



DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: Nº 525R/19

Área genérica / Uso previsto:

Sistema de revestimiento exterior de fachadas ventiladas

Nombre comercial:

**Sistema Rediwa CAT 1 Slim
Sistema Rediwa CAT 1**

Beneficiario:

WANDEGAR 2001 S.L.U.

Sede Social y lugar de fabricación:

Carretera de Castellón nº. 55.
12110 L'Alcora. (Castellón) España.
www.wandegar.com

**Validez. Desde:
Hasta:**

20 de diciembre de 2019
20 de diciembre de 2024
(Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 24 páginas



MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA
UNION EUROPEENNE POUR L'AGREMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION
EUROPEAN UNION OF AGREEMENT
EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREEMENT 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. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía.

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. 525R/19

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

- en virtud del Decreto nº. 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 nº. 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,
- 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)*,
- de acuerdo a la solicitud formulada por por la sociedad WANDEGAR S.L.U. situada en L'Alcora (Castellón), para la ampliación del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA DIT 525R/15 concedido al sistema de revestimiento de fachadas ventiladas Rediwa CAT 1, incorporando el sistema Rediwa CAT 1 Slim,
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fabricas realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (de aquí en adelante IETcc), los informes de los ensayos presentados por el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en las sesiones celebradas los días 14 de abril de 2009, 16 de marzo de 2015 y el 17 de julio de 2019.

DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA 525R/19, a los **sistemas de revestimiento de fachadas Rediwa CAT 1 Slim y Rediwa CAT 1** considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que los sistemas son **CONFORMES CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)**, 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 a los sistemas constructivos propuestos por el beneficiario, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto de edificación y llevarse a término mediante la oportuna dirección de obra. Será el proyecto de edificación el que contemple las acciones que cada sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles. En cada caso, el beneficiario, a la vista del proyecto arquitectónico realizado por el técnico autor del proyecto, proporcionará la asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

Opcionalmente, si el autor del proyecto lo solicitase, el beneficiario proporcionará la definición gráfica, desde el punto de vista técnico, del proyecto. Se tendrán en cuenta, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, todas las prescripciones contenidas en la normativa vigente.

CONDICIONES DE CÁLCULO

Opcionalmente bajo pedido, el beneficiario del DIT comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DIT, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación de los sistemas para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor y para la situación geográfica concreta.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que realiza en la actualidad sobre las materias primas, proceso de fabricación y producto acabado conforme a las indicaciones del apartado 5 del presente documento.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y DE PUESTA EN OBRA

Los sistemas evaluados están previstos para el revestimiento exterior de fachadas ventiladas. Los sistemas no contribuyen a la estabilidad de la construcción. La puesta en obra de los sistemas debe ser realizada por él mismo o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por éste, bajo su control y asistencia técnica. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra de los sistemas 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 el beneficiario estará disponible en el IETcc. De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por el beneficiario o por empresas reconocidas por ésta en el ámbito de este DIT. Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de 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 nº. 525R/19, es válido durante un período 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 realizaciones más recientes,

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 20 de diciembre de 2024.

Madrid, 20 de diciembre de 2019



EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Los sistemas «Rediwa CAT 1 Slim» y «Rediwa CAT. 1», son unidades de obra previstas para el revestimiento de fachadas ventiladas de edificación en obra nueva o rehabilitación. Están configurados principalmente por un aplacado cerámico de gres porcelánico, unido a una subestructura metálica, con fijaciones ocultas longitudinales mecánico - adhesivas. Esta subestructura, a su vez, se ancla a la estructura del edificio o bien, a paramentos resistentes.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

Los sistemas evaluados se componen de:

- Revestimiento a base de placas mecanizadas en fábrica por su trasdós, incorporando mediante adhesivo, los perfiles percha y cierre (p/c) con o sin alma, enmalladas o no, suministrado por el beneficiario o por sus empresas reconocidas.
- Subestructura a base de travesaños, montantes, ménsulas y fijaciones para unir dichos elementos, definidas y suministradas por el beneficiario y suministradas por empresas especializadas reconocidas.
- Fijaciones específicas para el revestimiento y la subestructura considerados, definidas por el beneficiario y suministradas por empresas especializadas reconocidas o bien por terceros.
- Accesorios definidos por el beneficiario para resolver puntos singulares de la fachada, suministrados por el mismo o bien por empresas instaladoras reconocidas por él.

En particular, los sistemas se definen como:

- Sistema Rediwa CAT 1 Slim: Revestimiento a base principalmente de placas de entre 6 mm y 8,5 mm de espesor, ranuradas y enmalladas por su trasdós, incluyendo perfiles percha y cierre (p/c) Slim / sin alma, con adhesivo MS Wan 7, para su unión a la subestructura.
- Sistema Rediwa CAT 1: Revestimiento a base principalmente de placas de entre 8 mm y 14 mm de espesor, ranuradas por su trasdós, incluyendo perfiles percha y cierre (p/c) con adhesivo MS Wan 1 para su unión a la subestructura.

No forman parte del sistema y por tanto no han sido evaluados los anclajes de subestructura al soporte, ni tampoco el aislamiento térmico que se incorporase en la cámara de aire ventilada (Fig.1).

Las Tablas 1 y 2 muestran las principales

características de diseño de los sistemas ⁽¹⁾.

Tabla 1

Rediwa CAT 1 Slim			Mecanización (incluidos p/c)		
Tamaños máximos de placa (mm)	Peso (kg/m ²) según rango de esp. de placa enmallada		Vano entre p/c (mm)	Centro de placa	Bordes inf. y sup. de placa
	Mínimo: 6,5 mm	Máximo: 8,5 mm			
3200x850	18	18	≤ 780	p/c sin alma adherido opcional	Ranurado + p/c Slim con alma adherido
3200x1500			≤ 715	p/c sin alma adherido	

Tabla 2

Rediwa CAT 1			Mecanización (incluidos p/c)		
Tamaños máximos de placa (mm)	Peso (kg/m ²) según rango de esp. de placa no enmallada		Vano entre p/c (mm)	Centro de placa	Bordes inf. y sup. de placa
	Mínimo: 8 mm	Máximo: 14 mm			
3200x850	18	30	≤ 780	p/c sin alma adherido opcional	Ranurado +p/c con alma adherido
3200x1500			≤ 715	Ranurado +p/c sin alma adherido	
600x1200			≤ 1130		

3. MATERIALES Y COMPONENTES

3.1 Placas mecanizadas de gres porcelánico

Placas de gres porcelánico tipo Bla ⁽²⁾, prensadas en seco, resultantes de un proceso industrial en el que, para el sistema Rediwa CAT 1, se adhieren, previo ranurado de sus bordes en el trasdós, y a lo largo de la dimensión considerada, sendas parejas de perfiles de aluminio denominados percha y cierre, atornillados entre sí, que permiten el cuelgue de cada placa en los travesaños. Las placas del sistema Rediwa CAT 1 Slim se presentan además reforzadas por su trasdós a base de una malla de fibra de vidrio embebida en una capa de resina polimérica de esp. 0,5 mm. Llevan además adheridos en la parte central de su trasdós, perfiles percha y cierre sin alma sin ranurado (Fig.2). Las características se indican en la Tabla 3.

Tabla 3

Características		Valor
Espesor nominal (mm) [tolerancias (%)]		6-14 [± 10]
Tolerancias dimensionales (long. y altura) (%)		± 0,2
Rectitud de lados (%)		± 0,2
Ortogonalidad (%)		± 0,2
Resistencia a flexión (MPa)		≥ 35
Densidad aparente (g/cm ³)		≤ 2,8
Absorción de agua (%)		≤ 0,5
Resistencia a la helada		Cumple
Coef. ^{te} de dilatación térmica lineal (mm/m.K ⁻¹)		≤ 7 x 10 ⁻⁶
Reacción al fuego (sistemas con placas)	No enmalladas	A1
	Enmalladas	A2-s1, d0

⁽¹⁾ Para un diseño preliminar de la fachada. Para otros tamaños consultar al beneficiario.

⁽²⁾ Conformes con la Norma UNE-EN 14411:2013. Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características, evaluación de la conformidad.

3.2 Perfiles percha y cierre con o sin alma

Pares de perfiles de aluminio extruido de aleación EN AW 6063, con tratamiento T5, acabado en bruto, previstos para permitir, una vez atornillados e incorporados en fábrica, la fijación oculta de la placa sobre travesaños. Los perfiles percha y cierre (p/c) con alma, el conjunto presenta una sección transversal en forma de 7, adecuada al espesor del aplacado (CAT 1, CAT 1 Slim), diseñada para permitir la unión mecánica (cuelgue) y adhesiva de la placa en sus bordes.

Los perfiles percha y cierre (p/c) sin alma están previstos para la fijación adhesiva de la placa en su parte central. Las características del material se indican en la Tabla 4. Las dimensiones se indican en la Fig. 2. Las tolerancias dimensionales y de forma son conformes con la Norma UNE-EN 755-9⁽³⁾.

Tabla 4

Características	Valor
Peso / ud. de longitud (kg/m)	0,67
Módulo de elasticidad (MPa)	69 500
Coefficiente de Poisson	0,33
Tensión máxima admisible R_m (MPa) ⁽⁴⁾	≥ 175
Límite elástico $R_{p0,2}$ (MPa) ⁽⁴⁾	≥ 130
Alargamiento (%) ⁽⁴⁾	8
Coefficiente de dilatación térmica (mm/m x K ⁻¹)	$23,6 \times 10^{-6}$

3.3 Adhesivos MS Wan 1 y MS Wan 7

Son adhesivos industriales tixotrópicos inodoros en base polímero monocomponente, que endurece por reacción con la humedad. Se utilizará el adhesivo MS Wan 1 para el sistema Rediwa CAT 1 y el adhesivo MS Wan 7 para el sistema Rediwa CAT 1 Slim. Las características declaradas se indican en la Tabla 5.

Tabla 5

Características	Valor	
	MS Wan 1	MS Wan 7
Densidad a 20 °C (g/cm ³)	1,49	1,43
pH	6 a 8,	6 a 8
Color	Blanco	Negro
Tiempo (minutos) de formación de piel (23 °C, 50 % HR)	15 ± 5	20 ± 5
Temperatura de aplicación (°C)	+5 a +50	+5 a +50
Temperatura de servicio (°C)	-30 a +80	-40 a +90
Temperatura de almacenamiento (°C)	+5 a +30	+5 a +30
Alargamiento a la rotura (%)	> 250	> 250
Estabilidad a temperatura elevada (dos semanas a 120 °C)	Sin cambios	Sin cambios
Dureza Shore A a 23 °C y 50 % HR	30 ± 5	40 ± 3

⁽³⁾ UNE-EN 755-9:2009. Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 9: Perfiles, tolerancias dimensionales y de forma.

