



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA  
C/. Serrano Galvache, n.º 4. 28033 Madrid  
Tel. (+34) 91 302 04 40 · Fax (+34) 91 302 07 00  
<http://www.ietcc.csic.es>



## DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 577/11

Área genérica / Uso previsto:

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO  
DE FACHADAS VENTILADAS  
CON PLACAS CERÁMICAS DE  
ESPEJOR REDUCIDO Y FIJACIONES  
MECÁNICAS OCULTAS**

Nombre comercial:

**EPSILON "T"**

Beneficiario:

**Fachadas del Norte, S.L.**

Sede Social:

Avda. de la Coruña, n.º 162  
15185 CERCEDA (A Coruña)  
España  
Tel. (+34) 981 686 347  
[www.strow.es](http://www.strow.es)

Validez. Desde:  
Hasta:

22 de diciembre de 2011  
22 de diciembre de 2016  
(Condicionada a seguimiento anual)

**Este Documento consta de 29 páginas**



MIEMBRO DE:

**UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA**  
*UNION EUROPÉENNE POUR L'AGRÉMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION*  
*EUROPEAN UNION OF AGRÉMENT*  
*EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREMENT IN BAUWESEN*

## MUY IMPORTANTE

*El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico.*

*Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento integro del Documento, por lo que éste deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.*

*La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.*

**C.D.U.: 692.232.4  
Fachadas ventiladas  
Bardage  
Cladding kit**

### DECISIÓN NÚM. 577/11

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto n.º 3.652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden n.º 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- de acuerdo a la solicitud formulada por la Sociedad Fachadas del Norte, S.L., para la concesión del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA n.º 577/11 del **Sistema EPSILON “T” de revestimiento de fachadas ventiladas con placas cerámicas de espesor reducido y fijaciones mecánicas ocultas,**
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l’Union Européenne pour l’Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesión celebrada el día 27 de octubre de 2011,

### DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 577/11, al **Sistema EPSILON “T” de revestimiento de fachadas ventiladas con placas cerámicas de espesor reducido y fijaciones mecánicas ocultas,** considerando que,

**La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, siempre que se respete el contenido completo del presente documento y en particular las siguientes condiciones:**

## CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el peticionario debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto de edificación y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente. Será el proyecto de edificación el que contemple las acciones que el Sistema trasmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas sean admisibles.

En cada caso, Fachadas del Norte, S.L., a la vista del proyecto arquitectónico de la fachada realizado por el arquitecto autor del proyecto, proporcionará la definición gráfica desde el punto de vista técnico de la fachada ventilada y asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

El proyecto técnico de la fachada ventilada deberá incluir una memoria de cálculo que justifique el adecuado comportamiento del sistema frente a las acciones previstas.

En general, se tendrán en cuenta, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, todas las prescripciones contenidas en las normativas vigentes.

## CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

Fachadas del Norte, S.L., deberá mantener el autocontrol que en la actualidad realiza sobre las materias primas, el proceso de fabricación y el producto acabado, conforme con las indicaciones que se dan en el apartado 5 del presente documento. Y además, deberá mantener el control de la recepción de las placas cerámicas que en la actualidad se realiza, conforme a las indicaciones que se dan en el apartado 5 del presente documento.

Una copia del listado actualizado de fabricantes de las placas cerámicas estará disponible en el IETcc.

## CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

El Sistema EPSILON "T" de revestimiento de fachadas ventiladas con placas cerámicas de espesor reducido y fijaciones mecánicas ocultas evaluado en el presente documento está previsto para el revestimiento de fachadas mediante fijación mecánica oculta a una subestructura metálica por medio de grapas. El sistema no contribuye a la estabilidad de la construcción.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por Fachadas del Norte, S.L., o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta, bajo su control técnico. Dichas empresas garantizarán que la utilización del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. Una copia del listado actualizado de empresas instaladoras reconocidas por Fachadas del Norte, S.L., estará disponible en el IETcc.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, a la protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## VALIDEZ

El presente Documento de Idoneidad Técnica n.º 577/11, es válido durante un periodo de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características del producto indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del Instituto, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las obras realizadas.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez.

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 22 de diciembre de 2016.

Madrid, 22 de diciembre de 2011

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA



Víctor R. Velasco Rodríguez



## INFORME TÉCNICO

### 1. OBJETO

Sistema previsto para el revestimiento de fachadas ventiladas, realizado con placas de material cerámico de espesor reducido, ancladas a una subestructura metálica de aluminio mediante fijación mecánica oculta (grapas Delta).

Las placas se fijan a las grapas de aluminio anodizado mediante un ranurado practicado en los cantos superiores e inferiores de las placas.

La subestructura consta de perfiles verticales de aluminio lacado, escuadras regulables (denominadas angulares de carga o de apoyo) y sus correspondientes anclajes previstos para colocarse sobre paramentos planos y verticales, de fábrica u hormigón, o bien sobre una estructura metálica (ver Figuras 1 y 3).

No forman parte del Sistema, y por lo tanto no han sido evaluados, los anclajes de fijación de la subestructura al soporte ni el aislamiento térmico. En cualquier caso, los anclajes deberán quedar definidos en el proyecto técnico de la fachada ventilada en función del elemento soporte y de las cargas a transmitir.

### 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema EPSILON "T" de revestimiento de fachadas con placas cerámicas de espesor reducido y fijaciones mecánicas ocultas se compone de (ver Figuras 1 y 3):

- a) Revestimiento exterior de placas de material cerámico, no suministradas por Fachadas del Norte, S.L.
- b) Cámara de aire ventilada en la que se coloca habitualmente un aislamiento térmico no suministrado por Fachadas del Norte, S.L.
- c) Subestructura portante anclada al soporte. Esta subestructura, suministrada por Fachadas del Norte, S.L., está formada por:
  - c.1 Angulares de carga o de apoyo de aluminio anodizado en plata natural mate para la transmisión de cargas de la subestructura al soporte mediante anclajes.
  - c.2 Subestructura vertical de perfiles verticales de aluminio lacado en negro mate.
  - c.3 Sistema para la fijación mecánica oculta denominadas grapas Delta de aluminio anodizado en plata natural mate.
- d) Anclajes de los separadores al soporte.
- e) Diversos accesorios para el tratamiento de los puntos singulares.

## 3. MATERIALES Y COMPONENTES DEL SISTEMA

### 3.1 Placas

Las placas cerámicas, previstas para el sistema, deberán cumplir las siguientes características.

#### 3.1.1 Características físicas y mecánicas

Las placas se clasifican como placas cerámicas prensadas en seco con baja absorción de agua ( $Bl_a$ ) según norma UNE-EN 14411:2007<sup>(1)</sup>, con las siguientes características a declarar por el fabricante:

Tabla 1. PLACAS		
Clasificación		
Método de fabricación	Prensado en seco (Grupo $Bl_a$ )	
Absorción de agua (E)	$\leq 0,5\%$ (Grupo $Bl_a$ )	
Tolerancias dimensionales		
Longitud y Anchura	$\pm 0,6$	%
Espesor	$\pm 5,0$	%
Ortogonalidad	$\pm 0,6$	%
Planitud de superficie	$\pm 0,5$	%
Propiedades físicas		
Densidad aparente	$\pm 2,5$	g/cm <sup>3</sup>
Absorción de agua	$\leq 0,5$	% (en peso)
Resistencia a flexión	$\geq 35$	MPa
Carga de rotura	$\geq 1.300$	N
Coefficiente de dilatación térmica lineal	$\pm 7 \times 10^{-6}$	K <sup>-1</sup>
Resistencia al choque térmico	Resistente	
Resistencia a la helada	Resistente	
Reacción al fuego	A1*	

\* Según Decisión 96/603/CE de la Comisión de 4 de octubre de 1996 por la que se establece la lista de productos clasificados en la clase A (sin contribución al fuego).

#### 3.1.2 Características dimensionales

Las dimensiones estándar de fabricación de las placas corresponderán a las definidas en la Tabla 2.

Tabla 2. DIMENSIONES HABITUALES				
Formato nominal (mm)	Longitud (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg)
300 × 600	600	300	11	9,45
600 × 600	600	600	11	9,90
450 × 900	900	450	11	11,14
600 × 1.200	1.200	600	11	19,80

<sup>(1)</sup> UNE-EN 14411: Placas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado.

Para diseños específicos se pueden obtener mediante mecanizado otras dimensiones de placas inferiores a las descritas, con tolerancias equivalentes y con los mismos espesores, siempre y cuando los esfuerzos a los que vayan a estar sometidas sean inferiores a los definidos en este documento.

Las placas se mecanizarán con el ranurado que se especifica en la Figura 9. Este mecanizado se realiza en fábrica, no debiendo realizarse en obra.

### 3.2 Subestructura para fijación de placas

#### 3.2.1 Materiales

##### Aluminio

Los angulares de carga y de apoyo se fabrican por extrusión de aleación de aluminio 6063 anodizado en plata natural mate; los perfiles verticales por extrusión de aleación de aluminio 6063 lacado en negro mate; y, las grapas Delta por extrusión de aleación aluminio 6063 anodizado en plata natural mate. Sus características se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. DATOS DEL ALUMINIO		
<b>Datos del material</b>		
Aleación	6063	AlMgSi
Normas	UNE-EN 755-2: 2009 <sup>(2)</sup> y UNE-EN 12020-1:2009 <sup>(3)</sup>	
Tratamiento	T5	
Norma	UNE 38002/1M:1994	
<b>Propiedades físicas</b>		
Peso específico	2,7 g/cm <sup>3</sup>	
Coefficiente de dilatación térmica lineal (20 a 100 °C)	23,5·10 <sup>-6</sup> °K	
Módulo de elasticidad	68.600 MPa	
Coefficiente de Poisson	0,33	
<b>Propiedades mecánicas</b>		
Resistencia tracción (R <sub>m</sub> )	≥ 175 <sup>(4)</sup> y 220 <sup>(5)</sup> MPa	
Límite elástico (R <sub>p0,2</sub> )	≥ 130 <sup>(4)</sup> y 170 <sup>(5)</sup> MPa	
Alargamiento (A <sub>50 mm</sub> )	≥ 6 <sup>(4)</sup> y 14 <sup>(5)</sup> %	
Dureza Brinell (HRB)	65 kg/mm <sup>2</sup>	

#### 3.2.2 Angulares de apoyo y de carga (ménsulas)

Las características geométricas y mecánicas de los angulares de apoyo y de carga se detallan en la

<sup>(2)</sup> UNE-EN 755-2: Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.

<sup>(3)</sup> UNE-EN 12020-1: Aluminio y aleaciones de aluminio. Perfiles extruidos especiales en aleaciones EN AW-6060 y EN AW-6063. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.

<sup>(4)</sup> Perfil vertical.

<sup>(5)</sup> Angulares de apoyo y de carga.

Tabla 4. Las tolerancias están definidas según la norma UNE-EN 755-9: 2009<sup>(6)</sup>.

Los angulares de apoyo y de carga (ménsulas) son los elementos de fijación de los perfiles verticales al soporte. Son escuadras regulables de aluminio extruido (6063 T5) anodizado en plata natural mate, de espesor aprox. 3 mm.

Las propiedades del aluminio están descritas en el apartado 3.2.1. Su geometría y dimensiones están recogidas en la Figura 5.

Tabla 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS SEPARADORES	
Referencia	L 60 × 40 × 23
Sección (mm <sup>2</sup> )	290
Perímetro (mm)	197,9
Peso (kg/m)	0,783
x <sub>c</sub> (mm)	± 9,10
I <sub>xc</sub> (cm <sup>4</sup> )	3,96
r <sub>xc</sub> (mm)	19,38
y <sub>c</sub> (mm)	± 19,11
I <sub>yc</sub> (cm <sup>4</sup> )	10,90
r <sub>yc</sub> (mm)	11,72

#### 3.2.3 Perfiles verticales

Las características geométricas y mecánicas de los perfiles verticales se detallan en la Tabla 5. Las tolerancias están definidas según norma la UNE-EN 755-9:2001.

