



Placo Soluciones constructivas en Placa de Yeso Laminado



Placo

Soluciones constructivas en Placa de Yeso Laminado



Saint-Gobain Placo Ibérica, S.A.
Oficinas/Escritorios Centrales
Pº de la Castellana, 77
28046 Madrid
www.placo.es

Delegação Portugal:
Avda. Helen Keller, 19C
1400-197 Lisboa
Tel: 00351 21 361 77 80
www.placo.pt

Para todas sus consultas:
(+34) 902 253 550
(+34) 902 296 226





1. Normativa	
1.1. La Construcción en la Unión Europea	11
1.2. Organismos Europeos	12
1.3. Normas armonizadas	13
1.4. Marcas de Calidad	15
2. El Código Técnico de la Edificación	
2.1. DB SE Seguridad estructural	18
2.2. DB SI Seguridad en caso de incendio	19
2.3. DB HE Ahorro de energía	22
2.4. DB HR Protección frente al ruido	28
3. La Placa de Yeso Laminado	
3.1. Fabricación	47
3.2. Norma de Fabricación de las Placas de Yeso Laminado	48
3.3. Marcas de calidad	49
3.4. Almacenamiento. Carga y descarga	50
3.5. Tipos de placa de Yeso Laminado	51
4. Perfiles Metálicos y Accesorios	
4.2. Normas de Productos Secundarios y Auxiliares de las Placas de Yeso Laminado	55
4.1. Estructura Metálica	55
5. Pastas de Juntas y Agarre	
5.1. Pastas de Juntas	65
5.2. Pastas de Agarre	67
5.3. Almacenaje y conservación	67
6. Accesorios	
6.1. Tornillos	69
6.2. Cinta de Juntas	70
6.3. Banda Armada	71
6.4. Banda Estanca	71
6.5. Esquinero Metálico y Plástico	72
6.6. Placolistel	72
6.7. Junta de dilatación	73
6.8. Soporte de carga	73
6.9. Chapa antivándalica	73
7. Recomendaciones Previas	
7.1. A la instalación	75
7.2. A la ejecución del tratamiento de juntas	77
7.3. Exposición a la luz solar	78
8. Tabiques	
8.1. Conceptos Básicos	81
8.2. Prestaciones de los Tabiques Placo	85
8.3. Tabiques de altas prestaciones	92
8.4. Tabiques de gran altura	96
8.5. Tabiques curvos	103
8.6. Puntos singulares	105
8.7. Recepción de la obra	110
8.8. Rendimiento de los materiales	110
9. Trasdosados	
9.1. Conceptos Básicos	113
9.2. Trasdosados directos	115
9.3. Trasdosados con Omegas	118
9.4. Trasdosados Autoportantes	120
9.5. Puntos singulares	132
9.6. Recepción de la Obra	135
9.7. Rendimiento de Materiales	135
10. Techos suspendidos continuos de Placa de Yeso Laminado	
10.1. Conceptos Básicos	137
10.2. Techos con Omegas	140
10.3. Techos suspendidos de estructura simple con perfiles F-530 ó FH-500	143
10.4. Techos suspendidos de estructura simple con railes y montantes	154
10.5. Techos suspendidos de estructura doble con perfiles Stil Prim 100 ó 50	159
10.6. Puntos singulares	165
10.7. Recepción de la obra	171
10.8. Rendimientos de Materiales	172
11. Detalles constructivos	
11.1. Encuentros con forjados superior e inferior	175
11.2. Detalles en encuentros con forjado inferior	177
11.3. Tabiques de separación. Detalles encuentro con forjado inferior	178
11.4. Encuentro con tabiques.	180
11.5. Encuentro de Tabique con techo suspendido	181
11.6. Detalle encuentro de Tabique con vigas, pilares y huecos para uso de instalaciones	182
11.7. Solera Flotante	183
12. Tratamiento de juntas	
12.1. Generalidades	185
12.2. Tipos de juntas	185
12.3. Requisitos previos a la ejecución de las juntas	186
12.4. Tipos de tratamientos de juntas y ejecución	187
12.5. Niveles de calidad en el acabado de superficies	192
12.6. Tratamiento con Placofinish	195
13. Acabados	
13.1. Generalidades	197
13.2. Pintado y papeles pintados	198
13.3. Alicatados	198
13.4. Cuelgues	199
13.5. Cargas excéntricas sobre tabiques	201
13.6. Cargas sobre tabiques con soporte de carga	201
14. Protección estructuras metálicas	
14.1. Generalidades	203
14.2. Selección del revestimiento con placas Glasroc F	207
14.3. Instalación	208
15. Sistema Shaftwall	
15.1. Descripción	211
15.2. Componentes del sistema	212
15.3. Instalación	212
15.4. Prestaciones Técnicas	214
15.5. Rendimiento de Materiales	215
16. Placo Phonique	
16.1. Introducción	217
16.2. La presión sonora, el ruido y el dB	217
16.3. Los sistemas Placo Phonique	219
16.4. Recomendaciones de instalación	220
17. Placoviendas	
17.1. Introducción	223
17.2. Planificación y diseño	225
17.3. Diseño acústico	226
17.4. Diseño para la seguridad en caso de incendio	231
17.5. Diseño para el ahorro de energía	236
17.6. Decoración final y uso	239
18. Anexo	
Documento Básico HR	241





PLACO

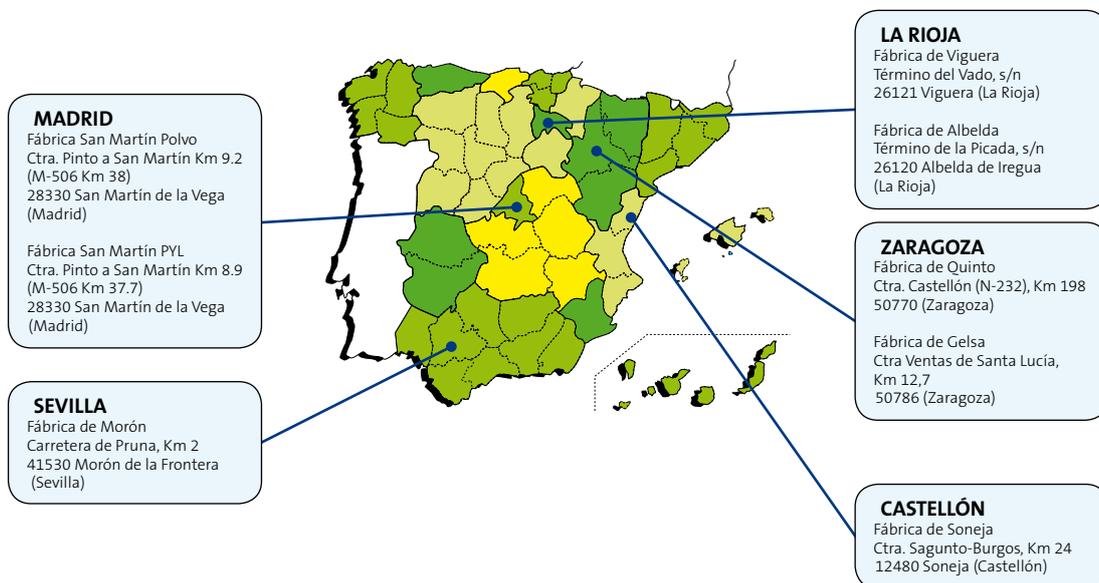
Placo es líder en fabricación y comercialización de yeso y placa de yeso laminado (PYL), integrada en la multinacional francesa **Saint-Gobain** desde el año 2006. El origen de Placo está en 2001, al constituirse Iberplaco de la fusión entre Iberyeso y Placosa, dos empresas punteras del sector. Así y tras su plena integración en el Grupo Saint-Gobain, de la anterior Iberplaco nació la nueva **Placo**, adoptándose asimismo la denominación social de **Saint-Gobain Placo Ibérica**, como filial española de la División Internacional **Saint-Gobain Gyproc**.

El Grupo **Saint-Gobain**, implantado en 57 países, con más de 1.000 sociedades consolidadas, emplea a más de 200.000 personas en todo el mundo. Ocupa posiciones de liderazgo europeo o mundial en la mayoría de sus actividades.

En España está presente desde 1904. Cuenta en la Península Ibérica con cerca de sesenta sociedades consolidadas en las que trabajan cerca de 10.700 personas, desarrollando su actividad en unos 190 centros industriales y comerciales.

PLANTAS INDUSTRIALES Y RECURSOS MINEROS

Placo cuenta en la actualidad con 8 centros de fabricación tanto de yeso en polvo como de PYL, así como 8 canteras distribuidas por toda la geografía peninsular.



SEGURIDAD, SALUD Y MEDIOAMBIENTE

La salud, la seguridad en el trabajo y el medio ambiente son valores esenciales en todas las actividades de las Compañías del Grupo Saint-Gobain.



Nuestros principios

- **Todos los accidentes son evitables.**
- Diseñaremos, construiremos, operaremos y mantendremos todas las instalaciones y procesos para que sean **seguros** tanto para la salud como para el medio ambiente.
- **Nos comprometemos** a extraer, fabricar, utilizar, manipular, envasar, transportar, y eliminar nuestros materiales de forma segura y medio ambientalmente responsable.
- **Minimizaremos la generación de residuos.**
- Desarrollaremos, introduciremos y mantendremos **sistemas y procedimientos**, que establecerán niveles altos de salud, seguridad ocupacional y medio

ambiente. Verificaremos el cumplimiento de los mismos por medio de auditorías y observaciones preventivas sistemáticas y planificadas.

- **Fomentaremos el diálogo abierto** con nuestros empleados, proveedores, clientes, accionistas y la comunidad acerca de los materiales que fabricamos, usamos y transportamos así como del impacto de nuestras actividades en su salud, seguridad y en el medio ambiente.
- Estableceremos **objetivos anuales de mejora** y revisaremos estos para asegurarnos que cumplan con los niveles de la compañía.
- Consideramos a nuestra gente como el elemento básico y más importante de la seguridad. Su **compromiso y motivación** serán esenciales para transformar la seguridad en un valor personal.
- **Implicaremos** a todos los empleados en la implantación de esta política por medio de guías adecuadas, supervisión y entrenamiento para hacer posible que los empleados y colaboradores lleven cabo su trabajo y responsabilidades de una manera saludable y competente.
- Para Placo la seguridad es **condición de empleo** para todos sus empleados.
- **Desarrollaremos y revisaremos los indicadores de salud y seguridad** incluyendo: accidentes e incidentes, informes y análisis para evitar su repetición, cuestionarios de actitud de los empleados, registros de entrenamiento y auditoría.

Política de Seguridad y Salud

Placo está comprometido a garantizar la mejora continua de nuestros estándares de salud y seguridad

en el trabajo y se asegura que se sigan considerando lo más valioso del negocio. Creemos que todos los incidentes de lesión de personal y enfermedad laboral se pueden prevenir.

Todos nuestros empleados, contratistas y visitas tienen el derecho de esperar un lugar de trabajo seguro. Estamos comprometidos a tener altos estándares de salud y seguridad ocupacional, para salvaguardar el bienestar de los que trabajan, visitan o viven cerca de nuestras áreas operativas.

La dirección es responsable de que se establezcan y mantengan los más altos estándares de salud y seguridad. Este compromiso estará controlado y apoyado por el **Comité de Seguridad, Ética y Medio Ambiente del Consejo de Placo**.

Todos los empleados son responsables de su propia salud y seguridad y de la salud y seguridad de sus compañeros y otros en el trabajo. Pedimos y esperamos de nuestros empleados y otros en nuestros centros de trabajo, que asuman la responsabilidad para que se cumplan nuestras políticas, prácticas y procedimientos de Seguridad.

Para conseguir nuestros objetivos tendremos que:

- Desarrollar, diseñar, trabajar y mantener instalaciones y procesos para que sean seguros y así minimizar el riesgo.
- Desarrollar, introducir y mantener sistemas y procedimientos, de los que se establecerán estándares de salud y seguridad ocupacional, y verificar la conformidad con estos estándares realizando



[CERO]
accidentes
enfermedades profesionales
incidentes medioambientales

auditorías regulares.

- Establecer objetivos de mejora anual y revisarlos para asegurar que se cumplen a niveles corporativos y de la compañía.
- Involucrar a todos los empleados en la implantación de esta política y proporcionarles asesoramiento, formación y supervisión apropiados para permitirles, a los empleados y otros, llevar a cabo su trabajo y sus responsabilidades de manera segura y competente.
- Desarrollar y revisar los resultados de salud y seguridad incluyendo: informes de accidentes e incidentes, cuestionarios de actitud del empleado, informes de formación y auditorías.

Política de Medio Ambiente y Riesgo en instalaciones

Placo se ha comprometido a trabajar como un miembro responsable de las comunidades local, nacional y mundial, de las que forma parte, con un alto nivel de preocupación y **sensibilidad hacia el Medio Ambiente**. Este compromiso será revisado, controlado y apoyado por el Comité de Seguridad, Ética y Medio Ambiente del Consejo de Placo.

La prevención y control de impactos adversos al medio ambiente y los riesgos de nuestras instalaciones es parte integrante de los objetivos de **Placo**. Nos aseguraremos que la gestión de los aspectos medioam-

bientales y los riesgos provocados por nuestras instalaciones estén integrados dentro de nuestros procesos principales y que nuestro negocio se desarrolle y dirija de manera medioambientalmente sostenible.

Placo está comprometido a cumplir todas las leyes y normas que regulen el medio ambiente y los riesgos en nuestras instalaciones.

DESARROLLO, INNOVACIÓN Y CALIDAD

La visión de Placo es *ser la opción preferida para los sistemas constructivos de interior a través de la innovación*. Placo ofrece una amplia gama de productos y sistemas destinados al acondicionamiento tanto de los edificios nuevos como de aquellos en renovación. Estos productos y sistemas sirven para realizar techos, tabiques, paredes... y responden a las exigencias técnicas en materia de protección contra incendios, de resistencia a la humedad, de aislamiento térmico y acústico.

Una de las constantes en la estrategia y el trabajo de Placo es seguir una **política de desarrollo e innovación** en sus productos y soluciones. La empresa concibe respuestas innovadoras a las expectativas de los usuarios, enfrentados a exigencias reglamentarias cada vez más drásticas, especialmente en materia de aislamiento térmico y acústico y de protección contra los incendios.

CERTIFICACIONES:

Placo es la primera empresa en España en conseguir, para sus fábricas de PYL de San Martín y Quinto, la certificación ISO 14001. Lo que en definitiva busca este conjunto de normas es que cualquier empresa, de cualquier índole, pueda llevar a cabo sus actividades tomando una postura amigable con el medio ambiente.



EL YESO, MATERIAL NATURAL

El yeso es un material no siempre bien conocido, presente a diario en nuestra vida cotidiana desde tiempos inmemoriales. Se obtiene directamente de la naturaleza sin sufrir alteraciones sustanciales y contribuye a hacernos la vida más confortable. Sin darnos cuenta, el yeso es un componente fundamental en muchas actividades, no sólo en la construcción.

Tal es la inocuidad del yeso que se usa también entre otras razones en la industria de cerámica, médica y dental, e incluso la agricultura.



El yeso tiene una gran resistencia al fuego y es incombustible. Garantiza pues una buena protección en caso de incendio. Bajo la acción del calor, el yeso sólo evapora agua contenida en sus poros, por lo tanto en ningún caso desprende gases ni vapores de carácter tóxico.

El yeso desempeña también un papel de regulador higrométrico, la porosidad del yeso permite moderar la humedad ambiente; la humedad del aire se absorbe cuando es excesiva y devuelta cuando el aire es demasiado seco.

El yeso contribuye al confort térmico y acústico. Estas cualidades naturales proporcionan a todos sus fabricados cualidades idóneas para el cumpli-

miento de las norma más exigentes del Código Técnico de la Edificación.

SOLUCIONES Y SISTEMAS PLACO

En la web www.placo.es desarrollamos todos los productos y sistemas ofrecidos por Placo al sector de la construcción del siglo XXI. En este documento desarrollamos una de las soluciones en la que dividimos el uso de nuestros materiales.

- **Soluciones en sistemas de Placa de Yeso Laminado (PYL):** Sistema constructivo que aporta las soluciones más avanzadas en construcción

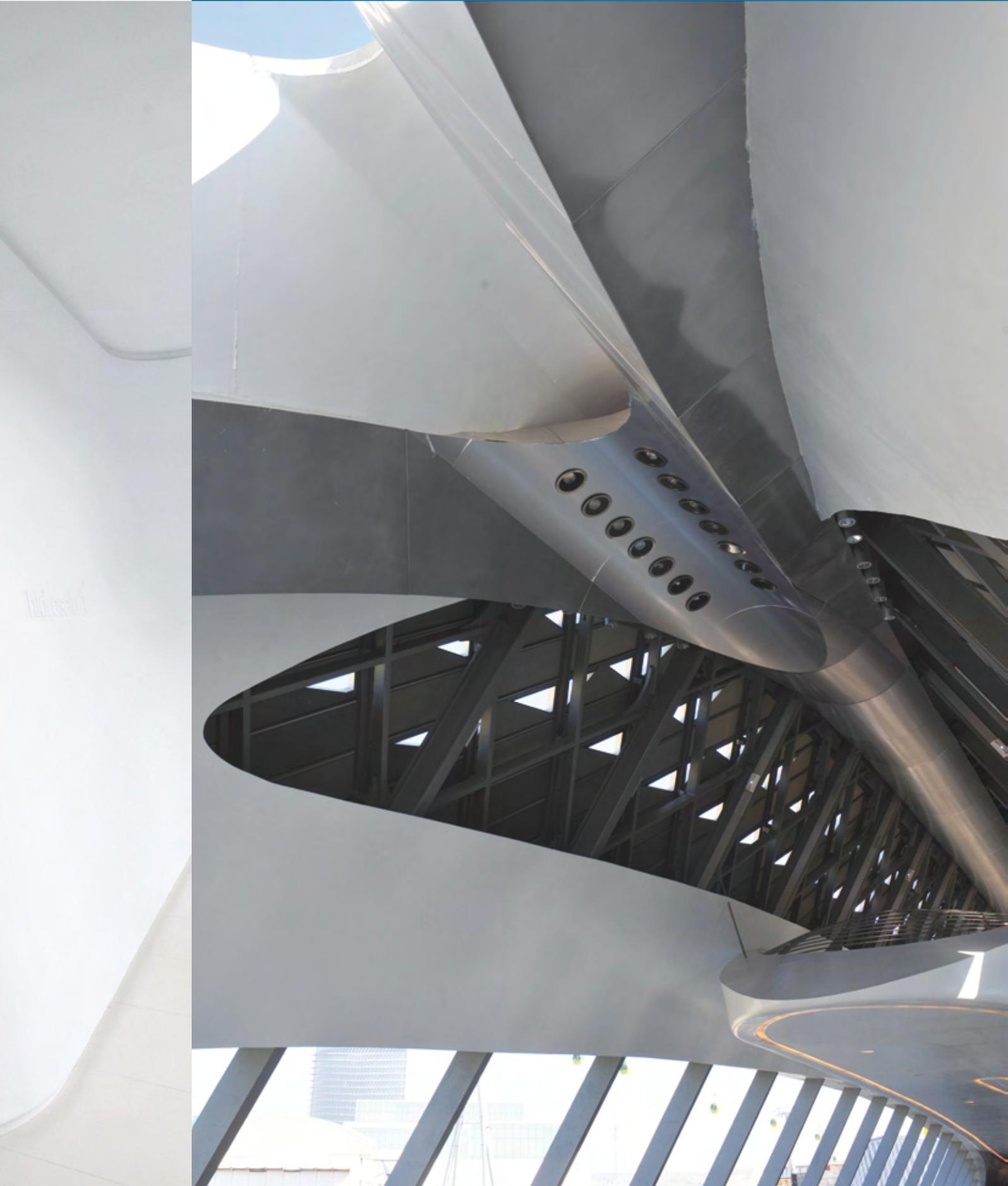
seca para tabiques, trasdosados, techos y suelos. Placo fabrica varios tipos de placa de yeso laminado, –placa estándar, placa resistente a la humedad, placa resistente al fuego y placa de alta dureza–, productos con una enorme carga de innovación y alto valor añadido, que integran propiedades de aislamiento acústico, térmico, antihumedad y antifuego. La oferta de productos responde a las necesidades que exige el nuevo Código Técnico de la Edificación.

- **Soluciones en Yeso:** Desde yesos tradicionales hasta yesos modernos de proyectar. Soluciones innovadoras para la rehabilitación, como Ibertop, para la renovación y alisado de paredes de gotelé, sin ruidos ni suciedad. Todos los yesos Placo son ecológicos, respetando el medio ambiente. Placo ofrece marcas con larga trayectoria en el mercado español y portugués: Proyal XXI, Iberplast, Longips, Perlinor, Iberfino, Mecafino, Iberyola...etc.

- **Soluciones en Techos:** Gran variedad de techos técnicos –contínuos y registrables– de yeso y escayola. Todos ellos ofrecen durabilidad, confort acústico y aporta a los diseñadores soluciones constructivas con grandes posibilidades estéticas. Las marcas de Placo son: Gyptone, Rigiton, Decogips, y Gyprex.







1.1 LA CONSTRUCCIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA

La Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988 sobre los productos de construcción tiene por objeto garantizar la libre circulación de todos los productos de construcción en la Unión mediante la armonización de las legislaciones nacionales relativas a los requisitos esenciales de estos productos en materia de salud, seguridad y bienestar.

Los productos de construcción sólo pueden comercializarse si son aptos para el uso previsto. A este respecto, deben permitir la realización de obras que cumplan, durante un período de vida económicamente razonable, los requisitos esenciales de resistencia mecánica y estabilidad, seguridad en caso de incendio, higiene, salud y medio ambiente, seguridad de utilización, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico previstos en el anexo 1 de la Directiva.

Los requisitos esenciales se precisan en primera instancia en documentos interpretativos elaborados por comités técnicos y posteriormente desarrollados mediante

especificaciones técnicas. Éstas pueden consistir en:

- Normas armonizadas europeas adoptadas por los organismos europeos de normalización (CEN o CENELEC) con arreglo a mandatos de la Comisión y previa consulta al Comité Permanente de la Construcción.
- Documentos de idoneidad técnica europeos que valoren la adecuación de un producto para el uso previsto; estos documentos se aplican cuando no existe norma armonizada, norma nacional reconocida ni mandato de norma europea, y la Comisión considera, previa consulta a los Estados miembros en el seno del Comité Permanente de la Construcción, que no se puede, o aún no se puede elaborar una norma.
- En tanto no se disponga de una norma europea o de un documento de idoneidad técnica europeo, los productos podrán seguir evaluándose y comercializándose según las disposiciones nacionales existentes y de conformidad con los requisitos esenciales.



1.2 **ORGANISMOS EUROPEOS**

EOTA (European Organisation for Technical Approval)

Es la Organización Europea Para La Idoneidad Técnica y que agrupa a 40 Organismos designados por cada uno de los 27 Estados Miembros de la UE.

Su misión es desarrollar una metodología común para la elaboración, concesión y reconocimiento mutuo del DITE entre los Estados Miembros, coordinar y redactar Guías Técnicas de DITE (*European Technical Approval Guidelines*) como base para la concesión de DITE, y desarrollar los Procedimientos de Evaluación Consensuados específicos para productos determinados CUAP (*Common Understanding Assessment Process*).

ETA (European Technical Approval)

Es el organismo que evalúa y dictamina de forma favorable o desfavorable, sobre la idoneidad técnica de un producto para el uso asignado.

CEN (Comité Européen de Normalisation)

El CEN representa a todos los organismos normativos nacionales en la UE (por ejemplo (AENOR, DIN, BSI, etc..)) y prepara normas armonizadas europeas para la Comisión Europea CE.

ORGANISMOS NOTIFICADOS

Organizaciones activas en los ámbitos de la certificación, inspección y ensayos que el gobierno de cada estado miembro notifica a la Comisión Europea como competentes en estos ámbitos.

Los ensayos, inspecciones y certificados realizados por un "organismo notificado" deben ser reconocidos y aceptados por toda la UE. Como por ejemplo:

AENOR, AFITI-LICOF, CIDEMCO, ITEC, LABEIN, IETcc, LGAI, LOEMCO, etc.



1.3 NORMAS ARMONIZADAS

Son normas europeas adoptadas por el CEN. Se establecen mediante un proceso abierto y transparente, basado en el consenso de todas las partes implicadas. La entrada en vigor se publica en el Diario Oficial (DOCE).

En España se reconoce si una norma es armonizada por la inclusión en la correspondiente UNE de las letras EN, como por ejemplo la correspondiente a la placas de yeso laminado UNE-EN 520.

El DIT / DAU

El Documento de Idoneidad Técnica DIT es un documento de carácter voluntario expedido por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc), que contiene una apreciación técnica favorable de la idoneidad de empleo en edificación de materiales, sistemas o procedimientos constructivos no tradicionales o innovadores.

El instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITEC), elabora un documento similar denominado DAU, Documento de Adecuación al uso.

El DITE

El Documento de Idoneidad Técnica Europeo DITE (European Technical Approval - ETA) constituye por definición una evaluación técnica favorable de la idoneidad de un producto para el uso asignado, fundamentado en el cumplimiento de los Requisitos Esenciales previstos para las obras en las que se utilice dicho producto.

El DITE es la vía de obtención del marcado CE para los productos no normalizados de acuerdo con la Directiva de Productos para la Construcción (DPC).

Un producto puede ser objeto de DITE según la DPC cuando se da alguna de las siguientes condiciones:

- a) No existen Normas Armonizadas ni normas nacionales reconocidas para el Producto.
- b) No existe mandato de Norma Armonizada por parte de la Comisión Europea.

c) La Comisión Europea considera que esas Normas Armonizadas no pueden, o todavía no pueden, ser desarrolladas.

d) El producto se aparta significativamente de las Normas Armonizadas o de las normas reconocidas a nivel nacional.

Los DITE pueden ser concedidos en base a dos procedimientos:

DITE CONCEDIDO EN BASE A UNA GUÍA DITE

La Guía DITE es un documento redactado por los Organismos autorizados de la EOTA, en el que se indica el procedimiento de evaluación de las prestaciones para una familia de productos de construcción. El contenido de la Guía DITE es el siguiente:

1. Relación de Documentos Interpretativos pertinentes.
2. Requisitos específicos que deberá cumplir el producto en virtud de los Requisitos Esenciales definidos en el Anexo I de la DPC:
 - 2.1. Resistencia mecánica y estabilidad
 - 2.2. Seguridad en caso de incendio
 - 2.3. Higiene, salud y medioambiente
 - 2.4. Seguridad de utilización
 - 2.5. Protección contra el ruido
 - 2.6. Ahorro de energía y aislamiento térmico
3. Métodos de ensayo.
4. Métodos de análisis y evaluación de los resultados de los ensayos.
5. Procedimientos de inspección y conformidad.

Período de validez del DITE: 5 años renovables.

DITE CONCEDIDO EN BASE A UN CUAP

El CUAP es un procedimiento de evaluación consensuado entre todos los Organismos de la EOTA que se utiliza únicamente para aquellos productos muy específicos o únicos para los que la CE no considera apropiado, por el momento, la preparación de una Guía DITE.

MARCADO CE

El mercado CE lo establece la Directiva sobre Productos de Construcción 89/106/CEE.

Se aplica a los productos de construcción que son incorporados de manera permanente a obras. Estos productos sólo podrán comercializarse en la mayoría de los Estados Miembros si llevan el marcado CE. Estos productos deberán permitir la construcción de obras que cumplan determinados requisitos esenciales referentes a, la resistencia mecánica, la estabilidad, la seguridad en caso de incendio, al higiene, a la salud, al medio ambiente, a la seguridad de utilización, a la protección contra ruido, al ahorro de energía y al aislamiento térmico.

Estos requisitos se concretarán en primer lugar con documentos interpretativos elaborados por los comités técnicos para, a continuación, desarrollarse en forma de especificaciones técnicas.

- Normas Armonizadas
- Documentos de idoneidad técnica europea DITE

El fabricante debe someter cada producto o familia de productos al procedimiento de evaluación previsto por el Comité.

La declaración de conformidad del fabricante o el certificado de conformidad, expedido por un Organismo Notificado, autorizarán al fabricante a imprimir la marca CE correspondiente.

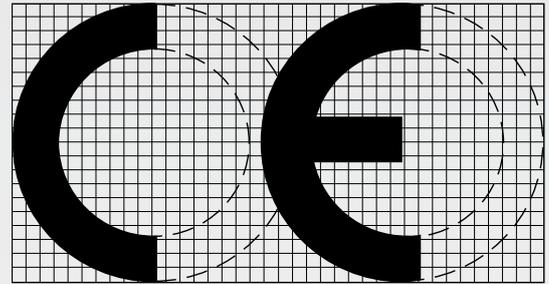
El marcado CE lo efectúa el fabricante en base al sistema de certificación que se indique en la norma o DITE que corresponde a su producto. El marcado CE se realiza cuando se ha completado el proceso de certificación.

La Directiva sobre Productos de Construcción se aplicará a los productos a medida que los requisitos esenciales relativos a los edificios les afecten.

La conformidad de los productos a la parte armonizada de las normas se pondrá en evidencia mediante la marca CE.

El etiquetado con la marca CE es responsabilidad del fabricante.

El mercado CE es obligatorio y no es una marca de calidad, es una marca de seguridad para validar el cumplimiento de los requisitos esenciales en la construcción de edificios.



El marcado CE caracteriza a los productos, no a los sistemas.

La Conformidad del producto reposa en una evaluación del mismo basada en que el fabricante dispone en fábrica de un sistema de control de la producción que permite asegurar que la producción es conforme a las especificaciones correspondientes.

En determinados productos es necesaria la evaluación y supervisión de los controles de producción por un organismo de certificación acreditado.

Así pues la declaración de conformidad de un producto la realiza siempre el fabricante.

- a) en base a sus controles y ensayos
- b) en base a la certificación de un organismo de certificación acreditado

Las obras estarán formadas por productos con o sin marcado CE.

Las prestaciones de los sistemas constructivos y de las obras las regula el estado de cada país mediante la publicación de los Códigos Técnicos de obligado cumplimiento. La marca CE significa:

1. El producto cumple con la norma armonizada correspondiente.
2. Los productos que lleva esta marca pueden circular libremente por todos los países de los estados miembro de la UE.
3. Los productos importados de países externos a la UE pueden llevar la marca como prueba de su conformidad.

EL MERCADO CE PARA UN PRODUCTO INNOVADOR

Implica, la concesión de un DITE, otorgado según Guía DITE o según CUAP, y la Declaración/Certificación de Conformidad asociada, según el nivel definido por la CE, que garantiza que el fabricante mantiene las prestaciones de su pro-

ducto establecidas en el DITE.

El mercado CE es obligatorio en cada país a partir de la fecha final del período de coexistencia entre la norma nacional y la armonizada europea.

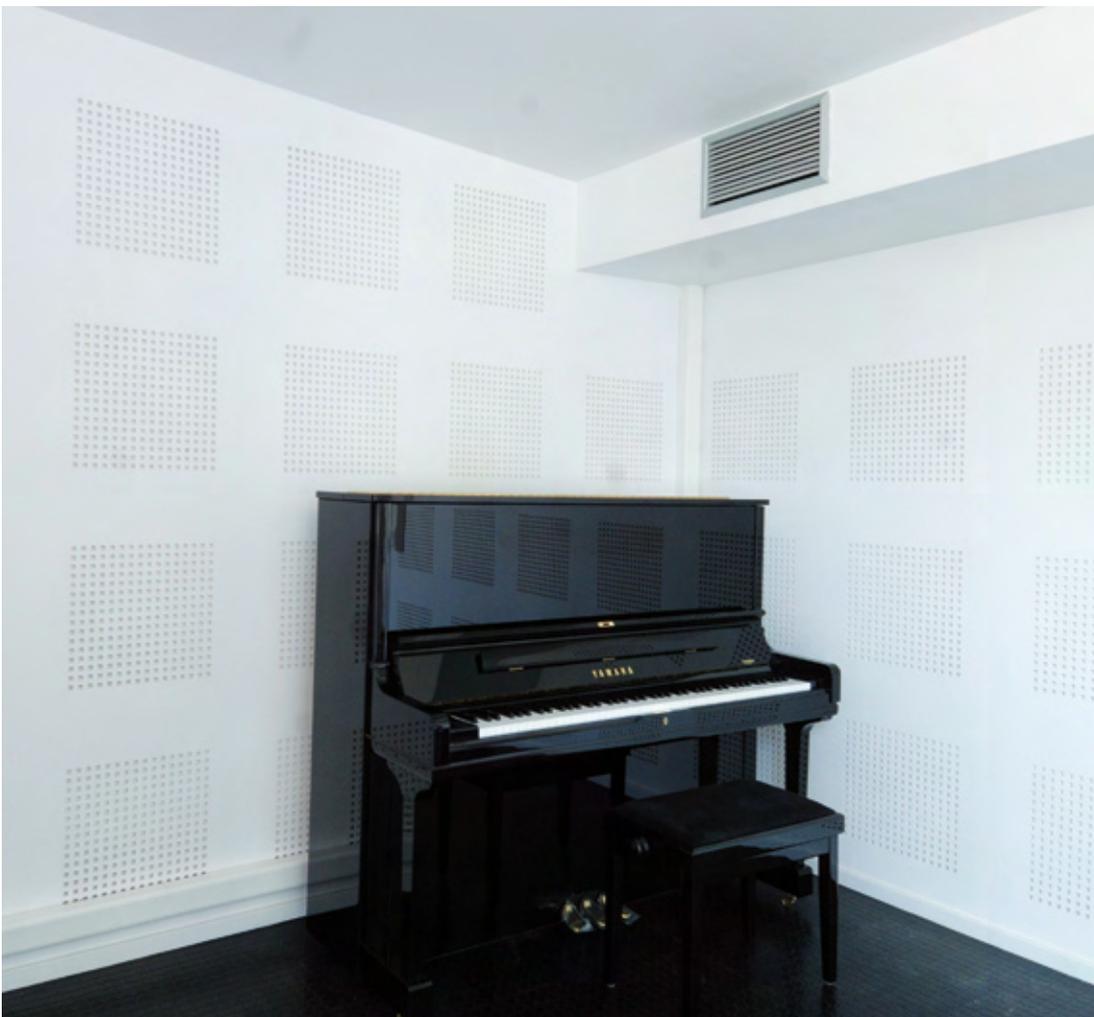
Los productos Placo con marcado CE en la fecha se pueden hallar en www.Placo.es

1.4 MARCAS DE CALIDAD

Cada país de la UE ostenta marcas de calidad específicas ratificadas por organismos nacionales de certificación, por ejemplo AFNOR en Francia, AENOR en España, etc.

Son marcas de conformidad con normas. Con ellas

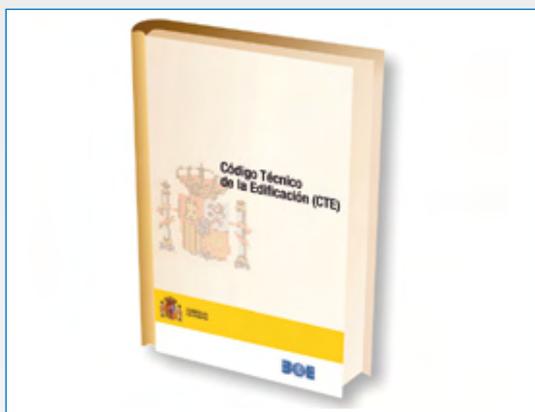
se da a entender que los productos a los que se les concede son objeto de las evaluaciones y controles que se establecen en los sistemas de certificación y que dichos organismos han obtenido la adecuada confianza en su conformidad con las normas nacionales en vigor.





2. EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

El principal documento para la realización de un proyecto y la ejecución de una obra en España es el Código Técnico de la Edificación (CTE), que establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones, para que el sector de la construcción se adapte a la estrategia de sostenibilidad económica, energética y medioambiental y que garantice la existencia de unos edificios más seguros, más habitables, más sostenibles y de mayor calidad.



Esta norma regula la construcción de todos los edificios nuevos y la rehabilitación integral de los existentes, tanto los destinados a viviendas como los de uso comercial, docente, sanitario, deportivo o sociocultural.

Se regulan las exigencias básicas para seguridad estructural, para seguridad en caso de incendio, para seguridad de utilización, para higiene, salud y protección del medio ambiente, para ahorro de energía y para la protección frente al ruido.

Hasta el momento las Normas Básicas de la Edificación tenían un carácter prescriptivo. Se tenían que cumplir rigurosamente los procedimientos establecidos por la norma, con ello, implícitamente, se ponían trabas a la innovación y al desarrollo tecnológico.

Con el nuevo Código Técnico de la Edificación de carácter prestacional, se evoluciona para que el prescriptor dote a sus proyectos constructivos de posibles innovaciones, cumpliendo, eso sí, con las prestaciones requeridas en los Documentos Básicos correspondientes.

Asimismo, era preciso armonizar la normativa en esta materia con la Directiva 89/106/CEE, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros de la Unión Europea sobre los productos de construcción, transpuesta al derecho interno mediante el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, sobre disposiciones para la libre circulación de productos de construcción. Tal como ya se ha indicado, el objeto de esta norma es que los productos de construcción lleven como mínimo el marcado CE obligatorio, lo que indicará que cumplen las disposiciones de este Real Decreto, asegurando que disponen de unas características que permiten que las obras a las que han de ser incorporados cumplan unos requisitos de resistencia mecánica y estabilidad, seguridad en caso de incendio, higiene, salud y medio ambiente, seguridad de utilización, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico.

La aprobación del Código Técnico de la Edificación supone la superación y modernización del antiguo marco normativo de la edificación en España, constituido por las Normas Básicas de la Edificación (NBE). También existían las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) sin carácter obligatorio y complementaban las NBE. Dentro del marco jurídico, establecido se aprobaron diversas Normas Básicas desde 1979, que conformaban un conjunto abierto de disposiciones que ha venido atendiendo las diversas demandas de la sociedad, pero que no han llegado a constituir en sí mismo un conjunto coordinado, tal como es el CTE, similar a los existentes en otros países avanzados.

También el CTE coexiste con otras normativas de obligado cumplimiento tales como:

- La Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE).
- El Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- El Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos.

El CTE se divide en dos partes, ambas de carácter reglamentario.

En la primera parte se desarrollan las disposiciones de carácter general clasificando las exigencias que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos de seguridad y habitabilidad de los edificios. La segunda parte está constituida por los Documentos Básicos, "DB" que contienen los requisitos técnicos con niveles objetivos y valores límite de las prestaciones del conjunto del edificio para el cumplimiento de las exigencias básicas. También se incluyen los procedimientos de verificación de su cumplimiento.

DOCUMENTOS BÁSICOS

- DB SE Seguridad estructural
- DB SI Seguridad en caso de incendio
- DB SU Seguridad de utilización
- DB HS Salubridad
- DB HE Ahorro de energía
- DB HR Protección contra el ruido

2.1 DB SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL

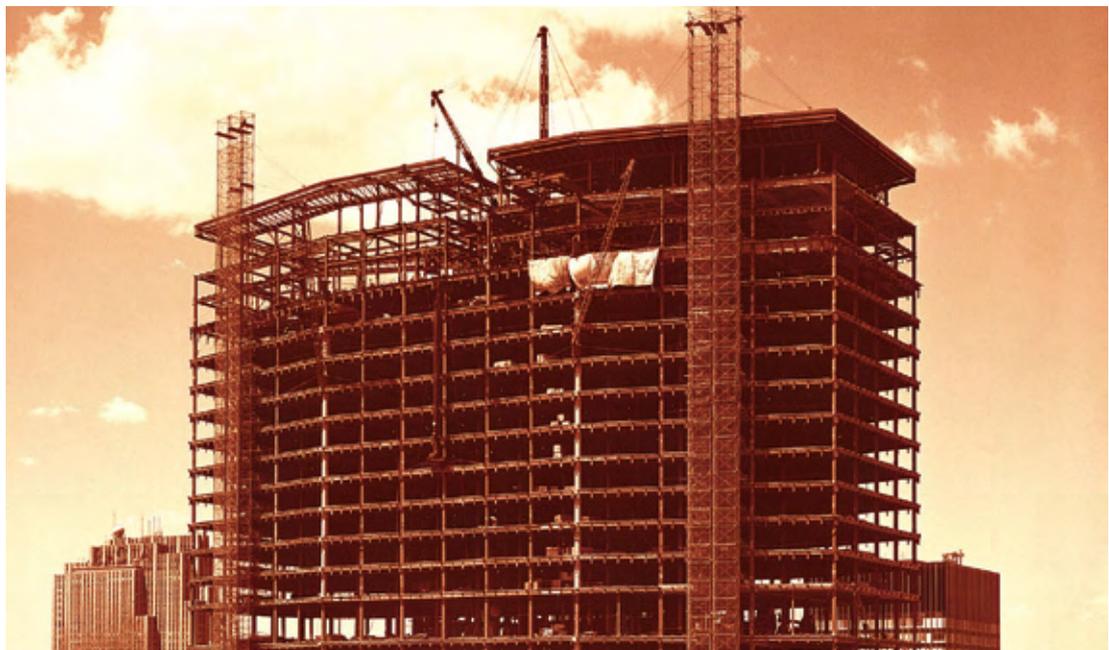
El CTE DB SE actualiza la anterior NBE-EA 95 con respecto a las estructuras de acero estableciendo los requisitos relativos a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio, así como a su durabilidad.

Regula también la prescripción de estructuras de madera y las cimentaciones, así como en la armonización con la UE de los Eurocódigos.

El objetivo del requisito básico Seguridad Estructural consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

Prescribe la comprobación del edificio analizando datos geométricos, las influencias ambientales, las propiedades de los materiales, las cimentaciones en su adaptación al terreno y los efectos del paso del tiempo que pueden incidir en su resistencia y estabilidad. Se analizan los riesgos indebidos por acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción así como por situaciones extraordinarias desproporcionadas.

La estructura será conforme con el uso previsto del edificio mediante las verificaciones sistemáticas y oportunas para que no se produzcan deformaciones, vibraciones o deterioros que comprometan la seguridad del edificio.



2.2 DB SI. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

En este Documento Básico se han agrupando las medidas a adoptar en función de posibles riesgos. En los diferentes apartados del documento se analizan:

- La propagación de un incendio, tanto interior como exterior al edificio.
- La evacuación de ocupantes del edificio en condiciones de seguridad.
- La instalación de sistemas de detección, control y extinción de un incendio.
- La intervención de los bomberos.
- La resistencia al fuego de la estructura.

Lo expuesto en el mismo se complementa con una serie de normativas asociadas, tales como el RSCEI (Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales), el RIPCI (Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios) y el RD 312/2005 que define las Euroclases.

Como novedad en la presente normativa se controla la emisión de humos durante el incendio, principal causa de fallecimientos en un incendio. También se definen los criterios para el diseño de fachadas, de tal forma que limiten el riesgo de propagación de un incendio a otros sectores o edificios.

El CTE en este DB SI establece una serie de requerimientos básicos, tales como el uso al que está destinado el edificio, definiendo de este modo el nivel de seguridad contra incendios intrínseco. De tal modo que los requerimientos son distintos si el edificio está destinado a uso de residencial, aparcamiento, hospitalario, administrativo, docente, comercial, residencial público y pública concurrencia.

La densidad de ocupación, determina el nivel máximo de ocupación en la superficie del uso o actividad, lo que implicará distintos parámetros de evacuación.

De especial importancia será la determinación de la altura de evacuación del edificio que influye directamente en los parámetros de evacuación.

A raíz de ellos se pueden establecer la seguridad pasiva y el resto de parámetros de exigencias como son sectorización y comportamiento al fuego de

estos sectores en función de la carga de fuego, estableciendo zonas de riesgo alto, medio y bajo, considerando las escaleras de los edificios como zonas de evacuación, junto con sus vestíbulos previos, así como ascensores y espacios ocultos. También se delimita la resistencia y reacción al fuego de los sistemas constructivos y sus materiales, estableciendo parámetros diferenciadores según sus usos y sectores.

Los sistemas de protección activa contra incendios serán de aplicación automática como los sistemas de detección y extinción, control de humos, señalización, alumbrado de emergencia.

Se especifican los medios de posible uso por cualquier persona ocupante de ese edificio en el inicio del incendio, tales como extintores, bocas de incendio equipadas (BIE) y pulsadores de alarma.

Se delimitan Instalaciones de uso exclusivo de bomberos como hidrantes, columna seca y ascensores de emergencia.

Se regulan también las señales de protección activa y evacuación dispuestas a tal efecto, con simbología clara y visible en cualquier circunstancia, con ayuda a las personas discapacitadas.

SISTEMAS PLACO EN LA PROTECCIÓN PASIVA EN CASO DE INCENDIO

Los sistemas de Placa de Yeso laminado Placo pueden formar parte en la compartimentación de los sectores de incendio. Se describen algunos conceptos básicos sobre el fuego en caso de incendio, que serán muy útiles para el diseño, así como para la correcta aplicación en obra de los sistemas indicados.

Reacción al fuego

Es la respuesta de un material al fuego medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión, bajo condiciones específicas de ensayo.

El CTE y las Normativas Europeas Armonizadas califican a los materiales en las Euroclases siguientes:

Euroclases (primera clasificación)

- A1** No combustible. Sin contribución, grado máximo.
- A2** No combustible. Sin contribución, grado medio.
- B** Combustible. Muy limitada contribución.
- C** Combustible. Limitada contribución.
- D** Combustible. Contribución media.
- E** Combustible. Contribución alta.
- F** Sin Clasificar.

Euroclases (segunda clasificación)

OPACIDAD DE HUMOS

- s1** Baja opacidad.
- s2** Media opacidad.
- s3** Alta opacidad.

GOTAS O PARTÍCULAS INFLAMABLES (clasificación adicional)

- d0** Nula caída
- d1** Baja caída
- d2** Alta caída

Las clasificaciones indicadas se determinan según Norma o Ensayos.

A modo de ejemplo podemos indicar que el yeso (como cualquier material inorgánico) ostenta la clasificación A_1 sin necesidad de segunda clasificación ni clasificación adicional. Las estructuras metálicas que conforman los sistemas Stil Prim también se clasifican como A_1 , Las Placas de Yeso Laminado Placo, al cumplir con la norma UNE EN 520 están clasificadas como A2 ,s1, d0 sin necesidad de ensayo.

Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de los sistemas constructivos se determina de acuerdo con los siguientes parámetros:

- R (Resistance):** tiempo que se mantiene la capacidad portante del elemento.
- E (Integrity):** tiempo que se mantiene su integridad.
- I (Insulation):** tiempo que se mantiene el criterio de aislamiento térmico.

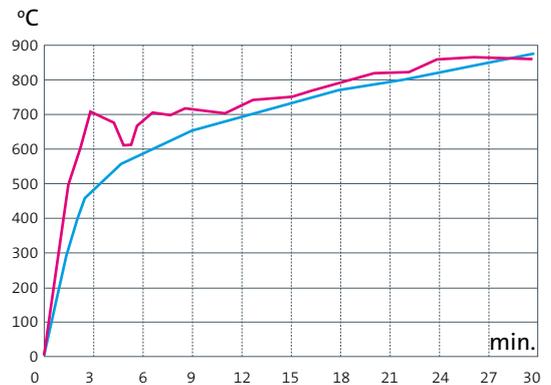
En todos los casos las clasificaciones normalizadas de resistencia al fuego tendrán los niveles de 30-45-60-90-120-180 y 240 minutos y en los ensayos se clasificarán por defecto.

CURVA NORMALIZADA DE TIEMPO-TEMPERATURA

Es la curva nominal definida en la norma UNE-EN 1363:2000 para representar un modelo de fuego totalmente desarrollado en un sector de incendio y que simula la evolución real tiempo temperatura.

Queda definida por la expresión:

$$20+345\text{Log}_{10}(8t+1)$$



La curva normalizada teórica es la indicada en color azul.

En la práctica de los ensayos, la curva real es la indicada en color rojo. Ello es debido a que los termopares de placa y los internos del horno, son extremadamente sensibles, dificultándose la regulación de la llama para adaptar el calor interno a la curva normalizada.

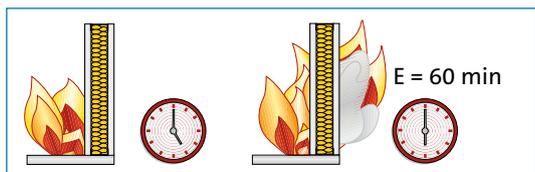
Resistencia al fuego

Capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un periodo de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo de normalizado correspondiente.

Elementos no portantes

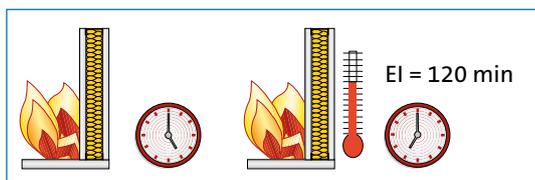
Son los que como los sistemas Placo están destinados al cierre de espacios, para que estos queden protegidos de las vistas, del calor, del ruido y del fuego pero sin ninguna misión portante de otros elementos constructivos. Su clasificación de resistencia al fuego en minutos la determinarán los parámetros E e I.

Integridad "E"



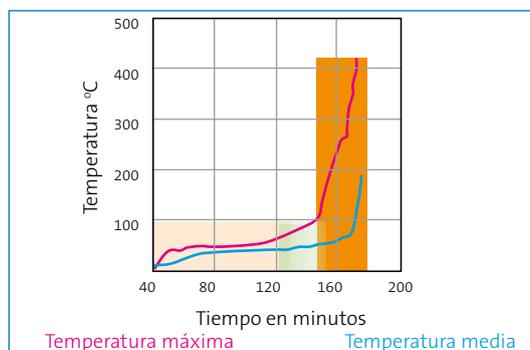
Tiempo transcurrido desde el inicio del fuego hasta que en la cara no expuesta se detecten llamas o gases inflamables (se mantiene su integridad). El tiempo se expresa en minutos con la notación "E". Ensayo según UNE EN 1364-1:2000.

Aislamiento Térmico "I"



Tiempo transcurrido desde el inicio del fuego hasta que en la cara no expuesta alcance una temperatura puntual de 180°C o media de 140°C (criterio de aislamiento térmico).

Evolución de las temperaturas en la cara no expuesta al fuego



En el gráfico se expresa la evolución típica del ensayo de resistencia al fuego de un tabique Placo.

Como el agua hierve a 100°C, la temperatura de la cara no expuesta no superará los 100°C hasta que toda la contenida en los poros de la placa se haya evaporado. Además el yeso se calcina produciéndose la reacción típica $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Calor} = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. La energía necesaria retarda la elevación de la temperatura produciendo la característica línea de valle (zona rosa del gráfico). En esta fase la temperatura del horno no supera los 800°C.

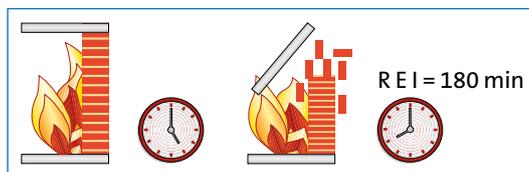
Tras la calcinación completa del yeso, el residuo (sulfato cálcico), armado por las fibras de vidrio, sigue actuando como capa aislante (zona verde).

Las placas empiezan a derrumbarse cuando pierden su integridad, lo que provoca un rápido aumento de la temperatura que detectan los termopares adheridos a la cara no expuesta del tabique, deteniéndose el ensayo por temperatura "I" (casi nunca por integridad "E").

Elementos portantes

Son los que están destinados a soportar alguna carga dentro del conjunto de la obra.

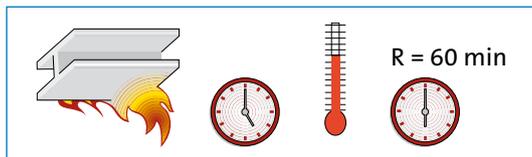
Capacidad portante "R"



Tiempo transcurrido desde el inicio del fuego hasta que el elemento constructivo deje de cumplir su función portante (criterio de capacidad portante).

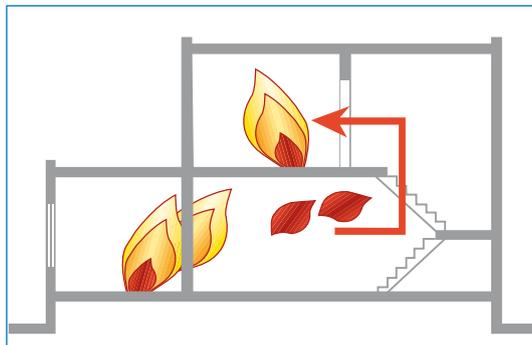
Estructuras metálicas

En las estructuras metálicas solo tiene sentido determinar su capacidad portante "R".



Tiempo transcurrido desde el inicio del fuego hasta que la estructura alcance la temperatura de ruina de 500°C (criterio de capacidad portante).

Sector de incendio



Espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un periodo de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar el incendio para que no se pueda propagar a otra parte del edificio.

Exigencias de CTE DB Seguridad Contra Incendios

Seguidamente se exponen los datos básicos de las exigencias. No obstante para la realización de cualquier proyecto será necesario acudir al citado Código en donde se exponen todas las posibles situaciones.

Paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio	Resistencia al fuego EI			
	Bajo rasante	Altura <15 m	Altura 15-28 m	Altura >28 m
Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso.	No se admite	EI 120	EI 120	EI 120
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo.	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario.	EI 120	EI 90	EI 120	EI 180
Aparcamiento.	EI 120	EI 120	EI 120	EI 120

MEDIANERÍAS Y FACHADAS

Las medianerías o muros colindantes con otro edificio deben ser al menos EI 120.

EUROCLASES DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Situación del elemento Techos y paredes	Clases de reacción al fuego
Zonas ocupables	C-s2,d0
Aparcamientos	B-s1,d0
Pasillos y escaleras protegidas	B-s1,d0
Espacios ocultos no estancos o que siéndolos son susceptibles de iniciar o propagar un incendio	B-s3,d0

2.3 DB HE. AHORRO DE ENERGÍA

La actividad constructiva y en concreto el sector de la edificación tiene una evidente repercusión medioambiental. A pesar de ello en la anterior NBE no se regulaba convenientemente. El creciente consumo de energía en el uso de las edificaciones, ha llevado al actual CTE a fijar medidas de ahorro energético que limiten, en lo posible, las emisiones de dióxido de carbono, sustituyendo, parcial o totalmente las fuentes de energía tradicionales por el empleo de energías total o parcialmente renovables.

Así pues el objetivo del Documento Básico HE "Ahorro de energía" es conseguir un uso racional de

a energía necesaria para utilizarla en los edificios. El documento básico HE especifica parámetros, objetivos y procedimientos para la superación de este objetivo.

LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limiten adecuadamente la demanda de energía necesaria para alcanzar el bienestar térmico.

El DB HE se aplicará en edificios de nueva planta y en las reformas o rehabilitaciones de edificios con una superficie útil de más de 1000 m² donde se actúe en más del 25% del total de sus cerramientos.

Lógicamente se excluyen, edificios que por sus características de utilización deban permanecer abiertos, algunos monumentos históricos, edificios para actividades religiosas, instalaciones industriales, construcciones provisionales y edificios aislados con superficie inferior a 50m².

Procedimiento de verificación de la aplicación de DB HE

En la redacción del proyecto se optará por uno de los dos procedimientos alternativos: Opción simplificada y Opción general.

Opción simplificada

Los valores obtenidos en el cálculo serán inferiores a los valores límite de las transmitancias térmicas en cubiertas suelos, muros y particiones interiores que este documento básico determina en cada zona climática.

Se podrá aplicar esta opción siempre que el porcentaje de huecos de la fachada sea inferior al 60% y el porcentaje de lucernarios en cubierta sea inferior al 5%.

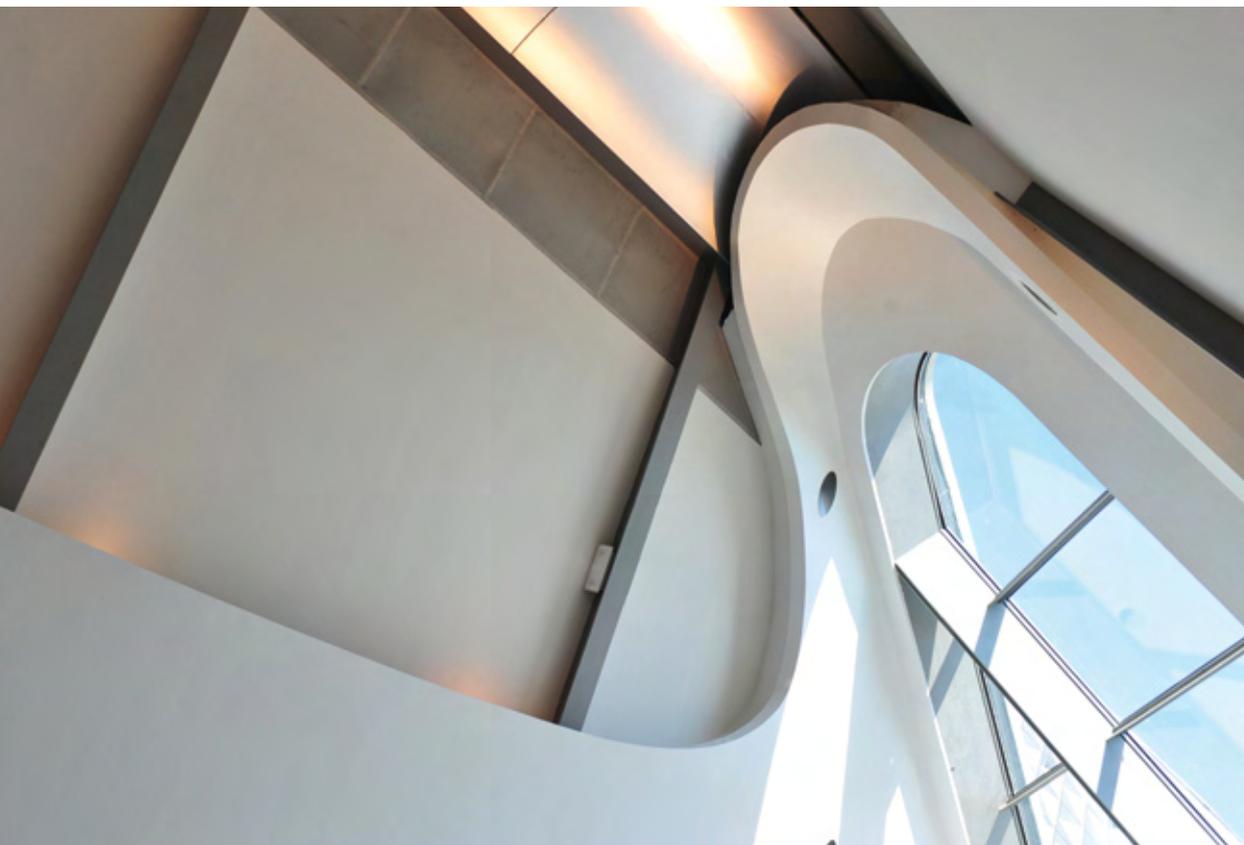
Opción general

Una vez se efectúa un cálculo de la demanda energética total del edificio, los valores obtenidos por cálculo se comparan con los valores mínimos de referencia de la Opción Simplificada. Para facilitar el cálculo la administración facilita un programa informático oficial LIDER (Limitación de la demanda energética).

Esta opción queda limitada cuando se usen sistemas innovadores cuyos modelos no puedan ser introducidos en el programa oficial. En este caso el proyecto justificará las mejoras de ahorro energético mediante simulación o cálculo al uso.

RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Esta exigencia se desarrolla en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE4) y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.





EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Es aplicable tanto a los edificios de nueva construcción como a la rehabilitación de los existentes, con una superficie de más de 1.000 m². También en las reformas de locales comerciales y oficinas en la que se renueven las luminarias.

Se excluyen del ámbito de aplicación, edificios y monumentos con valor histórico, construcciones provisionales, talleres, interiores de vivienda, y alumbrados de emergencia.

Para el ahorro de energía en las instalaciones de iluminación interior, se propondrán sistemas de control que permitan ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como sistemas obligatorios de apagado y encendido manual y sistemas de detección de presencia en zonas de uso esporádico. Se valorará el aprovechamiento de la luz natural y se llevará a cabo un adecuado mantenimiento de las instalaciones de iluminación mediante limpieza periódica y reposición de puntos de luz.

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

En los edificios con previsión de demanda de agua caliente sanitaria, una parte de las necesidades térmicas energéticas derivadas de la demanda se cubrirá mediante la incorporación de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a su emplazamiento. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos. Las exi-

gencias expresadas en este apartado se aplicarán a los edificios de nueva construcción y rehabilitación en los edificios que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta. En estos casos se establecerá una contribución solar mínima anual entre el 30% y el 70%, en función de la zona climática de que se trate de las 5 clasificadas en el DB HE.

CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Este apartado indica que, en determinados edificios y a partir de una determinada superficie o capacidad, se incorporen sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos. La potencia mínima exigida dependerá de la zona climática donde se ubique el edificio, del tipo de uso del edificio y de la superficie construida.

El diseño y cálculos justificativos de la instalación fotovoltaica deben incorporarse al proyecto general del edificio, como cualquier otra instalación del mismo, y al igual que el resto de instalaciones del edificio, deberá ser legalizada por el órgano competente de la comunidad autónoma.

Las instalaciones fotovoltaicas se conectarán en la red interior del edificio, para consumo interno, o en la red de distribución de la compañía eléctrica, para suministro a la red. En cualquiera de las dos opciones, deberán cumplir con el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y con el Real Decreto 1663/2000, sobre conexión a la red eléctrica de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

CONCEPTOS TÉRMICOS BÁSICOS

Calor

El calor es una forma de energía que, como tal, puede pasar a otra forma sin destruirse ni crearse. La Caloría es la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua destilada de 14,5°C a 15,5°C a nivel del mar (una atmósfera de presión).

Unidades y equivalencias

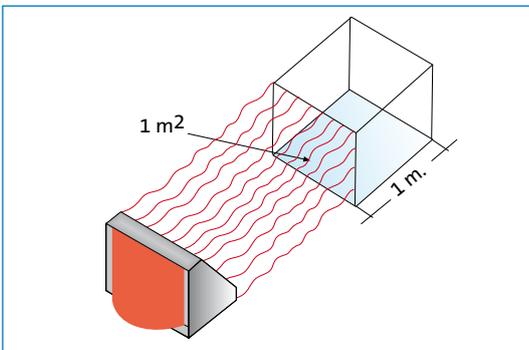
Una kcal es igual a 1.000 cal. Una caloría es equivalente a 4,1855 J.

El Vatio es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Su símbolo es W y es el equivalente a 1 Julio por segundo.

El Julio es la unidad de energía y se define como el trabajo realizado por la fuerza de 1 Newton en un desplazamiento de 1 metro.

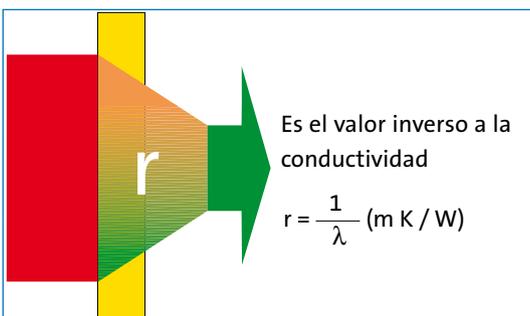
El Julio es igual a 1 Vatio por segundo.

Conductividad térmica

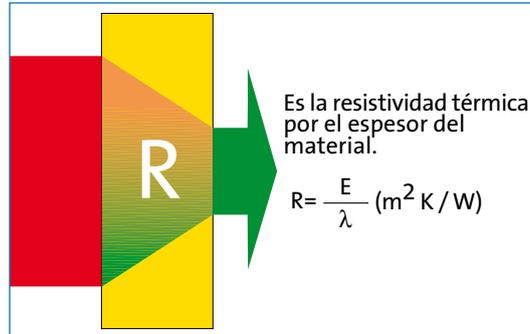


Es la cantidad de calor (Kcal) que pasa en una hora en un material a través de 1 m² de su superficie y con un espesor de 1 m. cuando la diferencia de temperaturas es de 1º K. Su unidad es el λ en W/mK.

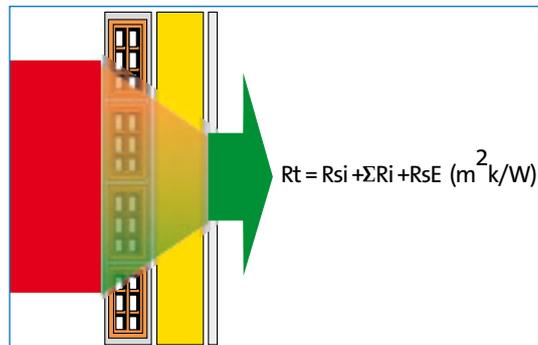
Resistividad térmica



Resistencia térmica interna



Resistencia térmica total



ZONIFICACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra mayúscula correspondiente a los valores de invierno, y un número que corresponderá a los valores en verano. Todos estos valores están tabulados por capitales de provincia se hallan en el DB HE.

Tabla D.1. Zonas Climáticas del DB HE

Severidad climática Verano de 1 a 4	A4	B4	C4		E1	
	A3	B3	C3	D3		
			C2	D2		
			C1	D1		
	Severidad climática Invierno de A a E					

Determinación de la zona climática

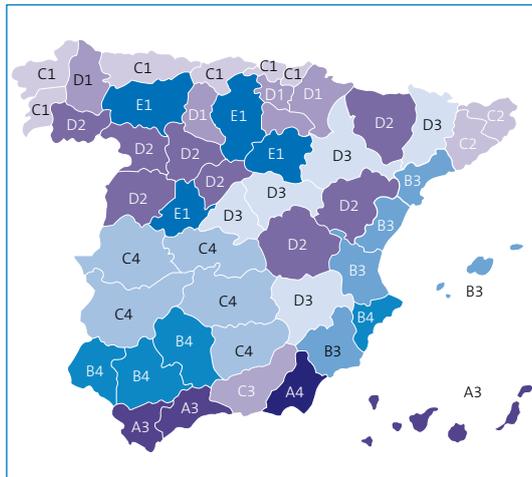
La severidad climática en invierno combina los grados día y la radiación solar de la localidad. Se definen cinco divisiones correspondientes a los siguientes intervalos de valores.

Combinando las cinco divisiones de invierno con las cuatro de verano se obtendrían 20 zonas distintas de las cuales se han retenido solamente 12.

Para las zonas A1 y A2 se consideran las mismas exigencias de la zona climática A3.

Para las zonas B1 y B2 se consideran las mismas exigencias de la zona climática B3.

Para las zonas E1, E2 y E3 se consideran las mismas exigencias de la zona climática E1.



Transmitancia Térmica máxima de cerramientos y particiones interiores en W/m² K

En edificios de viviendas, las particiones interiores que delimitan las unidades de uso con sistemas de calefacción con zonas comunes no calefactadas tendrán, en todas las zonas, una transmitancia $U = 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ($U = 1/Rt$).

EJEMPLO DE TRANSMITANCIAS MÁXIMAS APLICADAS A UNA ZONA CLIMÁTICA

Zona Climática D₃:

Albacete, Ciudad Real, Guadalajara, Lleida, Madrid, Zaragoza.

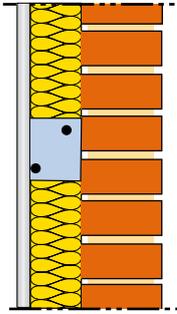
Transmitancias máximas:

1. Cubierta $U < 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 2. Muros y Fachadas $U < 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 3. Medianerías $U < 1,00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 4. Suelos $U < 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Particiones interiores $U < 1,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



ALGUNAS SOLUCIONES

Trasdosado en fachada U=0,61 W/m² K

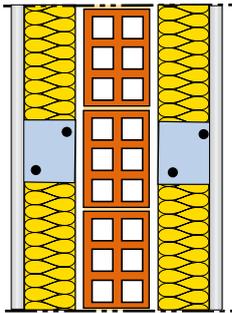


Fábrica de 1/2 Pie de ladrillo cara vista con enfoscado de 15 mm. Estructura metálica de 48mm. Una placa de yeso laminado de 15 mm, dando un ancho total de trasdosado de 63 mm. Lana mineral Placover 45.

Aire exterior	0,04
1/2 PIE LP	0,15
Enfoscado de cemento	0,02
Lana mineral Placover 45	1,25
BA 15	0,06
Aire interior	0,13
RT	1,65

Transmitancia U =0,61 W/m² K

Doble trasdosado en medianeras U=0,33 W/m² K

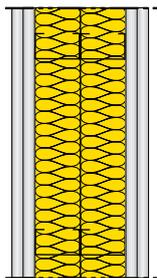


Fábrica de ladrillo doble hueco de 8 cm con enlucido de yeso 12 mm por ambas caras. Doble trasdosado con estructura metálica de 48mm. Una placa de 15 mm, por cara y Lana mineral Placover 45.

Aire interior	0,13
BA 15	0,06
Lana mineral Placover 45	1,25
Enlucido de Yeso	0,03
LDH de 80 mm	0,18
Enlucido de Yeso	0,03
Lana mineral Placover 45	1,25
BA 15	0,06
Aire interior	0,13
RT	3,02

Transmitancia U =0,33 W/m² K

Doble estructura en medianeras U=0,26 W/m² K

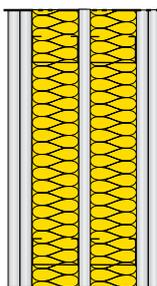


Dos placas BA 15 a cada lado de una doble estructura metálica de 70 mm y otra placa BA 15 intermedia. Lana mineral Placover 60 en ambas cámaras

Aire interior	0,13
Dos BA 15	0,12
Lana mineral Placover 60	1,50
Dos cámaras de aire	0,30
Lana mineral Placover 60	1,50
Dos BA 15	0,12
Aire interior	0,13
RT	3,80

Transmitancia U =0,26 W/m² K

Doble estructura con placa intermedia en medianeras U=0,26 W/m² K



Dos placas BA 15 a cada lado de una doble estructura metálica de 70 mm y otra placa BA 15 intermedia. Lana mineral Placover 60 en ambas cámaras

Aire interior	0,13
Dos BA 15	0,12
Lana mineral Placover 60	1,50
Cámara de aire	0,15
BA 15	0,06
Cámara de aire	0,15
Lana mineral Placover 60	1,50
Dos BA 15	0,12
Aire interior	0,13
RT	3,86

Transmitancia U =0,26 W/m² K

CONDENSACIONES INTERSTICIALES

Las condensaciones intersticiales que se producen en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

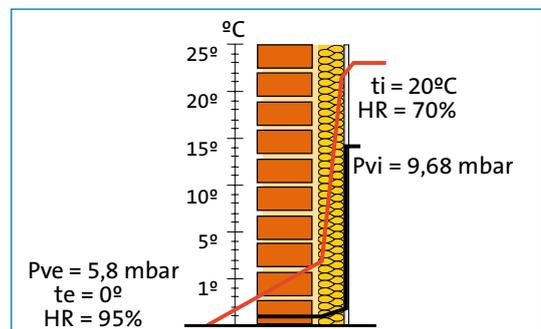
Para que no se generen condensaciones intersticiales se deberá comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

En el DB HE se define el método de cálculo y se exponen las tablas de humedades relativas y temperaturas por capitales de provincia y mes.

El mismo documento indica que en ausencia de datos más precisos, se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para todos los meses del año y una humedad relativa máxima del 70%.

SOLUCIONES

Al realizar el trasdosado propuesto con placa PPV 15 sobre un cerramiento exterior con ½ pie de ladrillo perforado y lana mineral de 40mm en las condiciones extremas que se indican vemos que no se producen condensaciones intersticiales. Así pues si se proyecta cuidando los puentes térmicos de fachada, la placa con barrera de vapor de aluminio (Resistencia al vapor=4009,6 MNs/gm) solventa cualquier problema de condensación intersticial.

