

Documento de Idoneidad Técnica plus

522-p/08

CONCESIÓN

Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas prodEX con paneles composite HPL acabados en madera natural



C/ SERRANO
GALVACHE, 4
28033 MADRID
España

Fabricante:
PRODEMA, S.A.
Domicilio Social:
Bº de San Miguel, 9
20250 Legorreta (Guipúzcoa)
España

Telf. 943 807 000
[http:// www.prodema.com](http://www.prodema.com)

C.D.U: 69.022.325
Bardage
Cladding Kit

MUY IMPORTANTE

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA (DIT) 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.

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS (DIT plus) es una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja que, basándose en el procedimiento DIT, evalúa aspectos voluntarios no cubiertos por el marcado CE. El DIT plus se fundamenta en los principios establecidos en el "Application document" desarrollado por l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc) y puede ser aplicado a las dos especificaciones técnicas armonizadas establecidas en la DPC: Norma Armonizada y Documento de Idoneidad Técnico Europeo.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro 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. Cualquier reproducción de este Documento debe ser autorizada por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Este Documento consta de 32 páginas.

DECISIÓN NÚM. 522-p/08

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 el procedimiento IETcc-0405-DP de mayo de 2005 por el que se regula la concesión del DIT plus,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del Documento de Idoneidad Técnica del 28 de octubre de 1998,
- considerando la solicitud formulada por la Sociedad PRODEMA, S.A. para la concesión de un DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas prodEX con paneles composite HPL acabados en madera natural**.
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- teniendo en cuenta los informes de los ensayos presentados por el Instituto de Ciencias de la construcción Eduardo Torroja, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesión celebrada el día 17 de diciembre de 2008,



DECIDE

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS número 522-p/08 al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas prodEX con paneles composite HPL acabados en madera natural**, 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 PLUS evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el peticionario, tal y como queda descrito en el presente documento, 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, en cada caso, las acciones que el Sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles.

PRODEMA, S.A. proporcionará asistencia técnica al autor del proyecto y/o a la Dirección Facultativa, que le permita el cálculo y definición para su ejecución del sistema de fachada ventilada, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes. Opcionalmente, en caso de que el autor del proyecto lo solicite, a la vista del proyecto arquitectónico de la fachada realizado por el arquitecto autor del proyecto, PRODEMA, S.A. proporcionará la definición gráfica, desde el punto de vista técnico, del proyecto de la fachada ventilada.

En cada caso, el proyecto técnico de la fachada ventilada se deberá acompañar de una memoria de cálculo que justifique el adecuado comportamiento de la subestructura frente a las acciones previstas.

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 FABRICACIÓN

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 6 del presente documento.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas prodEX con panel laminado compacto HPL, está previsto para el revestimiento exterior de fachadas mediante su fijación a una subestructura de madera, aluminio o acero galvanizado por medio de fijación vista. El Sistema no contribuye a la estabilidad de la edificación.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por PRODEMA, S.A. o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta, bajo su control y asistencia técnica. 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 PRODEMA, S.A. estará disponible en el IETcc. De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por PRODEMA, S.A. o por empresas cualificadas, reconocidas por ésta.

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

CONDICIONES DE CONCESIÓN

Debe tenerse en cuenta que el panel laminado HPL PRODEX IGN es un producto que queda cubierto por el campo de aplicación de la Norma Europea Armonizada UNE-EN 438-7 "Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominados laminados). Parte 7: Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos externos e internos". La entrada en vigor de la Norma establece la obligatoriedad, a todos los sistemas cubiertos por la misma, de disponer del marcado CE.

Los requisitos establecidos para la concesión del **DIT plus** definen supervisiones del control de producción de fabricación más exigentes que las indicadas en la Norma para la obtención del marcado CE, considerándose un mínimo de visitas anuales a realizar por el IETcc o Laboratorio reconocido por éste.

El panel laminado HPL PRODEX IGN dispone de marcado CE nº 1239-CPD-0801101.

Este DIT plus no exime al fabricante de mantener en vigor el marcado CE para el panel laminado HPL PRODEX IGN.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS número 522-p/08, 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 plus,
- 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,
- que el fabricante mantenga en validez el marcado CE.

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

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 30 de diciembre de 2013.

Madrid, 30 de diciembre de 2008.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Revestimiento de fachadas ventiladas mediante paneles laminados compactos de alta presión (HPL) PRODEX IGN, fijados mecánicamente mediante fijación vista a una subestructura de perfiles verticales de madera, aluminio o acero galvanizado, solidaria con el muro soporte.

En ambientes con categoría de corrosividad C4 o C5⁽¹⁾ según ISO 9223⁽²⁾ se deberá utilizar subestructura de madera o aluminio.

La evaluación contempla los sistemas de fijación vista:

- Mediante tornillos sobre subestructura de madera, aluminio o acero galvanizado, para espesores de panel de 6, 8, 10, 12 y 14 mm.
- Mediante remaches sobre subestructura de aluminio, para espesores de panel de 6, 8, 10 y 12 mm.

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 prodEX (ver figuras 2 y 4) es un sistema que consta de:

1. Revestimiento exterior de paneles laminados compactos (HPL) PRODEX IGN, suministrados por PRODEMA, S.A.
2. Cámara de aire ventilada en la que se coloca habitualmente un aislamiento térmico no suministrado por PRODEMA, S.A.
3. Subestructura portante anclada al muro soporte, no fabricada por PRODEMA, S.A., formada por:

- 3.1 Ángulos metálicos para la transmisión de cargas de la subestructura al muro soporte mediante anclajes.

- 3.2 Subestructura vertical de montantes metálicos o de madera (rastres):

- Subestructura vertical de rastres de madera para fijación mecánica vista de los paneles mediante tornillos.
- Subestructura vertical metálica de perfiles de aluminio o acero galvanizado para la fijación mecánica vista de los paneles mediante tornillos o remaches.

- 3.3 Sistema de fijación mecánica vista por medio de tornillos o remaches.

4. Diversos accesorios para el tratamiento de los puntos singulares.

El Sistema se articula mediante las oportunas fijaciones, espaciando los paneles entre sí mediante juntas verticales y horizontales.

Las juntas entre paneles deben ser siempre abiertas. Las juntas serán de 6 a 8 mm.

Cuando la subestructura sea de madera, en las juntas verticales entre paneles se deberá proteger el perfil vertical con una banda elastomérica EPDM.

La subestructura del sistema se ancla a la estructura del edificio y al muro soporte mediante ángulos. Los ángulos se disponen alternados a ambos lados del perfil vertical y con una distancia máxima de 1,0 m.

Las variaciones dimensionales que pueden sufrir los paneles y el soporte deben ser previstas en el cálculo del sistema de fijación (diámetro de las perforaciones y tratamiento de juntas).

Este Sistema de revestimiento se puede aplicar en soportes de obra de fábrica, hormigón o estructura metálica, tanto en obra nueva como en rehabilitación.

3. PANELES LAMINADOS COMPACTOS (HPL)

Los paneles laminados PRODEX IGN son paneles laminados decorativos de alta presión (HPL) compactos para exteriores, según define la norma UNE-EN 438-6:2005⁽³⁾ en la que este producto está clasificado como EDF, y disponen de marcado CE conforme al Anexo ZA de la

⁽¹⁾ Categorías de corrosividad:
C4 = Alta (exterior: industrial no marítimo y urbano marítimo).
C5 = Muy alta (exterior: Industrial muy húmedo o con elevado grado de salinidad).

⁽²⁾ ISO 9223 "Clasificación de metales y aleaciones. Corrosividad atmosférica. Clasificación"

⁽³⁾ UNE-EN 438-6:2005 "Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 6: Clasificación y especificaciones para laminados compactos para exteriores de 2 mm de espesor y mayores".

norma UNE-EN 438-7:2005⁽⁴⁾ con Certificado de Conformidad 1239-CPD-0801101:

- E: Laminado para exteriores.
- D: Aplicación severa (uso en condiciones externas severas que, por ejemplo, impliquen exposición a largo plazo a niveles intensos de luz solar e intemperie).
- F: Ignífugo.

Los paneles laminados PRODEX IGN consisten en hojas de papel kraft impregnadas en resinas fenol-formaldehído y unidas entre sí mediante un proceso de prensado de alta presión según el siguiente esquema (ver figura 1):

- Un núcleo de hojas papel kraft impregnadas con resinas fenólicas de fenol-formaldehído.
- Una cara decorativa de fibras de madera natural (Ayous y Okume) de espesor 0,7 a 0,8 mm, impregnadas con resinas fenólicas de fenol-formaldehído sobre las que se adicionan uno o varios films para obtener matices de color (natural, rojo claro u oscuro y marrón oscuro).
- Sobre la cara vista: un film plástico de acabado superficial de protección contra la intemperie y la radiación UV, con propiedades de resistencia antigraffiti y repelente del polvo.
- Sobre la cara no vista: un film plástico de contracara para acabado superficial y protección contra la intemperie.
- Un papel barrera melamínico de protección entre la cara decorativa de acabado y el núcleo de papel kraft, de manera que la resina de éste último no pase al acabado durante el proceso de prensado.

El proceso de prensado a alta presión consiste en la aplicación simultánea de temperatura (≥ 140 °C) y presión elevada (≥ 6 MPa) sobre el apilamiento de láminas así constituido, que permite que las resinas termoestables fluyan y posteriormente curen para dar lugar a un material polímero homogéneo, no poroso, de elevada densidad, con la siguiente composición media:

- Celulosa + madera: ≈ 59 %.
- Resinas termoendurecibles: ≈ 40 %.
- Resinas termoplásticas: ≈ 1 %.

3.1 Características dimensionales

Las dimensiones estándar de fabricación de los

⁽⁴⁾ UNE-EN 438-7:2005 "Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 7: Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos externos e internos.

paneles están definidas en la siguiente tabla:

| DIMENSIONES DE PANELES | | | | |
|------------------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Longitud (mm) | Ancho (mm) | Tolerancia (mm) | Espesor (mm) | Tolerancia (mm) |
| 2440 x 1220 | | - 0 + 10 | 6 | $\pm 0,40$ |
| | | | 8 | $\pm 0,50$ |
| | | | 10 | |
| | | | 12 | |
| | | | 14 | $\pm 0,60$ |

Para los mismos espesores se pueden suministrar otras dimensiones de paneles inferiores a éstas, con tolerancias equivalentes.

Las exigencias geométricas de los paneles son las siguientes:

| GEOMETRÍA DE PANELES | | | | |
|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| Espesor (mm) | Planitud (mm/m) | Rectitud (mm/m) | Cuadratura (mm/m) | Peso Nominal (kg/m ²) |
| 6 | $\leq 5,0$ mm/m | $\leq 1,5$ mm/m | $\leq 1,5$ mm/m | 8,1 |
| 8 | | | | 10,8 |
| 10 | $\leq 3,0$ mm/m | $\leq 1,5$ mm/m | $\leq 1,5$ mm/m | 13,5 |
| 12 | | | | 16,2 |
| 14 | | | | 18,9 |

Propiedades conformes a la norma UNE-EN 438-6:2005⁽³⁾.

3.2 Características físicas y mecánicas

Las propiedades físicas de los paneles se definen en la siguiente tabla:

| PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS | | | | |
|---------------------------------|---------------|--------------|-------------------|----------------------------------|
| Propiedad | Atributo | Valor | Unidad | Ensayo |
| Densidad | Densidad | $\geq 1,35$ | g/cm ³ | UNE EN ISO 1183-1 ⁽⁵⁾ |
| Módulo de elasticidad | Tensión | ≥ 9.000 | MPa | UNE-EN ISO 178 ⁽⁶⁾ |
| Resistencia a flexión | Tensión | ≥ 80 | MPa | UNE-EN ISO 178 ⁽⁶⁾ |
| Resistencia a tracción | Tensión | ≥ 60 | MPa | UNE-EN ISO 527-2 ⁽⁷⁾ |
| Resistencia a la humedad | Δ masa | ≤ 8 | % | UNE EN 438-2 ⁽⁸⁾ (15) |
| | Aspecto | ≥ 4 | 1 a 5 | |

⁽⁵⁾ UNE-EN ISO 1183-1:2004 "Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración".

⁽⁶⁾ UNE-EN ISO 178:2003 "Plásticos. Determinación de las propiedades de flexión".

⁽⁷⁾ UNE-EN ISO 527-2:1997 "Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo de plásticos para moldeo y extrusión".

⁽⁸⁾ UNE-EN 438-2:2005 "Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 2: Determinación de propiedades".

| PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS (sigue) | | | | | |
|---|----------------------------|---------------|------------------|----------------------------------|-------|
| Propiedad | Atributo | Valor | Unidad | Ensayo | |
| Estabilidad dimensional a temp. elevada | Variación dimeN. acumulada | $L \leq 0,30$ | % | UNE EN 438-2 ⁽⁸⁾ (17) | |
| | | $T \leq 0,60$ | | | |
| Resistencia al impacto | Altura de caída | ≥ 1800 | mm $e \geq 6$ | UNE EN 438-2 ⁽⁸⁾ (21) | |
| | | 6 mm | | | 2.000 |
| | | 8 mm | | | 3.000 |
| Resistencia a las fijaciones | | 10 mm | N | UNE EN 438-7 ⁽⁴⁾ | |
| | | 12 mm | | | 4.000 |
| | | 14 mm | | | |
| | | | | | |
| Contenido de PCP (pentaclorofenol) | | No contiene | - | UNE EN 438-7 ⁽⁴⁾ | |
| Emisión de formaldehído | | Clase E1 | - | UNE EN 438-7 ⁽⁴⁾ | |

Propiedades conformes a las normas UNE-EN 438-6:2005⁽³⁾ y UNE-EN 438-7:2005⁽⁴⁾.

Las propiedades relativas a la durabilidad de los paneles están definidas en la siguiente tabla:

| PROPIEDADES DE DURABILIDAD | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Propiedad | Atributo | Valor | Unidad | Ensayo |
| Resistencia al choque climático | Aspecto | ≥ 4 | 1 a 5 | |
| | Índice de resistencia a flexión (Ds) | $\geq 0,95$ | | UNE EN 438-2 ⁽⁸⁾ (19) |
| | | Índice del Módulo de flexión (Dm) | $\geq 0,95$ | |
| | Resistencia a la luz UV | Contraste | ≥ 3 | escala grises |
| Aspecto | | ≥ 4 | 1 a 5 | |
| Resistencia a la intemperie artificial | Contraste | ≥ 3 | escala grises | UNE EN 438-2 ⁽⁸⁾ (28) |
| | Aspecto | ≥ 4 | 1 a 5 | |
| Reacción al fuego | - | B-s2, d0 | - | UNE-EN 13501-1 ⁽⁹⁾ |

Propiedades conformes a las normas UNE-EN 438-6:2005⁽³⁾ y UNE-EN 438-7:2005⁽⁴⁾.

3.3 Acabado

Los diferentes tonos y texturas de acabado superficial de los paneles quedan definidos en la

siguiente tabla.

| COLORES DE PANELES | | | |
|--------------------|--------|-------------------------------|--------------------|
| Gama | Madera | Designación | Color |
| Madera natural | Ayous | PRODEMA prodEX CLARO | Ayous Natural |
| | Okume | PRODEMA prodEX RUSTIC | Okume natural |
| Madera rojo claro | Ayous | PRODEMA prodEX MARRÓN CLARO | Ayous Brown Claro |
| Madera rojo oscuro | Ayous | PRODEMA prodEX MARRÓN OSCURO | Ayous Brown Oscuro |
| | Okume | PRODEMA prodEX MARRÓN TOSTADO | Boak Brown |

Todos los paneles tienen acabado liso.

