTERIOR LANA DE VIDRIO:**

Las lanas minerales son materiales aislantes constituidos por un **entrelazado multidireccional de fibras** obtenidas en proceso de **fusión de minerales inorgánicos**, formando una estructura flexible y abierta, que contiene solo aire inmóvil en su interior. Todo ello otorga a estos materiales constructivos alta calidad en sus prestaciones térmicas, acústicas y comportamiento frente al fuego asociadas a las diferentes soluciones constructivas que actualmente está pidiendo el mercado de la edificación.

Las materias primas Básicamente son arenas y más del 75% de vidrio reciclado.

Existen dos tipos de lanas minerales, lana de vidrio y lana de roca:

- Lana de vidrio*: el 100% del vidrio que se funde se transforma en filamentos.
- Lana de roca*: más de un 5% del vidrio fundido queda como infibrado.
- A igualdad de densidad la lana de vidrio es más aislante (menor conductividad) que la lana de roca.*

### **TRANSPORTE:**

La lana de vidrio es más elástica y mucho más compresible que la lana de roca la cual hará ahorrar en transporte como en gastos de almacenaje. La diferencia de compresibilidad puede ser de 5 veces superior.

### **EJECUCIÓN Y MANTENIMIENTO:**

La lana de vidrio ofrece ventajas, tanto para el distribuidor como al instalador, debido a que al tratarse de un material más ligero y compresible permite una facilidad de manipulación, lo que mejorará los rendimientos, y un claro incremento en la capacidad de suministro en obras.

1 tonelada de lana de vidrio instalada reduce 6 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> por año, cumpliendo las actuales normativas en la edificación.

### **DECONSTRUCCIÓN Y RECICLADO:**

Las lanas minerales son productos de origen mineral y están libres de pesticidas y contaminantes químicos, son químicamente neutras e incombustibles, por lo tanto de pueden reciclar y reutilizar

## Propiedades sostenibles:

Nuestra elección es la **Lana de vidrio** por diversas razones:

La utilización de lana mineral, nos permitirá reducir los consumos de energía en nuestros edificios y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El aislamiento con 1 metro cuadrado de lana de vidrio (e = 45 mm) permite ahorrar:

- 170 veces la energía consumida en su fabricación
- 160 veces el CO<sub>2</sub> equivalente emitido durante su fabricación
  
- Mejor aislamiento acústico y térmico cuanto mayor es la resistencia.
- Las lanas minerales por su naturaleza son materiales incombustibles.
- Dentro de las aplicaciones de la edificación, las posibles soluciones para cumplir los requerimientos de aislamiento térmico del CTE (DB-HE1), son más numerosas y más sencillas con lana de vidrio que con lana de roca.
  
- Un producto de lana de vidrio de 17 kg/m<sup>3</sup> en igualdad de espesor aísla más que un producto de lana de roca de 30 kg/m<sup>3</sup>.
  
- La ligereza de la lana de vidrio aportará soluciones más sostenibles para cumplir las exigencias del CTE. Lo que nos permitirá ahorrar energía, tanto en el proceso de fabricación como durante la vida del edificio.

FICHA SOLAR FOTOVOLTAICA





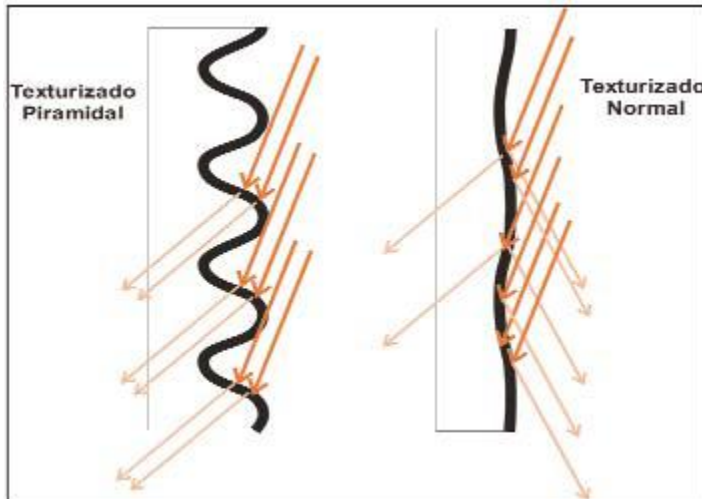
## MODULOS FOTOVOLTAICOS CON PIEZAS DE GRES Y ESTRUCTURA RECICLADA DE ALUMINIO Y VIDRIO:

El punto de partida es el elemento porcelánico de mayor tamaño donde se ve que ese tamaño es lo suficientemente grande como para poder diseñar un módulo con una potencia razonable a la hora de plantear instalaciones de conexión a red.