Tabla 5. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL VERTICAL		
Referencia	T 40 × 100	L 40 × 40
Sección (mm <sup>2</sup> )	394	229,8
Perímetro (mm)	365	210,1
Peso (kg/m)	1,064	0,620
x <sub>c</sub> (mm)	± 50,00	± 29,16
I <sub>xc</sub> (cm <sup>4</sup> )	29,69	5,20
r <sub>xc</sub> (mm)	± 9,54	± 11,20
y <sub>c</sub> (mm)	± 7,90	± 11,05
I <sub>yc</sub> (cm <sup>4</sup> )	3,59	2,87
r <sub>yc</sub> (mm)	± 27,50	± 15,07

Los perfiles verticales están fabricados en aluminio extruido (6063 T5) lacado en negro mate en forma de T o de L.

Las propiedades del aluminio están descritas en el apartado 3.2.1. Su geometría y dimensiones de los perfiles verticales están recogidas en la Figura 6.

<sup>(6)</sup> UNE-EN 755-9: Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, tubos y perfiles extruidos. Parte 9: Perfiles, tolerancias dimensionales y de forma.

### 3.2.4 Grapas para fijación

Las grapas para la fijación mecánica oculta de las placas a los perfiles verticales están fabricadas en aluminio extruido 6063 y espesor entre 3 mm y 1,2 mm. Las propiedades del aluminio quedaron descritas en el punto 3.2.1.

Las características dimensionales de las grapas quedan recogidas en la Figura 7.

### 3.3 Tornillería

Para la fijación del perfil vertical a los separadores se usan tornillos autotaladrantes de cabeza hexagonal DIN 7504 K o de cabeza cilíndrica DIN 7504 N TORX de  $\varnothing 5,5$  y  $19 \text{ mm} \leq L \leq 50 \text{ mm}$ , de acero inoxidable A2. Ver Tabla 6.

DIN 7504K	Descripción	Tornillo autotaladrante de cabeza hexagonal
	Norma	DIN 7504K <sup>(7)</sup> UNE-EN ISO 15480:2000 <sup>(8)</sup>
DIN 7504N	Descripción	Tornillo autotaladrante de cabeza cilíndrica abombada
	Norma	DIN 7504N <sup>(9)</sup> UNE-EN ISO 15481:2000 <sup>(10)</sup>
	Cabeza	TORX
Diámetro nominal		5,5 mm
Longitud		19-50 mm
Material		Acero inoxidable A2 (AISI 304)
Norma		UNE-EN ISO 3506-1: 2010 <sup>(11)</sup>
Clase resistente		60
Resistencia a tracción ( $R_m$ )		600 MPa
Límite elástico ( $R_{p0,2}$ )		450 MPa

Para la fijación de las grapas al perfil vertical se emplean tornillos autotaladrantes de cabeza especial TORX de  $\varnothing 4,8$  y  $L = 19 \text{ mm}$ , de acero inoxidable A2. Ver Tabla 7.

Descripción	Tornillo autotaladrante de cabeza especial TORX
Diámetro nominal	4,8 mm
Longitud	19 mm
Material	Acero inoxidable A2
Norma	UNE-EN ISO 3506-1: 1998 <sup>(11)</sup>
Resistencia a arrancamiento	1,9 kN (espesor de chapa 1.5 mm)
Resistencia a torsión	11.4 Nm
Resistencia a cizalladura	9,4 kN

La atomilladora debe utilizarse con tope de profundidad y regulador de par de apriete. Velocidad de giro de  $1.800$  a  $2.500 \text{ min}^{-1}$ , con una fuerza axial de  $250 \text{ N}$  (UNE-EN ISO 10666:2000<sup>(12)</sup>).

### 3.4 Anclajes de la unión al soporte

Los anclajes de fijación de la subestructura al soporte no forman parte del sistema y por lo tanto no han sido evaluados. No obstante, en el proyecto técnico de la fachada ventilada deberán quedar definidos el tipo, posición y número de anclajes para la fijación de los separadores al muro soporte en función del material base de apoyo y de los esfuerzos transmitidos al mismo.

Estos datos se reflejarán en el proyecto técnico de la fachada ventilada y se definirán para cada material base de apoyo, en función de las recomendaciones del fabricante de los anclajes.

Es responsabilidad de la empresa instaladora y de la Dirección facultativa, la comprobación de la adecuación del anclaje, definido en el proyecto técnico, con respecto al elemento soporte ejecutado en obra.

### 3.5 Masilla de poliuretano

Entre los perfiles verticales en "T" y "L" y las placas cerámicas (secas y exentas de cualquier elemento que pueda dificultar la adherencia) se aplica un cordón de masilla para lograr una adecuada planitud del acabado y evitar el "clapeteo" de las placas.

Se emplea un cordón de masilla de poliuretano SIMES MS FLEX, o similar.

Descripción	Masilla de poliuretano
Tipo	SIMES MS FLEX
Densidad	1,40 g/ml
Temperatura de aplicación	De 5 a 50 °C
Módulo de elasticidad	1,60 N/mm <sup>2</sup>
Carga de rotura	1,86 N/mm <sup>2</sup>
Elongación en rotura	551%
Dureza	30 Shore A
Resistencia térmica	De - 40 °C a + 90 °C

<sup>(7)</sup> DIN 7504K: Tornillos autotaladrantes de cabeza hexagonal.

<sup>(8)</sup> UNE-EN ISO 15480: Tornillos autotaladrantes con cabeza hexagonal de arandela, con rosca autorroscante. (ISO 15480:1999).

<sup>(9)</sup> DIN 7504N: Tornillos autotaladrantes de cabeza abombada.

<sup>(10)</sup> UNE-EN ISO 15481: Tornillos autotaladrantes con cabeza cilíndrica abombada ancha de hueco cruciforme, con rosca autorroscante (ISO 15481:1999).

<sup>(11)</sup> UNE-EN ISO 3506-1: Características mecánicas de los elementos de fijación de acero inoxidable resistente a la corrosión. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones. (ISO 3506-1:2009).

<sup>(12)</sup> UNE-EN ISO 10666: Tornillos autotaladrantes y autorroscantes. Características mecánicas y funcionales. (ISO. 10666:1999).

Los ensayos recogidos en el punto 11 del presente documento se realizaron para las placas fijadas sin la masilla de poliuretano

### 3.6 Accesorios

En el caso sea necesario remplazar las placas Fachadas del Norte, S.L., dispone de una grapa de sustitución de acero inoxidable A2. Su geometría y dimensiones están definidas en la Figura 8.

## 4. FABRICACIÓN

### 4.1 Lugar de fabricación

La fabricación de los perfiles se realiza en empresas de extrusión y conformado de perfiles de aluminio, asegurando la calidad requerida y la homogeneidad de los mismos mediante al menos los controles indicados en el apartado 5.

La fabricación se realiza bajo el control y la supervisión de Fachadas del Norte, S.L., que preferiblemente opta por empresas que dispongan del certificado de Registro de Empresa según la norma UNE-EN ISO 9001.

Una copia del listado actualizado de empresas de fabricación de los perfiles, reconocidas por Fachadas del Norte, S.L., estará disponible en el IETcc.

### 4.2 Proceso de fabricación

La materia prima utilizada en la fabricación es aluminio de calidad 6063 y 6005 (según norma UNE 38337) suministrada en elementos de forma cilíndrica comúnmente denominados "tochos".

El proceso de fabricación consta de las siguientes fases:

- Extrusión, que prevé el calentamiento de los "tochos", en un horno a gas hasta ponerlos en estado plástico y el paso de los mismos por la "matriz" correspondiente gracias a la presión ejercida a través de la prensa,
- Estiramiento, que consiste en aplicar una fuerza de tracción a ambos extremos del perfil de aluminio extruido, una vez enfriado, para otorgarle la forma y rectitud requerida.
- Corte de perfil extruido.
- Temple en horno eléctrico durante 9 h a una temperatura de 185 °C. Proceso necesario para otorgarle las propiedades de flexibilidad y dureza definitivas.

## 5. CONTROL DE CALIDAD

### 5.1 Placas

Estos elementos no son fabricados por Fachadas del Norte, S.L., por lo que se exige a los proveedores un certificado en cada suministro relativo a las especificaciones técnicas y cumplimiento de la normativa respectiva.

Las placas cerámicas deberán estar en posesión del marcado CE según UNE-EN 14411.

Los controles que se realizan a las placas a su recepción son:

- Aspecto general y acabado.
- Dimensiones.
- Comprobación del certificado con respecto a la especificación técnica.
- Comprobación del ranurado de la placa según las dimensiones definidas en la Figura 9.

Para cada una de las fábricas que suministren las placas cerámicas es necesaria la realización de los ensayos iniciales de tipo, comprobando:

- Resistencia a flexión para placas de dimensiones máximas.
- Durabilidad a hielo/deshielo del ranurado.
- Resistencia mecánica de las fijaciones (ensayo a presión/succión de los puntos de fijación según queda recogido en el punto 11.3.1).

Si las placas disponen de un DIT, se tendrán en cuenta, cuando corresponda, los ensayos incluidos en el mismo.

Fachadas del Norte, S.L., deberá disponer de un listado de empresas suministradoras de las placas cerámicas, que además incluya los ensayos iniciales antes indicados para cada una de dichas fábricas.

### 5.2 Subestructura

Los perfiles que componen la subestructura del sistema de fachada ventilada son fabricados y suministrados a Fachadas del Norte, S.L., por empresas de extrusión y conformado de perfiles de aluminio que tengan implantado un Sistema de control calidad certificado según UNE-EN ISO 9001:2008. Dichas empresas deberán ser capaces de asegurar la homogeneidad del producto fabricado, así como el cumplimiento de las especificaciones técnicas recogidas en este documento.

La fabricación se realizará bajo el control y supervisión de Fachadas del Norte, S.L., por lo que en cada suministro, se exige al proveedor un certificado relativo a las especificaciones técnicas recogidas en este documento y cumplimiento de la normativa respectiva.

Los controles que Fachadas del Norte, S.L., realiza a los perfiles y grapas a su recepción son:

- Aspecto general y acabado;
- Dimensiones;
- Comprobación del certificado del fabricante con respecto a la especificación técnica.

## 5.2 Tornillería

Estos elementos no son fabricados por Fachadas del Norte, S.L., por lo que se exige a los proveedores un certificado en cada suministro relativo a las especificaciones técnicas y cumplimiento de la normativa respectiva.

Los controles que Fachadas del Norte, S.L., realiza a la tornillería a la recepción de estos artículos son:

- Aspecto general y acabado;
- Dimensiones;
- Comprobación del certificado del fabricante con respecto a la especificación técnica.

## 5.4 Anclajes

El suministrador del anclaje debe garantizar que los productos del sistema de anclaje hayan superado controles internos de fabricación y producto final, de acuerdo a las normas y procedimientos internos del mismo. Asimismo, de que todos estos productos cumplen con las especificaciones del material y valores de carga que se indican en los manuales y catálogos en vigor del suministrador, siempre y cuando se instalen según sus recomendaciones e instrucciones.

Cuando corresponda, el anclaje deberá estar en posesión del marcado CE.

## 5.5 Masilla de poliuretano

Se realiza un control de recepción de la masilla, exigiendo a los proveedores un certificado de cada suministro relativo a las especificaciones técnicas y cumplimiento de la normativa respectiva.

## 6. MECANIZADO y ETIQUETADO, EMBALAJE, TRANSPORTE, RECEPCIÓN EN OBRA, ACOPIO Y MANIPULACIÓN

Las placas se mecanizarán con el ranurado que se especifica en la Figura 9. Este mecanizado se realiza en fábrica, no debiendo realizarse en obra.