El acabado de los paneles laminados compactos (HPL) PRODEX IGN está constituido por maderas naturales, por lo que los colores y el veteado de las diferentes partidas pueden sufrir las variaciones naturales de las maderas.

3.4 Identificación

Sobre el panel laminado se coloca una etiqueta de identificación en la que se indica, como mínimo:

- Marca comercial del fabricante.
- Marcado CE.
- Logotipo y número de DIT plus.
- Código de identificación del lote de fabricación (trazabilidad, fecha de fabricación, etc.).
- Color y espesor.

El sentido del panel, longitudinal o transversal, se identifica por la dirección de la veta y por las dimensiones del mismo antes del mecanizado (mayor dimensión en el sentido longitudinal). En caso de duda se deberá consultar al fabricante.

4. SUBESTRUCTURA Y SISTEMA DE FIJACIÓN

4.1 Materiales

4.1.1 Madera

Rastreles de sección rectangular de madera maciza de conífera, con los siguientes requisitos:

- Clase resistente: $\geq C 18$ según UNE-EN 338⁽¹⁰⁾.
- Durabilidad: Clase 3* según UNE-EN 335-2⁽¹¹⁾.

⁽⁹⁾ UNE-EN 13501-1:2007 "Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego".

⁽¹⁰⁾ UNE-EN 338:2003 "Madera estructural. Clases resistentes".

⁽¹¹⁾ UNE-EN 335-2:2007 "Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Definición de las clases de uso. Parte 2: Aplicación a la madera maciza".

- Tratamiento: autoclave en nivel 5.
- Humedad de recepción en obra: $\leq 18 \%$ (en peso).

* Se podrán emplear rastreles de madera con tratamiento para clase de riesgo 2, siempre que queden protegidos en la junta entre paneles por una banda elastomérica EPDM superior en 10/20 mm a la anchura de los rastreles.

En este caso, se deberá verificar que los rastreles no pueden humedecerse a través de otros puntos como puede ser el arranque de los mismos.

4.1.2 Aluminio

Perfiles verticales de aluminio extruido de aleación aluminio-magnesio-silicio EN AW-AMgSi (6063) con tratamiento T5. Sus características básicas se detallan a continuación:

| Datos del aluminio | |
|---|---|
| Designación simbólica | EN AW-Al MgSi _{0,5} |
| Numérica | AW 6063 |
| Tratamiento | T5 |
| PROPIEDADES FÍSICAS | |
| Peso específico | 2,70 g/cm ³ |
| Coefficiente de dilatación térmica lineal | 23,5·10 ⁻⁶ K ⁻¹ (20/100 °C) |
| Módulo de elasticidad | 70.000 MPa |
| Coefficiente de Poisson | 0,33 |
| Datos del aluminio (sigue) | |
| PROPIEDADES MECÁNICAS | |
| Resistencia a tracción (R _m) | ≥ 175 N/mm ² |
| Límite elástico (R _{p0,2}) | ≥ 130 N/mm ² |
| Alargamiento (A) | $\geq 8 \%$ |
| Alargamiento (A _{50mm}) | $\geq 6 \%$ |
| Dureza Brinell | 60 HB |
| Según UNE-EN 755-2 ⁽¹²⁾ y UNE-EN 12020-1 ⁽¹³⁾ | |

Ángulos de aluminio, de aleación aluminio-magnesio-silicio EN AW-AMgSi (6060) con tratamiento T5. Sus características básicas se detallan a continuación:

| Datos del aluminio | |
|---|---|
| Designación simbólica | EN AW-Al MgSi |
| Numérica | AW 6060 |
| Tratamiento | T5 |
| PROPIEDADES FÍSICAS | |
| Peso específico | 2,70 g/cm ³ |
| Coefficiente de dilatación térmica lineal | 23,5·10 ⁻⁶ K ⁻¹ (20/100 °C) |
| Módulo de elasticidad | 70.000 MPa |
| Coefficiente de Poisson | 0,33 |

⁽¹²⁾ UNE-EN 755-2:1998 Aluminio y aleaciones de aluminio. Redondos, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.

⁽¹³⁾ UNE-EN 12020-1:2001 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.

| Datos del aluminio (sigue) | |
|---|------------------------------|
| PROPIEDADES MECÁNICAS | |
| Resistencia a tracción (R _m) | ≥ 160 N/mm ² |
| Límite elástico (R _{p0,2}) | ≥ 120 N/mm ² |
| Alargamiento (A) | $\geq 8 \%$ |
| Alargamiento (A _{50mm}) | $\geq 6 \%$ |
| Dureza Brinell | 60 HB |
| Según UNE-EN 755-2 ⁽¹²⁾ y UNE-EN 12020-1 ⁽¹³⁾ | |

Las piezas de aluminio llevarán una protección superficial adicional que podrá consistir, o bien en una oxidación anódica de clase 15 o 20 según norma NF A 91-450⁽¹⁴⁾, o bien en un prelacado según norma NF P 34-610⁽¹⁵⁾ de espesor entre 10/10 y 15/10.

4.1.3 Acero galvanizado

Chapa de acero galvanizada para conformado en frío de los perfiles. Sus características básicas se detallan a continuación:

| Datos del acero galvanizado | |
|---|---|
| Tipo de acero | DX51D+Z275 |
| UNE-EN 10142 | 1.0226 |
| Recubrimiento | Z 275 |
| PROPIEDADES FÍSICAS | |
| Peso específico | 8 g/cm ³ |
| Coefficiente de dilatación térmica lineal | 34,3·10 ⁻⁶ K ⁻¹ (20/100 °C) |
| Módulo de elasticidad | 347.000 MPa |
| Coefficiente de Poisson | 0,3 |
| PROPIEDADES MECÁNICAS | |
| Resistencia a tracción (R _m) | 270 - 500 N/mm ² |
| Límite elástico (R _e) | ≥ 140 N/mm ² |
| Alargamiento rotura (A ₈₀) | $\geq 22 \%$ |
| RECUBRIMIENTO | |
| Designación | Z275 |
| Peso | 275 g/m ² |
| Norma | UNE-EN 10327 ⁽¹⁶⁾ |

Las piezas de acero galvanizado irán prelacadas según norma NF P 34-301⁽¹⁷⁾ (atmósfera rural no polucionada) o NF P 24-351⁽¹⁸⁾ (resto de situaciones).

⁽¹⁴⁾ NF A 91-450: "Anodisation (oxydation anodique) de l'aluminium et de ses alliages. Couches anodiques sur aluminium".

⁽¹⁵⁾ NF P 34-601: "Bandes et tôles d'aluminium prélaquées en continu - Spécifications".

⁽¹⁶⁾ UNE-EN 10327:2007: "Chapas y bandas de acero bajo en carbono recubiertas en continuo por inmersión en caliente para conformado en frío. Condiciones técnicas de suministro".

⁽¹⁷⁾ NF P 34-301 "Toiles et bandes en aciers de construction galvanisées, prélaquées ou revêtues d'un film organique. Calandre".

⁽¹⁸⁾ NF P 24-351 "Protection contre la corrosion et préservation des états de surface des fenêtres et portes-fenêtres. Métalliques"

4.2 Componentes de la subestructura

4.2.1 Ángulos

Cuando la subestructura de montantes verticales sea de aluminio o madera, se emplearán ángulos de aluminio extruido (6060 T5) para la fijación de los perfiles verticales al soporte. Las propiedades del aluminio quedan descritas en el punto 4.1.2.

Cuando la subestructura sea de perfiles de chapa de acero galvanizada, se emplearán ángulos de acero galvanizado, con las propiedades descritas en el punto 4.1.3.

Las características geométricas y mecánicas, de una selección de ángulos, se detallan a continuación.

Ángulos:

| ÁNGULO | Material | Dimensiones (mm) | Espesor (mm) | Sección (mm ²) | x _c (mm) | I _{xc} (cm ⁴) | y _c (mm) | I _{yc} (cm ⁴) | |
|------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----|
| ISOLALU R80 de ETANCO | Aluminio Al 6060 T5 | 40 x 80 x L, L = 40 - 160 | 3,0 | 40 x B x 40 | 231 | 11 | 3,5 | 11 | 3,5 |
| | | 40 x 150 x L, L = 40 - 160 | | 40 x B x 160 | 591 | 5 | 157,9 | 65 | 4,9 |
| ISOLCO 3000P de ETANCO | Acero galvanizado DX51D-Z275 | 50 x 60 x L, L = 40 - 160 | 2,5 | 50 x 60 x 40 | 261 | 15 | 3,8 | 10 | 6,6 |
| | | | | 50 x 60 x 100 | 621 | 7 | 169,5 | 62 | 9,4 |






Las dimensiones de una selección de ángulos de los más representativos quedan recogidas en la figura 8.

4.2.2 Perfiles verticales

La subestructura de montantes verticales puede estar constituida por rastreles de sección rectangular de madera maciza, perfiles extruidos en L o en T de aluminio o perfiles plegados en L de chapa de acero galvanizada.

En el apartado 4.1 se describen las propiedades de éstos materiales. Se detallan a continuación las características geométricas y mecánicas de los perfiles más representativos.

Perfiles verticales:

| PERFIL | Dimensiones (mm) | Espesor (mm) | Sección (mm ²) | Peso (kg/m) | x _c (mm) | I _{xc} (cm ⁴) | y _c (mm) | I _{yc} (cm ⁴) |
|---|------------------|--------------|----------------------------|-------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Rastrel de madera para fijación extrema  | ≥ 80 x 40 | - | 3.000 | 1,6 | 40 | 42,67 | 20 | 170,67 |
| Rastrel de madera para fijación intermedia  | ≥ 40 x 40 | - | 1.600 | 0,8 | 20 | 21,33 | 20 | 21,33 |
| Perfil en L de Aluminio Al 6063 T5  | L 40 x 60 | 2,5 | 244 | 0,659 | 8,91 | 9,27 | 41,20 | 3,40 |
| Perfil en T de Aluminio Al 6063 T5  | T 80 x 60 | 2,5 | 345 | 0,932 | 40,00 | 11,58 | 46,29 | 10,64 |
| Perfil en L de Acero galvanizado DX51D-Z275  | L 50 x 60 | 1,5 | 162,75 | 1,32 | 11,86 | 6,14 | 43,17 | 3,94 |

Las dimensiones de los perfiles más representativos quedan recogidas en la figura 9.

Estos perfiles sirven para unir los ángulos anclados al muro soporte y descritos en el punto 4.2.1 con los paneles laminados (HPL) PRODEX IGN además de garantizar la planitud del acabado del cerramiento. Estos perfiles se atornillarán a los ángulos siguiendo el replanteo de los mismos por medio de los tornillos descritos en el punto 4.2.3.

Los montantes se cuelgan de un punto fijo en el extremo superior del perfil, siendo deslizantes las demás fijaciones de dicho perfil (ver figura 2).

4.2.3 Tornillería de fijación de los montantes a los ángulos

a) Subestructura de madera

Para la fijación de los perfiles de madera a los ángulos de aluminio se utilizarán tornillos VBU de ETANCO o similar, de \varnothing 5 y L = 40 mm, de cabeza Pozidriv n° 2 en acero del tipo ZBJ, anodizado o inoxidable.

b) Subestructura de aluminio y subestructura de acero galvanizado

Para la fijación de los perfiles de aluminio o acero galvanizado a los respectivos ángulos se emplean dos tornillos autorroscantes de cabeza hexagonal de acero inoxidable de tipo SW-T \varnothing 4,8 de L = 35 mm de SFS intec, Percinox \varnothing 5,5 de L = 25 mm de ETANCO o similar.

4.3 Sistemas de fijación

4.3.1 Tornillos de fijación de los paneles sobre subestructura de madera (ver figura 10.1)

Se emplean tornillos de acero inoxidable A2 o A4 con cabeza lisa plana termolacada con impresión Torx, conformes con las especificaciones técnicas detalladas a continuación:

- Designación: TW-S \varnothing 4,8xL de SFS intec.
- Diámetro: $\varnothing_{\text{cuerpo}} = 4,8$ mm.
- Diámetro de la cabeza: $\varnothing_{\text{cabeza}} = 12$ mm.
- Longitud L = 38 mm.

- Resistencia media a tracción 7.100 N.
- Resistencia media a cortante 5.400 N.
- Carga media de rotura por arrancamiento (sobre 26 mm de madera) 3.000 N.
- Carga media de rotura por cortante (sobre madera) 1.100 N.

Estos valores han sido obtenidos por el fabricante de los tornillos mediante ensayo en laboratorio.

Se atornilla con una boca T20W de adaptación sobre atornilladora eléctrica.

Podrán emplearse otros tornillos, de acero inoxidable y de características similares a los aquí descritos. En ningún caso podrán utilizarse tornillos de cabeza avellanada.

4.3.2 Remaches de fijación de los paneles sobre subestructura de aluminio (Paneles de hasta 12 mm de espesor) (ver figura 10.2)

Se emplean remaches de aluminio AlMg5 con

vástago de acero inoxidable A3 conformes con las especificaciones técnicas detalladas a continuación:

- Designación: AP16 \varnothing 5,0xL de SFS intec.
- Diámetro: $(\varnothing_{\text{cuerpo}}) = 5$ mm.
- Diámetro de la cabeza: $(\varnothing_{\text{cabeza}}) = 16$ mm.
- Longitud anclaje $e_{\text{panel}} + e_{\text{perfil}} + \varnothing_{\text{cuerpo}}$.

- Resistencia media a tracción 3.700 N.
- Resistencia media a cortante 2.400 N.
- Carga media de rotura por arrancamiento (sobre 1,8 mm de aluminio) 2.410 N.
- Carga media de rotura por cortante (sobre aluminio) 2.800 N.

Estos valores han sido obtenidos por el fabricante de los remaches mediante ensayo en laboratorio.

Podrán emplearse otros remaches de características similares a los aquí descritos.

4.3.3 Tornillos de fijación de los paneles sobre subestructura metálica (aluminio o acero galvanizado) (ver figura 10.3)

Se emplean tornillos de acero inoxidable A2 o A4 con cabeza lisa plana termolacada, conformes con las especificaciones técnicas detalladas a continuación:

- Designación: SX3-L12 \varnothing 5,5xL de SFS intec.
- Diámetro: $\varnothing_{\text{cuerpo}} = 5,5$ mm.
- Diámetro de la cabeza: $\varnothing_{\text{cabeza}} = 12$ mm.
- Longitud L = 28 mm para $e_{\text{panel}} \leq 10$ mm.
L = 38 mm para $e_{\text{panel}} > 10$ mm.

- Resistencia media a tracción 14.000 N.
- Resistencia media a cortante 9.500 N.
- Carga media de rotura por arrancamiento (sobre 1,5 mm de acero St37) 2.700 N.

Estos valores han sido obtenidos por el fabricante de los tornillos mediante ensayo en laboratorio.

Se atornilla con una boca irius® de adaptación sobre atornilladora eléctrica.

Podrán emplearse otros tornillos, de acero inoxidable y de características similares a los aquí descritos. En ningún caso podrán utilizarse tornillos de cabeza avellanada.