3.4 Subestructura

3.4.1 Materiales

Los montantes, pletinas de unión y las ménsulas son de aluminio extruido de aleación aluminio-magnesio-silicio EN AW 6063 con tratamiento T5 y acabado en bruto. Los travesaños y pletinas complementarias para su unión son de aleación de aluminio extruido EN AW 6082 con tratamiento T6 y acabado en bruto.

3.4.2 Travesaños

Las características declaradas se indican en la Tabla 6. La forma del perfil se indica en la Fig. 3. Las tolerancias dimensionales y de forma son conformes a la Norma UNE-EN 755-9⁽³⁾.

Tabla 6

Características	Valor
Densidad (g/cm ³)	2,70
Módulo de elasticidad (MPa)	70 000
Coefficiente de Poisson	0,33
Tensión máxima admisible R_m (MPa) ⁽⁴⁾	290
Límite elástico $R_{p0,2}$ (MPa) ⁽⁴⁾	250
Alargamiento (%) ⁽⁴⁾	8
Coefficiente de dilatación térmica (mm/m x K ⁻¹)	$23,6 \times 10^{-6}$
Peso (kg / m)	1,045
Área (mm ²)	387,00
Momento de Inercia I_{xx} (cm ⁴)	37,24
Momento de Inercia I_{yy} (cm ⁴)	1,94

3.4.3 Montantes

Existen cuatro tipos de perfiles verticales, con sus correspondientes pletinas o bien perfiles complementarios para su unión.

Las características físico-mecánicas se indican en la Tabla 3.

Las dimensiones se indican en la Fig. 3. Las tolerancias dimensionales y de forma son conformes con la Norma UNE-EN 755-9⁽³⁾. Las características geométricas se indican en Tabla 7.

Tabla 7

Características	Perfil □ tubular 40 x40	Perfil T vertical simple 60 x 80	Perfil vertical columna 45 x 43	Perfil vertical columna 64 x45
Peso (kg / m)	0,85	0,90	1,09	1,52
Área (mm ²)	304	333,53	406,84	563,37
Espesor mínimo (mm)	1,5	2,5	3	3
Perímetro (mm)	160	320	469	571
Radio de giro X_c (mm)	15,73	19,36	18,12	26,91
Radio de giro Y_c (mm)	15,73	17,13	20,91	20,63
Momento de Inercia I_x (cm ⁴)	5,71	11,50	13,37	23,97
Momento de Inercia I_y (cm ⁴)	5,71	10,67	17,80	40,80

⁽⁴⁾ UNE-EN 755-2:2014. Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.

3.4.4 Ménsulas

Existen dos tipos:

- De sustentación, encargadas de soportar y transmitir al muro soporte el peso del conjunto y las cargas de viento. Se colocan en los elementos estructurales del edificio, normalmente los forjados.
- De retención, cuya única función es soportar y transmitir al muro soporte las cargas horizontales generadas por el viento; se colocan sobre el muro soporte.

Todos los perfiles de las ménsulas tienen un espesor de 3 mm. El resto de las dimensiones se indican en la Fig. 4.

Las características geométricas de las ménsulas de uso más frecuente se indican en la Tabla 8.

Tabla 8

Características	Long. alas 70 x 50	Long. alas 90 x 60
Peso (kg / m)	0,80	1,15
Área (mm ²)	351	441
Perímetro (mm)	240	300
Radio de giro X _c (mm)	22,68	29,37
Radio de giro Y _c (mm)	14,99	17,86
Momento de Inercia I _{xx} (cm ⁴)	18,05	38,04
Momento de Inercia I _{yy} (cm ⁴)	7,88	14,07

3.4.5 Fijaciones de elementos de subestructura

Son de acero inoxidable de tipo A2 o A4 y con las características indicadas en la Tabla 9

Tabla 9

Uniones	Fijaciones	Medidas [d x L] mm (Norma)	Propiedades mecánicas (Norma)
Perfil vertical simple a ménsula de sustentación	Tornillo con cabeza hexagonal clase A	M 8 x 20 UNE-EN ISO 4017 (DIN 933) M 8 x 70 UNE-EN ISO 4017 (DIN 933)	Clase ≥ 50 Resistencia a rotura tracción: ≥ 500 MPa Par de rotura ≥ 23 Nm (UNE ISO 3506-1)
	Arandela plana de clase C	Ø nom: 8 UNE-EN ISO 7091 (DIN 9021)	Dureza HV 140
Perfil vertical columna o tubular a ménsula de sustentación	Tuerca hexagonal tipo 1 clase A	UNE-EN ISO 4032 Rosca M8	Clase ≥ 50 (UNE ISO 3506-2)
	Tornillo (auxiliar) autotaladrante con cabeza hexagonal, arandela estampada, y rosca autorroscantes	[5,5 x 19] (UNE ISO 15480 equivale a DIN 7504-K)	Clase ≥ 50 Resistencia a rotura tracción: ≥ 500 MPa Par de rotura ≥ 23 Nm (UNE ISO 3506-1)
Perfil vertical simple a ménsula de retención	2 Tornillos autotaladrantes con cabeza hexagonal y arandela estampada, y rosca autorroscantes	[5,5 x 19] (UNE ISO 15480 equivale a DIN 7504-K)	Clase ≥ 50 Resistencia a rotura tracción: ≥ 500 MPa Par de rotura ≥ 23 Nm (UNE ISO 3506-1)
Uniones entre perfiles de la subestructura			
Unión entre perfil cercha y perfil de cierre	Tornillo de cabeza redonda con hexágono interior	M5 x 6 DIN 7984	Clase ≥ 50 Resistencia a rotura tracción: ≥ 500 MPa Par de rotura ≥ 23 Nm (UNE ISO 3506-1)

3.4.6 Anclajes al soporte

La definición del tipo, posición y número de anclajes para la fijación de las ménsulas al muro soporte se realizará en función del material base de apoyo y de los esfuerzos transmitidos al mismo, debiendo para cada caso, quedar reflejado en el proyecto técnico de la fachada ventilada.

Estos datos serán facilitados por el responsable de los sistemas, en función de las recomendaciones del fabricante del anclaje para cada material base de apoyo.

4. FABRICACIÓN

4.1 Placas

4.1.1 Planta

El ranurado de las placas y la fijación mediante adhesivo de los perfiles percha y cierre sobre las placas de gres se realiza en la planta del beneficiario, situada en L'Alcora (Castellón).

4.1.2 Proceso

Se acondiciona la cadena de producción a la medida de las placas cortadas; se llevan las placas a la cadena donde semiautomáticamente se realizan las siguientes fases: Calibración, ranurado, limpieza y secado, extensión del adhesivo, adhesión de las parejas de perfiles "percha" - "cierre" y finalmente, embalaje.

4.2 Subestructura de aluminio

La fabricación de los perfiles se realiza en empresas de extrusión y conformado de perfiles de aluminio, que aseguren la calidad requerida y la homogeneidad de los mismos.

Una vez recibidos, se procede a realizar los oportunos cortes con sierra de los perfiles de aluminio a las longitudes especificadas según la obra. Los perfiles "percha" y "cierre" se taladran antes de insertarlos y adherirlos a las placas.

Dichos perfiles se insertan y adhieren químicamente en las ranuras de las placas de revestimiento y quedan fijados entre si por medio de un tornillo M5 x 6.

5. CONTROLES

5.1 Control de materias primas

El beneficiario posee un sistema de control de calidad en fábrica, donde se realizan controles de calidad sobre materiales y componentes que configuran el sistema, según procedimientos establecidos. Los controles se centran en cada una de las fases del proceso productivo, partiendo de la materia prima suministrada, quedando registrados sus resultados.

5.1.1 Controles sobre placa

Se verifica y si procede, se acepta y archiva el certificado de proveedor donde consta el cumplimiento de las características especificadas.

5.1.2 Controles sobre resto de componentes

En el control del adhesivo, perfiles de subestructura y fijaciones, se verifica y si procede, se acepta y archiva el certificado de proveedor donde consta el cumplimiento de las características especificadas.

5.2 Control del proceso de mecanizado

Tabla 10

Característica		Exigencia	Frecuencia
Placa	Espesor	Pasa / No pasa	Cada suministro
	Dimensiones y tolerancias geométricas		Cada suministro
	Resistencia a flexión		Cada suministro de placas de tamaño máximo
Posición de los perfiles de percha y cierre			Una vez por turno y según tipo de placa
Incisión	Posición de ranuras	interna	1/ 20 ml ó semanalmente y cada cambio de proveedor
	Dimensiones de ranuras		
Aplicación de adhesivo y perfil sobre ranura	Temperatura	interna	continua
	Aportación de adhesivo		1/ 2500 ml ó semanalmente y cada cambio lote
	Superficie de contacto entre perfil y placa		

5.2.1 Control del producto acabado

Tabla 11

Fase	Característica	Exigencia	Frecuencia
Placa con perfiles percha y cierre adheridos	Resistencia al arrancamiento por cizallamiento tras 14 días de curado (MPa)	$\geq 0,20$	Semestral y/o cada cambio de lote
	Resistencia al arrancamiento por tracción 14 días de curado (MPa)	$\geq 0,35$	Semestral y/o cada cambio de lote
	Resistencia a cortante de la placa (MPa)	Según placa	Cada nuevo proveedor

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

Las placas se codifican para el despiece de fachada y se colocan en palés en posición vertical. El palé de las placas debe ir identificado al menos, mediante una etiqueta con la referencia de la obra, tipo de material, dimensiones, número de placas similares y número de DIT.

El transporte se realizará, mediante palés estables sin apilar y situando en todo momento separadores entre las placas para evitar que se produzcan roturas entre las mismas.

7. PUESTA EN OBRA

7.1 Especificaciones generales

7.1.1 Definiciones del proyecto

Previamente a la instalación del sistema, en el proyecto se habrá determinado el despiece de la fachada y la correspondiente subestructura. A tal fin, es necesario haber definido al menos los siguientes aspectos:

- Tipo de placa (estándar, coronación ó arranque) formatos y anchuras de las juntas.
- Perfiles de la subestructura, ménsulas de anclaje a soporte y sus fijaciones. En particular:
 - Desplome máximo admisible del soporte en relación con la holgura de regulación horizontal permitida por la ménsula para conseguir la necesaria planicidad del revestimiento. A tal fin podrá ser necesario prever ménsulas de diferente profundidad.
 - Reparto y disposición de ménsulas: Se podrán colocar de forma alterna a cada lado del montante.
- Espesor de la cámara de aire ventilada y del aislamiento térmico (Figura 5).
- Puntos singulares y su montaje, esquinas y rincones, arranque y coronación de fachada, y resolución de huecos (Figuras 6 a 11).

7.1.2 Organización de la obra

Tanto en obra nueva como en rehabilitación debe reconocerse en primer lugar el estado del soporte. Posteriormente se instalarán ménsulas de anclaje y luego si es posible, el aislamiento térmico (recomendable no hidrófilo e ignífugo) antes de la instalación de los montantes y/o los travesaños. El aislamiento, en función de su naturaleza podrá ser colocado una vez anclados los montantes.