Las placas irán marcadas según lo establecido en la norma UNE-EN 14411:2007, incluyendo:

- Marca comercial del fabricante y país de origen.
- Marca de primera calidad.
- Referencia a las normas que se satisfacen.
- Dimensiones nominales y de fabricación.
- Naturaleza de la superficie de la placa (esmaltada o no-esmaltada).
- Marcado CE.
- Número de control: código de trazabilidad que incluye mes y año de fabricación.

Las placas se suministran en cajas de cartón perfectamente identificadas, flejadas en fardos no superiores a tres cajas, enfundadas y paletizadas.

El paletizado deberá incluir el logotipo y número de DIT.

Las placas se dispondrán en el medio de transporte de forma que no sufran desplazamientos que puedan dañar las mismas durante el transporte.

La descarga del material se hará lo más cerca posible del lugar de empleo, para evitar acarrees innecesarios.

Se procurará no deslizar las placas una sobre otra, levantándolas una a una, para que no se deteriore la superficie por rozamiento con partículas punzantes.

En la descarga y en la manipulación se evitarán que los materiales reciban golpes o se caigan.

La subestructura se suministra en cajas de cartón con su correspondiente etiqueta identificativa donde figuran al menos los siguientes datos:

- Referencia: Fachadas del Norte, S.L.;
- Tipo de pieza;
- Número de unidades;
- Logotipo y n.º de DIT.

Durante la ejecución de los trabajos de montaje todos los elementos que componen los cerramientos de fachada se acopiarán de forma ordenada evitando que se produzcan roturas y deformaciones en los mismos. Siempre que la obra lo permita, el acopio se hará en el interior de la edificación.

La recepción de los materiales en obra se hará conforme a la normativa en vigor, prestando especial atención a los perfiles de gran longitud para comprobar que dichos elementos no presentan defectos o deformaciones que inhabiliten su utilización.

Se proporcionará la debida atención y cuidado en todas las operaciones de manipulación y almacenamiento en obra de todos los elementos evitando cualquier tipo de incidencia que pueda provocar su deformación, para ello se utilizarán como elementos auxiliares grúas de obra, transpaletas, etc.

## 7. PUESTA EN OBRA

### 7.1 Especificaciones generales

Para cada obra y a la vista del proyecto arquitectónico, se realizará un proyecto técnico de la fachada ventilada en el que, se calcularán y determinarán los elementos a utilizar y su disposición.

Dicho proyecto incluirá los planos y detalles constructivos necesarios para la correcta comprensión y posterior instalación del sistema por parte del personal de obra.

En cualquier caso, Fachadas del Norte, S.L., facilitará todos los datos necesarios para realizar el proyecto y la ejecución de la fachada ventilada; debiendo proporcionar, si así se solicita, asistencia técnica durante las fases de proyecto y ejecución, incluyendo la resolución de los puntos singulares.

El montaje del sistema de fachada ventilada EPSILON "T" lo ha de realizar personal especializado y autorizado por Fachadas del Norte, S.L., bajo su control y asistencia técnica, mediante los elementos de fijación anteriormente descritos.

Las placas ya colocadas no deberán encontrarse bajo tensión y deberán tener suficiente libertad de movimiento. A estos efectos hay que prever margen suficiente en los orificios al efectuar las uniones, posibilitando de esta forma las dilataciones por humedad y temperatura.

#### 7.1.1 Preparación del soporte y sistema de fijación

En obra, antes del montaje del sistema, se deberá comprobar la estabilidad y la capacidad portante del soporte y si los anclajes (ver punto 3.4) previstos en el proyecto técnico son adecuados al mismo, mediante las debidas pruebas de arrancamiento según plan de control de la obra, supervisadas por la dirección facultativa.

En caso de que el anclaje previsto no sea adecuado, deberá sustituirse bajo la aprobación de la Dirección Facultativa, tomando las precauciones que sean necesarias en cuanto a posición y número de anclajes.

El instalador de la fachada dará su conformidad previa al soporte antes de la colocación del sistema.

La subestructura deberá quedar adecuadamente alineada con el fin de garantizar la planeidad del sistema de revestimiento.

El sistema de fijación deberá prever la dilatación de las placas y definirse de acuerdo a:

- cargas de viento;
- distancias máximas entre puntos de fijación de los paneles;
- formato y dimensiones de los paneles;
- juntas de dilatación del edificio y de los componentes.

#### 7.1.2 Cámara de aire ventilada

Debe tenerse en cuenta la existencia de una cámara continua de aire, de entre 3 y 10 cm de espesor, ventilada por convección natural ascendente detrás del revestimiento.

El área efectiva total de las aberturas de ventilación será como mínimo igual a 120 cm<sup>2</sup> por cada 10 m<sup>2</sup> de paño de fachada entre forjados, repartidas al 50% entre la parte superior y la inferior. A estos efectos podrán contabilizarse las juntas entre placas.

## 7.2 Montaje

La secuencia de las operaciones de puesta en obra debe ser la siguiente (ver Figura 2):

- Replanteo.
- Colocación de separadores.
- Colocación de perfiles.
- Colocación del aislante si procede.
- Colocación sucesiva de grapas y placas, con establecimiento de juntas y aplicación de masilla.
- Colocación de placas en la franja inferior de la fachada.

#### 7.2.1 Replanteo

Se replanteará la fachada comprobando la planeidad del soporte a revestir, verificando la buena elección del anclaje.

Los ejes de los perfiles verticales se colocarán en función de las dimensiones de la placa de revestimiento, a una distancia igual o menor de 120 cm, dependiendo del formato de la placa, conforme a lo definido en el proyecto y justificado por cálculo.

Las características del soporte, tanto en desplome como en planeidad, deberán cumplir las condiciones fijadas en el CTE, así como en las correspondientes normas y disposiciones vigentes.

#### 7.2.2 Colocación de angulares (ménsulas)

Se fijarán los angulares de carga a las vigas y/o cantos del forjado y los angulares de apoyo al muro soporte o cerramiento mediante anclajes adecuados.

Se colocarán y distribuirán los angulares alineados en sentido vertical, distribuidos entre cantos de forjado. La distancia en vertical dependerá del tipo y estado del soporte y a su vez de las cargas que tenga que transmitir al mismo, siendo, siempre que lo permita el soporte, inferior a 120 cm.

#### 7.2.3 Colocación de los perfiles verticales

Los perfiles verticales en "T" o en "L" se fijarán a los angulares con los tornillos descritos en el punto 3.4, manteniendo una distancia máxima entre ellos de 120 cm dependiendo de la dimensión de las placas y de su categoría de uso (consultar el punto 12.1.3).

Para asegurar la planeidad del sistema de revestimiento y absorber las posibles irregularidades de los elementos estructurales de la edificación los angulares de carga y de apoyo presentan unos orificios colisos que permiten regular la posición de los perfiles verticales garantizando su aplomo y alineación.

La junta horizontal mínima entre perfiles verticales será de 2 mm por cada metro lineal de perfil.

#### 7.2.4 Colocación de aislante

Siempre que se aplique, se cubrirá toda la cara exterior del muro soporte y la estructura resistente del edificio según las especificaciones del proyecto.

#### 7.2.5 Colocación de las grapas

La colocación de grapas y placas se efectuará de abajo a arriba.

Inicialmente, sobre el perfil vertical en "T" o en "L" se aplicará, primero, en la zona donde apoyarán

las piezas cerámicas un cordón de masilla, cuyas características quedan recogidas en el punto 3.5 del presente documento.

A continuación, se atornillarán las grapas, comenzando por las inferiores, a una distancia entre ellas que vendrá determinada por el formato de las placas que se estén utilizando, sucesivamente, se colocarán las placas y las grapas superiores.

#### 7.2.6 Colocación de placas cerámicas

Las placas se encajan sobre las grapas inferiores y posteriormente se fijan mediante las grapas superiores.

En el caso que por cálculo se necesite, las placas se fijarán en sus cuatro esquinas y en el punto medio de su dimensión horizontal, a un perfil vertical intermedio por medio de un cordón de masilla.

#### 7.2.7 Juntas

Las juntas entre placas deben ser siempre abiertas. La junta vertical ha de ser  $\geq 2$  mm; la junta horizontal será de 5 a 8 mm.

Las juntas de dilatación del edificio siempre deben coincidir con una junta vertical del sistema de fachada mediante un doble perfil.

Una misma placa no se podrá fijar a dos perfiles verticales distintos según la dirección vertical.

#### 7.2.8 Colocación de placas en la franja inferior de la fachada

En la franja inferior de la fachada, en la zona accesible por el público, se deberá incrementar el número de perfiles verticales, considerando una separación máxima entre ellos de 40 cm. Estos no podrán ser tenidos en cuenta a la hora de resistir las acciones de viento. Las placas quedarán fijadas a dichos perfiles intermedios mediante un cordón de masilla.

Todas las zonas de arranque se rematarán con una rejilla de aluminio.

## 8. MANTENIMIENTO

Para la limpieza de las placas se seguirán las recomendaciones del fabricante de las mismas, siendo su limpieza similar al de las placas cerámicas habituales.

Su sustitución, por rotura o por cualquier otra causa, no afectará el conjunto de la fachada.

El sistema dispone de una grapa de sustitución, que enganchándose a las grapas correspondientes, permite fijar las nuevas placas.

El procedimiento de montaje es el mismo definido en el punto 7.2.6. Antes se encaja la placa, previamente ranurada, en las uñas de las grapas inferiores y luego se fija la misma mediante las grapas de sustitución.

En todo caso, a la hora de sustituir las placas habrá que tener en cuenta la diferencia de tonalidad respecto a las colocadas anteriormente.

## 9. MEMORIA DE CÁLCULO

La utilización del Sistema para el revestimiento de fachadas ventiladas Fachadas del Norte, S.L., requiere de la elaboración de un proyecto técnico de acuerdo con la normativa en vigor.

El proyecto técnico de la fachada ventilada deberá incluir una memoria de cálculo que justifique el adecuado comportamiento del sistema frente a las acciones previstas, comprobándose la estabilidad, resistencia, deformaciones admisibles y justificando la adecuada composición del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite últimos y de servicio.

Para el cálculo se deberán verificar que los valores de resistencia a flexión, cortante e impacto de las placas, para las dimensiones y distancia entre apoyos de aplacado proyectado, son suficientes y contemplan un coeficiente de seguridad adecuado para los esfuerzos a los que estarán sometidos las mismas y que estos últimos son admisibles en función de las propiedades mecánicas de las mismas placas.

### 9.1 Determinación de acciones

Las acciones sobre el Sistema de fachada ventilada se calcularán según lo establecido en el CTE-DB-SE-AE relativo a Acciones en la edificación, con los coeficientes de mayoración de acciones recogidos en el CTE-DB-SE relativo a Seguridad Estructural.

Para el cálculo del Sistema se considera que las placas cerámicas deben soportar la carga del viento (presión/succión) y transmitirla, junto con su peso propio, a través de la subestructura y los anclajes al soporte. Las placas cerámicas, fijaciones, subestructura y anclajes deben resistir los esfuerzos producidos por el viento, junto con su propio peso.

Para edificios de hasta 30 m de altura y para las limitaciones recogidas en el CTE-DB-SE-AE relativas a la acción del viento, éstas se determinarán según lo establecido en el citado Documento Básico, debiendo emplearse los coeficientes eólicos de presión/succión recogidos en el Anejo D de dicho Documento Básico (Tabla D.1), en función de la esbeltez del edificio y la posición de la placa, considerando como área de influencia la de la propia placa.

Para alturas mayores y/o para aquellos casos que se salgan del campo de aplicación de dicho Documento Básico, o cuando se prevean acciones de viento superiores a las consideradas en el CTE-DB-SE-AE, será preciso realizar un estudio específico para determinar las acciones de viento, así como los coeficientes eólicos de presión/succión.

### 9.2 Parámetros de cálculo

Las propiedades mecánicas de las placas están descritas en el punto 3.1.1 del presente documento. Las propiedades mecánicas de los perfiles de aluminio están descritas en el punto 3.2.1 del presente documento.