Asimismo, se comprueba que el sistema de anclaje que utilizan estas piezas porcelánicas se puede acoplar a los módulos fotovoltaicos.

Ajustándonos a las dimensiones, existen módulos fotovoltaicos de 75 Wp ( $\pm 2\%$ ). Estos módulos son especiales por varios motivos:

- Incorporan Tedlar Negro, para dotarles de un efecto estético y aumentar su integración visual.



- Incorporan un nuevo cristal cuya superficie no es lisa, sino que está construido a base de pequeñas pirámides, lo cual aumentará en un mínimo del 10% la captación solar. Cuando los paneles fotovoltaicos se montan en fachadas verticales (como es este caso), una parte importante de la radiación solar incidente se pierde al llegar en ángulos muy grandes respecto a la perpendicular

del cristal.

Para minimizar estas pérdidas:

- Incorporan un marco especial, para darle rigidez al conjunto y posibilitar el acople de las piezas de anclaje. Este marco es de color negro, de forma que refuerza el aspecto general de los módulos y mejora su efecto estético.

Durante el ciclo de vida de los paneles fotovoltaicos se utilizan recursos no renovables. En particular, el vidrio y el aluminio que constituyen la estructura de los paneles fotovoltaicos desechados al finalizar su vida útil, pueden ser reutilizados como materia prima en la fabricación de los mismos materiales.

El vidrio utilizado en la fabricación de los paneles fotovoltaicos es bajo en impurezas y de una composición específica, por lo cual podría ser empleado como materia prima hasta en un 100%. Sin embargo, diversos ensayos han demostrado que

cantidades mayores al 85% provocan un sensible incremento de la fragilidad del vidrio obtenido.

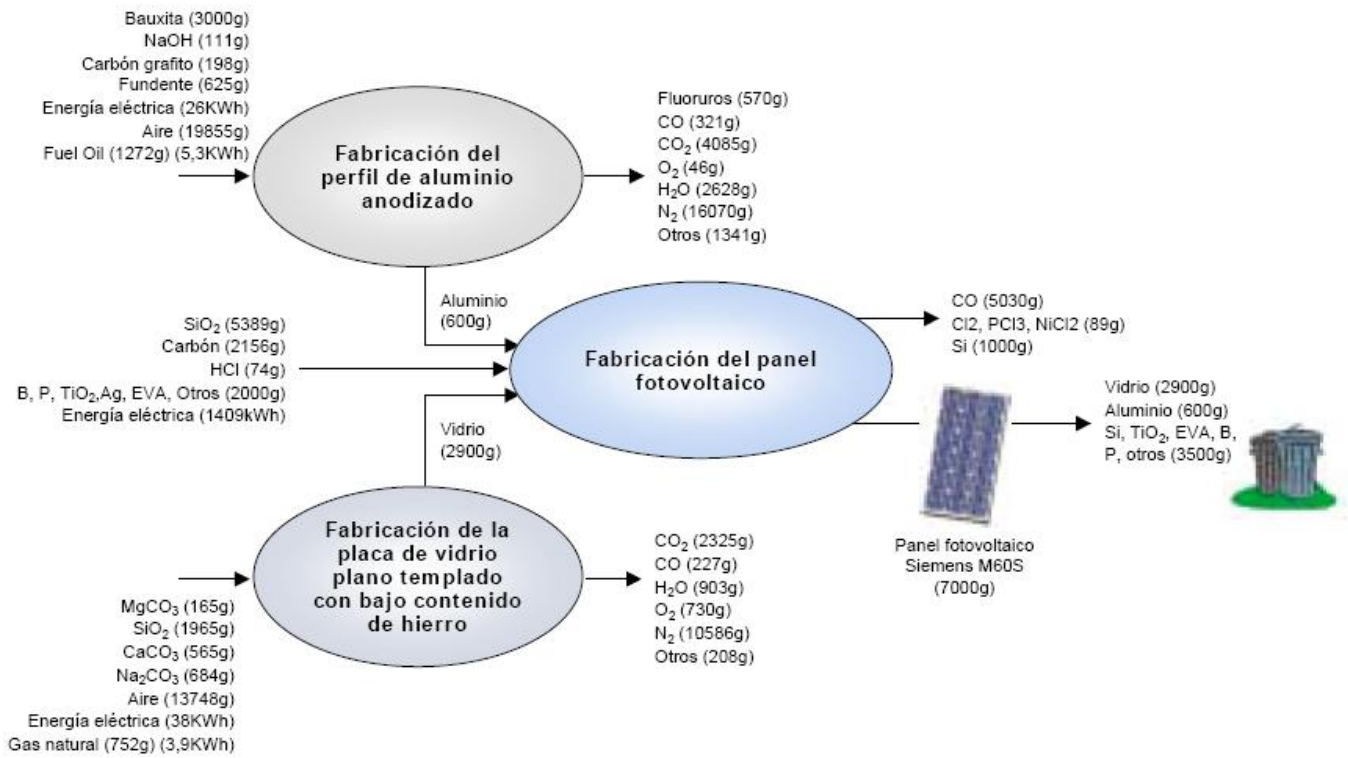
Si bien el vidrio que integra el panel lleva adosada una capa de EVA, esto no impide su reciclado por fusión, dado que el EVA posee una temperatura de fusión próxima a los 76°C, la cual está muy por debajo de la del vidrio (1500-1600°C). Esto permite que el EVA se descomponga en CO y CO<sub>2</sub>, pudiendo eliminarse junto con los restantes gases generados durante el proceso de fusión.