7.1.3 Empresas instaladoras

La instalación del sistema deberá realizarse por empresas especializadas reconocidas por el beneficiario del DIT.

7.2 Soporte

Antes del montaje del sistema, se recomienda realizar in situ una prueba de arrancamiento de los anclajes para asegurar la estabilidad y la capacidad portante del soporte. La Dirección Facultativa de la obra dará su conformidad previa al soporte antes de la colocación del sistema, el cual deberá instalarse de tal manera que tenga la nivelación y aplomado correcto, para asegurar durante la instalación que el sistema de

revestimiento tenga finalmente la adecuada planicidad.

7.3 Montaje

La secuencia de operaciones de puesta en obra debe ser la siguiente:

- Replanteo.
- Colocación de ménsulas.
- Colocación de aislante térmico, en su caso.
- Colocación de subestructura vertical.
- Colocación de la subestructura horizontal.
- Colocación de placas con perfiles adheridos.
- Ejecución de recercados en huecos, en su caso.

7.3.1 Replanteo

Deberán comprobarse los valores, establecidos en la memoria de cálculo del proyecto técnico, correspondientes al menos a estas dimensiones:

- Altura entre forjados y desplomes de muros.
- Distancias establecidas entre perfiles verticales según la zona de fachada que corresponda (general, esquinas, huecos, cambios en la geometría y/o despice del aplacado).
- Distancias y forma de colocación establecidas entre ménsulas de fijación (retención y/o sustentación).

7.3.2 Colocación de ménsulas

Una vez elegidos y verificados los anclajes adecuados para el soporte en cuestión, se procede a presentar las ménsulas de sustentación y de retención, sobre los elementos soportes considerados (por ejemplo, ménsulas de sustentación sobre frentes de forjado y ménsulas de retención sobre muros de cerramiento) según distancias establecidas en proyecto. Las ménsulas de sustentación se colocarán preferiblemente de forma simétrica y a la distancia prevista para permitir el paso del montante vertical.

Las ménsulas de retención, podrán fijarse de forma aislada pero alterna, o bien simétrica, a lo largo del montante, de modo que siempre se garantice su adecuado comportamiento frente a las cargas de arrancamiento. Si una única ménsula no garantizara la carga exigida en este tipo de unión, se deberá elegir la opción simétrica.

7.3.3 Colocación de subestructura vertical

Como norma general el sentido de instalación de los perfiles de la subestructura vertical será de arriba a abajo y las longitudes de los perfiles verticales no excederán de 6,0 m. Se fijarán los perfiles verticales a las ménsulas de sustentación, taladrando las caras laterales de los perfiles e

introduciendo por cada ménsula el tornillo pasador descrito en la Tabla 9. Previamente y como ayuda para la fijación durante el montaje, se recomienda instalar un tornillo autotaladrante de 5,5 mm de diámetro x 19 mm de longitud de vástago, clase A2. En cada escuadra de retención se colocarán este mismo tipo de tornillos. Puesto que, habitualmente la mayoría de las construcciones de edificación presentan una altura entre forjados de 3 m de altura, en el diseño de la estructura se suele utilizar una separación aproximada entre ménsulas de 1.5 metros, de forma que se facilita la modulación por plantas.

La separación entre dos perfiles verticales será de 10 a 12 mm para permitir su dilatación. Para su colocación, los perfiles verticales se aplomarán y alinearán en sentido vertical y horizontal, consiguiendo un solo plano entre ellos, con una tolerancia ≤ 1 mm.

7.3.4 Colocación de subestructura horizontal

En cada cruce con perfiles verticales, se montará y atornillará el perfil horizontal al vertical; utilizando dos tornillos autotaladrantes indicados en Tabla 7.

La longitud del perfil horizontal será como máximo de 6 m, montando una pieza de unión horizontal de 200 mm de longitud entre perfiles adyacentes. En las esquinas y rincones, se utilizará un angular 50 x 50 o bien 60 x 60 de 1,7 mm de espesor. Dichas piezas se fijarán con el mismo tipo de tornillos antes indicado.

7.3.5 Ventilación

Deberá tenerse en cuenta la existencia de una cámara continua de aire, de al menos 3 cm de espesor, ventilada por convección natural ascendente detrás de las placas de revestimiento.

El área efectiva total de las aberturas de ventilación será de 120 cm² por cada 10 m² de paño de fachada entre forjados, repartidas al 50 % entre la parte superior y la inferior. A estos efectos podrán contabilizarse las juntas entre paneles.

7.3.6 Colocación de placas con perfiles adheridos

Las placas con perfiles adheridos, y ya mecanizadas según su ubicación prevista en fachada (Fig. 6), y según la dimensión de la junta horizontal prevista en proyecto, se instalarán desde abajo hacia arriba. Las juntas horizontales pueden oscilar entre 4 y 8 mm de espesor.

La junta vertical se configurará, en espesores de entre 2 y 10 mm por separadores de hilo de acero. En la primera y última placa de todas las filas horizontales deberá aplicarse puntualmente, el adhesivo de poliuretano indicado por el beneficiario para evitar el desplazamiento de las placas y la pérdida de la junta vertical.

7.4 Mantenimiento y condiciones de servicio

De acuerdo con los ensayos de durabilidad realizados y las visitas a obra, se considera que los sistemas tienen 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 (DB-HS 1). A tal efecto, se considera como mantenimiento normal, proceder a un lavado periódico de los paneles mediante una mezcla de agua corriente y un detergente de pH neutro y no abrasivo para limpiar la superficie. Se aplicará con un cepillo, o bien con ayuda de una esponja húmeda, o bien con ayuda de una máquina de limpieza de alta presión. No está permitido el uso de disolventes.

Para la reparación de daños puntuales del revestimiento (rayas, grafitis, etc) se aconseja contactar con el beneficiario para recibir asesoramiento adecuado.

8. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Según indica el beneficiario, desde 2001 se han instalado más de 45.000 m². Como referencias de utilización se citan las siguientes obras en la Tabla 12, algunas de las cuales han sido visitadas por un técnico del IETcc.

Complementariamente, se realizó una encuesta entre los usuarios, todo ello con resultado favorable.

Tabla 12

Fin obra	Sup (m ²)	Obra / Sist.	Dirección
2019	800	Vivienda	C/ Valseca 81. 08198 Sant Cugat del Vallés. Barcelona.
2019	1.600	Viviendas	c/ Fernández de los Ríos 2. 28015 Madrid
2018	6.200	Viviendas	B. Picos de Europa c/v Bulevar Manzanares. 28701 San Sebastián de los Reyes. Madrid
2017	1.500	Viviendas	c/ Binifaldo, 35. 07013 Palma de Mallorca. Illes Balears
2014	2.000	Oficinas	Edificio Cajamar. Avda. de la Innovación, 15. Autovía del Mediterráneo (A-7) Sal. 460. 04131 Almería
2013	600	Oficinas	Puerto de Garrucha. Explanada del puerto. 04630 Garrucha. Almería
2012	1.200	Viviendas	C/ Xartell, 23-29. 08800 Vilanova i la Geltrú. Barcelona
2011	800	Viviendas	C/. Juan Sebastián Bach, 5. 08021 Barcelona
2010	10.000	Viviendas	C/. Dr. Aiguader cv Plaza Pau Vila 08003. Barcelona
2009	900	Viviendas	Av. El Campón, Salinas. Asturias
2008	10.000	Oficinas viviendas	Ed. Torrelaguna. Av. del Bulevar 463. 04700 El Ejido. Almería
2007	2.520	Hotel	Avenida de la Diputación 8. 50300 Calatayud. Zaragoza

9. MEMORIA DE CÁLCULO

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.

9.1 Determinación de acciones

Las acciones sobre los sistemas de fachadas ventiladas 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 de los sistemas 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 del presente documento. Las propiedades mecánicas de los perfiles de aluminio están descritas en el punto 3.4.2 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 10.2.5, 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

El comportamiento mecánico del sistema depende de la disposición de las placas cerámicas respecto a los perfiles verticales, distinguiéndose tres tipos de configuraciones, con sus correspondientes hipótesis de cálculo.

9.3.1 Configuración A (ver esquema 1a)

Es aquella en la que cada placa está apoyada lateralmente sobre dos perfiles verticales. Para esta configuración, las juntas verticales entre placas generalmente coinciden con los perfiles verticales. Se pueden considerar 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.
- 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 perfiles horizontales, dada su escasa rigidez en comparación con la de las placas, actúan únicamente como elementos de sustentación y retención en los puntos de fijación.
- 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, según se recoge en la figura 1a.

9.3.2 Configuración B (ver esquema 1b)

Es aquella en la que al menos uno de los lados laterales de la placa no está apoyado sobre un perfil vertical. Se pueden considerar 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.
- Frente a la acción de viento las placas cerámicas trabajan en voladizo, considerándose apoyadas en los perfiles verticales. Se deberá comprobar la resistencia a flexión de las placas frente a las acciones de viento previstas. Frente al peso propio, la placa se comporta como una viga de gran canto.
- Los perfiles horizontales actúan como elementos de sustentación y retención en los puntos de fijación y deberán ser capaces, además, de transmitir el esfuerzo cortante entre placas adyacentes.

- 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, según se recoge en la figura 1b.

9.3.3 Configuración C (ver esquema 1c)

Es aquella en la que puede existir una placa central que no esté apoyada en ningún punto a los perfiles verticales. Se pueden considerar las siguientes hipótesis de cálculo:

- El peso propio de la placa central se transmite a los perfiles verticales a través de los perfiles horizontales.
- La acción de viento sobre la placa central se transmite por cortante a las placas adyacentes a través de los perfiles horizontales.
- Las placas que apoyan directamente sobre los perfiles verticales trabajan en voladizo según lo descrito para la configuración B, considerando no sólo la acción de viento directamente aplicada sobre dicha placa sino también el cortante debido a la acción de viento sobre las placas centrales.
- Los perfiles horizontales deberán soportar el peso propio de las placas centrales y transmitirlo a los perfiles verticales. Además, deberán ser capaces de transmitir el cortante debido a la acción de viento sobre la placa central a las placas adyacentes. Los perfiles horizontales, trabajando en régimen elástico, se calcularán para que, frente a la acción de peso propio de la placa central, tengan una flecha igual o inferior a la junta horizontal entre placas y no superior a $L/200$ de la distancia entre apoyos.
- Los puntos de fijación entre las placas extremas 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, según se recoge en la figura 1c.