4.4 Accesorio para la ejecución de juntas

- Banda elastomérica EPDM de 60 ó 100 mm de anchura (10 a 20 mm de anchura superior a la de los rastreles de madera) de ETANCO.

- Designación: Bande de Protection EPDM.
- Anchura 100 mm para rastrel ≤ 80 mm.
60 mm para rastrel ≤ 40 mm.

4.5 Anclajes de la unión al muro soporte

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

Estos datos serán facilitados por el responsable del Sistema, en función de las recomendaciones del fabricante del anclaje al muro soporte para cada material base de apoyo.

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

El sistema de ángulo y anclaje se complementa con Calas "Thermostop" de ETANCO, o similar, para evitar el puente térmico y/o arandelas de acero inoxidable y clips "Thermostop" de ETANCO, o similar, para evitar par galvánico acero galvanizado - aluminio para el anclaje de los ángulos de aluminio.

5. FABRICACIÓN DE PANELES

Los paneles laminados compactos PRODEX IGN son fabricados por la empresa PRODEMA S.A. en su fábrica de Legorreta Guipúzcoa (España).

La fabricación de los paneles PRODEX IGN se efectúa según las siguientes fases:

1. Recepción de materias primas: chapa de madera, papel kraft impregnado, resina, films plásticos.
2. Impregnación de la madera con su resina.
3. Ensamblado de los paneles por apilamiento de hojas de madera, papeles impregnados y films.
4. Prensado y calibrado.
5. Mecanizado.
6. Embalaje y paletizado.

Existe un documento interno del fabricante que describe los procesos y condiciones de fabricación que ha sido facilitado al IETcc para su seguimiento en fábrica.

6. CONTROL CALIDAD

6.1 Control de fabricación

El fabricante PRODEMA, S.A. tiene implantado un Plan de Calidad en cumplimiento de lo establecido en el Sistema de Gestión de la

Calidad de la empresa aprobado por AENOR con Certificado de Registro de Empresa ER-0119/1999 para "El diseño y la producción de tableros técnicos acabados en madera natural para el sector de la construcción" de acuerdo con la norma UNE EN ISO 9001⁽¹⁹⁾.

La frecuencia de los controles internos sobre la materia prima, procedimientos de fabricación y producto acabado, están establecidos en los procedimientos internos de autocontrol supervisados por el IETcc.

PRODEMA, S.A. también tiene implantado un Sistema de Gestión Ambiental aprobado por AENOR con certificado GA-2002/0070 para "El diseño y la producción de tableros técnicos acabados en madera natural para el sector de la construcción" conforme a la norma UNE-EN ISO 14001⁽²⁰⁾.

6.1.1 Materias Primas

Los suministradores de cada materia prima aportan un certificado con las características mecánicas y químicas que definen su producto conforme a las especificaciones y la ficha técnica exigidas por PRODEMA S.A.

Complementariamente, PRODEMA S.A. realiza los siguientes controles:

| PRODUCTO | CARACTERÍSTICA |
|--|-----------------------------|
| Chapa de madera | Aspecto |
| Resina de impregnación de la lámina de madera | Viscosidad Extracto seco |
| Papel kraft | Gramaje Tasa de resina |
| Film fenólico | Gramaje Tasa de resina |

6.1.2 Proceso de fabricación

Durante las fases del proceso de fabricación se realizan los siguientes controles:

| PROCESO | CONTROL |
|---|--|
| Preparación de la lámina de madera superficial | Tasa de humedad de la madera Espesor Dimensiones Contenido de la resina de impregnación |

⁽¹⁹⁾ UNE-EN ISO 9001:2008 "Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos".

⁽²⁰⁾ UNE-EN ISO 14001:2004 "Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso".

| PROCESO | CONTROL (sigue) |
|-----------------|-------------------------------|
| Prensado | Temperatura, presión y tiempo |
| | Espesor |
| Corte | Dimensiones y tolerancias |
| | Rectitud |
| | Cuadratura |
| | Planitud |
| | Aspecto |

6.1.3 *Producto acabado*

Siguiendo las pautas de autocontrol, de los paneles se realiza un control de:

| FRECUENCIA | CONTROL |
|----------------------------|---|
| Por panel | Aspecto visual |
| Por cada 50 paneles | Control dimensional |
| Mensual | Espesor |
| | Peso específico |
| | Inmersión en agua hirviendo |
| | Resistencia a la humedad |
| | Estabilidad dimensional a temperatura elevada |
| | Resistencia al choque térmico |
| | Resistencia al agrietamiento |
| | Resistencia a flexión |
| | Módulo elástico |
| | Resistencia a impacto |
| Reacción al fuego | |
| Anual | Densidad |
| | Resistencia a las fijaciones |
| Cada 5 años | Euroclase de reacción al fuego |

6.2 **Control de calidad sobre las fijaciones y la subestructura**

Estos elementos no son fabricados por PRODEMA, S.A., 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 PRODEMA, S.A. realiza a la perfilería y a los elementos de fijación son:

- Aspecto general y acabado.

- Dimensiones.
- Comprobación del certificado con respecto a la especificación técnica.

6.3 **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.

7. ALMACENAMIENTO, EMBALAJE, TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN

7.1 **Almacenamiento en fábrica o taller**

Durante el almacenamiento debe evitarse que los paneles se deformen, debiéndose proteger frente a la humedad, el calor, la suciedad y el deterioro. Los paneles deben guardarse en espacio cerrado y ventilado, a temperatura ambiente y humedad normales.

En caso de almacenamiento en horizontal, los paneles deben ser apoyados de forma plana en toda su superficie. La base sobre la que apoyen los paneles debe estar libre de materiales que les puedan ocasionar desperfectos.

Los paneles deben apilarse preferentemente sobre un palé, colocando entre el palé y el primer panel una capa protectora. También deberá situarse otra capa protectora sobre el último panel.

Cuando no sea posible el almacenamiento en horizontal, se recomienda guardar los paneles en estantes inclinados de forma que abarquen la superficie total y cubiertos por un tablero de otro tipo con el fin de evitar deslizamientos. El ángulo máximo recomendado de los estantes es de aproximadamente 80° con la horizontal.

7.2 **Embalaje y transporte**

Para transportar los paneles laminados (HPL) PRODEX IGN se utilizan palés planos, si es necesario reforzados para soportar el peso de los

mismos, de tamaño igual o superior al del laminado.

Se dispondrá una capa protectora entre el palé y el primer laminado y se cubrirá el último panel con un film de PVC.

7.3 Acopio en obra

Los paneles se deben colocar apilados en horizontal sobre un soporte plano. Deben ser protegidos de la contaminación y de los deterioros mecánicos.

Si se cubriera la pila de paneles (por ejemplo con un toldo), es necesario evitar que se formen condensaciones.

7.4 Manipulación

Se debe evitar que se deslice un tablero sobre otro o un palé sobre otro. Para ello no se deben transportar mediante carretilla elevadora dos palés cargados a la vez y siempre se deberán flejar los laminados. A la hora de manipular un palé de laminados se deberá mover uno a uno.

El mecanizado de los paneles debe efectuarse con herramientas de tratamiento de madera provistas de filo de Widia.

El mecanizado se realizará preferiblemente con máquinas con herramientas rotativas en posición fija y mesas móviles (con superficie de tipo T118B preferiblemente). Durante el mecanizado, la cara vista del panel debe orientarse hacia arriba.

En caso de utilizar una sierra de calar cuyo sentido de aserrado es ascendente, la cara vista debe orientarse hacia la mesa de trabajo.

Se seguirán las recomendaciones del fabricante en lo relativo a la maquinaria de corte y taladrado a emplear.

8. PUESTA EN OBRA

8.1 Especificaciones Generales

La puesta en obra del sistema debe ser realizada por empresas cualificadas y especializadas en el montaje de fachadas ventiladas, reconocidas por PRODEMA, S.A., bajo su control y asistencia técnica.

En cualquier caso, PRODEMA, S.A. facilita todos los datos necesarios para realizar el proyecto y ejecución de la fachada ventilada; pudiendo proporcionar, si así se solicita, asistencia técnica

durante las fases de proyecto y ejecución, incluyendo la resolución de los puntos singulares.

Las recomendaciones de puesta en obra y cálculo aportadas por el fabricante y recogidas en este documento se refieren a fachadas de hasta 18 m de altura máxima, y dentro de las limitaciones recogidas en el CTE-DB-SE-AE relativo a Acciones en edificación – Viento.

El montaje de los paneles sobre la subestructura se realizará mediante los elementos de fijación anteriormente descritos.

8.1.1 Subestructura

Se deberá verificar en obra que la subestructura empleada sea la contemplada en el proyecto técnico de la fachada ventilada y en la memoria de cálculo, comprobando que los ángulos, tornillos y elementos de fijación de los paneles son los adecuados a cada tipo de perfil.

Como se indica en el punto 1 del Informe Técnico, en ambientes con categoría de corrosividad C4 o C5⁽¹⁾ según ISO 9223⁽²⁾ se deberá utilizar subestructura de madera o aluminio.

8.1.2 Sistema de fijación

Según se indica en la tabla 1, la fijación de los paneles a la subestructura se puede realizar por medio de tornillos o remaches, debiendo elegirse el sistema de fijación adecuado en función de la subestructura elegida.

TABLA 1 - RELACIÓN SUBESTRUCTURA-FIJACIONES

| Subestruct | Ángulos | Tornillería de subestr. | Sistema de fijación |
|-------------------|------------------|-------------------------|---|
| Madera | Aluminio | Tornillos tirafondo | tornillos tipo TW-SØ4,8xL de SFS intec |
| Aluminio | Aluminio | Tornillos autorrosc. | remaches tipo AP16Ø5,0xL de SFS intec o tornillos tipo SX3-L12Ø5,5xL de SFS intec |
| Acero galvanizado | Acero galvaniza. | Tornillos autorrosc. | tornillos tipo SX3-L12Ø5,5xL de SFS intec |

* Los paneles de e = 14 mm no podrán fijarse mediante remaches.

El sistema de fijación de los paneles a la subestructura de montantes debe prever las variaciones dimensionales de los paneles por

efecto de las variaciones higrotérmicas y debe definirse de acuerdo a:

- Cargas de viento.
- Formato de los paneles.

Los paneles pueden sufrir variaciones dimensionales, siendo las máximas de 3 mm por metro lineal. Tanto el perforado de los paneles, como el tratamiento de las juntas se deben tener en cuenta estas variaciones dimensionales, así como los movimientos de la subestructura.

Se distinguen dos tipos de puntos de fijación (ver figura 6):

- Punto fijo: situado en la parte central de los tableros. Su función es asegurar la posición del panel y transmitir las cargas verticales a la subestructura, repartiendo las variaciones dimensionales del panel.

La colocación del resto de fijaciones se realiza a partir de dicho punto fijo, con objeto de evitar introducir tensiones durante la puesta en obra.

El diámetro de la perforación para los puntos fijos coincide con el diámetro de la fijación, teniendo en cuenta las tolerancias.

En los paneles en los que sólo haya dos líneas horizontales de fijaciones, el punto fijo se situará en la parte superior del panel.

- Puntos móviles: el resto de fijaciones del panel deberán permitir los movimientos del panel en su plano.

El diámetro de la perforación debe ser como mínimo superior en 3 mm al de la parte lisa de la cabeza del tornillo o remache.

La distancia de las perforaciones al borde del panel debe estar comprendida entre 20 y 40 mm.

El panel ya colocado no debe estar coaccionado en su plano.

La distancia máxima entre fijaciones según la dirección horizontal (que coincide con la distancia entre montantes) queda reflejada en la tabla 2 en función del espesor del panel.

El número de fijaciones en la dirección vertical vendrá definido por cálculo de acuerdo a lo descrito en el apartado 10. Siendo como mínimo de 2 fijaciones para los paneles de altura menor de 400 mm y de 3 fijaciones para los paneles mayores.

TABLA 2 - Distancia entre fijaciones según la dirección horizontal

| Espesor del panel (mm) | Distancia entre fijaciones (mm) |
|------------------------|---------------------------------|
| 6 | ≤ 400 |
| 8 | ≤ 600 |
| 10 | ≤ 600 |
| 12 | ≤ 800 |
| 14 | ≤ 800 |

8.1.3 Anclajes

Las fijaciones de la subestructura al muro soporte deberán calcularse para resistir las tensiones transmitidas, para lo cual habrá que estudiar el estado y tipo de soporte, que permitirá la elección del anclaje adecuado, como se indica en el apartado 4.5.

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 en función del tipo y estado del soporte y de los esfuerzos transmitidos al mismo.

En obra se deberá comprobar el tipo y estado del soporte, y si los anclajes previstos en el proyecto técnico son adecuados al mismo. 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.

8.1.4 Juntas

Las juntas entre paneles serán de 6 a 8 mm, no debiendo sellarse. En el caso de ángulos salientes, la junta vertical será de 6 a 8 mm (ver figura 12).

Cuando los rastreles de madera no estén tratados para la clase 3 de riesgo biológico, la cara vista de los rastreles deberá estar protegida por una banda elastomérica de EPDM sobresaliendo del rastrel de 10 a 20 mm (ver figura 5.1).

Además, se deberá verificar que no existe la posibilidad de que los rastreles se humedezcan a través de otros puntos, como puede ser por acumulación de agua en los arranques.

8.1.5 Ventilación

Deberá 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 de los paneles 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.

8.2 Montaje

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

1. Replanteo.
2. Colocación de ángulos.
3. Colocación de montantes verticales.
4. Colocación del aislamiento térmico (si procede).
5. Colocación de las bandas de EPDM sobre los montantes verticales (si procede).
6. Fijación de paneles y establecimiento de juntas.
7. Tratamiento de juntas y puntos singulares.

8.2.1 Replanteo

Se replanteará la fachada comprobando la planimetría del soporte a revestir, verificando el plano para una buena elección del anclaje. Los ejes de los montantes verticales se colocarán conforme a las distancias establecidas en el proyecto y justificado por cálculo.

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

8.2.2 Colocación de ángulos

En primer lugar se fijarán sobre el muro soporte correspondiente los ángulos de fijación de los montantes, mediante los anclajes adecuados.

Se realizará una colocación y distribución de los ángulos alineados en sentido vertical y contrapeadas, distribuidas entre cantos de forjado separados una distancia máxima de 100 cm. La distancia en vertical dependerá del tipo y estado del soporte y a su vez de las cargas que tenga que transmitir al mismo.

8.2.3 Colocación de montantes verticales

Los montantes verticales se colocarán con una distancia entre ellos que dependerá de la distancia entre fijaciones según la dirección horizontal, tal y como queda recogido en la tabla 2 del punto 8.1.1 y teniendo en cuenta la distancia de la fijación al borde de panel (de entre 20 y 40 mm) y el tamaño de la junta.

La planitud de los entramados de montantes debe quedar garantizada a través del adecuado sistema de anclaje, con objeto de asegurar que el sistema de revestimiento tenga buena planimetría.

Los montantes, perfectamente alineados, quedarán fijados con agujeros fijos y colisos a los ángulos, de forma que garanticen el adecuado movimiento de la subestructura y buena planimetría.

8.2.4 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.