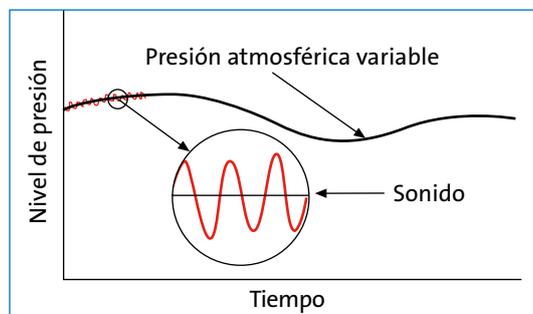


2.4 DB HR PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

FUNDAMENTOS DE ACÚSTICA

El sonido

El sonido es la sensación auditiva causada por las perturbaciones de un medio material elástico; fluido o sólido, básicamente aire. Es el resultado del estímulo de los elementos sensoriales del oído humano.



Una fuente sonora crea vibraciones. Estas vibraciones se transmiten por medio de ondas que se propagan en el aire, también en los líquidos y en los sólidos.

En una vivienda las ondas sonoras emitidas por las palabras, un altavoz de radio, un instrumento musi-

cal, etc., hacen vibrar el aire circundante. Este aire vibrante, cuando tropieza con una pared, le transmite su energía. La pared al vibrar transmite el sonido al aire de su otra cara y así sucesivamente a otras paredes, objetos, ventanas... La onda sonora se propaga prácticamente a través de cualquier material (aire, vidrio, hormigón, madera, agua, piedra,...) perdiendo cada vez parte de su energía y por lo tanto debilitando su presión sonora en cada contacto.

El ruido se considera como uno de los principales factores de malestar en nuestra sociedad. El requisito básico para la protección contra el ruido es limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, las molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios. Un aislamiento acústico óptimo es la única solución para protegerse de la contaminación sonora.

Para satisfacer los objetivos previstos, los edificios se proyectarán, se construirán y se mantendrán de tal forma que los elementos constructivos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión al ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido de vibraciones.

El oído humano

El oído es el órgano a proteger frente el exceso de ruido. El Documento Básico HR Protección frente al ruido del CTE, establece criterios acústicos para el diseño y la construcción de edificios, para que así ocurra.

El oído externo es el que capta las ondas sonoras y las transmite al oído medio para que a su vez el oído interno las transfiera al cerebro para su interpretación.

Una fuerte presión sonora instantánea u otra de menos presión pero repetitiva en el tiempo puede dañar gravemente al tímpano, de tal manera que una vez dañado no pueda transmitir las vibraciones ordinarias al oído medio y este al interno y al cerebro. La disminución del nivel de audición por debajo de lo normal se denomina hipoacusia.

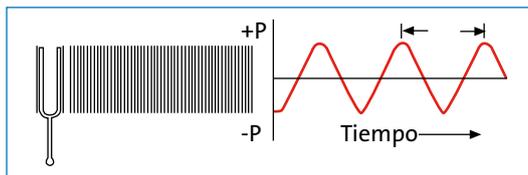


La velocidad del sonido es la distancia que recorre una onda en un segundo.

El aire es el medio habitual de propagación del sonido. También el sonido se propaga a través de cualquier otro medio elástico.

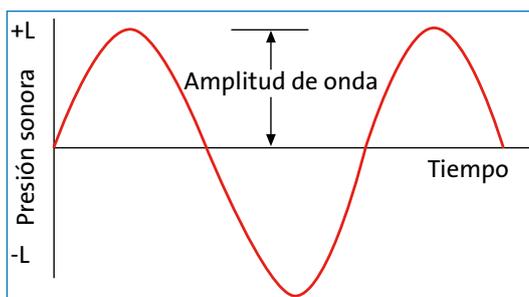
La velocidad del sonido depende del medio, generalmente la velocidad del sonido es mayor en los sólidos que en los líquidos y en los líquidos mayor que en los gases.

En el aire la velocidad del sonido es de 344 m/s, en el agua es de 1500 m/s y en el acero es de 5000 m/s. Cuanto más denso sea el medio, mayor será la velocidad del sonido a través suyo.



AMPLITUD DE LA ONDA SONORA

La amplitud de una onda sonora es la máxima presión de una onda (positiva o negativa). A mayor presión sonora, el sonido se oye más "fuerte".



PRESIÓN SONORA EN DECIBELIOS (dB)

Por definición cualquier presión se valora en unidades de fuerza por unidad de superficie; en el sistema internacional SI, (Newtons / metro cuadrado) $N/m^2 = 1$ Pascal.

El oído humano tiene un rango de percepción muy amplio : entre 20 μPa (umbral de audición) hasta 100 Pa (umbral por dolor). Es por ello que la presión acústica se mide en Decibelios dB, (diez veces un Bello). Es una unidad adimensional ya que se deduce al comparar la presión mínima audible y real medida por diez veces su logaritmo.

$$L_{dB} = 10 \log(I/I_0)$$

PARÁMETROS DEL SONIDO

Longitud de onda λ :

Es la distancia entre zonas consecutivas en estados idénticos de compresión y depresión.

Frecuencia f:

Número de ciclos por unidad e tiempo. Se expresa en ciclos por segundo o hercio.

EJEMPLOS DE FRECUENCIAS Y LONGITUDES DE ONDA EN EL AIRE

Frecuencias en HZ	Longitudes de onda en m.
100	3,04
500	0,69
1.000	0,34
2.000	0,17
4.000	0,09

Velocidad del sonido C:

Es constante en un medio determinado. En el aire a 22°C es de 345 m/s. También varía con la humedad relativa y la presión atmosférica.

Relación entre presiones acústicas N/m² y dB

Ejemplos	I (N/m ²)	I ₀	I/I ₀	Log	Log x 10
Vehículos pesados	200	0,00002	10.000.000	7	70 dB
Lavadora	20		1.000.000	6	60 dB
Orador en conferencia	2		100.000	5	50 dB
Conversación por móvil	0,2		10.000	4	40 dB
Voz normal	0,02		1000	3	30 dB
Ordenador	0,002		100	2	20 dB
Ruido de fondo	0,0002		10	1	10 dB
Umbral de audición	0,00002		1	0	0 dB

Las expresiones en decibelios (dB), son comparaciones logarítmicas (en base 10) entre magnitudes del mismo tipo, por tanto son adimensionales.

Debido a ello Las presiones acústicas expresadas en dB's no se pueden sumar y restar aritméticamente. Para realizar estas operaciones tendremos que usar la fórmula logarítmica:

$$L_x = 10 \text{ Log}(\sum 10^{L_i/10})$$

EJEMPLO 1

30 dB + 35 dB.
 $L = 10 \text{ Log}(10^{30/10} + 10^{35/10})$
 $L = 10 \text{ Log}(1000 + 3.162) = 10 \text{ Log}(4.162) = 36,19 \text{ dB}$

EJEMPLO 2

25 dB + 25 dB.
 $L = 10 \text{ Log}(10^{25/10} + 10^{25/10})$
 $L = 10 \text{ Log}(316.227 + 316.227) = 10 \text{ Log}(632.455) = 28 \text{ dB}$

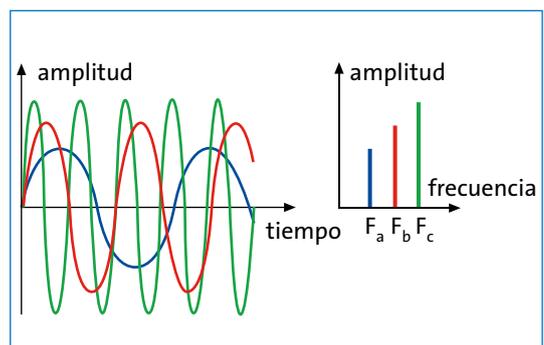
Como vemos en los ejemplos 1 y 2, al duplicar la presión sonora en dB, la presión sonora total aumenta aproximadamente solo en 3 dB.

Otra razón para operar con decibelios es que nuestro oído tiene una percepción subjetiva parecida a los incrementos en escalas logarítmicas. Si consideremos que la media de un instrumento musical es de unos 45 dB, es evidente que la suma de todos los instrumentos musicales de una orquesta sinfónica,

tocando a la vez no incidirán en nuestros oídos con 45dB x 80 = 3.600 dB.

FRECUENCIAS DE LA ONDA SONORA

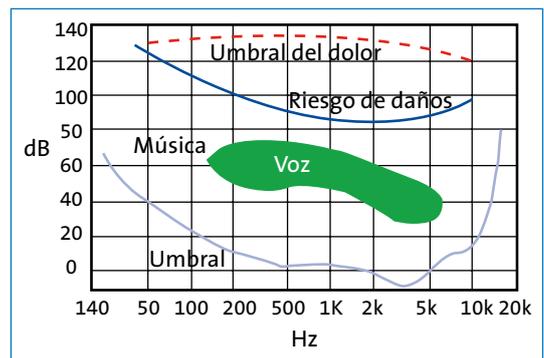
El sonido está constituido generalmente por distintos tonos o frecuencias. Los tonos agudos tienen una alta frecuencia, es decir están constituidos por numerosas vibraciones por segundo o hercio. A más frecuencia menor longitud de onda y más la longitud de onda menor frecuencia y por lo tanto tonos graves. Las altas frecuencias traspasan más fácilmente las barreras físicas, además nuestro oído oye mejor las altas que las bajas frecuencias. A pesar de ello las altas frecuencias son más fáciles de aislar que las bajas, ya que entre otras razones, su menor longitud de onda permite ser atrapada por los materiales aislantes fibrosos.



CAMPO AUDIBLE, PRESIÓN SONORA Y FRECUENCIAS

Nuestro oído tiene unas limitaciones de audición propias, debido tanto a la presión de emisión en dB como a su frecuencia Hz.

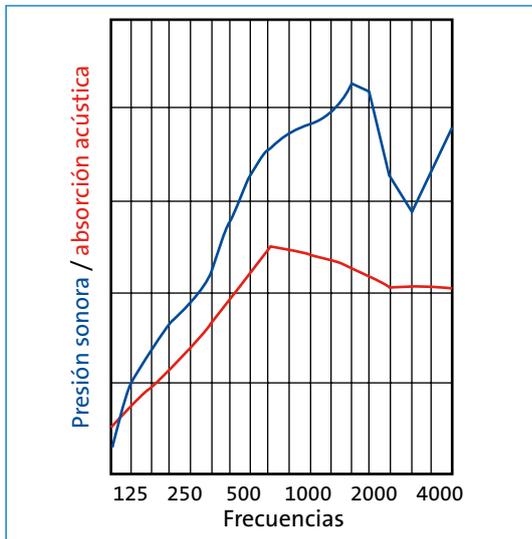
En el cuadro adjunto se muestran de forma aproximada los parámetros y límites de la actividad humana tanto de emisión como de audición.



ESPECTRO DE FRECUENCIAS O ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

Como hemos visto, los sonidos brutos naturales están compuestos por distintas frecuencias y presiones. También los valores de absorción son distintos para cada frecuencia.

En la representación gráfica de estos fenómenos acústicos básicos, en el eje de abscisas se exponen los valores de las distintas frecuencias. El hercio Hz (ciclos/seg) es la unidad comúnmente empleada. En el eje de ordenadas, figurará la presión acústica en dB o α^w cuando se trate de evaluar absorciones.



acústico debido a que esta medición se aproxima a la forma de percepción de la audición humana.

Octava	1/3 de Octava
125	100
	125
	160
250	200
	250
	315
500	400
	500
	630
1.000	800
	1.000
	1.250
2.000	1.600
	2.000
	2.500
4.000	3.150
	4.000
	5.000
8.000	6.300
	8.000
	10.000

CURVAS ISOFÓNICAS

Son curvas de igual sonoridad y representan la relación entre la frecuencia y la presión acústica en dB de dos sonidos para que éstos sean percibidos igual de “intensos” a lo largo del espectro frecuencias, con lo cual, cualquier punto sobre una misma curva tiene la misma sonoridad. (Los percibimos igual de fuerte).

El valor que referencia la denominación de la curva se corresponde a la intensidad en dB que tiene un sonido a 1kHz.

FRECUENCIAS EN OCTAVAS O TERCIOS DE OCTAVA

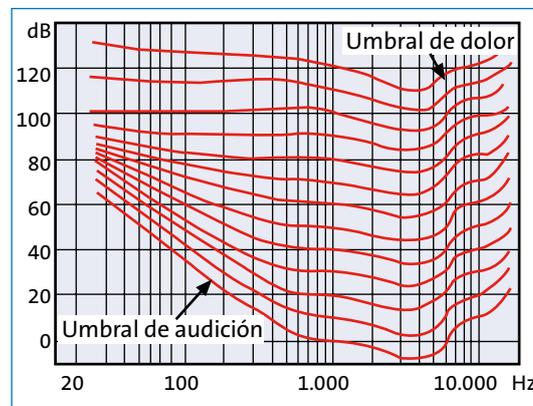
La gama de frecuencia auditiva generalmente se separa en bandas de octava, normalizadas por la norma ISO 266, en donde cada banda específica se representa por su frecuencia de centro, a saber: 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1KHz, 2 KHz, 4 KHz, 8 KHz, y 16 KHz, que cubre la mayoría de la gama de las frecuencias audibles y están espaciadas por una relación de dos.

La frecuencia entre f_1 y f_2 es tal que $f_2=2.f_1$ (Hz)

$$f_c = \sqrt{f_1 \cdot f_2} \text{ (Hz)}$$

f_c es la frecuencia central

Un tercio de octava es, la tercera parte de una octava. Desde un punto de vista musical, un tercio de octava equivale a cuatro semitonos. Los tercios de octava se utilizan para afinar más en el estudio

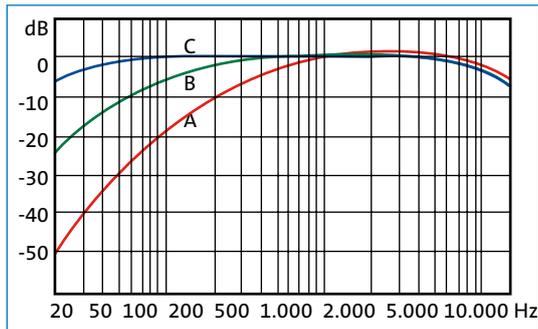


EJEMPLO:

Un tono puro a 1kHz de 40dB producirá la misma sensación auditiva que un tono puro a 100Hz de 60dB.

CURVAS DE PONDERACIÓN

Las curvas de ponderación tienen como objetivo filtrar los valores objetivos obtenidos por ejemplo de un sonómetro para aproximarlos a la respuesta del oído humano.



Ponderación A

Aproximada a la curva isofónica 40 fon. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano.

Frecuencia Hz	Ponderación	Frecuencia Hz	Ponderación
100	-19,1	800	-0,8
125	-16,1	1.000	-0,0
160	-13,4	1.250	-0,6
200	-10,9	1.600	1
250	-8,6	2.000	1,2
315	-6,6	2.500	1,3
400	-4,8	3.150	1,2
500	-3,2	4.000	1
630	-1,9	5.000	0,5

Ponderación B

La ponderación B se usa para niveles intermedios y es similar a la curva A, excepto porque la reducción de bajos es mucho menor, aunque todavía significativa (-10 dB a 60 Hz). Estudios recientes demuestran que es la mejor ponderación para usar en la medida de niveles de escucha musical.

Ponderación C

La ponderación C es muy similar a la B en agudos, y apenas aporta atenuación de las frecuencias graves. Se planteó para la evaluación de ruidos de alto nivel.

ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA

Es la parte de la acústica que trata de la relación con los sonidos en la construcción y en su entorno. Por lo general, se divide en:

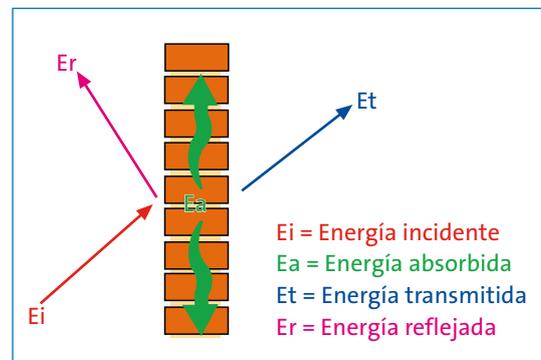
Acondicionamiento acústico

Estudio para mejorar la calidad acústica en el interior de los recintos.

Aislamiento acústico

Estudio de la protección frente a los ruidos y las vibraciones.

COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE UNA PARTICIÓN



Una parte de la presión sonora E_i que incide sobre una partición queda absorbida por la misma, otra parte se refleja y otra parte de la misma se transmite al otro lado de la superficie expuesta, de tal manera que:

$$E_i = E_a + E_r + E_t.$$

El valor de cada sumando dependerá de la naturaleza de la partición.

AISLAMIENTO ACÚSTICO PAREDES SIMPLES (LEY DE MASAS)

La experiencia ha demostrado que en una pared monolítica (fábrica cerámica, bloques de hormigón, hormigón en masa etc.) cuanto más pesa por m^2 (masa por unidad de superficie) más aísla. Este aislamiento se puede determinar aproximadamente por medio de las fórmulas empíricas siguientes.

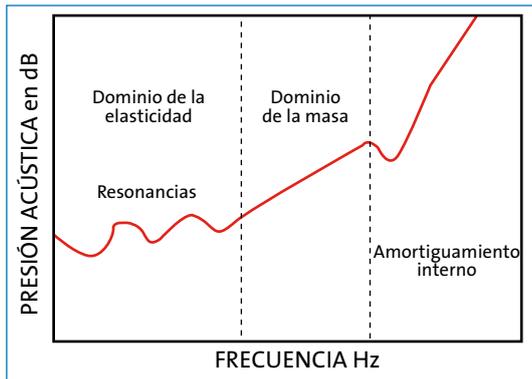
$$m < 150\text{Kg}/m^2 \quad R = 16,6 \log m + 5 \text{ en dBA}$$

$$m > 150\text{Kg}/m^2 \quad R = 36,5 \log m - 38,5 \text{ en dBA}$$

El valor del aislamiento es global y por tanto no se puede apreciar su comportamiento frecuencial.

ANÁLISIS FRECUENCIAL DE UNA PARED SIMPLE

Si esta misma partición monolítica se ensaya en laboratorio, el espectro presentará una curva de aislamiento acústico similar a la presentada.



Como vemos el aislamiento real de una pared simple va más allá que la ley de masa. En el cuadro anterior se representan los parámetros de mayor influencia tales como; la rigidez, las resonancias, la masa, y sobre todo la frecuencia crítica o de coincidencia.

Las frecuencias resonantes debido al dominio de la elasticidad, normalmente quedan situadas en las bajas frecuencias poco audibles.

De una manera simple se puede definir la frecuencia crítica como la frecuencia a partir de la cual se produce el fenómeno de coincidencia. Esta coincidencia dependerá de las propiedades elásticas del material y de su espesor.

Es evidente que la capacidad de aislamiento de una partición monolítica dependerá casi exclusivamente de esta frecuencia y en el diseño convendrá situarla en el campo menos audible posible.

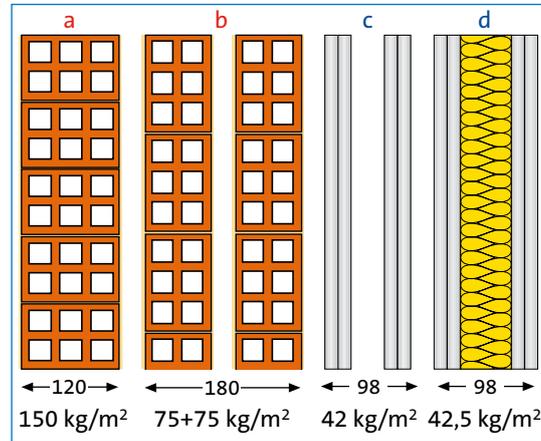
La frecuencia crítica se puede conocer de forma analítica según la expresión:

$$f_c = \frac{c^2}{2\pi \cdot d} \sqrt{\frac{12\rho}{E} (1-\mu^2)}$$

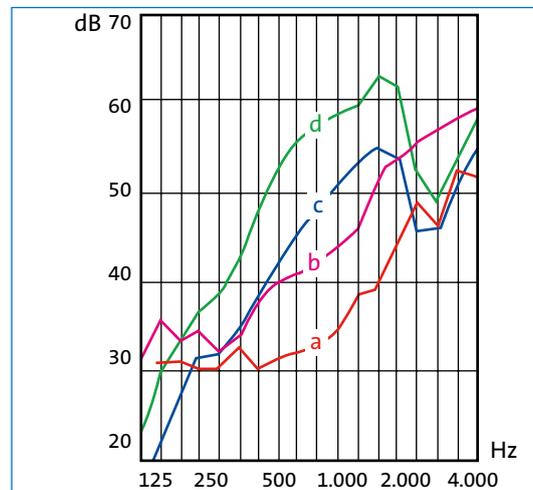
Siendo:

- c.- Velocidad del sonido en el aire (m/seg).
- d.- Espesor de la pared.
- ρ .- Densidad del material de la pared (Kg/m³).
- μ .- Coeficiente de Poisson.
- E.- Modulo de Young (N/m²)

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE PAREDES DOBLES



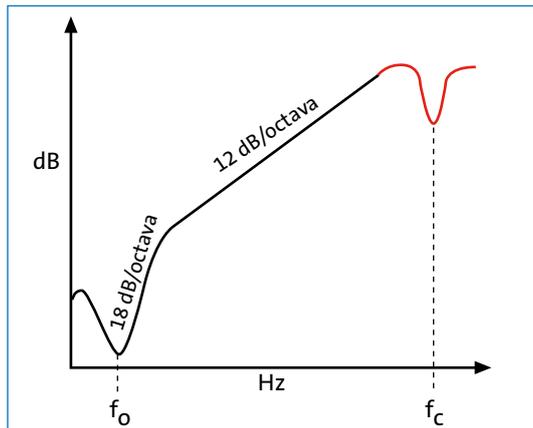
Tal como se aprecia, las mejoras del aislamiento acústico de la doble pared respecto a la pared simple son muy elevadas. Es por ello que la pared doble es un sistema mucho más eficiente, ya que los aislamientos que conseguimos con ella se obtienen con espesores y pesos muy reducidos:



- a) Pared monolítica formada por ½ pie de LHD sin guarnecer con un peso $M = 150 \text{ kg/m}^2$.
- b) Pared anterior disgregada en dos hojas de $m_1 + m_2 = 75 \text{ kg/m}^2$
- c) Si se sustituyen los dos tabiques anteriores solución b) por materiales de menor masa por unidad de superficie, pero flexibles, y por lo tanto con una f_c elevada, se obtendrá un aislamiento acústico superior con menos peso (Fenómeno de Masa Resorte Masa).
- d) El aislamiento acústico se incrementará si se rellena la cámara con un material acústicamente absorbente evitando así las posibles frecuencias de resonancia.

ANÁLISIS FRECUENCIAL DE UNA DOBLE PARED

En los dobles tabiques existen dos zonas problemáticas en el espectro del análisis frecuencial. Estas dos zonas son, la frecuencia de coincidencia (f_c) y la frecuencia de propia del sistema (f_o).



Frecuencia Propia del sistema (f_o).

La frecuencia propia es completamente inevitable, ya que es una característica intrínseca de los sistemas de doble hoja. Por debajo de esta frecuencia el aislamiento de la doble pared es equivalente al de una pared simple de igual masa y por encima de esta frecuencia el funcionamiento acústico de la doble pared es elevado.

$$f_o = 60 \sqrt{\frac{1}{d} \frac{(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}} ; (\text{Hz})$$

Siendo:

m_1 y m_2 las masas superficiales de cada hoja en (kg/m^2) y d la distancia entre tabiques (m).

Para poder solucionar la pérdida de aislamiento provocada por la frecuencia propia, lo más adecuado es diseñar el doble tabique de tal forma que f_o esté situada en las frecuencias poco audibles por el oído humano. Según la anterior fórmula, las dos opciones posibles para desplazar esta frecuencia son o aumentar la masa del cerramiento o aumentar la separación entre las dos hojas.

Frecuencia de Coincidencia o Crítica (f_c).

El aislamiento acústico varía también con la dirección de incidencia de las ondas sonoras.

Existe una frecuencia y ángulo de incidencia de la onda sonora sobre el tabique en donde la longitud de onda incidente proyectada coincide con la longitud de onda de flexión del panel entrando las ondas en fase y reforzándose. El resultado es un menor aislamiento acústico.

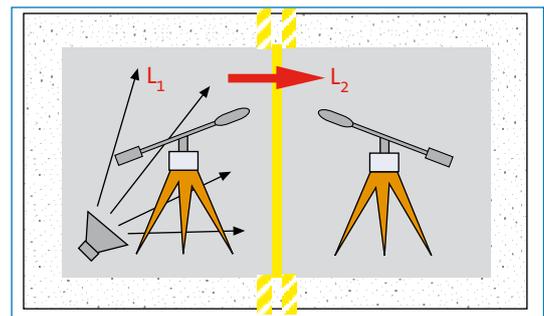
Si bien el resultado final es similar al de la frecuencia natural (Menor aislamiento sonoro), las causas son distintas. La frecuencia crítica f_c es la coincidente con la longitud de onda del tabique cuando flexiona libremente.

La localización de esta frecuencia en el espectro del aislamiento acústico del tabique doble dependerá de también de la masa superficial del tabique (Kg/m^2), y de su rigidez a la flexión (N m).

Sin embargo esta "caída" del aislamiento se produce en la zona de las altas frecuencias y cuando el valor del aislamiento ya es muy alto.

En los casos que se requiera un gran aislamiento incluso a altas frecuencias, habrá que emplear hojas diferentes con distinta masa superficial. De este modo, la frecuencia de coincidencia de una hoja (f_{c1}) será distinta a la de la otra hoja (f_{c2}).

ENSAYOS DE PARTICIONES EN LABORATORIO



Para comparar de forma objetiva las distintas particiones, se realizan ensayos normalizados en laboratorios acreditados según UNE-EN ISO 140-3:1995.

En síntesis el ensayo consiste en la instalación de una partición entre dos cámaras: una emisora y otra receptora del sonido. En la sala emisora se producirá un sonido normalizado (por lo general rosa), se mide mediante un sonómetro la presión acústica en ambas cámaras obteniéndose por diferencia simple el aislamiento bruto en dB.

$$D = L1 - L2 \text{ (dB)}$$

Para obtener el aislamiento acústico normalizado o índice de reducción acústica R (UNE EN ISO 140-3) se sumará al aislamiento bruto un parámetro geométrico y de absorción acústica.

$$R = D + 10 \log S/A$$

Siendo S el área de la superficie en m² del elemento constructivo ensayado y A el área de absorción acústica equivalente del recinto receptor.

ENSAYOS DE PARTICIONES IN SITU

Un mismo elemento constructivo ensayado en su ubicación real, dará distinto valor de aislamiento (por lo general menor) que en el laboratorio. Ello será debido a las transmisiones indirectas a través de los forjados uniones entre tabique y solados, etc. También el resultado se verá afectado por la diferente geometría y absorciones. De ahí que al aislamiento "in situ" se le distinga con el parámetro R'.

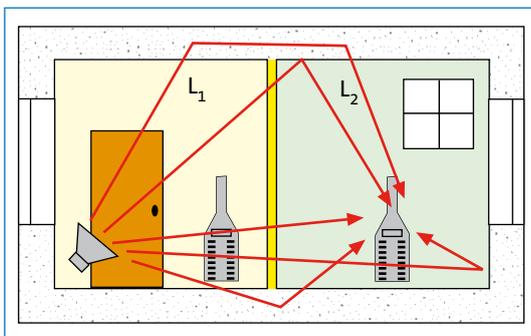
$$R' = D + 10 \log S/A$$

Dado que en la práctica sería difícil realizar mediciones geométricas y de absorción, la UNE EN ISO 104 y el DB HR del Código Técnico de Edificación, establecen el índice D_{nt}.

$$D_{nt} = L_1 - L_2 + 10 \log T/T_0$$

En donde T es el tiempo de reverberación medido in situ y T₀ es el de referencia (0,5 seg.)

El DB HR distingue el aislamiento del ruido de tránsito exterior en fachadas con el índice D_{2m,nt}. En este caso la medición in situ de la presión acústica de inmisión se realiza a dos metros de la fachada.

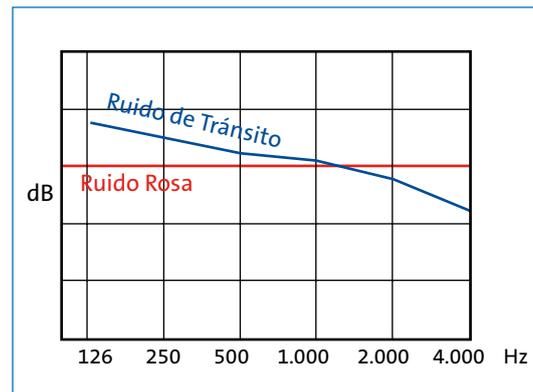


RUIDO ROSA Y RUIDO DE TRÁNSITO

Tanto en el laboratorio como in situ, las emisiones de ruido para los ensayos se realizan con un espec-

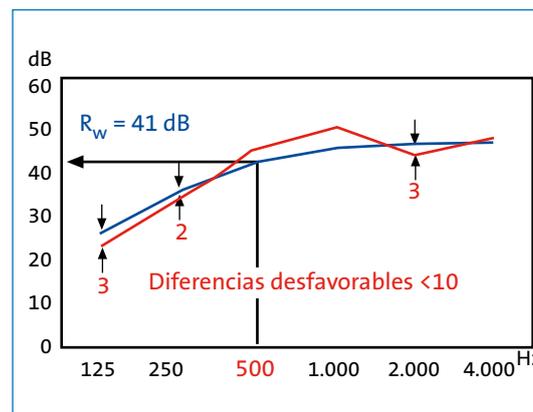
tro normalizado. Este espectro quiere semejarse a ruidos domésticos (música, habla, lavadoras, etc.) y se denomina Rosa.

En las mediciones para ensayos de fachadas se utiliza el espectro de ruido de tránsito.



VALOR GLOBAL DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO R_w

El aislamiento acústico de cualquier elemento constructivo es distinto para cada frecuencia. Con tal motivo se establece un gráfico que relaciona frecuencias Hz y presiones dB (espectro frecuencial). Con el fin de simplificar y poder comparar con un solo número distintos aislamientos acústicos, la UNE EN ISO 717 establece el procedimiento para determinar en cada caso este valor global. Para ello se opera de la siguiente manera:



La curva de aislamiento obtenida por ensayo entre las frecuencias de 100 a 3150 Hz se compara con la de referencia ISO, desplazándola hasta que la suma de diferencias negativas sea lo mayor posible pero, inferior a 10 en 5 octavas o inferior a 16 en 6 octavas o inferior a 32 en tercios de octava. El valor R_w es el valor que, toma la curva desplazada a 500 Hz.

Términos de adaptación espectral

El R_w así obtenido viene acompañado de un paréntesis con dos valores de adaptación (C;Ctr), de tal forma que cuando el ruido incidente es rosa se usa el valor C y cuando el ruido incidente es de tráfico, el símbolo es el Ctr.

EJEMPLO:

R_w (C;Ctr) = 59 (-1;-5) dB
58 dB ruido rosa, 54 dB ruido de tráfico

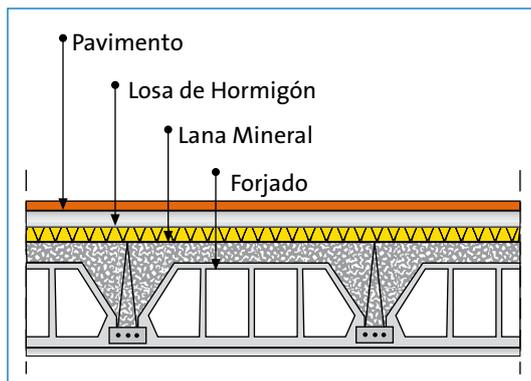
El DB del CTE incluye un nuevo valor R_A , medido en dBA. Este valor se obtiene de la media de los aislamientos acústico que recorre las frecuencias de 100 hasta 500 Hz, se expresa con un decimal y se aproxima al valor R_w de aislamiento a ruido rosa.

Si tomamos como base el aislamiento del elemento anterior, su R_A sería 58,8 dBA.

RUIDO DE IMPACTOS

Los ruidos de impacto son aquellos que se generan al golpear un elemento constructivo sólido en un edificio. Por lo general se producen y se transmiten en los forjados y muros de carga y son debidos a fuertes pisadas, caídas de objetos, arrastre de muebles, etc.

Los edificios deben construirse de tal manera que la presión acústica no se transmita tampoco por fuentes de emisión de impacto. El buen comportamiento a ruido aéreo de un forjado, en general de una masa elevada, no implica una buena atenuación a los ruidos de impacto. Forjados con masas elevadas muchas veces resultan insuficientes para atenuar ruidos de impacto. Es por ello que el aislamiento debe incrementarse con elementos adicionales.



Para mejorar el aislamiento acústico a ruido de impacto es necesario tratar directamente la superficie que recibe el impacto del recinto emisor. El sistema más usual en los forjados es instalar una solera flotante.

Esta solera se instalará entre el forjado y el acabado superficial del suelo, que es el que recibe los impactos. Está compuesto por dos partes: un elemento rígido que se apoya en otro elástico. Este último queda instalado entre el elemento rígido, (solera) y la cara superior del forjado.

La parte rígida del sistema normalmente está constituida por una losa de hormigón de unos 5 cm de espesor o por placas de yeso laminado.

Para conformar la capa elástica intermedia se utilizan diferentes tipos de materiales elásticos, tales como las lanas minerales de alta densidad, el polietileno, el poliestireno expandido etc.

El nivel normalizado de la presión sonora L_n , referido a una absorción sonora de 10 m² de un elemento constructivo horizontal, se refiere a la excitación sonora producida en laboratorio por una máquina de impactos normalizada según UNE EN ISO 140-6.

$$L_n = L + 10 \log \frac{A}{10} \text{ dB}$$

Siendo:

- L**.- El nivel de presión sonora en la sala receptora.
- A**.- El área de absorción equivalente de la sala receptora.

La notación L'_n se refiere al resultado, también en dB, del ensayo realizado in situ de acuerdo con la UNE EN ISO 140-7.

Por lo general las mediciones in situ se realizan obteniéndose previamente el tiempo de reverberación en la sala receptora. Una vez obtenido de acuerdo con la UNE EN ISO, se establece la notación:

$$L'_n = L - 10 \log \frac{T}{0,5} \text{ dB}$$

Siendo:

- T** = El tiempo de reverberación medido en la sala receptora.
- 0,5** segundos valor de referencia para viviendas.

En ambas expresiones se obtiene magnitudes globales.

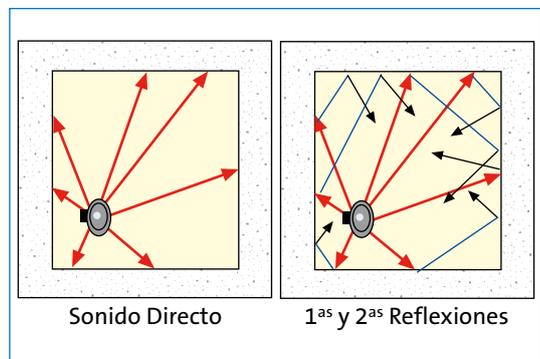
ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El acondicionamiento acústico en un recinto trata sobre la presión acústica dentro del mismo, bien transmitida desde el exterior, bien producida dentro de él. El adecuado acondicionamiento dependerá de la geometría, del tipo de superficie que conformen las caras internas del local, de los objetos y personas que existan dentro de él. Acondicionar un local de forma adecuada dependerá del control de las reflexiones de sus superficies envolventes (paredes, techos, suelos, ventanas, puertas...). También de las superficies halladas por las ondas sonoras dentro del recinto (personas, muebles, etc).

Reverberación y absorción

Cuando una onda sonora choca con una superficie, parte de su energía se absorbe, otra se transmite a zonas contiguas y otra es reflejada al interior del mismo recinto. Después de las primeras reflexiones, aparecen las segundas reflexiones (cola reverberante). Si las superficies son duras y por lo tanto reflectantes la presión sonora en un punto concreto del espacio será superior que si las superficies son absorbentes. Por supuesto la potencia sonora de emisión no se modifica.

Puede que en ciertos casos interese este aumento de la presión sonora: por ejemplo en audición de cierto tipo de música. En otros la reflexión del sonido perturba la audición de la palabra; por ejemplo en las aulas. Y en otros interesa combinar los dos fenómenos como por ejemplo, en los teatros de ópera.



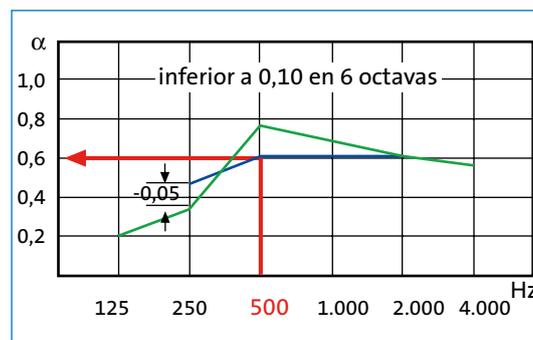
La energía sonora producida en un recinto cerrado establece un campo sonoro y en un punto determinado de su espacio habrá una presión sonora compuesta por el sonido directo y el sonido reverberante.

No existe ningún material cuya superficie sea totalmente absorbente o totalmente reflectante.

La capacidad de absorción de la superficie de los materiales se establece por medio de un coeficiente propio que recorre una escala desde valor cero (totalmente reflectante) a uno (totalmente absorbente). Este coeficiente se expresa en sabines y su notación es α .

$$\alpha = \frac{\text{Energía absorbida}}{\text{Energía incidente}}$$

También en este caso, la absorción varía con la frecuencia. Con el fin de simplificar y poder comparar con un solo número las distintas absorciones acústicas la UNE EN ISO 11654 establece el procedimiento para determinar en cada caso este valor global. Para ello se opera de la siguiente manera: La curva de aislamiento obtenida por ensayo entre las frecuencias de 125 a 400 Hz se compara con la de referencia normalizada, desplazándola hasta que la suma de diferencias negativas sea lo mayor posible pero, inferior a 0,10 en 6 octavas. El valor α_w es el valor que toma la curva desplazada a 500 Hz.



Algunos autores complementan el valor de este coeficiente con una letra entre paréntesis por ejemplo; $\alpha_w = 0,6 (L)$. Esta letra orienta sobre cual es la zona frecuencial con mayor absorción:

- Mayor absorción menos 250 Hz (L)
- Mayor absorción de 500 a 1000 Hz (M)
- Mayor absorción de 2000 a 4000 Hz (H)

Existen otros coeficientes globales de absorción, tales como:

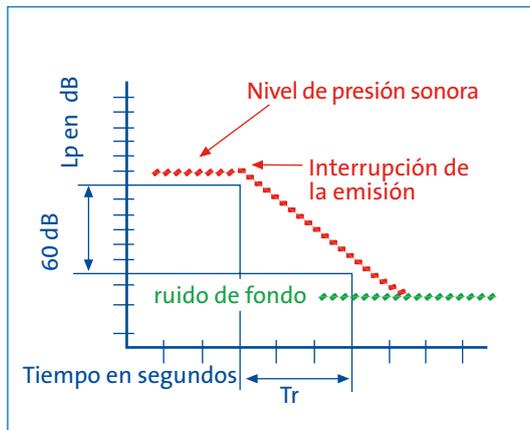
El NRC: media aritmética de los valores en las frecuencias 250, 500, 1000 y 2000.

El α_m : media aritmética de los valores en las frecuencias 500, 1000 y 2000. Es la que utiliza el DB HR del Código Técnico de Edificación.

Los materiales acústicos absorbentes reciben las ondas bajo distintos ángulos de incidencia más o menos aleatorios. Por ello, que los ensayos normalizados en laboratorio se realizan en cámaras reverberantes, considerándose que es un valor medio para todos los ángulos de incidencia. Por lo general, el coeficiente de absorción de cualquier material absorbente es bajo a frecuencias inferiores debido a la mayor magnitud de las longitudes de onda incidentes.

Existen varias publicaciones en donde se indican los coeficientes de absorción de distintos elementos y materiales. En nuestro manual Soluciones constructivas en techos, se detallan las absorciones correspondientes las placas para techos suspendidos fabricadas por Placo.

Tiempo de reverberación



Es el tiempo en segundos que tarda un sonido en bajar 60 dB una vez interrumpido totalmente el mismo. Este valor se puede establecer mediante la fórmula de Sabine:

$$Tr = \frac{0,16 \cdot V}{\Sigma A}$$

En donde:

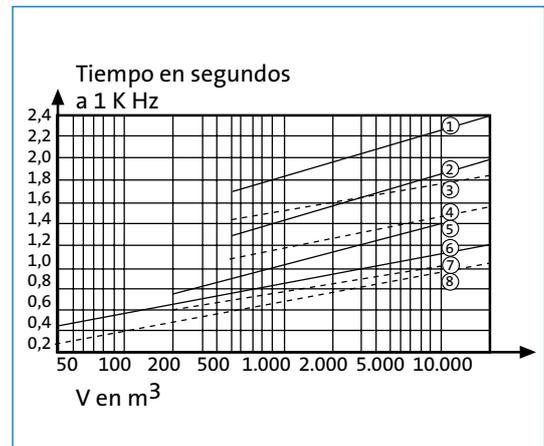
V = Volumen del local en m^3
 A = Área de absorción ($\alpha_w \cdot S$) $\left\{ \begin{array}{l} \alpha_w = \text{Coef. de absorción} \\ S = \text{Superficie en } m^2 \end{array} \right.$

Existen otras fórmulas tales como la de Eyring o la de Millington. No obstante, por lo general se aplica

la expresada de Sabine. Cualquiera de ellas se usa para la predicción en el diseño del local. La medición in situ se realiza mediante fuentes sonoras instantáneas y sonómetros adecuados. Como ya se ha indicado, esta medición es indispensable para la medición también in situ del aislamiento acústico entre recintos.

ALGUNOS EJEMPLOS DE TIEMPO DE REVERBERACIÓN:

En función del uso y del volumen de la sala, el ábaco adjunto indica una aproximación de los tiempos de reverberación óptimos a 1.000 Hz.



1. órgano
2. música sinfónica
3. órgano (grabación)
4. ópera
5. Jazz y música de cámara
6. palabra
7. palabra (grabación)
8. música y palabra (grabación)

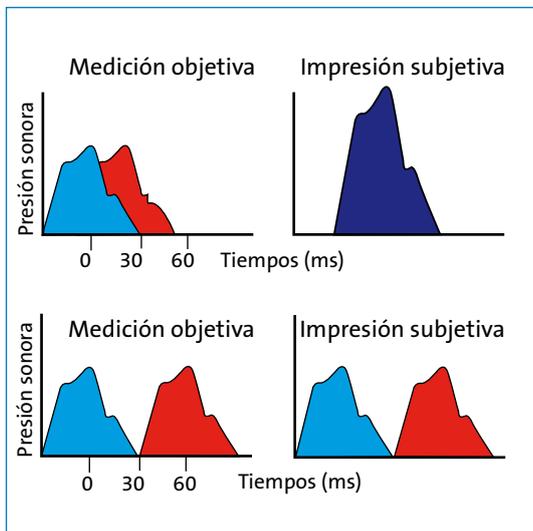
INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA

Todas aquellas reflexiones que llegan a un oyente dentro de los 60 ms (milisegundos) desde la llegada del sonido directo, el cerebro humano nos las diferencia y las procesa como un solo sonido de un nivel más elevado.

Cuando los sonidos emitidos son palabras, tales reflexiones contribuyen a mejorar su sonoridad y por lo tanto la inteligibilidad.

Por el contrario cuando las reflexiones tienen un retardo superior a los 60 ms, se producen ecos que el oído es capaz de discernir entre los sonidos des-

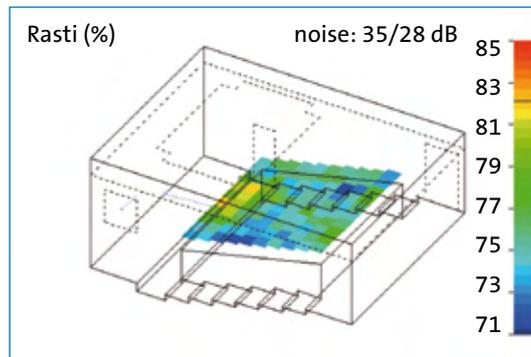
fasados en el tiempo, produciéndose una perturbación en la comprensión oratoria.



MEDIDA DE LA INTELIGIBILIDAD

Aparte del perjuicio que representa para la inteligibilidad de la palabra la existencia de ecos, la comprensión de un mensaje oral depende fundamentalmente de la correcta percepción de sus consonantes.

A principios de la década de los años 70, el investigador holandés V. M. A. Peutz llevó a cabo un exhaustivo trabajo experimental a partir del cual estableció una fórmula para el cálculo de la inteligibilidad. Para el desarrollo de su estudio, realizó una serie de pruebas de audición con personas, basándose en la emisión de un conjunto preestablecido de "logatomos" (palabras sin significado formadas por consonantes - vocales - consonantes). La mayor o menor percepción de las consonantes se clasificaron porcentualmente. De tal manera se determinó la Pérdida de Articulación de Consonantes en %, o lo que es lo mismo % ALCons "Articulation Loss of Consonants" %. Una vez obtenidos estos datos con experiencias en distintos locales y audiencias, estableció una fórmula empírica que, a partir del conocimiento de una serie de parámetros acústicos del recinto en estudio, permite hallar el valor de % ALCons en cada punto del mismo, sin necesidad de tener que realizar las laboriosas pruebas de audición. Haciendo uso de la teoría acústica estadística, Peutz dedujo que el valor de % ALCons en un punto dado se podía determinar, a partir del conocimiento del tiempo de reverberación RT y de la diferencia entre los niveles de presión sonora de campo directo.



Existe otro parámetro alternativo que permite cuantificar el grado de inteligibilidad. Dicho parámetro, se denomina STI ("Speech Transmission Index") y su valor oscila entre 0 (inteligibilidad nula) y 1 (inteligibilidad total).

Así mismo la versión simplificada del STI denominada RASTI ("Rapid Speech Transmission Index") es la más usada debido a su rapidez de cálculo.

También se tendrá en cuenta el ruido de fondo cuando este supere el valor de la señal en más de 12 dB.

Existen varios programas informáticos que pueden predecir el coeficiente RASTI en cada punto del diseño de un recinto.

Aparte del perjuicio que representa para la inteligibilidad de la palabra la existencia de ecos, la comprensión de un mensaje oral depende fundamentalmente de la correcta percepción de sus consonantes.

LOS SISTEMAS PLACO Y LA ACÚSTICA

De todo lo expuesto, se puede deducir que los sistemas de placa de yeso laminado Placo, también denominados sistemas de entramado autoportante, aportan importantes y múltiples soluciones a los requerimientos acústicos más exigentes.

Tabiques y particiones

Los tabiques Placo conforman sistemas de masa-resorte-masa, cuyas ventajas frente a las soluciones tradicionales son patententes. Placo posee gran cantidad de ensayos realizados en laboratorios homologados.

Trasdosados

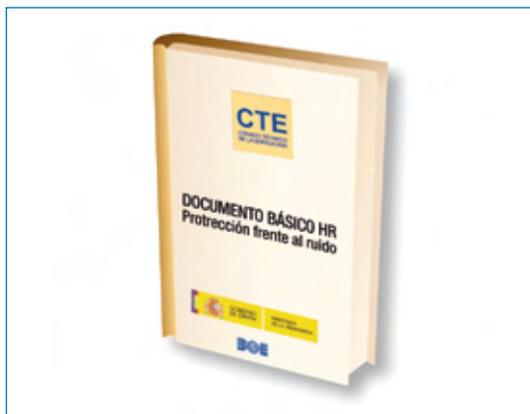
Los trasdosados Placo mejoran sensiblemente, con mínimo peso y espacio, los valores acústicos de cualquier soporte monolítico de fábrica o de hormigón, ya sea por su incremento de aislamiento a ruido aéreo, o bien por su capacidad de absorción acústica a través de sus placas perforadas.

Techos suspendidos

Con independencia de otras ventajas funcionales, los techos Placo aportan un mayor aislamiento acústico al forjado tradicional. También en recintos ruidosos, acondicionan los tiempos de reverberación aportando una estética novedosa y agradable con sus placas perforadas Gyptone y Rigiton.

SINTESIS DEL DOCUMENTO BÁSICO DE PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

En este apartado se pretende clarificar directrices para afrontar la comprensión del Documento Básico DB HR. Lo aquí resumido se halla bajo la perspectiva de los sistemas Placo o como se denominan en el documento "Sistemas de Entramado Autoportante".



El DB HR está redactado para dar protección al usuario y permitirle disfrutar tanto de una vivienda digna y adecuada como para cumplir las exigencias establecidas en el Código Técnico de la Edificación. Con la adecuación a la Ley del Ruido y su desarrollo, además de la aplicación del mismo, se mejora la calidad de la edificación y promueve la innovación y la sostenibilidad.

Es objetivo del CTE - DB HR es elevar los niveles de prestaciones acústicas reglamentarias en respuesta a una demanda social generalizada, acercándolas a la media europea, considerando la transmisión acústica entre recintos, incluida la transmisión de ruido por

flancos, superando así las deficiencias de la NBE-CA 88.

El DB HR regula el ruido aéreo y el de impactos cuando proceden de otras unidades de uso, de zonas comunes del edificio, de recintos de actividad e instalaciones y también de ruidos procedentes del exterior. También establece los límites de tiempos de reverberación en aulas, comedores, restaurantes, salas de conferencias.

En la normativa se exceptúan las obras de ampliación, modificación, reforma y rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral.

También quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su fachada o su distribución o acabado interior.

Así mismo quedan excluidos los recintos ruidosos, que se regirán por su reglamentación específica; los recintos y edificios destinados a espectáculos, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., que serán objeto de estudio especial en cuanto a su diseño, considerándose recintos de actividad respecto a los recintos protegidos y a los recintos habitables colindantes.

Las aulas y las salas de conferencias cuyo volumen sea mayor que 350 m³, serán objeto de un estudio especial en cuanto a su diseño, considerándose recintos protegidos respecto de otros recintos colindantes y del exterior.

NOTACIONES MÁS IMPORTANTES

El DB HR expone en su anejo B una serie de claves o notaciones, muchas de ellas novedosas. A continuación se detallan las más básicas.

L: Nivel medio de presión sonora en un recinto, [dB]

L_A: Nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un recinto, [dBA]

R_w: Índice global de reducción acústica, [dB]

C_r: Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa, [dB]

C_v: Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y ruido de aeronaves, [dB]

R_A: Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A, [dBA]

R' : Índice de reducción acústica aparente de un elemento constructivo medido in situ, [dB]

R'_w : Índice global de reducción acústica aparente, [dB]

R'_A : Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, [dBA]

$D_{nT,w}$: Diferencia global de niveles estandarizada, [dB]

$D_{nT,a}$: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, [dBA]

$D_{2m,nT,Atr}$: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas y en cubiertas, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, [dBA]

L'_{nr} : Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, [dB]

α_m : Coeficiente de absorción acústica medio [Adimensional]

α_w : Coeficiente de absorción acústica ponderado según la UNE EN ISO 11654 [Adimensional]

T : Tiempo de reverberación de un recinto

EXIGENCIAS MÍNIMAS DE AISLAMIENTO A RUIDO AEREO

Elementos de separación vertical

Recintos	Notación	Valor
A recinto habitable	D_{nTA}	>45 dBA
A recinto protegido		>50 dBA
Local de instalaciones a recinto habitable		>45 dBA
Local de instalaciones a recinto protegido		>55 dBA
Zonas comunes sin oberturas a usuarios		>45 dBA
Zonas comunes con oberturas a usuarios		Obertura >50 dBA Muro >54 dBA
Local comercial a usuario		>55 dBA
Medianería a edificio contiguo		>50 dBA
Medianería a solar vecino sin edificar		>50 dBA
Ruido de tráfico a recinto		$D_{2m,nTAtr}$

AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO

Elementos de separación horizontal

Recintos	Notación	Valor
A recinto habitable o protegido	L'_{nTw}	<65 dB
A local comercial		
De local comercial o de instalaciones		
De cubierta transitable		

EXIGENCIA MÍNIMA DE TRANSMISIÓN A RUIDO AEREO ENTRE UN RECINTO PROTEGIDO Y EL EXTERIOR

Ld dBA	USO DEL EDIFICIO			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancia y sala de lectura	Aulas
Ld ≤ 60	30	30	30	30
60 < Ld ≤ 65	32	30	32	30
65 < Ld ≤ 70	37	32	37	32
70 < Ld ≤ 75	42	37	42	37
Ld > 75	47	42	47	42

Valores de aislamiento acústico a ruido aerio $D_{2m,nT,Atr}$ en dBA entre un recinto protegido y el exterior, en función del del índice de ruido día, Ld.

El valor del índice de ruido día, Ld, puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.

Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, Ld, se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias según los siguientes valores:

	Tipo de Área Acústica	Ld dBA
E	Uso sanitario, docente y cultural	55
A	Uso residencial	60
C	Uso recreativo y de espectáculos	68
D	Uso terciario distinto al contemplado en C	65
B	Uso Industrial	70

EXIGENCIA DE LIMITACIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Recintos	Situación	Notación	Tiempo de reverberación
Aulas y salas de conferencias con volumen inferior a 350m ³	Vacias	T	<0,7s
	Con butacas		<0,5s
Restaurantes y comedores	Todo tipo	T	<0,9s

DISEÑO DE EDIFICIOS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL DB HR

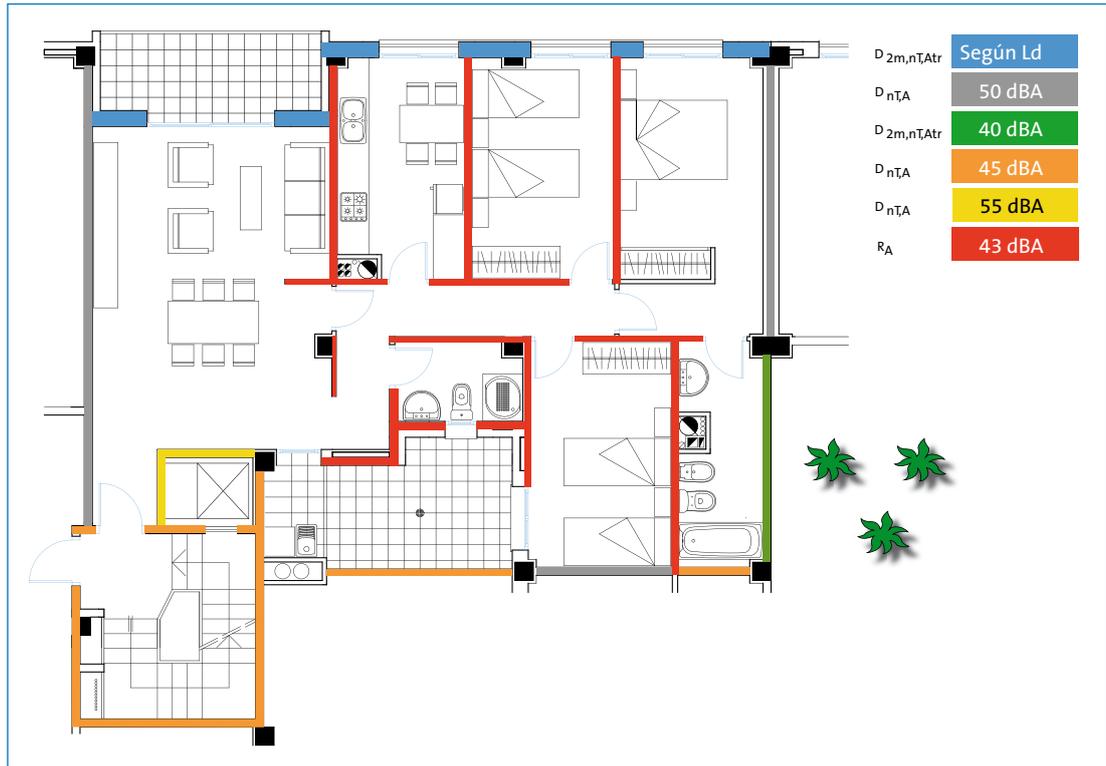
Se identificarán las distintas zonas y la compartimentación de cada recinto para así determinar los aislamientos a ruido aéreo y de impacto de los

distintos elementos constructivos. Los planos de sección en planta servirán para el diseño de las particiones verticales.

$D_{nT,A}$: Diferencia de niveles entre recintos interiores.

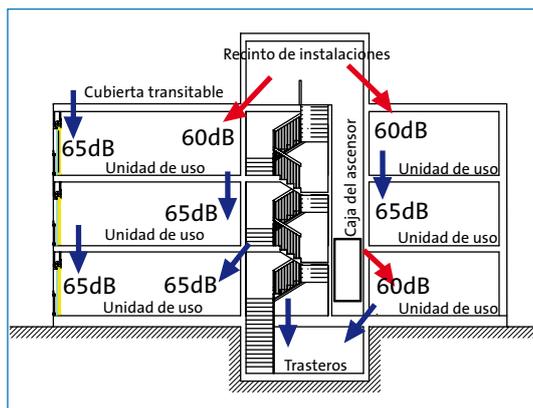
$D_{2m,nT,Atr}$: Diferencia de niveles en fachadas para ruido exterior.

L'_{nT} : Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado.



Los planos de sección vertical serán necesarios para visualizar las transmisiones entre las plantas de un edificio, por ruido de impacto.

Las exigencias relativas a la transmisión a ruido aéreo $D_{nT,A}$ en separaciones horizontales son las mismas que para elementos de separación vertical. Diferencia de niveles entre recintos interiores.



DISEÑO Y DIMENSIONADO DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO

Para que en el uso del edificio se cumplan las exigencias mínimas del DB HR será necesario proyectar el mismo adecuadamente. Para tal fin el propio documento facilita una serie de pautas que ayudan al diseño y dimensionado, tanto de los distintos sistemas constructivos a emplear, como a la disposición de los mismos con el fin de evitar las transmisiones por flancos.

Para seguir el procedimiento de diseño normalizado, existen dos opciones que seguidamente resumimos:

Opción Simplificada

La Opción Simplificada nos ayudará a diseñar edificios de una forma directa. Por mediación de tablas relacionadas se obtendrán los parámetros mínimos necesarios para dar satisfacción a los requerimientos acústicos previstos.

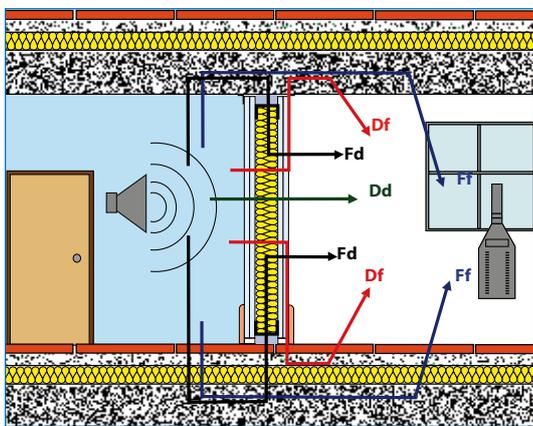
En la tabla 3.1 se definen los parámetros de la tabiquería para la distribución interior. En su tabla 3.2 hallaremos los elementos de separación vertical Placo, definidos como Tipo 1 y Tipo 3. En ellas se precisan las masas superficiales mínimas y los índices de aislamiento requeridos.

En los elementos horizontales de la tabla 3.3 se nos indican las masas superficiales de los forjados y sus índices de aislamiento para restringir la transmisión por ruido de impacto. Además se nos orienta de una manera simple sobre la eficacia de los suelos flotantes y de los techos suspendidos.

Para el diseño de las fachadas recurriremos a las tablas 3.3-3.4-3.5.

Una vez determinados los parámetros mínimos requeridos, elegiremos los sistemas constructivos que cumplan con todos los requerimientos interrelacionados.

Opción general



La opción general se basa en el modelo de cálculo descrito en la norma UNE EN 12354, partes 1, 2 y 3. Este modelo calcula tanto a ruido aéreo como a ruido de impacto las transmisiones entre los distintos recintos de una edificación por adición de todos ellos.

Con esta opción se ajustará mucho más en la determinación de los sistemas a instalar y en las posibilidades de unión entre ellos, de tal manera que para una misma obra el coste final de la misma es probable sea inferior a la diseñada con la opción simplificada.

Por el contrario el proyecto requerirá unos mayores conocimientos acústicos y unos cálculos no muy complicados pero en todo caso muy farragosos.

- La base del cálculo es la siguiente:

Integración y valoración de todos los caminos de transmisión.

$$R' = -10 \log (10 - 0,1RDd + S 10 - 0,1Rff + S 10 - 0,1 Rdf + S 10 - 0,1Rfd) \text{ dB}$$

- Adaptación a la geometría del recinto receptor.

$$D_{nT,A} = R' + 10 \cdot \log (0,16 V/A) \text{ dB}$$

Con el propósito de simplificar la aplicación de la Opción general, el Ministerio de Vivienda, antes de que entrara en vigor la exigencia de la aplicación del DB, ha desarrollado una herramienta informática gratuita. Desde entonces se han desarrollado diversos programas informáticos, que permiten optimizar el proyecto con garantías del cumplimiento del DB HR.

Los datos de aislamientos, pesos, configuraciones etc., necesarios para el cálculo se obtienen del Catálogo de elementos constructivos del DB HR o bien de ensayos realizados por laboratorios acreditados por ENAC. En los capítulos 8, 9 y 10 de este Manual se indican estos datos referentes a los sistemas Placo.

Catálogo de elementos constructivos del DB HR

Para la aplicación de cualquiera de las dos opciones es necesario conocer las características individuales propias de los sistemas a instalar; evaluadas con ensayos en laboratorio y con otros valores según parámetros normalizados.



Los datos de los elementos constructivos más habituales, así como su transversalidad con los demás Documentos Básicos del CTE se hallan en el "Catálogo de Elementos Constructivos" documento de consulta del propio DB HR.

El proyectista podrá utilizar otras soluciones que no estén contempladas en él, siempre que justifique el cumplimiento de las exigencias del DB-HR en paralelo con el resto de documentos básicos que sean de aplicación. El “Catálogo” es un documento vivo en el que se irán incluyendo nuevos elementos constructivos tradicionales o innovadores.

Documentos Reconocidos del Código Técnico de Edificación

El CTE propicia la creación de documentos externos e independientes cuya utilización facilite el cumplimiento de determinadas exigencias denominándolos.

Con tal motivo, los técnicos de la Asociación de Fabricantes de Lanas Minerales, AFELMA y la Asociación Técnica y Empresarial del Yeso, Sección Placa de Yeso Laminado, ATEDY, han realizado un minucioso trabajo para ofrecer una herramienta que sirva de ayuda a los responsables de los proyectos y obras, así como de promotores y constructores, a la hora de elegir los Sistemas Constructivos acordes con las exigencias marcadas en los Documentos Básicos HE (ahorro de energía) y HR (protección contra el ruido) del Código Técnico de la Edificación.



Este estudio y trabajo está fundamentado en la experiencia de estas Asociaciones en los campos técnicos que ocupan, en los numerosos ensayos en poder de sus empresas asociadas y de otros realizados particularmente por las propias asociaciones para el trabajo anterior y aumentado de manera importante con otros nuevos, para dar a éste nuevo soporte un mayor rango de soluciones y completar una base de datos lo suficientemente fiable para poder reflejar en este nuevo trabajo un abanico amplio de soluciones fiables que por otra parte son ya característicos de los Sistemas de Placa de Yeso Laminado o como se definen en el propio CTE “de entramado autoportante”.

Es un trabajo lo suficientemente riguroso para poder dar respuesta a las prestaciones que se requieren no solo en el ya vigente Código Técnico de la Edificación sino también en las diversas normativas autonómicas y locales.

No se ha querido inundar el documento con innumerables soluciones, que sin duda estos Sistemas podían proponer. Por el contrario y para evitar un resultado sin duda engorroso y molesto, se han resumido al máximo posible y de la manera más racional, de forma que el técnico pueda utilizarlo como una guía de claro y fácil manejo para llegar a la Solución requerida.



TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y ABSORCIÓN ACÚSTICA

La opción simplificada consiste en calcular el tiempo de reverberación, adecuándolo a las exigencias por medio de un absorbente acústico solo en el techo.

La opción general se fundamenta en el diseño calculando con el volumen, todas las superficies absorbentes de la sala y así determinar el tiempo de reverberación requerido.

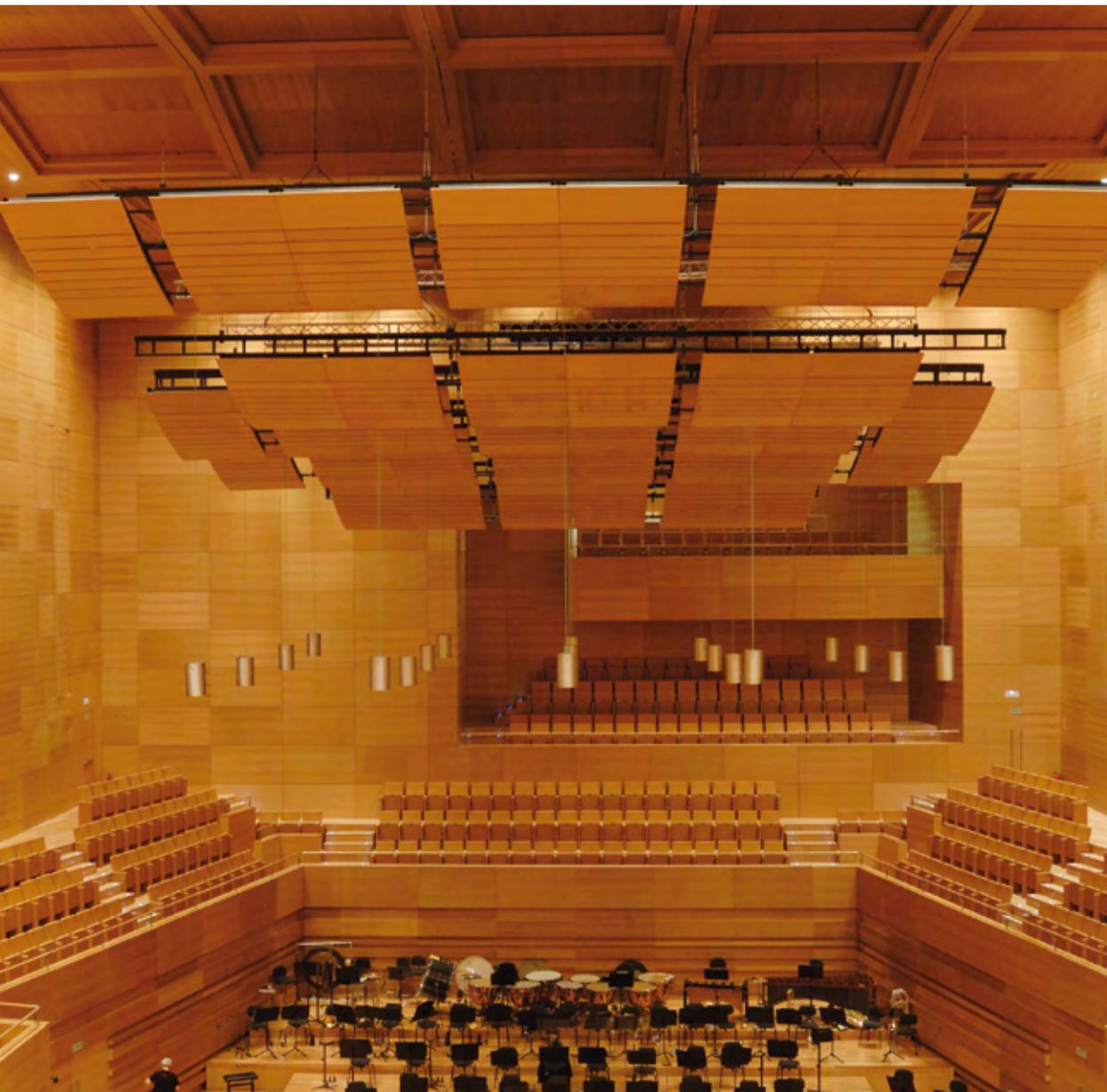
En cualquier caso el método general de cálculo para determinar el tiempo de reverberación T se ba-

sará en la expresión:

$$Tr = \frac{0,16V}{A}$$

V= volumen del recinto en m³

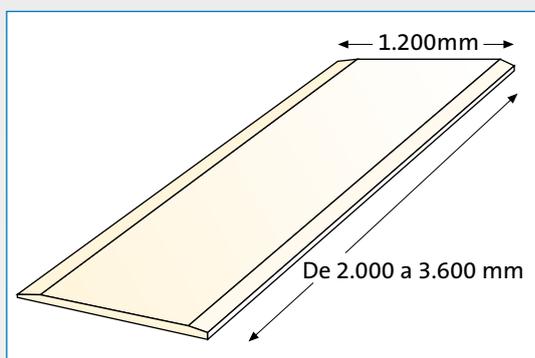
A=absorción acústica total del recinto en m²





3. LA PLACA DE YESO LAMINADO

La Placa de yeso Laminado es un tablero formado por un alma de yeso íntimamente ligada a dos láminas de cartón, que es considerada en los países desarrollados de nuestro entorno como un material básico de construcción por su versatilidad. Con ella, en obra se realizan todas las unidades de albañilería interior con la ventaja de su ejecución en seco.



Las Placas de yeso Laminado Placo son agradables al tacto, difícilmente combustibles, resistentes y aislantes, pudiéndose cortar, atornillar, taladrar, clavar, pegar y decorar con gran facilidad.

Sus bordes longitudinales, recubiertos por cartón, son por lo general afinados, con el fin de permitir el tratamiento de las juntas entre placas, de tal manera que las superficies realizadas con las placas Placo son planas y lisas, resultando sus juntas oculatas, consiguiéndose paramentos continuos incluso en aquellos en los que por su diseño se exigen pa-

ramentos curvos. Por el contrario, los bordes transversales de la placa, no están recubiertos de cartón, siendo visto el alma de yeso.

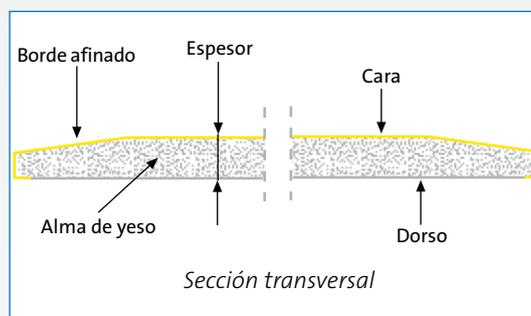
Las dimensiones que caracterizan las Placas de yeso Laminado son:

Longitud: Distancia entre los bordes transversales de la placa. Por lo general, y en función del tipo de placa, varía entre 2.000 y 3.000 mm, siendo la longitud máxima de fabricación de 3.600 mm.

Ancho: Distancia entre los bordes longitudinales. El ancho estándar es de 1.200 mm, aunque Placo también fabrica placa de yeso de 600 mm de ancho.

Espesor: Distancia entre la cara y el dorso de la placa, medido excluyendo los perfiles del borde longitudinal. Los espesores más comunes son:

6 / 9,5 / 12,5 / 15 y 18 mm.