A diferencia del vidrio la reutilización del aluminio puede ser del 100%, dado que puede ser refundido sin perder sus características físico - químicas.

Este sistema de anclaje se sitúa en la parte posterior y, por tanto, una vez instalado el módulo, el anclaje es totalmente invisible desde el exterior. Además, es un sistema sencillo, que fijan por gravedad el módulo a la estructura, facilitando en gran medida la instalación.



**RESULTADOS:**



**Figura 1. Ciclo de vida de un panel fotovoltaico**

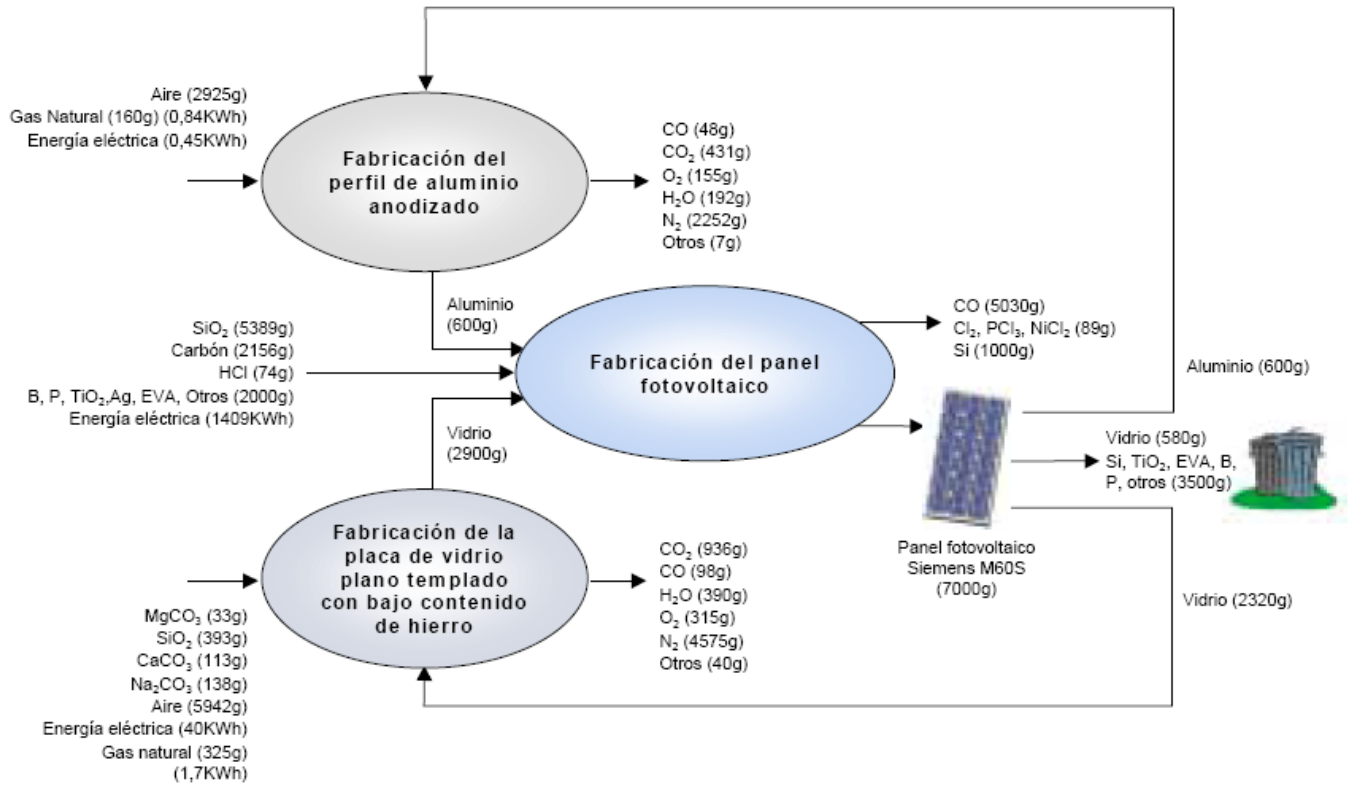


Figura 2. Ciclo de vida de un panel fotovoltaico con reciclado del vidrio y el aluminio

Procesos de fabricación	Materia prima y energía utilizada	%Ahorro
Fabricación de la placa de vidrio templado plano con bajo contenido de hierro	MgCO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Gas natural	80 56,8
Fabricación del perfil de aluminio anodizado	Bauxita, Criolita, Hidróxido de sodio, Fuel Oil Energía eléctrica	100 95

Tabla 1. Ahorro de recursos naturales a partir del reciclado del vidrio y aluminio

### CONCLUSIONES

El reciclado del vidrio y el aluminio que constituyen la estructura del panel fotovoltaico presenta las siguientes ventajas:

- Preservación de recursos naturales: importante ahorro de materias primas (valores superiores al 80%).
- Disminución del consumo energético (alrededor del 5%).
- Reducción de la contaminación ambiental: menor generación de contaminantes tales como monóxido, dióxido de carbono, y fluoruros (aproximadamente 45%).
- Disminución de los residuos: mayor vida media de los rellenos sanitarios, y reducción de los costos de disposición.



## **Fachada de conexión a red: mejora la eficiencia energética y genera beneficios económicos**

Como se puede ver, la instalación fotovoltaica está diseñada para vender la electricidad que se genera a la red eléctrica, pero hay que tener en cuenta, además, que el ahorro energético de esta instalación viene determinado por dos aspectos: la generación producida por los módulos fotovoltaicos y la eficiencia energética conseguida por la propia fachada ventilada.