8.2.5 Colocación de paneles y establecimiento de juntas

El taladrado del panel laminado para su fijación a la subestructura secundaria, se hará de tal forma que haya un punto fijo de sujeción y el resto de puntos de fijación sean móviles, de tal forma que permitan la dilatación y contracción de los paneles según se describe en el punto 8.1.1 (ver figura 7).

El diámetro del taladro para los puntos fijos debe ser igual al diámetro del tornillo o remache, y el diámetro de la perforación para los puntos móviles debe ser superior en 3 mm al diámetro del tornillo o remache. En cualquier caso deberán ser concéntricas las perforaciones del perfil y del panel.

| Fijación | Taladro para punto fijo | Taladro para punto móvil |
|---|-------------------------|--------------------------|
| tornillos tipo TW-SØ4,8xL de SFS intec | 4,9 mm | 8,0 mm |
| tornillos tipo SX3-L12Ø5,5xL de SFS intec | 5,6 mm | 8,5 mm |
| remache tipo AP16Ø5,0xL de SFS intec | 5,1 mm | 8,5 mm |

Para la correcta colocación de los remaches, es necesario taladrar previamente en el perfil secundario, los agujeros para la introducción del remache.

Para la realización de dichos taladros se deberán tener en cuenta que la distancia entre el centro del taladro y el borde del panel debe estar comprendido entre 20 y 40 mm.

Para la subestructura de madera, los tornillos deben penetrar al menos 25 mm en la madera.

Durante el montaje de los paneles laminados se deberán usar ventosas para su manipulación y tacos de goma para fijar las distancias de separación entre paneles.

Excepto justificación especial, el voladizo al final del panel para la formación de las esquinas estará limitado a 40 mm y podrá ser reforzado mediante un perfil vertical en L (ver figura 13.2).

Las juntas de dilatación del edificio siempre deben coincidir con una junta vertical del sistema de fachada mediante un doble perfil. Asimismo, no se deberá fijar un mismo panel a dos montantes distintos según la dirección vertical.

9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

PRODEMA, S.A. fabrica paneles laminados compactos (HPL) desde el año 1994. La ejecución de fachadas ventiladas la viene realizando desde el año 1995, y la del sistema prodEX, desde el año 2001.

El fabricante aporta como referencias realizadas con el sistema prodEX las siguientes obras:

2008:

- Supermercado MERCADONA en C/ Santiago Madrigal en Salamanca - 258 m².

2007:

- Edificio de viviendas Santa Bárbara en Sevilla - 1.800 m².
- Edificio de la Junta municipal de Villaverde, Madrid - 1.500 m².
- Vivienda unifamiliar en c/ Pilar Bardem en Rivas Vaciamadrid (Madrid) - 260 m².

2006:

- 3 Chalets en c/ Academos, Madrid. 660 m².
- Centro de Salud en c/ Sebastián Elcano, Madrid - 1.900 m².
- Biblioteca Plaza Lesseps en Barcelona - 800 m².

2005:

- Fabrica OBEKI en Leaburu-Tolosa (Guipúzcoa). 1.000 m².

- Hogar del Jubilado de Berango (Vizcaya) - 130 m².
- Edificio de viviendas Las Arcadias en Barcelona - 3.000 m².

2004:

- Edificio de Oficinas en c/ Francisco Aritio, Guadalajara - 3.000 m².

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

10. CRITERIOS DE CÁLCULO

Los cálculos deben realizarse según el CTE, Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación (DB - S - AE), considerando que:

- Los paneles, deben soportar la carga del viento (presión/succión) y transmitirla a través de la subestructura y los anclajes al muro soporte, que deberá resistir dicho esfuerzo. Los paneles, fijaciones, subestructura y anclajes, deben resistir los esfuerzos producidos por el viento, junto con su propio peso.
- La flecha de los paneles debe ser igual o menor que L/100 de la distancia entre puntos de fijación.
- El cálculo de la subestructura debe realizarse conforme a lo recogido en el CTE-DB-SE, en función del material empleado. La flecha de los perfiles estará limitada a L/200 de la distancia entre ángulos.

Los cálculos deberán realizarse para la subestructura prevista en el proyecto (de madera, aluminio o acero galvanizado), debiendo verificarse en obra que la subestructura proyectada y calculada se corresponde con la definitivamente instalada en obra. En caso contrario deberá realizarse un nuevo proyecto técnico de fachada ventilada, incluido su correspondiente cálculo de estructura.

El fabricante aporta a continuación unas recomendaciones de diseño de la subestructura de fachada ventilada, para situaciones habituales (edificios de hasta 18 m de altura sobre rasante, situados en zona urbana y dentro de las limitaciones del CTE-DB-SE-AE), que deberán ser verificados por el autor del proyecto técnico de la fachada ventilada.

Se podrán emplear valores distintos de los aquí descritos, siempre que quede justificado por cálculo.

10.1 Recomendaciones de diseño de fachada

El cálculo de la fijación de los paneles se realiza en función de:

- El valor de la resistencia admisible bajo las acciones de viento contempladas en el CTE-DB-SE-AE ("viento normal") al arrancamiento de la fijación es de 600 N.
- Las resistencias unitarias (en N) admisibles bajo "viento normal" de la cabeza de fijación en el panel son dadas en la tabla 3, en función de la localización (mitad, borde y ángulo) y de los inter-ejes de fijación de los paneles.
- La flecha (f) tomada bajo condiciones de viento normal para los paneles está limitada a 1/100 de la distancia entre puntos de fijación y se calcula según la fórmula:

$$f = k \cdot \frac{P \cdot L^4}{E \cdot M} \text{ en mm.}$$

- P = Presión o depresión bajo viento normal (Pa).
 E = Módulo de elasticidad en Pa ($8 \cdot 10^9$).
 L = La mayor distancia horizontal entre fijaciones sucesivas (mm).
 M = $e^3/12$ (mm^3).
 e = Espesor de los paneles (mm).

Siendo K un coeficiente que depende del número de fijaciones que fijan el panel según la dirección horizontal (N):

- K = 0,013 para N = 2 apoyos;
 K = 0,0054 para N \geq 3 apoyos.

TABLA 3

Resistencias unitarias bajo viento normal (en N) según la localización de las fijaciones

| Espesor | Distancia entre ejes | Posición de fijación | | |
|-------------|----------------------|----------------------|-------|---------|
| | | Centro | Borde | Esquina |
| 6 y 8 | ≤ 400 | 500 | 260 | 110 |
| | ≤ 600 | 400 | 235 | 110 |
| 10, 12 y 14 | ≤ 600 | 600 (815) | 410 | 245 |
| | ≤ 800 | 600 (760) | 380 | 230 |

Nota:

- 1) Los valores entre paréntesis son los valores de resistencia de los paneles. En cualquier caso, el valor máximo a tener en cuenta es el del elemento de fijación utilizado, es decir 600 N para las fijaciones recomendadas.
- 2) Valores relativos a los entre-ejes verticales de fijación y/o horizontales de rastreles inferiores pueden ser interpolados linealmente.

Las tablas 4 y 5 recogidas a continuación, establecen la succión admisible, bajo "viento normal", (en kN/m^2) calculadas en base a los valores anteriores teniendo en cuenta la resistencia admisible al arrancamiento de la fijación de 600 N, (situado a 20 mm del borde) y para un inter-eje de montantes soporte verticales 0,60 m (Tabla 4) y de 0,40 (Tabla 5).

TABLA 4: Succión admisible bajo "viento normal" (kN/m^2)
 INTER-EJE DE MONTANTES = 0,60 m**

| Disposición de fijaciones V x H | e (mm) | Separación (mm) de las fijaciones a lo largo de los montantes | | | | |
|------------------------------------|-------------|---|------|------|------|------|
| | | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 |
| 2 x 2 | 8 | 1,31 | 1,31 | * | * | * |
| | 10, 12 y 14 | 2,56 | 2,56 | * | * | * |
| n x 2 | 8 | 1,31 | 1,31 | 1,21 | 1,01 | 0,75 |
| | 10, 12 y 14 | 2,56 | 2,56 | 2,05 | 1,70 | 1,18 |
| 2 x n | 8 | 1,84 | 1,42 | * | * | * |
| | 10, 12 y 14 | $\leq 3,00$ | 2,48 | * | * | * |
| n x n | 8 | 1,42 | 1,07 | 0,85 | 0,71 | 0,53 |
| | 10, 12 y 14 | 2,14 | 1,60 | 1,28 | 1,07 | 0,80 |

* El número mínimo de fijaciones sobre la vertical, para paneles de más de 400 mm de altura, es de 3.
 ** La separación máxima entre montantes para paneles de 6 mm de espesor es de 0,40 m.

n \geq 3
 V = número de fijaciones sobre la vertical
 H = número de fijaciones sobre la horizontal

| TABLA 5: Succión admisible bajo "viento normal" (kN/m ²) INTER-EJE DE MONTANTES = 0,40 m | | | | | | |
|---|-------------|---|--------|------|------|------|
| Disposición de fijaciones V x H | e (mm) | Separación (mm) de las fijaciones a lo largo de los montantes | | | | |
| | | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 |
| 2 x 2 | 6 | 2,08 | 1,51 | * | * | * |
| | 8 | 2,94 | 2,27 | * | * | * |
| | 10, 12 y 14 | ≤ 3,00 | ≤ 3,00 | * | * | * |
| n x 2 | 6 | 2,08 | 2,08 | 1,81 | 1,08 | - |
| | 8 | ≤ 3,00 | 2,27 | 1,81 | 1,52 | 1,13 |
| | 10, 12 y 14 | ≤ 3,00 | ≤ 3,00 | 2,98 | 2,48 | 1,86 |
| 2 x n | 6 | ≤ 3,00 | 1,51 | * | * | - |
| | 8 | ≤ 3,00 | 2,27 | * | * | * |
| | 10, 12 y 14 | ≤ 3,00 | ≤ 3,00 | * | * | * |
| n x n | 6 | 2,50 | 1,91 | 1,23 | 1,03 | - |
| | 8 | 2,50 | 1,91 | 1,23 | 1,03 | 0,77 |
| | 10, 12 y 14 | ≤ 3,00 | 2,29 | 1,85 | 1,55 | 1,16 |

* El número mínimo de fijaciones sobre la vertical, para paneles de más de 400 mm de altura, es de 3.

n ≥ 3
V = número de fijaciones sobre la vertical
H = número de fijaciones sobre la horizontal

11. ENSAYOS

Los siguientes ensayos se han realizado en parte en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) (Informe nº 18.870) y otra parte de los ensayos han sido aportados por PRODEMA, S.A. y realizados en otros laboratorios.

Los ensayos han sido realizados de acuerdo con la norma UNE-EN 438-2⁽⁸⁾, 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 enero de 2006).

11.1 Ensayos de Identificación

11.1.1 Características dimensionales

Ensayos realizados conforme a la norma UNE-EN 438-2⁽⁸⁾ para la obtención del marcado CE.

Durante la visita inicial a fábrica se realizaron los ensayos de identificación geométricos: dimensiones, espesor, planitud, rectitud y cuadratura; siendo los valores obtenidos conformes con la norma del producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.2 Densidad

Ensayo realizado por CIDEMCO con número de informe 12583.7 y fecha 23 de mayo de 2006, conforme a la norma UNE-EN ISO 1183-1⁽⁵⁾, siendo el valor obtenido superior al mínimo exigido por la norma del producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.3 Resistencia a impacto

Ensayo realizado por CIDEMCO con número de informe 17383.1 y fecha 3 de enero de 2008, conforme a la norma UNE-EN 438-2⁽⁸⁾, siendo el valor obtenido superior al mínimo exigido por la norma del producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.4 Resistencia a la humedad

Ensayo realizado por CIDEMCO con número de informe 12583.7 y fecha 23 de mayo de 2006, conforme a la norma UNE-EN 438-2⁽⁸⁾ Apto. 15, siendo los resultados obtenidos conformes con la norma del producto, tanto en lo relativo a incremento de masa como a variación del aspecto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.5 Estabilidad dimensional a temperatura elevada

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN 438-2⁽⁶⁾, Apto. 17.

Las variaciones dimensionales obtenidas son inferiores a los valores exigidos por la norma del producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.6 Características mecánicas

a) Resistencia a flexión

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 178⁽⁶⁾.

Los valores obtenidos son superiores a los exigidos por la norma de producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

b) Resistencia a tracción

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 527-2⁽⁷⁾.

Los valores obtenidos son superiores a los exigidos por la norma de producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.7 Reacción al fuego

Ensayo realizado por CIDEMCO con número de informe 12579-1 y fecha 28 de febrero de 2006, conforme a las normas UNE-EN 13823⁽²¹⁾ y UNE-EN ISO 11925-2⁽²²⁾ para la obtención del mercado CE.

La clasificación de reacción al fuego obtenida según UNE-EN 13501-1⁽⁹⁾ y reflejada en el informe nº 12579-2 es:

B-s2, d0.

11.1.8 Resistencia de las fijaciones

Ensayo realizado por CIDEMCO con número de informe 12583.7 y fecha 23 de mayo de 2006, conforme a la norma UNE-EN 438-2⁽⁶⁾ Apto. 4.5, siendo los resultados obtenidos conformes con la norma del producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

⁽²¹⁾ UNE-EN 13823:2002 "Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción excluyendo revestimientos de suelos expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo."

⁽²²⁾ UNE-EN ISO 11925-2:2002 Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única

11.1.9 Resistencia a la delaminación

Ensayo realizado conforme a las especificaciones de la norma ISO 13894⁽²³⁾. Se realizó un ensayo inicial de caracterización y a continuación, tras procesos de envejecimiento de choque climático (punto 11.3.1), inmersión en agua (11.3.4) y hielo-deshielo (11.3.3), se repitió el ensayo, no observándose disminuciones significativas en la resistencia.

11.1.10 Contenido de formaldehído

Ensayo realizado por CIDEMCO conforme a la norma UNE-EN 120⁽²⁴⁾. El tablero queda clasificado como Clase 1, conforme a la norma UNE-EN 312-1⁽²⁵⁾.

11.2 Ensayos de Aptitud de empleo

11.2.1 Resistencia al arrancamiento de las fijaciones

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.2.1.1 "Pull through resistance of panel" para los paneles de 6, 12 y 14 mm de espesor.

Los resultados del ensayo son conformes con las hipótesis de cálculo aportadas por el fabricante y reflejadas en el punto 10 del Informe Técnico.

11.2.2 Resistencia al choque de cuerpo blando

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.4.1 "Resistance to soft body impact" para los paneles de 6 y 14 mm de espesor sobre subestructura de madera y aluminio.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

| Energía de Impacto (J) | Resultado |
|------------------------|--|
| 10 | No se aprecian fisuras ni desperfectos apreciables |
| 60 | No se aprecian fisuras ni desperfectos apreciables |
| 300 | No se aprecian fisuras ni desperfectos apreciables |
| 400 | No se aprecian fisuras ni desperfectos apreciables |

⁽²³⁾ ISO 13894 "High-pressure decorative laminates - Composite elements Part 1: Test methods".

⁽²⁴⁾ UNE-EN 120:1994 "Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído. Método de extracción denominado del perforador".

⁽²⁵⁾ UNE-EN 312-1:1997 "Tableros de partículas. Especificaciones. Parte 1: Especificaciones generales para todos los tipos de tableros".

11.2.3 Resistencia al choque de cuerpo duro

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.4.2 “Resistance to hard body impact” para los paneles de 6 y 14 mm de espesor sobre subestructura de madera y aluminio.