3.1 FABRICACIÓN

Placo produce la placa de yeso laminado en las dos fábricas que posee en España, una ubicada en la lo-



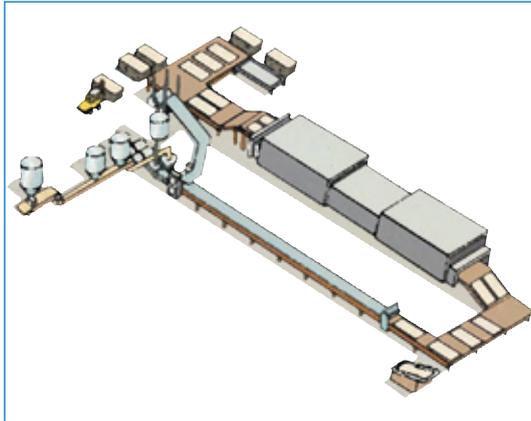
Fábrica de Quinto de Ebro



Fábrica de San Martín de la Vega

calidad de Quinto de Ebro (Zaragoza) y otra en San Martín de la Vega (Madrid).

La Placa de yeso Laminado se obtiene mediante un proceso industrial de fabricación en continuo, totalmente automatizado y controlado informáticamente.



El primer paso es el tratamiento del Aljez o mineral de yeso llegado directamente de la cantera. Es necesario homogeneizarlo, calcinarlo y molerlo, hasta alcanzar un semihidrato de yeso, con la pureza y granulometría adecuadas.

A continuación, al polvo de yeso se le añade en la mezcladora o “mixer”, agua, aditivos y el resto de las materias primas que van a constituir el “alma” de la placa de yeso.

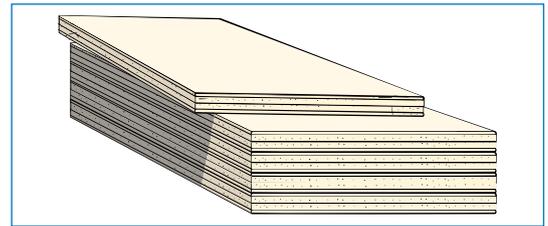
La mezcla se deposita por medio de una tobera en una cinta continua en la que confluyen las dos láminas de celulosa multihoja o cartón, de forma que la mezcla de yeso queda atrapada entre ellas, for-

mándose de este modo el sandwich. Es en esta fase donde la futura placa adquiere el ancho, el espesor y la forma de borde adecuados.

La placa transcurre sobre una banda continua durante el tiempo necesario para que el yeso fragüe y hasta que la placa adquiere una cierta consistencia inicial. Después, es cortada a la longitud programada por medio de una cizalla.

El proceso de secado al que es sometida después de su corte, le proporciona sus características mecánicas estables y definitivas.

Posteriormente, las placas se agrupan dos a dos, dejando enfrentados sus caras con el fin de protegerlas hasta el momento de la instalación, puesto que son las caras de las placas que quedarán vistas en los tabiques, techos o tradosados, siendo por tanto las caras que recibirán la decoración final.



Por último, se forman los lotes o palets de placas, pegando en la placa inferior calas de fibra de madera, permitiendo su manejo mediante carretillas elevadoras durante el almacenaje y la posterior expedición.

3.2 NORMA DE FABRICACIÓN DE LAS PLACAS DE YESO LAMINADO

La Norma de obligado cumplimiento para la fabricación de las placas de yeso laminado en los estados miembros de la Unión Europea es la UNE-EN 520, “Placa de Yeso laminado. Definiciones, especi-

ficaciones y métodos de ensayo” que corresponde con la EN 520 de Octubre de 2004, elaborada por el Comité Técnico AEN/CTN 102 Yeso y Productos en Base Yeso.



3.3 MARCAS DE CALIDAD

Cada país de la UE posee sus propias marcas de calidad, que han de ser ratificadas por el correspondiente Organismo Nacional de Certificación. En España, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), es el organismo oficial acreditado el cual da el derecho de uso de su marca de calidad N.



Por tanto, la marca N de AENOR es una marca de conformidad llevada a cabo por una entidad reconocida como independiente, que atestigua que un producto satisface los requisitos establecidos en determinadas normas o especificaciones técnicas, realizándose durante su proceso de producción las evaluaciones y controles que establecen las normas de referencia en vigor.

A diferencia del mercado CE, la marca N es voluntaria.

Para que un producto o servicio se certifique, es preciso que se superen diversas evaluaciones que incluyen:

- Comprobación del sistema de la calidad aplicado para la fabricación del producto o para la prestación del servicio.
- Toma de muestras y ensayo del producto (tanto en fábrica como en el mercado), o inspección del servicio.

Mediante las inspecciones y ensayos se comprueban las características de los productos o servicios y su conformidad con los requisitos de la norma.

El resultado final es la obtención del certificado por el que se declara la conformidad del producto o servicio y la concesión del derecho de uso de la Marca correspondiente que, a partir de ese momento, podrá utilizarse en los productos o servicios certificados.

Este proceso permite asegurar que los productos o servicios certificados mantienen su conformidad con las normas y que siguen siendo merecedores de llevar este marcado.

También incluye comprobaciones del sistema de la calidad, inspecciones y ensayos realizados sobre muestras obtenidas tanto en fábrica como en el mercado. Estos datos obtenidos permitirán decidir sobre el mantenimiento o no del certificado.

La concesión del certificado AENOR de producto o servicio se gestiona generalmente a través de Comités Técnicos de Certificación, foros en los que están representados fabricantes, empresas explotadoras de servicios, consumidores, usuarios y la Administración, garantizando así la imparcialidad y transparencia del proceso de certificación.

Los placas de yeso laminado Placo, además del mercado CE (obligatorio) poseen la marca de calidad (voluntaria) "N" de AENOR.

En el esquema siguiente, se indican gráficamente las fases que se han de seguir para la obtención de la marca de calidad N, en comparación con las etapas que se han de seguir para la autocertificación del mercado CE.

	1	2	3	4	5	6
	Control de la producción	Ensayo inicial de tipo	Auditoría inicial del sistema de gestión de la calidad	Inspección inicial del control de la producción	Seguimiento anual de la fabricación en el centro de producción: auditoría del sistema de gestión de calidad, Inspección del control de la producción y Ensayos	Seguimiento anual de la producción: toma de muestras y Ensayos
	AENOR	AENOR	AENOR	AENOR	AENOR	AENOR
	Fabricante	Fabricante				



3.4 ALMACENAMIENTO. CARGA Y DESCARGA

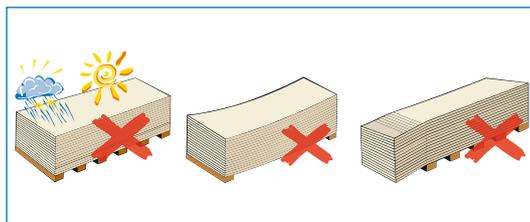
Por sus dimensiones, la Placa de yeso tiene que ser manipulada con especial atención, puesto que un manejo inadecuado, podría dar lugar a su deterioro.

La placa de yeso se suministra en lotes convenientemente acondicionados en su parte inferior con calas de fibra de madera, con el fin de separar las placas del suelo, protegerlas de la humedad superficial y permitir su manipulación mediante el empleo de carretillas elevadoras.

Estas calas tienen una misión fundamental en el buen estado del producto, por lo que debe cuidarse que estén todas colocadas para el correcto almacenamiento de la placa.

ALMACENAMIENTO

Con el fin de evitar el deterioro de las placas, su almacenamiento deberá realizarse sobre pavimentos firmes y horizontales, a cubierto y al abrigo de la intemperie, protegidas del sol y de la lluvia.



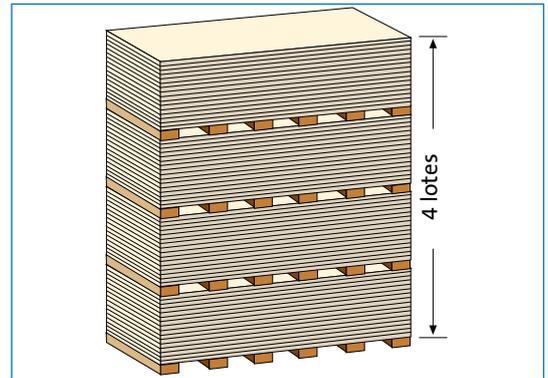
La sobre exposición de la placa a la luz solar, puede originar un amarilleamiento del cartón de los bordes, debido al oscurecimiento de la lignina (componente natural del cartón que al reaccionar con la luz solar, se oscurece lentamente) que contiene el cartón. Esta decoloración podría dificultar la posterior decoración final del paramento a construir.

Puesto que el yeso es un material que es capaz de captar, acumular y ceder vapor de agua, en caso de lluvia el yeso absorbe parte de esa agua, debilitando la resistencia de la placa, pudiéndose producir deformaciones que alteren sus dimensiones originales. Si bien estas deformaciones no tienen por qué alterar las propiedades mecánicas de la placa una vez que el yeso pierde el exceso de humedad, si que podrían dificultar su puesta en obra o alterar el as-

pecto final de la superficie a construir.

En obra se recomienda no sobrepasar una altura máxima de 4 lotes, debiendo estar todas y cada una de las calas correctamente situadas bajo su lote correspondiente, y sobre un suelo plano y horizontal.

En almacén y en condiciones idóneas de planeidad del pavimento, se podrán alcanzar una altura máxima de 6 lotes.



CARGA Y DESCARGA

Para la carga, descarga y transporte de los lotes de PYL se recomienda que las uñas de la carretilla o accesorio de elevación estén separadas al menos 1 m, siendo la distancia recomendada la de la mitad de la longitud de la placa.

En este sentido, se debe prestar especial atención a los lotes de placa de 3.000 mm de longitud.



3.5 TIPOS DE PLACA DE YESO LAMINADO

La placa de yeso que presenta un uso más generalizado es la denominada placa estándar (Tipo A), que proporciona las prestaciones adecuadas a la mayoría de las necesidades de la albañilería interior.

No obstante, variando el proceso de producción, o las materias primas que la constituyen, se pueden modificar las prestaciones de las placas para conseguir:

- Menor capacidad de absorción de agua (Tipo H).
- Mayor cohesión del alma frente a altas temperaturas (Tipo F).
- Mayor dureza superficial (Tipo I).

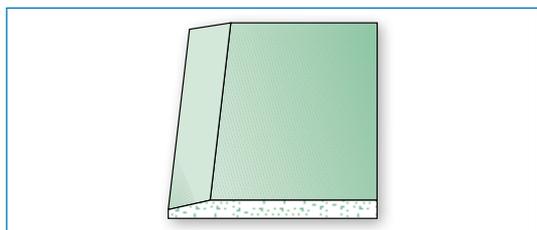
De igual modo, se pueden realizar transformados de la placa una vez fabricada, incorporando al dorso de la placa diferentes materiales.

ESPECIALES POR SU PROCESO DE FABRICACIÓN

Placomarina (PPM)

Placa (Tipo H) que incorpora en su alma de yeso aditivos para reducir la capacidad de absorción de agua de la placa.

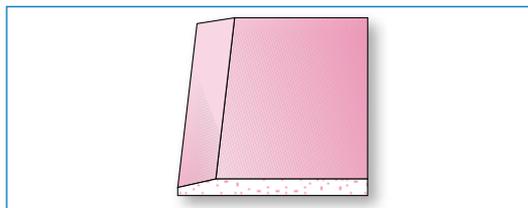
Es por ello que se utilizan en zonas de humedad ambiental alta, tales como en tabiques de cuartos de baño y cocinas, vestuarios, duchas colectivas en hospitales, hoteles y colegios, etc. También se pueden emplear en paramentos situados a la semi intemperie, como aleros, porches, etc.



Placoflam (PPF)

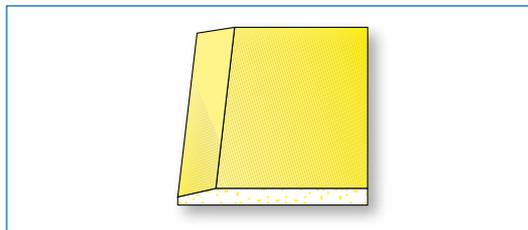
Placa (Tipo F) que presenta una mayor resistencia al fuego al incorporar fibra de vidrio en el alma de yeso, actuando la fibra de vidrio como una “malla” que arma y cohesiona el yeso más allá de su calcinación. Los sistemas formados con este tipo de

placas obtienen una clasificación de resistencia al fuego El superior a los formados con otro tipo de placa.



Placa de alta dureza (PHD)

Placa (Tipo I) que presenta una mayor resistencia a los impactos, reduciéndose las marcas en su superficie. Esta placa es adecuada para su instalación en hospitales, colegios, locales de ocio, galerías comerciales, etc.



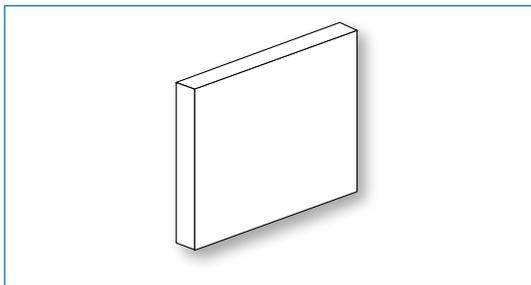
Placa Acústica Placo Phonique (PPH)

Placa (Tipo D, I, F) que mediante la modificación de las propiedades del yeso de su alma, permite incrementar el aislamiento acústico al ruido aéreo de los sistemas constructivos hasta en 3dB, en comparación con los resultados que se obtienen los mismos sistemas con placa de yeso estándar.



Placas Glasroc F (STUCAL)

Denominada anteriormente como placa Stucal, no es propiamente una placa de yeso laminado, puesto que esta placa carece de cartón. La resistencia mecánica de la placa se consigue incorporando en el “alma” de yeso velos no tejidos de fibra de vidrio.

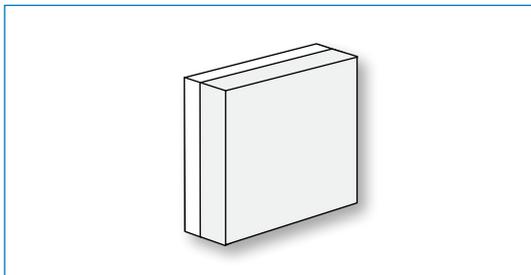


Este tipo de placa está indicada en la protección al fuego de estructuras metálicas, para la construcción de elementos de muy altas prestaciones frente al fuego, o en locales en donde se exija una reacción al fuego A1 (No combustible, sin contribución al fuego), ya que por su naturaleza es incombustible.

ESPECIALES POR SU TRANSFORMACIÓN POSTERIOR

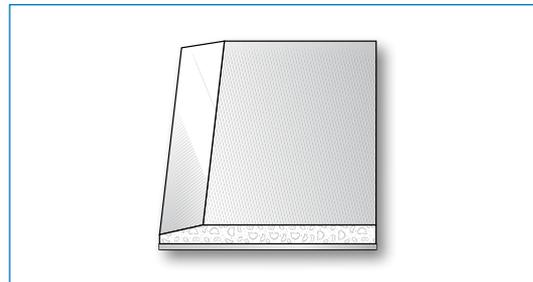
Placomur (PMS)

Placa de yeso estándar a la que se ha incorpora en su dorso un panel de poliestireno expandido. Se utiliza para el trasdosado de muros de fachada debido a su mayor resistencia térmica.



Placa con barrera de vapor (PPV)

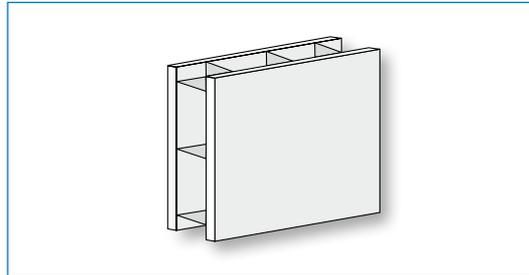
Placa de yeso estándar a la que se adhiere en su dorso una lámina de aluminio, obteniéndose una barrera de vapor en la cara caliente de los trasdosados, que evita las condensaciones intersticiales en los muros de fachada.



Trillaje (PPAN)

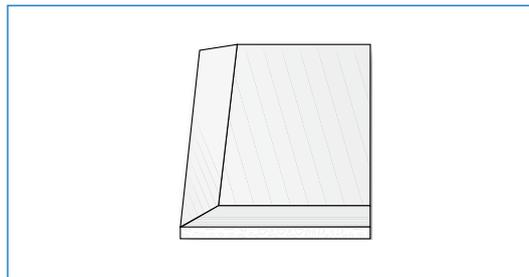
Panel formado por dos placas estándar, de 9,5 mm de espesor, unidas por su dorso con un panel de trillaje (nido de abeja) de celulosa especial que da rigidez al conjunto.

Se utiliza para la confección de muebles de obra y elementos de decoración.



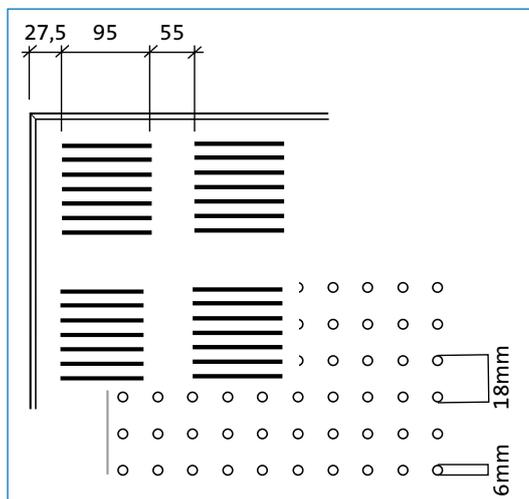
Placas con cuatro bordes afinados (4BA)

Placa de yeso, que mediante una manipulación posterior a su fabricación de sus bordes transversales, presenta sus cuatro bordes afinados. Son idóneas para la construcción de grandes superficies en tabiques, trasdosados y techos.



Placas decorativas y fono-absorbentes Gyptone y Rigiton

Sus perforaciones, tanto en forma (cuadradas, rectangulares, redondas) como en porcentaje y disposición, son óptimas para el acondicionamiento acústico de locales, además de ofrecer grandes posibilidades de decoración.

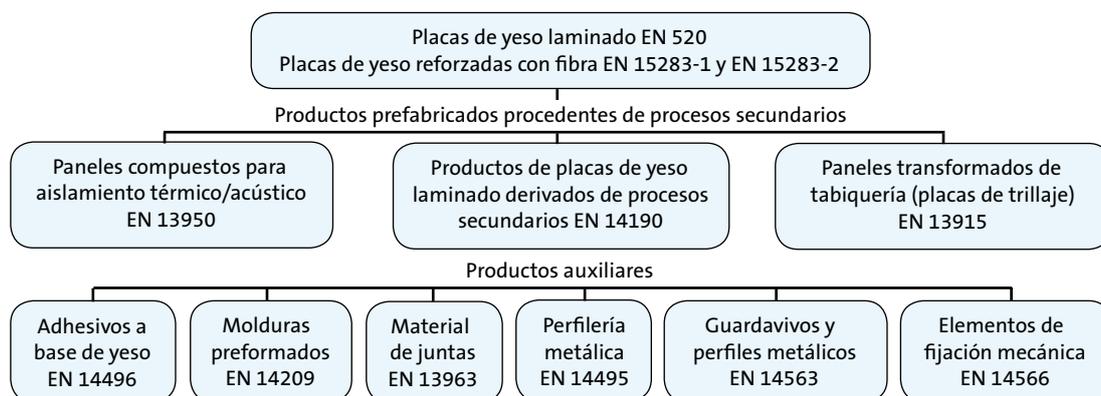




4.1 NORMAS DE PRODUCTOS SECUNDARIOS Y AUXILIARES DE LAS PLACAS DE YESO LAMINADO.

Tal y como se desarrolla en este Manual, para la formación de los sistemas constructivos con placa de yeso son necesarios una serie de productos auxiliares, los cuales están en fase de normaliza-

ción. En el cuadro siguiente se indican tanto la normas armonizadas, como las traspuestas a la fecha de publicación de este catálogo.



4.2 ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura metálica de los sistemas Placostil está compuesta por perfiles de acero galvanizado de alta calidad, cuya misión es la de ser soporte para las placas de yeso, absorbiendo los esfuerzos a los que pueda someterse el elemento constructivo.

Todos ellos cumplen con la normativa básica vigente UNE EN 14195 “Perfilera metálica para su uso en sistemas de placa de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo”, cumpliendo con los requisitos que dicha Norma establece para el marcado CE obligatorio.

De igual modo, el acero de los perfiles metálicos Placo, cumple con lo indicado en las normas siguientes:

- EN 10327:2007 “Chapas bandas de acero bajo en carbono para conformado en frío revestidas en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro”.
- UNE 102040 IN “Montajes de los sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estruc-

tura metálica. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones”.

Si bien la norma UNE 102040 IN es una norma Informativa, el documento básico del CTE DB-HR establece en su artículo 5.1.1.2:

“Los elementos de separación verticales de entramado autoportante deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102040 IN y los trasdosados, bien de entramado autoportante, o bien adheridos, deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102041 IN. En ambos casos deben utilizarse los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad establecidos por el fabricante de los sistemas”.

Las propiedades que definen los perfiles metálicos son:

- Tipo de acero: Para el empleo en sistemas de placa de yeso, sólo es válido el empleo de acero del tipo DX51D.

- Tipo de Recubrimiento: El recubrimiento del galvanizado ha de ser como mínimo Z140.
- Espesores nominales: Espesor del acero del perfil, incluyendo el espesor del recubrimiento.
- Dimensiones: Permiten determinar el momento de inercia (Ix) de la sección del perfil, valor este necesario para poder establecer las prestaciones mecánicas (capacidad portante o altura) del sistema de placa de yeso laminado.

También ostentan la marca de calidad “N” de AENOR.



Sólo la combinación de los diferentes productos Placo, garantiza plenamente las prestaciones de los sistemas realizados con placa de yeso Placo y que se indican en los diferentes apartados de este manual, tales como:

Protección contra Incendio

Los sistemas constructivos instalados en los Laboratorios acreditados para la ejecución de los ensayos normalizados de resistencia al fuego (EI) y de estabilidad (R) de estructuras metálicas, se realizan íntegramente con productos Placo. Cualquier otro material empleado en obra, no garantizará la clasificación obtenida según informe del correspondiente laboratorio.

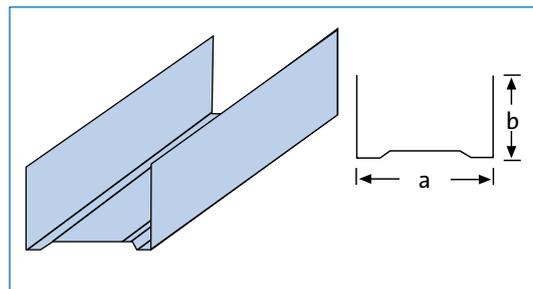
Prestaciones mecánicas

La altura máxima de los tabiques, la distancia de las riostras en los trasdosados así como planeidad y estabilidad de los techos suspendidos expresados en este manual, no se garantizan si la totalidad de los materiales componentes de cada sistema no ostentan la marca Placo.

ESTRUCTURA METÁLICA PARA TABIQUES Y TRASDOSADOS

Raíles

Perfiles metálicos perimetrales de acero galvanizado de $0,55 \pm 0,05$ mm de espesor nominal en forma de “U”, y que se atornillan a los forjados superior e inferior. Aseguran la conexión y la alineación entre montantes verticales, tanto en tabiques, como en trasdosados autoportantes.

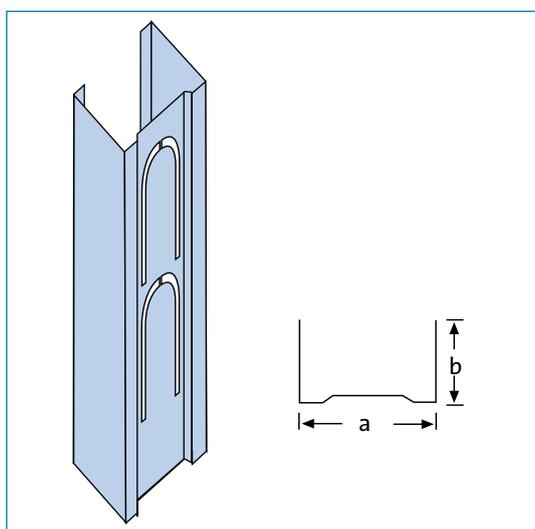


Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)
36	35	3.000
48		
70		
90		
100		
125		
150		



Montantes

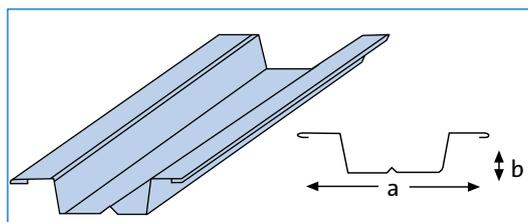
Perfiles metálicos verticales de acero galvanizado de $0,6 \pm 0,05$ mm de espesor nominal en forma de "C" que encajan dentro de los railes, conformando el entramado de la estructura portante de los tabiques o trasdosados autoportantes de placa de yeso laminado. Presentan en el alma unos orificios en forma de doble "C", para el paso de las instalaciones por el interior del paramento.



Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)		
36	36/36	2.490		
		2.590		
		2.790		
		2.990		
		3.190		
		3.390		
48	36/34	2.490		
		2.590		
		2.790		
		2.990		
		3.190		
		3.390		
70	41/39	3.590		
		3.990		
		90	41/39	2.490
		100		2.590
125	3.590			
150	3.390			
100	40/38	2.990		
		125	3.990	
		150	3.990	

Maestras

Perfiles metálicos de acero galvanizado de $0,55 \pm 0,05$ mm de espesor, en forma de omega, cuyas alas sirven para anclar el perfil al muro o estructura soporte, conformando la estructura para la realización de trasdosados semidirectos, o techos continuos.



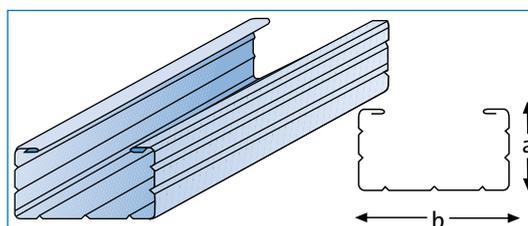
Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)
82	16	3.000

ESTRUCTURA METÁLICA PARA TECHOS SUSPENDIDOS CONTINUOS

Perfiles metálicos de acero galvanizado que sustentan directa o indirectamente las placas que conforman el techo suspendido. La elección de un tipo de perfil u otro, dependerá del sistema constructivo que se elija para ejecutar el techo suspendido.

F-530

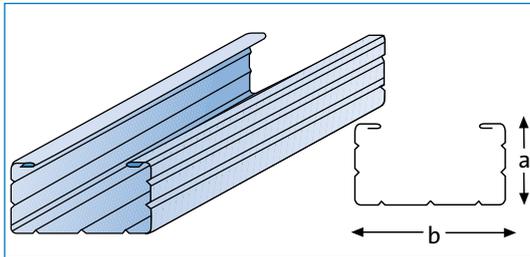
Perfil metálico de acero galvanizado de $0,60 \pm 0,05$ mm de espesor, en forma de "C", en cuya alma se atornillan las placas de yeso, conformando la estructura soporte horizontal del techo continuo suspendido.



Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)
18	45	5.300
		3.000

FH-500

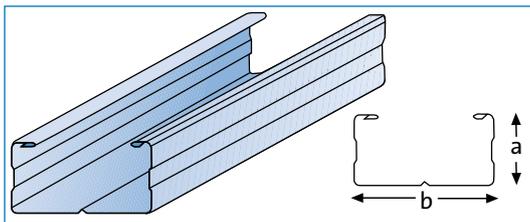
Perfil metálico de acero galvanizado de $0,60 \pm 0,05$ mm de espesor, en forma de "C", en cuya alma se atornillan las placas de yeso, conformando la estructura soporte horizontal del techo continuo suspendido.



Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)
28	45	3.000 5.000

Rigi 60

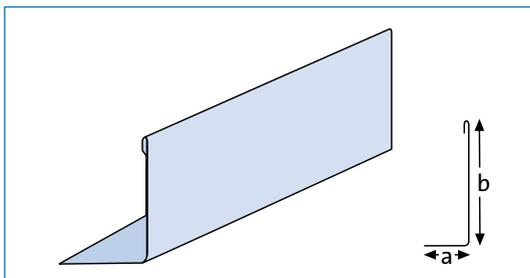
Perfil metálico de acero galvanizado de 0,60 ± 0,05 mm de espesor, en forma de "C", en cuya alma se atornillan las placas de yeso para techos Rigiton.



Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)
27	60	3.000 4.000

CR2 Ángulo metálico

Perfil metálico de acero galvanizado de 0,55 ± 0,05 mm de espesor, en forma de "L", que se emplea para el arranque y definición del plano del techo.



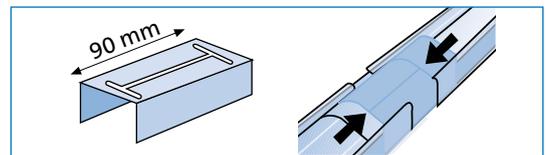
Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)
23	34	3.000

ACCESORIOS METÁLICOS PARA TECHOS CONTINUOS

Piezas metálicas con diferentes usos y funciones, que se emplean para facilitar y garantizar el correcto montaje de los techos continuos de placa de yeso laminado.

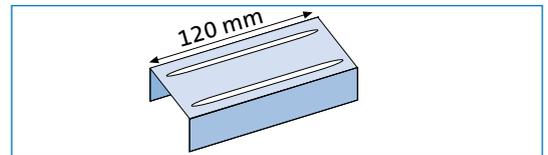
Pieza de empalme F-530

Pieza para dar continuidad a los perfiles F-530.



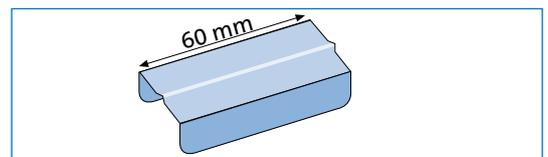
Pieza de empalme FH-500

Pieza para dar continuidad a los perfiles FH-500.



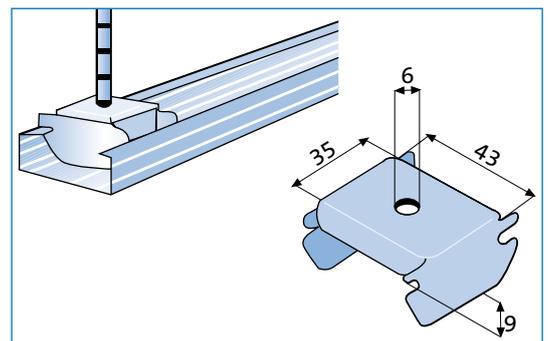
Pieza de empalme Rigi 60

Pieza para dar continuidad a los perfiles Rigi 60.



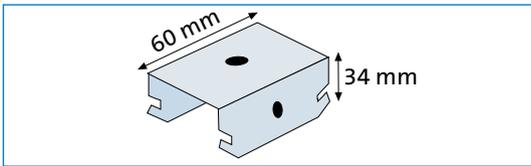
Horquilla de cuelgue F-530

Se emplea tanto para la suspensión de perfiles F-530 como para los FH-500. Se fijan a la suspensión, encajando en el interior de las alas del perfil.



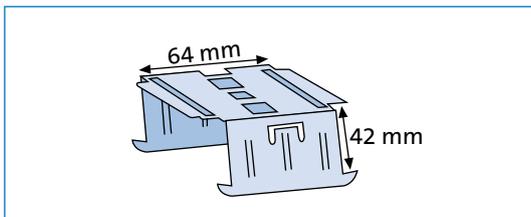
Horquilla de cuelgue Rigi 60

De uso similar a la anterior, se emplea para la suspensión de los perfiles Rigi 60.



Cruceta Rigi 60

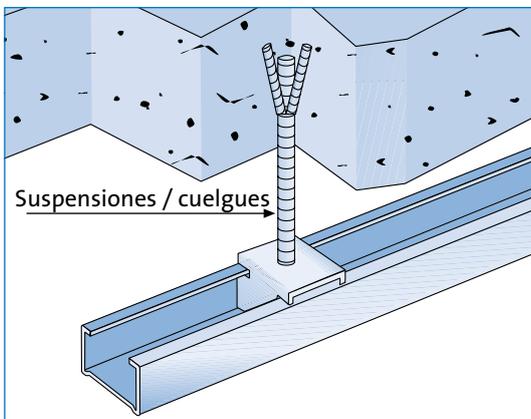
Pieza para el cruce de los perfiles primarios y secundarios a base de Rigi 60 que conforman la estructura metálica de los techos Rigiton, permitiendo variar la distancia entre los ejes de la estructura secundaria.



SUSPENSIONES

Elementos metálicos que se emplean para la conexión de los perfiles primarios de la estructura metálica a los anclajes del forjado.

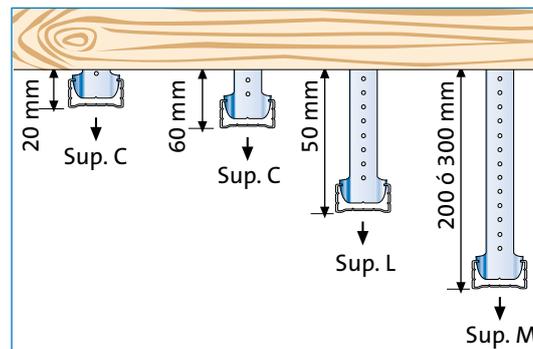
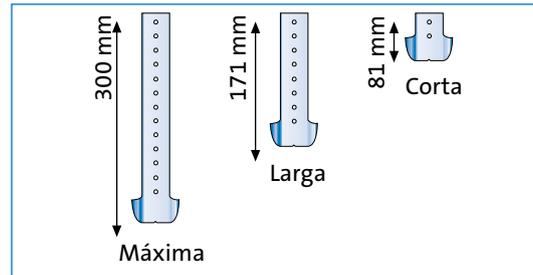
Por lo general, están constituidos por varillas roscadas de métrica 6 y una suspensión que permite su regulación.



No obstante existen otros tipos de suspensiones, en función del tipo de estructura a la que se fija el techo continuo:

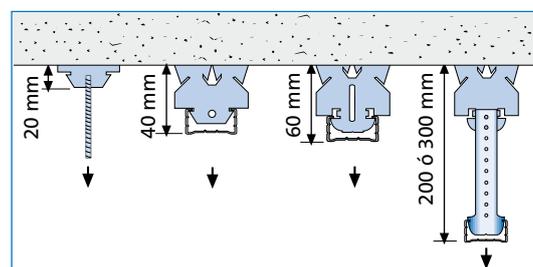
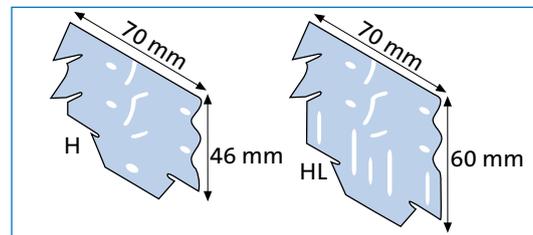
Suspensiones para viguetas de madera

Suspensiones Máxima (M), Larga (L) y Corta (C). Se fijan directamente al elemento soporte de madera.



Suspensiones para forjados de viguetas y bovedillas de hormigón

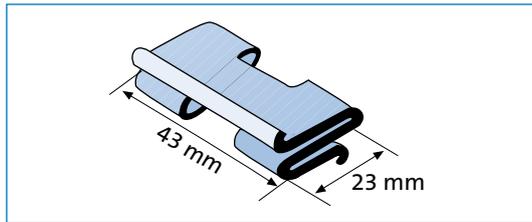
Suspensión H o HL. Se empotran entre la vigueta y la bovedilla de hormigón, pudiéndose fijar a ellas una varilla roscada, perfiles F-530 o FH-500, o suspensiones M, L ó C.



OTROS ACCESORIOS

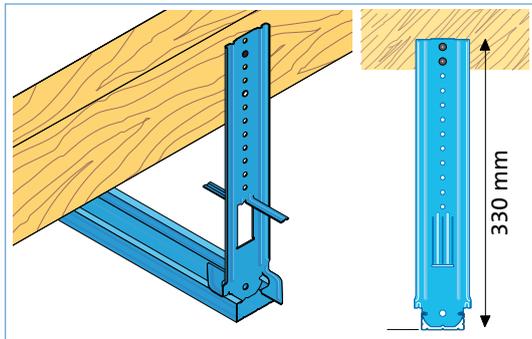
Clip F-530

Pieza para la fijación del perfil F-530 al perfil perimetral Angular CR2 que delimita el perímetro del techo continuo.



Clip aislante F-530

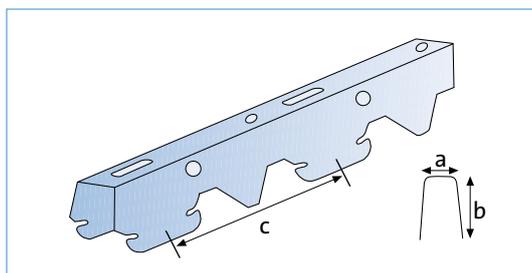
Suspensión que se fija directamente a una estructura soporte de madera, o bien al forjado soporte mediante la suspensión "H" o "HL", y que permite sujetar el material aislante antes de fijar en ella los perfiles F-530 o FH-500.



ESTRUCTURA METÁLICA PARA TECHOS CONTINUOS DE GRANDES LUCES

Stil Prim 50. Perfil Sierra

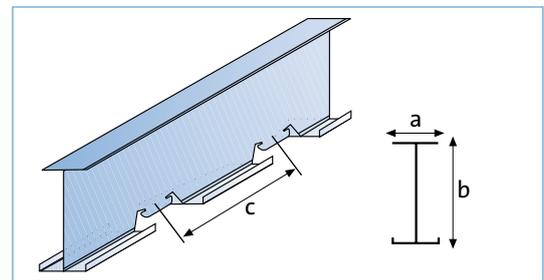
Perfil metálico de acero galvanizado de $0,80 \pm 0,05$ mm de espesor, en cuyas alas se encajan los perfiles F-530, modulados cada 10 cm hasta un máximo de 60 cm.



Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Dimensión c (mm)	Longitud estándar (mm)
20	40	100	4.000

Stil Prim 100-P-60

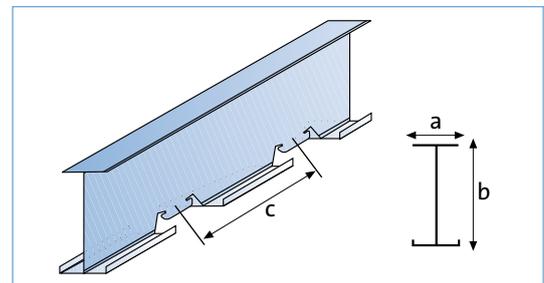
Perfil metálico de acero galvanizado de $0,75 \pm 0,05$ mm de espesor de chapa de acero, en cuya ala inferior se encajan los perfiles F-530, modulados cada 60 cm.



Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Dimensión c (mm)	Longitud estándar (mm)
40	100	600	3.000
			3.600
			4.200
			4.800

Stil Prim 100-P-50

Perfil metálico de acero galvanizado de $0,75 \pm 0,05$ mm de espesor de chapa de acero, en cuya ala inferior se encajan los perfiles F-530, modulados cada 50 cm.

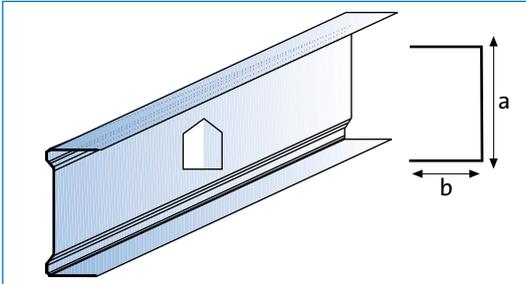


Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Dimensión c (mm)	Longitud estándar (mm)
40	100	500	4.000

Raíl Stil Prim

Perfil metálico de acero galvanizado de $0,75 \pm 0,05$ mm de espesor de chapa de acero, en cuya alma se

encajan los perfiles Stil Prim.

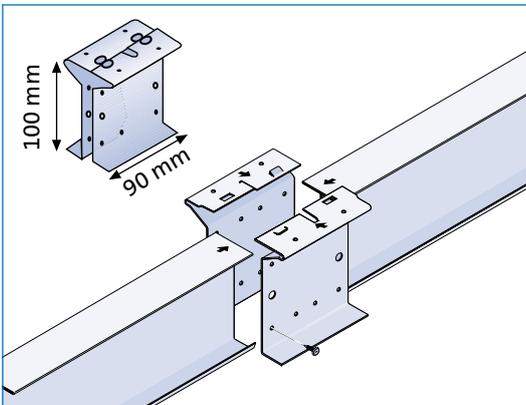


Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)
102	30	3.000

ACCESORIOS METÁLICOS PARA TECHOS CONTINUOS DE GRANDES LUCES

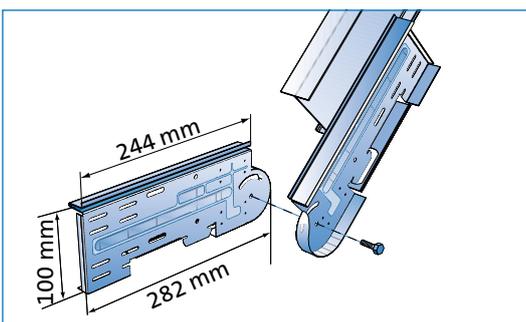
Empalme Stil Prim

Pieza para dar continuidad a los perfiles Stil Prim 100.



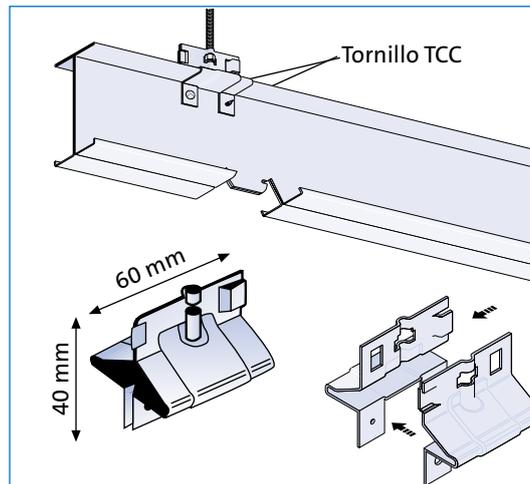
Empalme Multiprim

Pieza de empalme que permite la articulación de los perfiles Stil Prim 100.



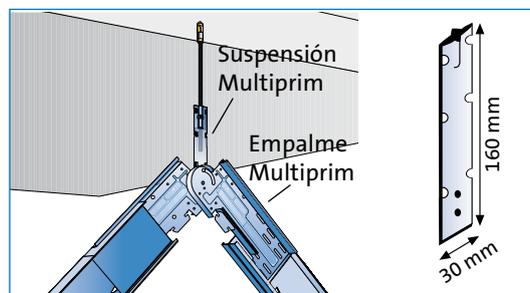
Suspensión Stil Prim 100

Elemento para la unión del perfil Stil Prim 100 al elemento de cuelgue.



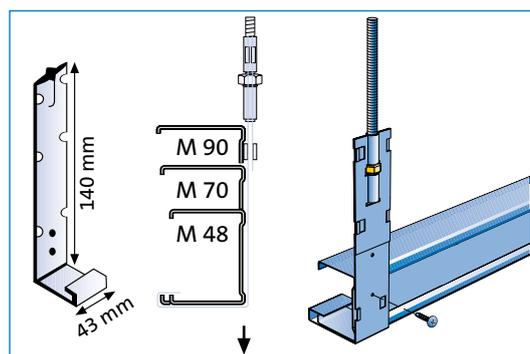
Suspensión Multiprim

Elemento para la fijación del Empalme Multiprim al elemento de cuelgue.



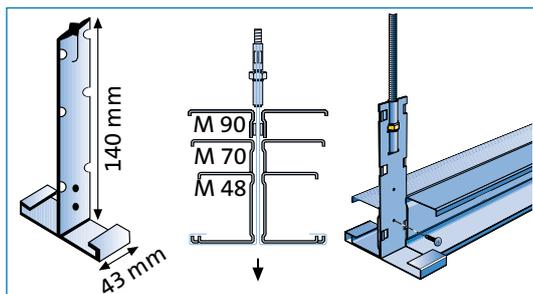
Suspensión MS

Empleada para la ejecución de la estructura metálica de un techo a base de montantes, sirve de unión entre el elemento de cuelgue y el montante. Incorpora tuerca antibloqueo.



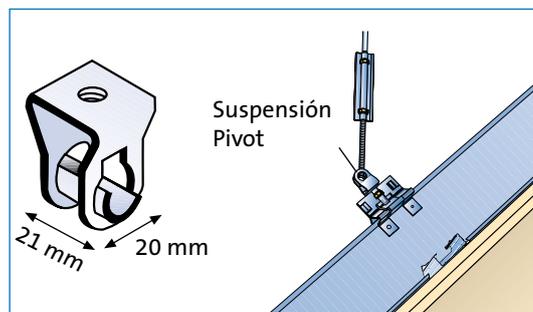
Suspensión MD

Empleada para la ejecución de la estructura metálica de un techo a base de dos montantes, sirve de unión entre el elemento de cuelgue y el montante. Incorpora tuerca antibloqueo.



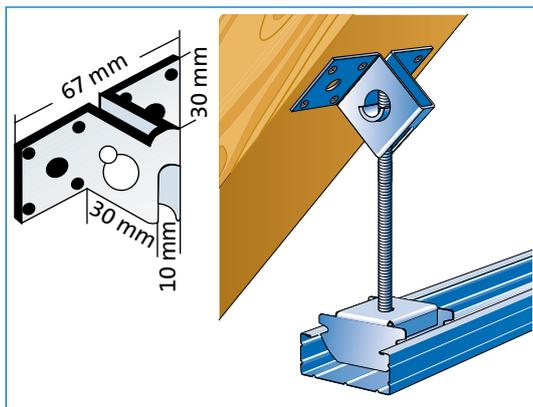
Pivot

Pieza para la realización de uniones articuladas entre varillas roscadas M6 y la suspensión Stil Prim 100.



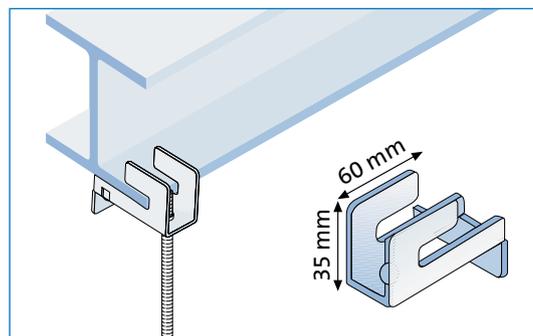
Suspensión Articulada

Elemento articulado para la suspensión de cuelgues en soportes planos o inclinados.



Grapa SM8

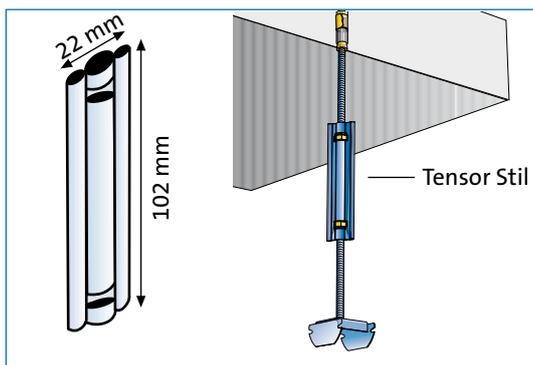
Pieza para la realización de cuelgues en perfiles metálicos.



OTROS ACCESORIOS

Tensor

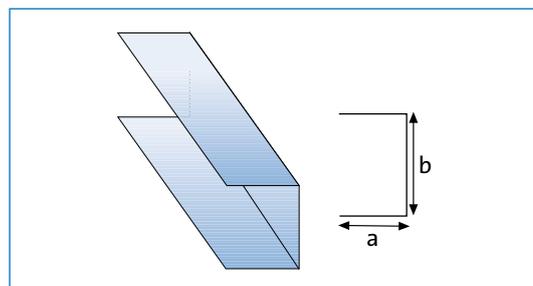
Pieza de empalme para varillas roscadas M6 (Métrica 6). Permite nivelar la estructura metálica del techo.



OTROS PERFILES Y ACCESORIOS

Perfil para estanterías "U"

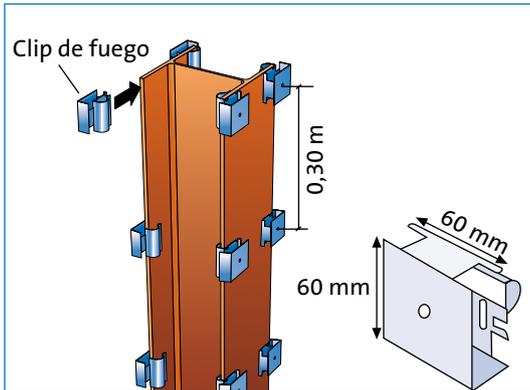
Perfil metálico de acero galvanizado de $0,55 \pm 0,05$ mm de espesor, en forma de "C", que se emplea exclusivamente para la realización de estanterías.



Dimensión a (mm)	Dimensión b (mm)	Longitud estándar (mm)
25	29	2.400

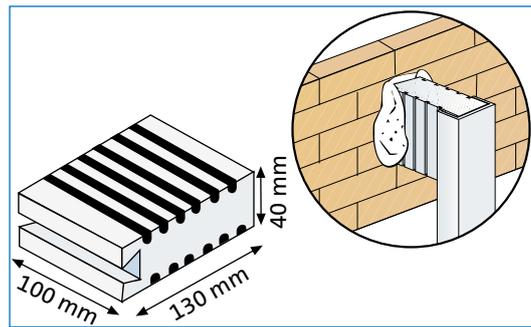
Clip de fuego

Grapa para la fijación de las placas Glasroc F (Stu-cal) a los perfiles metálicos para su protección frente al fuego.



Apoyo F-530 / FH-500

Fabricado en poliestireno de alta densidad (EPS), se emplea para evitar el puente térmico entre los perfiles F-530 o FH-500 y en el muro soporte en la realización de trasdosados. Se fija al muro soporte mediante pasta de agarre MAP.





5. PASTAS DE JUNTAS Y AGARRE

Las pastas Placo, son materiales básicos para el acabado y la puesta en obra de los sistemas de placa

de yeso laminado. En función de su uso, se dividen en pastas de juntas y de agarre.

5.1 PASTAS DE JUNTAS

Las pastas de juntas son materiales que se emplean para el relleno y acabado de las juntas longitudinales o transversales que se crean en los sistemas de placa de yeso. Solo la correcta combinación de las pastas de juntas y la cintas Placo, garantiza los mejores acabados y prestaciones de los sistemas de placa de yeso laminado.

NORMA DE FABRICACIÓN

La norma de fabricación que hace referencia a los materiales para juntas es la UNE EN – 13963 “Material de juntas para placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo”.

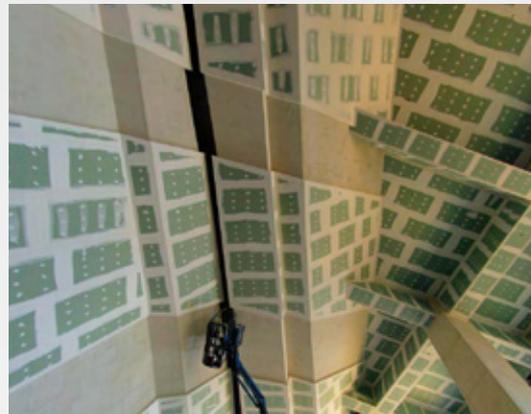
En ella, se especifican las características de los materiales que se utilizan para rellenar y terminar las juntas formadas en los bordes y en los extremos de las placas de yeso laminado especificadas en la Norma Europea EN 520, en los productos de placas de yeso laminado procedentes de procesos secundarios y en las placas de yeso reforzadas con fibras, clasificándolos según la tabla adjunta:

Descripción	PRINCIPAL MECANISMO DE FRAGUADO	
	Pasta de secado (en polvo o lista para su uso)	Pasta de fraguado (sólo en polvo)
Pasta de relleno	1A	1B
Pasta de acabado	2A	2B
Compuesto mixto	3A	3B
Pasta sin cinta	4A	4B

Según sea su mecanismo de secado, las pastas se dividen en:

Pastas de secado

Endurecen básicamente por secado al aire. El agua que se emplea para el amasado de la mezcla, se evapora una vez se aplica la capa de pasta sobre la junta.



Pastas de fraguado

Endurecen por un proceso físico-químico de fraguado. Parte del agua de amasado se emplea en la hidratación de los componentes de la pasta, evaporándose el resto por secado.

En función de su presentación se clasifican en:

Pasta en polvo

Saco de pasta que requiere de la adición de agua para la realización de la mezcla.

Pasta lista para su uso

Cubo de pasta que se suministra ya preparada y lista para su uso, no siendo necesario la adición de agua o de cualquier otro producto en obra.

En función de su uso se dividen en:

Pasta de relleno

Se aplica directamente sobre la placa de yeso, alojándose en ella la cinta de juntas.

Pasta de acabado

Se aplica sobre la pasta de relleno en una o más capas, formando la superficie final y de acabado de la junta.

Compuesto mixto

Su aplicación es válida tanto como pasta de relleno como de acabado. Requieren para su aplicación placas de yeso con los bordes y cantos preparados para este tipo de tratamiento de juntas.

Pasta para juntas sin cinta

Se emplea exclusivamente para la unión de placas de yeso, en cuyo tratamiento de juntas no se emplea cinta de papel.

PASTAS DE SECADO

Las pastas de secado se presentan en sacos para amasar en obra, o en cubos ya preparadas, listas para su uso. En ambos casos, el tiempo de utilización de las mezclas es de varios días, siempre y cuando el recipiente se conserve cerrado.

Puesto que endurecen por secado, estas pastas requieren para su aplicación una temperatura mínima de +5° C, dependiendo su tiempo de secado de las condiciones de temperatura y humedad ambiental de la obra, siendo por lo general entre 12 y 48 horas.

La aplicación de la siguiente capa de pasta, sólo se realizará si la capa anterior ha secado.

Son válidas para tratamientos de juntas tanto manuales como mecánicos, obteniéndose un acabado listo para pintar.

Las Pastas de secado Placo, son:

Producto	Descripción	Clasificación según UNE EN-13963	Uso	Factor de amasado (a/y)
 SN	Pasta de secado en polvo	3A	Relleno y acabado de la junta	13-14 litros/25kg.
 SN Premium	Pasta de secado en polvo para una excelente calidad de acabado	3A	Relleno y acabado de la junta	13-14 litros/25kg.
 Placomix	Pasta de secado lista para su uso	3A	Relleno y acabado de la junta	-

PASTAS DE FRAGUADO

Las pastas de fraguado se presentan únicamente en polvo para amasar en obra.

Puesto que endurecen por fraguado, añadiendo reguladores en fábrica, se obtienen pastas con diferentes tiempos de utilización. El rango de temperaturas óptimo para su utilización está comprendido entre +5° C y +25° C, no debiéndose emplear a temperaturas por debajo de los +5° C.

La aplicación de la siguiente capa de pasta se podrá realizar una vez haya transcurrido el tiempo de fraguado de la primera, por lo que este tipo de pastas son las óptimas para la finalización del tratamiento de juntas en una sola jornada, así como en climas húmedos y/o fríos.

Son válidas únicamente para tratamientos de juntas manuales, obteniéndose un acabado listo para pintar.

Las Pastas de fraguado Placo, son:

Producto	Descripción	Clasificación según UNE EN-13963	Uso	Tiempo de fraguado	Factor de amasado (a/y)
 PR1	Pasta de fraguado en polvo	3B	Relleno y acabado de la junta	1 hora	13-14 litros/25kg.
 PR2	Pasta de fraguado en polvo	3B	Relleno y acabado de la junta	2 horas	13-14 litros/25kg.
 PR4	Pasta de fraguado en polvo	3B	Relleno y acabado de la junta	4 horas	-
 Vario	Pasta de fraguado en polvo sin necesidad de cinta	4B	Relleno y acabado de juntas Rigiton y Glasroc (F)	40 minutos aprox.	2,5 litros/5kg.

5.2 PASTAS DE AGARRE

Las Pastas de agarre son adhesivos en base yeso, aditivados convenientemente, que se emplean para el pegado directo de placas de yeso laminado o de los transformados de placa de yeso que incorporan materiales aislantes (ya sean térmicos o acústicos), sobre tabiques o muros que hacen de soporte.

Solo la correcta combinación de los productos Placo, garantiza los mejores acabados y prestaciones de los sistemas de placa de yeso laminado Placo.

NORMAS DE FABRICACIÓN

La norma de fabricación que hace referencia a las pastas de agarre es la la UNE EN – 14496 “Adhesivos a base de yeso para transformados de placa de yeso laminado con aislante térmico/acústico y placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo”.

En ella se especifican las características y prestaciones que han de cumplir este tipo de adhesivos.

Reacción al fuego

Puesto que su componente principal es yeso, este tipo de adhesivos se clasifican como A1 (no contribuyen al fuego), siempre y cuando su contenido en peso o en volumen (lo más restrictivo) de materia orgánica sea inferior al 1%.

Adherencia:

La adherencia determinada según ensayo normalizado ha de ser superior a 0,06 MPa.

Contenido en sulfato de calcio:

El contenido en sulfato cálcico del polvo, ha de ser superior al 30%, determinado según ensayo normalizado.

Adhesivos ADH y MAP

Las pastas de agarre Placo se presentan únicamente en polvo para amasar en obra, no debiéndose emplear a temperaturas por debajo de los +5° C.

Los tipos y sus diferentes usos son:

Producto	Descripción	Tiempo de utilización de la mezcla	Factor de amasado (a/y)
 ADH	Yeso adhesivo para el pegado de placa de yeso laminado	1,5 horas apx.	13/15 litros/25kg.
 MAP	Mortero adhesivo para el pegado de trasdosados con aislante térmico o acústico de las gamas Placomur	1,5 horas apx.	13/15 litros/25kg.

5.3 ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN

Con el fin de evitar el deterioro de las pastas de juntas y de agarre, éstas han de almacenarse sobre superficies planas y nunca a la intemperie, manteniendo el material a cubierto resguardado de la luz solar, de la lluvia y de la humedad.

El tiempo máximo de conservación es de 9 meses (en el caso de la pasta Vario es de 12 meses) a partir de la fecha de fabricación impresa en el saco.





6 ACCESORIOS

Los accesorios que se describen en este capítulo, son materiales básicos para el acabado y la puesta en obra de los sistemas de placa de yeso laminado. Solo la correcta combinación de las placas, perfiles,

pastas y accesorios, garantiza los mejores acabados y prestaciones de los sistemas de placa de yeso laminado Placo.

6.1 TORNILLOS

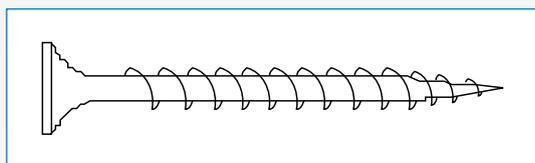
Los tornillos Placo, están especialmente diseñados para la fijación de los diferentes elementos que constituyen los sistemas de Placa de Yeso Laminado.

Fabricados en acero al carbono de acorde a la Norma EN ISO 7049/50, cumplen con los requisitos que establece la preforma Europea prEN 14566 y resisten la corrosión gracias a un tratamiento posterior a base de zinc.

Según el tipo de punta del tornillo, los tornillos Placo se clasifican en:

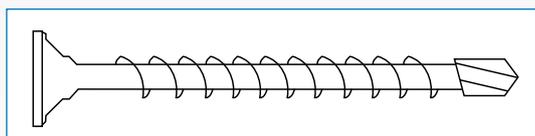
- Tornillos autoroscantes:

La punta del tornillo presenta la misma forma que la de un clavo.



- Tornillos autoperforantes:

La punta del tornillo presenta forma de broca.



En función del su uso, los tornillos se clasifican en:

- Tornillos Placa-Metal:

Se emplean para la fijación de las placas de yeso laminado a los perfiles metálicos.

- Tornillos Metal-Metal:

Se emplean para la unión de los perfiles metálicos entre sí.

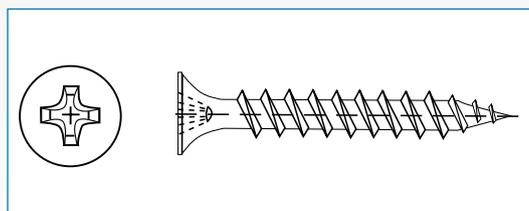
TORNILLOS PLACA – METAL

Tornillos especialmente diseñados para el atornillado de las placas de yeso laminado a los perfiles metálicos. No se han de emplear para la unión de perfiles.

El diseño específico de su cabeza en forma de trompeta, asegura que la cabeza del tornillo al penetrar la placa, queda alojado en la cavidad que se forma debajo de ésta, sin romper ni rasgar la superficie del cartón. De este modo se asegura una mayor retención del tornillo, evitándose dañar tanto el alma de yeso, como el cartón de la cara de la placa.

Tornillo TPC

Tornillos autoroscantes con cabeza de trompeta. Se utilizan exclusivamente para el atornillado de las placas de yeso laminado a su estructura portante. (Espesor del perfil inferior a 1 mm). Se presentan en diversas longitudes, dependiendo su elección del espesor y número de placas a fijar.



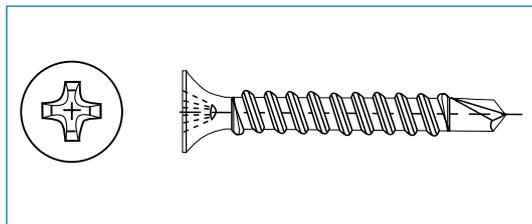
Diámetro de la cabeza (mm)	Longitud (mm)
8	25, 35, 45, 55, 70, 80, 90, 100 y 110

La longitud del tornillo a emplear en obra vendrá determinada por el espesor total de la placa o placas a atornillar, más una longitud adicional de al menos 10 mm.

Espesor de las placas	Tornillo TTPC Longitud (mm)
1 x 12,5	25
1 x 15	25
1 x 18	35
2 x 12,5	35
2 x 15	45
3 x 12,5	55
3 x 15	55

Tornillos TTPF

Tornillos autoperforantes con cabeza de trompeta y punta broca. Se utilizan para el atornillado de las placas de yeso laminado a perfiles metálicos de espesor superior a 1 mm.



La longitud del tornillo a emplear en obra vendrá determinada por el espesor total de la placa o pla-

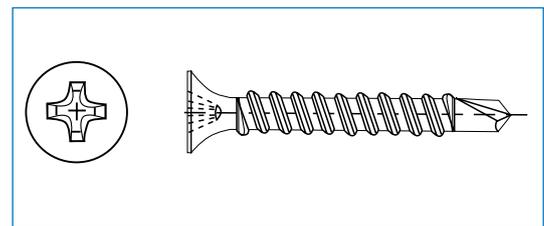
cas a atornillar, más una longitud adicional de al menos 10 mm.

Diámetro de la cabeza (mm)	Longitud (mm)
8	25
	35
	45

TORNILLOS CHAPA-CHAPA

Tornillos TRPF

Tornillos autoperforantes con cabeza redondeada y punta de broca. Se emplean para la unión de los diferentes perfiles metálicos que constituyen el entramado autoportante del sistema de placa de yeso laminado, no siendo válido para perfiles mayores de 2 mm de espesor.



Diámetro de la cabeza (mm)	Longitud (mm)
6	9,5
	13

6.2 CINTA DE JUNTAS

Las cintas de juntas, aplicadas sobre las juntas entre placas, sirven para reforzar el tratamiento de las juntas, y junto con el material de relleno, tiene como objeto restablecer la continuidad de la superficie del paramento construido.

En función del tipo de material que las constituyen, las cintas de juntas pueden ser:

- De papel.
- De fibra de vidrio.

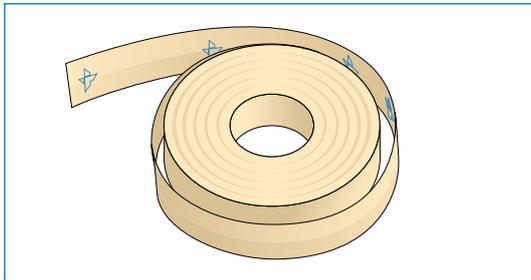
CINTA DE PAPEL

Tira de papel microperforado, especialmente

reforzado para ser incorporada a la pasta de relleno de la junta. La fibra especial con la que se fabrica el papel, previene la posible aparición de desgarros. Además, presenta en su eje un pliegue para facilitar su puesta en obra en aplicaciones en esquinas.

La cinta de juntas Placo es válida, tanto para la ejecución de juntas con pastas de secado, como con pastas de fraguado.

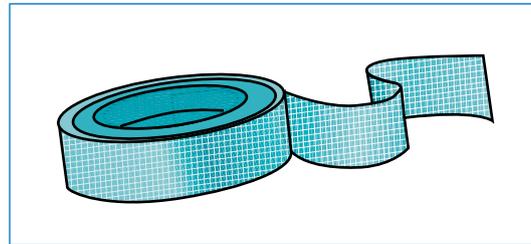
La norma de fabricación que hace referencia a la fabricación de las cintas de juntas de papel es la UNE EN – 13963 “Material de juntas para placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo”.



CINTA DE MALLA PLACOFINISH

Cinta de malla autoadhesiva de fibra de vidrio que se emplea para el tratamiento de las juntas de placa de yeso laminado que se van a revestir con Placofinish.

Ancho (mm)	Longitud (m)
52,4	23
	150



Ancho (mm)	Longitud (m)
48	30

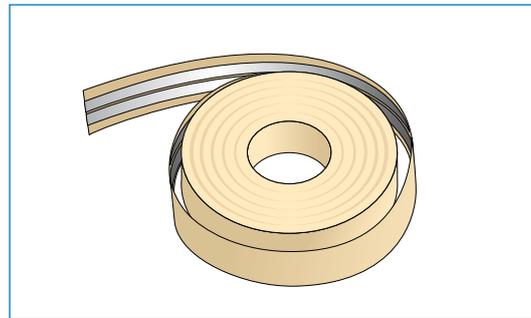
Se deberán almacenar en sus envases de origen, al abrigo de la intemperie en un recinto cerrado y seco, y a temperatura ambiente.

6.3 BANDA ARMADA

Cinta de papel kraft que incorpora dos flejes de acero flexibles tratados frente a la corrosión, y que se emplea para la protección de las placas que forman un ángulo saliente.

y a temperatura ambiente.

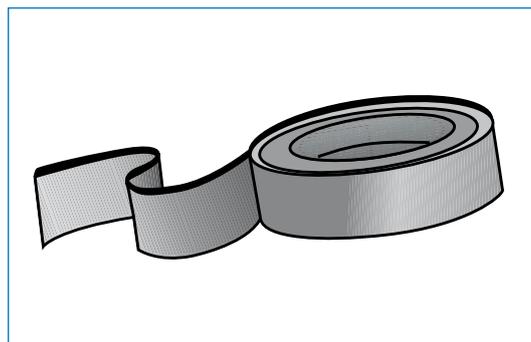
Ancho (mm)	Ancho del fleje metálico (mm)	Separación entre flejes (mm)	Longitud (m)
51	11	1,25	30



Se deberán almacenar en sus envases de origen, al abrigo de la intemperie en un recinto cerrado y seco,

6.4 BANDA ESTANCA

Junta de espuma de polietileno de células cerradas (físicamente reticulado) con una cara autoadhesiva, que adherida al raíl inferior, proporciona estanqueidad en la base de los tabiques o trasdosados, y que colocada tanto en los raíles (superior e inferior) como en los montantes de arranque, permite optimizar el aislamiento acústico del sistema constructivo.

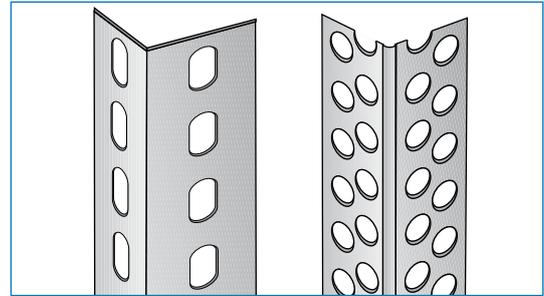


Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (m)
3	48	30
3	70	30

6.5 ESQUINERO METÁLICO Y PLÁSTICO

Perfiles metálicos o de PVC, rígidos y de 2,5 m de longitud en forma de ángulo, que se emplean para proteger y reforzar ángulos salientes.

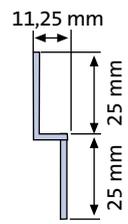
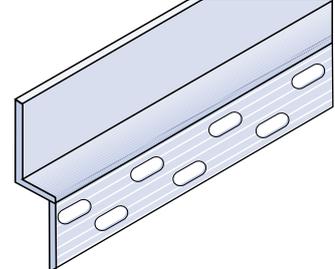
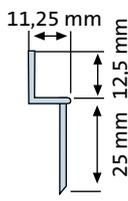
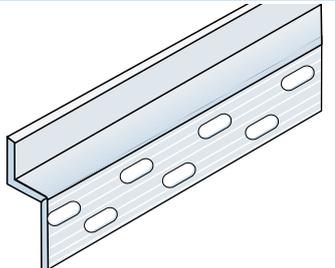
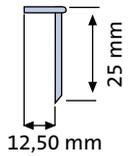
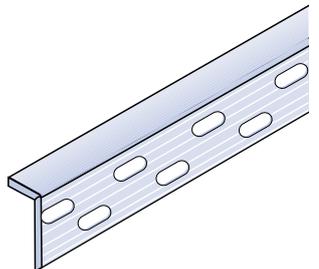
	Longitud (m)	Dimensión de las alas (mm)
Esquinero Metálico	2,50	24 x 24
Esquinero plástico	2,50	25 x 26



6.6 PLACOLISTEL

Perfiles lacados de aluminio extruído de 3 m de longitud y que se suministran lacados. Las alas de los perfiles están taladradas para facilitar su fijación mediante el empleo de tornillos a las placas de yeso.

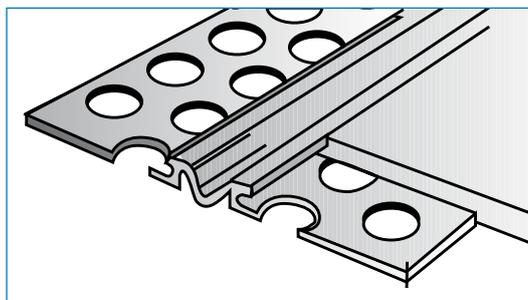
Se emplean para crear marcos, superficies discontinuas, motivos en relieve, etc.

Placolistel 105	Longitud ala perforada	25 mm	 
	Longitud ala sin perforar	25 mm	
Placolistel 106	Longitud ala perforada	25 mm	 
	Longitud ala sin perforar	12,5 mm	
Placolistel 119	Escuadra	12,5 mm	 

6.7 JUNTA DE DILATACIÓN

Perfil de PVC extrusionado cuya parte central está compuesta de PVC flexible que permite la ejecución de junta de dilatación en paramentos de placa de yeso. Se presentan en rollos de 25 m de longitud.

DIMENSIONES		
Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (m)
3	48	25



6.8 SOPORTE DE CARGA

Chapa metálica de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor, que presenta unos pliegues en sus bordes superior e inferior para obtener una mayor rigidez, y que una vez atornillados a los montantes que configuran la estructura metálica de los sistemas de placa de yeso, se emplean para fijar cargas pesadas al tabique o trasdosado.

DIMENSIONES	
Ancho (mm)	Alto (mm)
400	200
400	290
600	200
600	290



6.9 CHAPA ANTIVANDÁLICA

Chapa metálica de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor que alojada en el interior de la cámara que se crea en tabiques de doble estructura metálica, se emplea para la ejecución de tabiques antivandálicos.