Así, la propia fachada ventilada ya consigue un ahorro energético de entre el 25 y el 40%, debido a una menor absorción de calor en los meses cálidos, con lo que se consigue un notable ahorro en los costes de acondicionamiento. Además, se produce una menor dispersión de calor al exterior y, por tanto, un fuerte ahorro energético en los meses fríos.

A todo esto habría que sumarle 6.143 kWh al año de producción energética de los módulos fotovoltaicos. Estos kWh generados se venderán a la compañía eléctrica a un precio regulado del 575% de la Tarifa Media de Referencia (TMR), lo que supone actualmente una percepción de 44,038 c€/kWh (RD436/2004).

Considerando que el consumo medio de los hogares españoles en 2001 fue de 2.743 kWh/año (Fuente CNE), con la energía generada por la instalación fotovoltaica se podrían abastecer 2,24 hogares durante un año.

Además este sistema va a estar muy presente dentro del marco del recientemente aprobado Código Técnico de la Edificación (CTE), que contempla la obligatoriedad de incluir instalaciones fotovoltaicas en todos los edificios de uso público, tales como centros comerciales, oficinas, grandes almacenes, hoteles, hospitales, etc.

### **Parámetros de sostenibilidad:**

- Sus materiales son reciclados
- Utiliza energía renovable del sol
- Mayor y mejor eficiencia energética en cuanto a instalación y aislamiento
- Simplicidad en su montaje (muro cortina)

PORTADA CONCLUSIONES

100



En el presente proyecto se ha intentado desarrollar los objetivos de la línea de investigación escogida, profundizar en la disciplina de construcción y en su aplicación en el campo profesional, se han estudiado, analizado y escogido los materiales y sistemas constructivos desde modelos teóricos hasta los estados actuales y por último se han propuesto medidas y soluciones constructivas que desde el punto de vista sostenible, podrían ser altamente eficientes( podemos realizar y rehabilitar edificios con cierto grado de sostenibilidad y sobre todo con una eficiencia energética que permita un mejor confort para la vida cotidiana).

También añadir que existen y faltan por existir, infinidad de combinaciones de fachadas; como se comentó en un principio, es un tema que abarca demasiado contenido para sintetizarlo todo en un único trabajo.