Los valores de resistencia a la presión/succión de viento de los puntos de fijación de la placa a la subestructura se podrán tomar de los resultados del ensayo 11.3.1, afectados de su correspondiente coeficiente de seguridad. Este valor deberá compararse con la carga de viento obtenida para la configuración de fachada prevista.

El coeficiente de seguridad para los valores de resistencia de las fijaciones deberá quedar precisado en el proyecto técnico de la fachada ventilada, no recomendándose un coeficiente menor de 2,5.

### 9.3 Hipótesis de cálculo

Se consideran las siguientes hipótesis de cálculo:

- Las acciones de viento sobre las placas, así como el peso propio de las mismas, son transmitidas por las propias placas directamente a los perfiles verticales a través de las grapas de fijación.
- Frente a la acción de viento, las placas cerámicas se considerarán apoyadas como mínimo en cuatro puntos de fijación sobre los montantes, debiendo comprobarse su resistencia a flexión frente a las acciones de viento previstas.  
Frente al peso propio, la placa se comporta como una viga de gran canto.
- Los puntos de fijación entre la placa y la subestructura deberán ser capaces de transmitir el esfuerzo cortante previsto en función del área tributaria que le corresponde a dicho punto de fijación.

#### 9.4 Perfiles y sistemas de fijación entre perfiles

Los perfiles trabajan a flexión, transmitiendo las cargas puntuales que reciben, a los separadores.

El cálculo de los perfiles frente a la acción del viento se realizará por métodos elásticos, considerando como articuladas las uniones entre perfiles. La deformación de los perfiles, dado que no existe reglamentación específica, podrá limitarse a  $L/200$  de la distancia entre apoyos.

Complementariamente, se deberá verificar que la resistencia al arrancamiento de los tornillos, para el espesor de perfiles considerado, es suficiente para garantizar, con un coeficiente de seguridad adecuado, la transmisión de cargas en los puntos de fijación.

#### 10. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Fachadas del Norte, S.L., inicia su primera obra en junio de 2009 y hasta la fecha, según indica la empresa, la superficie total ejecutada asciende aproximadamente a 75.000 m<sup>2</sup>.

El fabricante aporta como referencias las siguientes obras:

- Edificio residencial “Antas Houses” en Paranhos (Oporto, Portugal), 4.600 m<sup>2</sup> (2008).
- Edificio de viviendas de calle Rebolo (Lugo), 500 m<sup>2</sup> (2009).
- Tienda de mobiliario de baño “Jesus Babio” en Boisaca-Santiago (A Coruña), 300 m<sup>2</sup> (2009).
- Edificio residencial “Pereira” en Valadares (Vila Nova de Gaia, Portugal), 100 m<sup>2</sup> (2010).
- Fábrica de Zapatos del Grupo Inditex en Elche (Alicante), 2.000 m<sup>2</sup> (2011).
- Colegio Salesiano en Baracaldo (Vizcaya), 1.000 m<sup>2</sup> (2011).
- Oficinas ampliación del Palacio de Justicia de Pamplona (Navarra), 1.500 m<sup>2</sup> (2011).
- Edificio de viviendas en Sarria (Lugo), 1.200 m<sup>2</sup> (2011).
- Edificio residencial “Flex” (Antigua fábrica de colchones Flex en Burgos), 4.000 m<sup>2</sup> (2011).
- Edificio de viviendas de Avenida de Bergantiños en Carballo (A Coruña), 625 m<sup>2</sup> (2011).

El IETcc ha realizado diversas visitas a obras, así como una encuesta a los usuarios, todo ello con resultado satisfactorio.

#### 11. ENSAYOS

Los siguientes ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) (Informe n.º 19.727-1 de acuerdo con la norma UNE-EN 14411:2007<sup>(13)</sup> y UNE-EN ISO 10545<sup>(14)</sup>, el EOTA Technical Report TR 001 “*Determination of impact resistance of panels and panel assemblies*” y el borrador de la Guía EOTA “*Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices*” (edición de mayo de 2011).

##### 11.1 Ensayos de identificación de las placas cerámicas

De las placas, utilizadas en los ensayos del sistema completo, se han verificado, una vez mecanizadas, las siguientes características.

###### 11.1.1 Características dimensionales

Ensayos realizados según la norma UNE-EN ISO 10545-2:1998<sup>(15)</sup>, siendo los valores obtenidos conformes a la norma UNE-EN 14411:2007.

###### 11.1.2 Densidad aparente y absorción de agua

Ensayos realizados según la norma UNE-EN ISO 10545-3:1997<sup>(16)</sup>, siendo los valores obtenidos conformes a la norma UNE-EN 14411:2007.

###### 11.1.3 Resistencia a flexión

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 10545-4:1997<sup>(17)</sup> para placas de 1.200 × 550 × 11.

Los valores obtenidos son superiores al exigido por la norma del producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

La tensión de rotura obtenida en los ensayos fue de 38,22 MPa (N/mm<sup>2</sup>) equivalente a una presión de viento (sin coeficiente de seguridad ni de mayoración de cargas) de 4,5 kN/m<sup>2</sup>.

<sup>(13)</sup> UNE-EN 14411: Placas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado.

<sup>(14)</sup> UNE-EN ISO 10545: Placas cerámicas.

<sup>(15)</sup> UNE-EN ISO 10545-2 Baldosas cerámicas. Parte 2: Determinación de las dimensiones y del aspecto superficial.

<sup>(16)</sup> UNE-EN ISO 10545-3 Baldosas cerámicas. Parte 3: Determinación de la absorción de agua, de la porosidad abierta, de la densidad relativa aparente, y de la densidad aparente.

<sup>(17)</sup> UNE-EN ISO 10545-4 Baldosas cerámicas. Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la carga de rotura.

## 11.2 Ensayos de durabilidad de las placas

Una vez realizados los ensayos de envejecimiento acelerado, según se describen a continuación, se determina los valores de tensión de rotura según lo definido en el punto 11.1.3.

### 11.2.1 Calor a 80 °C

Se mantienen las placas en estufa a 80 °C durante 28 y 56 días.

De los resultados del ensayo de resistencia a flexión se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 11.1.3.

### 11.2.2 Saturación y secado

El ensayo consiste en someter las placas cerámicas a la acción de los ciclos, que se definen en la norma UNE-EN 494+A3:2007, ensayo 7.3.5.

De los resultados del ensayo de resistencia a flexión se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 11.1.3.

### 11.2.3 Hielo-Deshielo

Ensayo consistente en realizar los ciclos de hielo-deshielo, según se define en la norma UNE-EN 10545-12:1997.

De los resultados del ensayo de resistencia a flexión se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 11.1.3.

En las placas que tenían hendiduras laterales no se produjo rotura en ninguna de las placas ensayadas.

## 11.3 Ensayo de aptitud de empleo del sistema

### 11.3.1 Ensayos a presión-succión de los puntos de fijación

Ensayo realizado según procedimiento interno del Laboratorio del DIT para determinación de la resistencia a succión al viento del sistema de fijación de fachadas ventiladas.

Para la realización del ensayo no se dispuso la masilla de poliuretano descrita en el punto 3.5.

Se obtuvieron los siguientes valores:

Dimensiones (mm)	1.200 × 500 × 11
V* (kN)	0,41
P <sub>v</sub> ** (kN/m <sup>2</sup> )	2.75

\* V = Resistencia aproximada de la fijación de esquina.

\*\* P<sub>v</sub> = Presión de viento equivalente, sin coeficiente de seguridad ni de mayoración de cargas.

### 11.3.2 Ensayo de resistencia a succión de viento

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.1.1 "Wind suction test" para un montaje formado por placas de APAVISA de 1.200 × 600 con fijación mecánica oculta, sobre perfiles en T.

Realizado el ensayo en una cámara de presión/succión el fallo se produjo por rotura de ranurado. El resultado del ensayo confirma los valores de resistencia a succión de los puntos de fijación obtenidos en el ensayo 11.3.1.

### 11.3.3 Resistencia al choque de cuerpo blando

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.4.2 "Resistance to soft body impact" para dos series de placas, unas con distancias entre apoyos de 1,20 m sin perfil intermedio y las otras con perfil intermedio.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Energía de impacto (Julios)	Dimensiones: 1.200 × 600 × 11	
	Sin perfil intermedio	Perfil intermedio
10 J	Sin daño	Sin daño
3 × 60 J	Sin daño	Sin daño
300 J	Rotura	Sin daño
400 J	—	Rotura

### 11.3.4 Resistencia al choque de cuerpo duro

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.4.1 "Resistance to hard body impact" para dos series de placas, unas con distancias entre apoyos de 1,20 m sin perfil intermedio y las otras con perfil intermedio.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Energía de impacto (Julios)	Dimensiones: 1.200 × 600 × 11	
	Sin perfil intermedio	Perfil intermedio
1 J	Sin daño	Sin daño
3 J	Rotura	Rotura sin desprendimiento
10 J	—	—

### 11.3.5 Ensayos del perfil vertical

Para realizar el ensayo se ha utilizado un perfil de aluminio (T 40 × 100) biapoyado con una longitud de cálculo de 1,40 m y se ha aplicado una carga en su sección central.

Del resultado de los ensayos se ha comprobado que las características del perfil vertical se corresponden a los datos suministrados por el fabricante (Tabla 5, apdo. 3.2.3).

### 11.3.6 Ensayo a carga vertical

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA apartado 5.4.2.6.2 "Resistance of vertical load".

Para la realización del ensayo se dispuso de un montaje formado por una placa cerámica de 1.200 mm de longitud y 600 mm de anchura, con un espesor de 11 mm, fijada mediante grapas a los perfiles verticales T, a su vez anclados al muro soporte mediante escuadras de nivelación y aplomo.

Seguidamente se ha colocado un flexímetro en el centro de la placa para poder medir los desplazamientos en sentido vertical de la misma bajo una carga estática que se corresponde con el peso de dos elementos de aplacado (40 kg).

Transcurridas 24 horas no se observan deformaciones ni daños aparentes ni en la placa ni en los anclajes.

## 11.4 Ensayos de durabilidad del sistema

### 11.4.1 Ensayo de fatiga a succión

Ensayo realizado según procedimiento interno del Laboratorio del DIT para determinación de la resistencia a fatiga a succión al viento de los sistemas de fijación de fachadas ventiladas.

Los ensayos se realizan aplicando una carga a una frecuencia de 0,5 Hz durante 25.000 ciclos.

Completado el ensayo de fatiga se realiza el ensayo estático tipo inicial a succión de viento, no observándose disminución significativa de la resistencia de los puntos de fijación.

## 12. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

### 12.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

#### 12.1.1 SE - Seguridad estructural

El Sistema EPSILON "T" de revestimiento de fachadas ventiladas con placa cerámica no contribuye a la estabilidad de la edificación, y por lo tanto no le son de aplicación las Exigencias Básicas de Seguridad Estructural.

No obstante, se debe tener en cuenta que el comportamiento estructural de la fachada ventilada debe ser tal que no comprometa el cumplimiento del resto de Exigencias Básicas, y en particular las de Seguridad de Utilización y Habitabilidad, según se indica en la Ley de Ordenación de la Edificación: *Seguridad de utilización de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas* (Artículo 3.1.b.3), y *otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio* (Artículo 3.1.c.4).

La utilización del Sistema para el revestimiento de fachadas EPSILON "T" requiere de la elaboración de un proyecto técnico de acuerdo con la normativa en vigor.

En el proyecto se comprobará la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuada composición del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límites últimos y de servicio.

El cálculo se particularizará en función de la localización y altura del edificio y de los valores característicos de resistencia del panel. Asimismo se prestará una especial atención a los fenómenos localizados de inestabilidad que el viento puede producir en determinadas partes de los edificios, sobre todo en edificios altos.

El soporte del sistema de fachada ventilada, constituido habitualmente por un muro de cerramiento, debe cumplir con los requisitos esenciales de seguridad estructural que le sean propios, debiendo considerarse las acciones y sollicitaciones que el sistema de fachada ventilada le transmite.