DIMENSIONES	
Ancho (mm)	Alto (mm)
1.200	1.350



7. RECOMENDACIONES PREVIAS

La instalación de los sistemas de placas de yeso laminado, requiere seguir ciertas recomendaciones en cuanto al estado de la obra se refiere, así como en cuanto a las condiciones ambientales de la misma.

Las recomendaciones que se citan a continuación, han de considerarse como unas recomendaciones de índole general, y aunque están enfocadas para la ejecución de sistemas de placa de yeso en obra nueva, también son de aplicación en cualquier tipo de obra.

Todas las recomendaciones que se indican a continuación se refieren a los productos y sistemas de Placo, la cual declina cualquier tipo de responsabilidad como consecuencia de:

- Un uso inadecuado de sus productos.
- Instalación de sistemas en los que no se hayan empleado productos suministrados o recomendados por Placo.
- La inobservancia de sus recomendaciones.

7.1 A LA INSTALACIÓN

PREPARACIÓN DE LA OBRA

Previamente a la ejecución de un sistema de placa de yeso, se han de tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- La obra ha de tener ejecutada los elementos siguientes, totalmente terminados e impermeabilizados:
 - Fachada.
 - Cubierta.
 - Muros o cualquier otro elemento que esté en contacto con los sistemas Placo.

En cualquier caso, las áreas de trabajo han de ser impermeables, estancas y han de estar secas. Esta recomendación es especialmente importante en el caso de ejecución de trasdosados, puesto que son especialmente vulnerables a espacios mojados con un alto contenido de humedad.

- La carpintería para huecos exteriores ha de estar colocada. Se recomienda que incluso los huecos exteriores estén acristalados.
- Al menos habrá una toma de agua y acometida eléctrica provisional por planta.
- Las canalizaciones verticales, tanto las ascendentes como las bajantes, estarán instaladas y en espera de la instalación de los suelos flotantes, tabiques y techos suspendidos si los hubiera.
- Los guarnecidos y enlucidos de techos estarán

realizados, siempre y cuando no se vaya a ejecutar un techo suspendido.

- Los suelos estarán terminados y nivelados, incluso solados, a excepción de acabados delicados (moqueta, gres, madera, etc).
- Los cercos interiores de puertas y ventanas estarán acopiados en cada planta.
- Salvo condiciones excepcionales y previa indicación de la Dirección Facultativa de la obra, el orden de ejecución de los sistemas Placo será el siguiente:
 - Acopio.
 - Replanteo.
 - Estructura metálica portante.
 - Particiones entre viviendas.
 - Trasdosados.
 - Distribución interior.

TEMPERATURA

Los sistemas de placa de yeso laminado Placo, no deben utilizarse cuando la temperatura vaya a ser superior a los 80°C. Una exposición prolongada a elevadas temperaturas, así como una exposición múltiple durante breves períodos de tiempo, podría originar un proceso de recalcinación gradual del núcleo de yeso, y por tanto, la pérdida de las propiedades inherentes de la placa de yeso.

Las placas de yeso Placo pueden estar sujetas a temperaturas inferiores a 0°C sin que esta circunstancia merme sus prestaciones.

HUMEDAD

A excepción de sistemas realizados con placa resistente a la humedad PPM, los sistemas de placa de yeso laminado Placo, no deben utilizarse en condiciones de humedad continua.

El empleo de las placas Estándar, PPF, PHD y sus transformados, se limita a locales de escasa humedad, siendo las placas PPM, adecuadamente instaladas, las que permiten realizar sistemas construc-

tivos en recintos de media a fuerte higrometría.

En función de las condiciones de humedad a que van a estar sometidos los sistemas construidos con placa de yeso laminado, los recintos se pueden clasificar en:

- Recintos de escasa humedad.
- Recintos de humedad media.
- Recintos de fuerte humedad.
- Recintos de muy fuerte humedad.

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Escasa humedad	Existe presencia de agua solamente por las labores ordinarias de limpieza, pero nunca en forma de agua proyectada a presión.	Limpieza ordinaria de estancias y pasillos de distribución.
Humedad media	Existe presencia de agua solamente por las labores ordinarias de mantenimiento y limpieza, pero no en forma de agua proyectada a presión. Presencia de vapor de agua proyectado, pero de forma esporádica.	Cocinas, lavabos, duchas y baños privados. Soportales y situaciones de semi-intemperie.
Fuerte humedad	Presencia de agua a chorro y a baja presión (inferior a 60 atmósferas), de forma eventual. También en forma de vapor de agua proyectado, pero durante periodos más largos que en el caso anterior.	Instalaciones sanitarias colectivas y cocinas colectivas. Lavaderos colectivos que no tengan carácter industrial.
Muy fuerte humedad	Presencia de agua en estado líquido o en forma de vapor, de manera prácticamente sistemática. Para la limpieza, se emplea chorro de agua a alta presión.	Centros acuáticos, piscinas baños, duchas colectivas en gimnasios. Cocinas e instalaciones sanitarias, Industrias lácteas. Lavaderos industriales.

Elección de las placas Placo en función de la clasificación del local.

La elección del tipo de placa a emplear en obra dependerá del tipo de local, según la clasificación anterior. No obstante, también se han de tener en cuenta las condiciones del local durante la instalación de los sistemas de placa de yeso laminado, ya que aunque el local se clasifique como de escasa humedad una vez terminado, si durante la ejecución de la obra existe presencia de agua en estado líquido o un alto contenido de humedad ambiental, los sistemas así construidos podrían verse deteriorados, por lo que se deberán seguir las recomendaciones para locales de humedad media o de fuerte humedad.

Locales de escasa humedad

No es necesario la instalación de placas tipo PPM (Hidrófugas H1). Se instalarán placas estándar o las necesarias para cualquier otro tipo de prestación (PPF, PHD, etc).

Locales de humedad media y fuerte

Las placas de yeso PPM permiten la realización de particiones tanto en locales de media como de fuerte higrometría.

En el caso de que los paramentos se realicen con dos placas de yeso, solamente es necesario que la placa exterior sea del tipo PPM.

En este tipo de locales, las placas PPM se instalarán detrás de bañeras y platos de duchas, y como norma general en todos aquellos casos en que los sistemas constructivos de placa de yeso vayan a ser revestidos con elementos cerámicos (alicatados).

El perímetro del local, así como en los ángulos entrantes y salientes, se reforzará la estanqueidad con la instalación de bandas de refuerzo e imprimación con el fin de asegurar una total estanqueidad.

En el capítulo 8.6.4. “Tabiques en zonas húmedas”, se indican una serie de detalles constructivos que se han de tener en cuenta para la correcta ejecución de sistemas de placa de yeso laminado en este tipo de ambientes.

Locales de muy fuerte humedad

En este tipo de ambientes, no se emplearán ninguna de las placas de yeso laminado que se describen en la norma UNE EN 520.

7.2 A LA EJECUCIÓN DEL TRATAMIENTO DE JUNTAS

La realización de los trabajos de tratamiento de juntas en presencia de condiciones climatológicas adversas, como es el caso de tiempo frío y húmedo, contribuye a que en obra aparezcan defectos comunes, como son fallos de adherencia entre la pasta, la cinta de juntas de papel y el cartón de la placa de yeso, o mermas excesivas y fisuras.

Con el fin de minimizar en obra la aparición de este tipo de defectos, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- El tratamiento de juntas no debe realizarse a temperaturas inferiores a + 5°C, independientemente del tipo de pasta de juntas que se vaya a emplear.
- No se recomienda la aplicación de las pastas de juntas si la temperatura máxima en la obra es inferior a +10°C, y si dicha temperatura máxima no

se ha superado en las 24 horas anteriores y no se prevé que se supere en las 24 horas siguientes a la aplicación.

- Se debe asegurar en obra una adecuada ventilación para garantizar las condiciones de secado. Se ha de tener en cuenta que, si emplean dispositivos calefactores de gas en obra de forma temporal, se puede originar una elevada humedad.
- Los productos listos para uso como es el caso del Placomix, se deben proteger de la congelación.
- Para la aplicación de la siguiente capa de pasta de juntas, la capa anterior deberá estar completamente seca.

En la tabla siguiente se indica una estimación del tiempo de secado en función de la Temperatura y la Humedad Relativa de las Pastas de Secado (SN, SN Premiun y Placomix) de Placo y para un espesor normal de pasta de juntas:

HR	HR = Humedad Relativa			D = Días (24 horas)			H = Horas		
98%	53 D	38 D	26 D	18 D	12 D	9 D	6 D	4½ D	
97%	37 D	26 D	18 D	12 D	9 D	6 D	4½ D	3½ D	
96%	28 D	21 D	14 D	10 D	7 D	5 D	3½ D	2½ D	
95%	25 D	17 D	12 D	8 D	6 D	4 D	2½ D	2 D	
94%	20 D	14 D	10 D	7 D	5 D	3½ D	2½ D	41 H	
93%	18 D	12½ D	9 D	6 D	4 D	3½ D	2 D	36 H	
92%	15 D	11 D	8 D	5 D	3½ D	2½ D	44 H	32 H	
91%	14 D	10 D	7 D	4½ D	3½ D	2½ D	40 H	29 H	
90%	13 D	9 D	6 D	4½ D	3 D	49 H	36 H	26 H	
85%	10 D	6 D	4 D	3 D	2 D	34 H	25 H	18 H	
80%	7 D	4½ D	3½ D	4½ D	38 H	27 H	19 H	14 H	
70%	4½ D	3½ D	2½ D	38 H	26 H	19 H	14 H	10 H	
60%	3½ D	2½ D	42 H	29 H	20 H	14 H	10 H	8 H	
50%	3 D	2 D	36 H	24 H	17 H	12 H	9 H	6 H	
40%	2½ D	44 H	29 H	20 H	14 H	10 H	7 H	5 H	
30%	2½ D	38 H	26 H	18 H	12 H	9 H	6 H	4½ H	
20%	2 D	34 H	23 H	16 H	11 H	8 H	5½ H	4 H	
10%	42 H	30 H	21 H	14 H	10 H	7 H	5 H	3½ H	
0%	38 H	28 H	19 H	13 H	9 H	6 H	4½ H	3 H	
	0º	5º	10º	16º	21º	27º	32º	32º	
Temperatura (°Celsius)									



7.3 EXPOSICIÓN A LA LUZ SOLAR

Las láminas de celulosa (cartón especial) con las que se fabrican las placas de yeso laminado, se obtienen de madera procesada. Además de la celulosa, otro de los componentes fundamentales de la madera es un polímero natural llamado lignina. La lignina, presente en la madera en torno a un 25-35 % de su volumen, bajo una sobre exposición a la acción de la luz solar se oxida, y se oscurece lentamente.

En las placas de yeso laminado, si no se da importancia a la acción de la luz solar, al cabo del tiempo, la superficie de las placa se oxida, presentando por tanto un color distinto al que inicialmente presenta la placa, hecho este que puede dificultar el correcto pintado posterior, dando lugar a un fenómeno conocido como decoloración del cartón. Si bien los cartones con los que se fabrican las placas de yeso laminado Placo contienen un bajo contenido en lignina, este componente no se puede eliminar por completo en el proceso productivo del cartón.

La decoloración del cartón no altera las propiedades físicas de la placa de yeso laminado, tan solo su aspecto final, y solo bajo condiciones de sobre exposición a la luz solar. La aparición de este fenómeno en la placa de yeso depende de diversos factores, tales como el tiempo de exposición de la placa a la luz solar, la época del año, posición de los paramentos con respecto a ella, orientación de la obra, etc.

En cualquier caso, y de manera general, no se debe permitir en obra que los paramentos de los sistemas construidos con placa de yeso laminado queden expuestos a la luz solar más de 40 o 50 días, si bien este tiempo puede ser muy variable. En caso de que los paramentos vayan a estar expuestos a la acción de la luz solar durante un tiempo excesivo antes de que se les aplique su decoración definitiva, éstos deberán cubrirse obligatoriamente con una imprimación de alto poder cubriente y estanca, de manera que queden protegidos de la acción de la luz solar.

Esta imprimación deberá ser recomendada por el fabricante de pinturas, siendo por lo general pinturas antihumos, tixotrópicas y preferiblemente algo pigmentadas.

Si a pesar las recomendaciones de Placo, las superficies de las placas han estado expuestas largo tiempo a la luz solar y desarrollan el problema indicado anteriormente, esta situación se puede solucionar aplicando la misma imprimación que se ha de emplear para evitar la aparición de este fenómeno.

En cualquier caso, no se emplearán como imprimación, pinturas acrílicas en base agua previamente diluidas o sin diluir, puesto que la parte solvente de este tipo de pinturas disuelve la lignina del cartón, contaminándose por tanto la pintura, extendiéndose sobre la superficie de la placa de yeso según se aplica.





8.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Los tabiques de placa de yeso laminado Placo, son particiones interiores no portantes, que están formados por una estructura metálica ligera de acero galvanizado, sobre la que se atornillan a ambos lados una o varias placas de yeso laminado Placo. En el DB-HR del CTE, son los sistemas denominados como particiones interiores verticales de entramado autoportante. Una vez tratadas sus juntas adecuadamente con cintas y pastas de juntas, se obtienen paramentos continuos terminados y preparados para su decoración final.

Sus diferentes prestaciones se obtienen modificando los elementos que lo componen:

- Tipo y número de placas de yeso empleadas.
- Dimensiones de la estructura metálica.
- Incorporación de lana mineral (Placover) como material aislante.



APLICACIONES Y VENTAJAS

Los tabiques Placo se adaptan a todos los tipos de obras, tanto en nuevas construcciones, como en obras de rehabilitación, en los diferentes usos que establece el CTE:

- Administrativo.
- Aparcamiento.
- Comercial.
- Docente.
- Hospitalario
- Pública concurrencia.
- Residencial público.
- Residencial vivienda.

El empleo en obra de los sistemas Placo, ofrece las ventajas siguientes:

- Sencilla instalación.
- Fácil de modificar o desmontar.
- Ligereza: Los tabiques de placa de yeso son más ligeros que los tradicionales, permitiendo una libre distribución interior independiente de la estructura del edificio.
- Ejecución: Puesto que se ejecutan en seco, no es necesario tiempo de secado, por lo que el tiempo de recepción de la obra es menor.

- Paso de instalaciones: Los tabiques permiten ocultar en su interior el paso de las instalaciones eléctricas, así como las de agua y sanitarias, al igual que soportes para lavabos o cisternas empotradas.
- Aislamiento acústico eficaz: Su correcta ejecución dará respuesta a las exigencias más estrictas de aislamiento acústico.
- Elevada seguridad contra el fuego.
- Cuelgues: los tabiques Placo pueden soportar cargas ordinarias, incluso pesadas previo estudio. Consultar el capítulo 13 "Acabados" de este Manual.

ELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS TABIQUES

En los capítulos 3 ,4, 5 y 6 de este Manual, se realiza una descripción más pormenorizada de los distintos elementos que constituyen los sistemas de placa de yeso laminado.

La elección del tipo de placa, así como su espesor y longitud, dependerá de las prestaciones que se requieran para cada tabique:

- Uso general: Placa Estándar (std).
- Zonas expuestas a la humedad: Placomarina (PPM).

- Tabiques en los que se requiera una mayor resistencia al fuego: Placoflam (PPF).
- Tabiques en los que se requiera una mayor resistencia a los golpes de impacto: Placa de Alta dureza (PHD).
- Tabiques en los que se requiera un mayor aislamiento acústico: Placo Phonique (PPH).



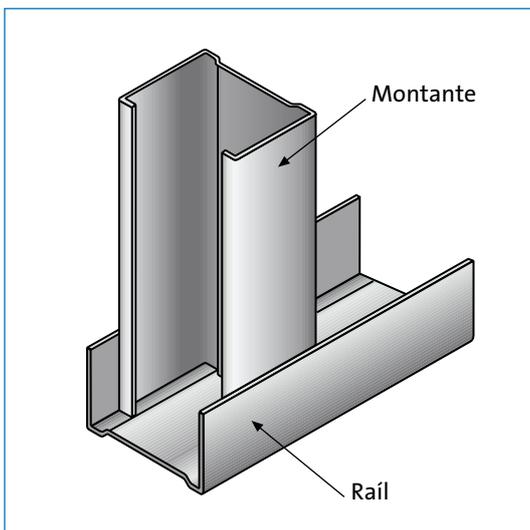
Además, la placa Placophonique proporciona las prestaciones de las placas PHD y PPF.

- Tabiques en los que se requiera resistencia a la difusión del vapor de agua: Placa barrera de vapor (PPV).
- Tabiques de mayor altura que presenten juntas testerías (entre los bordes transversales de las placas) en los que se quiera obtener un mejor acabado: Placas de 4 bordes afinados 4BA.

La elección de la estructura metálica a emplear, y su disposición, dependerá de:

- Altura del tabique.
- Espesor máximo del tabique.
- Instalaciones que discurran por su interior.
- Uso del tabique como elemento de separación dentro de la misma unidad de uso o diferente.
- Prestaciones acústicas y de resistencia al fuego.

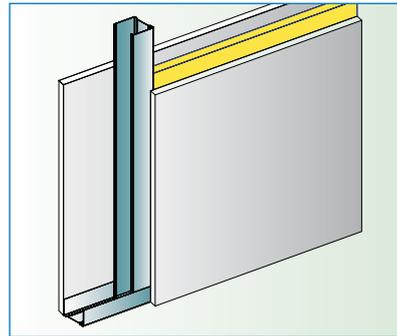
La estructura metálica está compuesta por perfiles de acero galvanizado laminados en frío, a base de raíles (Elementos horizontales que se anclan a los forjados inferior y superior y en los que se alojan los montantes) y montantes (elementos verticales a los que se fijan las placas de yeso laminado).



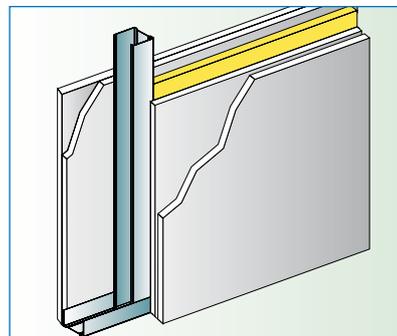
TIPOS DE MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

Según el número de placas que se atornillen a la estructura metálica los tabiques se dividen en:

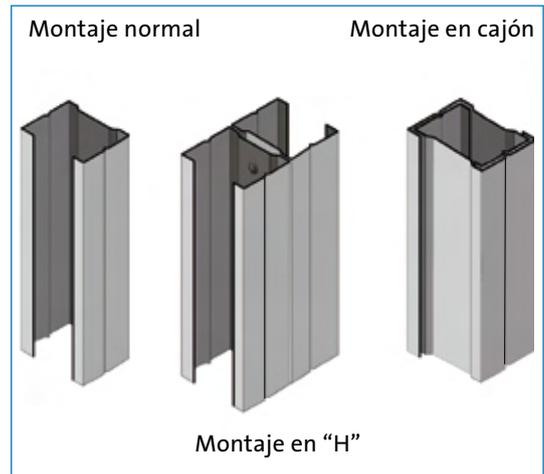
- Sencillos: Incorporan una única placa de yeso a cada lado de la estructura.



- Múltiples: Incorporan dos o más placas por cada lado de la estructura metálica. Por lo general, no suelen instalarse con más de tres placas a cada lado.



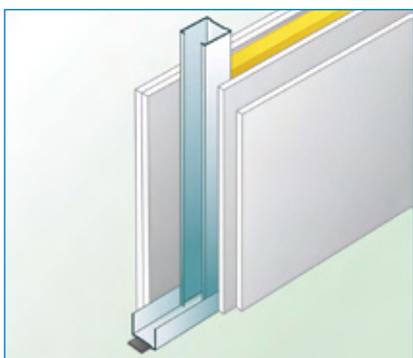
En función de los requerimientos que se exijan al tabique, la disposición de los montantes, puede ser:



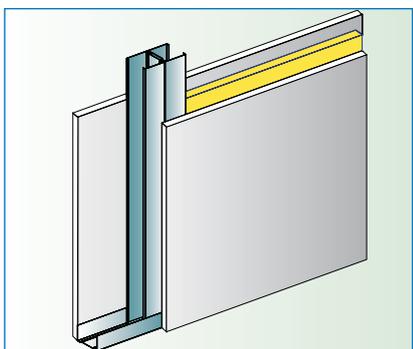
Tabiques con estructura simple:

Podrán tener configuraciones diferentes, en función del número de placas que incorporen y la disposición de sus montantes. Incorporan solo una línea de montantes.

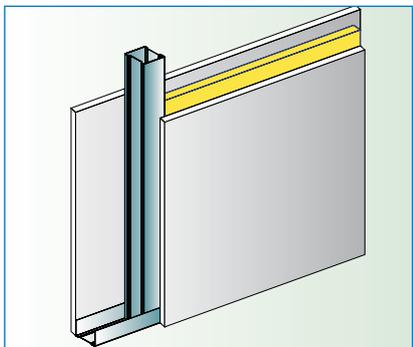
Tabique con estructura normal.



Tabique con estructura en "H".



Tabique con estructura en cajón.

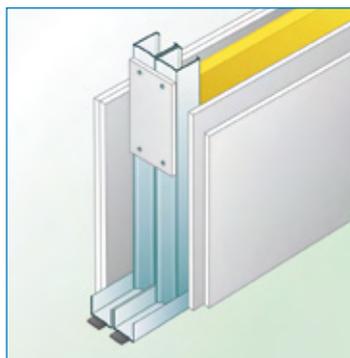


Tabiques con estructura doble arriostrada:

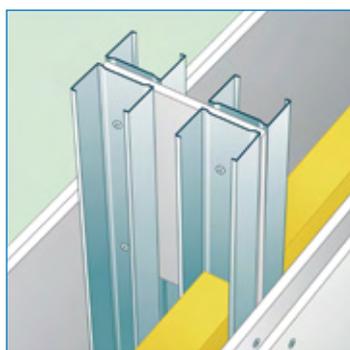
Están formados por dos estructuras metálicas paralelas, que se arriostran entre sí mediante car-

telas de placa de yeso a cuyos lados se atornillan las placas de yeso laminado. Los montantes pueden instalarse de modo Normal, o en "H". Se emplean para conseguir tabiques de mayores prestaciones en altura.

Tabique doble con estructura normal. También es llamado montaje en "C".

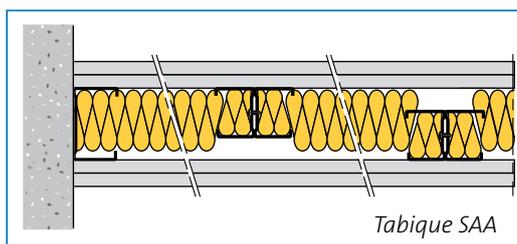


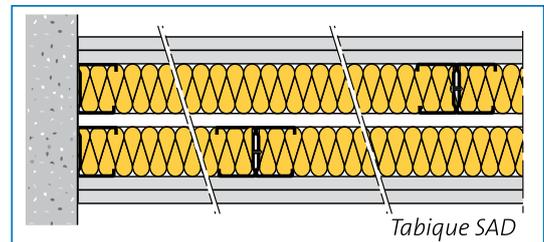
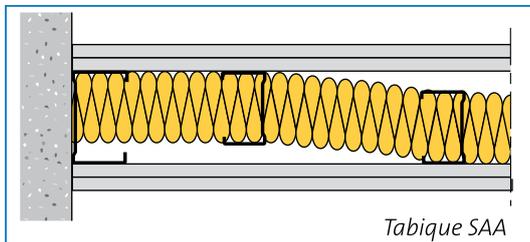
Tabique doble con montantes en "H".



Tabiques especiales. Tabiques SAA y SAD

Están formados por dos estructuras metálicas paralelas, a cuyos lados se atornillan dos o más placas de yeso laminado. Al igual que en el caso anterior, los montantes pueden instalarse de modo Normal, o en "H". Al ser las dos caras del tabique independientes entre sí, se emplean para conseguir tabiques de mayores prestaciones acústicas.





ESQUEMA GENERAL DE UN TABIQUE

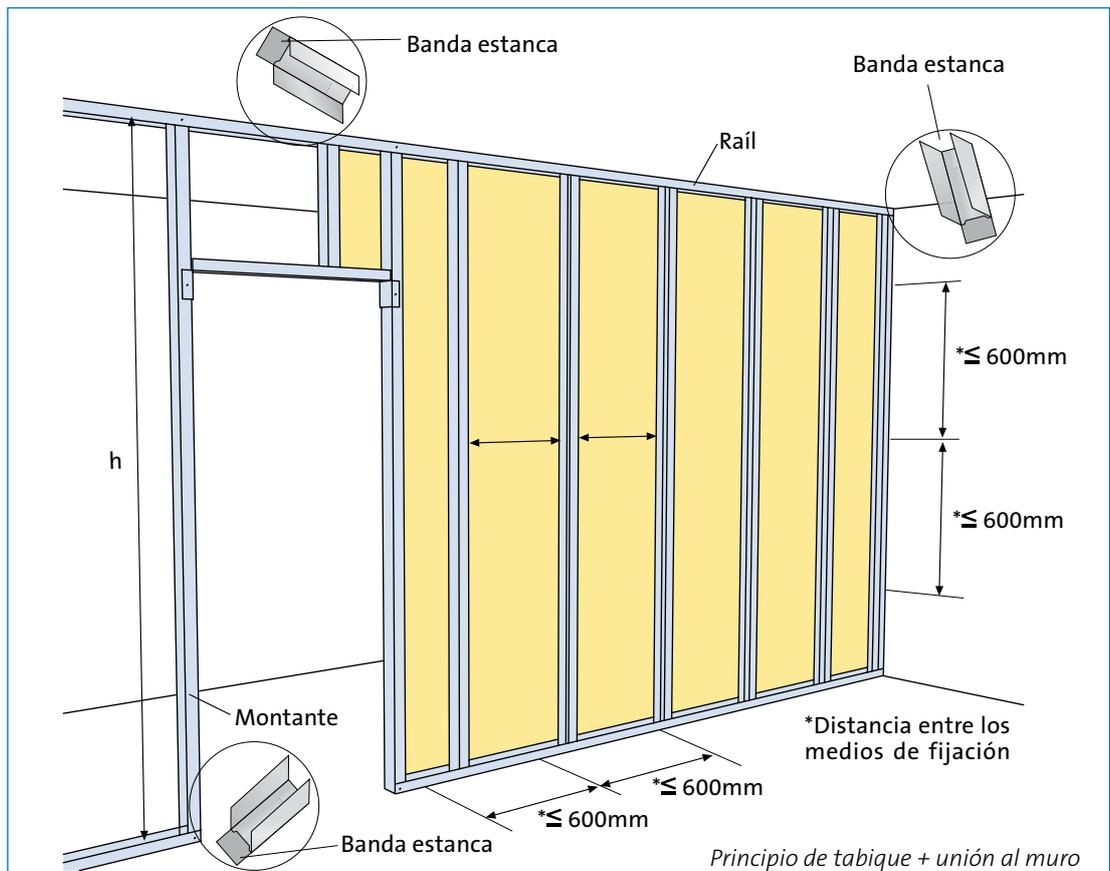
El esquema general de un tabique es:

Como recomendaciones general de instalación, se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones (Consultar Manual del Instalador de Placo para obtener más información).

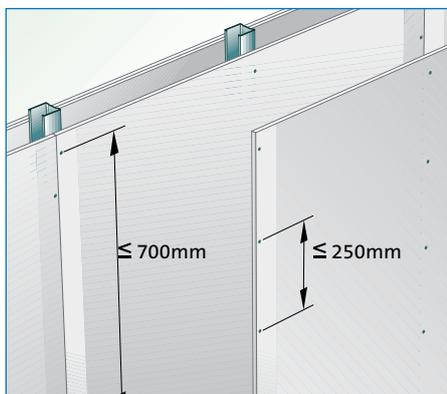
- Se ha de instalar la banda estanca tanto en el raíl superior como en el inferior, así como en los montantes perimetrales en su contacto con la obra

bruta u otros elementos constructivos.

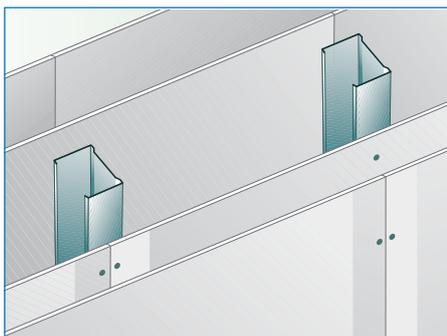
- Los raíles se anclarán a su soporte (solado o forjado en el caso del inferior. Forjado en el caso del superior.) mediante tacos de expansión o remaches, siendo la separación máxima entre ellos de 600 mm.
- Los montantes perimetrales también se han de anclar a la obra bruta, siendo la separación máxima entre elementos de fijación de 600 mm.
- La altura del tabique h , es la luz libre entre los elementos constructivos sobre los que se anclan los raíles.



- La distancia entre ejes de montantes, también llamada modulación de montantes, será como máximo 600 mm y siempre submúltiplo de la anchura de la placa. Por lo general la modulación más utilizada es 600 y 400 mm.
- La distancia entre los tornillos de fijación de las placas de yeso a los montantes no debe ser superior a 250 mm. Si el tabique consta de varias capas de placa, esta distancia se puede incrementar hasta 700 mm en las capas interiores.



- Las juntas entre placas deben alternarse en relación con las de las placas de la otra cara de la estructura.
- Si el tabique consta de varias capas de placas, las juntas de las capas sucesivas deben alternarse.



DENOMINACIÓN DE LOS SISTEMAS PLACO

Los tabiques de placa de yeso laminado Placo, se denominan:

“Sistema Placo 98/48 a 600 mm con lana mineral”, donde:

- 98 es el espesor total del tabique.
- 48 es la dimensión del montante.

El número de placas y espesor se obtiene restando al espesor total del tabique, la dimensión del montante, dividiéndolo (siempre por su múltiplo) entre 12,5, 15 ó 18. En este caso:

$$98 - 48 = 50$$

$$50 / 12,5 = 4.$$

Por tanto, es un tabique de 98 mm de espesor total, a base de montantes de 48 mm, conformado por dos placas de yeso de 12,5 mm atornilladas a cada lado de la estructura metálica. La modulación de montantes es de 600 mm e incorpora lana mineral (Placover) en su interior.

En el cuadro adjunto se resumen las principales denominaciones de los tabiques realizados con placa de yeso laminado Placo:

Designación	78/48	98/48	100/70	120/70	120/90	140/90
Espesor total del tabique (mm)	78	98	100	120	120	140
Anchura de la estructura (mm)	48	48	70	70	90	90
Número y espesor de las placas por paramento (mm)	1x15	2x13	1x15	2x13	1x15	2x13
Peso* (kg/m ²)	26,4	43,0	26,7	43,4	27,0	43,7

(*) Incluye el peso del material aislante.

8.2 PRESTACIONES DE LOS TABIQUES PLACO

Los tabiques Placo ofrecen excelentes prestaciones mecánicas y acústicas, así como en su comportamiento frente al fuego.

Sólo la correcta combinación de los productos Placo que constituyen los tabiques Placo, asegura el cumplimiento de las prestaciones técnicas que en este Manual se detallan para cada tipo de tabique.

PROTECCIÓN FRENTE A INCENDIOS



Reacción al fuego

Las placas de yeso laminado Placo, poseen una reacción al fuego de A2-s1,d0. La placa de yeso armada con tejidos de fibra vidrio Glasroc F (Stucal), está clasi-

ficada como A1.

Por ello, los tabiques Placo cumplen con los requisitos que establece el DB-SI del CTE en cuanto a las Euroclases que se exigen en paredes, pudiéndose emplear en zonas ocupables, aparcamientos, pasillos y escaleras protegidas y recintos de riesgo especial, como en cualquiera de los usos que en él se establecen.

Resistencia al fuego



Los tabiques Placo aportan una excelente protección en caso de incendio, gracias al extraordinario comportamiento del yeso cuando éste queda expuesto al fuego.

El yeso natural ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) contiene un 21% de agua combinada químicamente, y cerca de un 79% de sulfato cálcico (CaSO_4), que es inerte por debajo de 1.200 °C.

Cuando un tabique de placa de yeso queda expuesto al fuego, el agua combinada químicamente del núcleo de yeso de la placa absorbe calor, que se desprende gradualmente en forma de vapor de agua. Este proceso de deshidratación del yeso por efecto del calor se conoce como “calcinación”. Comienza en la superficie expuesta al fuego y avanza gradualmente a través de la capas que componen el tabique.

La capa de yeso calcinado que se forma sobre las

placas expuestas al fuego, permite retrasar el proceso de calcinación del resto placas, ralentizándose gradualmente a medida que aumenta el espesor del material calcinado.

Los tabiques de placa de yeso, además de presentar un buen comportamiento en cuanto a Integridad se refiere (E), también garantizan la estanqueidad a los humos, a los gases calientes y a las llamas, y aseguran un buen aislamiento térmico entre ambos lados de la división, debido a su bajo coeficiente de conductividad térmica.

Los siguientes factores clave influyen en el comportamiento de los tabiques Placo frente al fuego:

- Cantidad de yeso, es decir, la densidad de la placa y el número de placas que constituyen el tabique.
- Empleo de placas tipo PPF, que al incorporar fibra de vidrio en el alma de yeso, se mejora la integridad y cohesión de la placa, impidiendo que se disgregue, y por tanto, se desprenda de la estructura metálica.
- Dimensiones de la estructura metálica.

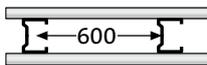
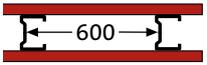
En los cuadros de prestaciones de los tabiques Placo, se indica la clasificación de resistencia al fuego EI determinadas mediante ensayos realizados bajo la Norma Europea armonizada UNE EN 1364-2000 en Laboratorio, ya sean resultados de ensayos, o extensiones de sistemas con una configuración similar.



Fibras de Vidrio dentro del alma de yeso de una placa Glasroc F (Stuclal)

En la tabla siguiente se indican las configuraciones básicas de tabique ensayadas para los sistemas Placo:

ENSAYOS VÁLIDOS
 EXCLUSIVAMENTE PARA
 PRODUCTOS
 Y SISTEMAS **Placo**

Croquis sistema	Denominación Sistema	EI	Nº Informe Ensayo	
	BA 13 M-48 BA 13	73/48	30	7224/06
	PPF 13 M-48 (LM) PPF 13	73/48	60	7253/06
	PPF 15 M-48 PPF 15	73/48	60	1571T08
	2BA 13 M-48 2BA 13	98/48	60	7278/06
	2BA 15 M-48 2BA 15	108/48	90	7243/06
	2BA 15 M-48 (LM) 2BA 15	108/48	120	6880/05
	2PPF 13 M-48 2PPF 13	98/48	120	7205/06
	2PPF 13 M-70 (LM) 2PPF 13	130/70	120	7960/09
	2PPF 13 M-70 (LM) M-48 (LM) 2PPF 13	146/48	120	7252/06
	2PPF 13 M-70 (LM) PPF 13 M-70 (LM) 2PPF 13	203/70	120	7798/08
	3BA 13 M-48 3BA 13	123/48	120	7797/08
	3PPF 15 M-70 (LM) 3PPF 15	160/70	240	7011/05

A continuación se indican las resistencias al fuego de los sistemas Placo, basadas en los ensayos anteriores y según recoge el Estudio Técnico de Evaluación de la variación de la Clasificación de Resisten-

cia al fuego según la norma UNE EN 13501-2:2009 de las divisiones no portantes construidas con las sistemas de placa de yeso laminado Placo, realizado por el Laboratorio Afti-Licof, acreditado por ENAC.

ENSAYOS VÁLIDOS
EXCLUSIVAMENTE PARA
PRODUCTOS
Y SISTEMAS **Placo**

Croquis	Aislante	a	b	c	Sistema	El con Placa SD	El con Placa PPF
	SIN LM	48	12,5	73	73/48	30	30
			15	78	78/48	30	60
		70	12,5	95	96/70	30	60
			15	100	100/70	30	60
		90	12,5	115	116/90	30	60
			15	120	120/90	30	60
		100	12,5	125	125/100	30	60
			15	130	130/100	30	60
		125	12,5	150	150/125	30	60
			15	155	155/125	30	60
		150	12,5	175	175/150	30	60
			15	180	180/150	30	60
	CON LM	48	12,5	73	73/48	30	60
			15	78	78/48	30	60
		70	12,5	95	96/70	30	60
			15	100	100/70	30	60
		90	12,5	115	116/90	30	60
			15	120	120/90	30	60
		100	12,5	125	125/100	30	60
			15	130	130/100	30	60
		125	12,5	150	150/125	30	60
			15	155	155/125	30	60
		150	12,5	175	175/150	30	60
			15	180	180/150	30	60
	SIN LM	48	12,5	98	73/48	60	120
			15	108	78/48	90	120
		70	12,5	120	96/70	60	120
			15	130	100/70	90	120
		90	12,5	140	116/90	60	120
			15	150	120/90	90	120
		100	12,5	150	125/100	60	120
			15	160	130/100	90	120
		125	12,5	175	150/125	60	120
			15	185	155/125	90	120
		150	12,5	200	175/150	60	120
			15	210	180/150	90	120
	CON LM	48	12,5	98	98/48	60	120
			15	108	108/48	120	120
		70	12,5	120	120/70	60	120
			15	130	130/70	120	120
		90	12,5	140	140/90	60	120
			15	150	150/90	120	120
		100	12,5	150	150/100	60	120
			15	160	160/100	120	120
		125	12,5	175	175/125	60	120
			15	185	185/125	120	120
		150	12,5	200	200/150	60	120
			15	210	210/150	120	120
	CON LM	48	12,5	146	146/48	60	120
			15	156	156/48	120	120
		70	12,5	190	190/70	60	120
			15	200	200/70	120	120
		90	12,5	230	230/90	60	120
			15	240	240/90	120	120
		100	12,5	250	250/100	60	120
			15	260	260/100	120	120
		125	12,5	300	300/125	60	120
			15	310	310/125	120	120
		150	12,5	350	350/150	60	120
			15	360	360/150	120	120

ENSAYOS VÁLIDOS
EXCLUSIVAMENTE PARA
PRODUCTOS
Y SISTEMAS Placo

Croquis	Aislante	a	b	c	Sistema	El con Placa SD	El con Placa PPF
	CON LM	48	12,5	154	154/48	60	120
			15	167	167/48	120	120
		70	12,5	203	203/70	60	120
			15	215	215/70	120	120
		90	12,5	243	243/90	60	120
			15	255	255/90	120	120
		100	12,5	263	263/100	60	120
			15	275	275/100	120	120
		125	12,5	313	313/125	60	120
			15	325	325/125	120	120
		150	12,5	363	363/150	60	120
			15	375	375/150	120	120
	SIN LM	48	12,5	123	123/48	120	120
			15	138	138/48	120	120
		70	12,5	145	145/70	120	120
			15	160	160/70	120	120
		90	12,5	165	165/90	120	120
			15	180	180/90	120	120
		100	12,5	175	175/100	120	120
			15	190	190/100	120	120
		125	12,5	200	200/125	120	120
			15	215	215/125	120	120
		150	12,5	225	225/150	120	120
			15	240	240/150	120	120
	CON LM	48	12,5	123	123/48	120	120
			15	138	138/48	120	120
		70	12,5	145	145/70	120	120
			15	160	160/70	120	240
		90	12,5	165	165/90	120	120
			15	180	180/90	120	240
		100	12,5	175	175/100	120	120
			15	190	190/100	120	240
		125	12,5	200	200/125	120	120
			15	215	215/125	120	240
		150	12,5	225	225/150	120	120
			15	240	240/150	120	240
	CON LM	48	12,5	171	171/48+48	120	120
			15	186	186/48+48	120	120
		70	12,5	215	215/70+70	120	120
			15	230	230/70+70	120	240
		90	12,5	255	255/90+90	120	120
			15	270	270/90+90	120	240
		100	12,5	275	275/100+100	120	120
			15	290	290/100+100	120	240
		125	12,5	325	325/125+125	120	120
			15	340	340/125+125	120	240
		150	12,5	375	375/150+150	120	120
			15	390	390/150+150	120	240



AISLAMIENTO ACÚSTICO:

Tal y como se ha indicado en el capítulo 2 de este Manual, el comportamiento acústico de los tabique Placo corresponde al fenómeno físico de sistema de masa-resorte-masa.

Su aislamiento dependerá de:

- La naturaleza y la masa de los paramentos.
- La anchura de la cámara de aire.
- Inclusión de lanas minerales en el interior de su cámara (Placover).
- Empleo de la placa de yeso Placo Phonique.



En los cuadros de resumen de prestaciones de los tabiques Placo, los resultados de los ensayos se han obtenido en Laboratorios oficiales bajo norma UNE-EN ISO 140-3:1995, UNE-EN ISO 140-6:1999 y UNE-EN ISO 140-8:1998, o bien son resultados de simulaciones informáticas.



AISLAMIENTO TÉRMICO:

El coeficiente de conductividad térmica (λ) de la placa de yeso laminado así como la posibilidad de incorporar en el tabique lanas minerales (Placover), permiten la ejecución de tabiques y divisorios con una baja transmitancia, acordes a las exigencias del DB-HE.

Tal y como se ha indicado en el capítulo 2 de este manual, el aislamiento térmico de los sistemas Placo se determina por la suma de la resistencia térmica de cada una de las capas que componen el sistema.

Para el cálculo de la transmitancia del sistema se emplearán los siguientes valores de λ :

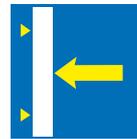
- Placa de yeso: $\lambda = 0,25 \text{ W / mK}$.
- Material aislante: dependerá del tipo instalado.

Conductividad Térmica Placover	
Tipo	λ (W/mk)
45	0,036
60	0,040

Se tendrán en cuenta los incrementos de aislamiento por cámaras de aire y las resistencias térmicas superficiales:

Cámaras de aire	
Espesor de la cámara (m)	Rt (m ² K/W)
0,008	0,15
0,010	0,15
0,020	0,17
0,030	0,18
0,040	0,18
0,050	0,18

Resistencias térmicas superficiales	Exterior Rse (m ² K/W)	Interior Rsi (m ² K/W)
Cerramientos Exteriores	0,04	0,13
Cerramientos Interiores	0,13	0,13



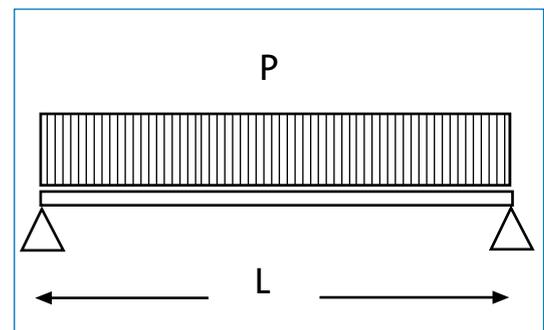
ALTURAS MÁXIMAS DE TABIQUES:

La altura máxima de los tabiques de placa de yeso laminado, está en función de:

- Dimensiones y Momento de Inercia de la estructura metálica (Montantes).
- Separación entre ejes de montantes (modulación).
- Disposición de los montantes, simples, en "H" o en cajón.
- Espesor y Número de placas de yeso que se atornillan a la estructura metálica.

Se admite que en un tabique sencillo 72/48, sobre el que se aplica una presión de 20 daN/m², la flecha máxima admisible no ha de ser superior a 5 mm:

$$f = \frac{5 \times PL^4}{384 EI} \leq 5\text{mm}$$



Este supuesto, se cumple en:

- Tabiques de 2,50 m altura, formado por una placa de yeso laminado de 12,5 mm de espesor, atornilladas a ambas caras de una estructura sencilla de montantes de 48 mm, separación entre ejes de 600 mm. Momento de inercia del perfil, $I_0 = 2,43 \text{ cm}^4$.
- Tabique de 3,0 m de altura, formado por dos placas de yeso laminado de 12,5 mm de espesor, atornilladas a ambas caras de una estructura sencilla de montantes de 48 mm, separación entre ejes de 600 mm. Momento de inercia del perfil, $I_0 = 2,43 \text{ cm}^4$.

Variando las inercias de los perfiles y aplicando la fórmula siguiente, se obtienen las alturas máximas para cada configuración de tabique:

$$H = H_0 \sqrt[4]{I/I_0}$$

H: nueva altura en m.

H_0 : valor de la altura de referencia en m.

I: Momento de inercia en cm^4 del nuevo montante.

I_0 : Momento de inercia de referencia del montante de 48 mm, $I_0 = 2,43 \text{ cm}^4$.

Los valores de H_0 se obtienen de la tabla siguiente, en función del espesor total de las placas de yeso por cada cara del tabique:

Valores de referencia de H_0	
Espesor (mm)	H_0 (m)
$12,5 \leq e < 19$	2,50
$19 \leq e < 25$	2,80
$25 \leq e < 30,5$	3,00
$30,5 \leq e < 36$	3,20
≥ 36	3,35

El valor de I se incrementará multiplicándolo por los siguientes valores en función de la disposición de la estructura metálica:

Disposición estructura	Factor
Montantes simples a 600 mm	1
Montantes simples a 400 mm	$1 \times 1,5$
Montantes dobles a 600 mm	2,0
Montantes dobles a 400 mm	$2 \times 1,5$

Las valores para los montantes dobles se aplicarán

tanto para el montaje en "H" como en cajón.

Los valores de las alturas máximas que se indican a continuación sólo son válidos para sistemas de placa de yeso ejecutados con perfiles metálicos Placo, que están en posesión del certificado "N" de AENOR de producto y cuyo Proyecto de Norma está en trámite.

Momentos de inercia de los montantes Placo	
Montante	I (cm^4)
48	2,43
70	6,51
90	11,97
100	15,03
125	25,38
150	39,21

Los momentos de inercia de los perfiles se obtienen según se indica en la Norma UNE EN 14195, en su anexo B.



Tabla de alturas máximas permitidas para tabiques de estructura sencilla o doble (sin arriostrar)

Disposición de la estructura portante (perfiles en chapa de acero nominal de 0,60 mm)	Momento de inercia (cm^4)	Modulación de montante: 600 mm		Modulación de montantes: 400 mm	
		Paramentos con una sola placa (1)	Paramentos con dos placas (2)	Paramentos con una sola placa	Paramentos con dos placas
Perfil nominal 48	2,43	2,60*	3,00	2,80	3,35
Perfiles dobles nominal 48	4,86	3,00	3,60	3,30	3,95
Perfil nominal 70	6,51	3,20	3,85	3,55	4,25
Perfiles dobles nominal 70	13,02	3,85	4,60	4,25	5,05
Perfil nominal 90	11,97	3,75	4,50	4,15	4,95
Perfiles dobles nominal 90	23,94	4,45	5,35	4,90	5,90
Perfil nominal 100	15,03	3,95	4,75	4,40	5,25
Perfiles dobles nominal 100	30,06	4,70	5,65	5,20	6,25
Perfil nominal 125	25,38	4,50	5,40	5,00	6,00
Perfiles dobles nominal 125	50,76	5,35	6,45	5,95	7,10
Perfil nominal 150	39,21	5,05	6,05	5,55	6,65
Perfiles dobles nominal 150	78,42	6,00	7,15	6,60	7,95

(1) Una sola placa de yeso de hasta 19 mm de espesor.

(2) Dos placas de yeso de 12,5 ó 15 mm de espesor.

*Aunque la altura de referencia para el cálculo de otras configuraciones es $H_0 = 2,50 \text{ m}$, la experiencia indica que un tabique de altura $H = 2,60 \text{ m}$ con montantes de 48 mm modulados a 600mm, con una placa de 15 mm de espesor atornillada a cada lado de la estructura, cumple con las condiciones indicadas: $f < 5 \text{ mm}$ para una presión de 20 daN/m^2 .

8.3 TABIQUES DE ALTAS PRESTACIONES

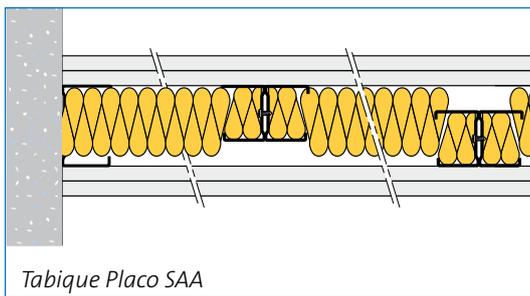
Los tabiques Placo SAA (tabiques de estructura alternada) y SAD (tabiques con estructura doble) están formados por placas de yeso laminado atornilladas a un sistema doble de estructura metálica Placo. La estructura metálica, al no estar arriostrada entre sí, permite que las dos caras del tabique sean independientes, por lo que se obtienen tabiques de mayores prestaciones acústicas. En el interior de la cámara creada se alojan paneles de lana mineral (Placover).

Sólo la correcta combinación de los productos Placo que constituyen los tabiques Placo, aseguran el cumplimiento de las prestaciones técnicas que en este Manual se detallan para cada tipo de tabique.

Este tipo de tabiques están concebidos para la separación de: viviendas, pabellones, locales comerciales, salas de espectáculos... y de un modo general los locales que necesitan un aislamiento acústico más elevado.

TABIQUES PLACO SAA

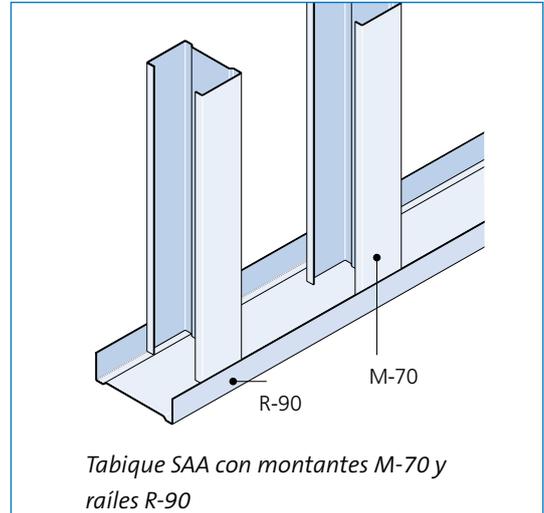
Están formados por una estructura metálica simple Placo con una doble línea de montantes alternados, de tal forma que se reduce el espesor del tabique sin que se efectúen uniones mecánicas entre estructuras, evitándose puentes acústicos.



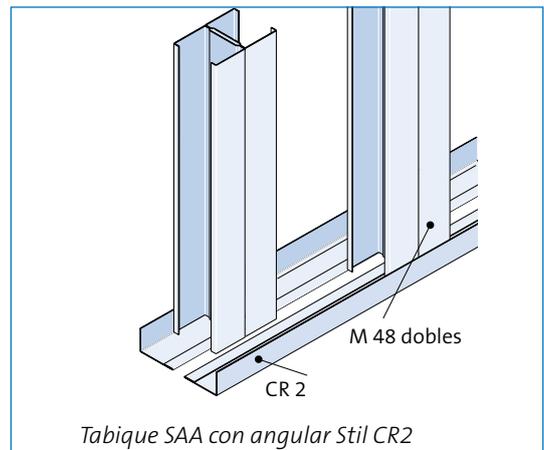
Tabique Placo SAA

Los elementos horizontales de la estructura metálica se realizan con raíles R-70 o R-90, a los que se fijan montantes M-48 (siempre dobles y dispuestos en forma de "H") y 70 mm (simples o bien dobles en forma de "H") respectivamente.

En el caso de que se empleen montantes M-90 (simples o bien dobles en forma de "H"), los elementos horizontales se constituyen a base de perfiles angulares CR2.

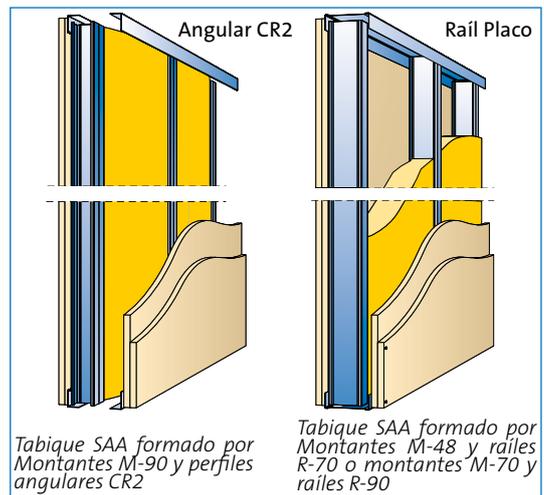


Tabique SAA con montantes M-70 y raíles R-90



Tabique SAA con angular Stil CR2

Los tabiques Placo SAA permiten obtener prestaciones acústicas elevadas con un espesor de tabique reducido.

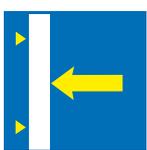


Tabique SAA formado por Montantes M-90 y perfiles angulares CR2

Tabique SAA formado por Montantes M-48 y raíles R-70 o montantes M-70 y raíles R-90

Características de los tabiques Placo SAA

Paramento 1 Paramento 2	2 x 13 2 x 13				3 x 13 3 x 13
Designación	SAA 120	SAA 140	SAA 160	SAA 160	SAA 220
Espesor mínimo del tabique (mm)	120	140	160	160	220
Estructura (Dimensión montante)	S: Simple	48 (D)	70 (S)	70 (S)	90 (S)
	D: Doble		70 (D)	70 (D)	90 (D)
Separación mínima interior entre paramentos (mm)	70	90	110	110	145



Alturas máximas:

La altura máxima de empleo de los tabiques Placo SAA dependerá del tipo de estructura y del número de placas utilizadas.

PARAMENTO 1 PARAMENTO 2	2 x 13 2 x 13				3 x 13 3 x 13
DESIGNACIÓN	SAA 120	SAA 140	SAA 160	SAA 160	SAA 220
Inercia de los montantes en cm ⁴ S: simple D: doble	5,8 (D)	7,7 (S) 15,4 (D)	7,7 (S) 15,4 (D)	13,7 (S) 27,4 (D)	7,7 (S) 15,4 (D)
Altura límite en m.		2,95	2,95	3,40	3,35
Distancia entre ejes 0,60 m.		2,75	3,50	3,50	4,05
Altura límite en m.		3,05	3,85	3,85	4,35
Distancia entre ejes 0,60 m.			3,20	3,20	3,75
				3,75	3,70

Los valores de la tabla anterior sólo son válidos para sistemas de placa de yeso ejecutados con perfiles metálicos Placo, que están en posesión del certificado "N" de AENOR de producto.



Los momentos de inercia de los perfiles se obtienen según se indica en la Norma UNE EN 14195, en su anexo B.



Aislamiento acústico:

En el cuadro siguiente, los resultados de los ensayos se han obtenido en Laboratorios oficiales bajo norma UNE-EN ISO 140-3:1995, UNE-EN ISO 140-6:1999 y UNE-EN ISO 140-8:1998, o bien son resultados de simulaciones informáticas.

PARAMENTO 1 PARAMENTO 2	2 x 13 2 x 13				3 x 13 3 x 13
DESIGNACIÓN	SAA 120	SAA 120	SAA 160	SAA 160	SAA 220
R _w (C;Ctr) dB	61 (-3;-9)	64 (-2;-8)	64 (-2;-7)	64 (-2;-7)	71 ⁽¹⁾ (-2;-7)
R _a dBA	58	59	62	62	69 ⁽¹⁾

El empleo de placa de yeso Placo Phonique permite incrementar los valores anteriores hasta en 3 dBA.



Aislamiento térmico:

El aislamiento térmico de los sistemas SAA se determina de manera análoga a la del resto de sistemas Placo, mediante la suma de la resistencia térmica de cada una de las capas que componen el sistema.

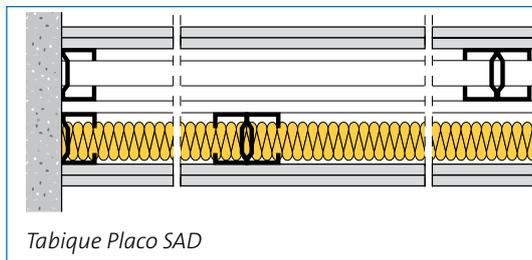
Paramento 1 Paramento 2	2 x 13 2 x 13			3 x 13 3 x 13
Designación	SAA 120	SAA 140	SAA 160	SAA 220
RT (mk/K) + R _{AT}	0,64			0,74

R_{AT}: Resistencia térmica del material aislante.

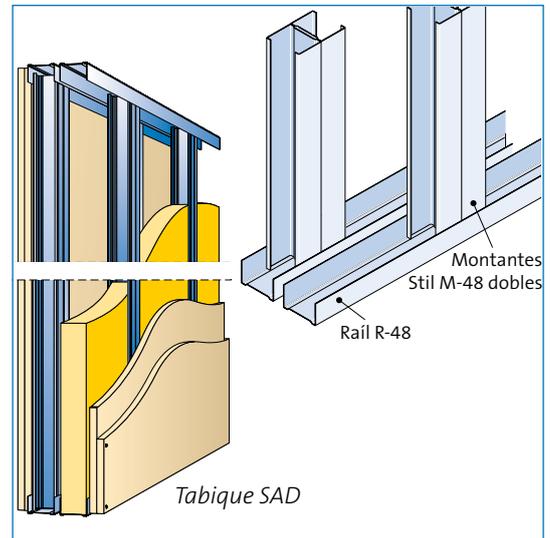
Conductividad Térmica Placover	
Tipo	λ (W/mk)
45	0,036
60	0,040

TABIQUES PLACO SAD

Están formados por 2 estructuras alineadas e independientes Placo, y cuyas líneas de montantes se alternan sin unión mecánicas entre ellas, evitándose puentes acústicos. Permiten obtener mayores prestaciones acústicas.

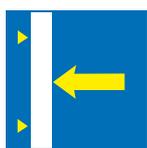


Para su construcción se emplean raíles de 48, 70 o 90 mm y montantes de 48, 70 y 90 mm, siempre montados en "H".



Características de los tabiques Placo SAD

Paramento 1 Paramento 2	2 x 13 2 x 13	2 x 13 3 x 13		3 x 13 3 x 13		
Designación	SAD 160	SAD 180	SAD 200	SAD 180	SAD 220	SAD 260
Espesor mínimo del tabique (en mm)	160	140	200	180	220	260
Estructura (Dimensión montante)	S: Simple	48 (D)		48 (D)	70 (S)	90 (S)
	D: Doble				70 (D)	90 (D)
Separación mínima interior entre paramentos en (mm)	110	118	138	105	145	185



Alturas máximas:

La altura máxima de empleo de los tabiques Placo SAD dependerá del tipo de estructura y del número de placas utilizadas.

PARAMENTO 1 PARAMENTO 2	2 x 13 2 x 13	2 x 13 3 x 13		3 x 13 3 x 13	
DESIGNACIÓN	SAD 160	SAD 180	SAD 200	SAD 180	SAD 260
Inercia de los montantes en cm ⁴ S: simple D: doble	5,8 (D)	5,8 (D)		5,8 (D)	13,7 (S) 27,4 (D)
Altura límite en m					3,85
Distancia entre ejes 0,60 m.		2,75	2,75	3,10	4,55
Altura límite en m					4,25
Distancia entre ejes 0,60 m.		3,05	3,05	3,40	5,05



Aislamiento acústico:

En el cuadro siguiente, los resultados de los ensayos se han obtenido en Laboratorios oficiales bajo norma UNE-EN ISO 140-3:1995, UNE-EN ISO 140-6:1999 y UNE-EN ISO 140-8:1998, o bien son resultados de simulaciones informáticas.

PARAMENTO 1 PARAMENTO 2	2 x 13 2 x 13	2 x 13 3 x 13		3 x 13 3 x 13		
DESIGNACIÓN	SAD 160	SAD 180	SAD 200	SAD 180	SAD 220	SAD 260
R _w (C;Ctr) dB	64 (-2;-7)	67 (-3;-9)	68 (-3;-8)	70 (-3;-10)	71 (-2;-7)	72 (-3;-7)
R _a dBA	62	64	65	67	69	69

El empleo de placa de yeso Placo Phonique permite incrementar los valores anteriores hasta en 3dBA.





Aislamiento térmico:

El aislamiento térmico de los sistemas SAD se determina de manera análoga a la del resto de sistemas Placo, mediante la suma de la resistencia térmica de cada una de las capas que componen el sistema.

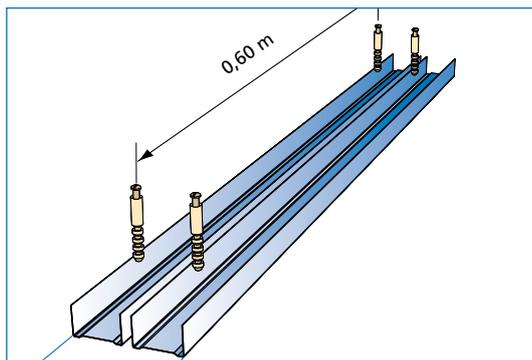
Paramento 1 Paramento 2	2 x 13 2 x 13	2 x 13 3 x 13	3 x 13 3 x 13
Designación	SAA 160	SAA 180 SAA 200	SAD 180 SAD 220 SAD 260
RT (mk/K) + R _{AT}	0,64	0,69	0,74

R_{AT}: Resistencia térmica del material aislante.

Conductividad Térmica Placover	
Tipo	λ (W/mk)
45	0,036
60	0,040

INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS SAA Y SAD

Los perfiles angulares CR2 y los raíles se fijan mecánicamente tanto al solado terminado, o a su base de asiento, como al forjado superior, mediante el empleo de anclajes mecánicos, siendo la separación máxima entre ellos de 0,6 m.

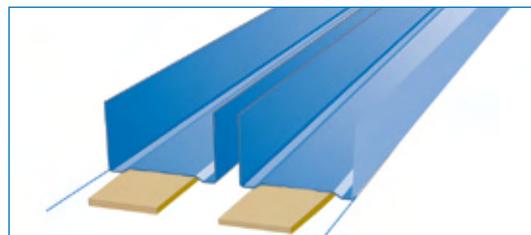


Los montantes de arranque se fijarán en sus encuentros con el resto de elementos verticales de la obra, mediante el empleo de fijaciones mecánicas, siendo la separación máxima entre ellos de 0,6 m.

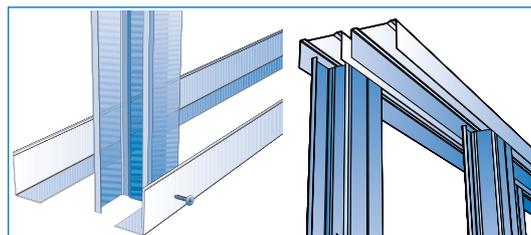
Se dispondrá de banda estanca en los perfiles horizontales, así como en los verticales de arranque, con el fin de garantizar el correcto aislamiento del tabique.

Los montantes verticales, ya sean simples o dobles en "H", se colocarán paralelos, siendo la modulación de montantes de 0,60 ó 0,40 m.

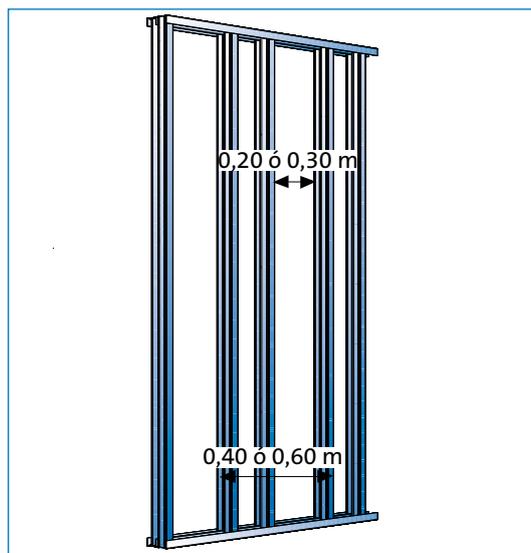
Los montantes montados en "H" se unirán mediante tornillos TRFP 13, que conectarán las almas de ambos perfiles cada 0,40 m.



En los tabiques SAA, los montantes se fijarán a los canales, o a los angulares CR2, mediante tornillos TRFP 13, de forma que se conecten el ala del canal o del angular, con el ala del montante. En función de su modulación (0,60 m ó 0,40 m) los montantes estarán alternados cada 0,20 ó 0,30 m.



En los tabiques SAD, los montantes se encajarán los canales. En función de su modulación (0,60 m ó 0,40 m) los montantes estarán alternados cada 0,20 ó 0,30 m.



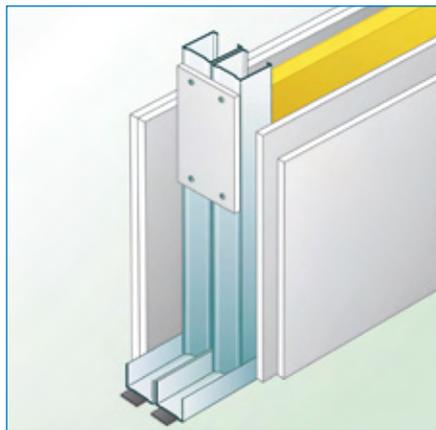
Para el atornillado de las placas, se seguirán las mismas recomendaciones que para el resto de los tabiques Placo, es decir, se dispondrán tornillos cada 0,25 m y a 1 cm del borde de la placa.

8.4 TABIQUES DE GRAN ALTURA

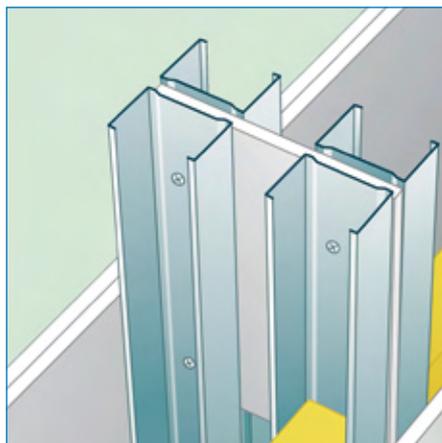
Cuando sea necesario realizar tabiques de altura superior a las que se obtienen con tabiques de estructura sencilla, o doble sin arriostrar, se deberán emplear en obra tabiques Placo con estructura doble arriostrada.

Las estructuras dobles arriostradas Placo, pueden ser:

Tabique doble con estructura normal. También es llamado montaje en "C". Esta formado por una doble línea de raíles en los que se encajan los montantes, modulados a 400 mm ó 600 mm. Las almas de los montantes se unen entre sí mediante el empleo de una cartela.



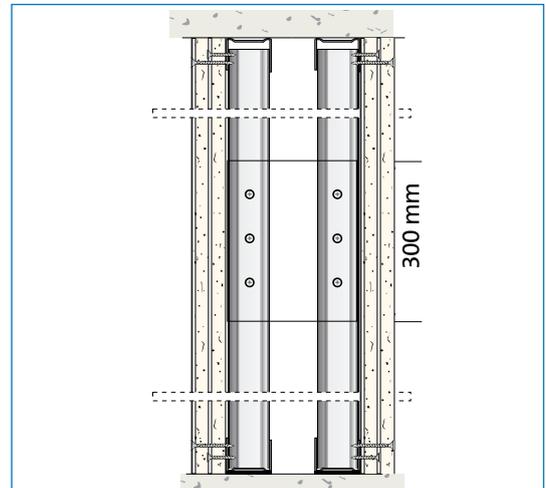
Tabique doble con montantes en "H". Está formado por una doble línea de raíles en los que se encajan los montantes en forma de "H", modulados a 400 mm ó 600 mm. Las almas de los montantes se unen entre sí mediante el empleo de cartelas.



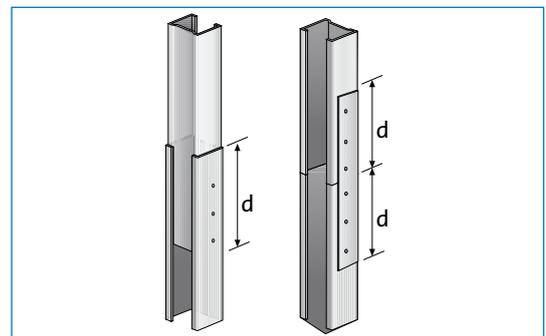
Las cartelas se podrán realizar con:

- chapa metálica de acero galvanizado.
- placa de yeso laminado.

En los dos casos la separación entre ejes de cartelas será de 900 mm como máximo, siendo su longitud mínima de 300 mm.



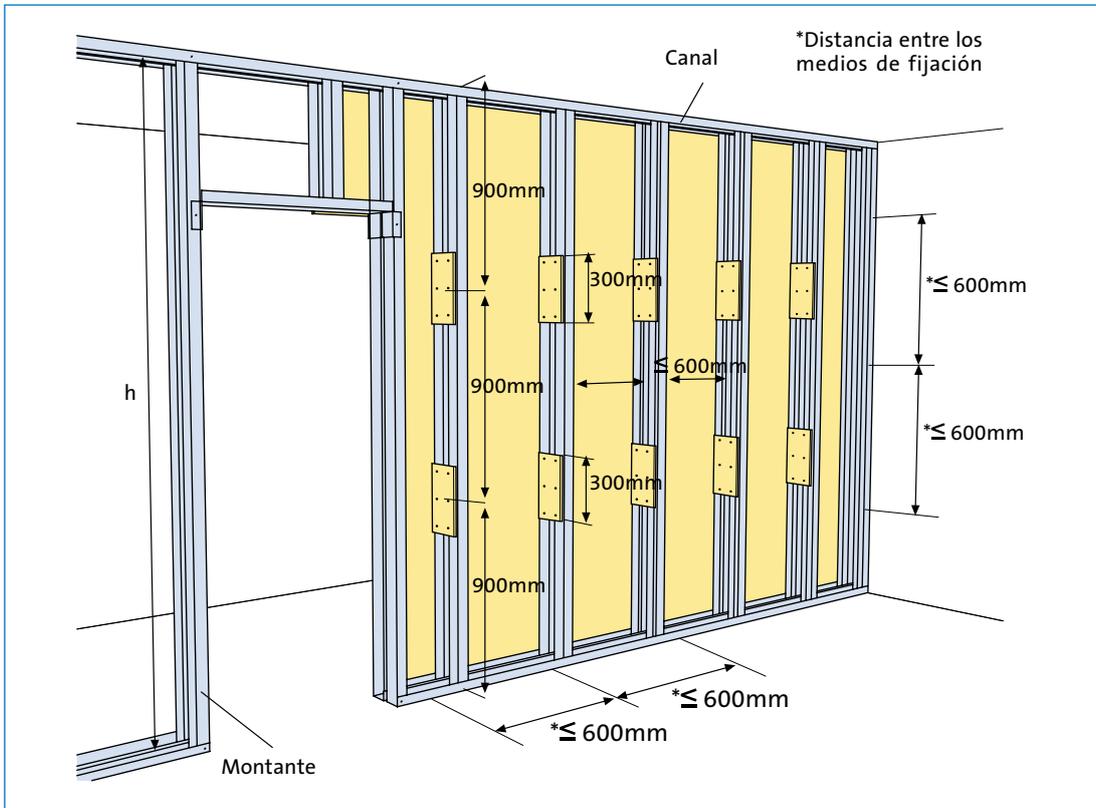
En el caso de que por la altura del tabique se hayan de cubrir alturas superiores a las de los montantes suministrados, se podrán confeccionar montantes de mayor longitud, siempre uniéndolos mediante tornillos TRPF, mediante los procedimientos siguientes:



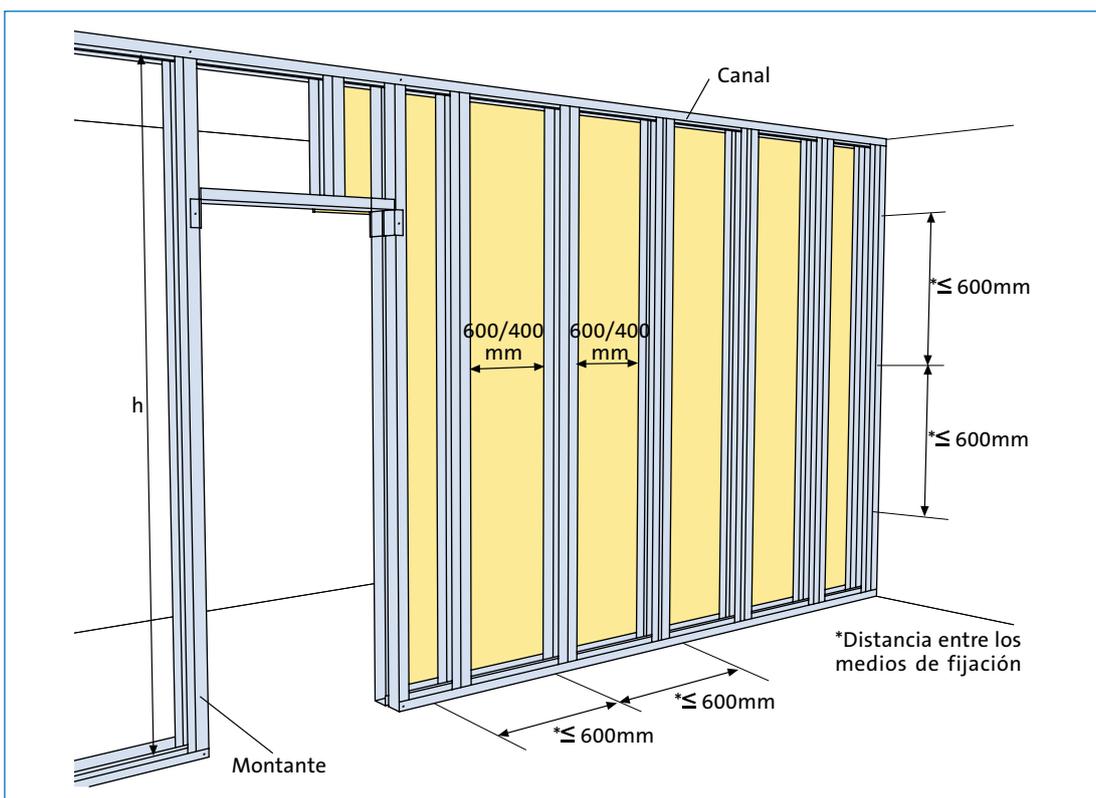
- Encajando sus extremos, solapándolos una distancia mínima d .
- Enfrentando los extremos, uniéndolos entre sí mediante el empleo de un canal de longitud $2d$.