9.4 Perfiles verticales y sistemas de fijación entre perfiles

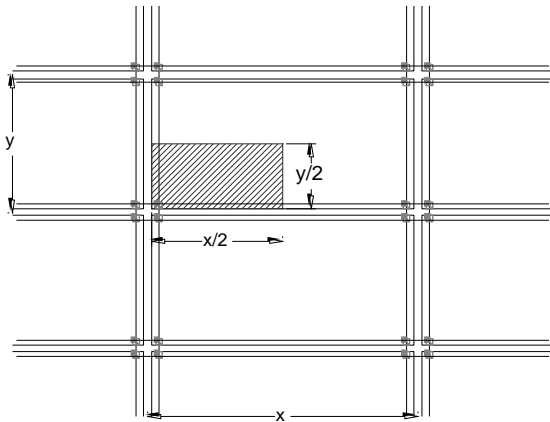
Los perfiles verticales trabajan a flexión, transmitiendo las cargas puntuales que reciben, a las ménsulas de sustentación (cargas verticales y horizontales) y retención (solamente cargas horizontales).

El cálculo de los perfiles frente a la acción del viento se realizará por métodos elásticos, considerando como articuladas las uniones entre perfiles.

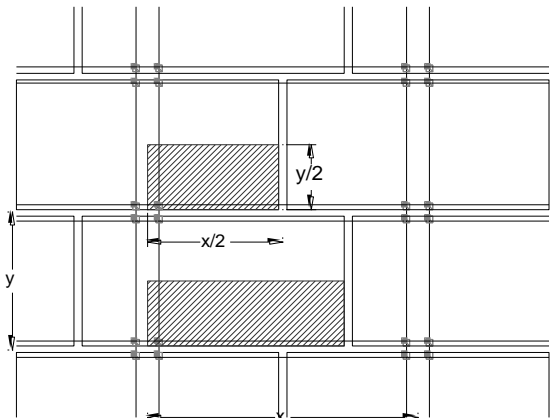
La deformación de los perfiles, dado que no existe reglamentación específica, podrá limitarse a $L/200$ de la distancia entre apoyos.

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.

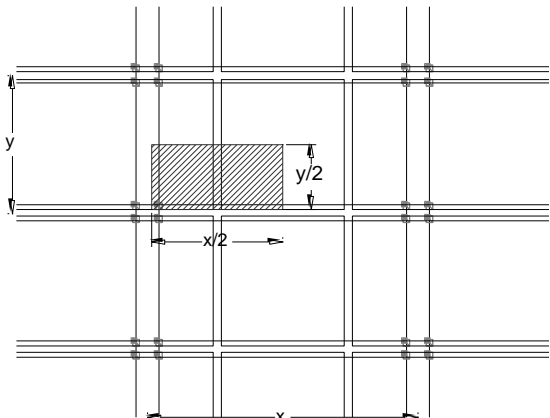
ESQUEMA 1a. CONFIGURACIÓN A



ESQUEMA 1b. CONFIGURACIÓN B



ESQUEMA 1c. CONFIGURACIÓN C



10. ENSAYOS

Se resumen a continuación en las Tablas 11 a 18 los resultados de los principales ensayos y pruebas de carga presentados para la evaluación, y comprobación de la memoria de cálculo del beneficiario. Los procedimientos de ensayo se indican en los respectivos informes considerados para la evaluación:

10.1 Ensayos de identificación

10.1.1 Resistencia mecánica del perfil

Tabla 13

Ensayos sobre montante (tubo 40x40x1,5 mm): (valores máximos en régimen elástico)		
Característica	Máxima carga (N)	Flecha (mm)
Montante biapoyado (l=1,20m)	1 784	24,31

10.1.2 Comprobación dimensional de las placas

Se realizaron en las instalaciones del fabricante supervisados por IETcc. Los resultados son conformes con los valores declarados.

10.1.3 Resistencia a flexión de las placas

Se obtuvo un valor medio de carga de rotura de 3,108 kN y de 44,55 MPa de resistencia a flexión. En base a los resultados de los ensayos realizados se considera que el valor medio del módulo de elasticidad obtenido es aprox. de 39,20 GPa.

10.2 Ensayos de aptitud de empleo

10.2.1 Resistencia al arrancamiento de perfil p/c

Tabla 14

Carga rotura (kN) a 15 d curado				
Placa incl. p/c 50 mm	Malla	Adhesivo MS Wan 1	Adhesivo MS Wan 7	
No ranurada p/c sin alma (sólo adhesivo)	esp. 6 mm	Si	$F_m=1,28$ $F_{u,5}=0,57$	$F_m=1,42$ $F_{u,5}=0,21$
	esp. 11 mm	No	$F_m=0,93$ $F_{u,5}=0,16$	$F_m=1,43$ $F_{u,5}=0,78$
Ranurada esp. 10 mm p/c con alma. (unión mecánica adhesiva)	No	$F_m = 2,43$ $F_{u,5}=2,20$	No aplica	
Ranurada esp. 10 mm p/c con alma sin adhesivo (unión mecánica)	No	$F_m = 1,56$ $F_{u,5} = 0,75$	No aplica	
Valor medio: F_m . Valor característico $F_{u,5}=F_m - (k^* \text{desv. estandar})$				

10.2.2 Resistencia a carga vertical

Sometida la muestra (placa de 450 x 450 x 10 mm) un esfuerzo de 12 kg (al peso de dos elementos de aplacado similares), durante 24 h se registró un desplazamiento de 0,15 mm, sin observarse deformaciones ni daños aparentes ni en la placa ni en los anclajes.

10.2.3 Resistencia a impactos

Tabla 15

Choque de c. duro Rediwa CAT 1 Muestra 600x400x10	Energía (J)	Masa (kg)	Resultado
Sin malla y dos perfiles p/c	1	0,5	Sin daños*
Con malla adherida y dos perfiles p/c	1	0,5	Sin daños
	3	0,5	Rotura*
Sin malla y tres perfiles p/c	1	0,5	Sin daños*
* Excepto fisura o rotura sin desprendimientos por impacto a 5 cm de mitad del borde vertical.			

Tabla 15. (continuación)

Choque de c. blando Rediwa CAT 1 placa no enmallada 600 x 400 x 10	Energía impacto (J)	Masa (kg)	Resultado
Sin malla y dos pares de perfiles por trasdós	10	3	Sin daños
	60	3	Sin daños
	300	50	Sin daños
Con malla adherida y dos pares de perfiles por trasdós	400	50	Rotura con desprendimientos
	10	3	Sin daños
	60	3	Sin daños
Sin malla y tres pares de perfiles por trasdós	300	50	Rotura sin desprendimientos
	400	50	Rotura con desprendimientos
	10	3	Sin daños
Sin malla y tres pares de perfiles por trasdós	60	3	Sin daños
	300	50	Sin daños
	400	50	Rotura sin desprendimientos

Tabla 16

Choque de c. duro Rediwa CAT 1 Slim placa LxHxE 500 x1500 x 6	Energía Impacto (J)	Masa (kg)	Resultado
Con malla adherida y tres pares de perfiles por trasdós (central sin ranurado)	1	0,5	Sin rotura
	3	0,5	Sin rotura
	10	1	Sin rotura
Choque de c. blando Rediwa CAT 1 Slim placa LxHxE 500 x1500 x 6	Energía Impacto (J)	Masa (kg)	Resultado
Con malla adherida y tres pares de perfiles por trasdós (central sin ranurado)	10	3	Sin daños
	60	3	Sin daños
	300	50	Fisura
	400	50	Fisura

10.2.4 Resistencia al choque térmico

Se sometió una muestra de cuatro placas ancladas a la subestructura, a ciclos consistiendo cada uno de ellos en las siguientes fases:

1. Calentamiento de 20 ± 5 °C hasta 70 ± 3 °C en 4 horas.
2. Enfriamiento hasta 20 ± 5 °C en 1 hora.
3. Calentamiento de 20 ± 5 °C hasta 70 ± 3 °C en 1 hora.
4. Enfriamiento hasta 20 ± 5 °C en 20 minutos.
5. Repetición de 3 ciclos de fases 3 y 4.

Durante la exposición no se observaron caídas del material, formación de láminas, fisuras ni tampoco ningún otro desperfecto visible.

10.2.5 Reacción al fuego

Según Informes de ensayos y clasificación de Applus ref. 19/20643-1825) la clase obtenida para los sistemas con placa enmallada por su trasdós es: A2-s1, d0.

10.2.6 Resistencia al viento

Tabla 17

Resistencia a succión. Sistema Rediwa CAT 1		
Placas no enmalladas con 2 perfiles p/c en bordes sup.e inf,	q _e kPa	Máx. deformación instantánea/ Máx. deformación permanente (siempre centro de placa)
- Carga máx. admisible: 2,6 kPa - Placa LxHxE:600x1200x10 mm - Dist. entre ménsulas: 1200 mm - Dist. entre montantes: 900 mm - Dist. entre perfiles p/c:1130 mm	2,6	11,64 mm / 1,06 mm
	3,6	17,23 mm / 2,21 mm Fin test sin roturas
Resistencia a succión. Sistema Rediwa CAT 1 Slim		
Placa enmallada con perfiles p/c en bordes sup. E inf y 1 perfil p/c sin alma en el centro (2 paños)	q _e kPa	Máx. deformación instantánea/ Máx. deformación permanente (centro de paño)
- Carga máx. Admissible: 2,6 kPa - Placa LxHxE:500x1500x6 mm - Dist. entre ménsulas: 1590 mm - Dist. entre montantes:1000 mm - Dist. entre perfiles p/c:713 mm	2,6	17,97 mm / 1,05 mm
	4,0	14,23 mm / 1,73 mm Fin test sin roturas

10.3 Durabilidad

Tabla 18

Carga de rotura (kN) valor característico F _{u,5} tras envejecimiento		
Placa de gres porcelánico 10mm ranurada sin enmallar incl. p/c	Adhesivo MS Wan 1	Adhesivo MS Wan 7
Tras 28 d 80 °C	F _m =2,17 F _{u,5} =1,07	No aplica
25 Ciclos hielo deshielo	F _m =2,55 F _{u,5} =1,36	No aplica
25 Ciclos inmersión agua-secado	F _m =3,18 F _{u,5} =2,83	No aplica
Placa de gres porcelánico 6 mm enmallada sin ranurar	Adhesivo MS Wan 1	Adhesivo MS Wan 7
Tras 28 d 80 °C	F _m =1,71 F _{u,5} =0,98	F _m =2,54 F _{u,5} =0,97
25 ciclos hielo deshielo	F _m =1,06 F _{u,5} =1,01	F _m =2,64 F _{u,5} =1,00
25 Ciclos inmersión agua-secado	F _m =1,48 F _{u,5} =1,26	F _m =2,16 F _{u,5} =1,81

11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

11.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

11.1.1 SE - Seguridad estructural

Los sistemas de revestimiento de fachadas ventiladas evaluado no contribuyen a la estabilidad de la edificación y por tanto no les son de aplicación las Exigencias Básicas de seguridad estructural. No obstante, se debe tener en cuenta que el comportamiento estructural de la fachada ventilada, por un lado, debe ser tal que no comprometa el cumplimiento del resto de Exigencias Básicas y de Seguridad de Utilización y Habitabilidad, indicadas en la Ley de Ordenación de la Edificación⁽⁵⁾ y, por otro lado, debe ser tal que resista y transfiera a los apoyos las cargas propias y esfuerzos horizontales, con una

⁽⁵⁾ Seguridad de utilización de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas (art.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).

deformación admisible, de acuerdo al Documento Básico del Código Técnico de la Edificación, relativo a la Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).