La unión entre la subestructura del sistema y el cerramiento posterior debe ser prevista para que durante el período de uso no se sobrepasen las tensiones límite extremas o los valores límite de durabilidad.

### 12.1.2 SI - Seguridad en caso de incendio

La composición del cerramiento, incluido el aislante, debe ser conforme con el CTE, Documento Básico de Seguridad frente a Incendios (DB-SI), en lo que se refiere a la estabilidad al fuego, así como en la reacción al fuego de los materiales que lo integran.

De acuerdo a la Decisión 96/603/CE de la Comisión de 4 de octubre de 1996, los productos de arcilla cocida obtienen una clasificación de reacción al fuego de clase A1 (sin contribución al fuego) sin necesidad de ensayos.

El material de revestimiento debe cumplir el requisito exigido en CTE-DB-SI (SI-2 punto 1.4) relativo a propagación exterior, para los materiales de revestimiento exterior de fachada y de las superficies interiores de las cámaras ventiladas de fachada.

Como en todos los sistemas de fachada ventilada, en caso de incendio, puede producirse la propagación por efecto chimenea, por lo cual, deben respetarse las especificaciones de comportamiento al fuego de los materiales y en su caso, prever zonas de cortafuego.

En todo caso, se recuerda que el diseño de fachada debe satisfacer el DB-SI 2, con objeto de evitar la propagación horizontal y vertical del fuego.

### 12.1.3 SU - Seguridad de utilización

El CTE no especifica exigencias relativas a la seguridad de utilización para los sistemas de fachadas ventiladas. No obstante, para las zonas bajas de los edificios, en zonas accesibles por el público, se debe situar perfiles verticales intermedios, tal y como se describe en el punto 7.2.8.

De los resultados de los ensayos de resistencia al choque de cuerpo duro y resistencia al choque de cuerpo blando, el sistema puede ser utilizado en

las categorías de uso IV<sup>(18)</sup> que se establecen en el borrador de la Guía EOTA 034 "Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices" (edition May 2011), relativo a Seguridad de Utilización.

Para su uso en categoría I<sup>(18)</sup>, la separación máxima entre perfiles verticales será de 40 cm tal y como se indica en el punto 7.2.8. Mientras que para su uso en categoría II y III<sup>(18)</sup>, la separación máxima será de 60 cm.

### 12.1.4 HS - Salubridad

La solución completa de cerramiento debe garantizar el grado de impermeabilidad mínimo exigido para el edificio al que se incorpore, según se describe en el CTE-DB-HS, con objeto de satisfacer el requisito básico de protección frente a la humedad (HS 1).

Tal y como queda descrito el Sistema en el Informe Técnico, la cámara de aire ventilada podrá tener consideración de "barrera de resistencia muy alta a la filtración" (B3) según se describe en el CTE-DB-HS, HS 1, apartado 2.3.2, siempre que:

- Se respeten las dimensiones de la cámara de aire, juntas y cuantía de las aberturas de ventilación descritas en el punto 7 del Informe Técnico.
- El material aislante deberá ser no hidrófilo y estar situado entre la cámara de aire y el elemento soporte.
- Se disponga, en la parte inferior de la cámara y cuando ésta quede interrumpida, un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada a la misma (según se describe en el apartado 2.3.3.5 del CTE-DB-HS, HS-1).

En cualquier caso, deberá prestarse especial atención, en el diseño de las fachadas, a la incorporación de las ventanas y de los elementos

<sup>(18)</sup> Dichas categorías están definidas en la Guía EOTA 034 (edition May 2011), párrafo 6.4.4, Tabla 4 - Definición de las categorías de uso.

Categoría de uso	Descripción
I	Apto para paramentos, accesible al público, situados a nivel de suelo exterior o en otras zonas expuestas a posibles impactos de cuerpo duro (no vandálicos).
II	Apto para paramentos situados en zonas expuestas a impactos directos causados por golpes u objetos lanzados desde zonas públicas, donde la altura del sistema limitará el tamaño del impacto, o bien en zonas de acceso restringido situadas a niveles inferiores.
III	Apto para zonas que sean improbables de ser dañadas por impactos normales causados por personas o bien objetos lanzados o arrojados.
IV	Apto para paramentos no alcanzables desde el nivel de suelo exterior.

de iluminación, así como la correcta solución de los puntos singulares, fijaciones exteriores, etc., para lograr una adecuada estanquidad en dichos puntos, evitando la acumulación y la filtración de agua.

La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la sección HE-1 (Limitación de la demanda energética) del CTE-DB-HE (HE-1, punto 3.2.3).

Los componentes del sistema, según declara el fabricante del mismo, no contienen ni liberan sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación nacional y europea.

#### 12.1.6 HR - Protección frente al ruido

La solución completa de cerramiento, y fundamentalmente el muro soporte más el aislamiento, debe ser conforme con las exigencias del CTE-DB-HR en lo que respecta a la protección contra el ruido.

Se estudiará la solución constructiva del encuentro de la fachada con los elementos de separación vertical, de manera que se evite la transmisión del ruido por flancos.

#### 12.1.5 HE - Ahorro energético

La solución constructiva completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del CTE-DB-HE en cuanto a comportamiento higratérmico.

El Sistema, tal y como queda descrito en el Informe Técnico, a efectos de cálculo de la transmitancia térmica, según se describe en el Apéndice E del CTE-DB-HE, la cámara de aire tendrá consideración de "cámara de aire muy ventilada", y la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento (HE-1, Apéndice E).

#### 12.2 Utilización del producto. Puesta en obra

Se deberá tener en cuenta, en la ejecución de puntos singulares como antepechos, dinteles, jambas, petos, etc., la estanquidad de los mismos, y su impermeabilización previa si fuese necesario, así como la correcta evacuación de aguas evitando su acumulación.

Se seguirán las recomendaciones dadas en el punto 6 del Informe Técnico para la manipulación de las placas. Además, a la hora de manipular las placas se deberá utilizar guantes de protección.

#### 12.3 Limitaciones de uso

Los aspectos relativos al cálculo recogidos en el punto 9 del presente documento se refieren al campo de aplicación del Documento Básico de Seguridad Estructural relativo a Acciones en la Edificación del CTE (DB-SE-AE).

Para aquellos casos que se salgan del campo de aplicación de dicho Documento Básico, o cuando se prevean acciones de viento superiores a las consideradas en el CTE-DB-SE-AE, será preciso realizar un estudio específico para determinar las acciones de viento.

#### 12.4 Gestión de residuos

Se seguirán las especificaciones del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, así como las reglamentaciones autonómicas y locales que sean de aplicación.

#### 12.5 Condiciones de servicio

De acuerdo con los ensayos de durabilidad realizados y las visitas a obra, se considera que el Sistema tiene un comportamiento satisfactorio conforme a las exigencias relativas a durabilidad; siempre que la fachada, instalada conforme a lo descrito en el presente documento, esté sometida a un adecuado uso y mantenimiento, conforme a lo establecido en el CTE.

### 13. CONCLUSIONES

Verificándose que en el proceso de fabricación de los perfiles se realiza un control de calidad que comprende un sistema de autocontrol por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y control del producto.

Verificándose que las placas cerámicas están en posesión del Marcado CE y que además se han realizado, para cada fábrica de placas cerámicas, los ensayos específicos de resistencia a flexión, resistencia del ranurado a los ciclos de hielo/deshielo y resistencia de las fijaciones.

Verificándose que la fabricación de los elementos de la subestructura se realiza bajo la supervisión de Fachadas del Norte, S.L., la cual realiza un control de recepción de dichos elementos.

Considerando que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica y los resultados obtenidos en los ensayos, se estima favorablemente, con las

observaciones de la Comisión de Expertos en este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.

#### LOS PONENTES:

Antonio Blázquez,  
Arquitecto

Francesca Aulicino,  
Arquitecto

#### 14. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos, en sesión celebrada en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja el día 27 de octubre de 2011<sup>(19)</sup>, fueron las siguientes:

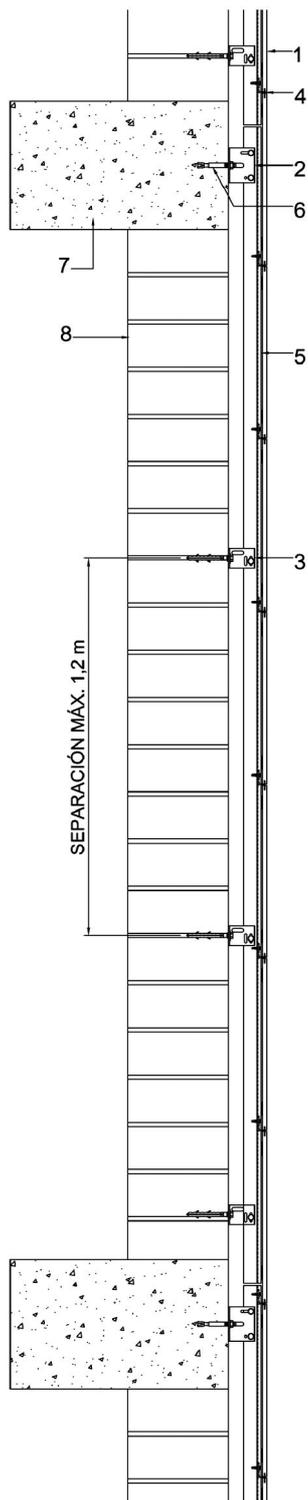
- Se aconseja que el Proyecto Técnico recoja expresamente las soluciones de diseño y ejecución de los huecos y puntos singulares.
- Se recuerda que en función de la situación concreta del edificio, su forma y dimensiones, los valores de presión y succión de viento en determinados puntos pueden ser extremas, lo que deberá tenerse en cuenta en los cálculos.
- Las juntas del revestimiento se tendrán en cuenta en relación a las juntas de dilatación del edificio, de acuerdo con lo indicado en el punto 7.2.7 del Informe Técnico.
- Dado que los perfiles verticales no son continuos, se debe extremar la nivelación de los tramos.
- El tipo y tamaño de placa deberá ser capaz de resistir a los esfuerzos debidos a viento y de transmitirlos a la subestructura, que a su vez deberá proporcionar las prestaciones específicas requeridas en función de los esfuerzos y de sus propias características, tal y como se indica en el punto 9 del Informe Técnico.
- Se recuerda que los sistemas de revestimiento de fachada ventilada se apoyan sobre un

soporte, constituido habitualmente por un muro de cerramiento. Dicho soporte deberá ser capaz de resistir las cargas que le transmita el sistema de revestimiento de fachada ventilada, debiendo cumplir con los requisitos esenciales de seguridad estructural que le sean propios.

- Se comprobará que el tipo de anclaje definido en proyecto es adecuado al tipo y estado del soporte. En el Libro del Edificio deberá quedar reflejado el tipo de anclaje instalado en obra.
- Se comprobará la continuidad de aislamiento en caso de haberse colocado.
- Los elementos metálicos complementarios en contacto con el Sistema, no deberán originar problemas de corrosión.
- Para condiciones excepcionales de alta exposición a la presencia de cloruros, se recomienda recurrir a un acero inoxidable AISI-316 para los anclajes y la tornillería (y estudiar el comportamiento del resto de los perfiles).
- Se recuerda que los sistemas de revestimiento de fachadas ventiladas no garantizan, sólo con la hoja exterior de revestimiento, la estanquidad del cerramiento. En todo caso se recomienda estudiar el comportamiento conjunto del cerramiento completo, conforme a lo descrito en el CTE, Documento Básico de Salubridad (DB-HS) en lo relativo a protección frente a la humedad (HS-1).
- Se recomienda que una copia del presente Documento de Idoneidad Técnica se incorpore al Libro del Edificio.
- En función de la ubicación y orientación del edificio se aconseja colocar una chapa perforada o rejilla para evitar el acceso de insectos o animales.
- Se considera de gran utilidad la incorporación en el Libro del Edificio del manual de reparación y reposición.