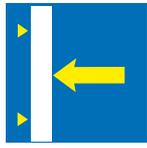
Montante	Distancia d (cm)
48	25
70	35
90	45

Montantes arriostrados en "C".



Montantes sin arriostrar en "C".





Alturas máximas

La altura máxima de los tabiques Placo SADL para grandes alturas es función de:

- Momento de Inercia de la estructura metálica.
- Sección del perfil metálico.
- Distancia entre el centro de gravedad del perfil y el eje de simetría del tabique.
- Separación entre ejes de montantes (modulación).
- Disposición de los montantes, simples en "C" o dobles en "H".
- Número y espesor de las placas de yeso que se atornillan a la estructura metálica.

Sólo la correcta combinación de los productos Placo que constituyen los tabiques Placo, aseguran el cumplimiento de las prestaciones técnicas que se indican a continuación.

Para el cálculo de las alturas máximas, se emplea la fórmula siguiente:

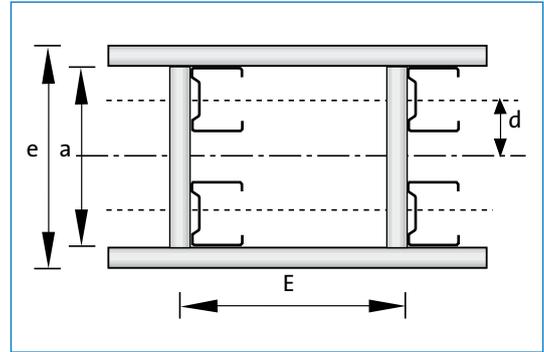
$$H = H_0 \sqrt[4]{\frac{(I_{\Delta} + S_{\Delta} d^2) \times N \times \Phi}{I_0}}$$

Donde:

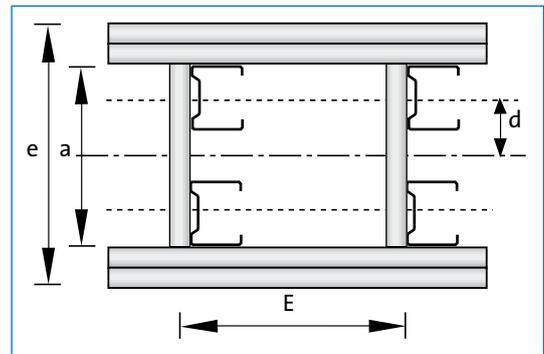
H_0	Valor de la altura de referencia en m.
I	Momento de Inercia de los montantes empleados, expresado en mm^4 .
S	Area del montante en mm^2 .
d	Distancia entre el eje del tabique y el eje del montante. Como máximo será el doble de la longitud del montante.
N	Número de montantes: 2 en montaje en "C" y 4 para montaje en "H".
Φ	Factor de inercia, en función de la distancia entre ejes de montantes: 1 para 600 mm y 1,5 para 400 mm.
I_0	Momento de Inercia del montante de referencia M - 48 en mm^4 .
e	Espesor del tabique.
a	Ancho de la cámara interior del tabique.

En función de la disposición de los montantes, y del número de placas de yeso que se atornillan a cada lado de la estructura metálica, se obtienen las siguientes configuraciones posibles para tabiques de grandes alturas:

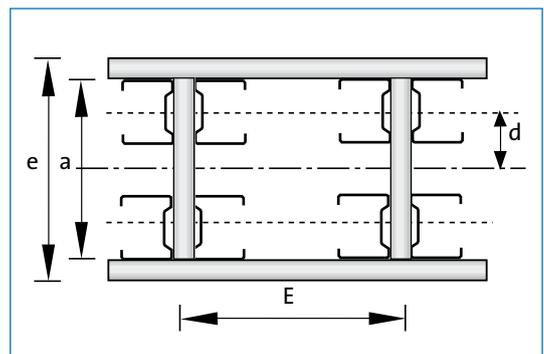
Montaje sencillo en "C". Una placa por cada cara.



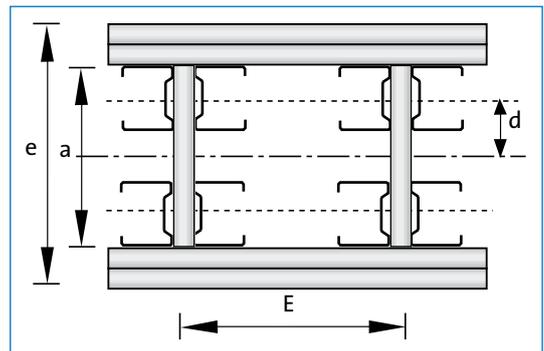
Montaje sencillo en "C". Dos placas por cada cara.



Montaje doble en "H". Una placa por cada cara.



Montaje doble "H". Dos placas por cada cara.



Momentos de inercia y secciones de los perfiles Placo		
Montante	S(cm ²)	I _y (cm ⁴)
48	65,13	2,43
70	77,58	6,51
90	93,48	11,97
100	97,72	15,03
125	110,97	25,38
150	124,22	39,21

Valores de referencia H ₀	
Montante	H ₀ (m)
12,5 ≤ e < 19	2,55
19 ≤ e < 25	2,85
25 ≤ e < 30,5	3,05
30,5 ≤ e < 36	3,25
≥ 36	3,40

Con los momentos de inercia de los montante Placo se obtienen las alturas máximas siguientes:

Una placa por cada cara de 15 ó 18 mm de espesor.								
Montante	d (mm)	a (mm)	e (mm)		Altura máxima (m)			
					Montaje en "C"		Montaje en "H"	
			1 x BA 15	1 x BA 18	E = 600 mm	E = 400 mm	E = 600 mm	E = 400 mm
48	96	240	270	276	6,70	7,40	7,95	8,80
70	140	350	380	386	8,45	9,35	10,05	11,10
90	180	450	480	486	10,05	11,10	11,95	13,20
100	200	500	530	536	10,70	11,85	12,70	14,05
125	250	625	655	661	12,35	13,65	14,65	15,00
150	300	750	780	786	13,90	15,00	15,00	15,00

Dos placas por cada cara de 12,5 ó 15 mm de espesor.								
Montante	d (mm)	a (mm)	e (mm)		Altura máxima (m)			
					Montaje en "C"		Montaje en "H"	
			2 x BA 13	2 x BA 15	E = 600 mm	E = 400 mm	E = 600 mm	E = 400 mm
48	96	240	265	270	8,05	8,90	9,55	10,55
70	140	350	375	380	10,15	11,20	12,05	13,35
90	180	450	475	480	12,05	13,30	14,30	15,00
100	200	500	525	530	12,85	14,20	15,00	15,00
125	250	625	650	655	14,80	15,00	15,00	15,00
150	300	750	775	780	15,00	15,00	15,00	15,00

Independientemente de los valores que se obtengan de la aplicación de la fórmula que se indica en este apartado, por razones de seguridad se limita la altura máxima que se puede alcanzar con este tipo de tabiques a 15 m. Para alturas superiores consultar con el Departamento Técnico de Placo.

La fecha máxima admisible bajo una carga de 20 daN/m² será de 5 mm.

Los valores de las tablas anteriores sólo son válidos para sistemas de placa de yeso ejecutados con perfiles metálicos Placo, que están en posesión del certificado "N" de AENOR de producto y cuyo Proyecto de Norma está en trámite.

Los momentos de inercia de los perfiles se obtienen según se indica en la Norma UNE EN 14195, en su anexo B.



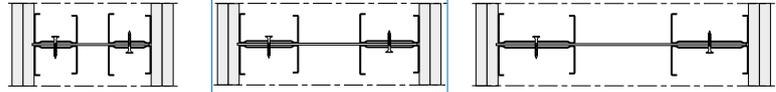
Aislamiento Acústico

En el cuadro siguiente, los resultados de los ensayos se han obtenido en Laboratorios oficiales bajo norma UNE-EN ISO 140-3:1995, UNE-EN ISO 140-6:1999 y UNE-EN ISO 140-8:1998, o bien son resultados de simulaciones informáticas.

El empleo de placa de yeso Placo Phonique permite incrementar los valores anteriores hasta en 3dB.



Aislamiento Acústico Tabiques de gran altura SADL.



Designación	SADL 180	SADL 220	SADL 260	SADL 300	SADL 340	SADL 380	SADL 420
Montantes	M 48	M 48	M 70	M 70	M 90	M 90	M 90
Espesor total del tabique (e) en mm	180	220	260	300	340	380	420
Distancia entre paramentos (a) en mm	130	170	210	250	290	330	370

Con lana mineral	$R_w(C;C_{tr})$ dB	62 (-4;-11)	62 (-3;-9)	64 (-3;-9)	64 (-2;-8)	65 (-2;-8)	65 (-2;-7)	64 (-2;-6)
	R_A dB	58	59	58	58	58	58	58
Grosor de la lana mineral		2 x 45	2 x 45	2 x 45	2 x 45	2 x 45	2 x 45	2 x 45
Sin lana mineral	$R_w(C;C_{tr})$ dB	47 (-3;-9)	48 (-3;-9)	48 (-2;-8)	49 (-3;-9)	49 (-3;-9)	49 (-2;-8)	50 (-3;-9)
	R_A dB	44	45	46	46	46	47	47

Características de las particiones de gran altura Placo con estructuras arriostradas y de paramentos dobles (2 x BA 13) (distancia entre ejes de los montantes 0,60 m).

de las capas que componen el sistema.

Paramento 1	1 x 13	2 x 13	1 x 15	2 x 15
Paramento 2	1 x 13	2 x 13	1 x 15	2 x 15
$RT (mk/K)+R_{AT}$	0,59	0,60	0,64	0,66

Aislamiento Térmico



El aislamiento térmico de los sistemas Placo SADL para tabiques de grandes alturas se determina de manera análoga a la del resto de sistemas Placo, mediante la suma de la resistencia térmica de cada una

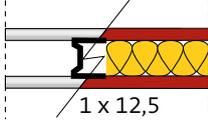
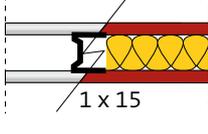
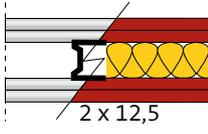
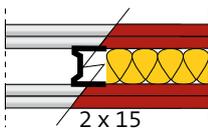
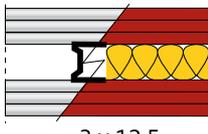
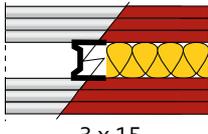
R_{AT} : Resistencia térmica del material aislante.

Conductividad Térmica Placover	
Tipo	$\lambda (W/mk)$
45	0,036
60	0,040

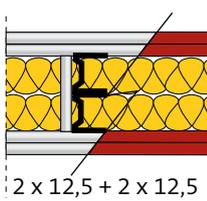
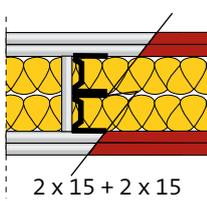
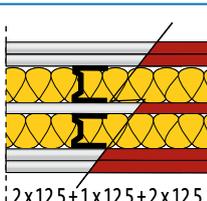
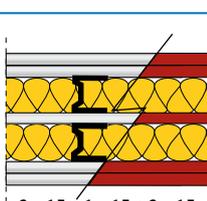
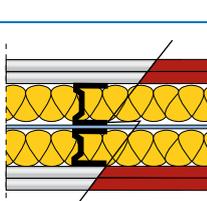


VALORES EXCLUSIVOS
 PARA LOS
 SISTEMAS **Placo**

RESUMEN DE PRESTACIONES DE LOS TABIQUES PLACO

Tabiques de estructura simple.											
Sistema	Montante	Espesor tabique (mm)	Peso máx. aproximado (kg/m ²) sin LM	Aislamiento Acústico R _A (dBA)		Resistencia al fuego. EI				Altura máxima (mm)	
				Sin L.M.	Con L.M.	Sin L.M.		Con L.M.		Montantes a 600 mm	Montantes a 400 mm
						Placa Estándar	Placa PPF	Placa Estándar	Placa PPF		
 1 x 12,5	48	73	23,08	34,0	40,0	30*	30	30	60*	2,60	2,75
	70	96	23,80	36,0	46,0	30	30	30	60	3,20	3,55
	90	116	24,33	≥36,0	≥46,0	30	30	30	60	3,70	4,10
 1 x 15	48	78	28,08	34,0	43,0	30	60*	30	60	2,60	2,75
	70	100	28,80	38,0	45,7	30	60	30	60	3,20	3,55
	90	120	29,33	≥38	51,9	30	60	30	60	3,70	4,10
 2 x 12,5	48	98	45,08	41,0	≥51,9	60*	120*	60	120	3,00	3,30
	70	120	45,80	43,0	≥51,9	60	120	60	120*	3,85	4,25
	90	140	46,33	45,0	≥51,9	60	120	60	120	4,50	4,95
 2 x 15	48	108	53,08	≥41,0	≥51,9	90*	120	120*	120	3,00	3,30
	70	130	53,80	≥43,0	≥51,9	90	120	120	120	3,85	4,25
	90	150	54,33	≥45,0	≥51,9	90	120	120	120	4,50	4,95
 3 x 12,5	48	123	66,08	≥41,0	≥51,9	120*	120	120	120	3,35	3,70
	70	145	66,80	≥43,0	≥51,9	120	120	120	120	4,30	4,75
	90	165	67,33	≥45,0	≥51,9	120	120	120	120	5,00	5,50
 3 x 15	48	138	78,08	≥41,0	≥51,9	120	120	120	120	3,35	3,70
	70	160	78,80	≥43,0	≥51,9	120	120	120	240*	4,30	4,75
	90	180	79,33	≥45,0	≥51,9	120	120	120	240	5,00	5,50

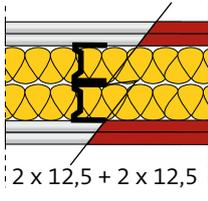
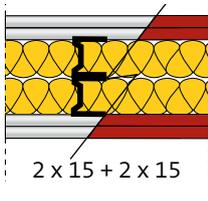
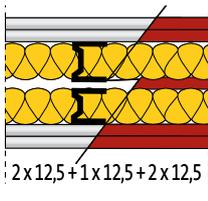
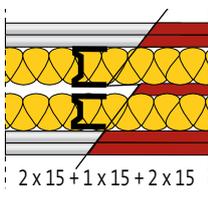
Cálculo	Ensayo	Extensión Laboratorio	Estimación
---------	--------	-----------------------	------------

Tabiques dobles arriostrados								
Sistema	Montante	Espesor tabique (mm)	Peso máx. aproximado (kg/m ²)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _a dB(A)	Resistencia al fuego. EI		Altura máxima (mm)	
					Placa Estándar	Placa PPF	Montantes a 600 mm	Montantes a 400 mm
 2 x 12,5 + 2 x 12,5	48	146	47,50	57 (-2;-6) 55,9	60	120	4,45	4,65
	70	190	48,60	≥ 57 (-2;-6) ≥ 55,9	60	120	5,65	5,95
	90	230	49,65	≥ 57 (-2;-6) ≥ 55,9	60	120	6,60	6,90
 2 x 15 + 2 x 15	48	146	47,50	56 (-2;-2) 55,1	120	120	4,45	4,65
	70	190	48,60	≥ 56 (-2;-2) ≥ 55,1	120	120	5,65	5,95
	90	230	49,65	≥ 56 (-2;-2) ≥ 55,1	120	120	6,60	6,90
 2 x 12,5 + 1 x 12,5 + 2 x 12,5	48	158	57,71	62 (-4;-11) 59,1	60	120	4,80	4,95
	70	203	58,96	≥ 62 (-4;-11) ≥ 59,1	60	120	5,95	6,20
	90	243	59,84	≥ 62 (-4;-11) ≥ 59,1	60	120	6,90	7,15
 2 x 15 + 1 x 15 + 2 x 15	48	171	67,71	64 (-5;-12) 60,3	120	120	4,85	5,00
	70	215	68,96	≥ 64 (-5;-12) ≥ 60,3	120	120	6,05	6,25
	90	255	69,84	≥ 64 (-5;-12) ≥ 60,3	120	120	6,95	7,20
 2 x 12,5 + Chapa 0,6mm + 2 x 12,5	48	158	57,71	61 (-3;-9) 59,1	60	120	4,45	4,65
	70	203	58,96	≥ 61 (-3;-9) ≥ 59,1	60	120	5,65	5,95
	90	243	59,84	≥ 61 (-3;-9) ≥ 59,1	60	120	6,60	6,90

Cálculo	Ensayo	Extensión Laboratorio	Estimación

**VALORES EXCLUSIVOS
PARA LOS
SISTEMAS Placo**

VALORES EXCLUSIVOS
PARA LOS
SISTEMAS **Placo**

Tabiques dobles sin arriostrar								
Sistema	Montante	Espesor tabique (mm)	Peso máx. aproximado (kg/m ²)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _a dB(A)	Resistencia al fuego. EI		Altura máxima (mm)	
					Placa Estándar	Placa PPF	Montantes a 600 mm	Montantes a 400 mm
 2 x 12,5 + 2 x 12,5	48	146	47,21	65 (-5;-10) 62,8	60	120	2,25	2,50
	70	190	48,46	66 (-2;-9) 64,4	60	120	2,90	3,20
	90	230	49,44	≥ 66 (-2;-9) ≥ 64,4	60	120	3,35	3,70
 2 x 15 + 2 x 15	48	156	57,51	≥ 65 (-5;-10) ≥ 62,8	120	120	2,55	2,80
	70	200	58,56	69 (-2;-7) 67,6	120	120	2,95	3,25
	90	240	59,44	≥ 69 (-2;-7) ≥ 67,6	120	120	3,50	3,85
 2x12,5+1x12,5+2x12,5	48	158	57,71	≥ 62 (-4;-11) ≥ 59,1	60	120	2,25	2,50
	70	203	58,96	70 (-4;-11) 66,9	60	120	2,90	3,20
	90	243	59,84	≥ 70 (-4;-11) ≥ 66,9	60	120	3,35	3,70
 2 x 15 + 1 x 15 + 2 x 15	48	171	67,71	≥ 64 (-5;-12) ≥ 60,3	120	120	2,55	2,80
	70	215	68,96	71 (-3;-9) 68,7	120	120	2,95	3,25
	90	255	69,84	≥ 71 (-3;-9) ≥ 68,7	120	120	3,50	3,85

Cálculo	Ensayo	Extensión Laboratorio	Estimación

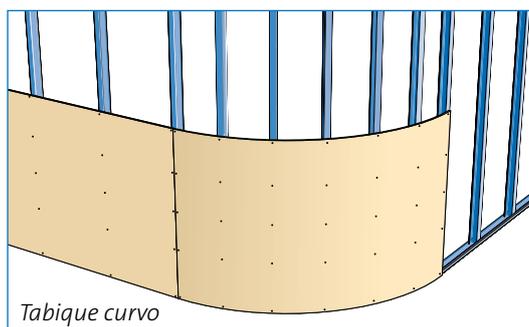
8.5 TABIQUES CURVOS

Los sistemas Placo permiten la realización de tabiques curvos de radio igual o superior a 1,50 m.

El radio de curvatura máximo de las placas dependerá de:

- El tipo y el espesor de la placa de yeso laminado a utilizar:
 - Placas de yeso laminado Placo de 6, 9,5 ó 12,5 mm de espesor.
 - Placas perforadas tipo Gyptone: Line 7 B1, Line

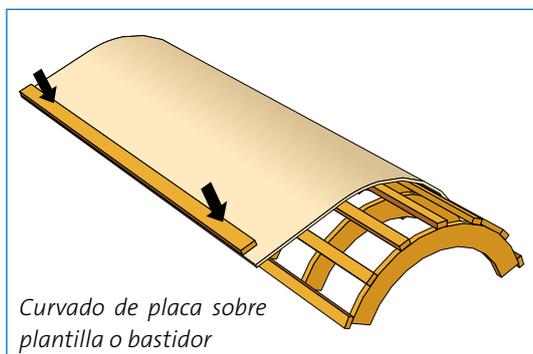
6 B1, Gyptone Quattro 41, 42, 46, B1.



- Montaje en obra de las placas:
 - En seco. Las placas se curvan atornillándolas directamente a la estructura portante.
 - En húmedo por inmersión. Consiste en sumergir la placa de yeso en agua un tiempo determinado, para a continuación proceder a su puesta en obra.

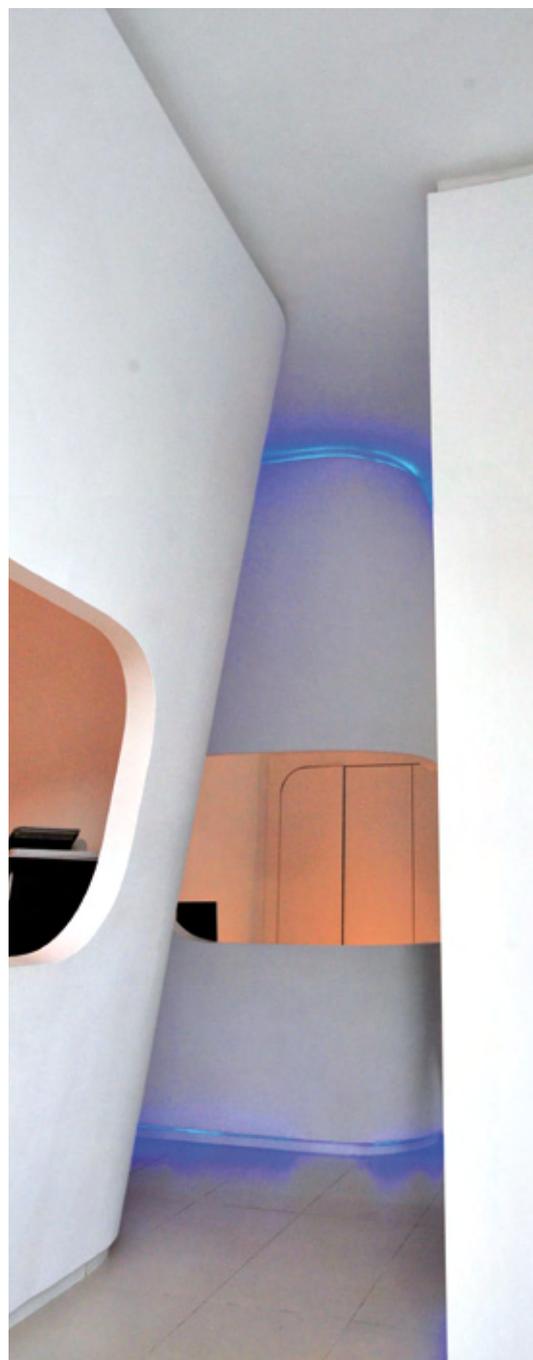
Espesor de la placa (mm)	Tiempo de inmersión (minutos)
6	2
9,5	3
12,5	4

- En húmedo por inmersión y con preformado. Este procedimiento se emplea para radios de curvatura reducidos o cuando se ha de realizar un gran número de placas curvas. Las placas se preforman sobre una plantilla o bastidor, humedeciéndose previamente, preferiblemente sobre la cara sujeta a compresión (cara cóncava), mientras que la cara sujeta a tracción (cara convexa) deberá estar más seca.



Por lo general, el curvado de las placas se realizará según su sentido transversal, aunque también se puede realizar según su sentido longitudinal.

En la tabla siguiente se indican los radios de curvatura máximos en función del tipo montaje en obra y del tipo de placa empleada:



Radio de curvatura máximo en m para el montaje de placas curvadas				
Tipo de placa	Espesor (mm)	Tipo de montaje		
		En seco (m)	En húmedo (m)	En húmedo con preformado (m)
Placo BA 6	6	0,90	0,65	0,40
Placo BA 10	9,5	1,60	1,20	0,70
Placo BA 13	12,5	2,00	1,50	0,90
Gyptone Line 7 B1	6	0,90	0,65	0,40
Line 7 B1, Line 6 B1, Gyptone Quattro 41, 42, 46, B1.	12,5	2,0	1,50	0,90

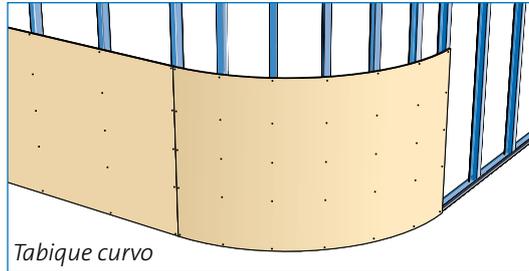
Para radios inferiores, consulte al Departamento Técnico.

Los raíles o angulares superiores e inferiores deberán estar preformados, mediante la realización de cortes en sus alas cada 10 cm, con el fin de ajustarlos al perímetro del tabique a realizar. Se fijarán a los forjados superior e inferior cada 0,60 en sus tramos rectos, y cada 0,30 m en sus tramos curvos.

La separación entre montantes será como máximo de:

- 0,40 m para montajes en seco
- 0,30 m para los montajes en húmedo y para los montajes en húmedo con preformado.

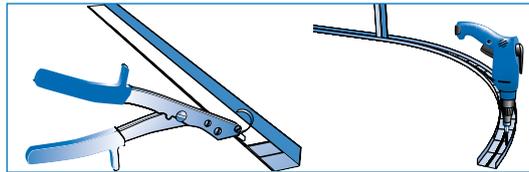
Preferiblemente, las placas se instalarán en horizontal, con el fin de conectar, si es posible, los extremos de las placas a una parte no curva del tabique.



Tabique curvo

En el caso de que se instalen dos placas de yeso por cada cara del tabique, se evitará que tanto las juntas verticales como horizontales coincidan.

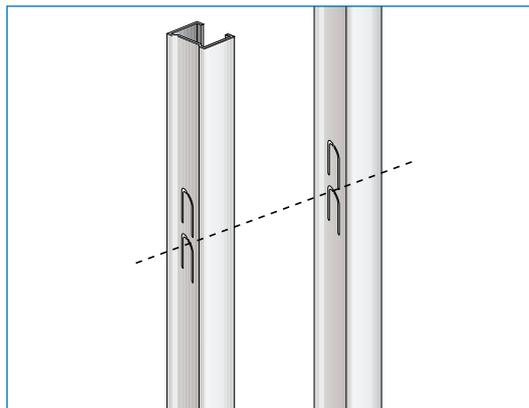
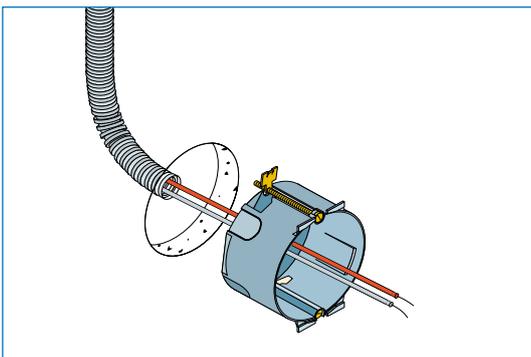
El tratamiento de juntas no se realizará hasta el secado total de las placas de yeso.



8.6 PUNTOS SINGULARES

PASO DE INSTALACIONES

La cámara interior que conforma la estructura metálica permite el paso de las instalaciones eléctricas y de fontanería. Las instalaciones discurrirán por las perforaciones en forma de doble "C" con que se suministran los montantes Placo. Una vez que estos queden ubicados en su posición vertical, las perforaciones coinciden en horizontal, para que de este modo, las instalaciones también discurran en horizontal.

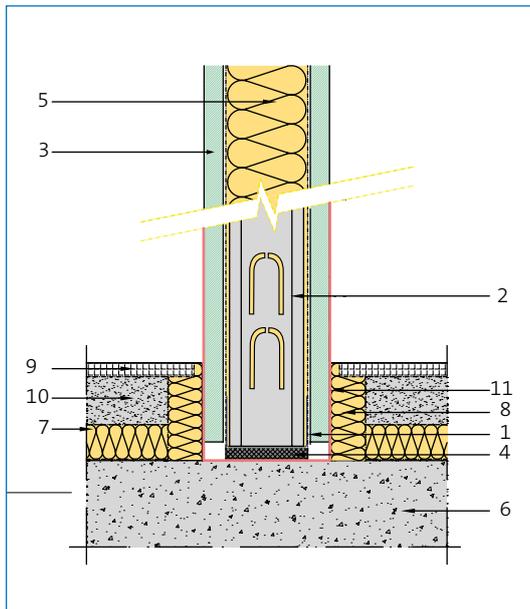


Con el fin de que las cajas de mecanismos eléctricos queden perfectamente sujetas a la placa de yeso, se recomienda el empleo de cajas con patillas.

Para evitar puentes acústicos que pueden disminuir las prestaciones acústicas del tabique, se ha de evitar enfrentar cajas de mecanismos en las dos caras del tabique.

TABIQUE SOBRE CAPA DE COMPRESIÓN

Cuando la ejecución del tabique se tenga que ejecutar antes del pavimento final (Independientemente de si se trata de un local de escasa, media o fuerte humedad), se ha de instalar alineada y centrada con el tabique una banda de film de polietileno de 100 micras de espesor sobre la capa de compresión, y de un ancho tal, que una vez instalado el pavimento definitivo, queden 50 cm libres de lámina a cada lado del tabique.



- 1 - Rail Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placa de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca Placo.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Aislante a ruido de impacto.
- 8 - Banda de desolidarización.
- 9 - Solado.
- 10 - Capa de mortero.
- 11 - Film de plástico de protección.

Una vez ejecutado el tabique y antes de la pavimentación final, se sujetará el film en las placas y en las dos caras del tabique. Una vez finalizada la pavimentación, se recortará el film sobrante.

Es conveniente colocar dos bandas de desolidarización de EPS a cada lado del tabique, de altura igual a la base del pavimento y de 1 cm de espesor, con el fin de evitar la formación de un puente acústico.

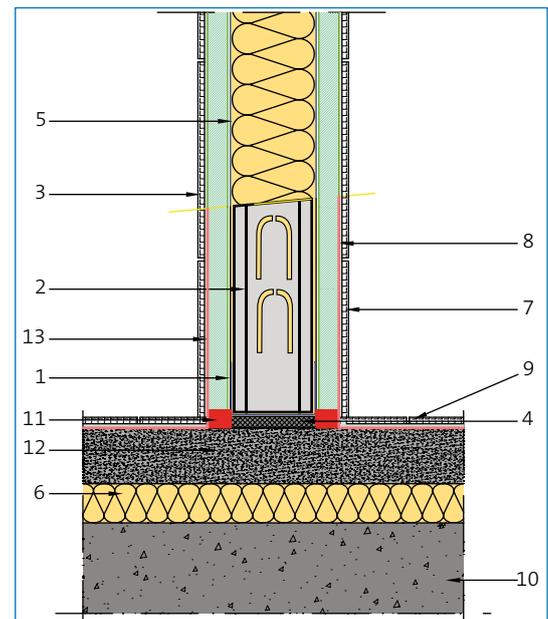
TABIQUES EN ZONAS HÚMEDAS

Los tabiques ubicados en locales de media o fuerte humedad se realizarán con placas de yeso del tipo PPM. En tabiques sencillos de una sola placa por cara, el espesor de la placa PPM será de 15 mm, pudiéndose emplear placas PPM de 12,5 mm de espesor en el caso de tabiques múltiples de dos o más placas de yeso por cada cara.

En el caso de que los paramentos se realicen con dos placas de yeso, solamente es necesario que la placa exterior sea del tipo PPM.

La modulación de montantes será siempre de 400 mm, colocándose Banda Estanca bajo los raíles (superior e inferior) y en los montantes de arranque.

En esquema general de un tabique realizado en locales de media o fuerte humedad es:

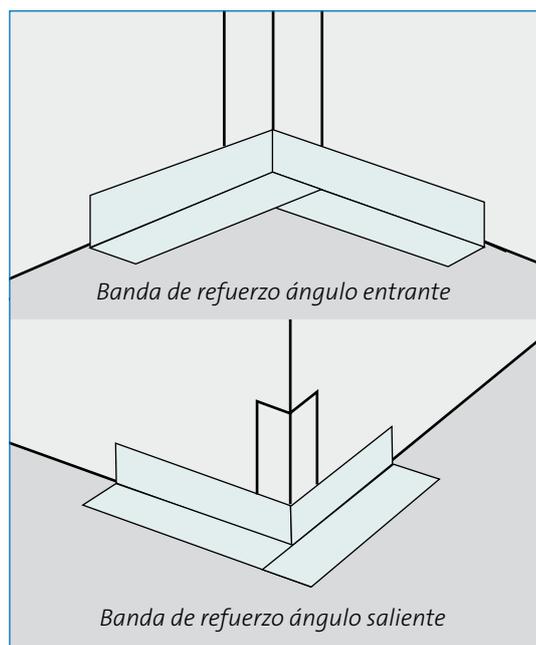


- 1 - Rail Placo.
- 2 - Monatante Placo.
- 3 - Placa de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca Placo.
- 5 - Absorbente acústico (Placover).
- 6 - Aislante a ruido de impacto.
- 7 - Alicatado.
- 8 - Cemento cola.
- 9 - Solado.
- 10 - Forjado.
- 11 - Sellado elástico impermeable (opcional).
- 12 - Suelo Flotante.
- 13 - Film de plástico de protección.

Alineada y centrada con el tabique se instalará una banda de film de polietileno de 100 micras de espesor sobre la base del solado, doblándose hacia arriba y sobre la cara externa de la placa 10 cm. Realizada esta operación se procederá al solado y alicatado.

En los locales con fuerte humedad, una vez instalado el tabique y tratadas sus juntas, se extenderá una capa de imprimación impermeabilizante en toda la superficie del paramento a proteger. Este tipo de imprimaciones son, por lo general, productos fabricados en base a resinas sintéticas, látex, copolímeros acrílicos, etc., y que una vez extendidos sobre toda la superficie de la placa de yeso, refuerzan la estanqueidad al agua, siendo totalmente compatibles con la placa de yeso, con el tratamiento de juntas y con los adhesivos que se emplean para fijar los elementos cerámicos, mármol, piedra, etc que constituirán el acabado final del tabique.

Tanto en los locales de media como en los de fuerte humedad en los encuentros en ángulo se asentará una banda de refuerzo constituida por un film de poliéster con lana de vidrio de 20 cm de ancho y sobre ella, se volverá a extender otra capa de imprimación impermeabilizante. Una vez seca se iniciará la ejecución del revestimiento previsto. El fin de esta banda es el de reforzar mecánicamente la estanqueidad de este tipo de encuentros.

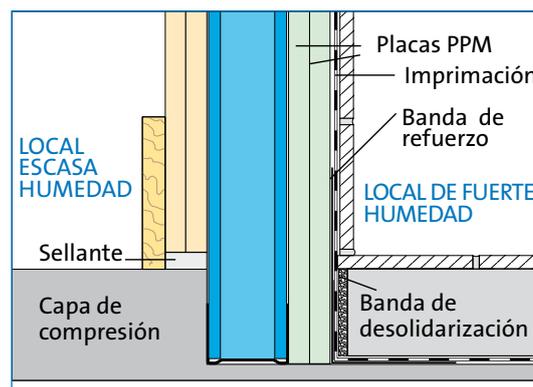


En este tipo de locales, las placas PPM se instalarán detrás de bañeras y platos de duchas, y como norma general en todos aquellos casos en que los sistemas constructivos de placa de yeso vayan a ser revestidos con elementos cerámicos (alicatados).



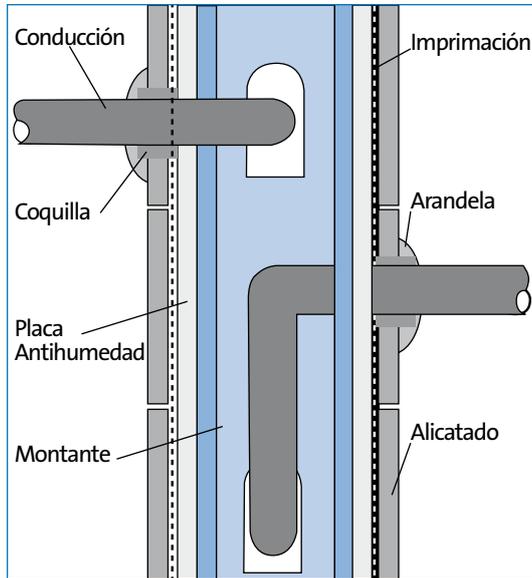
Tabiques separadores de locales de diferente higrometría

Cuando se haya de ejecutar un tabique que separe dos locales de diferente humedad, cada cara del tabique se realizará atendiendo a los requerimientos propios de cada local.



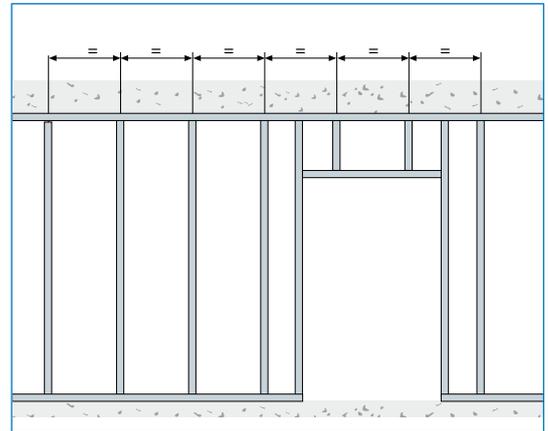
Instalaciones pasantes entre recintos húmedos

Para asegurar la correcta estanqueidad del tabique, se ha de asegurar un correcto sellado de las juntas entre el revestimiento del tabique, las placas de yeso y cualquier elemento de la instalación eléctrica o de fontanería que traspase el tabique o emerja de él.



HUECOS DE PUERTAS

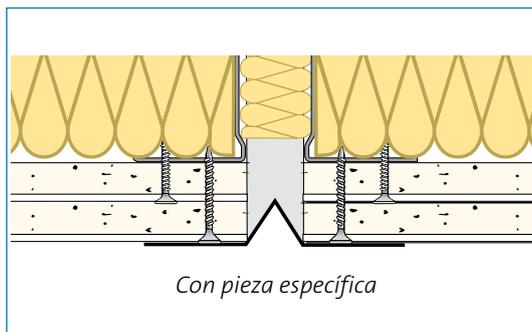
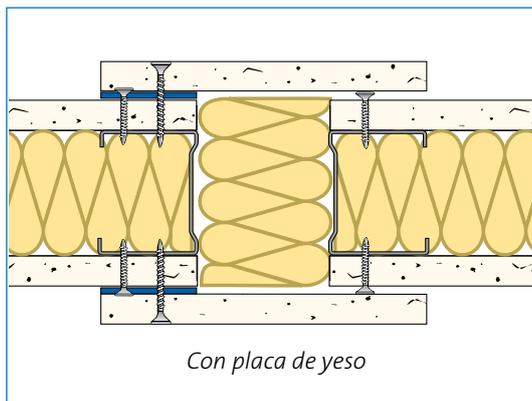
Cuando el tabique coincida con un hueco de paso, la modulación de los montantes no se perderá, sino que se mantendrá, colocándose los montantes y raíles a modo de prearco:



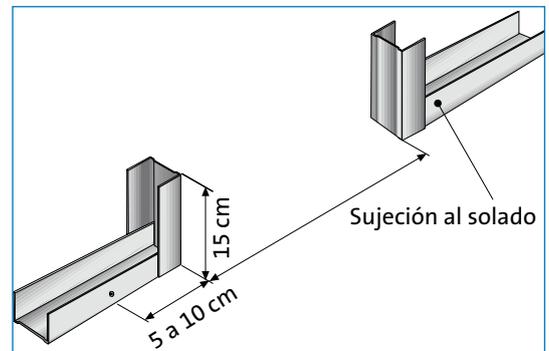
JUNTA DE DILATACIÓN

En todos aquellos tabiques de grandes dimensiones, se deberán disponer juntas de dilatación cada 15 m, además de las propias del edificio.

Se podrán realizar con placa de yeso, o mediante el empleo de una pieza específica:



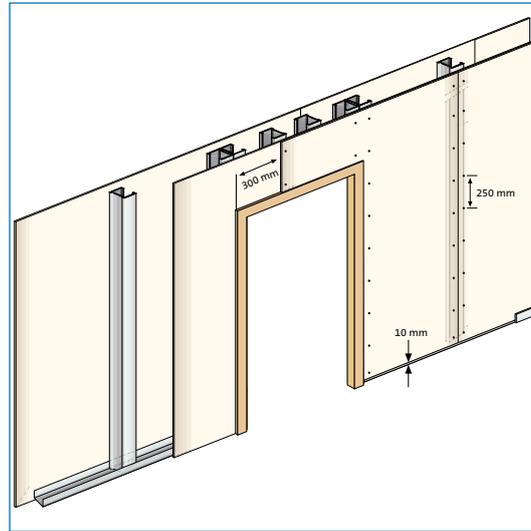
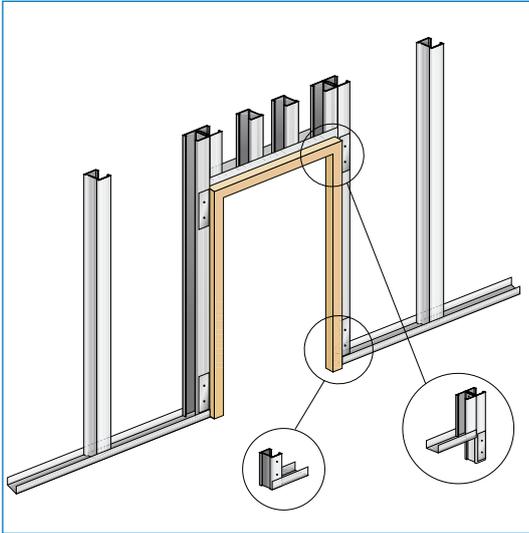
El raíl inferior se interrumpirá, levantándose a escuadra al menos 15 cm. Esta parte de raíl es recibida por el montante, atornillándose a él.



En la parte superior del hueco se colocará otro raíl definiendo el dintel, uniéndose a los montantes-jamba igual que el raíl del suelo. En la zona del dintel se colocarán dos montantes de altura igual al mismo y encajados en el raíl del techo y del dintel.

Estos montantes cortos servirán para atornillar el borde lateral de cada placa, cortada en bandera, a ambos lados del tabique.

Una vez instalada la estructura se procederá al atornillado de las placas. Estas se recortarán de tal manera que su junta o juntas queden en el dintel (corte en bandera).



Para evitar la posible aparición de grietas en estas zona, la junta del dintel se situará como mini-

mo a 300 mm de la alineación de la jamba.



8.7 RECEPCIÓN DE LA OBRA

Conforme a la normativa, cualquiera de los tabiques Placo descritos en presente capítulo de este manual, deben responder a las especificaciones siguientes:

- **Planeidad general**

Una regla de 2 m aplicada sobre la superficie de la obra y paseada en todas direcciones no debe hacer aparecer, entre el punto más saliente y el punto más retraído, una diferencia superior a 5 mm.

- **Planeidad local**

Una regla de 0,20 m aplicada sobre la superficie de la obra y paseada en todas direcciones no debe hacer aparecer, entre el punto más saliente y el punto más retraído, una diferencia superior a 1 mm.

- **Verticalidad**

En un tabique de 3 m de altura, el desplome máximo admitido no será superior a 5 mm.

8.8 RENDIMIENTO DE LOS MATERIALES

Estas cantidades están establecidas para los tabiques de altura igual o inferior a las máximas establecidas.

Las cantidades son indicativas por m² de tabique, sin descontar huecos.

Cantidades indicativas por m² y con tratamiento de juntas para los sistemas Placo.

Productos	Unidad	Paramento Simple				Paramento Doble			
		Montantes con distancia ente ejes				Montantes con distancia entre ejes			
		0,40 m		0,60 m		0,40 m		0,60 m	
		Simples	Dobles	Simples	Dobles	Simples	Dobles	Simples	Dobles
Placa de yeso Placo	m ²	2,10	2,10	2,10	2,10	4,20	4,20	4,20	4,20
Raíles Placo R36, 48, 70 ó 90	m	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Montantes Placo R36, 48, 70 ó 90	m	3,00	5,30	2,10	3,70	3,00	5,30	2,10	3,70
Tornillo TTPC 25 ó 35	ud.	30	30	22	22	8	8	6	6
Tornillo TTPC 45	ud.					30	30	22	22
Tornillo TRPF 13	ud.	2	10	2	6	2	10	2	6
Banda Estanca	m	0,45		0,45		0,45		0,45	
Pasta + Cinta	Cinta de juntas	2,80		2,80		2,80		2,80	
	Pasta de juntas: SN, SN Premiun o PR	0,660		0,660		0,660		0,660	
	Pasta lista para usar: Placomix	0,940		0,940		0,940		0,940	

TODAS LAS UNIDADES DE OBRA EN FORMATO PRESTO EN www.placo.es

Cantidades indicativas por m² y con tratamiento de juntas para los sistemas Placo SAA y SAD.

Productos	Unidad	0,40 m				
		SAA 120	SAA 140	SAD 160	SAD 180	SAD 260
Pastas Iberplaco	m ²	4,20	4,20	4,20	5,25	6,30
Raíles Placo R48, 70 ó 90	m	1,15	1,15	1,60	1,60	1,60
Montantes Placo M48, 70 ó 90	m	7,00	3,30	7,00	7,00	7,00
Tornillo TTPC 25	ud	6	6	6	6	6
Tornillo TTPC 35	ud	20	20	20	13	6
Tornillo TRPF 45	ud				10	20
Tornillo TRPF 13	ud	10	2	10	10	10
Banda Estanca	m	0,80	0,80	1,60	1,60	1,60
Pasta + Cinta	Cinta de juntas	2,80				
	Pasta de juntas: SN, SN Premiun PR ó Placomix	0,660				
		1,45				





9.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Se considera como trasdosado, todo revestimiento que se realiza por la cara interior de un muro de cerramiento exterior, así como el revestimiento de una o ambas caras de un muro interior. La instalación de un trasdosado reforzará las prestaciones térmicas y acústicas de sus muros soporte.

Una vez tratadas sus juntas adecuadamente con cintas y pastas de juntas, se obtienen paramentos continuos terminados y preparados para su decoración final.

Sus diferentes prestaciones dependerán de:

- Tipo de trasdosado: Directo o autoportante.
- Número y tipo de placas empleadas, así como de los materiales aislantes empleados en la cámara.
- Dimensiones de la estructura metálica en el caso de los autoportantes.

APLICACIONES Y VENTAJAS

Los trasdosados Placo se adaptan a todos los tipos de obras, tanto en nuevas construcciones como en obras de rehabilitación, en los diferentes usos que establece el CTE:

- Administrativo.
- Aparcamiento.
- Comercial.
- Docente.
- Hospitalario.
- Pública concurrencia.
- Residencial público.
- Residencial vivienda.

Su empleo en obra ofrece las ventajas siguientes:

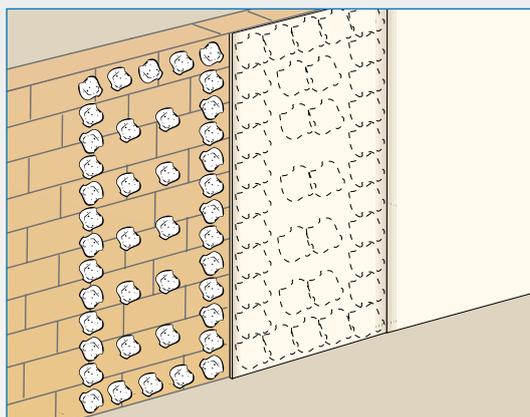
- Sencilla instalación.
- Fácil de modificar o desmontar.
- Ejecución: Puesto que se ejecutan en seco, no es necesario tiempo de secado, por lo que el tiempo de recepción de la obra es menor.
- Paso de instalaciones: Los trasdosados permiten ocultar en su interior el paso de las instalaciones eléctricas, permitiendo la fácil inserción de cajas y puntos de luz, así como las conducciones de agua potable y sanitaria, sin necesidad de realizar rozas.

- Aislamiento acústico eficaz: Su correcta ejecución dará respuesta a las exigencias más estrictas de aislamiento acústico.
- Elevada seguridad contra el fuego.

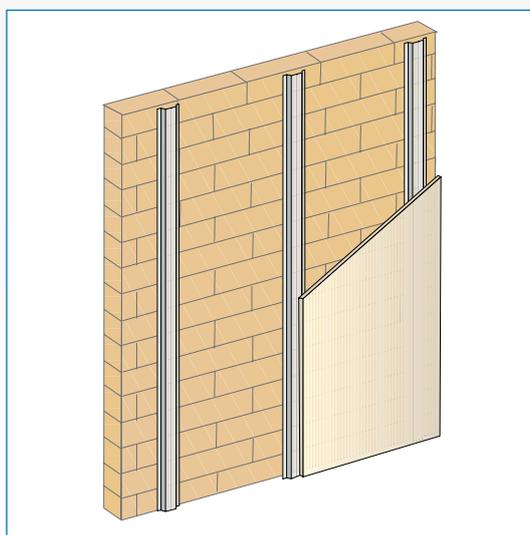
TIPOS DE TRASDOSADOS

Según se incorpore el trasdosado a su muro soporte, los trasdosados pueden ser:

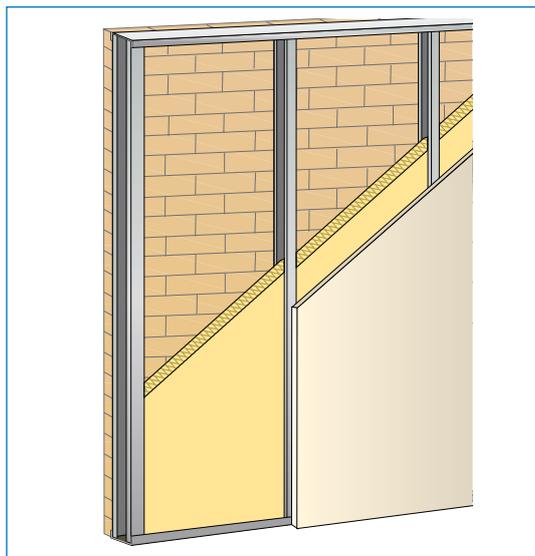
- Directos: Las placas de yeso o sus transformados, se adhieren al muro soporte mediante pelladas de pasta de agarre.



- Con Omegas: Solución intermedia entre el trasdosado directo y el autoportante. Las placas de yeso laminado o sus transformados se fijan a unos perfiles omega, que a su vez, están fijadas al muro soporte a trasdosar por medio de anclajes.



- Con estructura metálica: Las placas de yeso se fijan a una estructura metálica autoportante, formándose una cámara de aire entre el muro soporte y la placa. En la cámara así creada, se podrá incorporar material aislante (Placover) con la finalidad de incrementar el aislamiento acústico o térmico.



La elección en obra de un tipo de trasdosado u otro dependerá entre otros de:

- Planeidad y estado del muro soporte.
- Prestaciones acústicas, térmicas o de resistencia al fuego que se requieran.
- Altura del trasdosado.
- Superficie disponible para su ejecución.

ELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL TRASDOSADO

En los capítulos 3, 4, 5 y 6 de este Manual, se realiza una descripción más pormenorizada de los distintos elementos que constituyen los sistemas Placo.

La elección del tipo de placa, así como su espesor y longitud, dependerá de las prestaciones que se requieran para cada trasdosado:

- Uso general: Placa Estándar (STD).
- Zonas expuestas a la humedad: Placomarina (PPM).
- Trasdosados en los que se requiera una mayor resistencia al fuego: Placoflam (PPF).
- Trasdosados en los que se requiera una mayor resistencia a los golpes de impacto: Placa de Alta dureza (PHD).

- Trasdosados en los que se requiera un mayor aislamiento acústico: Placo Phonique (PPH).



Además, la placa Placophonique proporciona las prestaciones de las placas PHD y PPF.

- Trasdosados en los que se requiera resistencia a la difusión del vapor de agua: Placa barrera de vapor (PPV).
- Trasdosados en los que se quiera obtener un mejor acabado, minimizando la apreciación de las juntas: Placas de 4 bordes afinados 4BA.
- Trasdosados para incrementar el aislamiento térmico del muro soporte: Placomur (PMS).

DENOMINACIÓN DE LOS TRASDOSADOS PLACO

Los trasdosados Placo se denominan:

Directos

“Directo Std 13”.

Se expresa que es un trasdosado directo con placa Estándar de 12,5 mm de espesor sobre su muro soporte.

Con Omegas

“Sistema Placo BA 12,5 con Omegas a 400”.

Se indica que es un trasdosado con Omegas a las que se atornillan una placa Estándar de 12,5 mm de espesor sobre su muro soporte.

Autoportantes

“Sistema Placo 63/48 a 400 con lana mineral. Fábrica LHD 8 cm”, donde:

- 63 es el espesor del trasdosado.
- 48 es la dimensión del montante.

El número de placas y su espesor se obtiene restando al espesor total del trasdosado, la dimensión del montante, dividiéndolo (siempre por su múltiplo) entre 12,5 ó 15. En este caso:

$$63 - 48 = 15$$

Por tanto es un trasdosado de 63 mm de espesor total, constituido por montantes de 48 mm al que se atornilla una placa de yeso de 15 mm de espesor, sobre un muro de fábrica de ladrillo hueco doble de 8 cm de espesor. La modulación de montantes es de 400 mm, e incorpora lana mineral en su interior.

“Sistema Doble Placo 78/48 a 400 con lana mineral”, donde:

- 78 es el espesor del trasdosado.
- 48 es la dimensión del montante.

El número de placas y su espesor se obtiene resta-

do al espesor total del trasdosado, la dimensión del montante, dividiéndolo (siempre por su múltiplo) entre 12,5 ó 15. En este caso:

$$78 - 48 = 30$$

$$30 / 15 = 2$$

Por tanto es un trasdosado de 78 mm de espesor total, constituido por montantes de 48 mm al que se atornillan dos placas de yeso de 15 mm de espesor, sobre su muro soporte. La modulación de montantes es de 400 mm, e incorpora lana mineral en su interior.

9.2 TRASDOSADOS DIRECTOS

Trasdosados en los que las placas de yeso laminado Placo o los transformados Placomur (PMS), se adhieren directamente al muro soporte mediante pelladas de pastas de agarre. Las pelladas se aplican sobre el muro, para a continuación adherir la placa.

Se emplean para el revestimiento de muros a los que se quiere dotar de una gran planeidad final (Trasdosados con placa de yeso), o para incrementar las prestaciones en cuanto a aislamiento térmico del conjunto muro más trasdosado.

Las pastas de agarre Placo que se han de emplear para la realización de los trasdosados directos son:



MAP: Para el pegado de trasdosados con aislante térmico ó acústico.



ADH: Para el pegado de placas de yeso laminado Placo.

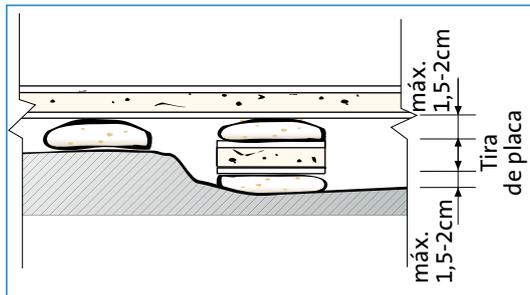
TIPOS DE TRASDOSADOS DIRECTOS

La puesta en obra de los trasdosados directos, depende del estado y de las irregularidades de su muro soporte:

Denominación	Estado del muro soporte	Máximas irregularidades (mm)	Aplicación de la Pasta de Agarre
“A más ganar”	Superficie lisa	10	Mediante pelladas o con llana dentada.
“Estándar”	Superficie tosca	10 y 20	Mediante pelladas.
“Con tientos”	Superficie muy irregular	20	Mediante pelladas más tiras de placa de yeso, de forma consecutiva.

- “A más ganar”: Se emplea cuando la superficie del muro soporte presenta irregularidades menores a 10 mm. En este caso, la instalación de las placas se realiza mediante el empleo de pastas de agarre extendiendo una capa de pasta de agarre mediante el empleo de una llana dentada.
- “Estándar”: Se emplea cuando la superficie del muro soporte presenta irregularidades menores a 20 mm. La instalación de las placas se realiza mediante el empleo de pastas de agarre en forma de pelladas.

- “Con tientos”: Se emplea cuando el muro presenta irregularidades importantes, mayores de 20 mm. Para salvar estas irregularidades, se fijan tiras de placa denominados tientos, a la placa de yeso, mediante pelladas de pastas de agarre. A continuación, la placa se fija al muro soporte mediante nuevas pelladas de pasta de agarre.



Cuando se ejecuten trasdosados directos es importante tener en cuenta:

- El espesor mínimo de las placas de yeso será de 15 mm. Esta limitación no se aplica a los transformados de placa de yeso.
- No se emplearán para ejecutar este tipo de trasdosados placas de yeso laminado tipo Gyptone o Rigiton.

FASES DE MONTAJE Y EJECUCIÓN

Previamente a la instalación del trasdosado se debe comprobar que la superficie del muro no presente partículas sueltas o mal adheridas, antiguos revestimientos como papel pintado, pintura, etc., así como polvo, grasa, suciedad... o cualquier otro elemento que pueda disminuir la adherencia de la pasta de agarre.

No todos los soportes son aptos para este tipo de trasdosados. Es recomendable realizar pruebas de adherencia cuando se tengan dudas de su estado. Si estas pruebas no son satisfactorias, se podrán ejecutar en obra o bien trasdosados con Omegas o con perfilera autoportante.

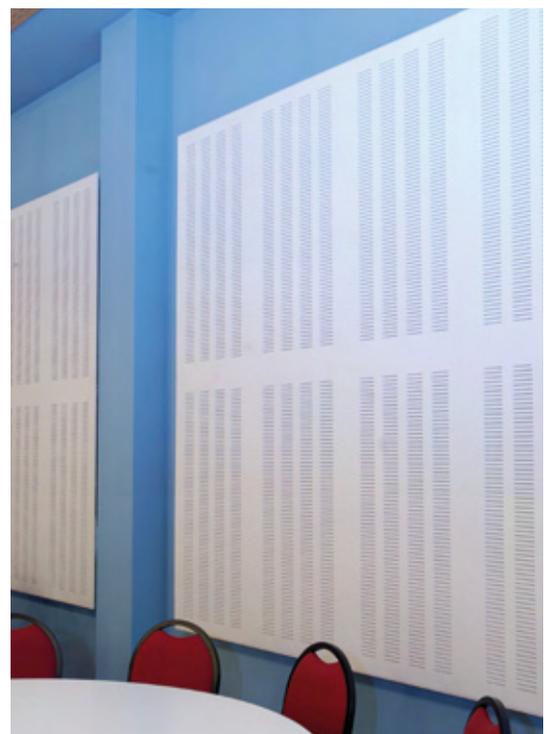
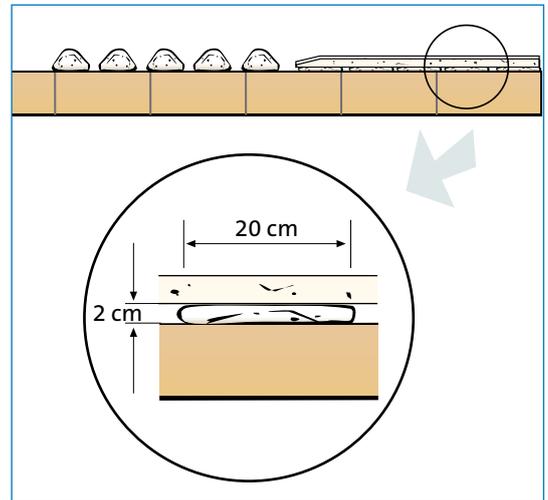
Las fases de montaje son:

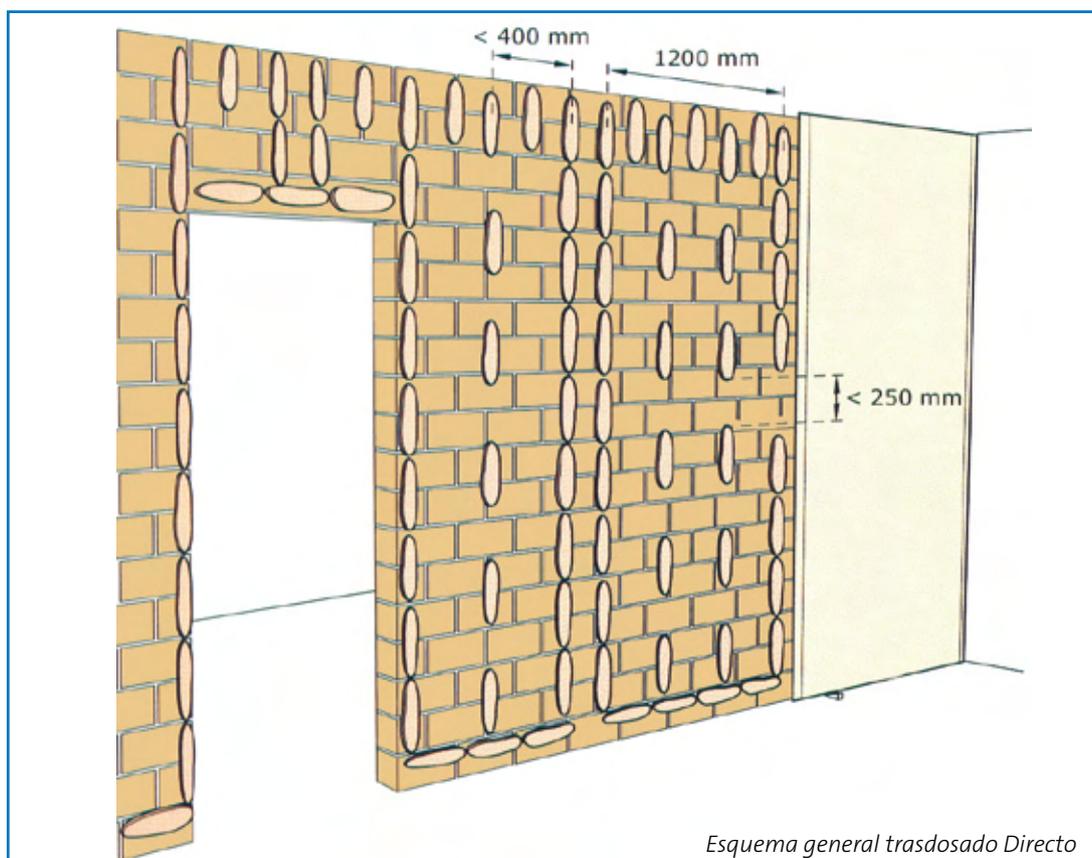
- Determinación de la alineación de la superficie final. Replanteo en suelos y techos.
- Colocación de las pelladas de pasta de agarre sobre el muro soporte.
- Instalación de la placa de yeso. Se ha de controlar la planeidad de las superficies.

- Tratamiento de las juntas.

Se recomienda aplicar una mano de imprimación cuando el muro a trasdosar sea poco poroso. No es recomendable ejecutar este tipo de trasdosados cuando la temperatura sea inferior a +5°C.

Las pelladas se aplicarán formando una cuadrícula de 40 x 40 cm, duplicando el número de pelladas en el perímetro. Serán tales, que una vez llevado el trasdosado a su posición definitiva, se forme una torta de al menos 20 cm de espesor y 2 cm de ancho.





Esquema general trasdosado Directo

En el caso de que se emplee llana dentada, se realizarán unas franjas continuas de adhesivo de mínimo 10 cm de ancho, separadas 40 cm como máximo, en el sentido longitudinal de la placa.

Se evitará que las placas, una vez instaladas, queden expuestas a una humedad excesiva. Es importante que las placas no se apoyen sobre el solado, por lo que se instalarán 10 mm levantadas sobre el nivel de terminación del solado.

PRESTACIONES TÉCNICAS

Sólo la correcta combinación de los productos Placo, asegura el cumplimiento de las prestaciones técnicas que se detallan a continuación.

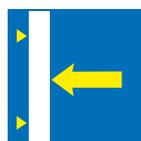


Reacción al fuego

Las placas de yeso laminado Placo poseen una reacción al fuego de A2-s1,d0. La placa de yeso armada con tejidos de fibra vidrio Glasroc F (Stucal), está clasificada como A1.

Los transformados Placomur (PMS) están clasificados como A2-s1,d0.

Por ello, los trasdosados directos Placo cumplen con los requisitos que establece el DB-SI del CTE en cuanto a las Euroclases que se exigen en paredes, pudiéndose emplear tanto en zonas ocupables, aparcamientos, pasillos y escaleras protegidas y recintos de riesgo especial, como en cualquiera de los usos que en él se establecen.

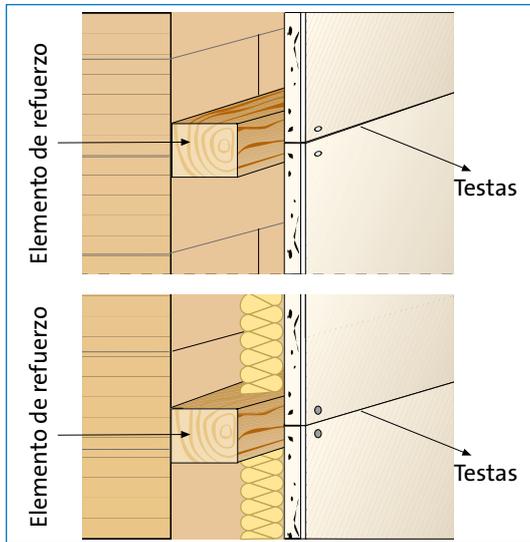


Alturas máximas

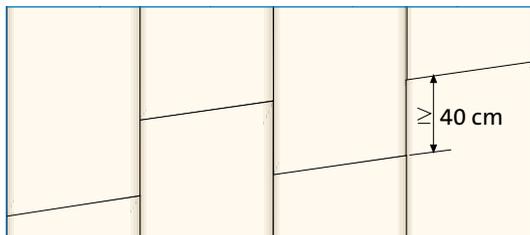
En el cuadro siguiente se indican las alturas máximas que se pueden alcanzar con los trasdosados directos:

Tipo de placa	Altura máxima (m)
Estándar, PPM, PPF y PHD	5,0
Placomur (PMS)	3,6

Cuando en obra se hayan de ejecutar trasdosados de mayor altura, se deberá colocar en las juntas de testas (borde transversal de la placa de yeso laminado) un elemento de refuerzo, de madera o de cualquier otro material, al que se atornillará la placa con el fin de dar rigidez al paramento continuo.



En los casos en que la altura del paramento sea superior al de una placa y haya que solapar placas en vertical, las juntas de testas no coincidirán en la misma línea horizontal, dejándose un desfase entre placas contiguas de al menos 40 cm.



Aislamiento térmico

Tal y como se ha indicado en el capítulo 2 de este Manual, el aislamiento térmico de los trasdosados

Placo se determina por la suma de la resistencia térmica de cada una de las capas que componen el sistema. Para obtener la resistencia térmica del conjunto muro más trasdosado, habrá que sumar la resistencia térmica del muro soporte.

Para el cálculo de la transmitancia del sistema se emplearán los siguientes valores de:

- Placa de yeso:
 $\lambda = 0,25 \text{ W / mK}$.
- Poliestireno expandido (Placomur PMS):
 $\lambda = 0,037 \text{ W / mK}$.

Se tendrán en cuenta los incrementos de aislamiento por resistencias térmicas superficiales:

Resistencias térmicas superficiales	Exterior Rse (m ² K/W)	Interior Rsi (m ² K/W)
Cerramientos Exteriores	0,04	0,13
Cerramientos Interiores	0,13	0,13

La valores de resistencia térmica interna de los transformados Placomur PMS son:

Denominación	Resistencia térmica (m ² K/W)
PMS 10 + 20	0,54
PMS 10 + 30	0,81
PMS 10 + 40	1,25
PMS 10 + 60	1,79

(No incluye ni la Resistencia térmica superficial exterior ni la del muro soporte. Consultar con el Departamento Técnico las prestaciones de otro tipo de transformados para trasdosados).

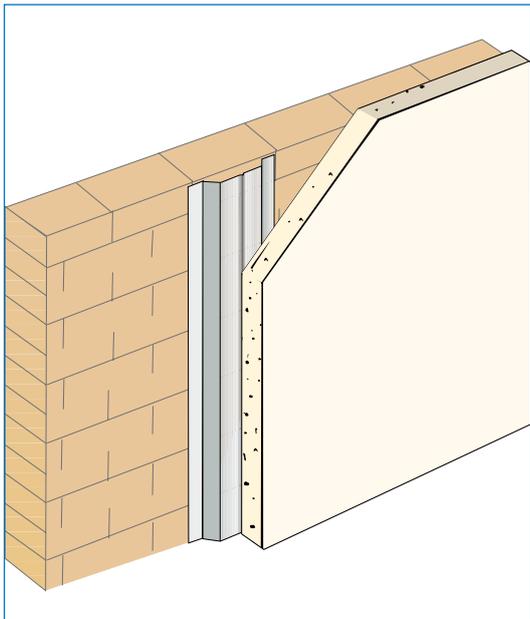
9.3 TRASDOSADOS CON OMEGAS

Solución intermedia entre el trasdosado directo y el autoportante. En este caso, las placas de yeso laminado Placo se atornillan a perfiles metálicos Omegas (también llamados Maestras), que a su vez, están fijadas mecánicamente al muro soporte.