La utilización de los sistemas para el revestimiento de fachadas ventiladas requiere 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 límite último y de servicio.

El cálculo se particularizará en función de la localización y altura del edificio y de los valores establecidos en la memoria de cálculo. 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 solicitaciones 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 la durabilidad.

El comportamiento ante la succión del viento se ha apreciado de forma experimental con los ensayos realizados sobre varias maquetas de configuración estándar y/o más desfavorable entre apoyos; cumpliéndose con seguridad los valores establecidos para las mismas en la memoria de cálculo del beneficiario.

11.1.2 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 el caso de que el edificio u obra en cuestión esté cubierto por el ámbito de aplicación del CTE y de dicho Documento Básico. Según el R.D. 842/2013, los sistemas con placas cerámicas (arcilla cocida) no enmalladas tienen clase A1 sin necesidad de ensayos.

Los sistemas con placa enmallada tienen clasificación A2-s1,d0 y por tanto, en cualquier caso permiten satisfacer para cualquier altura, la exigencia de B-s3,d2 establecida a los efectos de limitar la propagación del fuego por el exterior de determinados edificios, así como por las superficies interiores de las cámaras interiores de las fachadas ventiladas. 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 la fachada debe satisfacer el DB-SI 2 con objeto de evitar la propagación horizontal y vertical del fuego.

11.1.3 SUA - Seguridad de utilización y accesibilidad

El CTE no especifica exigencias ni categorías relativas a la seguridad de utilización para los sistemas de fachada ventilada. Para las configuraciones ensayadas, se obtienen las siguientes categorías de uso, cuyas respectivas descripciones se indican en la Tabla 19, de acuerdo con la Instrucción Técnica IT-29 del IETcc.

Tabla 19

Categ. de uso	Descripción
I	Apto para paramentos accesibles al público, situados a nivel de suelo exterior o en otras zonas expuestas a posibles impactos de cuerdo 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 objeto limitará el tamaño del impacto, o bien en zonas protegidas 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 accesibles desde el nivel de suelo exterior.

- Sistema Rediwa CAT 1 Slim; Categoría II.
- Sistema Rediwa CAT 1 con placa enmallada: Categoría IV.
- Sistema Rediwa CAT 1 sin placa enmallada: Categoría IV⁽⁶⁾.

En cualquier caso, en las zonas inferiores de la fachada, por ejemplo plantas bajas junto a zonas accesibles a público y siempre que se requiera una categoría de uso mayor a la obtenida por ensayo, para el sistema, se recomienda que las placas se fijen mediante mortero o bien lleven al menos un perfil travesaño intermedio complementario (no computable a efectos de cálculo frente al viento) y/o además de una malla adherido por su trasdós.

11.1.4 HS - Salubridad

La solución completa del cerramiento debe garantizar el grado de impermeabilidad mínimo exigido para el edificio al que se incorpore, según se describe en el Código Técnico de la Edificación

⁽⁶⁾ Apto para paramentos no accesibles desde el nivel de suelo exterior, pero que permitan la rápida y fácil sustitución de placa dañada

CTE-DB-HS, relativo a Salubridad con objeto de satisfacer el requisito básico de protección frente a la humedad (HS 1). 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 especificaciones allí establecidas (por ejemplo espesor de la cámara de aire entre 3 y 10 cm de espesor), juntas y cuantía de las aberturas de ventilación, etcétera.

Los sistemas de revestimiento a base de placas, pueden contribuir a la obtención de una mayor estanquidad de la fachada. En cualquier caso, deberá prestarse especial atención, en el diseño de las fachadas, a la incorporación de las ventanas y de los elementos 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 filtración de agua.

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

11.1.5 HR – Protección frente al ruido

Esta evaluación no considera la contribución de los sistemas al comportamiento acústico del cerramiento. La solución completa del mismo y fundamentalmente el muro soporte más el aislamiento, deberán ser conformes con las exigencias del CTE. Asimismo, se estudiará la solución constructiva del encuentro de la fachada con los elementos de separación vertical, de manera que se evite la transmisión por ruido de flancos.

11.1.6 HE - Ahorro de energía

La solución constructiva completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del Código Técnico de la Edificación CTE-DB-HE, relativo a Ahorro Energético, en cuanto a comportamiento higrotérmico. A efectos de cálculo de la transmitancia térmica del cerramiento, según se describe en el Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE del Código Técnico de la Edificación (DA DB-HE / 1, CTE), 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).

La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en el Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE del Código Técnico de la Edificación DA DB-HE / 2, CTE.

11.2 Limitaciones de la evaluación

Los aspectos relativos al cálculo, recogidos en el apartado 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-A).

Para aquellos casos que se salgan del campo de aplicación de dicho Documento Básico, o bien si se prevén acciones superiores a las consideradas en dicho documento, deberá realizarse un estudio específico relativo a previsión de deformaciones máximas admisibles y valores de rotura de uniones de aplacado a subestructura.

Se recomienda instalar las placas de revestimiento mecanizadas transcurridos al menos 15 días de curado desde la fecha de aplicación del adhesivo.

De acuerdo con el cap. 4. Durabilidad del Eurocódigo 9, bajo condiciones atmosféricas normales (por ejemplo, en área rural, moderadamente industrial o urbana) los perfiles de aleaciones de aluminio con acabado natural pueden utilizarse sin necesidad de lacado superficial. Los perfiles de aluminio natural pueden categorizarse como clase B sin ensayos, y por tanto aptos para ambientes neutros⁽⁷⁾.

11.3 Gestión de residuos

El CTE no especifica exigencias relativas al respecto. No obstante, para la gestión de residuos generados durante los procesos de fabricación y puesta en obra del sistema y en particular de adhesivos y productos de impermeabilización, se seguirán las instrucciones dadas por el suministrador de los mismos, dadas por el fabricante de los mismos, de acuerdo con la normativa vigente para cada producto.

Se deberá prever la posibilidad de reciclaje de placas cerámicas y perfiles de aluminio, tanto en caso de rechazo durante puesta en obra como en caso de desmontaje del sistema de fachada ventilada.

11.4 Condiciones de servicio

De acuerdo con los ensayos presentados y las visitas a obra realizadas se considera que su durabilidad es satisfactoria siempre que además la fachada instalada esté sometida a un adecuado uso y mantenimiento

11.5 Apariencia y estética

Se destaca la versatilidad de aplacados posibles tanto de formato como de acabado gracias a la variedad de colores y texturas que proporciona la naturaleza y composición del material.

⁽⁷⁾ Para más información en caso de darse condiciones atmosféricas diferentes o acabados específicos, contacte con el beneficiario.

11.6 Condiciones de seguimiento

La concesión del DIT está ligada al mantenimiento de un seguimiento anual del control de producción en fábrica y si procede, de algunas de las obras realizadas. Este seguimiento no significa aval o garantía de las obras realizadas.

11.7 Otros aspectos

11.7.1 Información BIM

El beneficiario dispone de archivos BIM para cada sistema evaluado.

12. CONCLUSIONES

Considerando:

- que en el proceso de fabricación del sistema 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 de producto final.
- que la fabricación de los elementos de la subestructura y de las fijaciones se realiza en empresas que aseguran la calidad requerida y la homogeneidad de los mismos.
- que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica.
- los resultados obtenidos en los ensayos y las visitas a obra realizadas;

se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos en este DIT, la idoneidad de empleo de los sistemas propuestos por el fabricante.

13. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS ⁽⁸⁾

Las principales observaciones formuladas por la Comisión de Expertos⁽⁹⁾ en las reuniones celebradas los días 14 de abril de 2009, 16 de marzo de 2015 y 17 de julio de 2019 fueron las siguientes:

1. Considerando los reducidos espesores del sistema Rediwa Cat 1 Slim, se reseña que la necesidad de mantener un riguroso control de producción en fábrica (véase apartado 5), resulta fundamental para la idoneidad del sistema.
2. Todos los elementos metálicos que se incorporen a los sistemas no deberán originar problemas de corrosión por par galvánico.
3. Las juntas de dilatación del edificio se tendrán en cuenta en relación con las juntas del revestimiento.
4. Dado que los perfiles no son continuos, se debe extremar la nivelación de los tramos. Se

⁽⁸⁾ La Comisión de Expertos, de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988) tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- b) Derechos de comercialización del producto o sistema.
- c) Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

⁽⁹⁾ Las Comisiones de Expertos estuvieron formadas por representantes de las siguientes entidades:

- Acciona Infraestructuras S.A.
- Asociación para el Fomento de la Investigación y la Tecnología de la Seguridad contra incendios (AFITI).
- CPV.
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectura de España (CSCAE).
- ETS de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas – (UPM).
- ETS de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid (UPM).
- FCC Construcción S.A.
- Ferrovial.
- INTEINCO.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Ministerio de la Vivienda.
- Qualibérica S.L.
- Universidad Politécnica de Madrid UPM.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

recomienda asegurar en el montaje que la subestructura vertical pueda permitir adecuadamente tanto las dilataciones térmicas previstas como las posibles flechas del elemento soporte estructural.