Se obtuvieron los siguientes resultados.

| Energía de Impacto (J) | Resultado |
|------------------------|--|
| 10 | No se aprecian fisuras ni desperfectos apreciables |
| 3 | No se aprecian fisuras ni desperfectos apreciables |
| 1 | No se aprecian fisuras ni desperfectos apreciables |

Según los resultados de los ensayos de resistencia al choque de cuerpo blando y de resistencia al choque de cuerpo duro, el sistema tiene Categoría de Uso I (Zona a nivel del suelo fácilmente accesible al público y vulnerable a impacto de cuerpo duro pero no sujeta a uso vandálico) según lo establecido en el borrador de la Guía EOTA.

11.2.4 Resistencia al choque térmico

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.7 “Hygrothermal behaviour”.

Realizados los tratamientos especificados en la norma de referencia, no se observaron delaminaciones, fisuraciones ni ningún otro desperfecto visible.

11.3 Ensayos de durabilidad

11.3.1 Resistencia al choque climático

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN 438-2⁽⁸⁾, Apto. 19.

De los resultados del ensayo se observa que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 10.1.4, apartado a.

11.3.2 Ensayos de durabilidad del color

Se han ensayado todos los descritos en el punto 3.3 del Informe Técnico.

a) Ensayo de resistencia a la luz UV

Ensayo realizado por CIDEMCO con número de informe 12770 y fecha 20 de febrero de 2006, conforme a la norma UNE-EN 438-2⁽⁸⁾ Apto. 28, siendo los resultados obtenidos conformes a lo exigido por la norma del producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

b) Ensayo de resistencia a la intemperie artificial

Ensayo realizado por CIDEMCO con número de informe 13425.1 y fecha 18 de septiembre de 2006, conforme a las normas UNE-EN 438-2⁽⁸⁾ Apto. 29 y UNE-EN ISO 4892-2⁽²⁶⁾, siendo los resultados obtenidos conformes a lo exigido por la norma del producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

c) Ensayo realizado en el IETcc

Para evaluación de la durabilidad del color se tomaron dos series de muestras de dichos colores. Una serie de muestras se tomó como referencia de medida y a la segunda se le sometió a ciclos de envejecimiento por rayos Ultravioleta conforme al Technical Report n° 10 “Exposure procedure for artificial weathering” de la EOTA y a la norma UNE-EN ISO 4892-3⁽²⁷⁾.

Para la evaluación de la durabilidad del color se tuvieron en cuenta las exigencias de la norma UNE EN 438-2⁽⁸⁾.

No se observaron, en ningún caso, diferencias significativas, así como la ausencia de fisuraciones, delaminaciones o cualquier otro defecto por apreciación visual.

La estabilidad del color tras el envejecimiento por rayos ultravioletas ha sido satisfactoria para toda la gama de colores ensayada.

11.3.3 Hielo-Deshielo

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN 494⁽²⁸⁾, ensayo 7.4.1.

a) Resistencia a flexión

De los resultados del ensayo se observó que no

⁽²⁶⁾ UNE-EN ISO 4892-2:2006 “Plásticos. Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio. Parte 2: Lámparas de arco de xenón”.

⁽²⁷⁾ UNE-EN ISO 4892-3:2006 “Plásticos. Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio. Parte 3: Lámparas UV fluorescentes”.

⁽²⁸⁾ UNE-EN 494:2005 “Placas onduladas o nervadas de fibrocemento y sus piezas complementarias. Especificación de producto y métodos de ensayo”.

se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 10.1.4, apartado a.

b) *Resistencia al arrancamiento de las fijaciones*

De los resultados del ensayo se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia al punzonamiento, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 10.2.1.

11.3.4 *Inmersión en agua*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.7.3 "*Immersion in water*".

a) *Resistencia a flexión*

De los resultados del ensayo se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 10.1.4, apartado a.

b) *Resistencia al arrancamiento de las fijaciones*

De los resultados del ensayo se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia al punzonamiento, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 10.2.1.

12. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

12.1 **Cumplimiento de la reglamentación nacional**

12.1.1 **SE - Seguridad estructural**

El Sistema prodEX de revestimiento de fachadas ventiladas 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).

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 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 con los ensayos de reacción al fuego presentados, según normas UNE-EN 13501:2002, UNE-EN 13823:2002 y UNE-EN ISO 11925-2:2002, el material de revestimiento cumple el requisito exigido en el CTE-DB-SI relativo a propagación exterior (SI 2, punto 1.4), para los materiales de revestimiento exterior de fachada y de las superficies interiores de las cámaras ventiladas de fachada. El material de revestimiento tiene una clasificación de reacción al fuego B-s2, d0, superior a la exigida por la norma.

Según la Decisión 2003/593/CE de la Comisión de 7 de agosto de 2003, los productos de madera estructural de densidad media $\geq 350 \text{ kg/m}^3$ y grosor $\geq 22 \text{ mm}$ obtienen una clasificación de reacción al fuego D-s2, d0. Con objeto de justificar el requisito exigido en el CTE-DB-SI relativo a propagación exterior (SI 2, punto 1.4), no podrá emplearse la subestructura de madera en aquellas fachadas cuyo arranque sea accesible al público, bien desde la rasante exterior o bien desde una cubierta, ni en aquellas fachadas cuya altura exceda de los 18 m; salvo que la madera sea tratada para obtener una clase de reacción al fuego igual o mejor a B-s3, d2, lo que deberá quedar justificado en el proyecto técnico de la fachada ventilada.

12.1.3 **SU - Seguridad de utilización**

De los resultados de los ensayos de resistencia al choque de cuerpo duro y resistencia al choque de cuerpo blando, el sistema tiene Categoría de Uso I (Zona a nivel del suelo fácilmente accesible al público y vulnerable al impacto de cuerpo duro pero no sujeta a uso vandálico) según se

establece en el apartado 6.4 del borrador de la Guía EOTA, relativo a Seguridad de Utilización.

12.1.4 **HS - Salubridad**

El muro soporte del sistema de fachada ventilada 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 8 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 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. El fabricante declara que los paneles laminados (HPL) prodEX IGN no contienen pentaclorofenol, amianto, halógenos o metales pesados (antimonio, bario, cadmio, cromo III y IV, plomo, mercurio, selenio).

12.1.5 **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 relativo a Protección frente al 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.

12.1.6 **HE - Ahorro energético**

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

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 y condiciones evaluadas**

12.2.1 **Puesta en obra**

Previamente a la instalación del Sistema, se deberá verificar el tipo y estado del soporte para la definición del tipo y número de anclajes. Se deberá adecuar el tipo de anclaje al soporte, pudiendo ser necesario que el instalador reemplace el anclaje inicialmente definido en proyecto, lo que deberá ser autorizado por la Dirección Facultativa.

El presente documento contempla tres materiales distintos para la subestructura, por lo que se deberá prestar especial atención en obra a que los ángulos, tornillos y elementos de fijación de los paneles sean los adecuados a cada tipo de perfil, según se describe en este documento.

Se deberá verificar en obra que la subestructura empleada sea la contemplada en el proyecto técnico de la fachada ventilada y en la memoria de cálculo.

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 necesaria, así como la correcta evacuación de aguas evitando su acumulación.

Se deberá comprobar la correcta ejecución de los puntos de fijación fijos y móviles, con objeto de

garantizar que el panel no esté coaccionado en su plano y pueda asumir las variaciones dimensionales a las que se vea sometido.

En el proyecto y ejecución de los puntos de fijación de los paneles a la subestructura secundaria, se deberá tener en cuenta el diferente comportamiento higrotérmico de los paneles y los perfiles metálicos.

Se seguirán las recomendaciones dadas en el punto 7 del Informe Técnico para la manipulación de los paneles, prestando atención a no dañar la superficie del mismo. Además, a la hora de manipular los paneles se deberá utilizar guantes de protección que eviten cortes con las aristas de los mismos.

12.2.2 **Condiciones evaluadas**

Los aspectos relativos al cálculo, aportados por el fabricante y recogidos en el punto 9 del presente documento, se refieren a edificios de hasta 18 m de altura y 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.

Los paneles de 14 mm de espesor han sido evaluados para fijación atornillada.

12.3 **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.

12.4 **Mantenimiento y 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-DB-HS, HS-1, punto 6.

La comprobación del estado de las fijaciones de los paneles a la subestructura se realizará al efectuar comprobación del estado de

conservación de puntos singulares, fijada en el citado apartado del CTE.

Para la limpieza de los paneles se seguirán las recomendaciones del fabricante de los mismos:

- Las manchas superficiales pueden ser eliminadas con la ayuda de un trapo húmedo y jabón o cualquier otro detergente de limpieza que no contenga ningún componente abrasivo.
- Los paneles sucios con sustancias tenaces como residuos de cola, pintura, tinta, etc., pueden ser limpiados habitualmente con un disolvente orgánico como por ejemplo alcohol desnaturalizado, disolventes clorados o solventes orgánicos.

La utilización de disolventes y productos de limpieza químicos debe realizarse conforme a las disposiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, de acuerdo con las recomendaciones del suministrador de los mismos.

12.5 **Aspectos relativos a la apariencia y a la estética**

Los resultados de resistencia a la radiación ultravioleta permiten estimar que la estabilidad del color es satisfactoria a lo largo del tiempo para la situación de Europa occidental.

El fabricante podrá proporcionar los resultados de ensayos de resistencia a la luz UV para otros colores distintos de los contemplados en el documento.

Los paneles, debido al acabado de madera natural, pueden sufrir un deterioro localizado en los bordes que no afectan a la estabilidad del panel pero suponen un deterioro en su apariencia estética.

12.6 **Prestaciones superiores a las requeridas en la Directiva de Productos de Construcción (DPC)**

El mercado CE para los laminados decorativos de alta presión (HPL) para paredes o techos sujetos a reglamentación de reacción al fuego requiere un nivel 1 de certificación de la conformidad.

Para la concesión del presente DIT plus, el fabricante, para el sistema constructivo completo, se ha sometido a la inspección del IETcc equivalente al nivel 1+ de certificación de la conformidad establecido por la Comisión Europea, que supone:

- Ensayo inicial de tipo de producto (realizado para la obtención del mercado CE).

- Inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica.
- Inspecciones periódicas anuales.
- Ensayos por sondeo de muestras de fábrica, almacén u obra.

13. CONCLUSIONES

Verificándose en la fabricación de los paneles la existencia de 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.
- Ensayos de los materiales por Laboratorios Externos.

Considerando que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica y los resultados de los ensayos, se estima favorablemente, en este DIT plus, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.

LOS PONENTES

Antonio Blázquez
Arquitecto

Rosa Senent
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 17 de diciembre de 2008⁽²⁹⁾, fueron las siguientes:

- Este DIT se refiere únicamente a paneles planos.
- A la hora de determinar las acciones de viento sobre el sistema de fachada ventilada, se

⁽²⁹⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS. Dir. INGENIERÍA.
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid (EUATM - UPM).
- FCC Construcción, S.A.
- Instituto Técnico de Inspección y Control, S.A. (INTEINCO, S.A.).
- Instituto Técnico de Materiales y Construcciones, S.A. (INTEMAC, S.A.).
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Ministerio de la Vivienda.
- SGS Tecnos, S.A.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

emplearán los valores del coeficiente eólico de presión/succión recogidos en el Anejo D del CTE-DB-SE-AE, considerando como área de influencia la del panel.

En aquellos casos que se salgan del área de aplicación del citado Documento Básico, y para edificios de más de 18 m de altura de coronación, la determinación de los coeficientes eólicos requerirá un estudio específico más preciso.

- Se aconseja que PRODEMA, S.A. asesore en el diseño y ejecución de huecos y puntos singulares.
- 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.
- Dado que los perfiles no son continuos, se recomienda extremar la continuidad en el trazado de los tramos.
- Se recomienda comprobar que ningún panel quede fijado a dos montantes distintos según la dirección vertical.
- Durante la ejecución del Sistema, se asegurará que los puntos de fijación móviles tengan holgura suficiente, permitiendo los movimientos diferenciales entre el panel y la subestructura secundaria, y entre la subestructura primaria y la secundaria, de tal forma que no se introduzcan sobreesfuerzos debidos a dichos movimientos.
- Para condiciones excepcionales de exposición a ambientes agresivos, se recomienda recurrir a un acero inoxidable AISI-316 para la tornillería.
- Los elementos metálicos complementarios en contacto con el Sistema, no deberán originar problemas de corrosión.
- 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 remitirse a las especificaciones del CTE DB-HS en lo relativo a protección frente a la humedad (HS-1).
- Se debe tener en cuenta que los paneles 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.
- Se debe tener en cuenta que al estar constituido el acabado de los paneles por maderas naturales, es normal que éstos sufran un envejecimiento de carácter estético.
- Se recomienda que una copia del presente documento se incorpore al Libro del Edificio.

FIGURA 1: ESQUEMA DE CONSTITUCIÓN DE LOS TABLEROS COMPACTOS HPL PRODEMA prodEX ACABADOS EN MADERA NATURAL









-  Capa de protección acrílica/PVDF contra las inclemencias meteorológicas, radiación UV; Resistencia antigraffiti y repelente al polvo
-  Films para obtener matices de color
-  Chapa de madera decorativa (Okume o Ayous)
-  Papel barrera unicolor
-  Núcleo de hojas de papel kraft impregnadas con resinas fenol-formaldehído
El número de hojas depende del espesor requerido
-  Chapa de madera decorativa (Okume o Ayous)
-  Papel barrera unicolor
-  Capa de protección contra la intemperie.