Cuando se ejecuten trasdosados con Omegas es importante tener en cuenta:

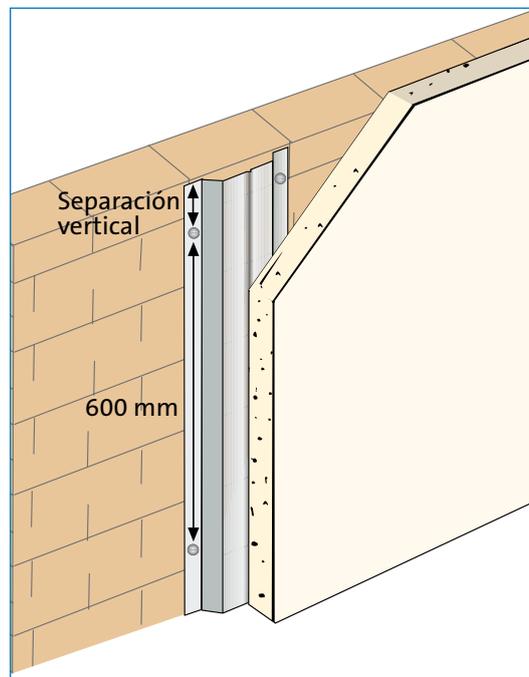
- El espesor mínimo de las placas de yeso será de 12,5 mm (15 mm en el caso de emplear una sola placa).
- Debido al pequeño canto de los perfiles Omega, en la cámara de aire interior que se crea no es posible alojar instalaciones eléctricas ni de fontanería.
- Su utilización en obra exige que la superficie del muro a trasdosar no esté húmeda.

- Puesto que la correcta nivelación de las Omegas depende de la nivelación y plomo del muro, éste deberá estar correctamente nivelado y aplomado.



En la parte superior e inferior del trasdosado, y fijadas al muro soporte, se deberán colocar unas piezas de tal manera que las testas de las placas apoyen sobre ellas, con el fin de asegurar el plano del trasdosado y conseguir un buen acabado a la hora de colocar rodapiés y perfiles perimetrales de techos. Estas piezas podrán ser:

- Colocadas entre las Omegas y de 150 a 200 mm de longitud.
- Una pieza continua colocada en la zona superior e inferior del trasdosado y las Omegas entre ellas.



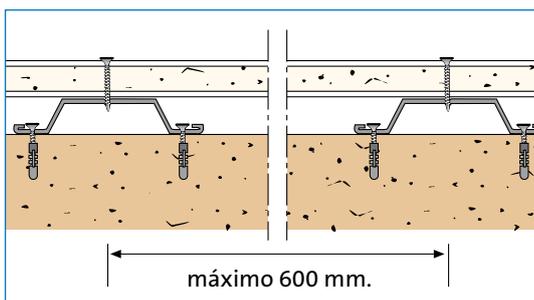
EJECUCIÓN Y FASES DE MONTAJE

Las fases de montaje son:

- Determinación de la alineación de la superficie final. Replanteo en suelos y techos, así como de la situación de las Omegas.
- Fijación de las Omegas al muro soporte.
- Atornillado de las placas.
- Tratamiento de las juntas.

Las Omegas podrán fijarse verticalmente al muro cada 300, 400 ó 600 mm, según el espesor y número de placas a atornillar.

Las fijaciones al muro soporte serán dobles, es decir una fijación en cada ala de la Omega, distanciadas en vertical.



PRESTACIONES TÉCNICAS

Sólo la correcta combinación de los productos Placo, asegura el cumplimiento de las prestaciones técnicas que se detallan a continuación.

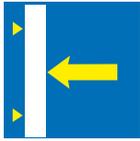


Reacción al fuego

Las placas de yeso laminado Placo, poseen una reacción al fuego de A2-s1,d0. La placa de yeso armada con tejidos de fibra vidrio Glasroc F (Stucal), está clasificada como A1.

Por ello, los trasdosados con Omegas Placo cumplen con los requisitos que establece el DB-SI del CTE en cuanto a las Euroclases que se exigen en paredes, pudiéndose emplear tanto en zonas ocu-

pables, aparcamientos, pasillos y escaleras protegidas y recintos de riesgo especial, como en cualquiera de los usos que en él se establecen.



Alturas máximas

El comportamiento mecánico de los trasdosados con Omegas, debe garantizar el confort y la seguridad de las personas en cualquiera de sus aplicaciones.

La altura total máxima medida entre el forjado superior e inferior que se puede alcanzar con este tipo de trasdosados está limitada a 10 m. La distancia máxima entre fijaciones de las maestras al muro serán de 600 mm.



Aislamiento Térmico

Para el cálculo de la transmitancia del sistema se emplearán los siguientes valores de:

- Placa de yeso: = 0,25 W / mK.
- Material aislante: dependerá del tipo instalado.

Conductividad Térmica Placover	
Tipo	λ (W/mK)
45	0,036
60	0,040

Se tendrán en cuenta los incrementos de aislamiento por cámaras de aire y las resistencias térmicas superficiales:

Cámaras de aire	
Espesor de la cámara (m)	Rt (m ² K/W)
0,008	0,15
0,010	0,15
0,020	0,17
0,030	0,18
0,040	0,18
0,050	0,18

Resistencias térmicas superficiales	Exterior Rse (m ² K/W)	Interior Rsi (m ² K/W)
Cerramientos Exteriores	0,04	0,13
Cerramientos Interiores	0,13	0,13

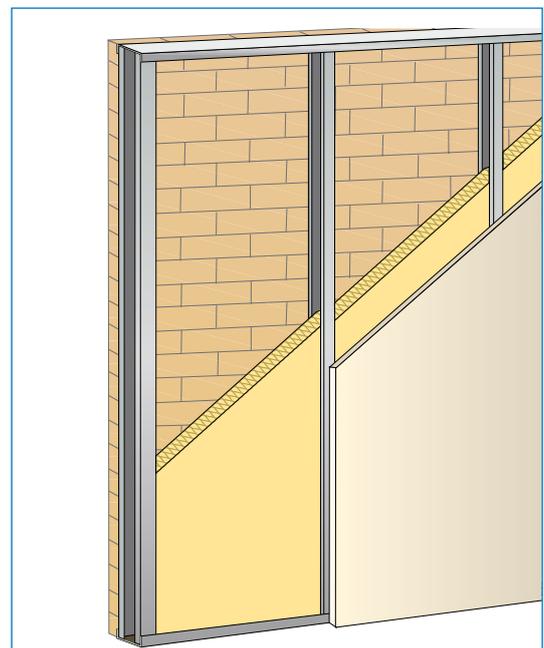
9.4 TRASDOSADOS AUTOPORTANTES

Los trasdosados con estructura portante Placo refuerzan las características térmicas y acústicas de los muros a los cuales están asociados. Están formados por placas de yeso laminado Placo atornilladas sobre una estructura metálica autoportante, pudiéndose incluir en la cámara creada materiales aislantes.

Adaptando el número y la naturaleza de las placas, el tipo de estructura y el grosor de los aislantes, se obtienen prestaciones que se adaptan a las exigencias de la obra y a las del DB-HR del CTE.

La estabilidad del sistema queda asegurada por la estructura metálica autoportante que se fija tanto al forjado superior como al inferior.

Las propiedades de aislamiento térmico y acústico variarán en función de la naturaleza y el grosor del material aislante dispuesto en la cámara de aire formada en el intrados, y del número y tipo de placas que lo constituyan.



Cualquiera que sea el estado en que se encuentre el muro a trasdosar, los trasdosados autoportantes Placo se adaptan a todos los tipos de locales: edificios de viviendas, establecimientos públicos, inmuebles de gran altura, locales industriales y comerciales, salas de cine, discotecas, conservatorios de música, etc.

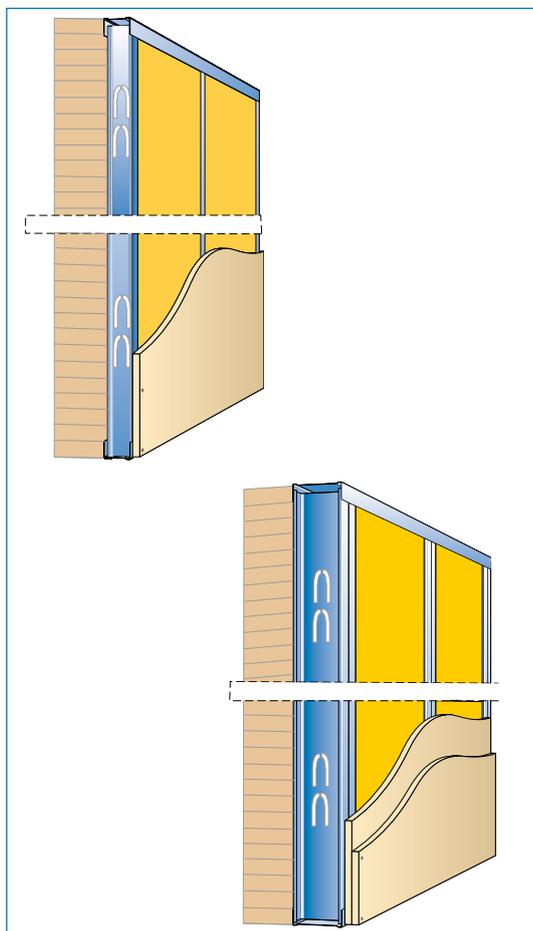
En los locales escolares, y de modo general en los locales donde se prevén golpes accidentales, es recomendable usar trasdosados con doble placa, siendo la placa exterior del tipo PHD (Alta dureza).

TIPOS DE TRASDOSADOS AUTOPORTANTES

Según sea la estructura metálica autoportante, este tipo de trasdosados pueden ser:

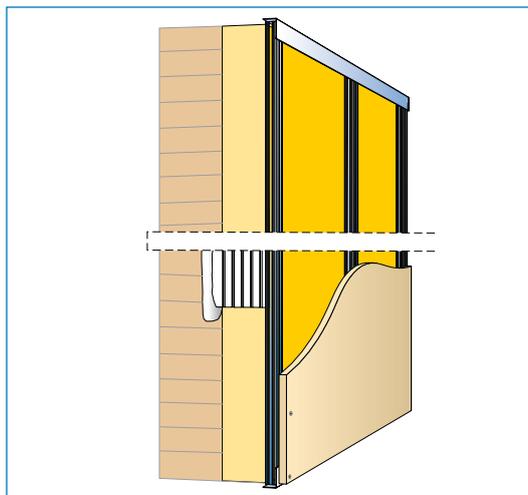
Con raíles y montantes (simples o dobles).

Los raíles se fijan a los forjados, insertándose en ellos los montantes verticales, siendo la modulación entre montantes de 400 ó 600 mm. Al igual que en los tabiques, los montantes podrán disponerse simples o dobles, ya sean en "H" o en cajón.



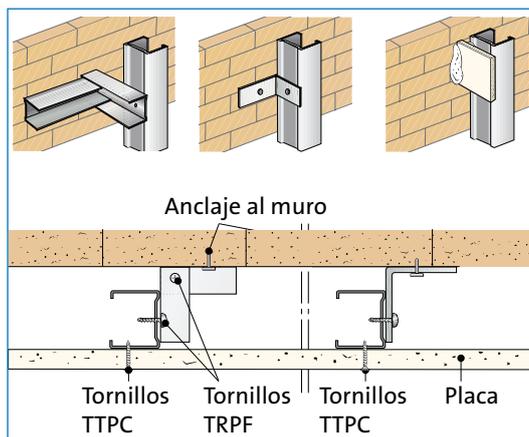
Con perfil angular CR2, y perfil F-530.

Los perfiles angulares se anclan a los forjados superior e inferior. Los perfiles F-530 colocados en vertical, se fijan a los angulares mediante el uso del clip F-530, siendo la modulación entre F-530 de 400 ó 600 mm. Si es necesario, y con el fin de evitar puentes térmicos, los perfiles F-530 se arriostrarán mediante apoyos EPS al muro.



Según la estructura metálica esté unida o no al muro a trasdosar, pueden ser:

- **Libres:** El trasdosado es independiente del muro.
- **Arriostrado:** El trasdosado está unido al muro en diversos puntos. Estos puntos de unión pueden realizarse, mediante el uso de:
 - Un angulo realizado con parte de un raíl.
 - Una escuadra metálica.
 - Una cartela de placa de yeso unida al muro mediante pasta de agarre.



EJECUCIÓN Y FASES DE MONTAJE

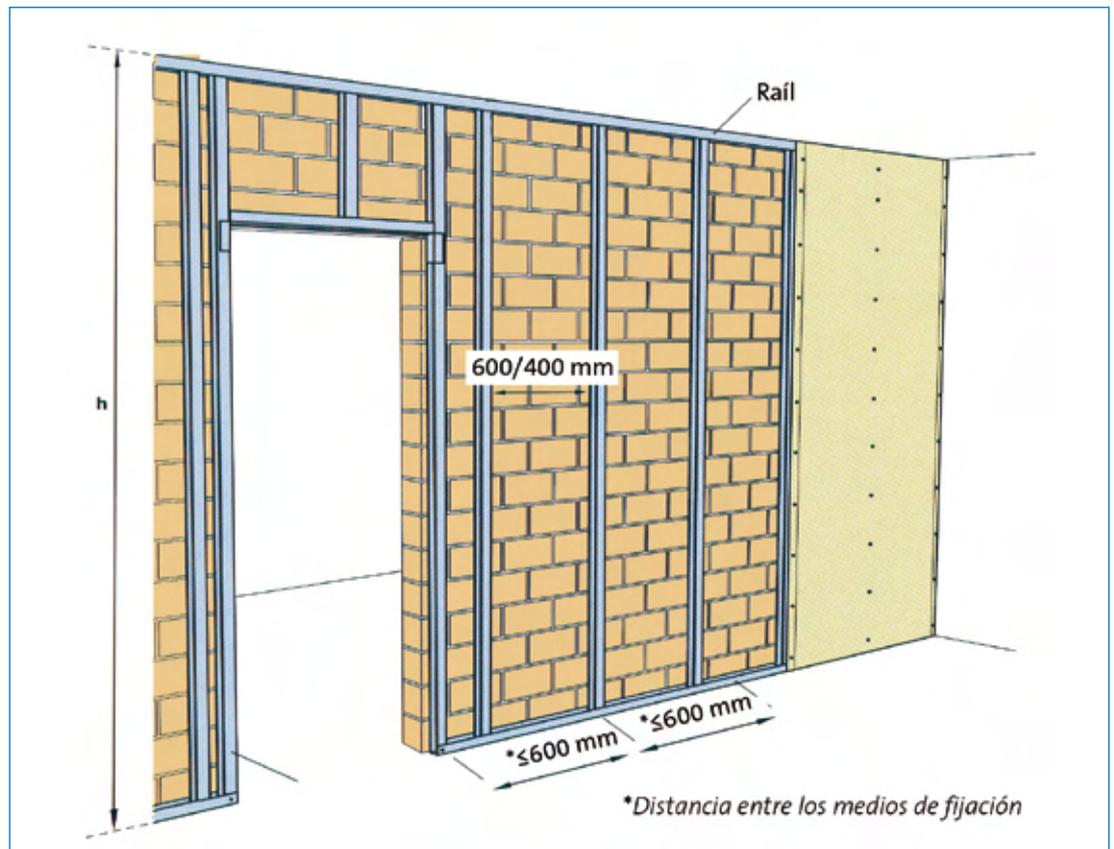
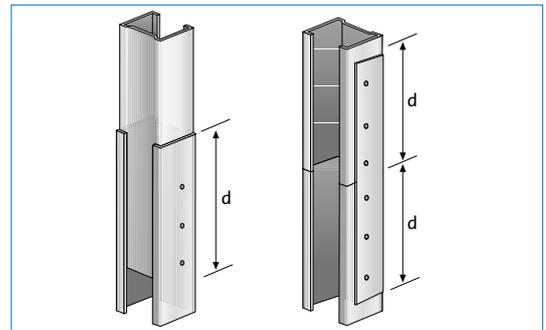
En cualquiera de los tipos de trasdosados autoportantes descritos en el apartado anterior, las fases generales de montaje son:

- Determinación de la alineación de la superficie final. Replanteo en suelos y techos.
- Fijación de los raíles sobre el solado terminado o base de asiento. La separación máxima entre fijaciones será como máximo 600 mm. Las fijaciones más próximas a los extremos de los raíles, no estarán a más de 50 mm de sus extremos. En caso de que el raíl superior no se fije al forjado superior (No se aconseja esta opción por disminuir las propiedades acústica y térmicas del trasdosado) sino que se fije a un falso techo de escayola o de placa de yeso, la separación máxima entre fijaciones será de 400 mm.
- Se colocará Banda Estanca tanto en el raíl superior como inferior, así como en los montantes de arranque.
- Colocación de los montantes, y arriostado al muro soporte si procede.
- Atornillado de las placas.
- Tratamiento de las juntas.

En el caso de que por la altura del trasdosado se hayan de cubrir alturas superiores a las de los montantes suministrados, se podrán confeccionar montantes de mayor longitud, siempre uniéndolos mediante tornillos TRPF, mediante los procedimientos siguientes:

- Encajando sus extremos, solapándolos una distancia mínima d .
- Enfrentando los extremos, uniéndolos entre sí mediante el empleo de un raíl de longitud $2d$.

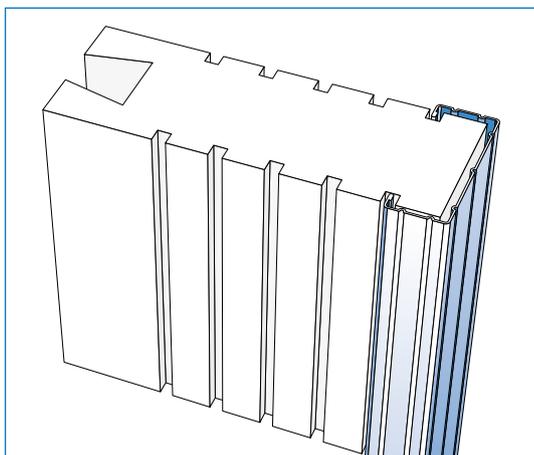
Montante	Distancia d en cm
48	25
70	35
90	45



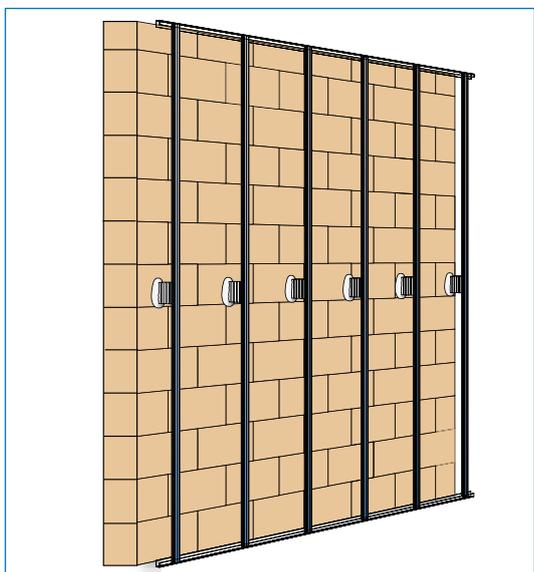
Con perfil angular CR2, perfil F-530 y apoyo EPS

En este caso, los perfiles F-530 se arriostan al muro mediante el empleo de los apoyos EPS, evitando de esta manera la formación de puentes térmicos. La altura máxima de este tipo de trasdosados es de 2,60 m.

Estos apoyos se cortan (Entre 45 y 130 mm) al nivel que se requiera para asegurar el espesor de la cámara interior del trasdosado. Se dejará una distancia de entre 10 y 15 mm entre el apoyo y el muro soporte, que se rellenará con Pasta de agarre MAP. Los perfiles F-530 se encajan en los apoyos EPS.



Los apoyos se alinean horizontalmente y nivelados a una altura de 1,25 m del suelo. Se comprobará la planicidad mediante el empleo de una regla de 2 m. No se deben instalar los paneles de material aislante hasta que no se produzca el secado de la Pasta de agarre.



PRESTACIONES TÉCNICAS

Sólo la correcta combinación de los productos Placo, asegura el cumplimiento de las prestaciones técnicas que se detallan a continuación.



Reacción al fuego

Las placas de yeso laminado Placo, poseen una reacción al fuego de A2-s1,d0. La placa de yeso armada con tejidos de fibra vidrio Glasroc F (Stucal), está clasificada como A1.

Por ello, los trasdosados con estructura portante Placo cumplen con los requisitos que establece el DB-SI del CTE en cuanto a las Euroclases que se exigen en paredes, pudiéndose emplear tanto en zonas ocupables, aparcamientos, pasillos y escaleras protegidas y recintos de riesgo especial, como en cualquiera de los usos que en él se establecen.

Resistencia al fuego

Tal y como se ha indicado en el capítulo de Tabiques, los trasdosados Placo aportan una excelente protección en caso de incendio, gracias al extraordinario comportamiento del yeso cuando éste queda expuesto al fuego.

En la tabla siguiente se indican las configuraciones básicas de trasdosados ensayados para los sistemas Placo (EI expresada en minutos).

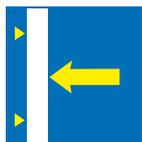
Croquis sistema	Denominación sistema	EI	Nº Informe Ensayo
	78/48	60	6881/05
	93/48	90	09/32301769

ENSAYOS VÁLIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA PRODUCTOS Y SISTEMAS Placo

A continuación se indican las resistencias al fuego de los sistemas Placo, basadas en los ensayos anteriores y según recoge el Estudio Técnico de Evaluación de la variación de la Clasificación de Resistencia al fuego según la norma UNE EN 13501-2:2009 de las divisiones no portantes construidas con las sistemas de placa de yeso laminado Placo, realizado por los Laboratorios Afiti-Licof y Applus, acreditados por ENAC:

ENSAYOS VÁLIDOS
EXCLUSIVAMENTE PARA
PRODUCTOS
Y SISTEMAS Placo

Croquis	Aislante	a	b	c	Sistema	El con Placo PPF
	SIN LM	48	15	78	78/48	60
		70	15	100	100/70	60
		90	15	120	120/90	60
		100	15	130	130/100	60
		125	15	155	155/125	60
		150	15	180	180/150	60
	SIN LM	48	15	93	93/48	90
		70	15	115	115/70	90
		90	15	135	135/90	90
		100	15	145	145/100	90
		125	15	170	170/125	90
		150	15	195	195/150	90



Alturas máximas

El comportamiento mecánico de los trasdosados autoportantes, debe garantizar el confort y la seguridad de las personas en cualquiera de sus aplicaciones. Su altura máxima depende de:

- Dimensiones y Momento de Inercia de la estructura metálica.
- Separación entre ejes de montantes (modulación).
- Disposición de los montantes, simples, en "H" o en cajón.
- Espesor y Número de placas de yeso que se atornillan a la estructura metálica.

En todos los casos, la deformación del paramento será inferior a 5 mm al aplicarle una presión de 20 daN/m², para un trasdosado de altura 2,5 m.

Este supuesto se cumple en un trasdosado de 2,0 m. de altura formado por una placa de yeso laminado de 12,5 mm de espesor atornillada a una estructura sencilla de montantes de 48 mm, separación entre ejes de 600 mm. Momento de inercia del perfil, $I_0 = 2,43 \text{ cm}^4$.

Variando las inercias de los perfiles y aplicando la fórmula siguiente, se obtienen las alturas máximas para cada configuración de tabique:

$$H = H_0 \sqrt[4]{I/I_0}$$

H: nueva altura en m.

H₀: valor de la altura de referencia en m.

I: Momento de inercia en cm⁴ del nuevo montante.
I₀: Momento de inercia de referencia del montante de 48 mm, I₀ = 2,43 cm⁴.

Los valores de H₀ se obtienen de la tabla siguiente, en función del número de placas del trasdosado:

Valores de referencia de H ₀	
Número de placas	H ₀ (m)
1	2,00
2	2,40

El valor de I se incrementará multiplicándolo por los siguientes valores en función de la disposición de la estructura metálica:

Disposición estructura	Factor
Montantes simples a 600 mm	1
Montantes simples a 400 mm	1 x 1,5
Montantes dobles a 600 mm	2,0
Montantes dobles a 400 mm	2 x 1,5

Los valores para los montantes dobles se aplicarán tanto para el montaje en "H" como en cajón.

Los valores de las altura máximas que se indican a continuación sólo son válidos para sistemas de placa de yeso ejecutados con perfiles metálicos Placo, que están en posesión del certificado "N" de AENOR de producto y cuyo Proyecto de Norma está en trámite.

(Nota: Los momentos de inercia de los perfiles se han obtenido según se indica en la Norma UNE EN 14195, en su anexo B).

Trasdosados autoportantes sin arriostrar:

Con los momentos de inercia de los montantes Placo las alturas máximas para los trasdosados sin arriostrar son:

VALORES EXCLUSIVOS
PARA LOS
SISTEMAS Placo

Trasdosados autoportantes sin arriostrar					
Estructura portante	Momento de inercia (cm ⁴)	Altura máxima (m). Modulación de montantes: 600 mm			
		Número de placas y espesor			
		1 x 15	1 x 18	2 x 12,5	2 x 15
M - 48	2,43	2,00	2,00	2,40	2,40
M - 48 en "H"	4,86	2,35	2,35	2,85	2,85
M - 70	6,51	2,55	2,55	3,05	3,05
M - 70 en "H"	13,02	3,00	3,00	3,65	3,65
M - 90	11,97	2,95	2,95	3,55	3,55
M - 90 en "H"	23,94	3,50	3,50	4,25	4,25

Trasdosados autoportantes sin arriostrar					
Estructura portante	Momento de inercia (cm ⁴)	Altura máxima (m). Modulación de montantes: 400 mm			
		Número de placas y espesor			
		1 x 15	1 x 18	2 x 12,5	2 x 15
M - 48	2,43	2,20	2,20	2,65	2,65
M - 48 en "H"	4,86	2,60	2,60	3,15	3,15
M - 70	6,51	2,80	2,80	3,40	3,40
M - 70 en "H"	13,02	3,35	3,35	4,00	4,00
M - 90	11,97	3,30	3,30	3,95	3,95
M - 90 en "H"	23,94	3,90	3,90	4,70	4,70

Trasdosados autoportantes arriostrados:

A diferencia de los trasdosados con Omegas, los trasdosados arriostrados no presentan una limitación en cuanto a su altura máxima (distancia máxima entre forjado superior e inferior). No obstante,

se recomienda colocar cada 9,0 m una línea continua de arriostramiento, perpendicular a los ejes de los montantes, de modo que a ella se arriostren todos los montantes del trasdosado.

Trasdosados autoportantes arriostrados					
Estructura portante	Momento de inercia (cm ⁴)	Distancia máxima (1) entre anclajes al muro soporte (m). Modulación de montantes: 600 mm			
		Número de placas y espesor			
		1 x 15	1 x 18	2 x 12,5	2 x 15
M - 48	2,43	2,00	2,00	2,40	2,40
M - 48 en "H"	4,86	2,35	2,35	2,85	2,85
M - 70	6,51	2,55	2,55	3,05	3,05
M - 70 en "H"	13,02	3,00	3,00	3,65	3,65
M - 90	11,97	2,95	2,95	3,55	3,55
M - 90 en "H"	23,94	3,50	3,50	4,25	4,25

Trasdosados autoportantes sin arriostrar					
Estructura portante	Momento de inercia (cm ⁴)	Distancia máxima (1) entre anclajes al muro soporte (m). Modulación de montantes: 400 mm			
		Número de placas y espesor			
		1 x 15	1 x 18	2 x 12,5	2 x 15
M - 48	2,43	2,20	2,20	2,65	2,65
M - 48 en "H"	4,86	2,60	2,60	3,15	3,15
M - 70	6,51	2,80	2,80	3,40	3,40
M - 70 en "H"	13,02	3,35	3,35	4,00	4,00
M - 90	11,97	3,30	3,30	3,95	3,95
M - 90 en "H"	23,94	3,90	3,90	4,70	4,70

(1) Se considera esta distancia como la máxima entre dos arriostramientos consecutivos al muro base a trasdosar, o la distancia entre el rail superior o inferior y el arriostramiento más próximo de los montantes al muro base a trasdosar.

Trasdosados con perfil angular CR2, y perfil F-530:

Número y tipo de placas	Distancias entre apoyos intermedios (m)	Altura máxima (m)
1 x 12,5 ó 1 x 15	1,30	5,30
1 x 18	1,40	5,30
2 x 12,5	1,60	5,30



Aislamiento térmico

El coeficiente de conductividad térmica (λ) de la placa de yeso laminado así como la posibilidad de incorporar en el trasdosado lanas minerales, permiten la ejecución de trasdosados con una baja transmitancia, acordes a las exigencias del DB-HS.

Tal y como se ha indicado en el capítulo 2 de este manual, el aislamiento térmico de los trasdosados se determina por la suma de la resistencia térmica de cada una de las capas que componen el sistema. Para obtener la resistencia térmica del conjunto muro más trasdosado, habrá que sumar la resistencia térmica del muro soporte.

Para el cálculo de la transmitancia del sistema se emplearán los siguientes valores de:

- Placa de yeso: $\lambda = 0,25 \text{ W / mK}$.
- Material aislante: dependerá del tipo instalado.

Conductividad Térmica Placover	
Tipo	$\lambda \text{ (W/mK)}$
45	0,036
60	0,040

Se tendrán en cuenta los incrementos de aislamiento por cámaras de aire y las resistencias térmicas superficiales:

Cámaras de aire	
Espesor de la cámara (m)	Rt (m ² K/W)
0,008	0,15
0,010	0,15
0,020	0,17
0,030	0,18
0,040	0,18
0,050	0,18

Resistencias térmicas superficiales	Exterior Rse (m ² K/W)	Interior Rsi (m ² K/W)
Cerramientos Exteriores	0,04	0,13
Cerramientos Interiores	0,13	0,13





Aislamiento acústico

Los trasdosados Placo se emplean para mejorar las prestaciones de aislamiento acústico de muros de fábrica de ladrillo u hormigón en elementos de separación vertical de unidades de uso diferente, o de éstas con zonas comunes o recintos de instalaciones o de actividad, o en muros de fachadas y medianeras.

Los elevados niveles de aislamiento acústico obtenidos, hacen que su uso también sea idóneo para la realización de salas de cine, discotecas, conservatorios de música, etc.

El empleo de placa de yeso Placo Phonique permite incrementar los valores de aislamiento acústico hasta en 3dB.



RESUMEN DE PRESTACIONES

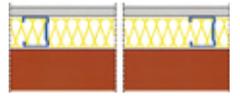
En los cuadros siguientes, se indican algunos ejemplos de aislamiento termoacústico de trasdosados Placo, con indicación de las ganancias sobre el muro portador en aislamiento acústico al ruido aéreo. Todos los casos se refieren a trasdosados autoportantes.

En todos los casos, para el cálculo del Aislamiento térmico, habrá que incrementar el valor que se indica en la tabla con el correspondiente al del material aislante (R_{AT}).

Resistencia Térmica Placover	
Tipo	R (m ² K/W)
45	1,25
60	1,50

En la columna que se indica la Resistencia al fuego (EI), solo se refiere la resistencia al fuego del trasdosado, sin tener en cuenta la propia del muro soporte.

VALORES EXCLUSIVOS
PARA LOS
SISTEMAS Placo



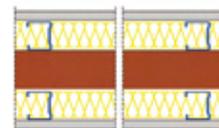
Tipo de Muro soporte			Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)
	Fachada de 1/2 pie de ladrillo cerámico perforado cara vista, y enfoscado de cemento de 15 mm de espesor.		239,3	0,51 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
225	0,32	R _w = 51 (-1;-4)dB R _A = 50,9 dB(A)		
	Fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de 8 cm de espesor.		89,7	0,71 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
84	0,52	R _w = 38 (0;-3)dB R _A = 38,5 dB(A)		
	Fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de 8 cm de espesor guarnecidas ambas caras con 12 mm de yeso.		117,8	0,71 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
103,5	0,52	R _w = 43 (-1;-4)dB R _A = 42,7 dB(A)		
	Fábrica de 1/2 pie de ladrillo cerámico hueco doble de 8 cm de espesor guarnecidas ambas caras con 12 mm de yeso.		166	0,71 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
151	0,71	R _w = 47 (-1;-4)dB R _A = 46,6 dB(A)		
	Fábrica de 1/2 pie de ladrillo cerámico perforado, guarnecidas ambas caras con 12 mm de yeso.		175,6	0,68 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
161,3	0,49	R _w = 48 (-1;-4)dB R _A = 47,7 dB(A)		

Cálculo	Ensayo	Extensión Laboratorio	Estimación
---------	--------	-----------------------	------------

Trasdosados autoportantes y arriostrados (A una sola cara)

Trasosado Placo				Trasosado Placo	
Aislamiento Acústico R_w (C;Ctr) dB R_A dB(A)	Resistencia al fuego con placa PPF EI (solo trasdosado)	Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R (m ² K/W)	Aislamiento Acústico R_w (C;Ctr) dB R_A dB(A)	Resistencia al fuego con placa PPF EI (solo trasdosado)
$R_w = 66$ (-2;-6) dB $R_A = 64,8$ dB (A)	15	251,4	$0,57 + R_{AT}$	$R_w = 67$ (-2;-6) dB $R_A = 65,6$ dB (A)	60
13,9 dB (A)		Incremento acústico trasdosado		14,7 dB (A)	
$R_w = 57$ (-2;-6) dB $R_A = 55,8$ dB (A)	15				
17,3 dB (A)					
$R_w = 59$ (-2;-5) dB $R_A = 58,2$ dB (A)	15	129,9	$0,77 + R_{AT}$	$R_w = 61$ (-2;-6) dB $R_A = 59,6$ dB (A)	60
15,5 dB (A)		Incremento acústico trasdosado		16,9 dB (A)	
$R_w = 62$ (-2;-7) dB $R_A = 61,4$ dB (A)	15	177	$0,77 + R_{AT}$	$R_w = 62$ (-2;-7) dB $R_A = 61,4$ dB (A)	60
14,3 dB (A)		Incremento acústico trasdosado		14,3 dB (A)	
$R_w = 64$ (-2;-7) dB $R_A = 62,5$ dB (A)	15	187,7	$0,74 + R_{AT}$	$R_w = 65$ (-2;-6) dB $R_A = 64,0$ dB (A)	60
14,8 dB (A)		Incremento acústico trasdosado		16,3 dB (A)	

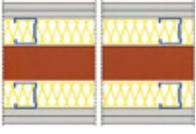
VALORES EXCLUSIVOS
PARA LOS
SISTEMAS Placo



Tipo de Muro soporte			Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)
	Fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de 8 cm de espesor.		103,7	0,94 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
84	0,52	R _w = 38 (0;-3)dB R _A = 38,5 dB(A)		
	Fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de 8 cm de espesor guarnecidas ambas caras con 12 mm de yeso.		132,1	0,94 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
103,5	0,52	R _w = 43 (-1;-4)dB R _A = 42,7 dB(A)		
	Fábrica de 1/2 pie de ladrillo cerámico hueco doble de 8 cm de espesor guarnecidas ambas caras con 12 mm de yeso.		181	0,71 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
151	0,71	R _w = 47 (-1;-4)dB R _A = 46,6 dB(A)		
	Fábrica de 1/2 pie de ladrillo cerámico perforado, guarnecidas ambas caras con 12 mm de yeso.		189,9	0,91 + R _{AT}
Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R(m ² K/W)	Aislamiento Acústico R _w (C;Ctr) dB R _A dB(A)	Incremento acústico trasdosado	
161,3	0,49	R _w = 48 (-1;-4)dB R _A = 47,7 dB(A)		

Cálculo	Ensayo	Extensión Laboratorio	Estimación

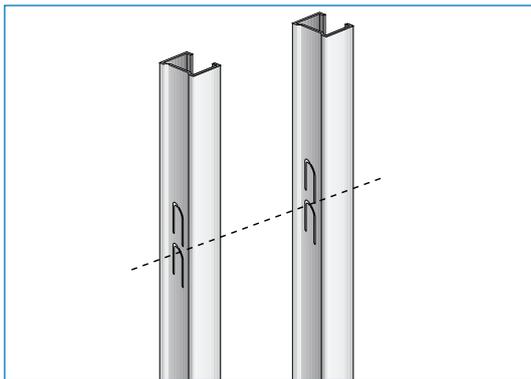
Trasdosados autoportantes y arriostrados (A dos caras)

Trasdosados Placo					
Aislamiento Acústico R_w (C;Ctr) dB R_A dB(A)	Resistencia al fuego con placa PPF EI (solo trasdosado)	Peso aproximado kg/m ²	Aislamiento Térmico R (m ² K/W)	Aislamiento Acústico R_w (C;Ctr) dB R_A dB(A)	Resistencia al fuego con placa PPF EI (solo trasdosado)
$R_w = 63$ (-2;-5) dB $R_A = 61,0$ dB (A)	15				
22,5 dB (A)					
$R_w = 65$ (-2;-6) dB $R_A = 63,2$ dB (A)	15	156,3	$0,86 + R_{AT}$	$R_w = 67$ (-2;-6) dB $R_A = 65,0$ dB (A)	60
20,5 dB (A)		Incremento acústico trasdosado		22,3 dB (A)	
$R_w = 70$ (-3;-9) dB $R_A = 68,0$ dB (A)	15	214	$0,77 + R_{AT}$	$R_w = 70$ (-3;-9) dB $R_A = 68,0$ dB (A)	60
16,9 dB (A)		Incremento acústico trasdosado		16,9 dB (A)	
$R_w = 72$ (-4;-11) dB $R_A = 69,1$ dB (A)	15	214,1	$1,03 + R_{AT}$	$R_w = 73$ (-3;-9) dB $R_A = 70,6$ dB (A)	60
21,4 dB (A)		Incremento acústico trasdosado		22,9 dB (A)	

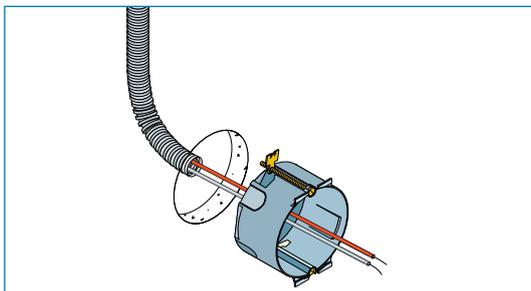
9.5 PUNTOS SINGULARES

PASO DE INSTALACIONES

En el caso de los trasdosados autoportantes, la cámara interior que conforma la estructura metálica permite el paso de las instalaciones eléctricas y de fontanería. Las instalaciones discurrirán por las perforaciones en forma de doble "C" con que se suministran los montantes Placo. Una vez que estos queden ubicados en su posición vertical, las perforaciones coinciden en horizontal, para que de este modo, las instalaciones también discurran en horizontal.



Con el fin de que las cajas de mecanismos eléctricos queden perfectamente sujetas a la placa de yeso, se recomienda el empleo de cajas con patillas.



TRASDOSADOS EN ZONAS HÚMEDAS

Trasdosados directos o con Omegas

Cuando en el interior del edificio se prevea una humedad relativa media o puntual superior al 40% y los muros o forjados a trasdosar con placas de yeso tipo Estándar o PPM, etc., están en contacto directo con el exterior, no se recomienda realizar el trasdosado con peggadas de pasta de agarre, ni tampoco con maestras.

Ello se debe a la posibilidad de que se produzcan condensaciones debido a las zonas frías producidas por los puentes térmicos, y por lo tanto, aparezcan manchas por humedad de condensación sobre la cara vista del trasdosado.

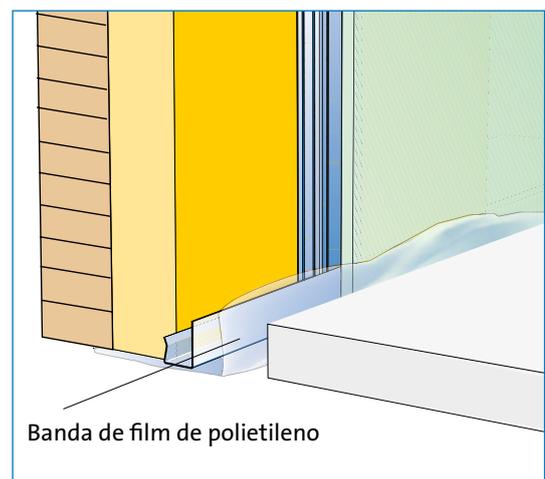
En estos casos para el trasdosado directo, será necesario instalar placas con aislante del tipo Placomur.

Trasdosados autoportantes con montantes y raíles o con CR2 y F-530

Los trasdosados ubicados en locales de media o fuerte humedad se realizarán con placas de yeso del tipo PPM. En trasdosados sencillos de una sola placa, el espesor de la placa PPM será como mínimo de 15 mm.

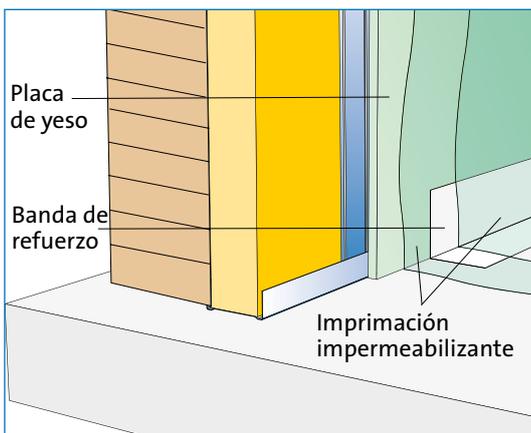
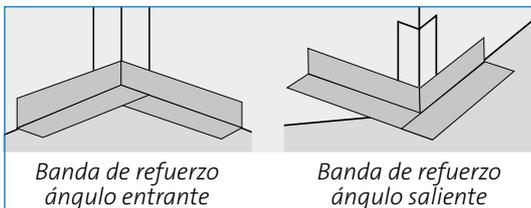
La modulación de montantes será siempre de 400 mm, colocándose Banda Estanca bajo los raíles (superior e inferior) y en los montantes de arranque.

Cuando la ejecución del trasdosado se tenga que ejecutar antes del pavimento final (Independientemente de si se trata de un local de escasa, media o fuerte humedad), se ha de instalar alineada y centrada con el trasdosado una banda de film de polietileno de 100 micras de espesor sobre la capa de compresión, y de un ancho tal, que una vez instalado el pavimento definitivo, queden 50 cm libres de lámina a cada lado del trasdosado.



En los locales con fuerte humedad, una vez instalado el trasdosado y tratadas sus juntas, se extenderá una capa de imprimación impermeabilizante en toda la superficie del paramento a proteger. Este tipo de imprimaciones son, por lo general, productos fabricados en base a resinas sintéticas, látex, copolímeros acrílicos, etc., y que una vez extendidos sobre toda la superficie de la placa de yeso, refuerzan la estanqueidad al agua, siendo totalmente compatibles con la placa de yeso, con el tratamiento de juntas y con los adhesivos que se emplean para fijar los elementos cerámicos, mármol, piedra, etc. que constituirán el acabado final del trasdosado.

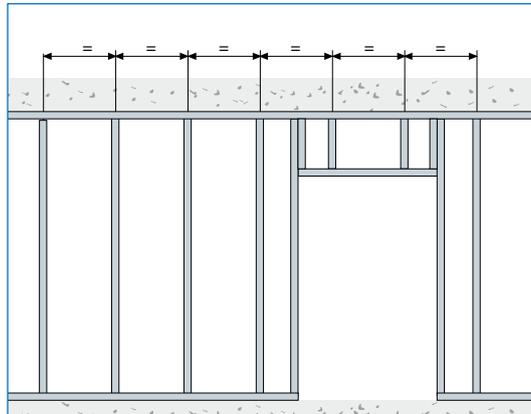
Tanto en los locales de media como en los de fuerte humedad, en los encuentros en ángulo se asentará una banda de refuerzo constituida por un film de poliéster con lana de vidrio de 20 cm de ancho y sobre ella, se volverá a extender otra capa de imprimación impermeabilizante. Una vez seca se iniciará la ejecución del revestimiento previsto. El fin de esta banda es el de reforzar mecánicamente la estanqueidad de este tipo de encuentros.



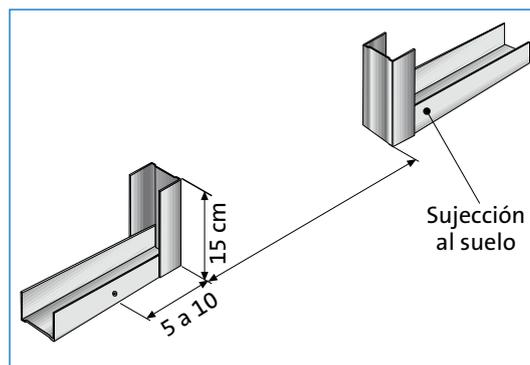
HUECOS DE PUERTAS Y VENTANAS

Huecos de puertas

Al igual que en los tabiques, cuando el trasdosado coincide con un hueco de paso, la modulación de los montantes no se perderá, sino que se mantendrá, colocándose los montantes y riles a modo de prearco:

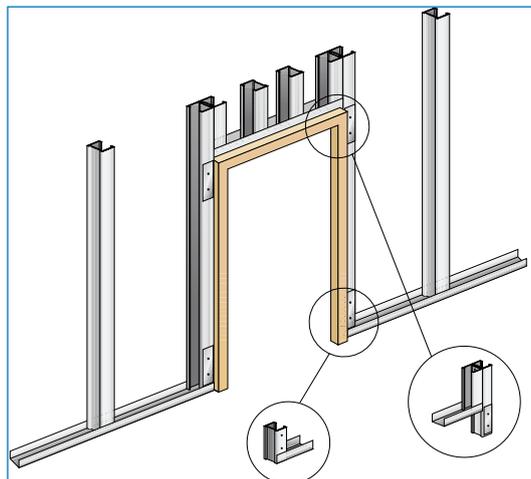


El ríl inferior se interrumpirá, levantándose a escuadra al menos 15 cm. Esta parte de ríl es recibida por el montante, atornillándose a él.



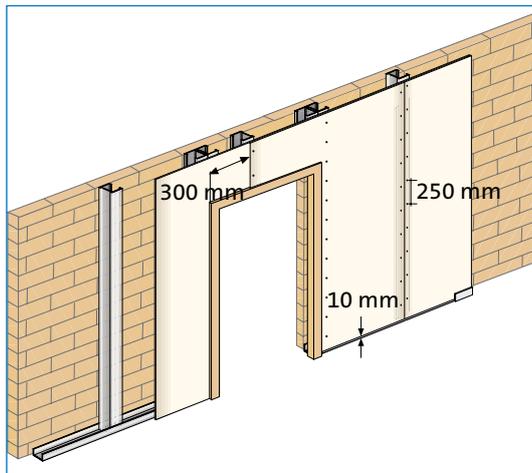
En la parte superior del hueco se colocará otro ríl definiendo el dintel, uniéndose a los montantes-jamba igual que el ríl del suelo. En la zona del dintel se colocarán dos montantes de altura igual al mismo y encajados en el ríl del techo y del dintel.

Estos montantes cortos, servirán para atornillar el borde lateral de cada placa, cortada en bandera, a ambos lados del trasdosado.



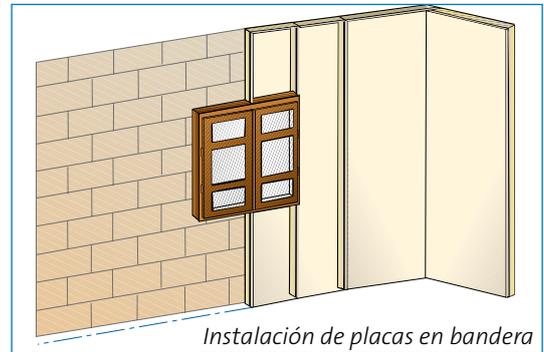
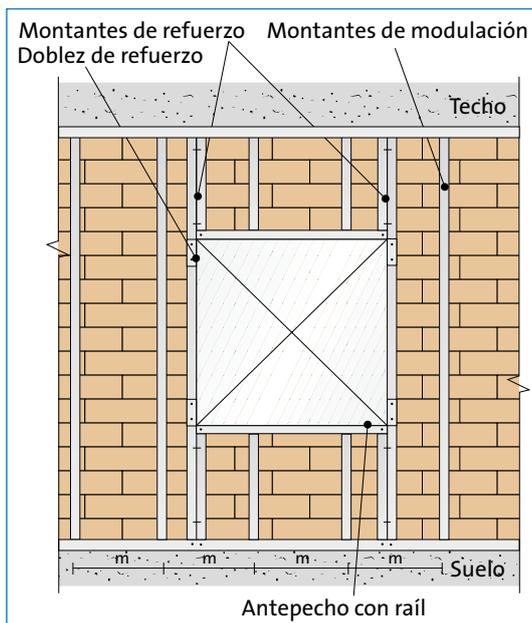
Una vez instalada la estructura se procederá al atornillado de las placas. Estas se recortarán de tal manera que su junta o juntas queden en el dintel (corte en bandera).

Para evitar la posible aparición de grietas en esta zona, la junta del dintel se situará como mínimo a 300 mm de la alineación de la jamba.

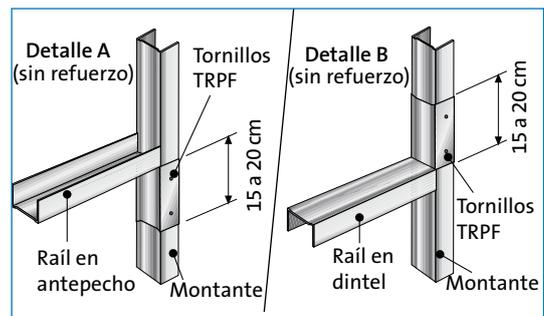


Huecos de ventanas

El tratamiento estructural es similar al de las aperturas para puertas. Cuando el trasdosado coincida con un hueco de paso, la modulación de los montantes (m) no se perderá, sino que se mantendrá, colocándose los montantes y raíles a modo de prearco. Las placas se instalarán en bandera:



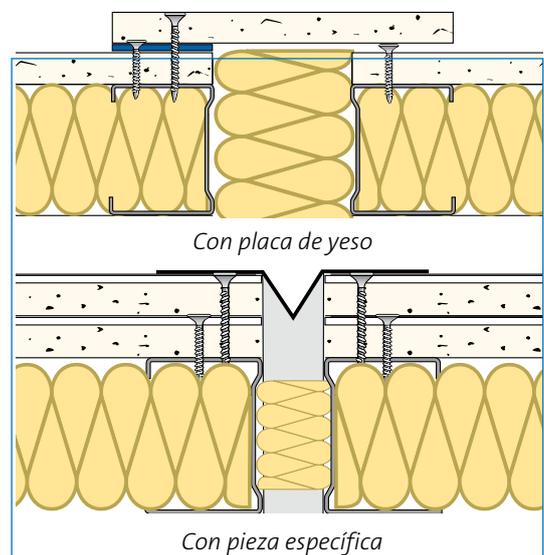
Al igual que en los pasos para puertas, los huecos de ventanas que por su uso singular requieran mayores prestaciones mecánicas, se reforzarán con elementos a modo de prearco.



Juntas de dilatación

En todos aquellos trasdosados de grandes dimensiones, se deberán disponer juntas de dilatación cada 11 m, además de las propias del edificio.

Se podrán realizar con placa de yeso, o mediante el empleo de una pieza específica:



9.6 RECEPCIÓN DE LA OBRA

Conforme a la normativa, cualquiera de los trasdosados descritos en el presente capítulo de este manual, deben responder a las especificaciones siguientes:

Planeidad general

Una regla de 2 m aplicada sobre la superficie de la obra y paseada en todas direcciones no debe hacer aparecer, entre el punto más saliente y el punto más retraído, una diferencia superior a 5 mm.

Planeidad local

Una regla de 0,20 m aplicada sobre la superficie de la obra y paseada en todas direcciones no debe hacer aparecer, entre el punto más saliente y el punto más retraído, una diferencia superior a 2 mm.

Verticalidad

En un trasdosado de 2,5 m de altura, el desplome máximo admitido no será superior a 5 mm.

9.7 RENDIMIENTOS DE MATERIALES

Estas cantidades están establecidas para los trasdosados de altura igual o inferior a las máximas establecidas.

Las cantidades son indicativas por m² de trasdosado, sin descontar huecos.

Trasdosados directos		
Producto	Unidad	Cantidad
Placa de yeso ó Placomur PMS	m ²	1,05
Pasta de agarre MAP ó ADH	kg	1,80
Cinta de juntas	m	1,40
Pasta de juntas: SN, SN Premium, PR Placomix	kg	0,330 0,470

Cantidades indicativas por m² y con tratamiento de juntas.

Trasdosados con perfil angular CR2 y F-530			
Producto	Unidad	Paramento simple	Paramento doble
Placa de yeso Placo	m ²	1,05	2,10
Angular CR2	m	1,10	1,10
Perfil F-530	m	2	2
Apoyo Intermedio EPS	ud	1	1
Pasta de agarre MAP	kg	0,20	0,20
Tornillo autoroscante 25 ó 35	ud	11	3
Tornillo autoroscante 45	ud	-	11
Cinta de juntas	m	1,40	1,40
Pasta de juntas: SN, SN Premium ó PR Placomix	kg		0,330 0,470

Trasdosados autoportantes									
Producto	Unidad	Paramento simple				Paramento doble			
		Distancia entre ejes de montantes (mm)		Distancia entre ejes de montantes (mm)		Distancia entre ejes de montantes (mm)		Distancia entre ejes de montantes (mm)	
		400	600	400	600	400	600	400	600
		Simple	Doble	Simple	Doble	Simple	Doble	Simple	Doble
Placa de yeso Placo	m ²	1,05	1,05	1,05	1,05	2,10	2,10	2,10	2,10
Raíl Placo	m	1	1	1	1	1	1	1	
Montante Placo	m	3	5,3	2,10	3,7	3	5,3	2,10	3,7
Tornillo autoroscante 25 ó 35	ud	30	30	22	22	8	8	6	6
Tornillo autoroscante 45	ud	-	-	-	-	30	30	22	22
Tornillo autoperforante TRPF	ud	2	10	2	6	2	10	2	6
Bandas estanca	m	0,45		0,45		0,45		0,45	
Cinta de juntas	m	2,80		2,80		2,80		2,80	
Pasta de juntas: SN, SN Premium, PR Placomix	kg	0,330 0,470		0,330 0,470		0,330 0,470		0,330 0,470	

TODAS LAS UNIDADES DE OBRA EN FORMATO PRESTO EN www.placo.es



10.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Los techos continuos suspendidos con estructura oculta, están formados por Placas de yeso laminado Placo atornilladas a una estructura metálica Placo, y que se destinan al acabado final bajo el forjado entre plantas o la estructura bajo cubierta. Una vez tratadas sus juntas adecuadamente con cintas y pastas de juntas, se obtienen paramentos continuos terminados y preparados para su decoración final.

Sus diferentes prestaciones se obtienen modificando los elementos que lo componen:

- Tipo y número de placas de yeso empleadas.
- Tipo y configuración de la estructura metálica.
- Incorporación de lana mineral como material aislante (Placover).

En este capítulo se tratan los techos continuos suspendidos de Placa de yeso laminado con estructura oculta. El resto de techos en Placa de yeso laminado como son los registrables con placas Gyptone, o los continuos con placas Gyptone Big o Rigiton, se encuentran recogidos en el manual de "Soluciones constructivas en techos Placo".



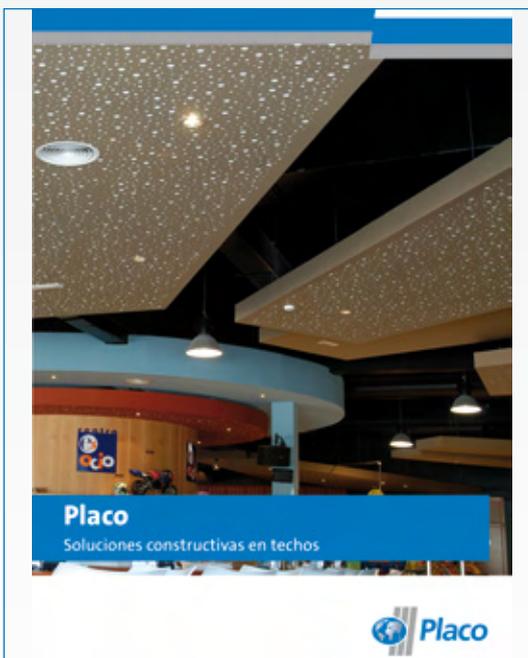
APLICACIONES Y VENTAJAS

Los techos Placo se adaptan a todos los tipos de obras, tanto en nuevas construcciones, como en obras de rehabilitación, en los diferentes usos que establece el CTE:

- Administrativo.
- Aparcamiento.
- Comercial.
- Docente.
- Hospitalario
- Pública concurrencia.
- Residencial público.
- Residencial vivienda.

El empleo en obra de los techos Placo, ofrece las ventajas siguientes:

- Permiten su suspensión independientemente del material que constituye su soporte, ya sea made-

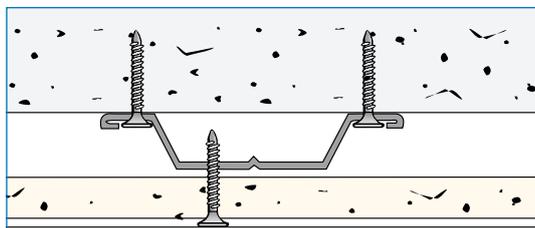


- ra, metal, hormigón, bovedilla cerámica, etc.
- Aislamiento acústico y térmico eficaz: Su correcta ejecución dará respuesta a las exigencias más estrictas de aislamiento acústico y térmico.
- En el plenum que se crea (cámara de aire que se forma entre el forjado o la estructura de la cubierta y las placas del techo suspendido) se pueden ocultar instalaciones.
- Elevada seguridad contra el fuego. Permiten incrementar la resistencia al fuego del forjado o proteger las instalaciones que discurren por el plenum.

TIPOS DE TECHOS CONTINUOS

En función de la disposición de la estructura con respecto a su soporte, los techos pueden dividirse en:

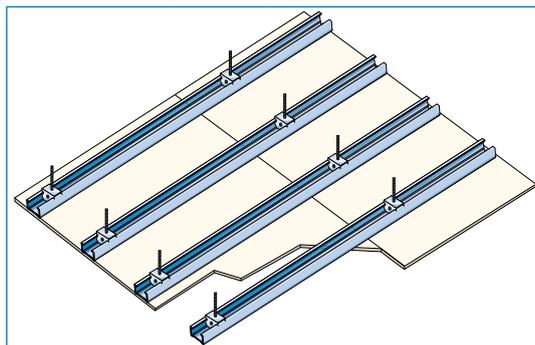
- **Techos directos:** También llamados techos con maestras, puesto que se realizan exclusivamente con perfiles metálicos Omegas que se fijan directamente al soporte. Este tipo de techo se ha de emplear exclusivamente cuando el soporte esté correctamente nivelado.



- **Techos suspendidos:** Techos en los que la estructura metálica se suspende del soporte, creándose una cámara interior (Plenum) entre éste y las placas del techo. Los techos suspendidos, a su vez se dividen en:

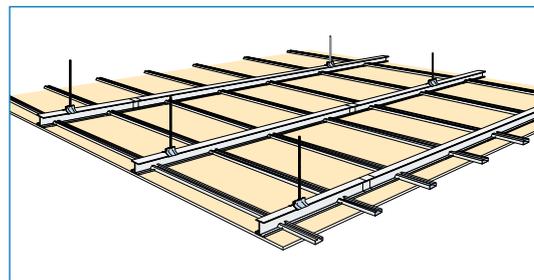
- **Techos con estructura simple:**

La estructura metálica está únicamente compuesta por perfiles primarios, a los que se atornillan directamente las placas de yeso laminado.



- **Techos con estructura doble:**

La estructura metálica está compuesta por perfiles primarios, que son los que se suspenden mediante sus elementos de cuelgue al soporte y por perfiles secundarios, que fijados a los primarios, son a los que se atornillan las placas de yeso laminado.



Según el número de placas los techos pueden ser:

- **Simples:** Compuestos por una sola placa de yeso laminado. En este caso, el espesor mínimo de la placa será de 12,5 mm.
- **Múltiples:** Compuestos por dos o tres placas de yeso. El espesor mínimo de las placas será también de 12,5 mm.

Para la ejecución de los techos continuos Placo no se podrán emplear placas de yeso de espesor inferior a 12,5 mm.

Según sea la posición de las placas de yeso con respecto al eje de los perfiles metálicos que constituyen la estructura los techos se clasifican en:

- **Instalación paralela:** Los bordes longitudinales de las placas de yeso son paralelos a los perfiles metálicos.
- **Instalación perpendicular:** Los bordes longitudinales de las placas de yeso son perpendiculares a los perfiles metálicos primarios en el caso de techos con estructura simple o a los perfiles secundarios en el caso de los techos con estructura doble.

Dependiendo del tipo de sistema constructivo elegido, y aunque en obra se puedan ejecutar tanto techos con instalación paralela o perpendicular, se recomienda que la instalación sea siempre perpendicular.

ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LOS TECHOS CONTINUOS

Los techos Placo están constituidos por 1, 2 ó 3 placas de yeso laminado, atornilladas a una estructura metálica de acero galvanizado, realizada a partir de perfiles y suspensiones Placo.

La elección del tipo de placa, así como su espesor, dependerá de las prestaciones que se requieran para cada techo:

- Uso general: Placa Estándar (STD).
- Zonas expuestas a la humedad: Placomarina (PPM).
- Techos en los que se requiera una mayor resistencia al fuego: Placoflam (PPF) o Glasroc F (Stucal).
- Techos en los que se requiera resistencia a la difusión del vapor de agua: Placa barrera de vapor (PPV).
- Techos de grandes dimensiones y con grandes exigencias estéticas, como son aquellos en los que esté previsto el impacto de luces rasantes en los que se quiera obtener un mejor acabado, creando una superficie lisa de gran calidad, con un mejor tratamiento de las juntas entre placas: Placas de 4 bordes afinados 4BA.
- Techos en los que se requiera un mayor aislamiento acústico: Placo Phonique (PPH).



En función del tipo de techo y de los requerimientos que se le exijan, las placas de yeso se suspenden mediante diferentes tipos de elementos. En cualquier caso, los dispositivos de suspensión (anclajes, cuelgues, suspensiones, perfiles y piezas auxiliares) deberán soportar sin deformación las cargas de trabajo, es decir la suma de su peso propio (placas y estructura) más una sobrecarga de 20 Kg/m² por peso del aislante y por la fuerza puntual debida al viento.

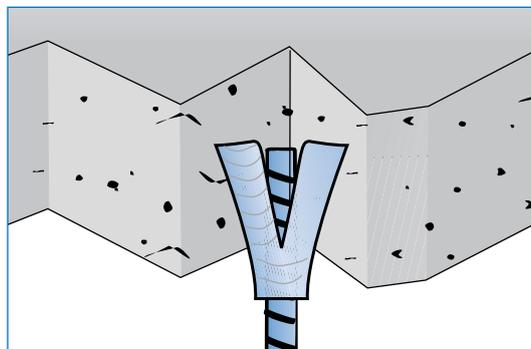
Está expresamente contraindicado que la estructura y las suspensiones Placo se empleen para soportar elementos ajenos al sistema constructivo de placa de yeso laminado. Los cuelgues de pesos de hasta 10 kg, se realizarán según se indica en el apartado 13.4.2. de este Manual.

Anclajes

Son los elementos que se emplean para unir la periferia metálica, los cuelgues o las piezas de suspensión, al forjado o la estructura bajo cubierta. Por lo general, en función del soporte, este tipo de anclajes son:

Tipo de soporte	Anclajes
Hormigón	Clavos y fulminantes de ejecución directa, Tacos de plástico y tornillos previo taladro (por impacto o atornillados), Remaches.
Metálico	Clavos y fulminantes de ejecución directa, y piezas especiales.
Madera	Clavos de acero, Grapas, Tornillos auto perforantes para madera.
Bovedillas	Tacos de paraguas, balancín o resorte, Remaches en "flor", Tacos de plástico de apertura en abrazadera.

Para la ejecución de los techos continuos Placo, se han de escoger anclajes que ofrezcan una garantía suficiente para que la unión con el soporte proporcione una carga de trabajo suficiente. En ningún caso esta carga de servicio será inferior a 73 daN, siendo su carga de rotura 219 daN.



De igual modo, se verificará que las cargas de arranque o rotura de los anclajes son iguales, o superiores, a la carga de servicio multiplicada por tres.

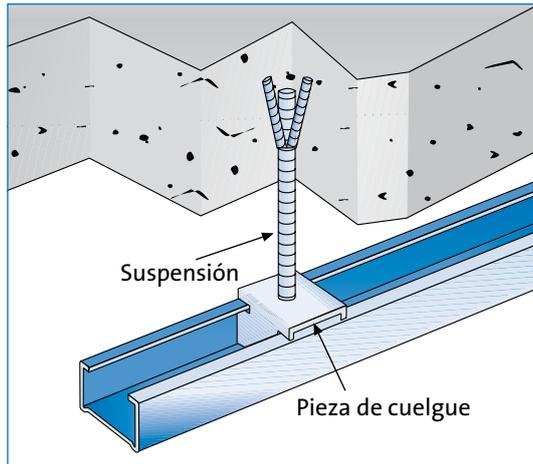
En losas de hormigón no fisuradas, se podrán utilizar como anclajes tacos de expansión, respetándose que su carga de rotura o arranque a tracción sea tres veces superior a la carga de servicio. En caso de duda, se recomienda realizar una prueba previa en obra.

Piezas de cuelgue y de suspensión

Elementos metálicos que fijados que, a la parte inferior de los forjados o a la estructura bajo cubierta mediante los anclajes indicados en el punto ante-

rior, sujetan directamente los perfiles primarios de la estructura metálica o bien sujetan las piezas de suspensión a las que se fijan los perfiles primarios.

Las piezas de cuelgue y las suspensiones, permitirán en obra la nivelación del techo.



Estructura metálica

La estructura metálica para la construcción de techos Placo está compuesta por perfiles de chapa galvanizada de acero del tipo DX51D, siendo su revestimiento del tipo Z-140.

Para la ejecución de los techos suspendidos, se podrán emplear los siguientes tipos de perfiles metálicos Placo. Todos ellos están en posesión de la marca de calidad "N" AENOR de producto.

- Maestras "Omegas".
- Montantes.
- Perfiles para techos F-530, FH-500 y Rigi 60.

- Perfiles para techos Stil Prim.

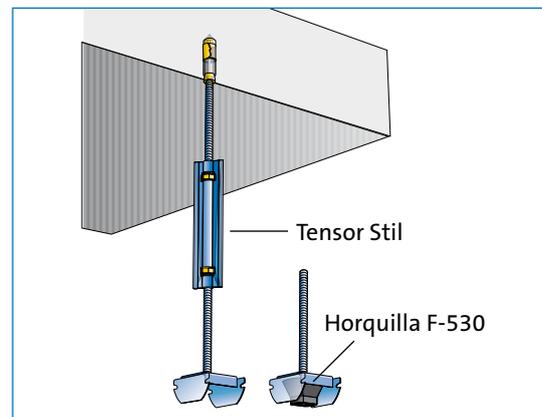


Piezas auxiliares

Para garantizar el correcto montaje de los techos continuos de placa de yeso laminado, se emplearán diferentes piezas auxiliares como son piezas de cruce o piezas de empalme.

En el caso de que fuera necesario prolongar dos varillas roscadas, se puede emplear el tensor Stil, que además permite nivelar la estructura metálica. Las cargas admisibles del tensor Stil son:

Cargas admisibles Tensor Stil (daN)	
Carga de rotura	600
Carga de trabajo	200

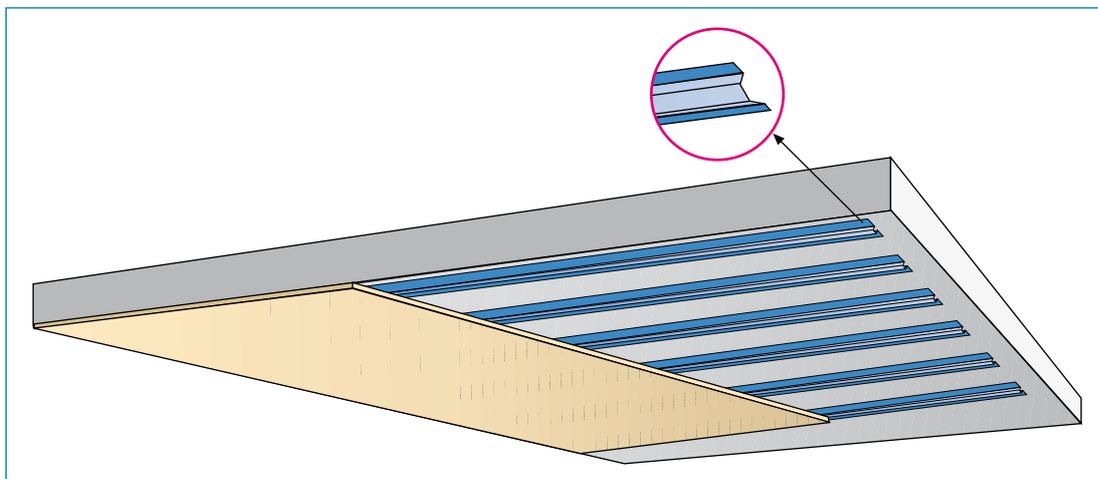


10.2 TECHOS CON OMEGAS

Son techos en los que para su ejecución, se emplean exclusivamente perfiles metálicos Omegas, que se fijan directamente al forjado o a la estructura del edificio. Este tipo de techo se empleará exclusivamente cuando el soporte esté correctamente nivelado, puesto que este tipo de montaje no permite el reglaje de los perfiles Omega. Tampoco permiten alojar instalaciones en el mínimo

plenum que se crea.

La separación entre ejes de Omegas, así como la distancia entre dos anclajes consecutivos de un mismo perfil, dependerá del número de placas de yeso que constituyan el techo y las sobrecargas previstas para el techo una vez terminado. En cualquier caso, están limitadas por:



- Capacidad portante de los elementos de anclaje.
- Flecha máxima admitida en los perfiles Omega que estará en función de la carga a soportar, y que no podrá ser superior a $L/500$.

Los valores de las separaciones máximas entre ejes Omegas que se indican a continuación son válidos para sistemas de placa de yeso ejecutados con perfiles metálicos Placo, que están en posesión de la marca de calidad "N" AENOR de producto.

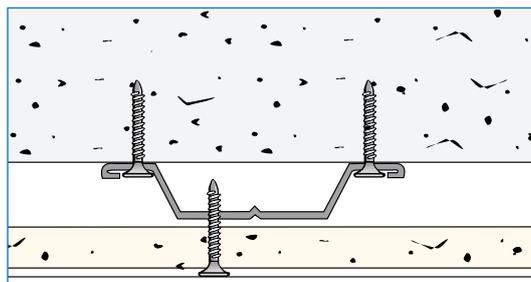
	Techos simples (1 placa) con Omegas. Separación máxima entre ejes de perfiles (m).					
	Ambiente normal		Ambiente húmedo (*)		Semi intemperie	
Espesor de placa (mm)	12,5	15	12,5	15	12,5	15
Instalación perpendicular	0,5	0,6	0,4	0,4	-	0,4
Instalación paralela	0,4	0,4	-	-	-	-

(*) En ambientes húmedos y de semi intemperie, se emplearán placas del tipo PPM.

	Techos dobles (2 o más placas) con Omegas. Separación máxima entre ejes de perfiles (m).					
	Ambiente normal		Ambiente húmedo (*)		Semi intemperie	
Espesor de placa (mm)	12,5	15	12,5	15	12,5	15
Instalación perpendicular	0,6	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6
Instalación paralela	0,6	0,6	-	-	-	-

(*) En ambientes húmedos y de semi intemperie, se emplearán placas del tipo PPM.

El tipo de anclaje a emplear para la sujeción de las Omegas dependerá del tipo de soporte. Su elección e idoneidad, deberá ser avalada por su fabricante. No obstante, la carga de servicio de los anclajes no será inferior a 73 daN, siendo su carga de rotura 219 daN. Las cargas de arranque o rotura de los anclajes han de ser iguales o superiores a la carga de servicio multiplicada por tres.