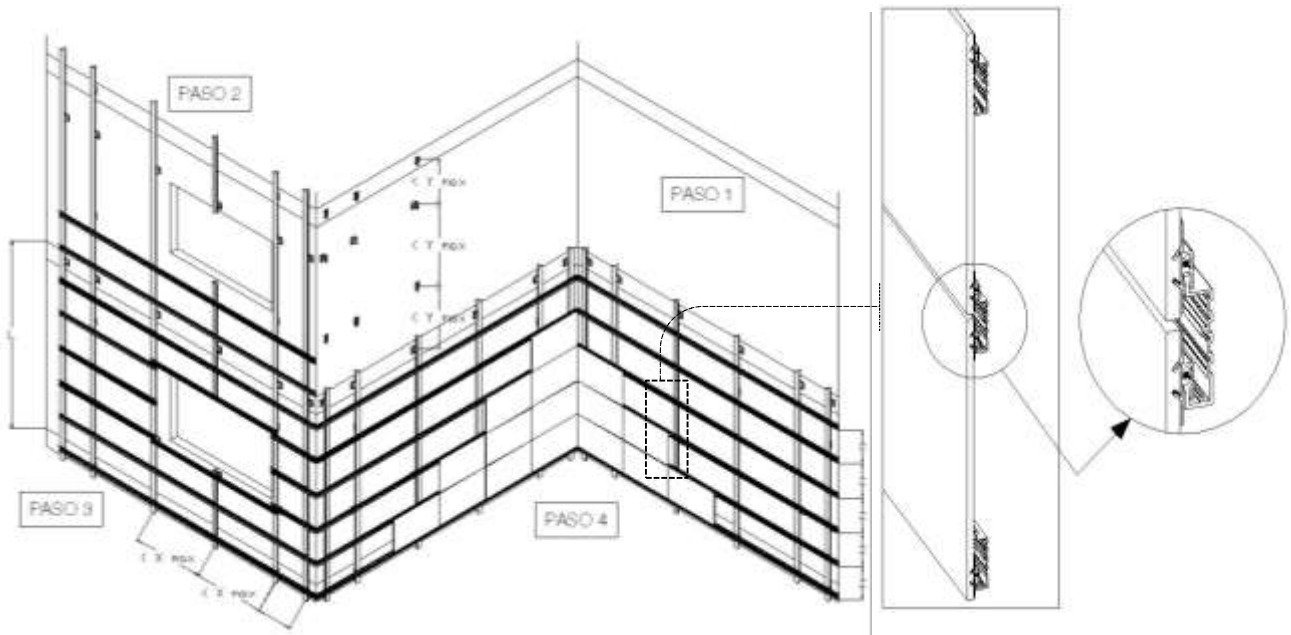
5. Para las fachadas en general debe considerarse el procedimiento a seguir para permitir la limpieza del revestimiento. Si se adopta un sistema de góndolas, deberán preverse carriles u otros medios que eviten daños al revestimiento.
6. Es recomendable que, en las zonas de las fachadas con riesgo de impactos, se utilicen placas siempre enmalladas.
7. Se debe tener en cuenta que las placas de colores oscuros son más sensibles a la radiación solar, por lo que para aquellos paramentos situados en zonas de altas temperaturas y expuestos a la radiación solar se debe valorar con cuidado la elección del color.
8. Se recuerda que, en los sistemas de fachada ventilada, la hoja exterior del revestimiento no garantiza por sí sola la estanquidad del cerramiento.
9. Se aconseja solicitar al Beneficiario del DIT asesoramiento específico sobre diseño y ejecución de huecos y puntos singulares. En particular, se considera imprescindible en el diseño de los huecos de ventana, la previsión de la oportuna pendiente en dinteles y vierteaguas.
10. Se recuerda comprobar si el ambiente exterior de la fachada tiene categoría de corrosividad C4 ó C5 según la Norma EN ISO 9.223 ⁽¹⁰⁾, por si fuera recomendable recurrir a un acero inoxidable AISI 316, (designación 1.4401 según UNE-EN 10088-1) para la tornillería y las grapas.
11. 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.
12. Se recomienda comprobar los valores de resistencia al arrancamiento de las fijaciones (ej. fuente: Ficha técnica de tornillos) en relación con los espesores de los perfiles a utilizar.
13. Se recomienda incorporar una copia del presente Documento de Idoneidad Técnica al Libro del Edificio.

⁽¹⁰⁾ EN ISO 9.223:2013. Corrosión de los metales y aleaciones. Corrosividad de atmósferas. Clasificación, determinación y estimación.

14. INFORMACIÓN GRÁFICA

Nota: Los detalles constructivos recogidos en las figuras son orientativos, debiendo definirse para cada proyecto. Asimismo, se refieren al sistema de fijación de la fachada ventilada, no pudiendo emplearse como justificación del cumplimiento de las restantes exigencias básicas del CTE.

Figura 1. Esquema de montaje de los sistemas y detalle de aplacado. Ejemplo: Sistema Rediwa CAT 1



Nota: En las esquinas: Primer montante a 15 cm del borde, y el siguiente a una distancia máxima $X_{max}/2$

Figura 2. Detalle de aplacados, perfiles percha / cierre y travesaño en Sistemas Rediwa CAT 1 / CAT 1 Slim

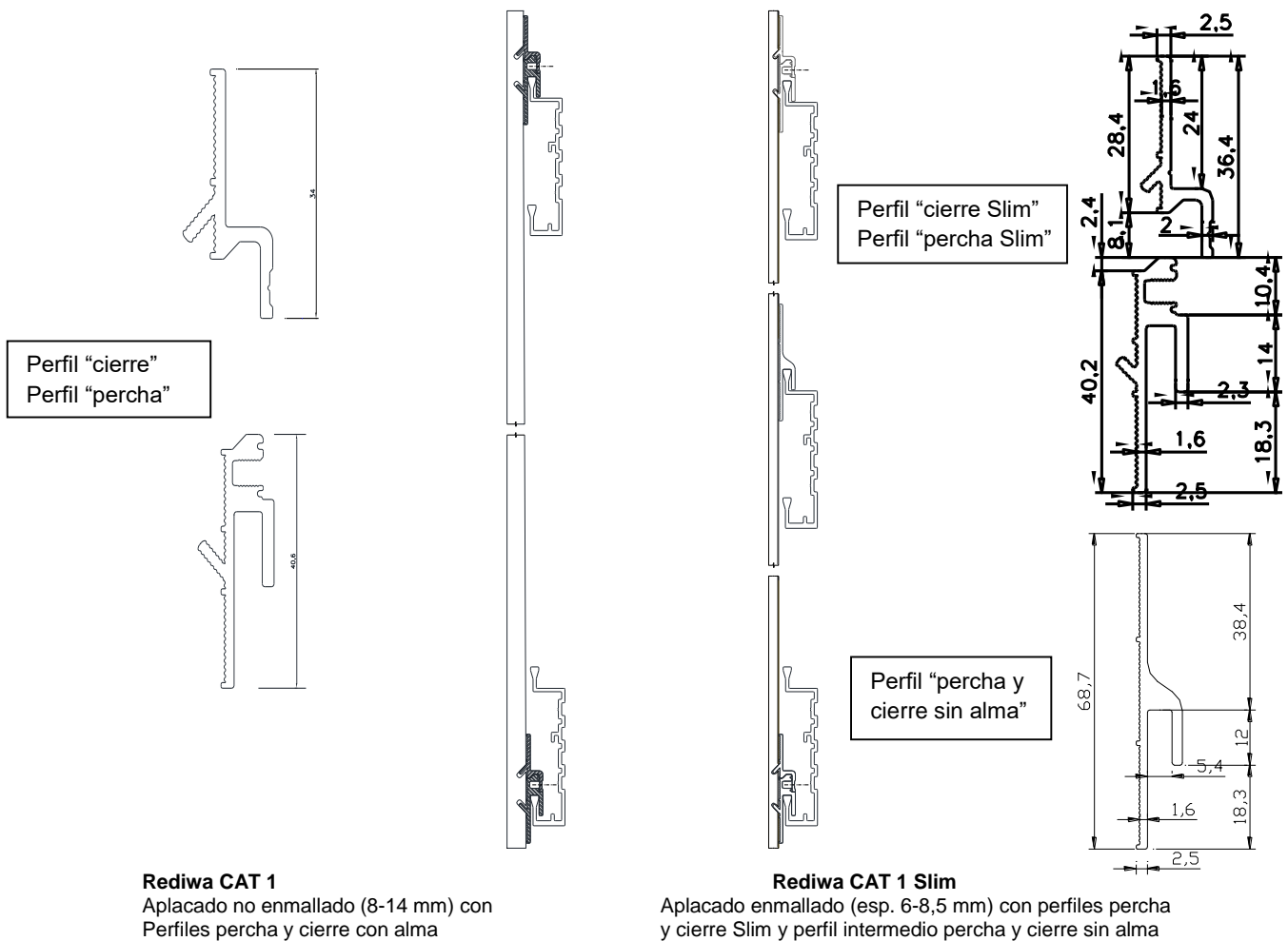


Figura 3. Perfiles y componentes de la subestructura horizontal y vertical del sistema

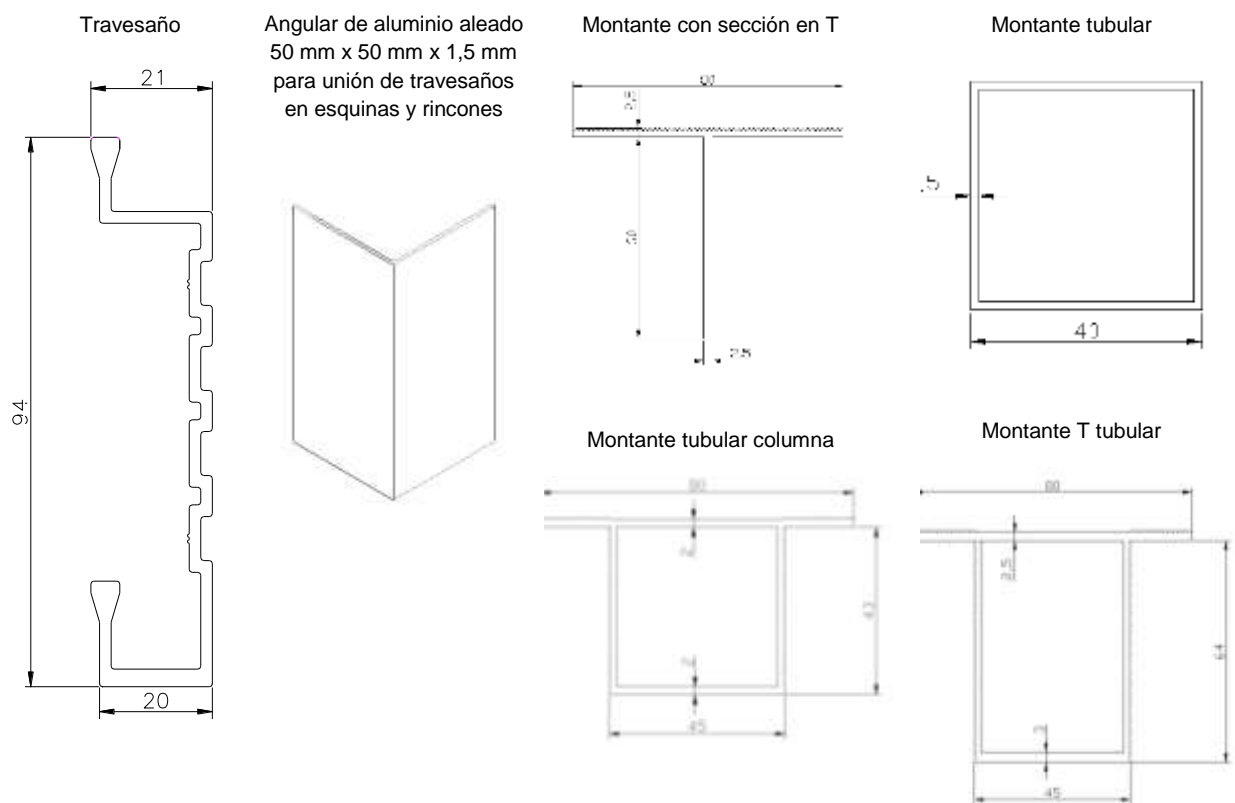
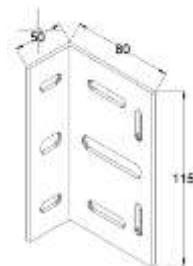
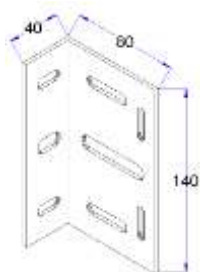