<sup>(19)</sup> La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

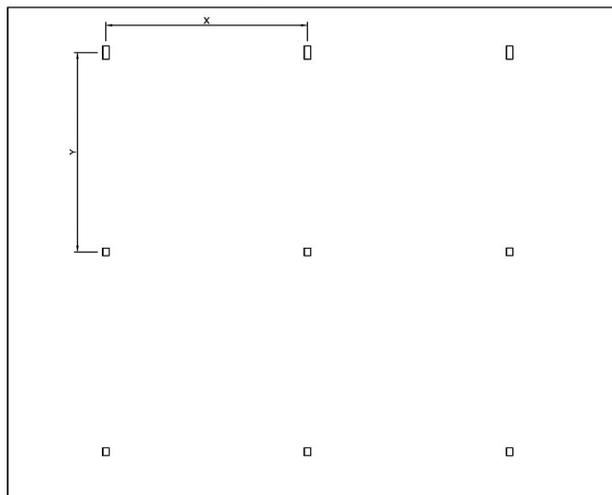
- FERROVIAL-AGROMÁN, S.A.
- FCC Construcción, S.A.
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS. DIR. INGENIERÍA, S.A.
- DRAGADOS, S.A.
- ANDIMAT.
- ETSI Agrónomos. UPM.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).



- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A SOPORTE.
- 7 SOPORTE.
- 8 HOJA EXTERIOR DEL CERRAMIENTO.

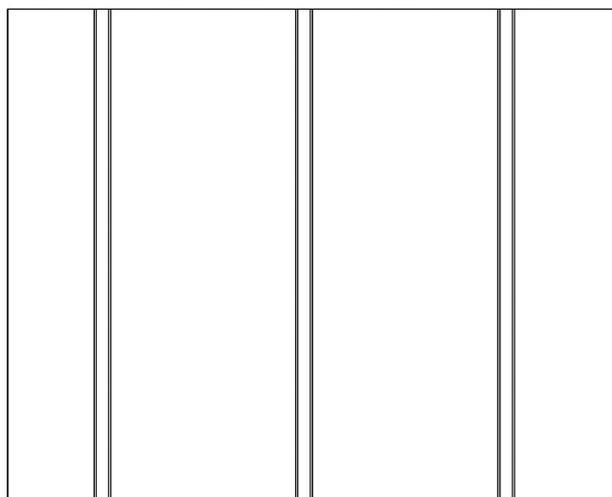
**Figura 1. SECCIÓN VERTICAL.**

**COLOCACIÓN DE ANGULARES**

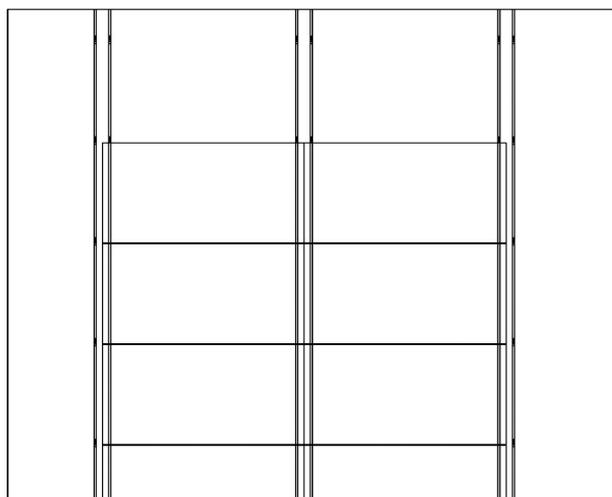


X igual o inferior a 1,2 m, Y igual o inferior a 1,2 m, según formato de cerámica.

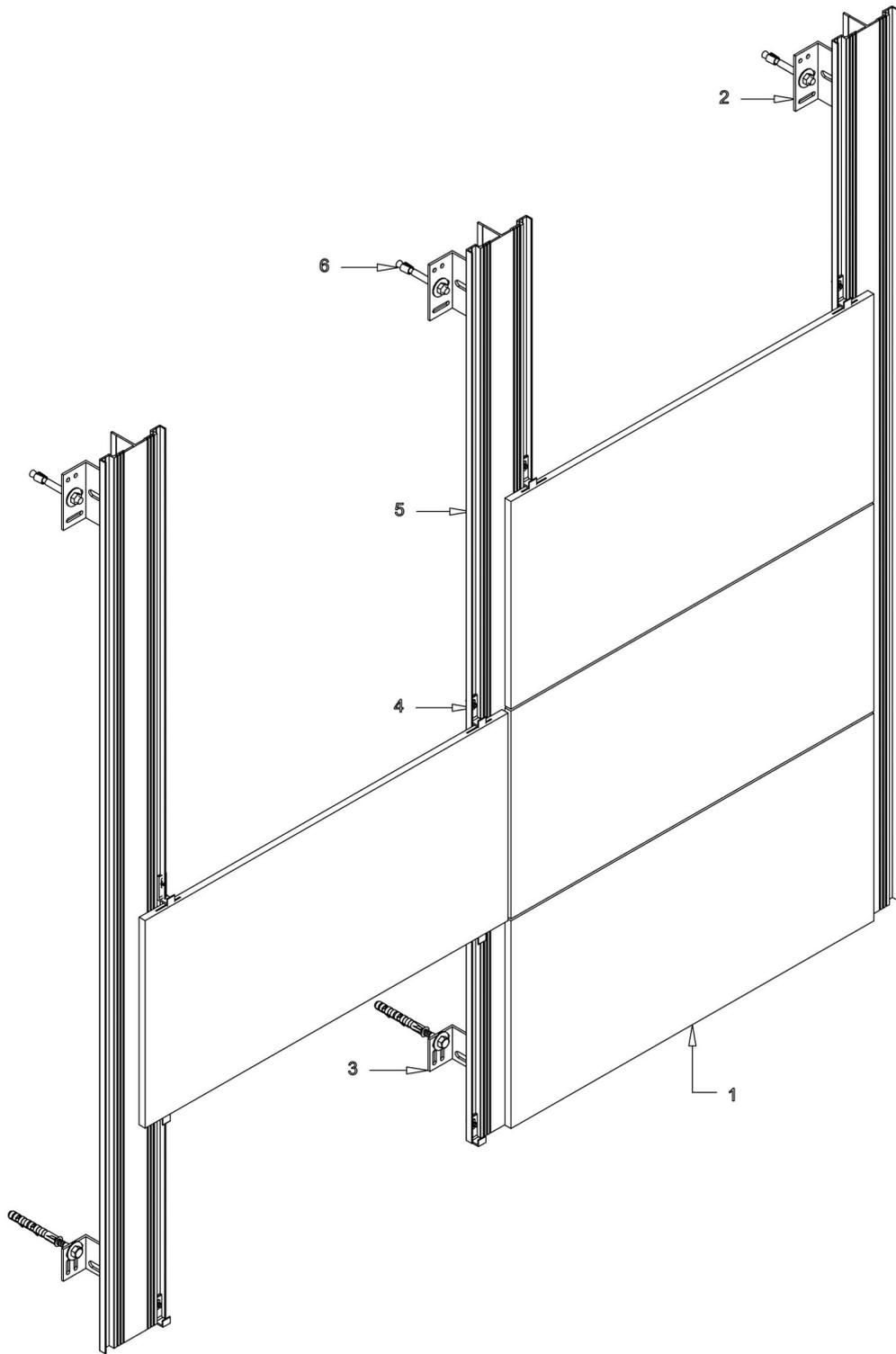
**COLOCACIÓN DE PERFILES**



**COLOCACIÓN DE GRAPAS Y CERÁMICA**

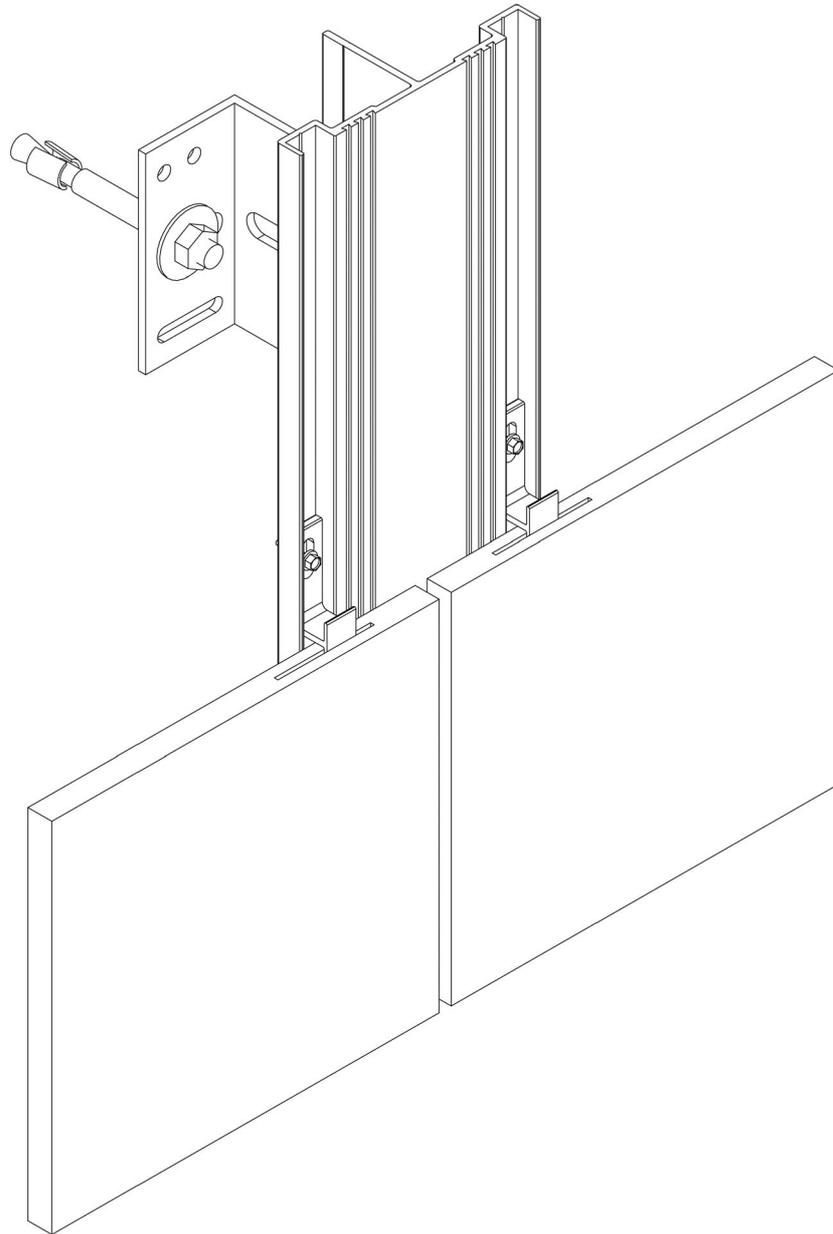


**Figura 2. FASES DE MONTAJE.**

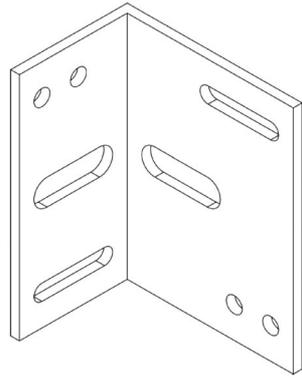


- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A SOPORTE.