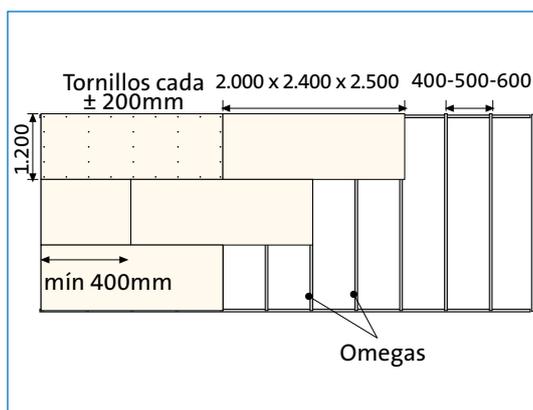
En losas de hormigón no fisuradas, se podrán utilizar como anclajes tacos de expansión, respetándose que su carga de rotura o arranque a tracción sea tres veces superior a la carga de servicio.

El anclaje de la Omega al soporte se realizará siempre mediante dos fijaciones, una en cada ala del perfil.

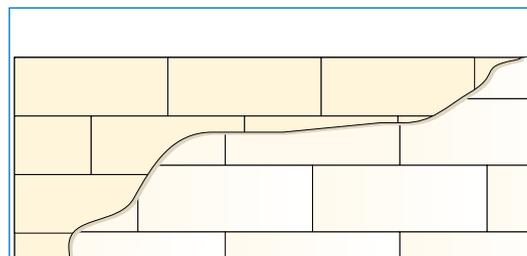
EJECUCIÓN Y FASES DE MONTAJE

Las fases de ejecución son:

- Replanteo de los ejes de los perfiles.
- Colocación de las Omegas paralelas o perpendiculares a los elementos constructivos verticales que delimitan la estancia. Se tendrá en cuenta que la separación máxima entre el perfil paralelo más cercano al muro no será mayor de 10 cm. El anclaje más próximo al extremo de la Omega, no estará situado a más de 10 cm de su extremo.
- Con el fin de mejorar el plano de terminación en las zonas más próximas a los extremos de las Omegas, se instalarán en esta zona unas Omegas testeras perimetrales, de longitud entre 15 y 30 cm, en función de la separación entre ejes de perfiles, o bien una Omega corrida desde la que parten el resto de Omegas que constituyen la estructura metálica.
- Atornillado de las placas de yeso laminado, ya sea de forma perpendicular o paralela, mediante tornillos TTPC. (Se recomienda preferiblemente la instalación perpendicular). En caso de que se opte por la instalación paralela, se tendrán en cuenta las consideraciones que sobre este tipo de instalación se han realizado anteriormente. Independientemente del tipo de instalación elegida, la separación entre tornillos no será mayor de 20 cm.
- Las placas se instalarán contrapeando las juntas, dejándose un desfase entre las testas de las placas contiguas de al menos 40 cm. Para un mejor aprovechamiento del material en obra, se recomienda que la longitud de la placa de yeso sea múltiplo de la separación entre ejes de Omegas, teniendo en cuenta que los bordes transversales de las placas (testas) han de coincidir siempre con una Omega.



- En el caso de que el techo esté formado por 2 ó 3 placas de yeso, la segunda capa se colocará a "matajuntas" con la primera, evitando que las juntas de las capas coincidan.



Placas contrapeadas y a "matajuntas" entre capas sucesivas de placas

- Si se han colocado Omegas testeras perimetrales, las placas se atornillarán a ellas con un tornillo si la modulación de las Omegas es de 400 mm y con dos, si la modulación es de 600 mm. Si la Omega testera es continua, las placas se atornillarán a ellas cada 200 mm como máximo.



REACCIÓN AL FUEGO

Las placas de yeso laminado Placo poseen una reacción al fuego de A2-s1,d0, según Norma UNE EN 520. La placa de yeso armada con tejidos de fibra vidrio Glasroc F (Stucal), está clasificada como A1, según Norma EN 15283-1:2008.

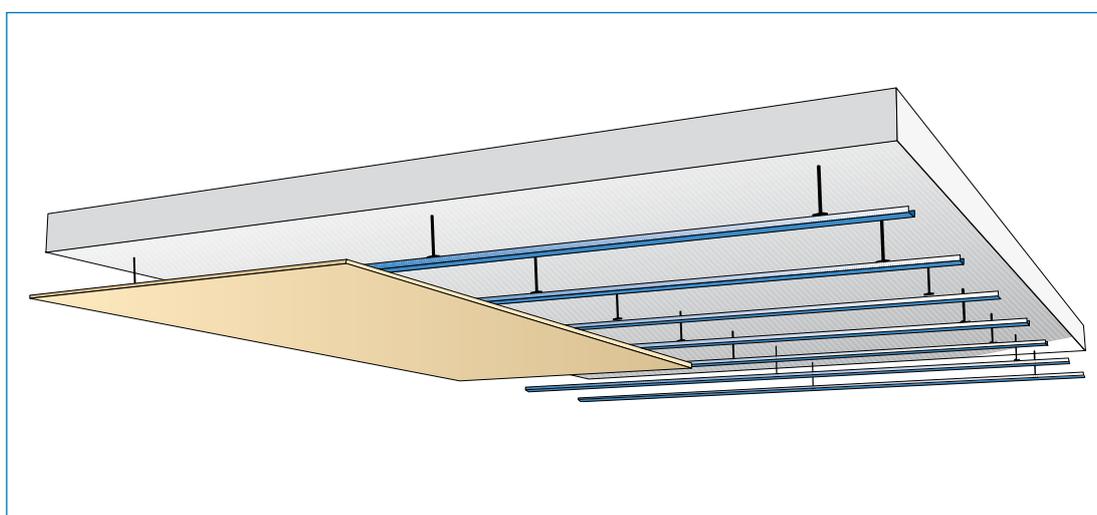
Por ello, los techos Placo realizados con Omegas cumplen con los requisitos que establece el DB-SI del CTE en cuanto a las Euroclases que se exigen en techos, pudiéndose emplear en zonas ocupables, aparcamientos, pasillos y escaleras protegidas y recintos de riesgo especial, como en cualquiera de los usos que en él se establecen.



10.3 TECHOS SUSPENDIDOS DE ESTRUCTURA SIMPLE CON PERFILES F-530 Ó FH-500

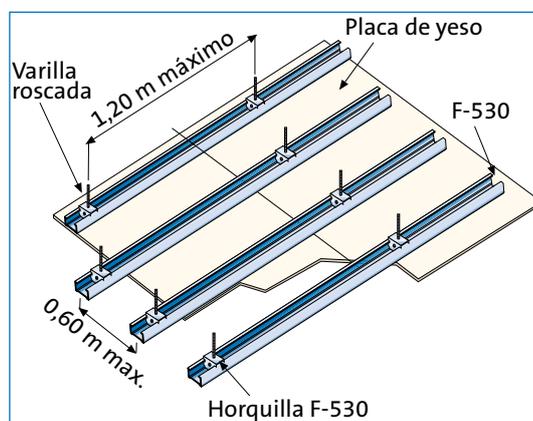
Son techos en los que para su ejecución se emplean perfiles metálicos específicos para la ejecución de techos continuos suspendidos, los perfiles F-530 ó FH-500. Su instalación se podrá realizar con o sin perfiles perimetrales. Todo lo que se cita a con-

tinuación en este apartado es común tanto para los techos montados con perfiles F-530 como con FH-500, a excepción de las cargas admisibles y distancias entre suspensiones.



Este tipo de techos están compuestos por una única estructura metálica (perfiles primarios), que se suspenden del soporte, creándose un plenum que permite albergar el paso de instalaciones de climatización, extinción de incendios, electricidad, datos, fontanería, etc. Los cuelgues y las suspensiones permiten la nivelación del techo, independientemente de la planeidad de su soporte.

Todos los valores que se indican en los siguientes apartados son válidos para los sistemas de placa de yeso ejecutados con perfiles metálicos Placo, que están en posesión de la marca de calidad "N" AENOR de producto.



Disposición general de un techo con estructura simple. Elemento de suspensión y cuelgue Varilla M6 y Horquilla F-530.



Los dispositivos de suspensión (anclajes, cuelgues, suspensiones, perfiles y piezas auxiliares) deberán soportar sin deformación las cargas de trabajo, es decir la suma del peso propio del techo (placas y estructura) más una sobrecarga de 20 Kg/m² por peso del aislante y por la fuerza puntual debida al viento, con un coeficiente de seguridad de 3. Está expresamente contraindicado que la estructura y las suspensiones Placo se empleen para soportar elementos ajenos al sistema constructivo de placa de yeso laminado.

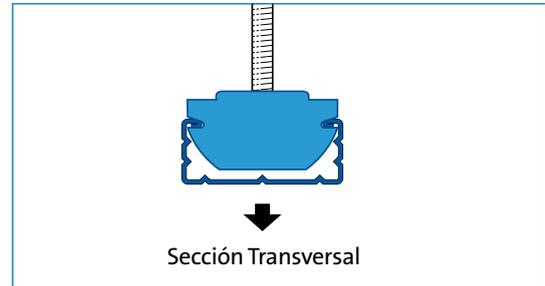
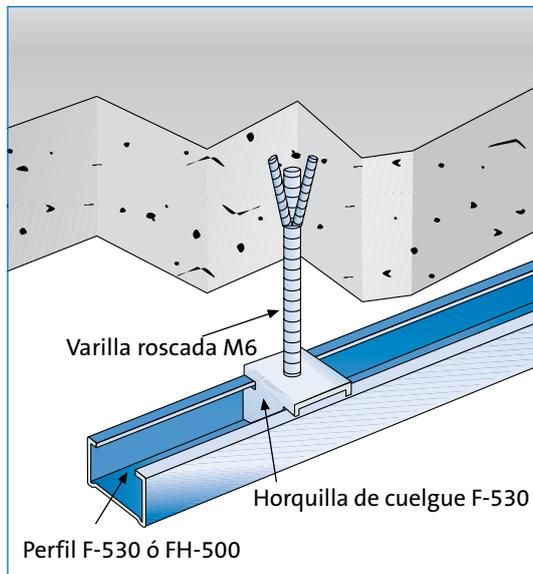
Los cuelgues de pesos de hasta 10 kg, se realizarán según se indica en el apartado 13.4.2. de este Manual.

BAJO SOPORTE DE HORMIGÓN

Se podrán utilizar como anclajes tacos de expansión, respetándose que su carga de rotura o arranque a tracción sea tres veces superior a la carga de servicio.

Como elemento de suspensión se empleará una varilla roscada de métrica M6, a la que se fijará en su extremo libre la pieza de cuelgue Horquilla F-530 (Válida tanto para los perfiles F-530 como los FH-500).

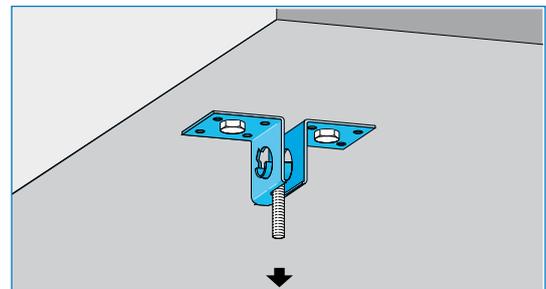
La carga de servicio de los anclajes con taco de expansión, no será inferior a 73 daN, siendo su carga de rotura 219 daN (Coeficiente de seguridad de 3).



La distancia máxima entre los ejes de perfiles F-530 ó FH-500 será de 0,60 m. En locales interiores de ambiente húmedo (cocinas y baños) y en zonas de semi intemperie, esta distancia será como máximo 0,40 m, empleándose en los dos casos placa de yeso del tipo PPM.

La separación máxima entre suspensiones dependerá de la separación entre ejes de los perfiles F-530 ó FH-500.

En soportes inclinados, se empleará la Suspensión articulada Stil SA. El anclaje doble de esta suspensión al soporte, deberá satisfacer los valores de las cargas de trabajo y rotura indicados anteriormente.



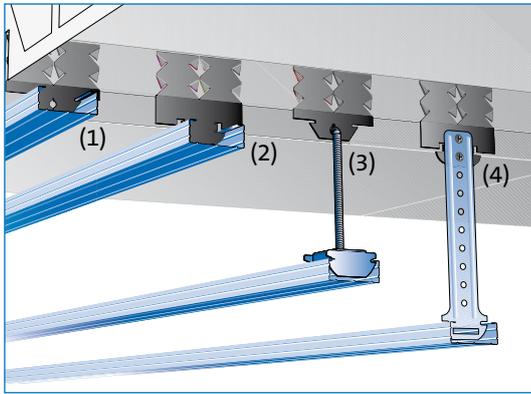
Este tipo de suspensión, también se puede emplear bajo soportes horizontales.

Techos de estructura simple (F-530 ó F-500) bajo soporte de hormigón. Cargas admisibles y distancia máxima entre suspensiones.				
Suspensión		Varilla M6 + Horquilla F-530		
Estructura		F-530		FH-500
Modulación entre ejes de perfiles (m)		0,50	0,60	0,50, 1,50
Distancia entre suspensiones (m)		1,45	1,20	1,80, 1,50
Capacidad de reglaje (mm)		≥20		
Carga (1)	Rotura (daN)	165		
	Trabajo (daN)	55		
Peso máximo del techo (kg/m ²)		45		
Fijaciones del hormigón		Taco de expansión para varilla M6		

(1) Peso máximo por m² del techo limitado por la carga de trabajo de la unión entre horquilla y perfil F-530 ó FH-500. 1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

BAJO FORJADOS DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS

Bajo los forjados de viguetas y bovedillas de hormigón, se emplearán las suspensiones "H" o "HL". Mediante golpeo, se introducen entre la vigueta y la bovedilla, permitiendo fijar a ellas directamente los perfiles primarios (F-530 ó FH-500). De la suspensión "H", se puede descolgar una varilla roscada M6 (en cuyo extremo libre se fijará el perfil primario mediante el empleo de la Horquilla F-530) y de la "HL" la suspensión "L" ó "M" (en cuyo extremo se fijará el perfil primario).



- (1) Suspensión "H" + F-530 ó FH-500.
- (2) Suspensión "HL" + F-530 ó FH-500.
- (3) Suspensión "H" + Varilla M6 + Horquilla y Perfil F-530 ó FH 500.
- (4) Suspensión "HL" + Suspensión "L" ó "M" + F-530 ó FH-500.

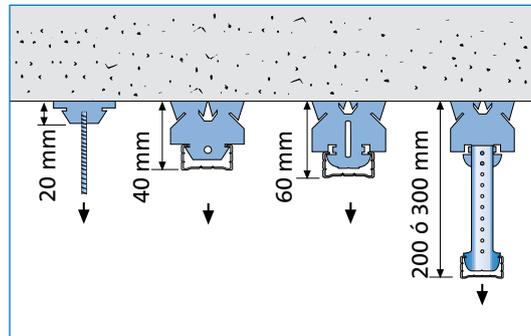
La elección de un tipo de suspensión u otra depende esencialmente de la altura del plenum que se quiera obtener:

- 40 mm: Suspensión "H".

- 60 mm: Suspensión "HL".
- Hasta 300 mm: Combinación de la suspensión "HL" junto con las Máxima (M), Larga (L) y Corta (C).
- Hasta 1 m: Suspensión "H", junto con varilla roscada M6 y horquilla de cuelgue F-530.

Para cada suspensión, se han de respetar las distancias máximas que se indican en la figura siguiente:

Suspensión H + Varilla M6+ Horquilla F-530 + F-530 ó FH-500	Suspensión "H" + Perfil F-530 ó FH-500	Suspensión "HL" + Perfil F-530 ó FH-500	Suspensión "HL" + Suspensión "L" ó "M" + Perfil F-530 ó FH-500
---	--	---	--



La distancia máxima entre ejes de perfiles será de 0,60 m. En locales interiores de ambiente húmedo (cocinas y baños) y en zonas de semi intemperie, esta distancia será como máximo 0,40 m, empleándose en los dos casos placa de yeso del tipo PPM.

En el caso de empleo de perfiles F-530, la separación máxima entre suspensiones será de 1,20 m, independientemente de la separación entre ejes de perfiles primarios.

Esta distancia será de 1,50 m para los perfiles FH-500.

Techos de estructura simple (F-530 ó FH-500) bajo forjados de viguetas y bovedillas. Cargas admisibles y distancia máxima entre suspensiones.			
Suspensión		H y HL	
Estructura		F-530	FH-500
Modulación entre ejes de perfiles (m)		0,50	0,60
Distancia entre suspensiones (m)		1,20	1,50
Capacidad de reglaje (mm)		No es posible	
Carga (1)	Rotura (daN)	190	
	Trabajo (daN)	63	
Peso máximo del techo (kg/m²)		88	
Fijación, vigeta, bovedilla y Sup. H/HL		Por golpeo	

(1) Peso máximo por m² del techo limitado por la carga de trabajo de la unión entre horquilla y perfil F-530 ó FH-500. 1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

Techos de estructura simple (F-530 ó FH-500) bajo forjados de viguetas y bovedillas. Cargas admisibles y distancia máxima entre suspensiones.					
	Suspensión	HL + Varilla M6 + Horquilla F-530			
	Estructura	F-530		FH-500	
	Modulación entre ejes de perfiles (m)	0,50	0,60	0,50	0,60
	Distancia entre suspensiones (m)	1,20		1,50	
	Capacidad de reglaje (mm)	330			
	Carga (1)	Rotura (daN)	165		
		Trabajo (daN)	55		
	Peso máximo del techo (kg/m ²)	76			
	Fijación, vigeta, bovedilla y Sup. H/HL	Por golpeo			

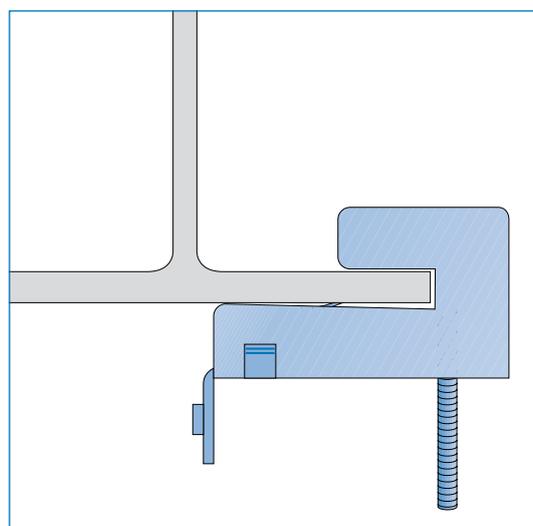
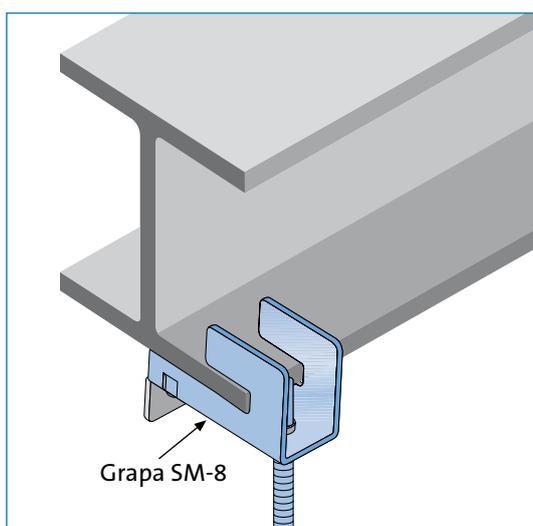
(1) Peso máximo por m² del techo limitado por la carga de trabajo de la unión entre horquilla y perfil F530 ó FH-500. 1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

Techos de estructura simple (F-530 ó FH-500) bajo forjados de viguetas y bovedillas. Cargas admisibles y distancia máxima entre suspensiones.					
	Suspensión	HL + Corta (C), Larga (L) ó Máxima (M)			
	Estructura	F-530		FH-500	
	Modulación entre ejes de perfiles (m)	0,50	0,60	0,50	0,60
	Distancia entre suspensiones (m)	1,20		1,50	
	Capacidad de reglaje (mm)	de 60 a 330			
	Carga (1)	Rotura (daN)	120		
		Trabajo (daN)	40		
	Peso máximo del techo (kg/m ²)	55			

1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

BAJO PERFILES METÁLICOS

Para el cuelgue de techos bajo vigas metálicas o bajo forjados mixtos de acero y hormigón, se empleará la grapa SM8.



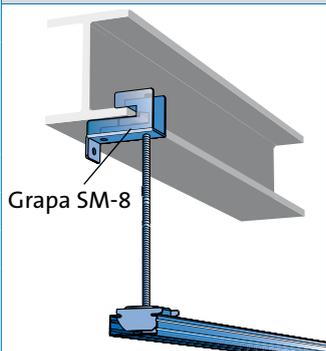
Las grapas SM8 se embuten en las alas de los perfiles metálicos, siempre y cuando el espesor del ala sea igual o inferior a 8 mm. En ella se fija una varilla

rosca M6, en cuyo extremo libre se sitúa la horquilla de cuelgue F-530.

La distancia máxima entre ejes de perfiles será de 0,60 m. En locales interiores de ambiente húmedo (cocinas y baños) y en zonas de semi intemperie, esta distancia será como máximo 0,40 m, empleándose en los dos casos placa de yeso del tipo PPM.

La separación máxima entre suspensiones dependerá de la separación entre ejes de los perfiles F-530 ó FH-500.

Techos de estructura simple (F-530 ó FH-500) bajo perfiles metálicos o forjados mixtos de hormigón y acero. Cargas admisibles y distancia máxima entre suspensiones.				
Suspensión	Varilla M6 + Horquilla F-530			
	F-530		FH-500	
Estructura				
Modulación entre ejes de perfiles (m)	0,50	0,60	0,50	0,60
Distancia entre suspensiones (m)	1,45	1,20	1,80	1,50
Capacidad de reglaje (mm)	≥20			
Carga (1)	Rotura (daN)			
	Trabajo (daN)			
Peso máximo del techo (kg/m ²)	45			
Carga de rotura de SM 8 (kg)	570			

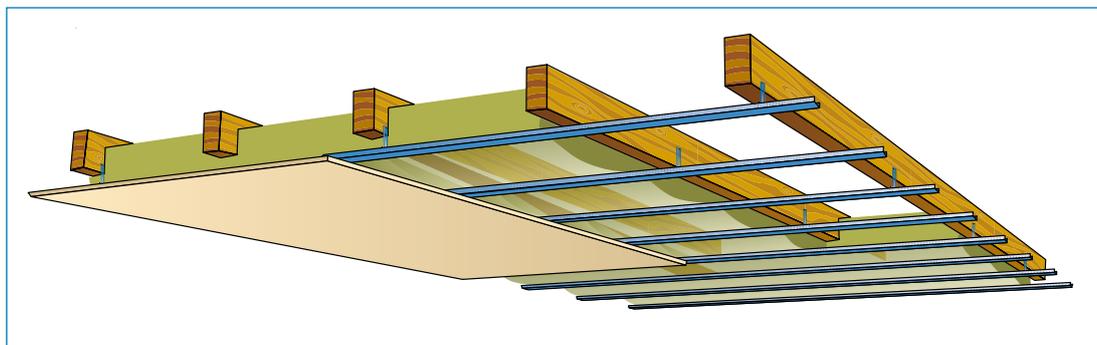


(1) Peso máximo por m² del techo limitado por la carga de trabajo de la unión entre horquilla y perfil F530 ó FH-500. 1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

BAJO SOPORTES DE MADERA

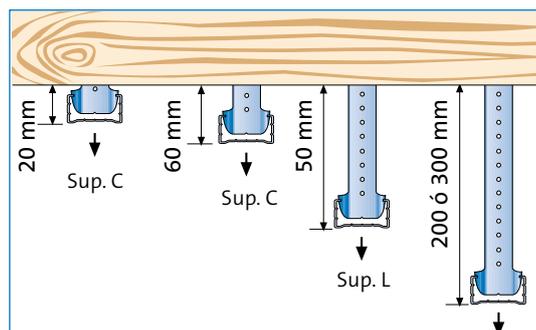
El cuelgue de techos bajo vigas o elementos de madera se realiza empleando en obra las suspen-

siones Máxima (M), Larga (L) o Corta (C). Este tipo de suspensiones se fijan a sus soportes mediante dos tirafondos por suspensión.



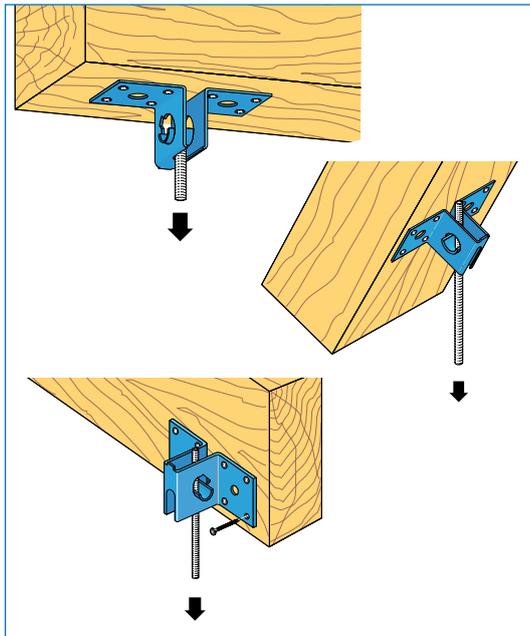
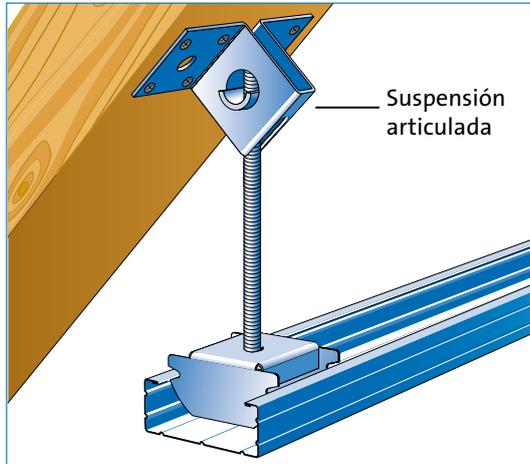
La elección del tipo de suspensión depende de la distancia que se requiera entre el fondo del soporte de madera y el fondo del perfil primario de techo.

- Hasta 60 mm: Suspensión Corta (C).
- Hasta 150 mm: Suspensión Larga (L).
- Hasta 300 mm: Suspensión Máxima (M).

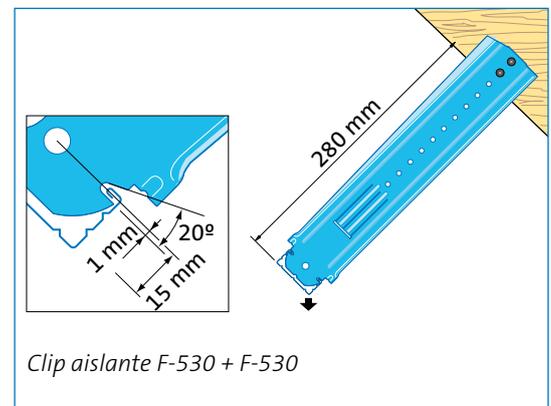


En soportes inclinados como pueden ser las vigas de madera que constituyen la estructura de una cubierta inclinada, los cuelgues se pueden realizar empleando la Suspensión Articulada, a la que fija una varilla roscada M6 en cuyo extremo libre se fija la Horquilla F-530.

Este tipo de suspensión, también se puede emplear sobre soportes horizontales.

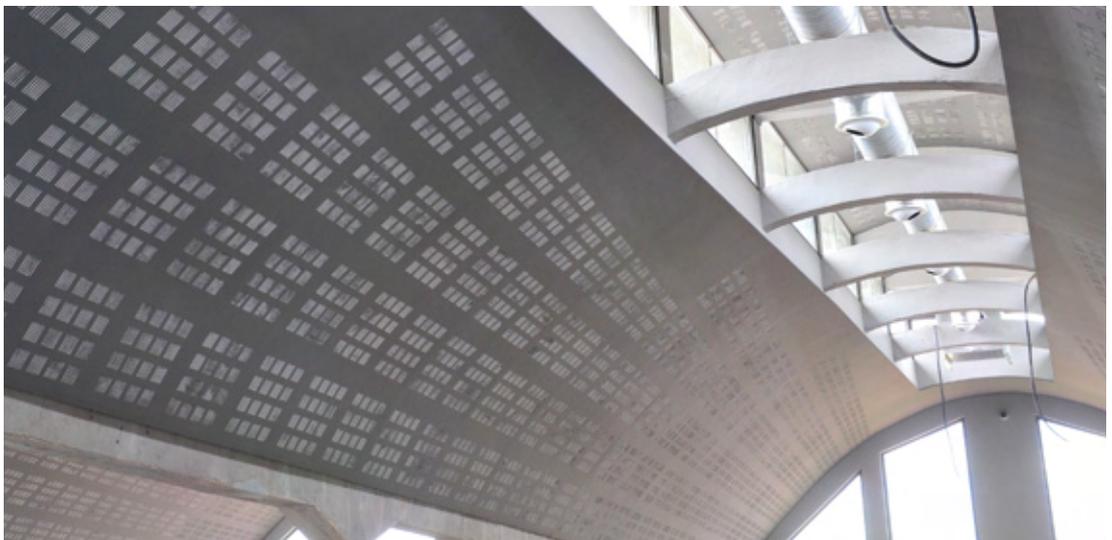


Bajo soportes inclinados que incorporen en el plenum aislantes térmicos de lanas minerales, y para facilitar la instalación del aislante de modo que se pueda sujetar antes de la instalación de los perfiles y de las placas de yeso, se puede emplear el clip aislante F-530. La fijación al soporte de madera se realiza mediante dos fijaciones por suspensión (2 tornillos TTPC 35), siendo la carga de trabajo y de rotura de la unión entre la suspensión y el perfil de 40 y 120 daN respectivamente.

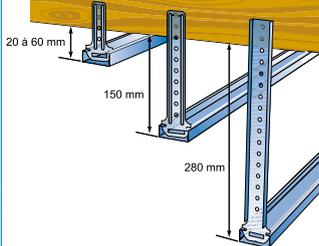


La distancia máxima entre ejes de perfiles será de 0,60 m. En locales interiores de ambiente húmedo (cocinas y baños) y en zonas de semi intemperie, esta distancia será como máximo 0,40 m, empleándose en los dos casos placa de yeso del tipo PPM.

La separación máxima entre suspensiones dependerá de la separación entre ejes de los perfiles F-530 ó FH-500.



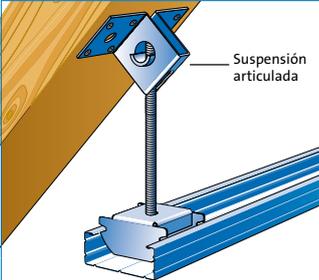
Techos de estructura simple (F-530 ó FH-500) bajo soporte de madera.
Cargas admisibles y distancia máxima entre suspensiones.



Suspensión		Corta (C), Larga (L), Máxima (M)			
Estructura		F-530		FH-500	
Modulación entre ejes de perfiles (m)		0,50	0,60	0,50	0,60
Distancia entre suspensiones (m)		1,45	1,20	1,80	1,50
Capacidad de reglaje (mm)		de 20 a 280			
Carga (1)	Rotura (daN)	120			
	Trabajo (daN)	40			
Peso máximo del techo (kg/m ²)		55			
Fijaciones a la viga de madera		2 Tornillos TTPC 35			

1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

Techos de estructura simple (F-530 ó FH-500) bajo soporte de madera.
Cargas admisibles y distancia máxima entre suspensiones.



Suspensión		Varilla M6 + Horquilla F-530			
Estructura		F-530		FH-500	
Modulación entre ejes de perfiles (m)		0,50	0,60	0,50	0,60
Distancia entre suspensiones (m)		1,45	1,20	1,80	1,50
Capacidad de reglaje (mm)		≥20			
Carga (1)	Rotura (daN)	55			
	Trabajo (daN)	165			
Peso máximo del techo (kg/m ²)		42			
Fijaciones a la viga de madera		2x4 Tornillos TTPC 35			
Carga de rotura de la Suspensión SA (kg)		600			

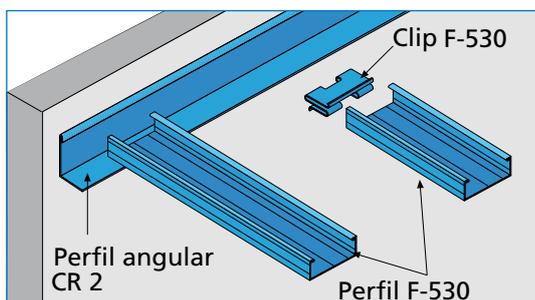
(1) Peso máximo por m² del techo limitado por la carga de trabajo de la unión entre horquilla y perfil F530 ó FH-500. 1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

EJECUCIÓN Y FASES DE MONTAJE

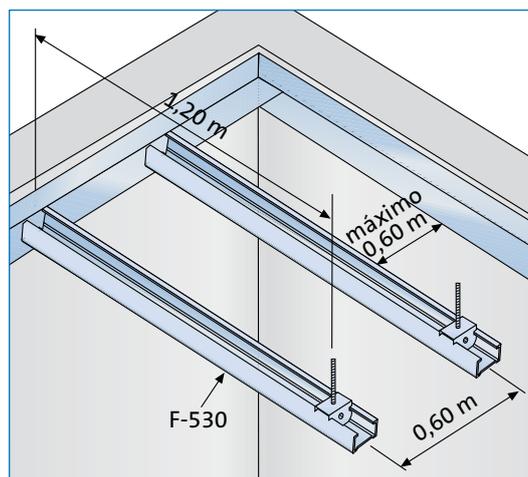
Las fases de ejecución de los techos suspendidos de estructura simple con perfiles F-530 y FH-500 son:

- Replanteo de los perfiles perimetrales, de los ejes de los perfiles y de los anclajes al soporte.
- Los perfiles perimetrales permiten una mejor definición del plano del techo, así como la fijación de los extremos libres de los perfiles primarios. Se emplearán Angulares CR2 en todo el perímetro del techo, fijándose a las divisiones verticales cada 0,60 m. La separación entre el extremo del perfil y la primera fijación no será mayor de 0,50 m. Su continuidad se realizará mediante uniones a tope.

La entrega de los perfiles F-530 ó FH-500 perpendiculares a los perfiles perimetrales se puede realizar mediante el clip F-530.

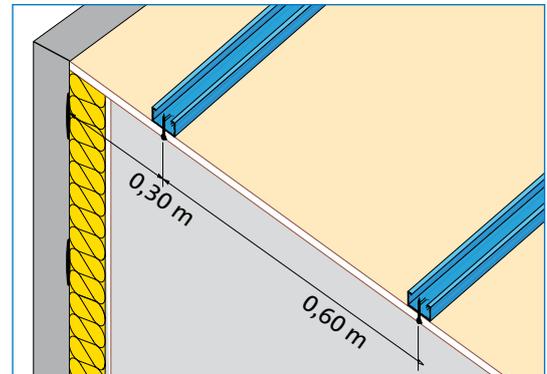
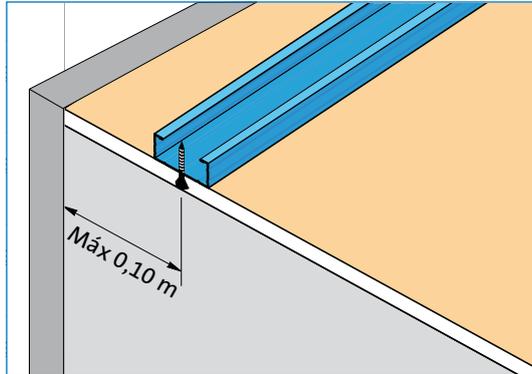


La separación máxima entre el perfil perimetral y la primera suspensión del perfil primario será de 1,20 m.



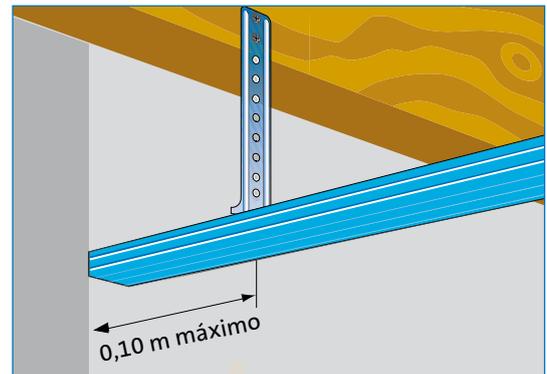
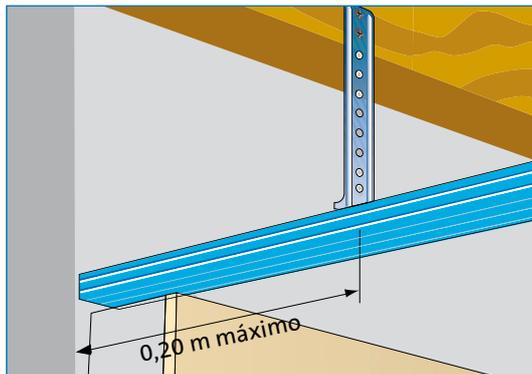
La distancia máxima entre el primer perfil paralelo a la estructura perimetral y éste será de 0,60 m.

En el caso de que no se instalen perfiles perimetrales, la distancia máxima entre el primer perfil paralelo al elemento divisorio vertical será de 0,10 m, ó de 0,30 m en el caso de que dicho elemento vertical vaya a ser trasdosado.



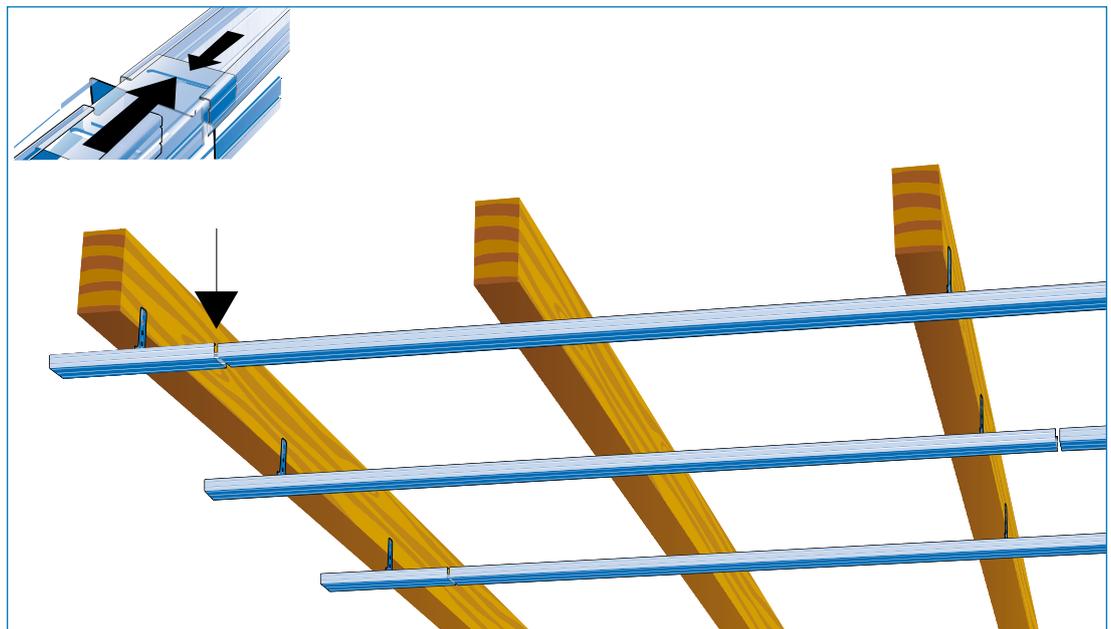
De igual modo, la distancia máxima entre la primera suspensión de los perfiles primarios y el elemento divisorio vertical perpendicular a ellos será

de 0,10 m, ó de 0,20 m en el caso de que dicho elemento vertical vaya a ser trasdosado.

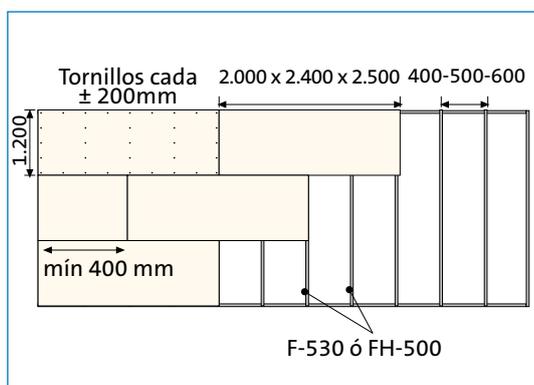


- Instalación de los anclajes, suspensiones o cuelgues.
- Colocación de los perfiles primarios y nivelación. La continuidad de los perfiles F-530 y FH-500 se realiza mediante el empleo de las correspondien-

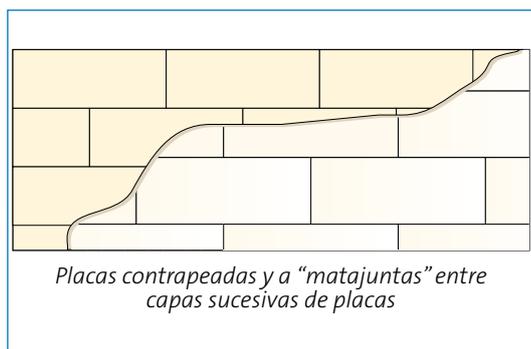
tes piezas de empalme F-530 y FH-500. Se evitará que los solapes entre perfiles primarios contiguos coincidan en la misma línea transversal, debiéndose contrapear estos al menos 0,5 m.



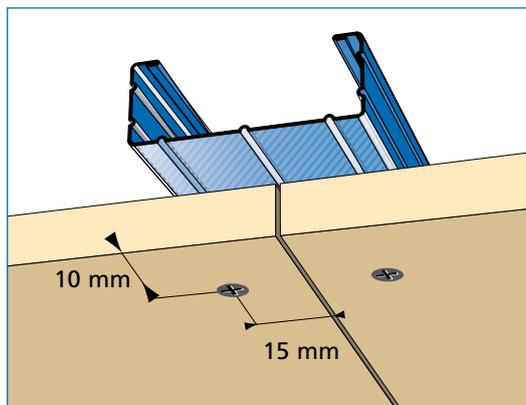
- Atornillado de las placas de yeso laminado perpendiculares a los perfiles primarios mediante tornillos TTPC. La separación entre tornillos no será mayor de 20 cm.
- Las placas se instalarán contrapeando las juntas, dejándose un desfase entre las testas de las placas contiguas de al menos 40 cm. Para un mejor aprovechamiento del material en obra, se recomienda que la longitud de la placa de yeso sea múltiplo de la separación entre ejes de perfiles primarios, teniendo en cuenta que los bordes transversales de las placas (testas) han de coincidir siempre con un perfil primario.



- En el caso de que el techo esté formado por 2 o 3 placas de yeso, la segunda capa se colocará a "matajuntas" con la primera, evitando que las juntas de las caras coincidan.



Se respetarán las indicaciones generales en cuanto a distancias entre los bordes de las placas de yeso laminado y los tornillos de fijación, a los perfiles metálicos.



RESISTENCIA AL FUEGO

Reacción al fuego

Las placas de yeso laminado Placo poseen una reacción al fuego de A2-s1,d0 según la Norma UNE EN 520. La placa de yeso armada con tejidos de fibra vidrio Glasroc F (Stucal), está clasificada como A1, según Norma EN 15283-1:2008.

Por ello, los techos Placo realizados con perfiles F-530 y FH-500 cumplen con los requisitos que establece el DB-SI del CTE en cuanto a las Euroclases que se exigen en techos, pudiéndose emplear en zonas ocupables, aparcamientos, pasillos y escaleras protegidas y recintos de riesgo especial, como en cualquiera de los usos que en él se establecen.

Resistencia al fuego (EI)

Tal y como se ha indicado en el capítulo de tabiques, los techos Placo aportan una excelente protección en caso de incendio, gracias al extraordinario comportamiento del yeso cuando éste queda expuesto al fuego.

Los techos suspendidos Placo bajo forjados incrementan la resistencia al fuego propia del forjado, proporcionando al plenum y a las instalaciones que en él se ubiquen una resistencia al fuego de hasta 120 minutos, según ensayos realizados en laboratorios acreditados por ENAC.

En la tabla siguiente se indican las configuraciones básicas de techos ensayados para los sistemas Placo (EI expresada en minutos), según Norma UNE EN 1634-2:2000 (Falsos techos). Los valores de EI que se indican son independientes del soporte del que se sustenta el techo continuo.

Croquis del sistema	Nº de placas, Tipo y Espesor	Suspensión y cuelgue	Modulación de perfiles (m)	Distancia máxima entre cuelgues (m)	EI	Nº Informe de Ensayo
	2 PPF 15	Varilla M6 + Horquilla F-530	0,40	1,20	45	1591T06
	Lambeta PPF 15+2 PPF 15	Varilla M6 + Horquilla F-530	0,40	1,20	60	7475/07-2
	3 PPF 15	Varilla M6 + Horquilla F-530	0,40	1,20	90	09/32301768
	2 Glasroc F 25 (Stucal)	Varilla M6 + Horquilla F-530	0,50	1,20	120	09/32301770

ENSAYOS VÁLIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA PRODUCTOS Y SISTEMAS Placo

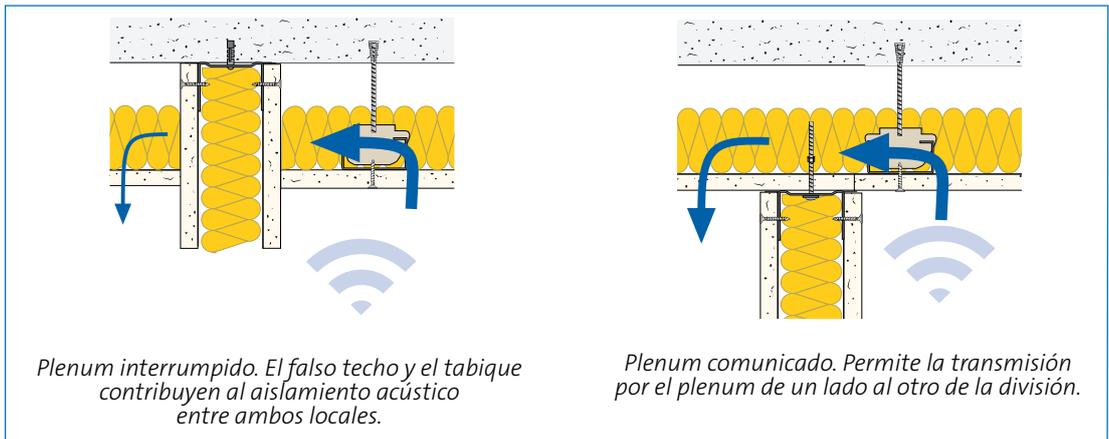
Solo la correcta utilización y aplicación de los productos Placo, garantizan los valores de la Resistencia al fuego indicados.



AISLAMIENTO ACÚSTICO

Los techos continuos Placo se pueden emplear en cualquier tipo de obra para mejorar las condiciones de aislamiento acústico del local, incrementando las prestaciones acústicas de su soporte (forjados fundamentalmente).

Para asegurar las prestaciones acústicas de las particiones, la ejecución del techo se realizará siempre una vez se hayan ejecutado en la obra todos los trasdosados, tabiques y elementos de separación. De este modo, se evitarán posibles transmisiones acústicas a través del plenum.



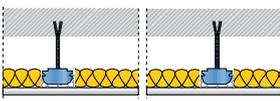
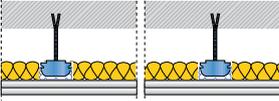
Las prestaciones acústicas dependen de:

- Número y espesor de las placas.
- Empleo de la placa de yeso Placo Phonique (PPH).

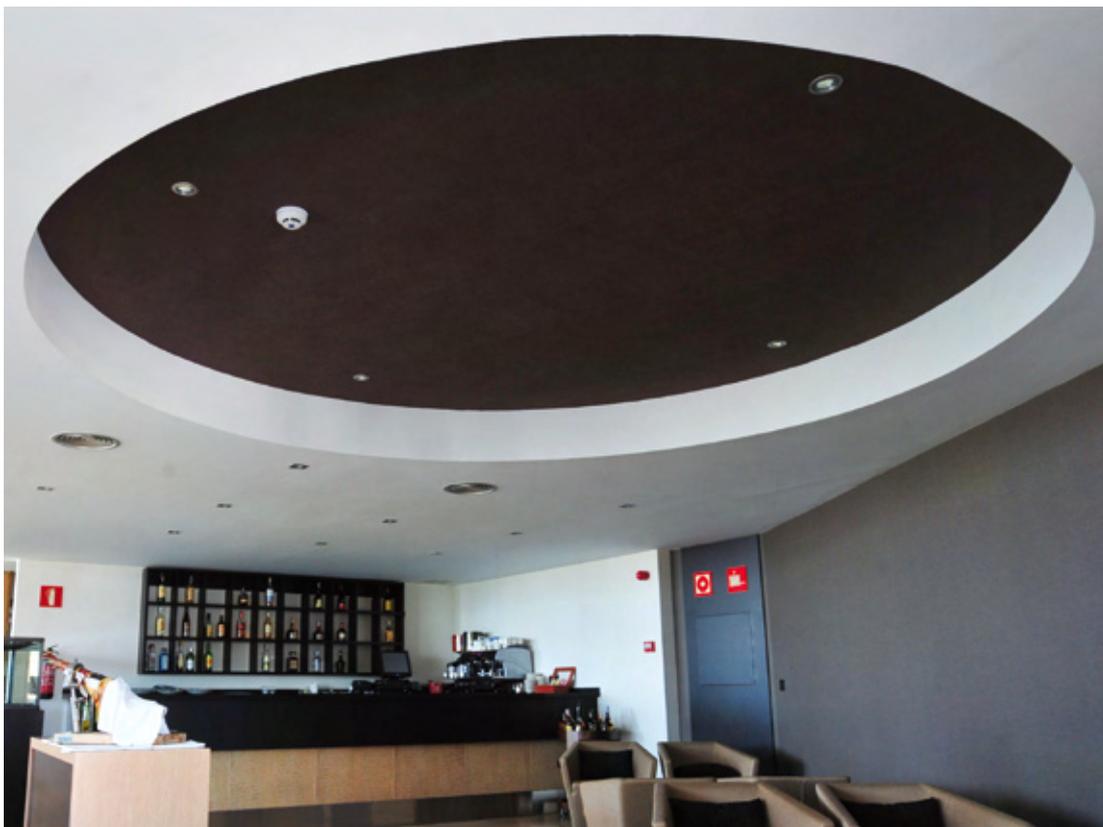
- Altura del plenum: A mayor altura del plenum, el aislamiento acústico del techo será mayor.
- Número de suspensiones. Cuanto mayor sea el número de fijaciones al soporte, el aislamiento acústico será menor.
- Incorporación en el plenum de materiales aislantes como lanas minerales (Placover).



En el cuadro siguiente se indican valores de aislamiento acústico de los techos continuos suspendidos, comparándolos con los de su soporte.

Techos continuos suspendidos de estructura simple bajo losa de hormigón de 140 mm de espesor. Peso aproximado 351 kg/m ²						
R _w =53 (-1;-4) R _A =52,8 dBA						
 <p>1 x 15</p>			 <p>2 x 12,5</p>			
Espesor de lana mineral (mm)			Espesor de lana mineral (mm)			
50			80		50	
Altura del plenum (mm)	Aislamiento Acústico R _w (C; Ctr)dB R _A dB (A)	Incremento acústico techo	Aislamiento Acústico R _w (C; Ctr)dB R _A dB (A)	Incremento acústico techo	Aislamiento Acústico R _w (C; Ctr)dB R _A dB (A)	Incremento acústico techo
100	71 (-2;-8)dB 69,4 dB(A)	13,6 dB(A)	71 (-2;-8)dB 70,4 dB(A)	14,8 dB(A)	73 (-3;-9)dB 70,0 dB(A)	14,7 dB(A)
Peso apx.(kg/m ²)	366		367,5		374	
150	72 (-2;-7)dB 70,5 dB(A)	15,0 dB(A)	73 (-3;-8)dB 71,0 dB(A)	15,1 dB(A)	73 (-2;-8)dB 71,1 dB(A)	15,3 dB(A)
Peso apx.(kg/m ²)	366		367,5		374	

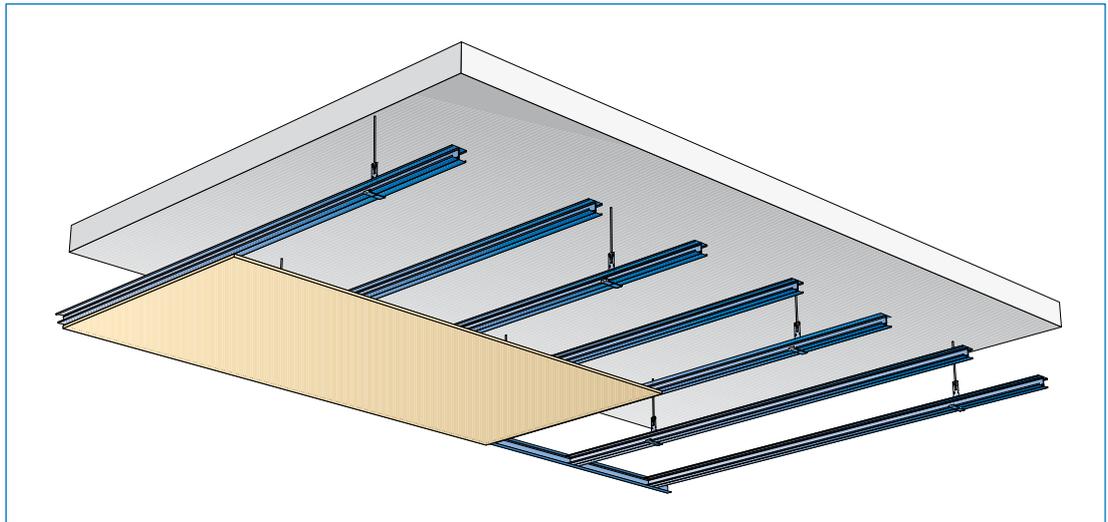
El empleo de placa de yeso Placo Phonique permite incrementar los valores anteriores hasta en 3 dBA.



10.4 TECHOS SUSPENDIDOS DE ESTRUCTURA SIMPLE CON RAÍLES Y MONTANTES

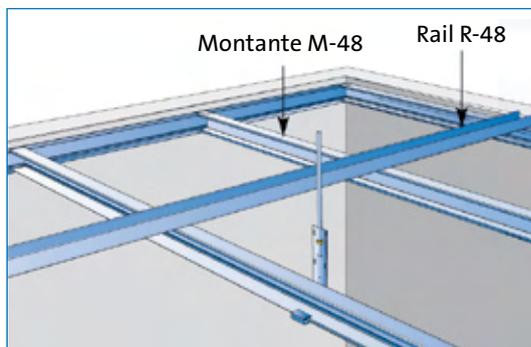
Son techos en los que para su ejecución se emplean los raíles y los montantes de dimensiones no-

minales 48, 70 ó 90 que también se utilizan para la construcción de tabiques y trasdosados.

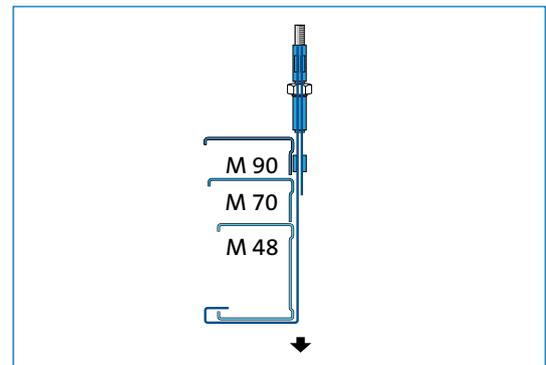


Los montantes se pueden instalar simples o dobles. En el caso de que se instalen montantes simples y, puesto que en este caso, la suspensión no está alineada con el centro de gravedad del perfil, la instalación en su parte superior de unas riostras a base de canales permite una mejor instalación de las placas de yeso, así como un reparto homogéneo de las cargas sobre los montantes y por tanto una menor deformación.

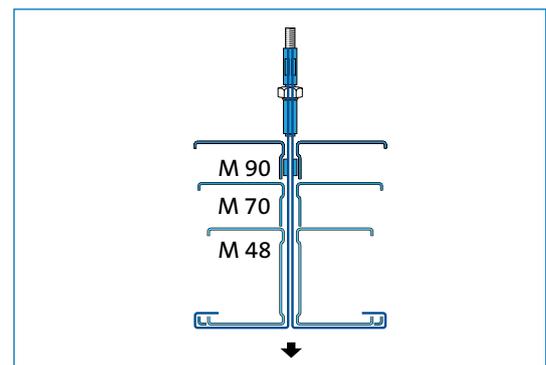
suspensiones permiten la nivelación del techo, independientemente de la planeidad de su soporte.



En estos techos siempre se emplean raíles como perfiles perimetrales, siendo los montantes los perfiles a los que se atornillan las placas de yeso laminado, colgándose del soporte mediante varillas M6 y suspensiones MS ó MD. De este modo, se crea un plenum que permite albergar el paso de instalaciones de climatización, extinción de incendios, electricidad, datos, fontanería, etc. Los cuelgues y las



Suspensión MS, para la instalación de montantes simples.

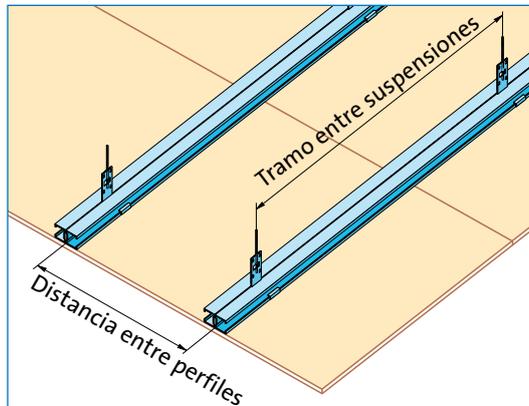
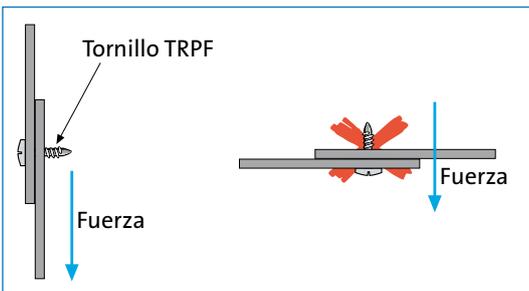


Suspensión MD, para la instalación de montantes dobles.

Los dispositivos de suspensión (anclajes, cuelgues, suspensiones, perfiles y piezas auxiliares) deberán soportar sin deformación las cargas de trabajo, es decir, la suma de su peso propio (placas y estructura) más una sobrecarga de 20 Kg/m² por peso del aislante y por la fuerza puntual debida al viento con un coeficiente de seguridad de 3.

Está expresamente contraindicado que la estructura y las suspensiones Placo se empleen para soportar elementos ajenos al sistema constructivo de placa de yeso laminado. Los cuelgues de pesos de hasta 10 kg se realizarán según se indica en el apartado 13.4.2. de este Manual.

No se emplearán para la instalación de este tipo de techos, ni para cualquier otro tipo de los sistemas de techos continuos suspendidos que se describen en este capítulo, y como elementos de cuelgue, piezas realizadas en obra a base de perfiles diseñados para otros cometidos, tales como montantes, railes, angulares CR2, perfiles F-530 etc., unidas por medio de tornillos. No obstante si a pesar de ello y de manera muy especial y puntual, la Dirección Facultativa de Obra autoriza esta solución, será imprescindible que la unión entre perfiles metálicos se realice siempre con tornillos TRPF, instalándose de tal forma que las chapas metálicas así unidas trabajen siempre a cizallamiento, y nunca a tracción.



Disposición general de un techo de estructura simple con railes y montantes. Elemento de suspensión y cuelgue Varilla M6 y Suspensión MD.

Todos los valores que se indican en los siguientes apartados son válidos para sistemas de placa de yeso ejecutados con perfiles metálicos Placo, que están en posesión de la marca de calidad "N" AENOR de producto.



Los cuelgues al soporte se realizan mediante el empleo de varillas roscadas M6, conveniente ancladas. Como elementos de suspensión se emplean las suspensiones MS (en el caso de montantes simples) o las MD (en el caso de montantes doble), permitiendo la fijación a ellas de forma indistinta de montantes M-48, M-70 ó M-90.

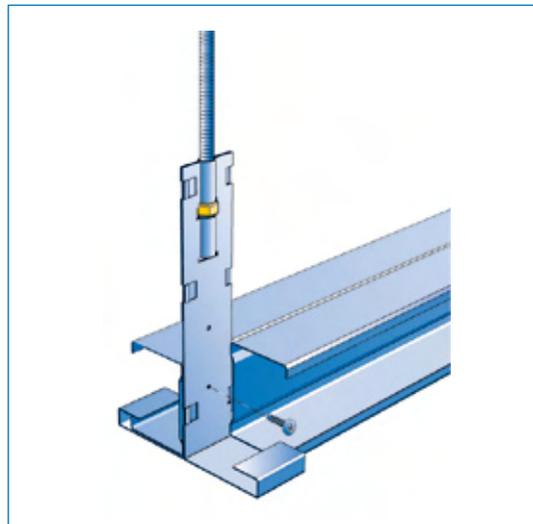


Estas suspensiones están constituidas por 2 partes que se encajan, quedando bloqueadas por una varilla roscada de 6 mm de diámetro y por la tuerca

de reglaje. La suspensión se une al montante mediante tornillos TRPF.



Suspensión MS. El montante se une a la suspensión mediante un tornillo TRPF.



Suspensión MD. Los montantes se unen a la suspensión mediante un tornillo TRPF en el caso de los montantes M-48 o dos en los montantes M-70 y M-90.

Techos continuos con Montantes y Railes. Distancias máximas entre suspensiones.						
Tipo de montantes	Montantes simples			Montantes dobles		
	M-48	M-70	M-90	M-48	M-70	M-90
Distancia entre suspensiones (m)	2,10	2,70	3,15	2,50	3,20	3,70
Modulación máxima entre ejes de montantes (m)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Riostras superiores	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Modulación entre ejes de riostras (m)	1,05	1,35	1,60	-	-	-

Techos continuos con Montantes y Railes. Cargas máximas admisibles en función del soporte.						
	Madera	Hormigón	Mixto Hormigón y Acero	Madera	Hormigón	Mixto Hormigón y Acero
Tipo de elemento de cuelgue y suspensión	Susp. Art. + Varilla M6 + Susp. MS	Anclaje + Varilla M6 + Susp. MS	Grapa SM 8 + Varilla M6 + Susp. MS	Susp. Art. + Varilla M6 + Susp. MS	Anclaje + Varilla M6 + Susp. MS	Grapa SM 8 + Varilla M6 + Susp. MS
Capacidad máxima de reglaje (mm)	≥150			≥150		
Carga de rotura del conjunto (daN)	300			500		
Carga de trabajo del conjunto (daN)	100			160		

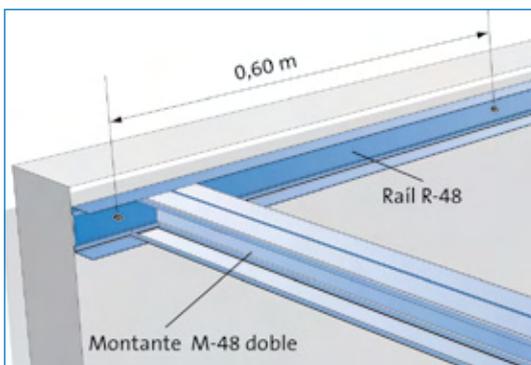
1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

EJECUCIÓN Y FASES DE MONTAJE

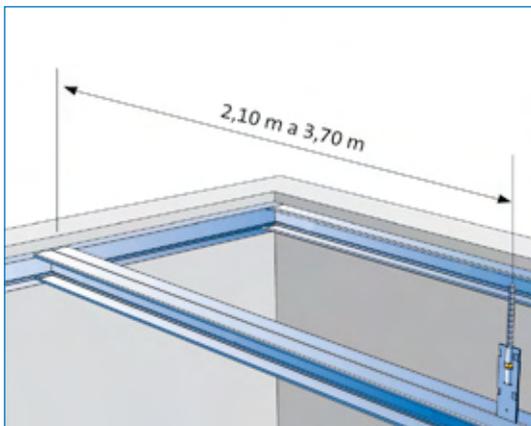
Las fases de ejecución de este tipo de techos son:

- Replanteo de los perfiles perimetrales, de los ejes de los perfiles y de los anclajes al soporte.
- Los perfiles perimetrales permiten una mejor definición del plano del techo, así como la fijación de los extremos libres de los perfiles primarios. Se emplearán railes R-48, R-70 ó R-90 en todo el perímetro del techo, fijándose a las divisiones verticales cada 0,60 m. La separación entre el extremo del perfil y la primera fijación no será mayor de 0,50 m. Su continuidad se realizará mediante uniones a tope.

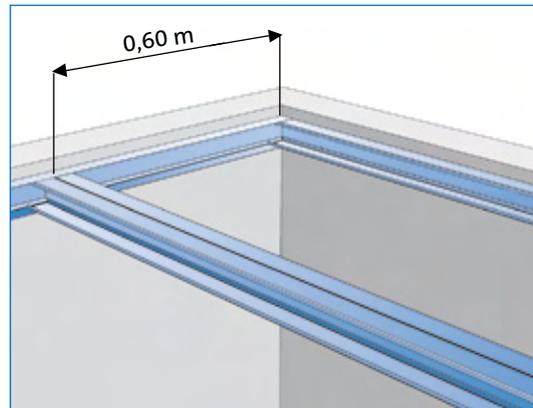
La entrega de los montantes perpendiculares a los perfiles perimetrales, se realiza mediante el encaje de los montantes en ellos.



La distancia entre el perfil perimetral y la primera suspensión del montante, no será superior a la máxima distancia entre suspensiones indicada en la tabla de la página anterior.

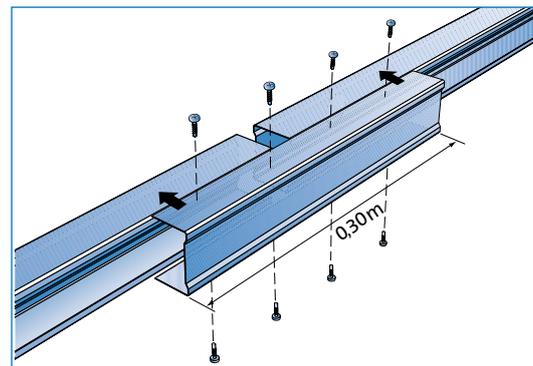


La distancia máxima entre el primer perfil paralelo a la estructura perimetral y éste será de 0,60 m.



La continuidad en el caso de montantes simples, se realiza mediante:

- El empleo de un canal de la misma dimensión del montante y de al menos 30 cm de longitud. La unión entre el canal y el montante se realiza mediante ocho tornillos TRPF, cuatro por cada ala.

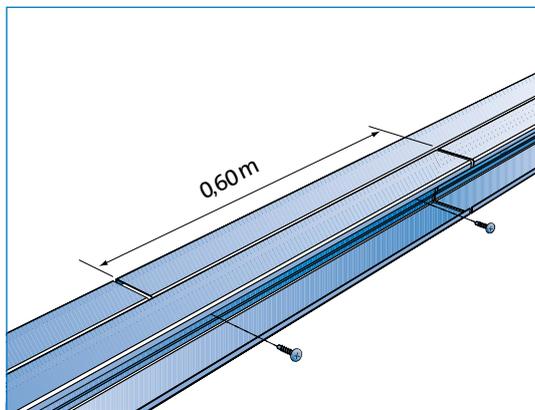


- El encaje de los montantes uno dentro del otro, siendo el solape al menos de:

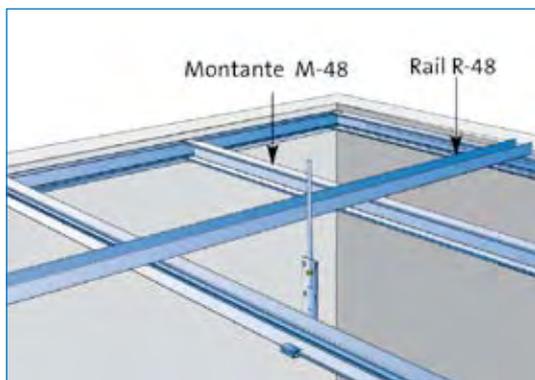
Montante	Distancia d en cm
48	25
70	35
90	45

Se evitará que los solapes entre montantes contiguos coincidan en la misma línea transversal, debiéndose contrapear estos al menos 0,5 m.

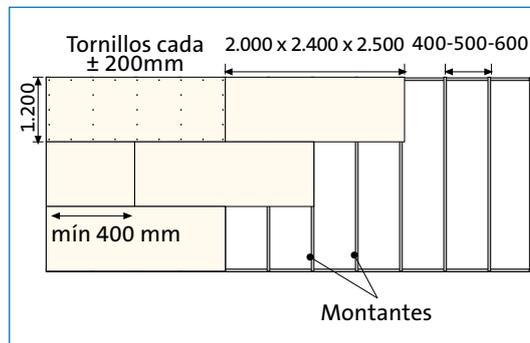
En el caso de montantes dobles, se seguirán las indicaciones anteriores. Además, se contrapearán los solapes entre los montantes de una misma línea de primarios, al menos 0,60 m.



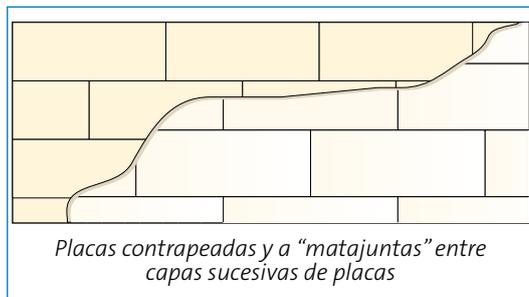
En la instalación de montantes simples con arriostramiento superior, la unión entre los perfiles se realizará mediante tornillos TRPF, uniendo el alma del rail con el ala superior del montante. En ningún caso este tipo de conexión permitirá aumentar la distancia entre cuelgues, o disminuir el número de cuelgues de los montantes al soporte. A efectos de la disposición de los cuelgues, tampoco se considerará válido como elemento de suspensión cualquier dispositivo de cuelgue que suspenda los railes.



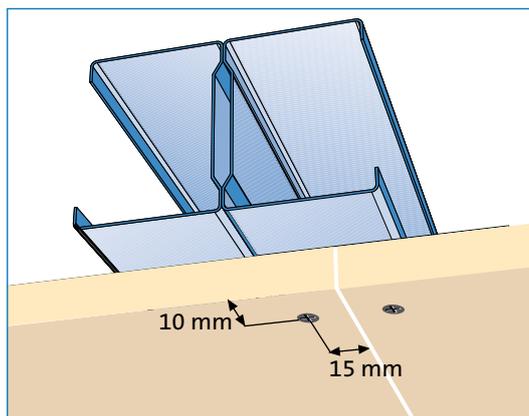
- Atornillado de las placas de yeso laminado perpendiculares a los montantes mediante tornillos TTPC. La separación entre tornillos no será mayor de 20 cm. No se atornillarán las placas de yeso a los perfiles perimetrales.
- Las placas se instalarán contrapeando las juntas, dejándose un desfase entre las testas de las placas contiguas de al menos 40 cm. Para un mejor aprovechamiento del material en obra, se recomienda que la longitud de la placa de yeso sea múltiplo de la separación entre ejes los primarios, teniendo en cuenta que los bordes transversales de las placas (testas) han de coincidir siempre con un perfil primario.