Figura 4. Ejemplos de ménsulas

Ménsula Mixta 80 x 40 x 140 mm

Ménsula Mixta 50 x 80 x 115 mm



Ménsula Mixta 80 x 40 x 100 mm

Ménsula Mixta 100 x 85 x 200 mm

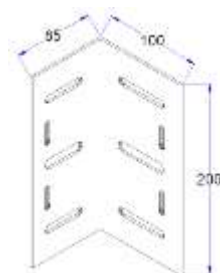
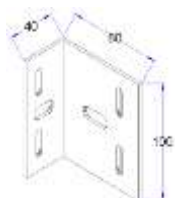
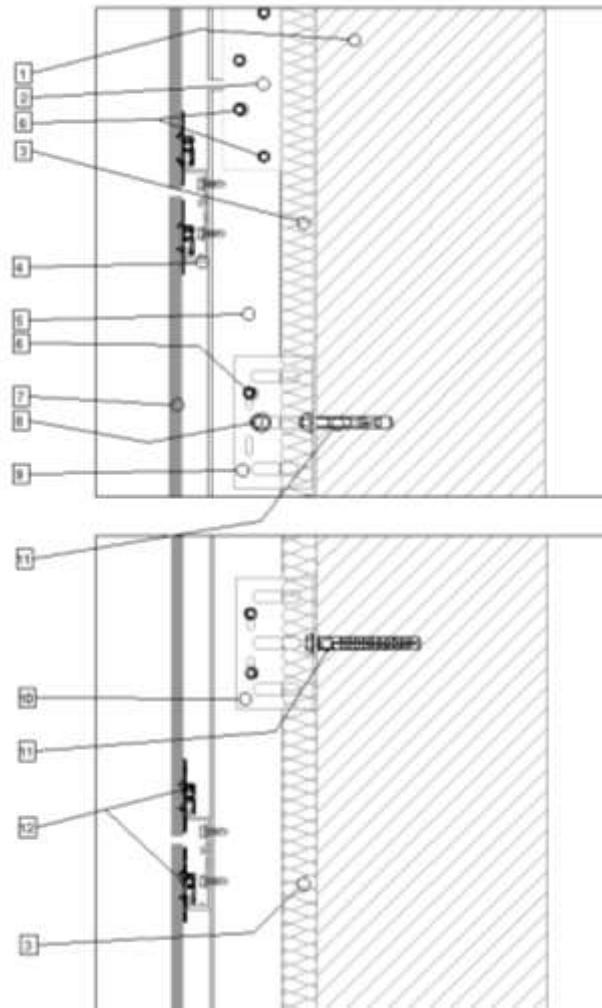


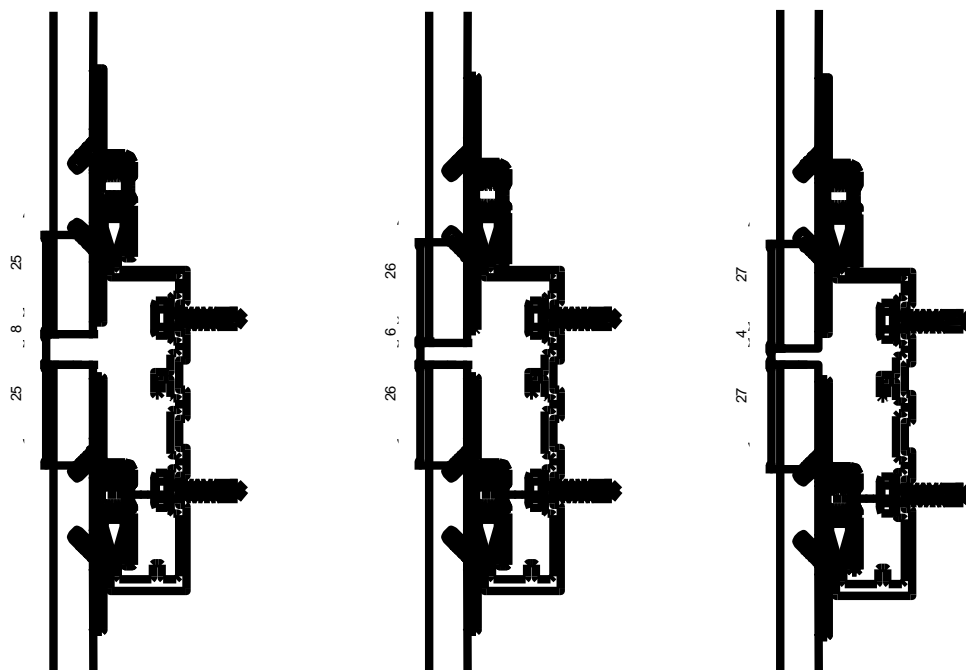
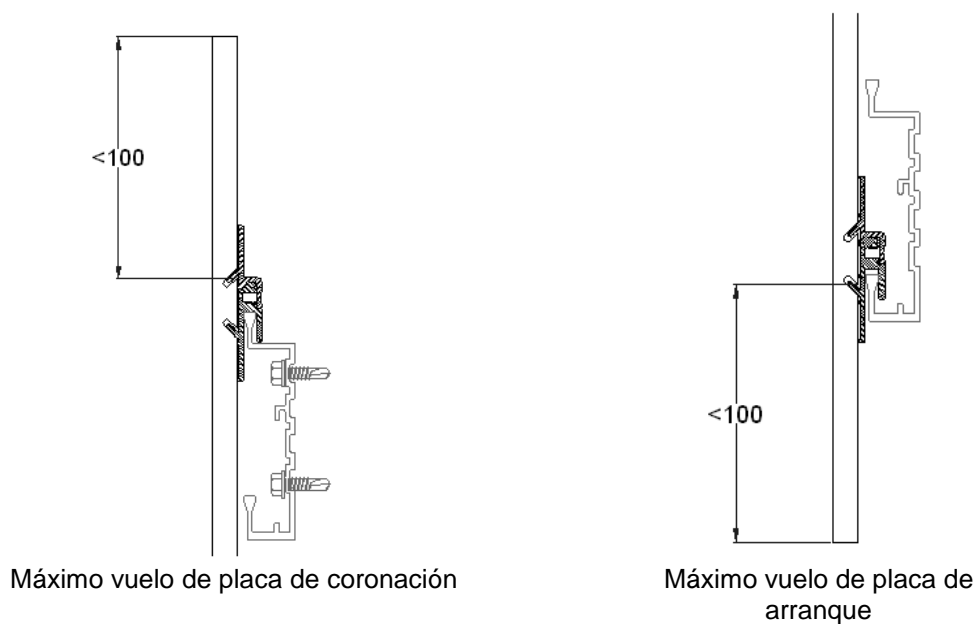
Figura 5: Detalle sección vertical fachada ventilada



Notas:

1. Cerramiento soporte
2. Elemento de unión entre perfiles verticales
3. Aislamiento térmico y acústico (si procede)
4. Perfil horizontal longitud ≤ 6000 mm
5. Perfil vertical longitud ≤ 6000 mm
6. Tornillo autotaladrante 5,5 x 19 UNE- EN ISO 15480-A2
7. Placa con los perfiles sistema en la parte posterior
8. Pasador M.8 x 20, arandela y tuerca de acero inoxidable
9. Ménsula mixta de sustentación
10. Ménsula mixta de retención
11. Anclajes a cerramiento (según proyecto)
12. Perfiles de Percha y cierre del sistema.

Figura 6. Detalles de montaje de placas para configuración de arranque, coronación y juntas horizontales



Opciones de junta horizontal

Junta mínima horizontal

Figura 7. Detalle de prolongación máxima de travesaño respecto de montante

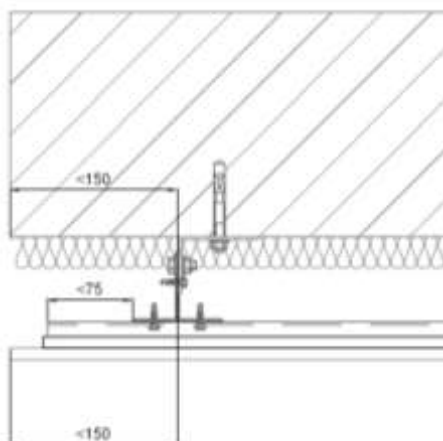


Figura 8. Detalle de esquina

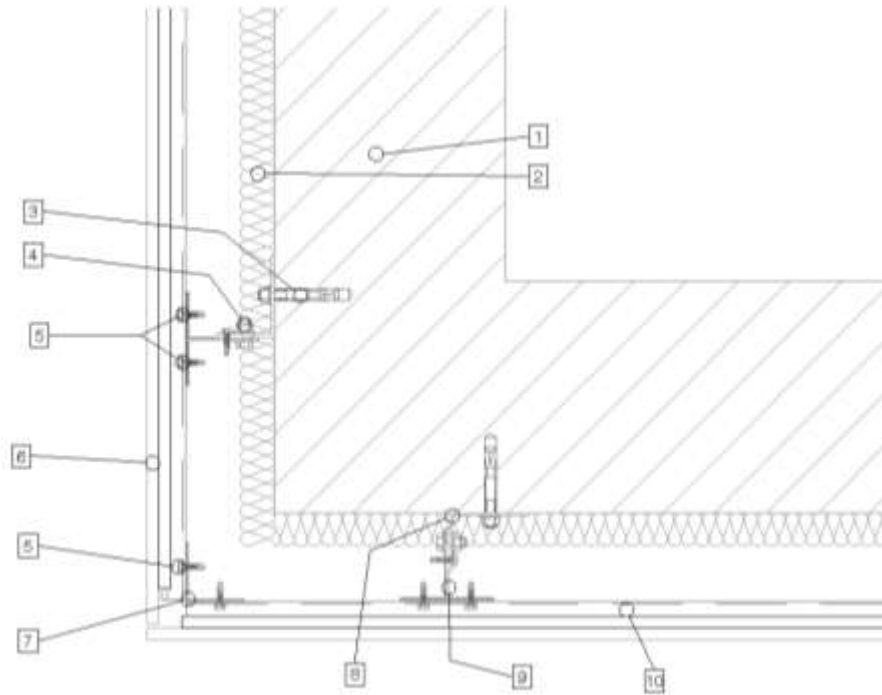
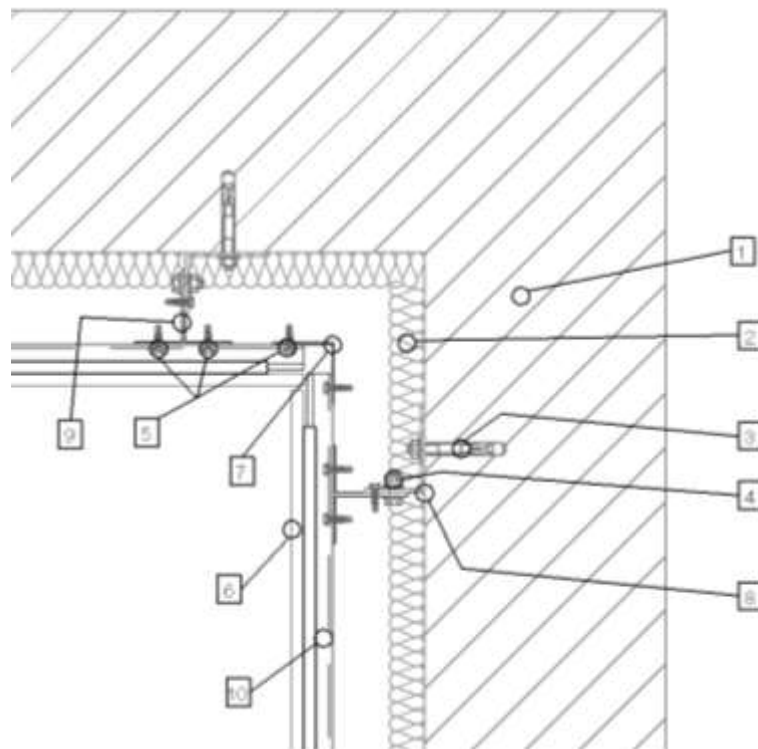