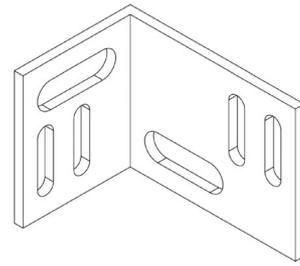
**Figura 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.**



**Figura 4.** DETALLE DEL SISTEMA DE FIJACIÓN MECÁNICA OCULTA.

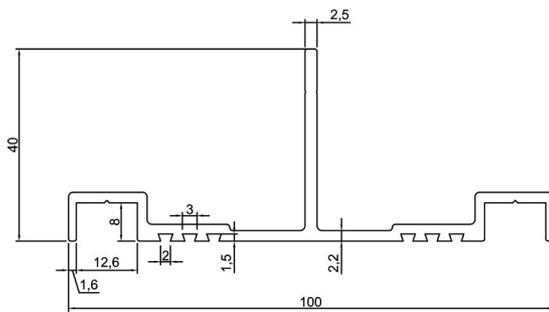


Angular de carga.

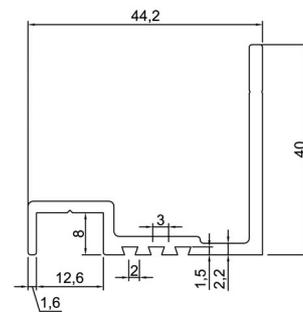


Angular de apoyo.

**Figura 5. ANGULARES.**

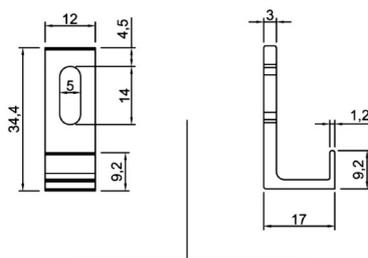


T 100 × 40 | Aluminio 6063 T5.

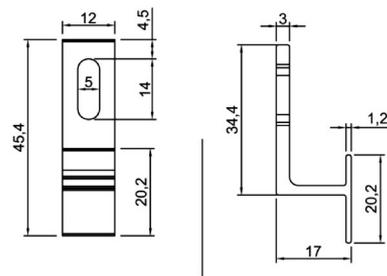


L 40 × 40 | Aluminio 6063 T5.

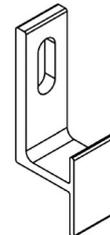
**Figura 6. PERFIL VERTICAL.**



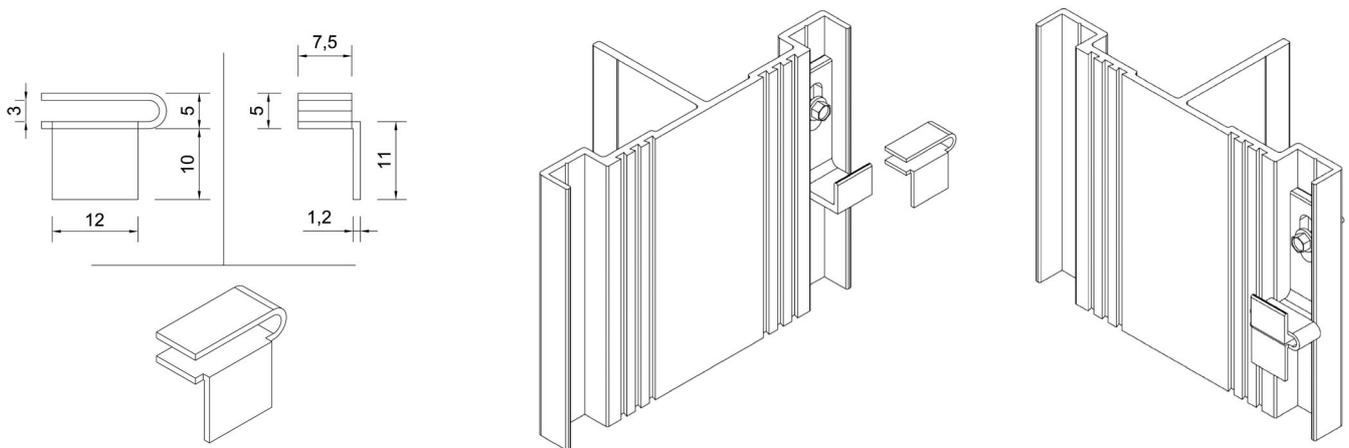
Grapa de arranque y terminación.



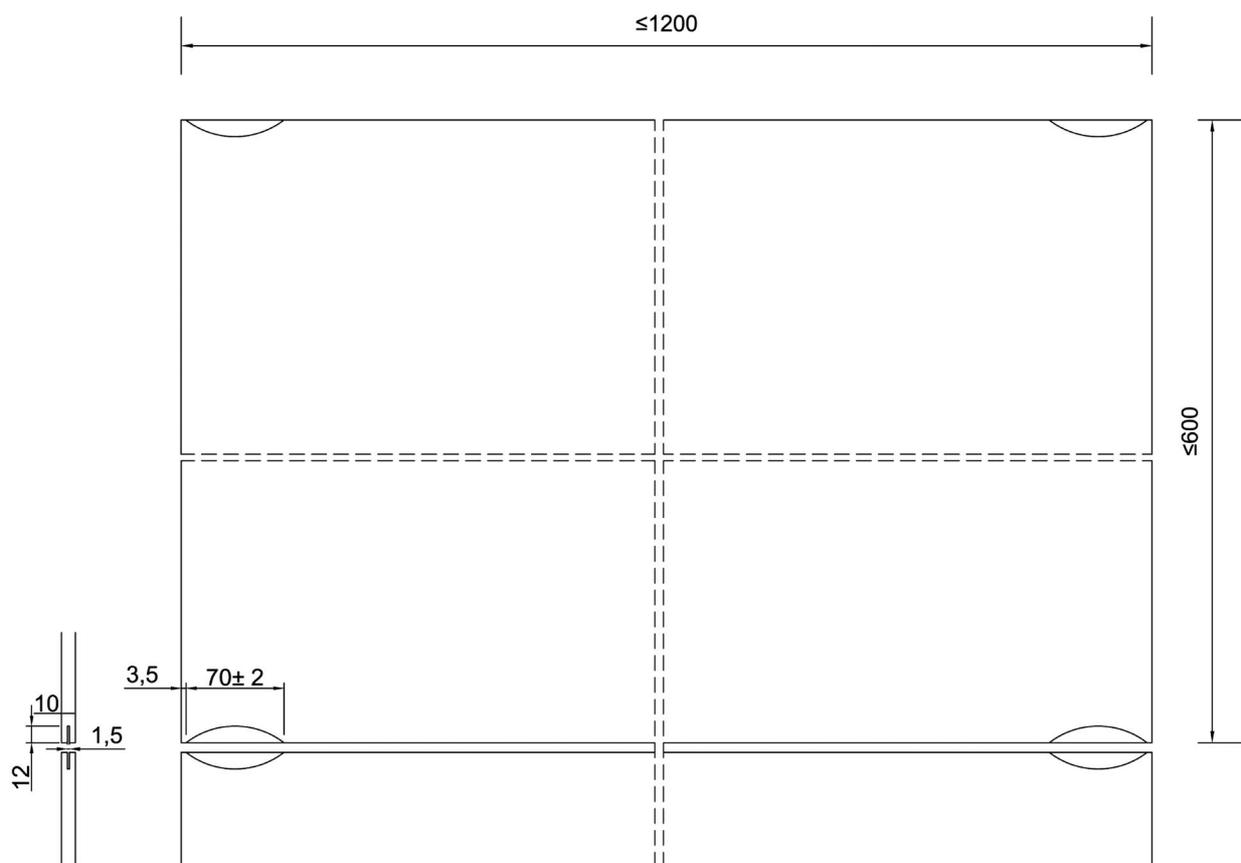
Grapa intermedia.



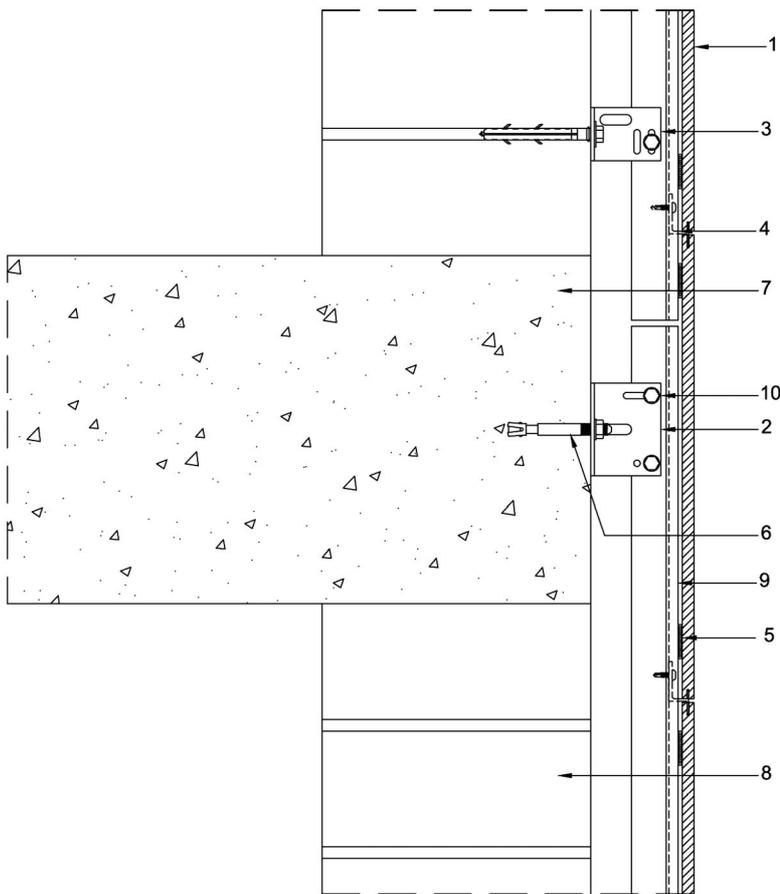
**Figura 7. GRAPAS DE FIJACIÓN OCULTA.**



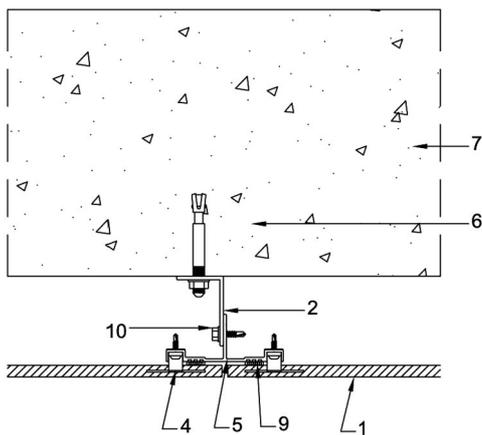
**Figura 8. GRAPA DE SUSTITUCIÓN.**



**Figura 9. DETALLE DEL RANURADO.**



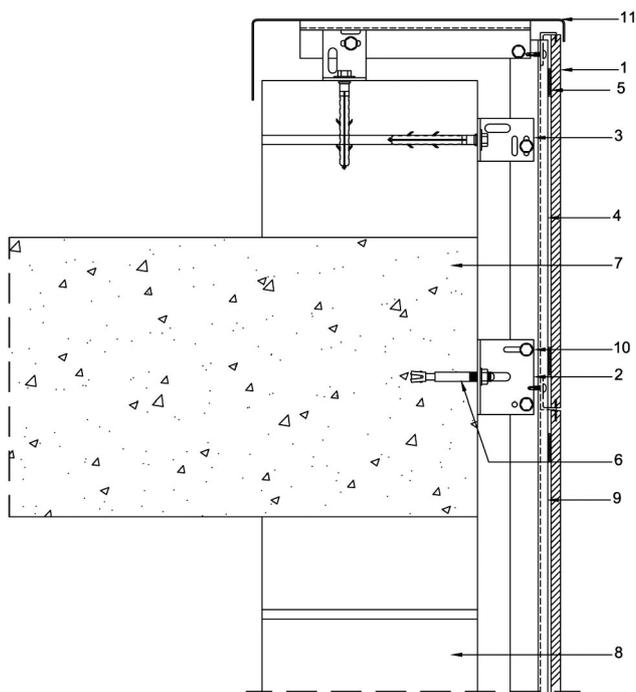
- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A SOPORTE.
- 7 SOPORTE.
- 8 HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO.
- 9 MASILLA MS.
- 10 FIJACIÓN CON TORNILLO AUTOTALADRANTE 5,5 × 22.



- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A SOPORTE.
- 7 SOPORTE.
- 8 HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO.
- 9 MASILLA MS.
- 10 FIJACIÓN CON TORNILLO AUTOTALADRANTE 5,5 × 22.

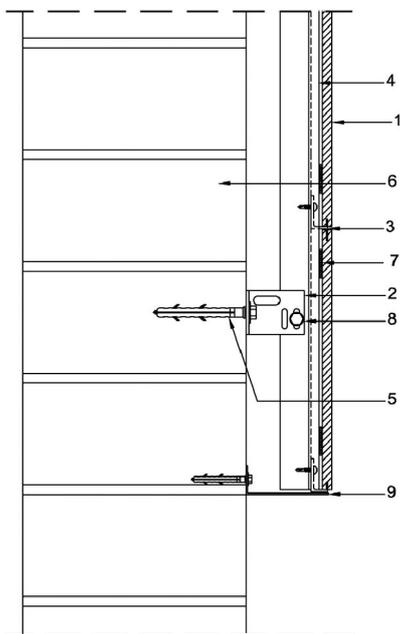
**Figura 10.** SISTEMA DE FIJACIÓN VISTA. SECCIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL.

Los detalles constructivos mostrados en las figuras son sugerencias técnicas simplificadas. Su definición dependerá de la especificidad de cada edificio y, tendrá que adaptarse a la normativa vigente.



- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A SOPORTE.
- 7 SOPORTE.
- 8 HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO.
- 9 MASILLA MS.
- 10 FIJACIÓN CON TORNILLO AUTOTALADRANTE 5,5 × 22.
- 11 REMATE DE ALUMINIO.

**Figura 11.** SISTEMA DE FIJACIÓN VISTA. DETALLE DE CORONACIÓN.

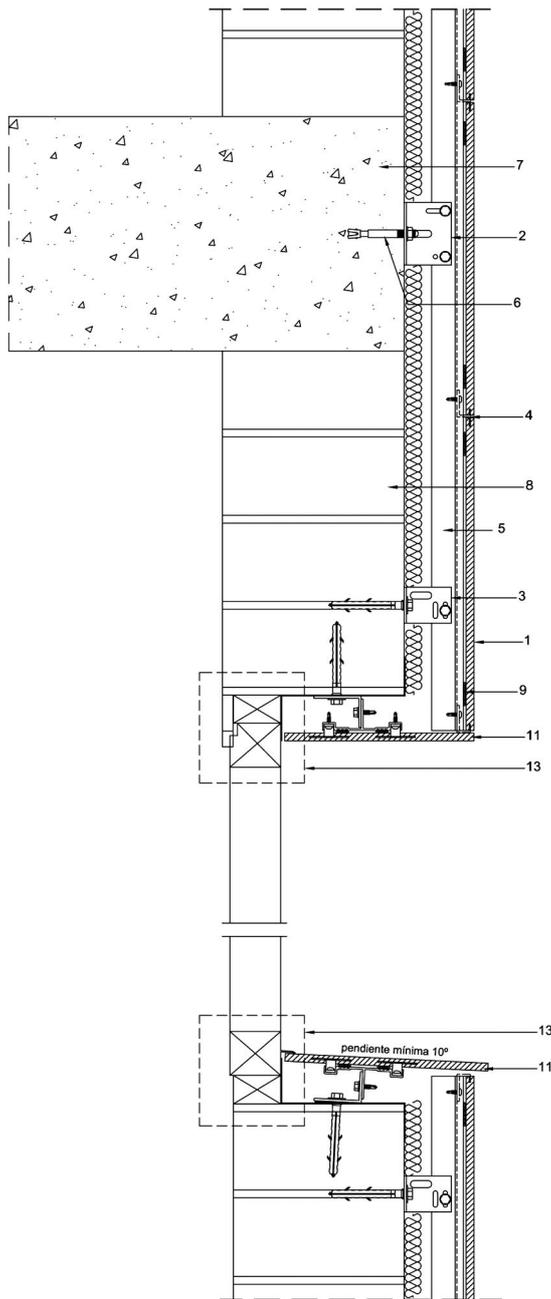


- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 3 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 4 PERFIL "T".
- 5 ANCLAJE A CERRAMIENTO.
- 6 HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO.
- 7 MASILLA MS.
- 8 FIJACIÓN CON TORNILLO AUTOTALADRANTE 5,5 × 22.
- 9 REJILLA DE ALUMINIO.

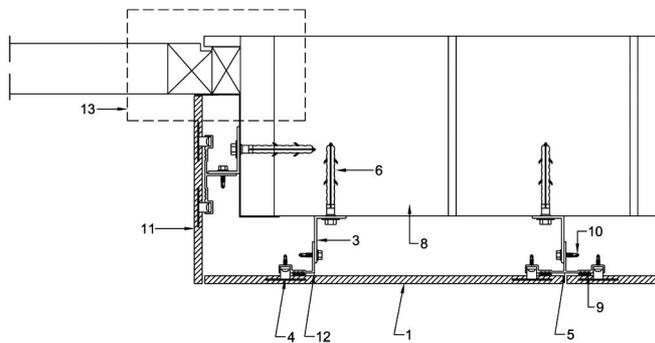
**Figura 12.** SISTEMA DE FIJACIÓN VISTA. DETALLE DE ARRANQUE.

Los detalles constructivos mostrados en las figuras son sugerencias técnicas simplificadas. Su definición dependerá de la especificidad de cada edificio y, tendrá que adaptarse a la normativa vigente.



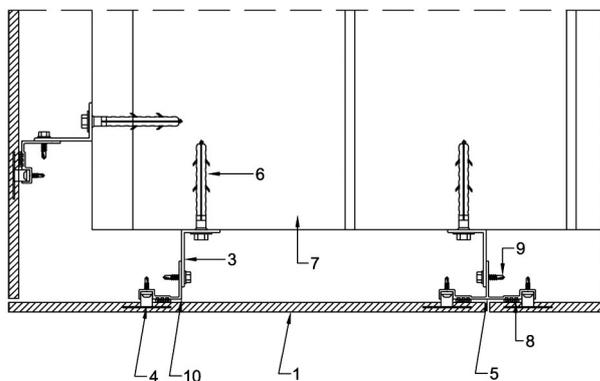


- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A SOPORTE.
- 7 SOPORTE.
- 8 HOJA EXTERIOR DEL CERRAMIENTO.
- 9 MASILLA MS.
- 10 FIJACIÓN CON TORNILLO AUTOTALADRANTE 5,5 × 22.
- 11 RECERCADO CERÁMICO.
- 12 PERFIL "L".
- 13 CARPINTERÍA Y SUS ENCIENTOS A DEFINIR.



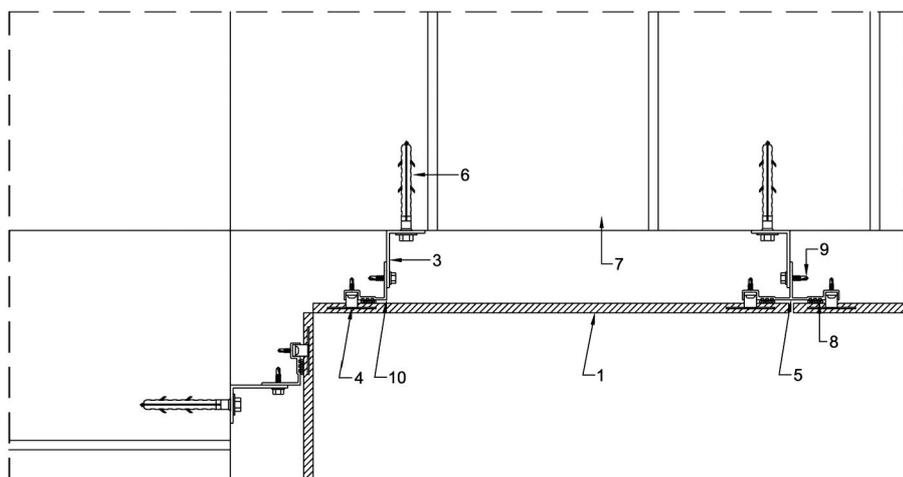
**Figura 14. RECERCADO VENTANA. EJEMPLO 2.**

Los detalles constructivos mostrados en las figuras son sugerencias técnicas simplificadas. Su definición dependerá de la especificidad de cada edificio y, tendrá que adaptarse a la normativa vigente.



- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A CERRAMIENTO.
- 7 HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO.
- 8 MASILLA MS.
- 9 FIJACIÓN CON TORNILLO AUTOTALADRANTE 5,5 × 22.
- 10 PERFIL "L".

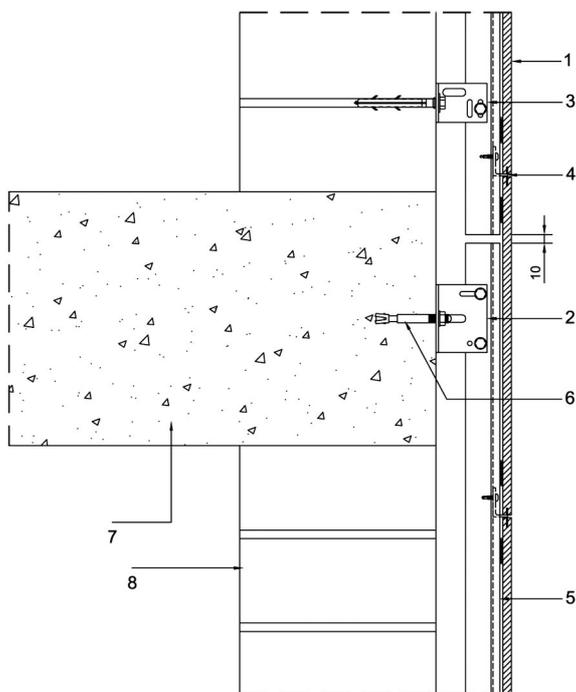
**Figura 15. DETALLE DE ESQUINA.**



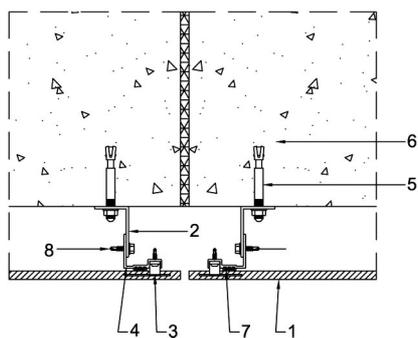
- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A CERRAMIENTO.
- 7 HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO.
- 8 MASILLA MS.
- 9 FIJACIÓN CON TORNILLO AUTOTALADRANTE 5,5x22.
- 10 PERFIL "L".

**Figura 16. DETALLE DE RINCÓN**

Los detalles constructivos mostrados en las figuras son sugerencias técnicas simplificadas. Su definición dependerá de la especificidad de cada edificio y, tendrá que adaptarse a la normativa vigente.



- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 ANGULAR DE APOYO (60 + 40) 46 × 3.
- 4 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 5 PERFIL "T".
- 6 ANCLAJE A SOPORTE.
- 7 SOPORTE.
- 8 HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO.



- 1 PLACA CERÁMICA.
- 2 ANGULAR DE CARGA (60 + 40) 80 × 3.
- 3 GRAPA FIJACIÓN OCULTA.
- 4 PERFIL "L".
- 5 ANCLAJE A SOPORTE.
- 6 SOPORTE.
- 7 MASILLA MS.
- 8 FIJACIÓN CON TORNILLO AUTOTALADRANTE 5,5 × 22.

**Figura 17. JUNTA DE DILATACIÓN.**

Los detalles constructivos mostrados en las figuras son sugerencias técnicas simplificadas. Su definición dependerá de la especificidad de cada edificio y, tendrá que adaptarse a la normativa vigente.