FIGURA 2: SECCIÓN VERTICAL

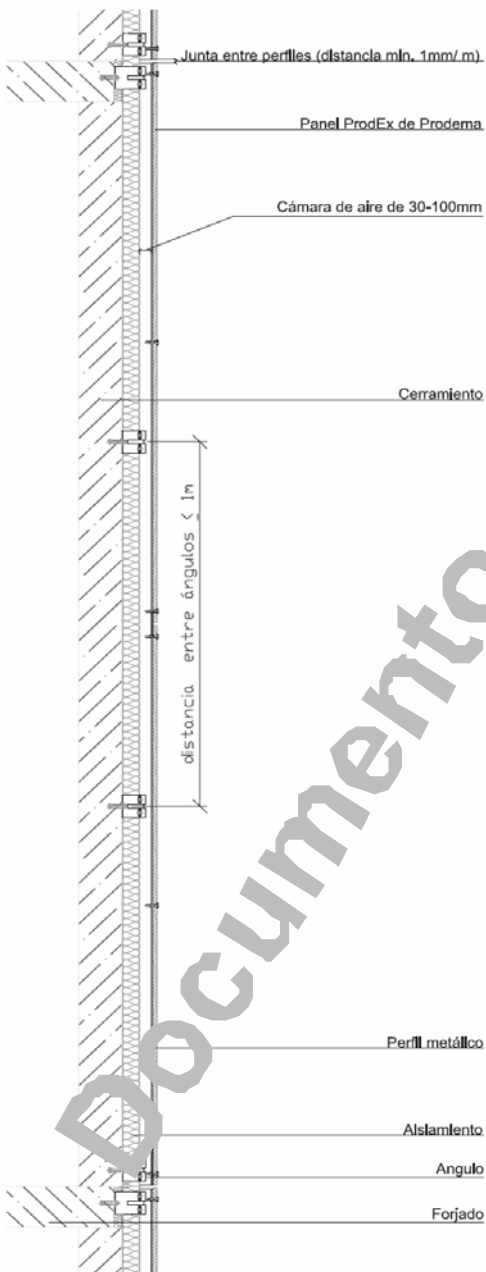


FIGURA 3: FASES DE MONTAJE

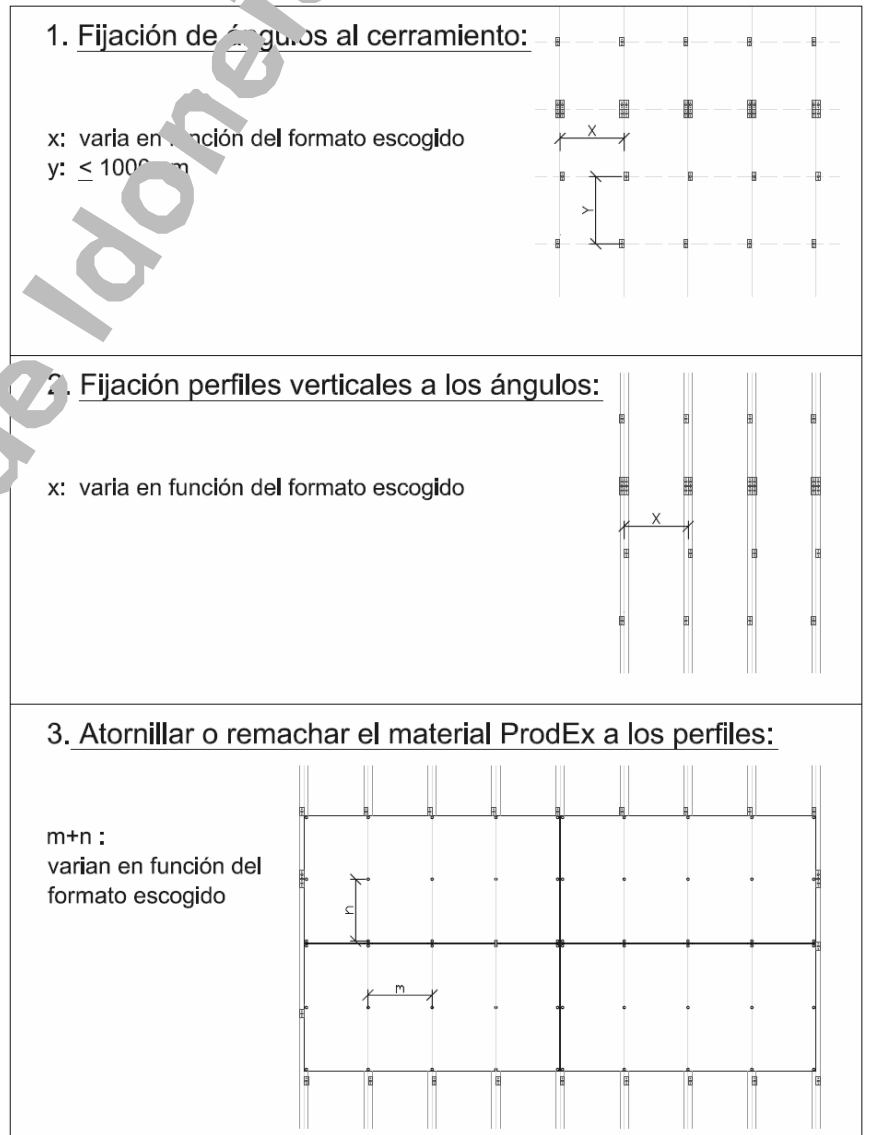
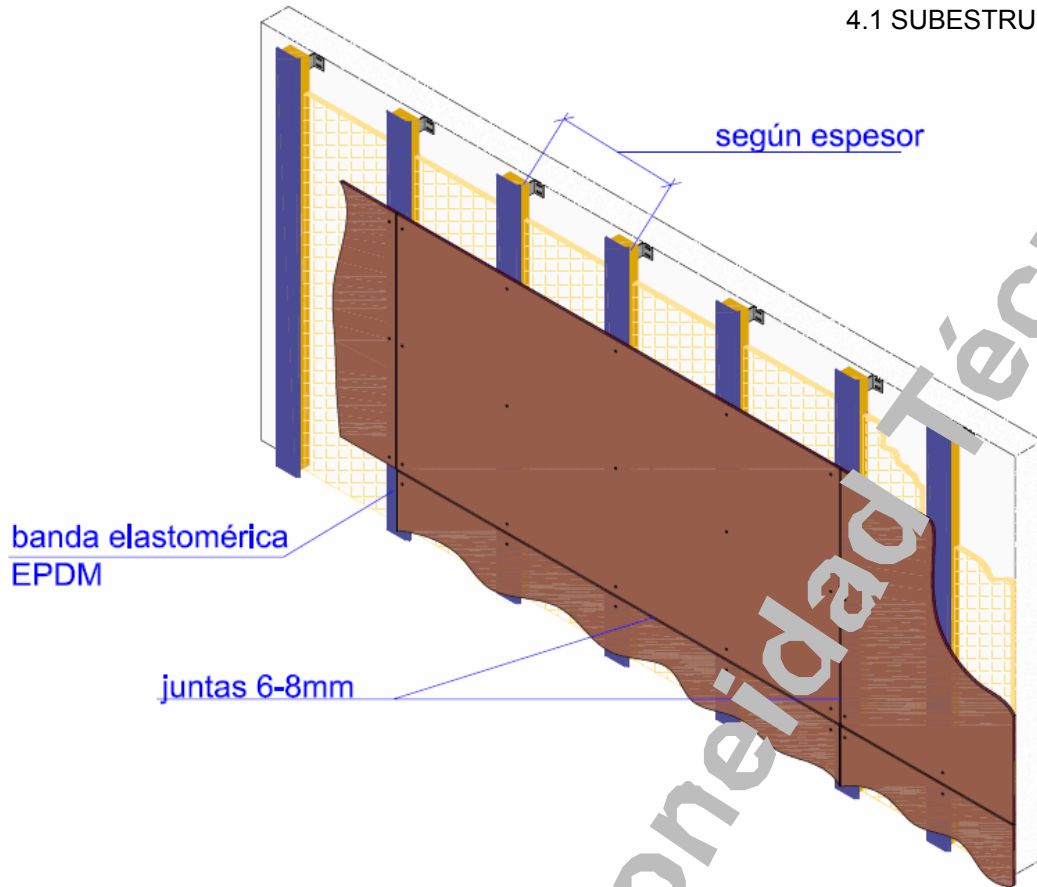


FIGURA 4: ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

4.1 SUBESTRUCTURA MADERA



4.2 SUBESTRUCTURA METÁLICA

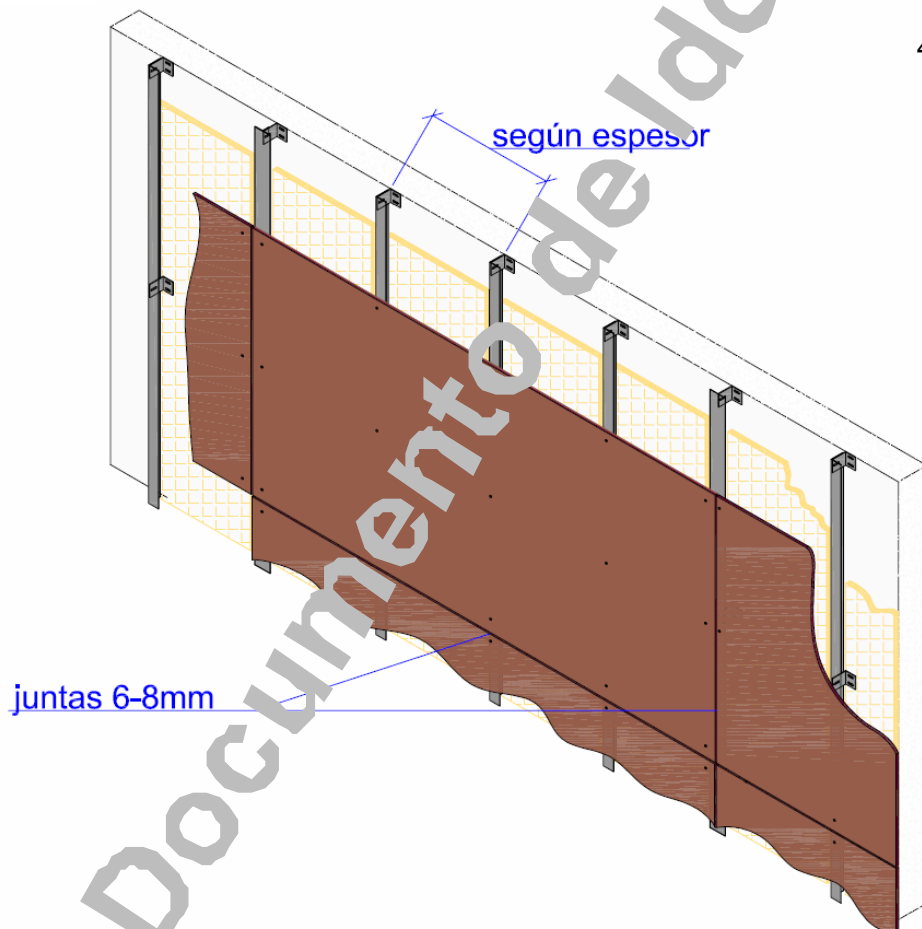


FIGURA 5. ESQUEMA DE JUNTA

FIGURA 5.1. SUBESTRUCTURA DE MADERA

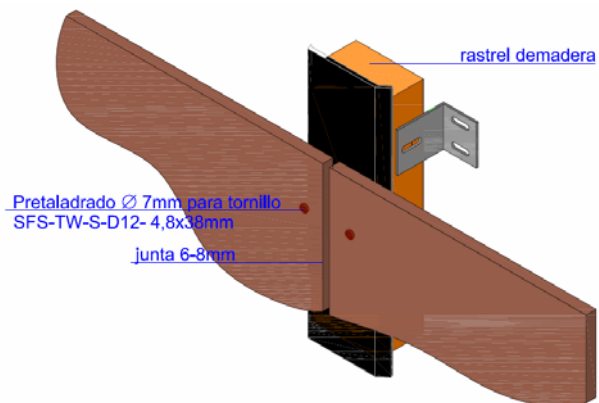


FIGURA 5.2. SUBESTRUCTURA METÁLICA

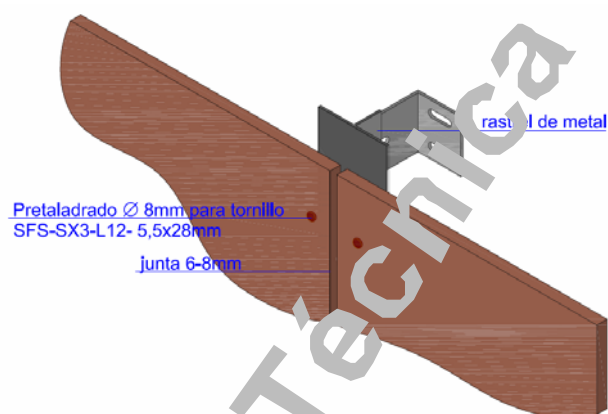


FIGURA 6. PUNTOS DE FIJACIÓN FIJOS Y FLOTANTES

FIGURA 6.1. SUBESTRUCTURA DE MADERA

SUBESTRUCTURA MADERA CON TORNILLO

PUNTOS FLOTANTES
Pretaladrado 8mm (con SFS-TW-S- D12- 4,8xl)

PUNTOS FIJOS
Pretaladrado diámetro: diámetro tornillo

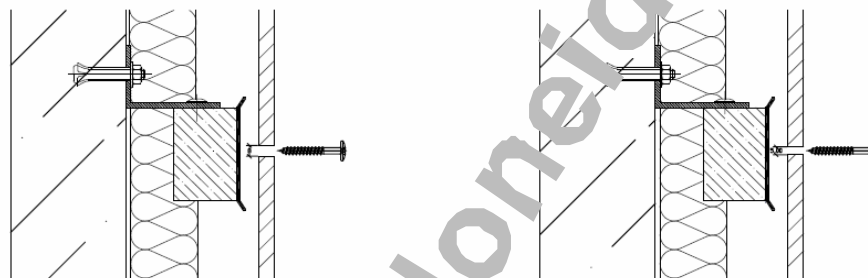
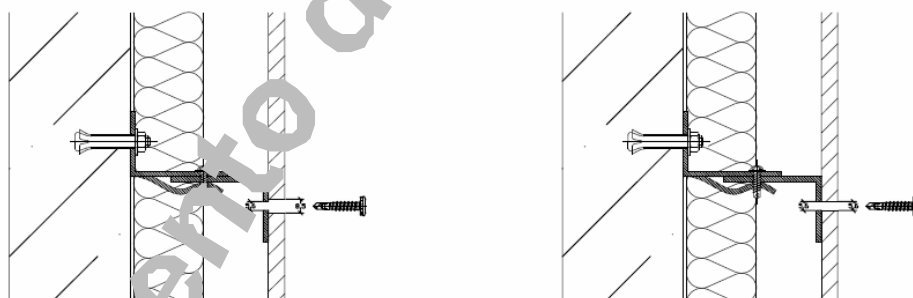


FIGURA 6.2. SUBESTRUCTURA METÁLICA

SUBESTRUCTURA METÁLICA CON TORNILLO

PUNTOS FLOTANTES
Pretaladrado 8,5mm (con SFS-SX3-L12- 5,5xl)

PUNTOS FIJOS
Pretaladrado 5,6mm (con SFS-SX3-L12- 5,5xl)



SUBESTRUCTURA METÁLICA CON REMACHE

PUNTOS FLOTANTES
Pretaladrado 8,5mm (con SFS-AP16- 5,0xl)

PUNTOS FIJOS
Pretaladrado 5,1mm (con SFS-AP16- 5,0xl)