En cuanto a las últimas tendencias e investigaciones sobre fachadas, añadir que se está intentando buscar un sistema o baremo para poder medir la sostenibilidad y el ciclo de vida en construcción.

Ya no solo para las fachadas sino también para instalaciones, subsuelos, cubiertas, etc.

De los cuales hacemos referencia al programa **Sima-Pro** ( programa de análisis de vida en función de los materiales y su colocación) y a los sellos de calidad o de sostenibilidad como **LEED** o **BREAM**.

Esto es solo un pequeño adelanto de lo que futuramente tendremos que aplicar para poder conseguir el objetivo común de la **SOSTENIBILIDAD**.

PORTADA BIBLIOGRAFIA



**BIBLIOGRAFIA:**

**LETICIA ORTEGA VIDAL**-*“Catálogo de Soluciones Constructivas de Rehabilitación Energética- - IES Gran Vía”-11 mayo 2011*

**FRANCISCO MATA CABRERA**-*“construcción y sostenibilidad, revista ciencia y desarrollo”-UPM 2010*

**LUIS DE GARRIDO**-*“Hacia una Arquitectura Ecológica-naturalezas artificiales”Arquitecto, ingeniero y Presidente de la Asociación Nacional para la Arquitectura Sostenible (ANAS). España”- Valencia y Barcelona 2008*

**LUIS DE GARRIDO**-*“Indicadores sostenibles-naturalezas artificiales”Arquitecto, ingeniero y Presidente de la Asociación Nacional para la Arquitectura Sostenible (ANAS). España”-Barcelona 2008*

**ANTONIO BAÑO NIEVA**-*“Construcción sostenible: criterios para una actuación arquitectónica acorde con el medioambiente. Dpto. de Arquitectura de la Universidad de Alcalá de Henares de Madrid” -Madrid 2004*

**REBECA CAMPO LOZANO**-*“Reutilización de materiales de construcción. Un paso intermedio necesario. Revista DETAIL.DE, Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática”-2009*

**Muñoz, I.; Rieradevall, J.; Domenech, X-** *“Definición de la unidad funcional e implicaciones en el ACV. Análisis del ciclo de vida: Aspectos metodológicos y casos prácticos.” UPC.Valencia. 2005.*

**ANTONIO BAÑO NIEVA Y ALBERTO VIGIL-ESCALERA DEL POZO-***“Guía de construcción sostenible. Arquitecto. Profesor Asociado de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Alcalá de Henares. Ingeniero Técnico de Obras Públicas” –Madrid noviembre 2005*

**R.VERA SORIANO-** *“Criterios de control de aplacados pétreos en fachadas ventiladas. ICCE”.-Sevilla-2007*

**R.VERA SORIANO-** *“Anclajes de revestimiento de fachada según la UNE 41957 Revista del C.O.A.A.T. de Sevilla Aparejadores nº 58”-Sevilla 2007*

**MASTER DE RESTAURACION DEL PATRIMONIO HISTORICO-** *“Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia y Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia-“Murcia2004.*

**PATOLOGIA DE FACHADAS URBANAS-** *“Secretariado de publicaciones Universidad de Valladolid”, Valladolid-1987.*

**ORGANISMOS Y NORMATIVA:**

- **EHE, CTE, NTE, UNE, ISO** (normativa española y europea de construcción)
- **ITM**. Instituto técnico de materiales. Valencia
- **AIDICO** .Instituto tecnológico de la construcción i+D+i. Valencia.
- **AENOR**. Asociación española de normalización
- **IDAE** .Instituto para la diversificación y ahorro de la energía.
- **ANDIMAT**. Asociación nacional de fabricantes de materiales aislantes.
- **INSTITUTO EDUARDO TORROJA i+D+i**
- **CTAV**. Colegio Técnico de Arquitectos de Valencia. Apartado ICARO materiales sostenibles.
- **CENEAM** Centro Nacional de Educación Ambiental.
- **IVE**. instituto valenciano de la edificación
- **ITM** (instituto tecnológico de los materiales-UPV)
- **ITC** (instituto de tecnología cerámica)

**PAGINAS WEB DE INTERES:**

- [www.cidemco.es/tecnalia](http://www.cidemco.es/tecnalia)
- [www.csostenible.net](http://www.csostenible.net)
- [www.Ecoarquitectura.com](http://www.Ecoarquitectura.com)
- [www.Redverde.com](http://www.Redverde.com)
- [www.Viviendasaludable.com](http://www.Viviendasaludable.com)
- [www.Ecohabitar.es](http://www.Ecohabitar.es)
- [www.Rehabilit.es](http://www.Rehabilit.es)