Figura 9. Detalle de rincón



Notas:

1. Cerramiento soporte
2. Aislamiento térmico y acústico (si procede)
3. Anclajes a cerramiento (según proyecto)
4. Pasador M.8 x 20, arandela y tuerca de acero inoxidable.
5. Tornillo autotaladrante 5,5 x 19 UNE- EN ISO 15480-A2
6. Placa con los perfiles sistema adheridos en la parte posterior
7. Perfil angular de unión en esquinas atornillado a los perfiles horizontales
8. Ménsula mixta (sustentación o retención)
9. Perfil vertical Cerramiento soporte
10. Aislamiento térmico longitud ≤ 6000 mm
11. Perfil horizontal longitud ≤ 6000 mm

Figura 10. Detalle de arranque y coronación de la fachada ventilada

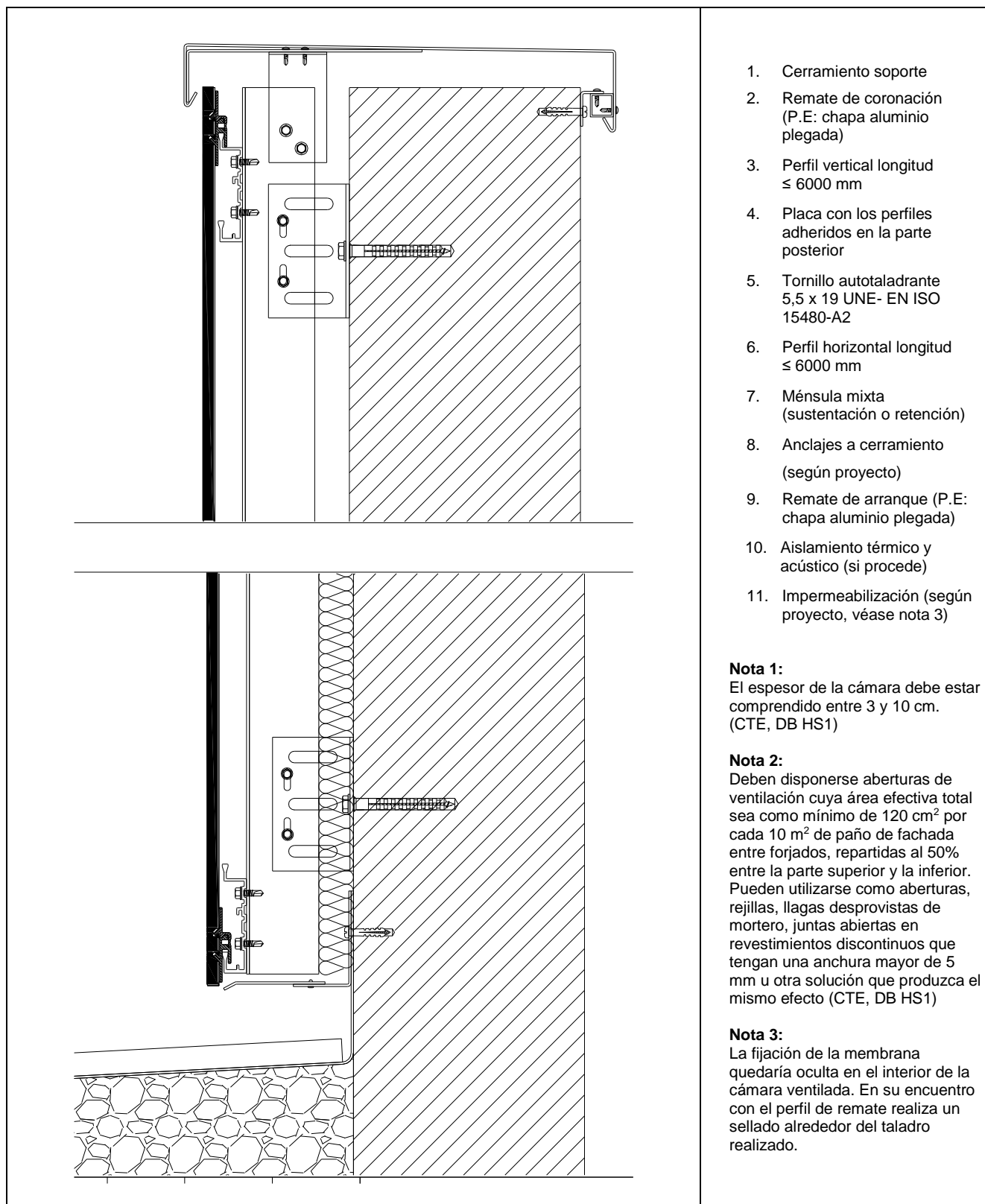
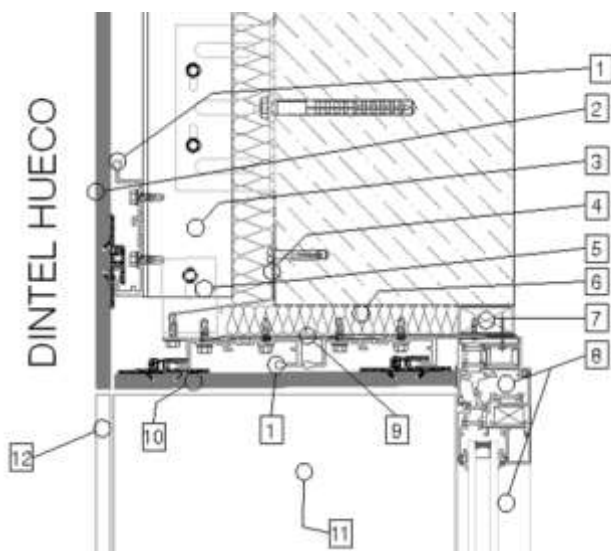
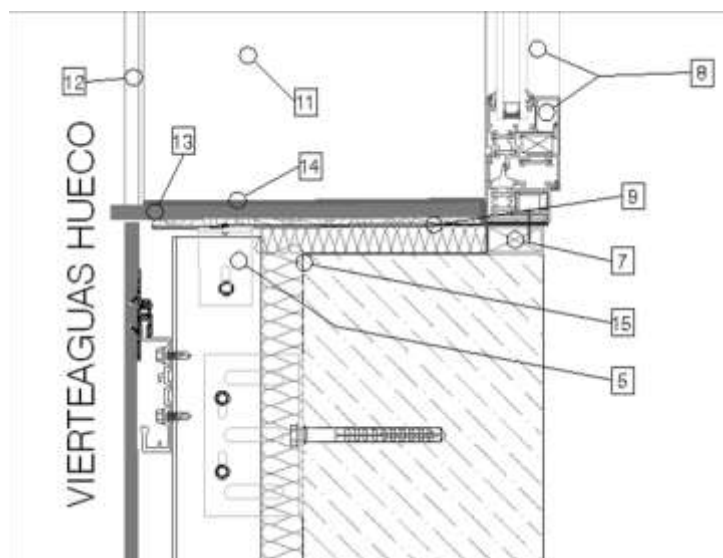
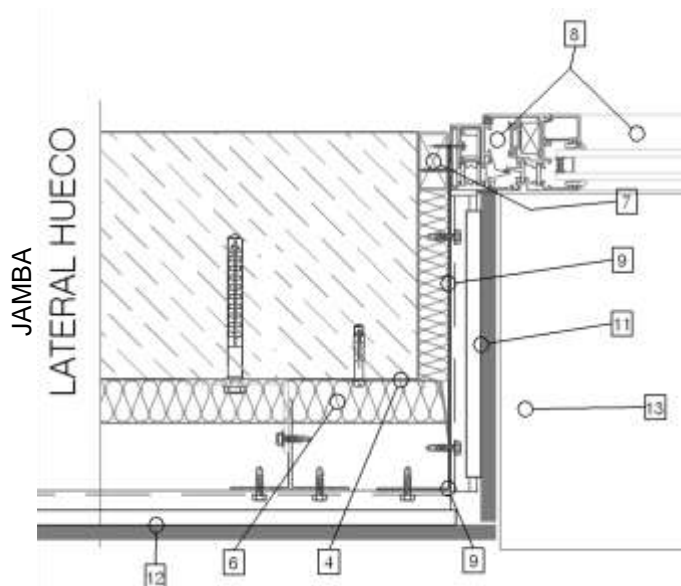


Figura 11. Detalles de hueco con carpintería haces interiores



Nota: Debe aplicarse un cordón del adhesivo especificado por el beneficiario entre los perfiles percha y cierre y el perfil horizontal para evitar el deslizamiento de la placa de dintel.



1. Perfil horizontal longitud ≤ 6000 mm
2. Placa con los perfiles adheridos en la parte posterior
3. Perfil vertical longitud ≤ 6000 mm
4. Remate chapa (según proyecto)
5. Anclaje soporte recercados (según proyecto)
6. Aislamiento térmico y acústico (si procede)
7. Perfilera premarco hueco (según proyecto)
8. Carpintería y acristalamiento (según proyecto)
9. Perfiles de soporte de recercados (según proyecto)
10. Placa de dintel con los perfiles adheridos en la parte posterior
11. Placa de jamba con los perfiles adheridos en la parte posterior
12. Placa estándar con los perfiles adheridos en la parte posterior
13. Placa de vierteaguas, pegada sobre soporte. Pendiente de vierteaguas según CTE.
14. Sellado continuo de silicona o similar
15. Banda impermeabilizante

Figura 12. Detalle de hueco con carpintería haces intermedios