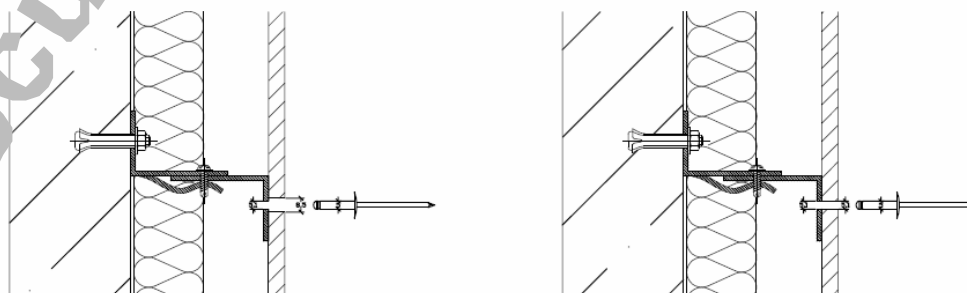
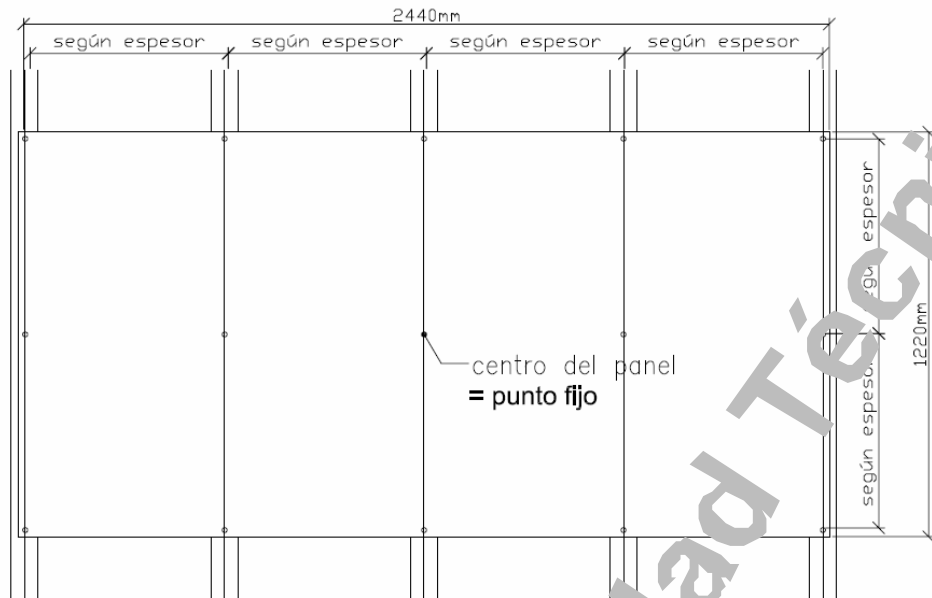
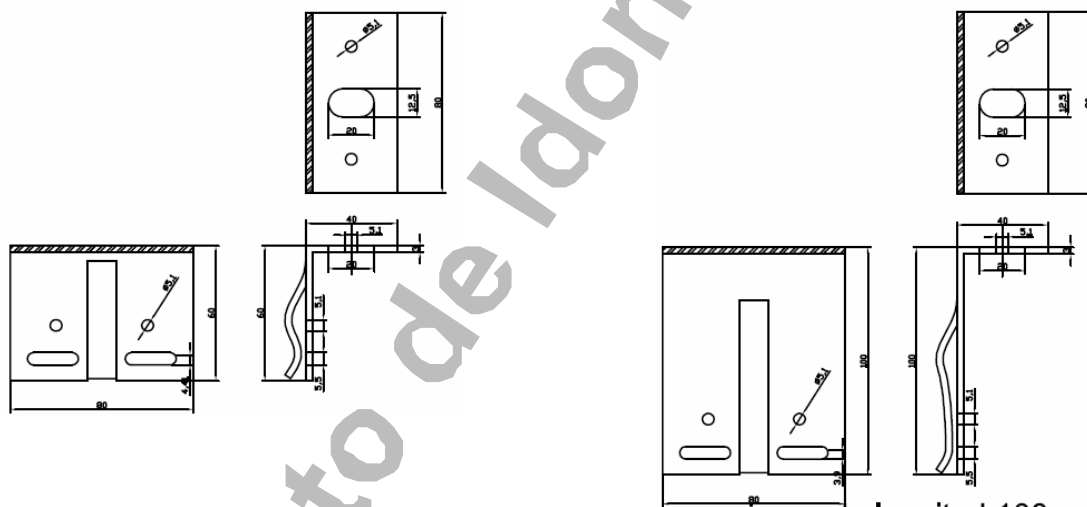


FIGURA 7: ESQUEMA DE POSICIÓN DE PUNTO FIJO Y PUNTOS FLOTANTES



El resto de los puntos son puntos flotantes

FIGURA 8: ÁNGULOS
8.1 ÁNGULOS DE ALUMINIO



8.2 ÁNGULOS DE ACERO GALVANIZADO

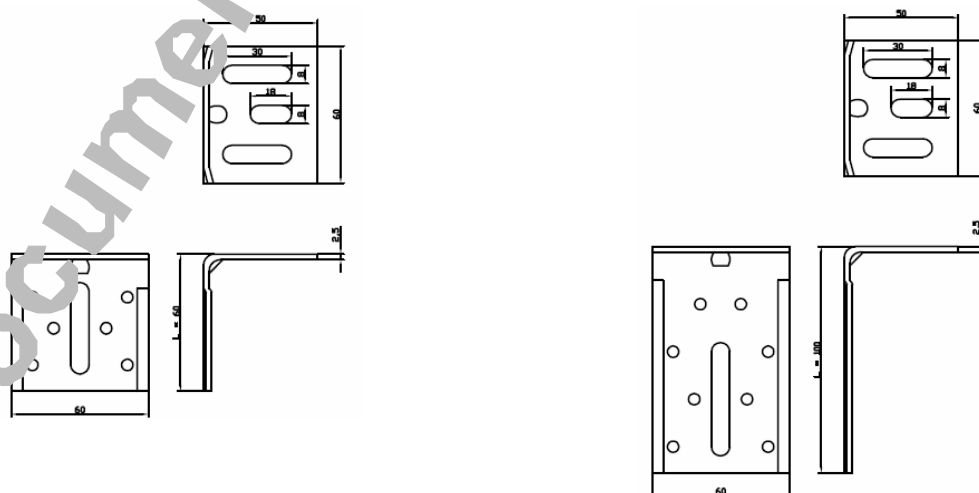
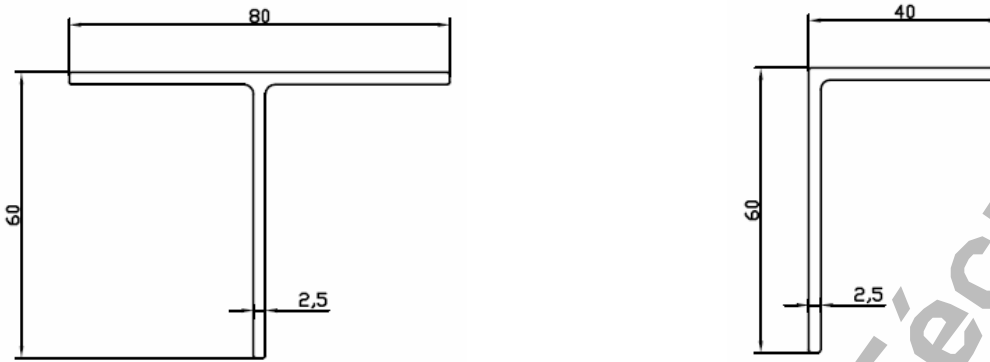


FIGURA 9: PERFILES VERTICALES

9.1 SUBESTRUCTURA DE ALUMINIO



9.2 SUBESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO

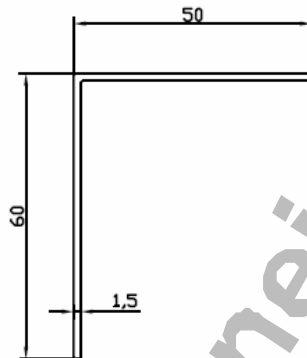
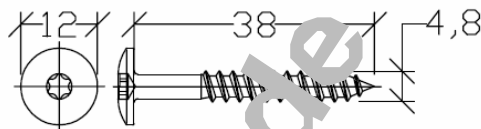


FIGURA 10: ELEMENTOS DE FIJACIÓN

10.1 TORNILLO PARA SUBESTRUCTURA DE MADERA

SFS-TW-S-D12-4,8x38mm



Dimensiones:

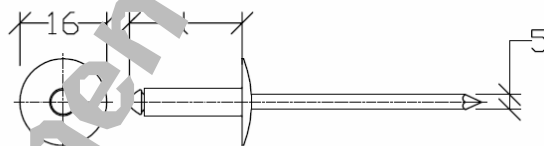
Ø cabeza: 12 mm

Ø tornillo: 4,8 mm

l= 38mm

10.2 REINACÍE PARA SUBESTRUCTURA METÁLICA

SFS-AP-16



Dimensiones:

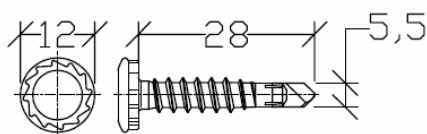
Ø cabeza: 16 mm

Ø tornillo: 5 mm

l= 16; 18 o 21mm

10.3. TORNILLO PARA SUBESTRUCTURA METÁLICA

SFS-SX3-L12-5,5x28mm



Dimensiones:

Ø cabeza: 12 mm

Ø tornillo: 5,5 mm

l= 28mm

- Notas:**
- Los detalles constructivos recogidos en las figuras son orientativos, debiendo definirse para cada proyecto.
 - Los detalles constructivos definidos en las figuras 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 11: SECCIÓN VERTICAL Y DETALLES DE ARRANQUE Y CORONACIÓN

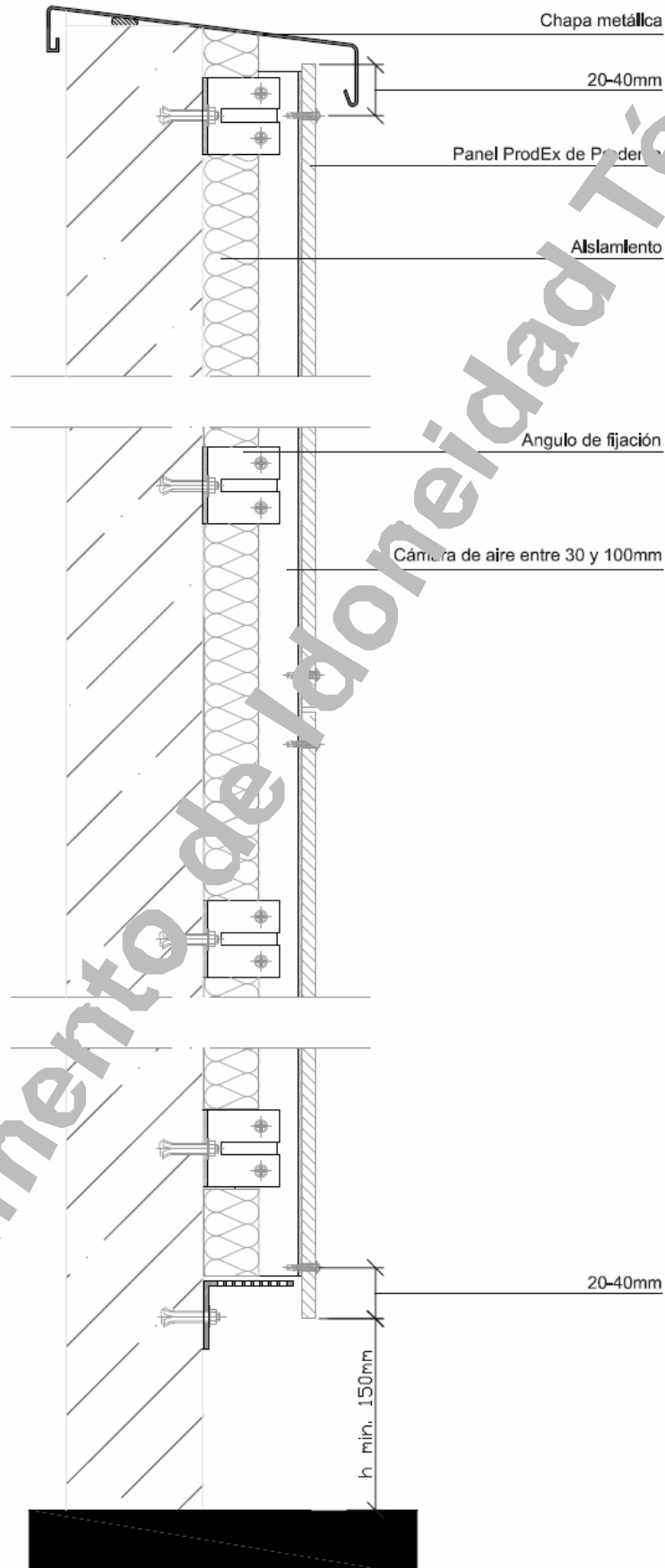


FIGURA 12: DETALLES DE ESQUINA

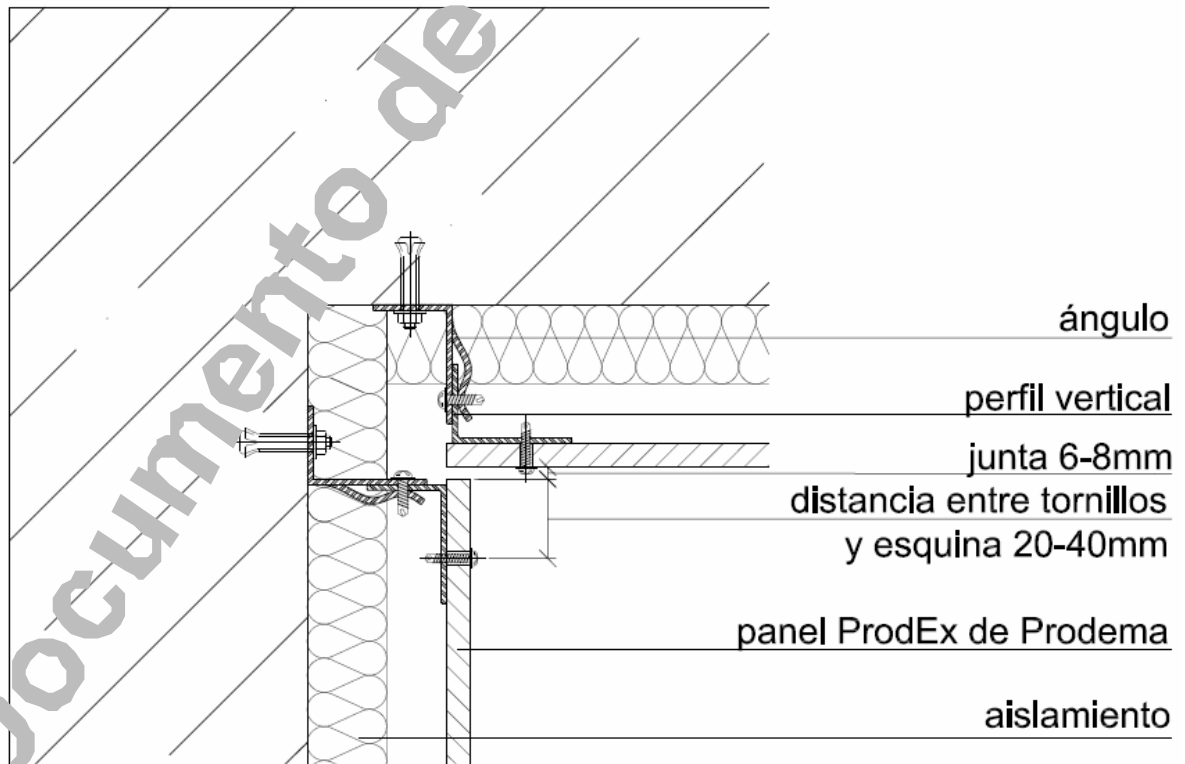
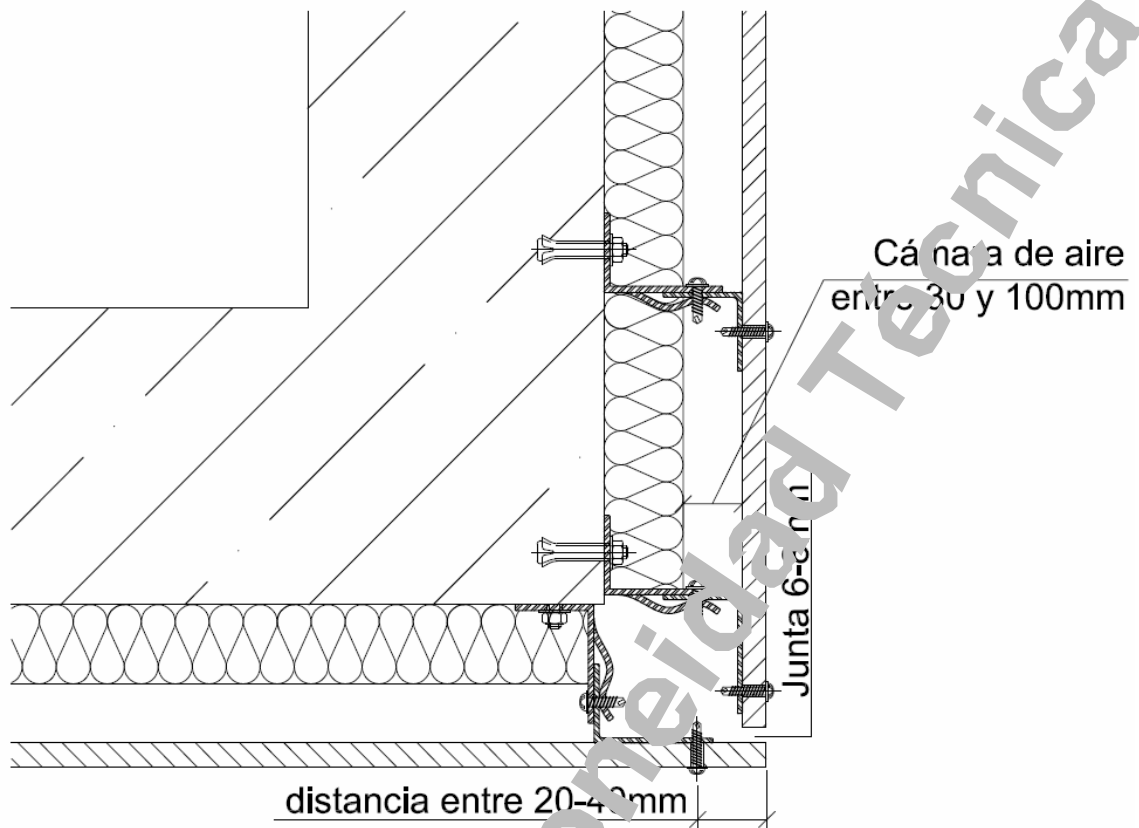
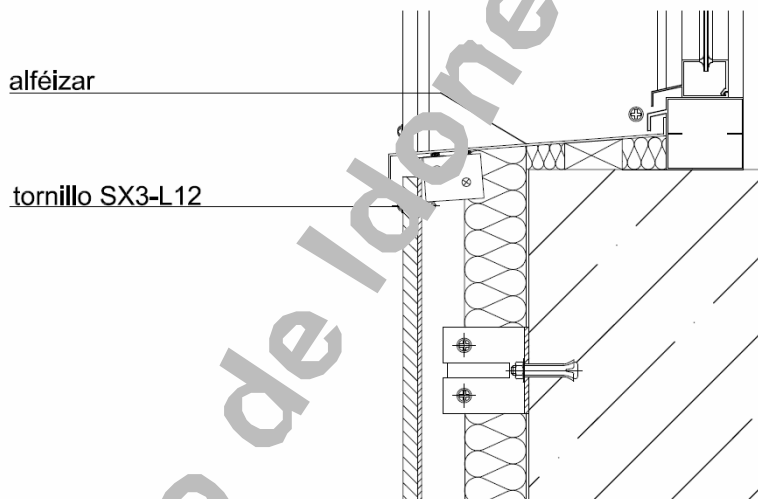
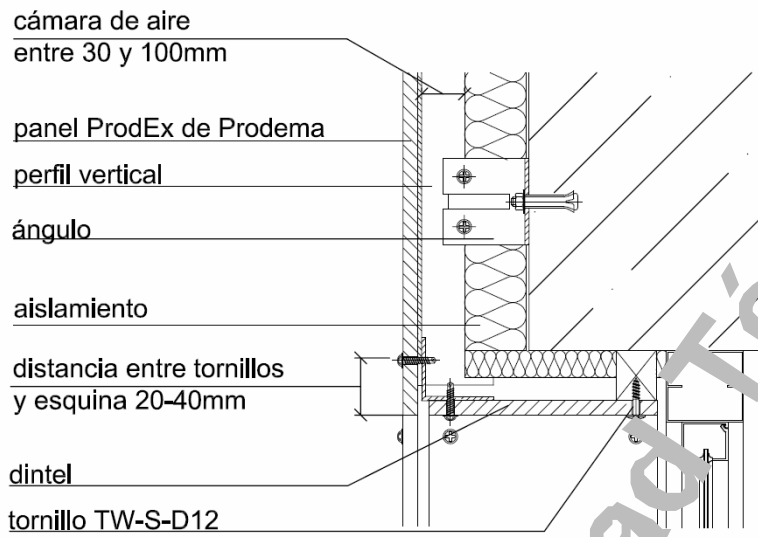


FIGURA 13. DETALLE DE HUECO

13.1. SECCIÓN VERTICAL



13.2. SECCIÓN HORIZONTAL

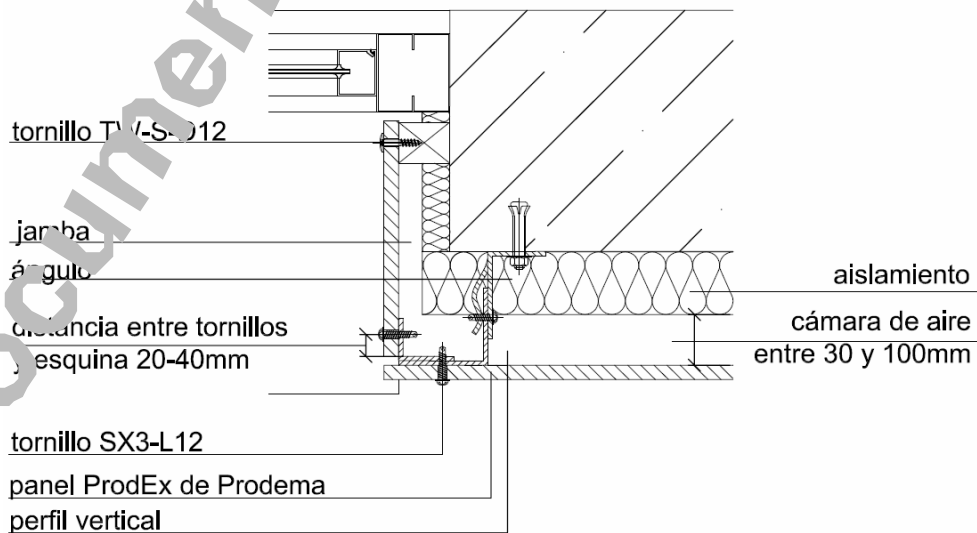
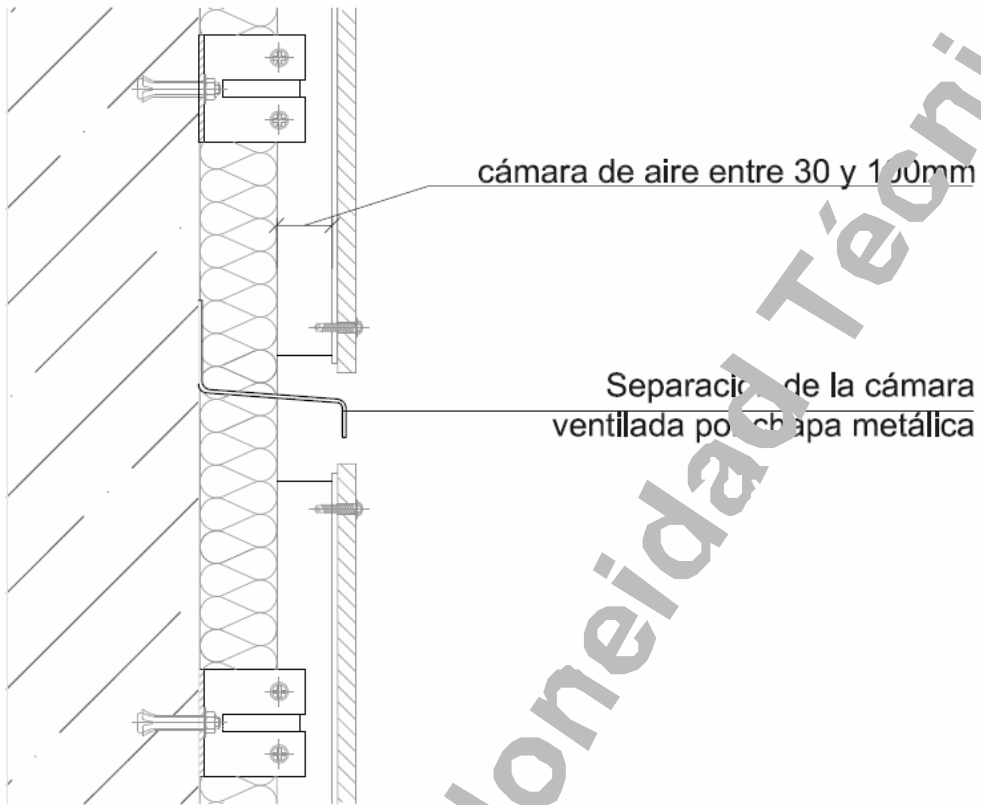


FIGURA 14: DETALLE COMPARTIMENTACIÓN DE LA CÁMARA DE AIRE

14.1 SUBESTRUCTURA DE MADERA



14.2 SUBESTRUCTURA METÁLICA

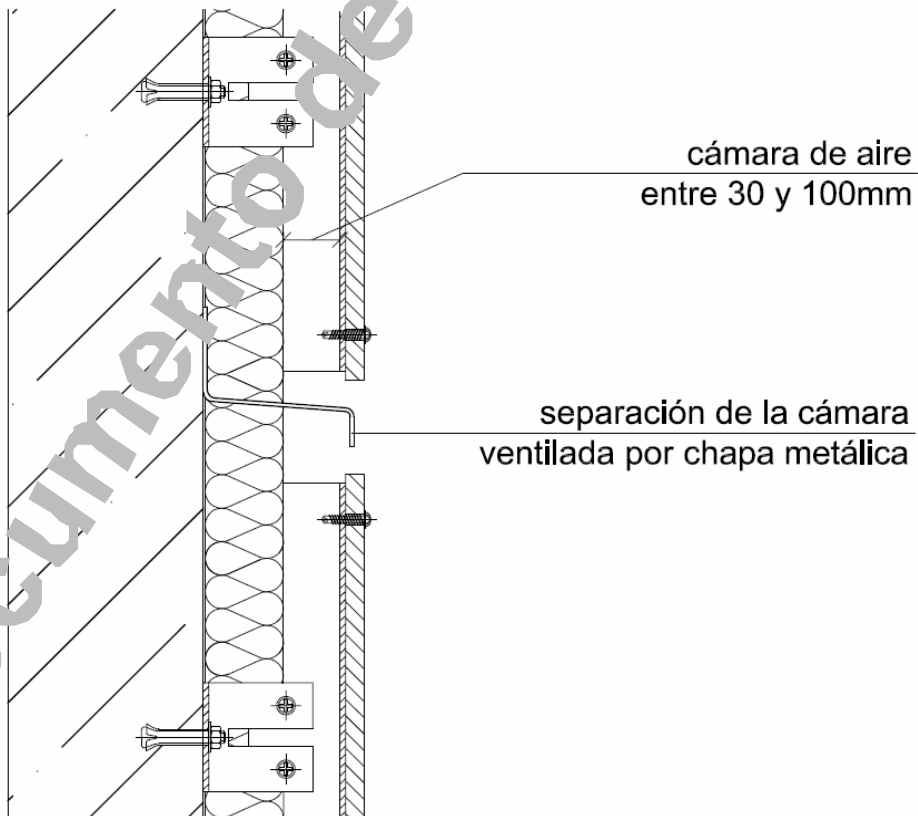
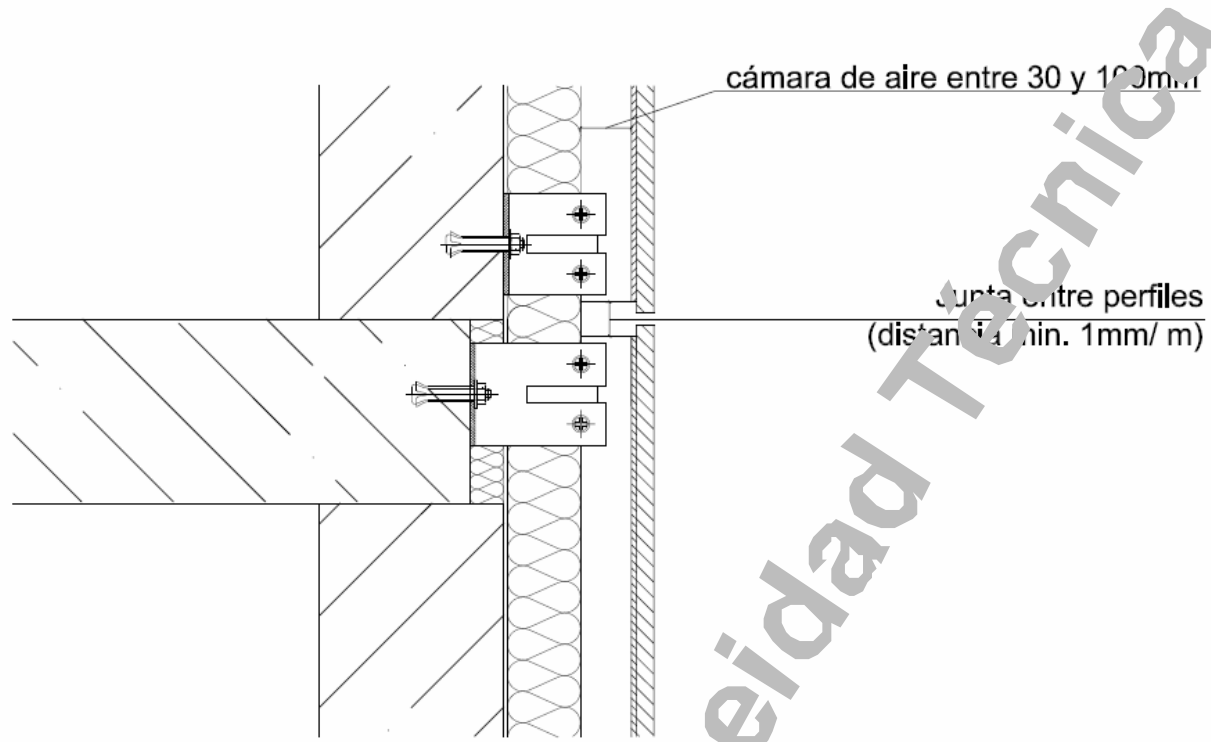


FIGURA 15: DETALLE DE JUNTA ENTRE PERFILES



Documento de Idoneidad Técnica