- En el caso de que el techo esté formado por 2 ó 3 placas de yeso, la segunda capa se colocará a "matajuntas" con la primera, evitando que las juntas de las caras coincidan.



- Se respetarán las indicaciones generales en cuanto a distancias entre los bordes de las placas de yeso laminado y los tornillos de fijación, a los perfiles metálicos.



REACCIÓN AL FUEGO

Las placas de yeso laminado Placo poseen una reacción al fuego de A2-s1,d0 según la Norma UNE EN 520. La placa de yeso armada con tejidos de fibra vidrio Glasroc F (Stucal), está clasificada como A1, según Norma EN 15283-1:2008.

Por ello, los techos Placo realizados con Montantes y Canales cumplen con los requisitos que establece el DB-SI del CTE en cuanto a las Euroclases que se exigen en techos, pudiéndose emplear en zonas ocupables, aparcamientos, pasillos y escaleras protegidas y recintos de riesgo especial, como en cualquiera de los usos que en él se establecen.



ASLAMIENTO ACÚSTICO

Los techos continuos Placo se pueden emplear en cualquier tipo de obra para mejorar las condiciones de aislamiento acústico del local. En los forjados usuales, se incrementa de forma notoria el aislamiento a ruido aéreo, así como se reduce la transmisión a ruido de impacto.

Para asegurar sus prestaciones acústicas, su ejecución se realizará siempre una vez se hayan eje-

cutado en la obra todos los trasdosados, tabiques y elementos de separación. De este modo, se evitarán posibles transmisiones acústicas por el plenum.

Las prestaciones acústicas del techo dependen de:

- Número y espesor de las placas.
- Empleo de la placa de yeso Placo Phonique.

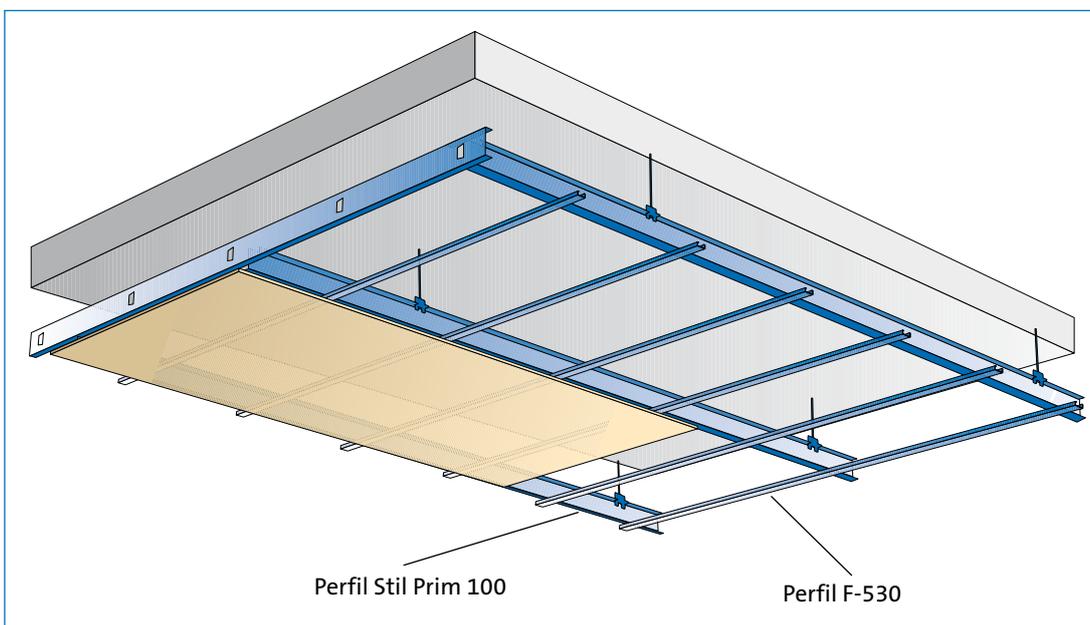


- Altura del plenum: A mayor altura, el aislamiento acústico del techo será mayor.
- Número de suspensiones. Cuanto mayor sea el número de fijaciones al soporte, el aislamiento acústico será menor.
- Incorporación en el plenum de materiales acústicamente absorbentes como lanas minerales (Placover).

10.5 TECHOS SUSPENDIDOS DE ESTRUCTURA DOBLE CON PERFILES STIL PRIM 100 Ó 50

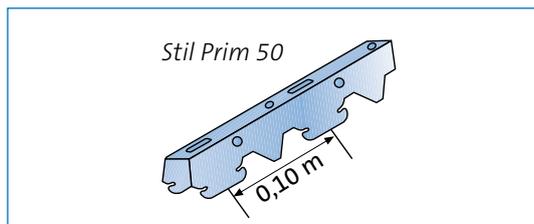
Los techos realizados con perfiles Placo Stil Prim, permiten la construcción de techos continuos suspendidos de placa de yeso laminado, disminuyendo el número de cuelgues al soporte, ya que se

aumenta la distancia entre fijaciones, así como la distancia entre los perfiles Stil Prim que constituyen la estructura primaria.

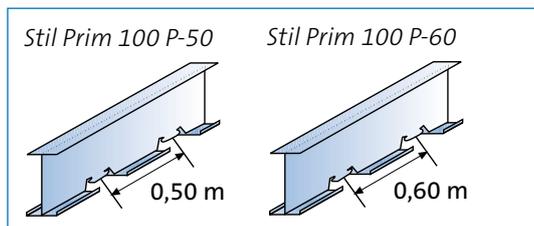


Los perfiles primarios que constituyen este sistema son.

- Stil Prim 50: También llamado perfil Sierra. En forma de "U" invertida, permite la modulación de los perfiles secundarios hasta 0,10 m.



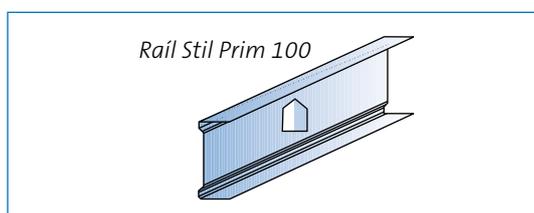
- Stil Prim 100 P-60: En forma de "doble T", permite la modulación de los perfiles secundarios a 0,60 m.
- Stil Prim 100 P-50: En forma de "doble T", permite la modulación de los perfiles secundarios a 0,50 m.



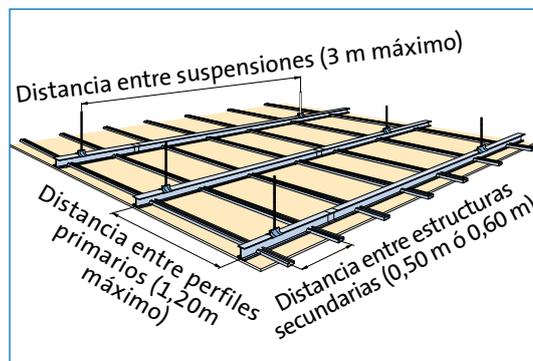
Los perfiles primarios se instalan modulados a 1,20 m como máximo, siendo la separación máxima entre fijaciones al soporte de 3,0 m en el caso de los Stil Prim 100 y 1,20 m en el caso del Stil Prim 50. En sus alas se encajan los perfiles secundarios, que en los sistemas Stil Prim, son perfiles F-530 modulados a 0,60 m como máximo. Las placas de yeso laminado se atornillan a los perfiles F-530.

Este tipo de sistemas constructivos se pueden emplear con o sin perfil perimetral. Según el tipo de perfil primario, los perfiles perimetrales a emplear son:

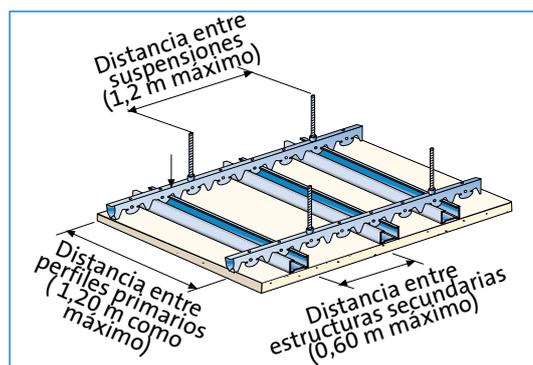
- Stil Prim 100: Se emplea el raíl Stil Prim encajando en su alma los perfiles primarios.



- Stil Prim 50: Se emplea el Angular CR2. Los perfiles primarios apoyan sobre su ala horizontal.



Disposición general de un techo de estructura doble con perfiles Stil Prim 100. Elementos de suspensión y cuelgue, Varilla M6 y Suspensión Stil Prim.



Disposición general de un techo de estructura doble con perfiles Stil Prim 50. Elementos de suspensión y cuelgue, Varilla M6 y tuerca más contratuerca.

El plenum así creado permite albergar el paso de instalaciones de climatización, extinción de incendios, electricidad, datos, fontanería, etc. Sus cuelgues y suspensiones permiten la nivelación del techo, independientemente de la planeidad de su soporte.

Los dispositivos de suspensión (anclajes, cuelgues, suspensiones, perfiles y piezas auxiliares) deberán soportar sin deformación las cargas de trabajo, es decir la suma de su peso propio (placas y estructura) más una sobrecarga de 20 Kg/m² por peso del aislante y por la fuerza puntual debida al viento con un coeficiente de seguridad de 3.

Está expresamente contraindicado que la estructura y las suspensiones Placo se empleen para soportar elementos ajenos al sistema constructivo de placa de yeso laminado. Los cuelgues de pesos de hasta 10 kg, se realizarán según se indica en el apar-

tado 13.4.2. de este Manual.

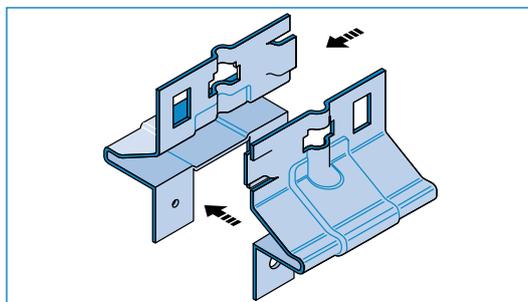
Todos los valores que se indican en los siguientes apartados son válidos para sistemas de placa de yeso ejecutados con perfiles metálicos Placo, que están en posesión de la marca de calidad "N" AENOR de producto.



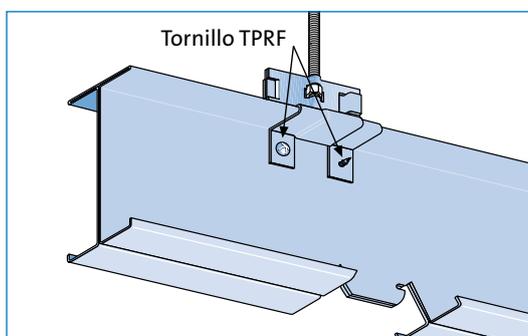
TECHOS SUSPENDIDOS DE ESTRUCTURA DOBLE CON PERFILES STIL PRIM 100. DISEÑO, EJECUCIÓN Y FASES DE MONTAJE

Los cuelgues al soporte se realizan mediante el empleo de varillas roscadas M6, convenientemente ancladas. Como elemento de suspensión se emplea la suspensión Stil Prim 100, que está formada por dos piezas simétricas que se encajan abrazando el ala superior del perfil primario. Una vez se ha situado en su posición final, se atornillan al alma del perfil mediante dos tornillos TRPF. En la parte superior de la

suspensión se encaja una tuerca M6, que al recibir la varilla roscada, permite la nivelación del perfil.



Suspensión Stil Prim 100.



Fijación de la Suspensión Stil Prim 100 al alma del perfil mediante 2 tornillos TRPF.

Techos continuos de estructura doble con perfiles Stil Prim 100. Cargas admisibles y distancia máxima entre suspensiones.			
	Suspensión	Varilla roscada M6 + Suspensión Stil Prim 100	
	Estructura	Primario Stil Prim 100 a 1,20m	
	Modulación entre ejes de perfiles secundarios F-530 (m)	0,60	
	Distancia entre suspensiones (m)	3,0	
	Capacidad de reglaje (mm)	≥ 150	
	Carga Stil Prim 100 y F-530 (daN)	Rotura	170
		Trabajo	55
	Peso máximo de techo en kg/m ²	75(1)	
	Fijaciones al hormigón	Taco de expansión para varilla M6	

(1) Peso máximo por m² del techo limitado por la carga de trabajo de la unión entre horquilla y perfil F-530 ó FH-500. 1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

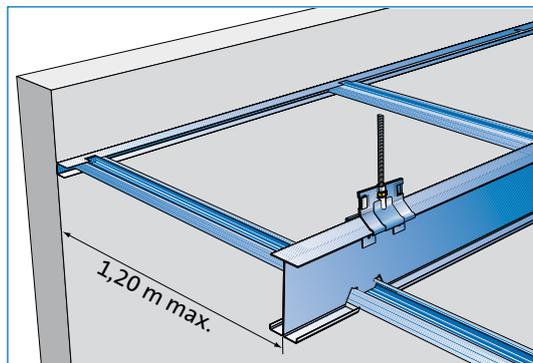
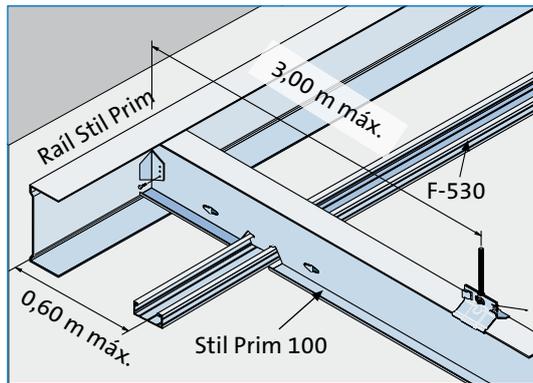
Las fases de ejecución de este tipo de techos son:

- Replanteo de los perfiles perimetrales (si se opta por su instalación), de los ejes de los perfiles y de los anclajes al soporte.
- Los perfiles perimetrales permiten una mejor de-

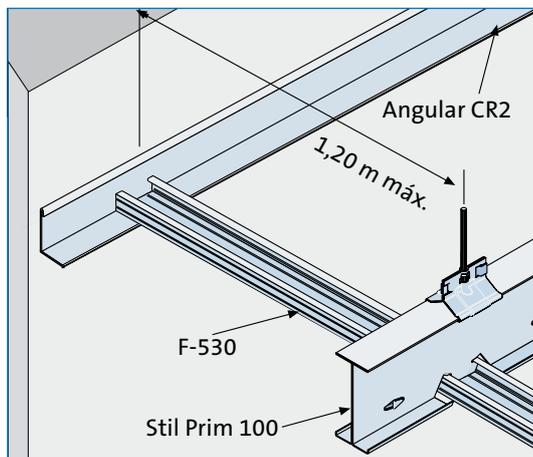
finición del plano del techo, así como la fijación de los extremos libres de los perfiles Stil Prim 100. La entrega de los perfiles Stil Prim 100 perpendiculares a los perfiles perimetrales Raíles Stil Prim, se realiza encajando estos entre las alas del rail

perimetral. Los Raíles Stil Prim se fijarán a las divisiones verticales cada 0,60 m. La separación entre el extremo del perfil y la primera fijación no será mayor de 0,50 m. Su continuidad se realizará mediante uniones a tope.

En el caso de que se emplee raíl perimetral se respetarán las distancias máximas que se indican en los siguientes esquemas:

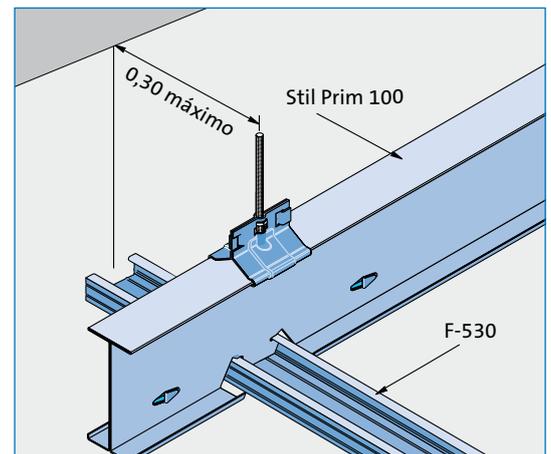
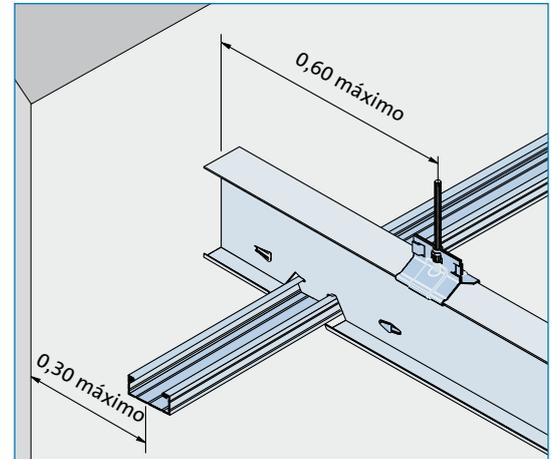


Las entregas de los perfiles secundarios F-530 a los Angulares CR2, se realizan según la figura:

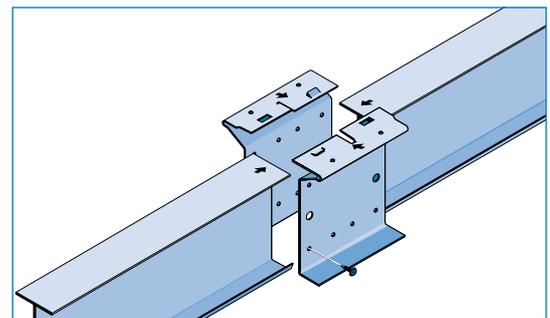


En el caso de que no se emplee ningún tipo de perfil

perimetral, esta distancias máximas serán:

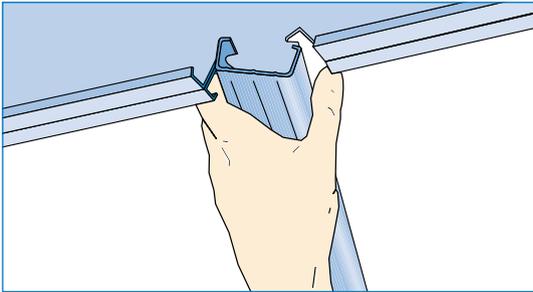


La continuidad de los perfiles Stil Prim se realiza mediante el empleo de la pieza de empalme Stil Prim 100, que está formada por dos presillas simétricas que abrazan los dos extremos de los perfiles Stil Prim a unir. Los extremos de los perfiles Stil Prim se unen a tope, fijando a continuación la pieza de unión mediante tornillos TRPF.

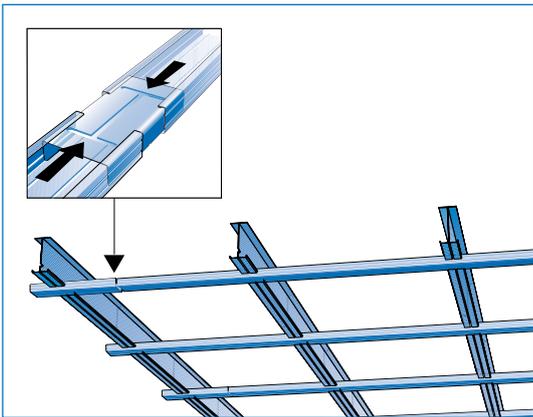


Se evitará que las uniones entre perfiles primarios contiguos coincidan en la misma línea transversal.

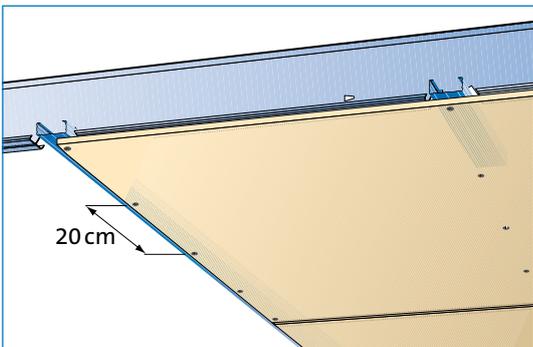
- La instalación de la estructura secundaria se realiza encajando los perfiles F-530 cada 50 ó 60 cm en la estructura primaria, según el tipo de perfil Stil Prim elegido.



La continuidad de los perfiles F-530 se realiza mediante el empleo de la pieza de empalme F-530. Se evitará que las uniones entre perfiles secundarios contiguos coincidan en la misma línea transversal.

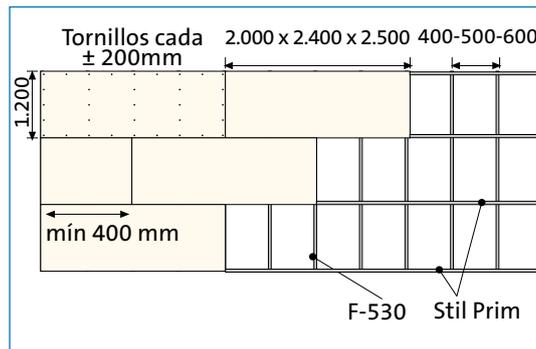


- Atornillado de las placas de yeso laminado perpendiculares a los perfiles secundarios F-530 mediante tornillos TTPC. La separación entre tornillos no será mayor de 20 cm.

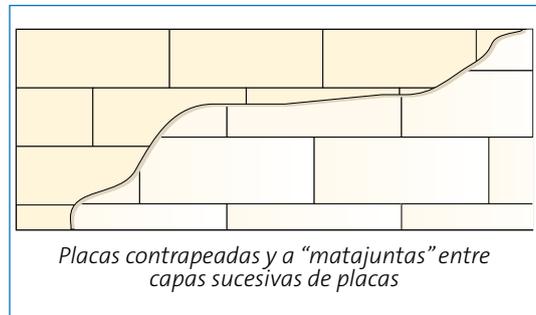


- Las placas se instalarán contrapeando las juntas, dejándose un desfase entre las testas de las placas contiguas de al menos 40 cm. Para

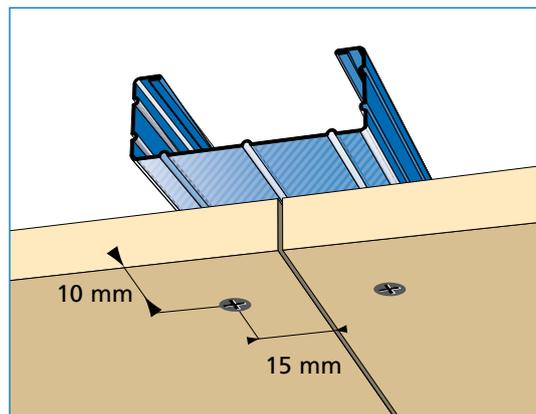
un mejor aprovechamiento del material en obra, se recomienda que la longitud de la placa de yeso sea múltiplo de la separación entre ejes de los perfiles secundarios, teniendo en cuenta que los bordes transversales de las placas (testas) han de coincidir siempre con un perfil secundario.



- En el caso de que el techo esté formado por 2 ó 3 placas de yeso, la segunda capa se colocará a "matajuntas" con la primera, evitando que las juntas de las caras coincidan.

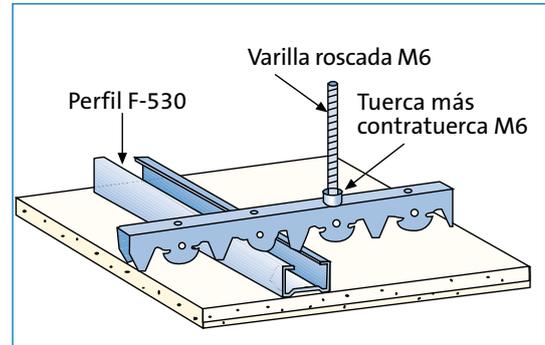


Se respetarán las indicaciones generales en cuanto a distancias entre los bordes de las placas de yeso laminado y los tornillos de fijación, a los perfiles metálicos.



TECHOS SUSPENDIDOS DE ESTRUCTURA DOBLE CON PERFILES STIL PRIM 50. DISEÑO, EJECUCIÓN Y FASES DE MONTAJE

Los cuelgues al soporte se realizan mediante el empleo de varillas roscadas M6, convenientemente ancladas al soporte. Como elemento de suspensión, se emplean una tuerca más una contratuerca, ambas de métrica 6, que abrazan el perfil Stil Prim 50 por su parte superior.



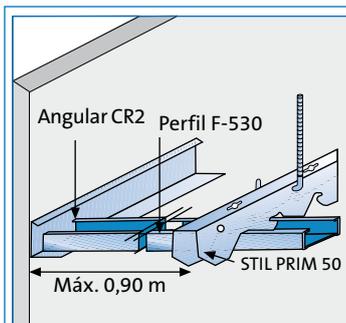
Techos continuos de estructura doble con perfiles Stil Prim 50. Cargas admisibles y distancias máximas entre suspensiones.			
Tipo de soporte	Madera	Hormigón	Mixto Hormigón y Acero
Tipo de elemento de cuelgue y suspensión	Susp. SA + Varilla M6	Anclaje + Varilla M6	Grapa SM 8 + Varilla M6
Modulación entre ejes Stil Prim 50 (m)	1,20	1,20	1,20
Distancia máxima entre suspensiones	1,20	1,20	1,20
Capacidad máxima de reglaje (mm)	50	50	50
Distancia máxima entre ejes de F-530 (m)	0,60	0,60	0,60
Carga de rotura de la unión perfil primario y secundario (daN)	170	170	170
Carga de trabajo de la unión perfil primario y secundario (daN)	55	55	55

1kg en la superficie de la tierra es igual a 9,8 Newton.

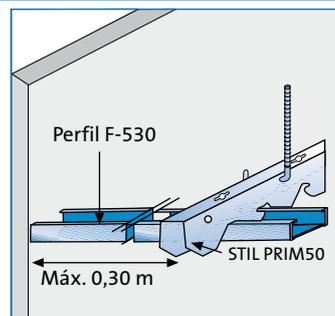
Las fases de ejecución de este tipo de techos son:

- Replanteo de los perfiles perimetrales (si se opta por su instalación), de los ejes de los perfiles y de los anclajes al soporte.
- En el caso de que se instalen perfiles perimetrales, éstos sólo se instalan en las divisiones verti-

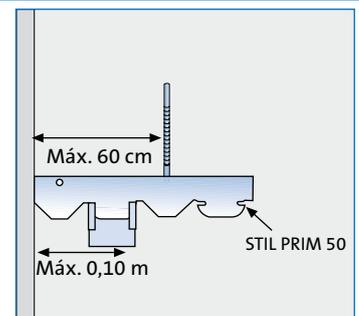
cales paralelas a los perfiles primarios Stil Prim 50, de modo que en ellos apoyen los perfiles secundarios F-530. Los perfiles perimetrales se fijarán a las divisiones verticales cada 0,60 m. La separación entre el extremo del perfil y la primera fijación no será mayor de 0,50 m. Su continuidad se realizará mediante uniones a tope.



Con apoyo del perfil F-530 sobre Angular CR2



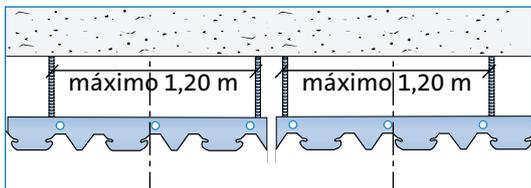
Sin apoyo del perfil F-530 sobre Angular CR2



Estructura Stil Prim 50 perpendicular a pared

Estructura Stil Prim 50 paralela a pared

La continuidad de los perfiles Stil Prim 50 se realiza mediante unión a tope de sus extremos.



La distancia máxima entre la primera suspensión del Stil Prim 50 y el elemento divisorio perpendicular a él, no será mayor de 0,60 m.

Se evitará que las uniones entre perfiles primarios contiguos coincidan en la misma línea transversal.

- La instalación de la estructura secundaria, se realiza encajando los perfiles F-530 en la estructura primaria según la modulación deseada (mínimo 0,10 m). La continuidad de los perfiles F-530 se realiza mediante el empleo de la pieza de empalme F-530. Se evitará que las uniones entre perfiles secundarios contiguos coincidan en la misma línea transversal.
- El atornillado de las placas de yeso laminado perpendiculares a los perfiles secundarios F-530 se realizará de manera análoga a lo expuesto en el apartado anterior de techos con estructura Stil Prim 100.



REACCIÓN AL FUEGO

Las placas de yeso laminado Placo poseen una reacción al fuego de A2-s1,d0 según la Norma UNE EN 520. La placa de yeso armada con tejidos de fibra vidrio Glasroc F (Stucal), está clasificada como A1, según Norma EN 15283-1:2008.

Por ello, los techos Placo de estructura doble con perfiles Stil Prim 100 o Stil Prim 50 cumplen con los requisitos que establece el DB-SI del CTE en cuanto a las Euroclases que se exigen en techos, pudiéndose emplear en zonas ocupables, aparcamientos, pasillos y escaleras protegidas y recintos de riesgo especial, como en cualquiera de los usos que en él se establecen.



AISLAMIENTO ACÚSTICO

Los techos continuos Placo se pueden emplear en cualquier tipo de obra para mejorar las condiciones de aislamiento acústico del local. En los forjados usuales, se incrementa de forma notoria el aislamiento a ruido aéreo, así como se reduce la transmisión a ruido de impacto.

Para asegurar sus prestaciones acústicas, su ejecución se realizará siempre una vez se hayan ejecutado en la obra todos los trasdosados, tabiques y elementos de separación. De este modo, se evitarán posibles transmisiones acústicas por el plenum.

Las prestaciones acústicas del techo dependen de:

- Número y espesor de las placas.
- Empleo de la placa de yeso Placo Phonique.



- Altura del plenum: A mayor altura, el aislamiento acústico del techo será mayor.
- Número de suspensiones. Cuanto mayor sea el número de fijaciones al soporte, el aislamiento acústico será menor.
- Incorporación en el plenum de materiales acústicamente absorbentes tales como lanas minerales (Placover).

10.6 PUNTOS SINGULARES

PASO DE INSTALACIONES POR EL PLENUM

Los conductos e instalaciones que discurren por el interior del plenum deberán estar instalados antes de la ejecución de los techos. Se recomienda someterlas a todas aquellas pruebas que sean necesarias para comprobar su correcto funcionamiento antes de proceder a

la instalación de la placa de yeso laminado. No estarán en contacto y menos descansarán, sobre los techos. Se dejará una separación mínima de 5 mm entre las parte inferior de los conductos e instalaciones y la parte superior del techo.

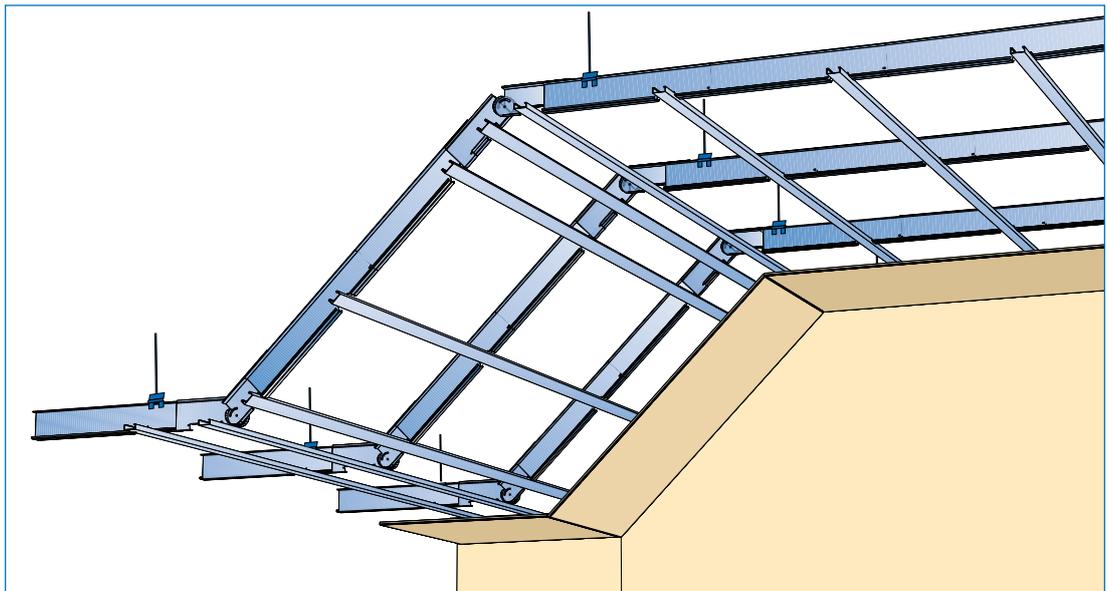
De igual modo, se evitará en obra posibles cruces

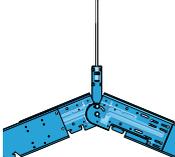
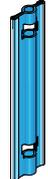
entre los elementos de suspensión y cuelgue de los techos, y las instalaciones y conductos que discurren por el plenum.

TECHOS INCLINADOS

Para la realización de techos continuos suspendi-

dos inclinados, independientemente de la forma de su estructura soporte, se podrá optar por el uso de los sistemas dobles con estructura primaria constituida por perfiles Stil Prim 100, combinados con los Empalmes MultiPrim, y las Suspensiones Pivot SP y Multiprim.

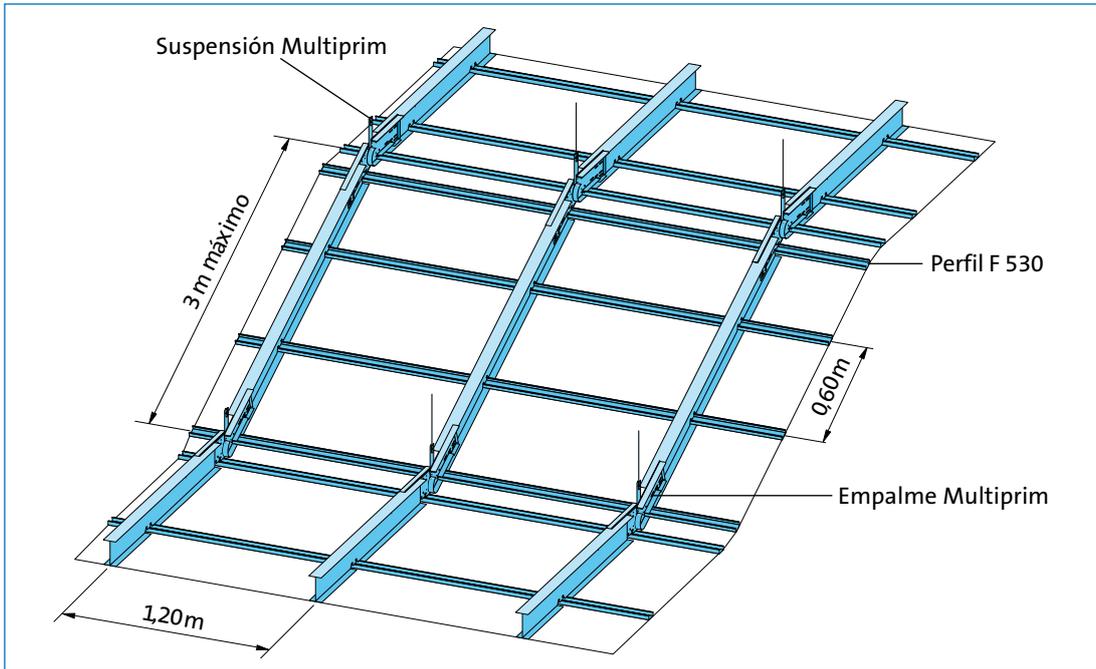


Cargas máximas admisibles accesorios Stil Prim		
Elemento	Carga de rotura (daN)	Carga de uso (daN)
 Empalme Multiprim	500	160
 Suspensión Pivot SP	600	200
 Suspensión Multiprim	600	200

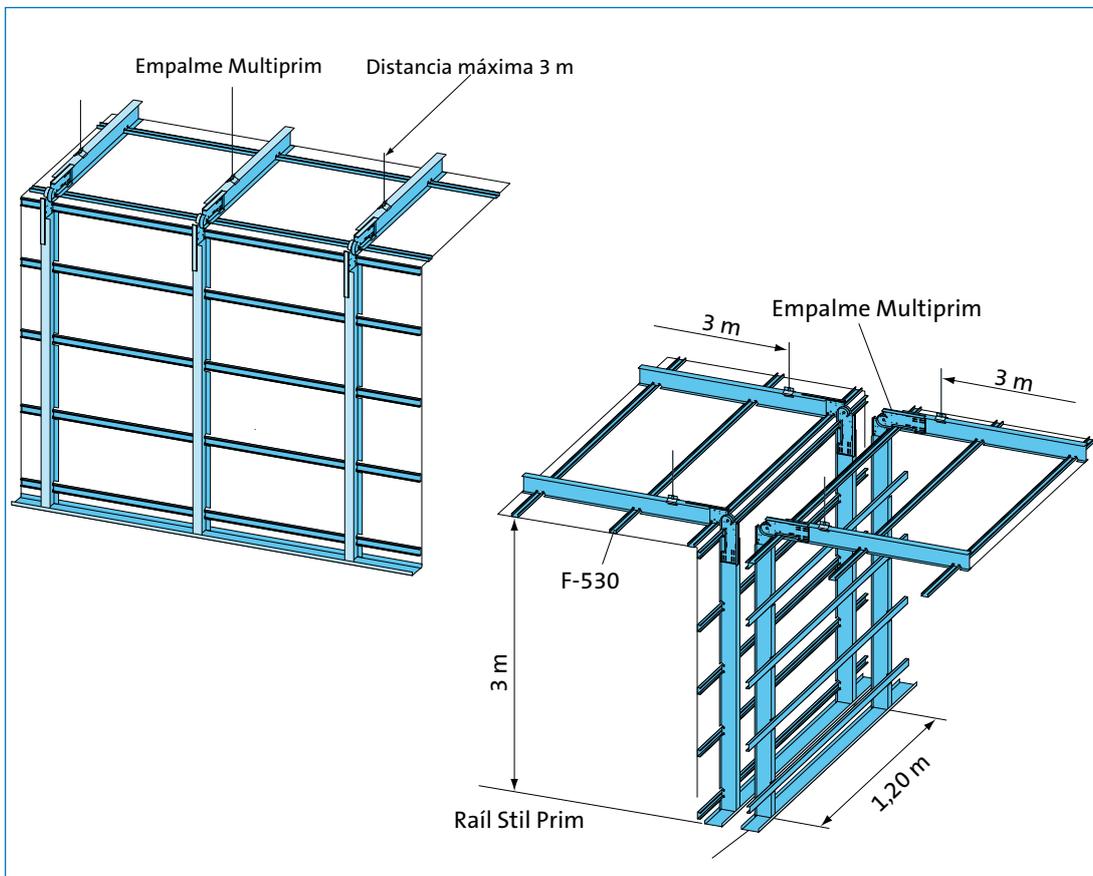
La situación de los perfiles primarios Stil Prim 100 con respecto a los elementos verticales que delimitan la estancia, será la misma que en lo indicado para este tipo de perfiles en su montaje en techos con raíles perimetrales. La separación máxima entre ejes de perfiles Stil Prim será de 1,20 m, siendo la separación máxima entre cuelgues o suspensiones de 3,0 m. Los perfiles secundarios F-530, se modulan como máximo a 0,60 m.

En los esquemas siguientes se indican una serie de montajes tipo que se pueden realizar con este tipo de perfiles y accesorios.

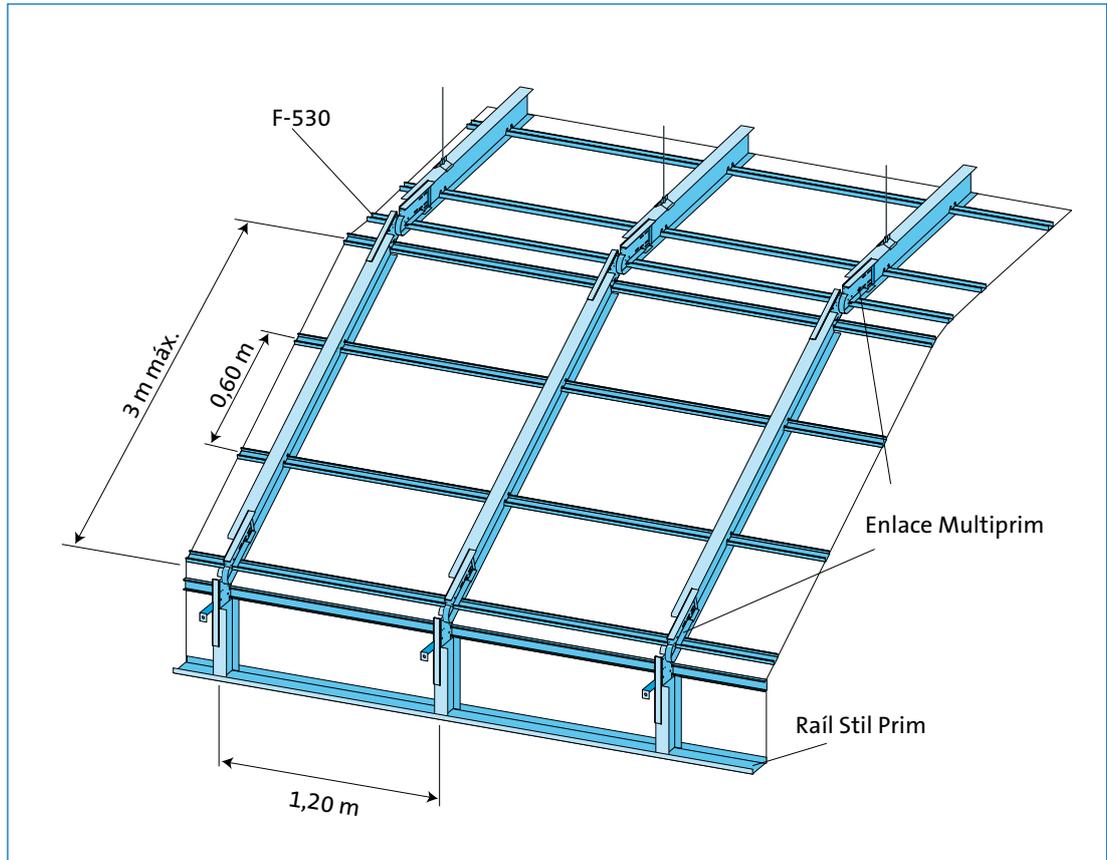




Montaje de techo inclinado.

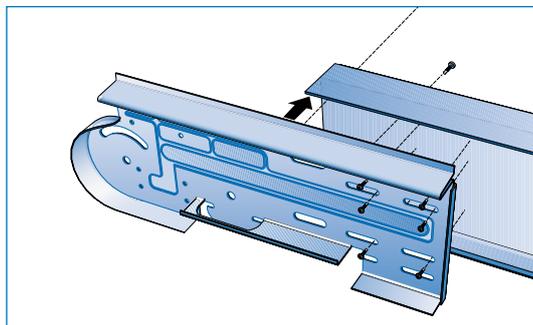


Montaje de techo horizontal, apoyado sobre un elemento vertical formado por perfiles Stil Prim 100. La altura máxima de los perfiles verticales Stil Prim es de 3 m.



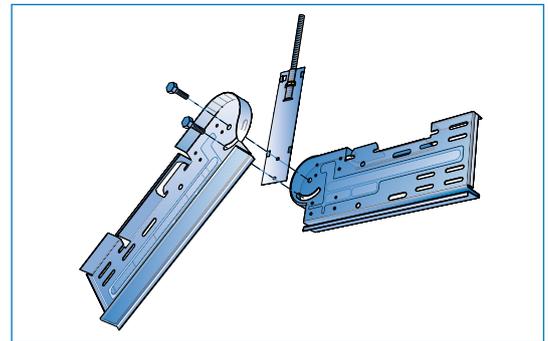
Montaje de techo inclinado, apoyado sobre un elemento vertical formado por perfiles Stil Prim 100.

La pieza articulada de Empalme Multiprim se fija a los extremos de los perfiles Stil Prim mediante el empleo de tornillos TRPF 13, 8 por cada perfil (6 tornillos suspensión/perfil y 2 tornillos perfil/suspensión).



La articulación se crea ensamblando dos piezas de Empalme MultiPrim entre sí, y a una suspensión Multiprim, mediante dos bulones situados en su eje de giro: Uno asegura la continuidad mecánica de la estructura, y el otro permite el giro de la articulación hasta 180°. Una vez reglada la articulación en el ángulo deseado, se solidarizan ambas piezas mediante el empleo de dos tornillos TRPF 13. La ar-

ticulación así creada, se suspende del forjado o de la estructura soporte mediante una varilla roscada de métrica M6.



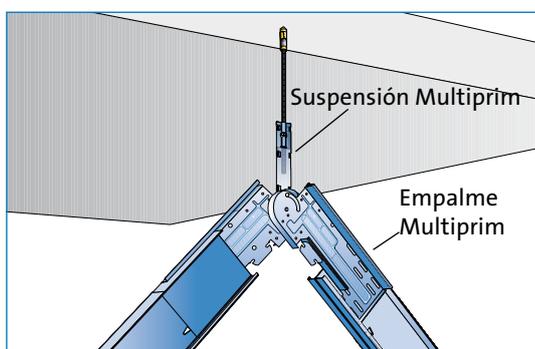
Los modos de suspensión que se emplean en este tipo de instalación son:

- Suspensión Multiprim y una varilla roscada de métrica M6.
- Suspensión Stil Prim más Suspensión Pivot y varilla roscada de métrica M6, para el cuelgue de perfiles Stil Prim inclinados o intermedios.

Suspensión Multiprim

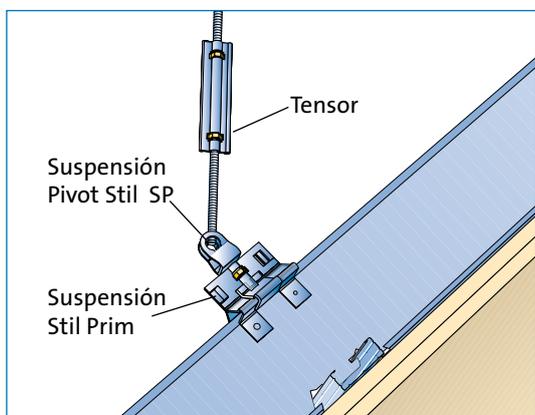
La suspensión Multiprim está constituida por dos piezas idénticas que se encajan entre ellas, permitiendo su nivelación y posterior bloqueo mediante tuerca.

Cuando se instalan en obra para la suspensión de dos piezas de emplame Multiprim, esta suspensión deberá quedar en su posición final completamente vertical.



Suspensión Stil Prim

Tal y como se ha indicado anteriormente, las suspensiones Stil Prim se emplean para la suspensión en horizontal de los perfiles primarios Stil Prim 100. La combinación en obra de las suspensiones Pivot SP y las suspensiones Stil Prim, permiten la suspensión de perfiles Stil Prim 100 inclinados. El empleo de tensores en la varilla roscada M6, permite una sencilla nivelación de los perfiles primarios.



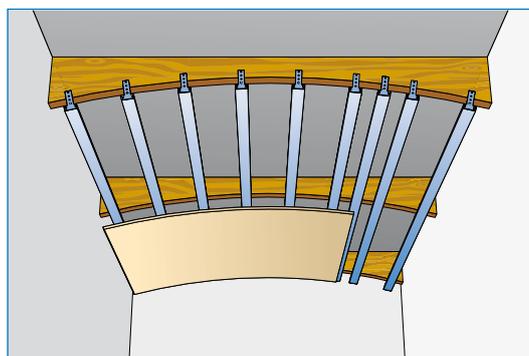
El atornillado de las placas de yeso laminado perpendiculares a los perfiles secundarios F-530 se realizará de manera análoga a lo expuesto en el apartado anterior de techos con estructura Stil Prim 100.

TECHOS CURVOS

Los sistemas Placo permiten la realización de techos curvos de radio igual o superior a 1,50 m.

El radio de curvatura máximo de las placas dependerá de:

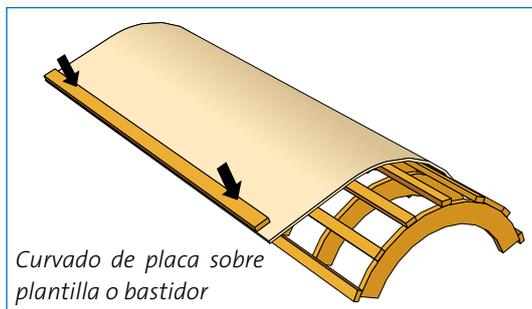
- El tipo y el espesor de la placa de yeso laminado a utilizar:
 - Placas de yeso laminado Placo de 6, 9,5 ó 13 mm de espesor.
 - Placas perforadas tipo Gyptone: Line 7 B1, Line 6 B1, Gyptone Quattro 41, 42, 46, B1.



- Montaje en obra de las placas:
 - En seco. Las placas se curvan atornillándolas directamente a la estructura portante.
 - En húmedo por inmersión. Consiste en sumergir la placa de yeso en agua un tiempo determinado, para a continuación proceder a su puesta en obra.

Montaje en húmedo por inmersión	
Espesor de la placa (mm)	Tiempo de inmersión (minutos)
6	2
9,5	3
12,5	4

- En húmedo por inmersión y con preformado. Este procedimiento se emplea para radios de curvatura reducidos o cuando se ha de realizar un gran número de placas curvas. Las placas se preforman sobre una plantilla o bastidor, humedeciéndose previamente, preferiblemente sobre la cara sujeta a compresión (cara cóncava), mientras que la cara sujeta a tracción (cara convexa) deberá estar más seca.



Curvado de placa sobre plantilla o bastidor

Por lo general, el curvado de las placas se realiza según el sentido transversal de las placas, aunque también se puede realizar según su sentido longitudinal.

Radio de curvatura máximo en m para el montaje de placas curvadas				
Tipo de placa	Espesor (mm)	Tipo de montaje		
		En seco (m)	En húmedo (m)	En húmedo con perforado (m)
Placo BA 6	6	0,90	0,65	0,40
Placo BA 10	9,5	1,60	1,20	0,70
Placo BA 13	12,5	2,0	1,50	0,90
Gyptone Line 7 B1	6	0,90	0,65	0,40
Line 7 B1, Line 6 B1, Gyptone Quattro 41, 42, 46, B1	12,5	2,0	1,50	0,90

Para radios inferiores, consulte al Departamento Técnico.

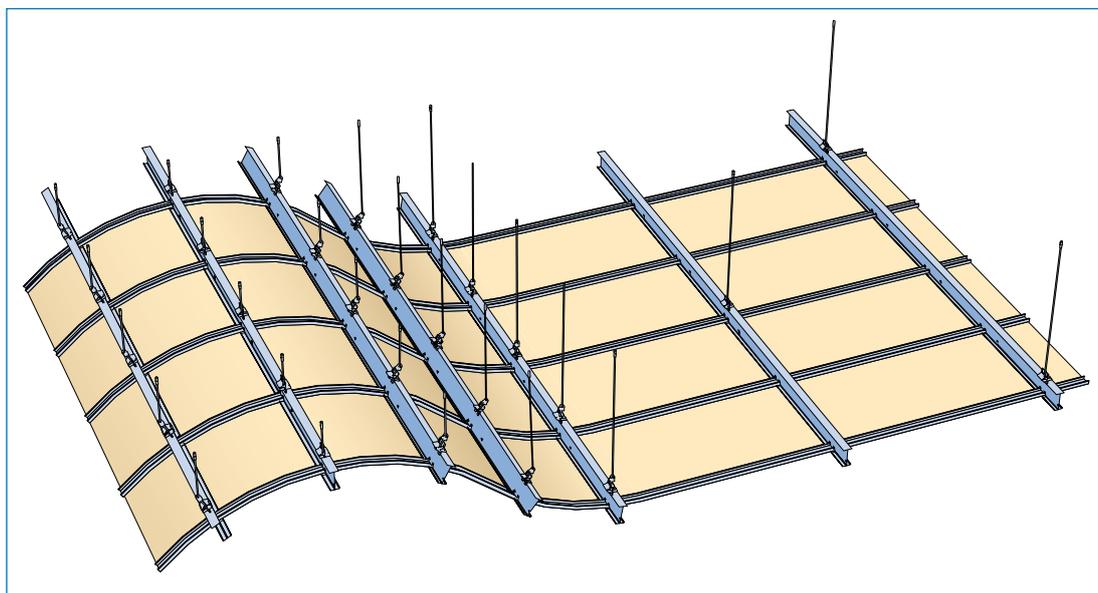
La instalación de un techo curvo por lo general se realiza a base de varillas roscadas, piezas de cuelgue y perfiles F-530 ó FH-500.

La disposición de los perfiles dependerá del proyecto a realizar, siendo el sistema constructivo elegido cualquiera de los indicados a lo largo de este capítulo. Pueden ser:

- Fijadas directamente por medio de varillas de

cuelgue y suspensiones F-530, y que reproducen la forma curva de su forjado o estructura soporte.

- Bajo forjados o estructuras planas, curvando los perfiles F-530 de forma que se crean superficies cóncavas o convexas (La separación máxima entre ejes de perfiles primarios en las zonas cóncavas o convexas será de 0,40 m), soportándose la estructura metálica mediante el empleo de los accesorios para techos continuos de placa de yeso laminado Placo.



Como cualquier otro techo, los techos curvos deberán estar diseñados para que los dispositivos de suspensión (anclajes, cuelgues, suspensiones, perfiles y piezas auxiliares) soporten sin deformación las cargas de trabajo, es decir la suma de su peso propio (placas y estructura) más una sobrecarga de 20 Kg/m² por peso del aislante y por la fuerza puntual debida al viento. La carga de rotura será al menos la carga de trabajo afectada por un coeficiente de seguridad de 3.

Las distancias entre ejes de perfiles a los que se atornillan las placas de yeso laminado serán:

- 0,40 m para los montajes de las placas efectuados en seco.
- 0,30 m para montajes en húmedo por inmersión o húmedo por inmersión más preformado.

Las placas de yeso laminado siempre se atornillarán perpendiculares a los ejes de los perfiles metálicos a los que se atornillan.

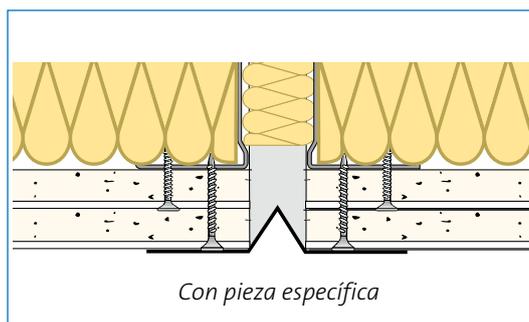
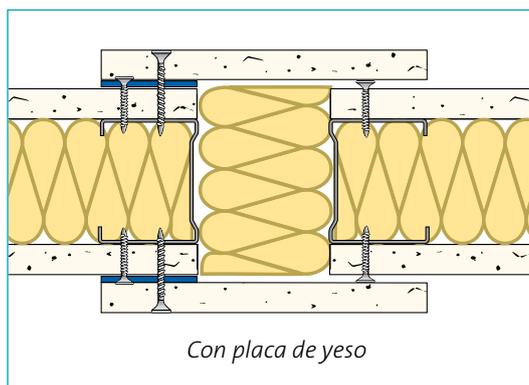
JUNTAS DE DILATACIÓN

En techos de grandes dimensiones, e independientemente del sistema constructivo elegido para su construcción, se deberán disponer juntas de dilatación cada 11 m, además de las propias del edificio.

También se instalarán en la coincidencia de superficies menores con otras de mayor amplitud, como

por ejemplo en el encuentro entre el techo de un pasillo con el del salón.

Se podrán realizar con placa de yeso, o mediante el empleo de una pieza específica:



10.7 RECEPCIÓN DE LA OBRA

Conforme a la normativa, cualquiera de los techos descritos en el presente capítulo de este manual deben responder a las especificaciones siguientes:

Planeidad general

Una regla de 2 m aplicada sobre la superficie de la obra y paseada en todas direcciones no debe hacer aparecer, entre el punto más saliente y el punto más retraído, una diferencia superior a 5 mm.

Planeidad local

Una regla de 0,20 m aplicada sobre la superficie de la obra y paseada en todas direcciones no debe hacer aparecer, entre el punto más saliente y el punto más retraído, una diferencia superior a 1 mm.

Horizontalidad

La diferencia de nivel con el plano de referencia debe ser inferior a 3 mm por metro, sin superar 2 cm.

10.8 RENDIMIENTOS DE MATERIALES

Las cantidades que se indican continuación, son orientativas por m² de techo, sin descontar posibles huecos.

TODAS LAS UNIDADES DE OBRA EN FORMATO PRESTO EN www.placo.es

Techos de estructura simple con perfiles F-530.				
Producto	Unidad	Número de placas		
		1	2	3
Placa de yeso BA 13, 15, 18 ó Glasroc F	m ²	1,05	2,10	3,15
Perfil F-530	m	2,00	2,00	2,00
Cuelgues	ud	1,80	1,80	1,80
Tornillos autoroscantes TTPC	ud	10	10	10
Cinta de papel	m	1,40	1,40	1,40
Pastas de juntas: SN, SN Premium ó PR Placomix	kg	0,330 0,470	0,330 0,470	0,330 0,470

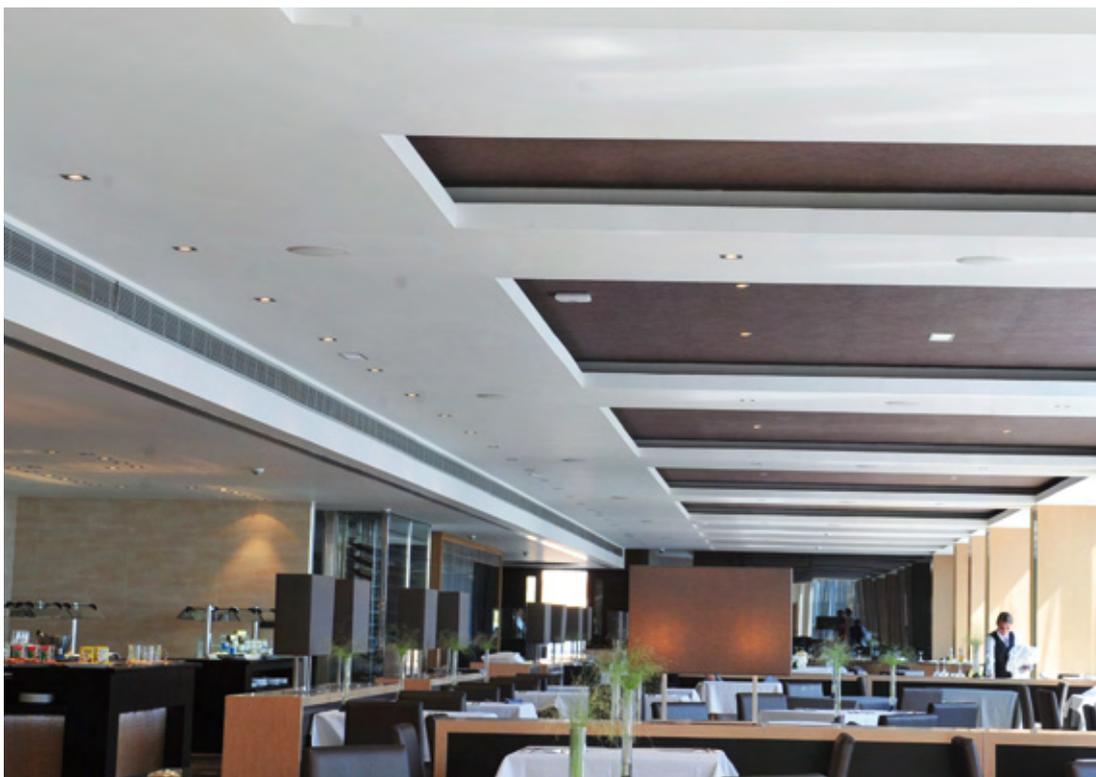
Techos de estructura simple con perfiles FH-500.				
Producto	Unidad	Número de placas		
		1	2	3
Placa de yeso BA 13, 15, 18 ó Glasroc F	m ²	1,05	2,10	3,15
Perfil F-530	m	2,00	2,00	2,00
Cuelgues	ud	1,40	1,40	1,40
Tornillos autoroscantes TTPC	ud	10	10	10
Cinta de papel	m	1,40	1,40	1,40
Pastas de juntas: SN, SN Premium ó PR Placomix	kg	0,330 0,470	0,330 0,470	0,330 0,470

Techos de estructura simple con Montantes y Raíles.					
Producto	Unidad	Número de placas			
		1	2	3	
Placa de yeso BA 13, 15, 18 ó Glasroc F	m ²	1,05	2,10	3,15	
Montante simple M48	m	2,00	2,00	2,00	
Suspensión MS Stil	ud	1,20	1,20	1,20	
Montante simple M48	m	4,00	4,00	4,00	
Suspensión MD Stil	ud	1,05	1,05	1,05	
Montante simple M70	m	2,00	2,00	2,00	
Suspensión MS Stil	ud	0,95	0,95	0,95	
Montante simple M70	m	4,00	4,00	4,00	
Suspensión MD Stil	ud	0,90	0,90	0,90	
Montante simple M90	m	2,00	2,00	2,00	
Suspensión MS Stil	ud	0,90	0,90	0,90	
Montante simple M90	m	4,00	4,00	4,00	
Suspensión MD Stil	ud	0,80	0,80	0,80	
Tornillos autoroscantes TTPC	ud	10	13	16	
Tornillos TRPF	Susp. MS	ud	1 por suspensión	1 por suspensión	1 por suspensión
	Susp. MD	ud	9	9	9
Cinta de papel	m	1,40	1,40	1,40	
Pasta de juntas: SN, SN Premium ó PR Placomix	kg	0,330 0,470	0,330 0,470	0,330 0,470	

TODAS LAS UNIDADES
DE OBRA EN
FORMATO PRESTO EN
www.placo.es

Techos de estructura doble con perfiles Stil Prim 100.				
Producto	Unidad	Número de placas		
		1	2	3
Placa de yeso BA 13, 15, 18 ó Glasroc F	m ²	1,05	2,10	3,15
PerfilStil Prim 100	m	1,00	1,00	1,00
Suspensión Stil Prim	ud	0,30	0,30	0,30
Perfil F-530	m	2,00	2,00	2,00
Tornillo TRPF	ud	1	1	1
Tornillos autoroscantes TTPC	ud	15	18	21
Cinta de papel	m	1,40	1,40	1,40
Pasta de juntas: SN, SN Premium ó PR Placomix	kg	0,330 0,470	0,330 0,470	0,330 0,470

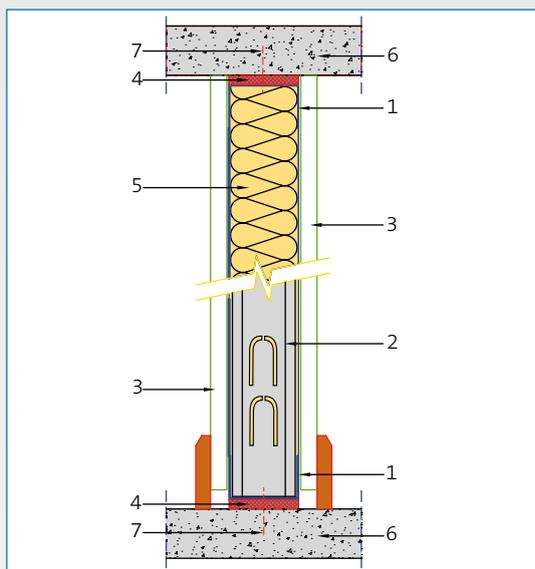
Techos de estructura doble con perfiles Stil Prim 50.				
Producto	Unidad	Número de placas		
		1	2	3
Placa de yeso BA 13, 15, 18 ó Glasroc F	m ²	1,05	2,10	3,15
PerfilStil Prim 50	m	1,00	1,00	1,00
Perfil F-530	m	2,00	2,00	2,00
Tornillos autoroscantes TTPC	ud	15	18	21
Cinta de papel	m	1,40	1,40	1,40
Pasta de juntas: SN, SN Premium ó PR Placomix	kg	0,330 0,470	0,330 0,470	0,330 0,470





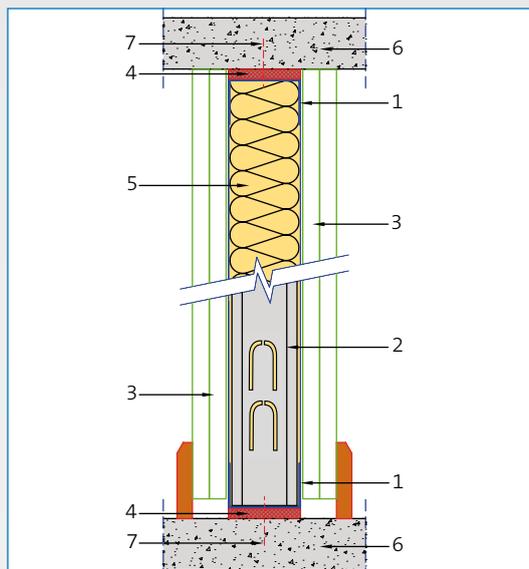
11.1 ENCUENTROS CON FORJADOS SUPERIOR E INFERIOR.

Tabique sencillo



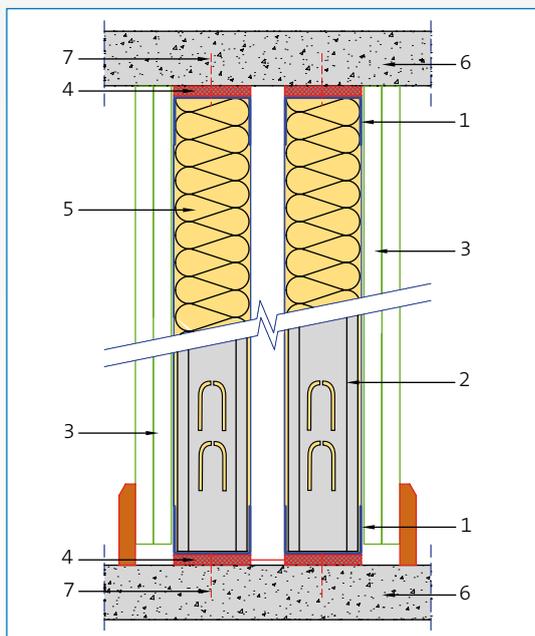
- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placa de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Anclaje al forjado.

Tabique doble placa



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Anclaje al forjado.

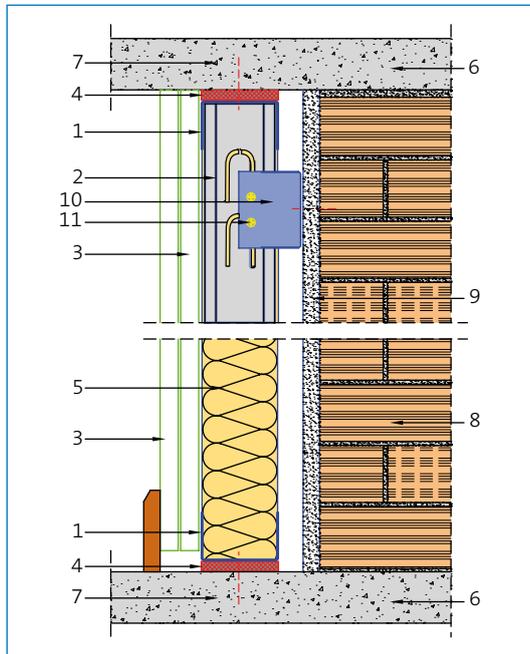
Tabique doble estructura



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Anclaje al forjado.

DETALLES CONSTRUCTIVOS EN
 FORMATO jpg y dwg
 DISPONIBLES EN PRESTO/ACAE EN
www.placo.es

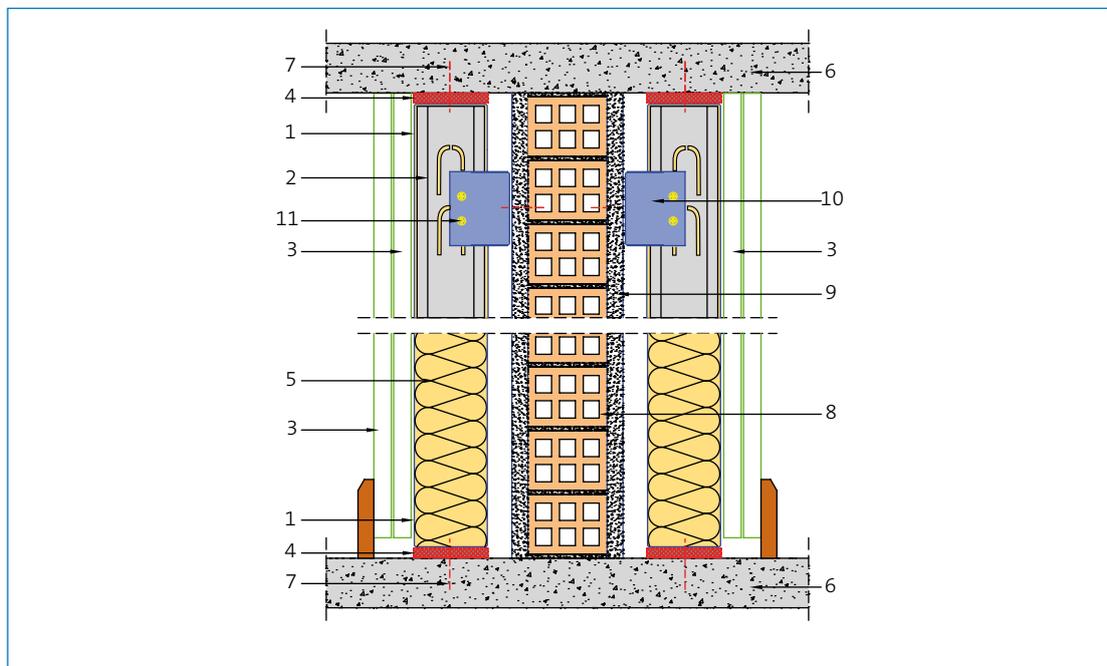
Trasdosado autoportante



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Anclaje al forjado.
- 8 - Hoja de fábrica o de hormigón.
- 9 - Guarnecido de yeso Placo.
- 10 - Arriostramiento según altura y tipo de montante.
- 11 - Tornillos tipo TRPF.

DETALLES CONSTRUCTIVOS EN
FORMATO jpg y dwg
DISPONIBLES EN PRESTO/ACAE EN
www.placo.es

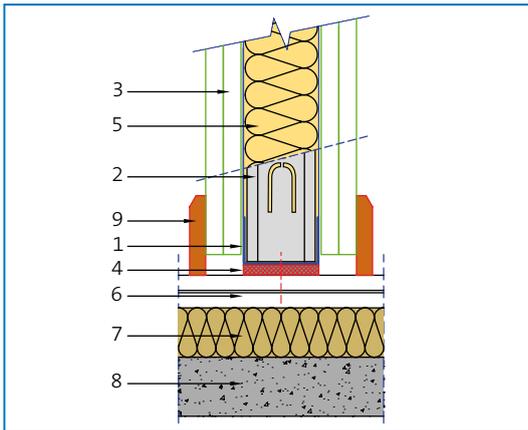
Trasdosado autoportante a dos caras



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Anclaje al forjado.
- 8 - Hoja de fábrica o de hormigón.
- 9 - Guarnecido de yeso Placo.
- 10 - Arriostramiento según altura y tipo de montante.
- 11 - Tornillos tipo TRPF.

11.2 DETALLES EN ENCUENTROS CON FORJADO INFERIOR

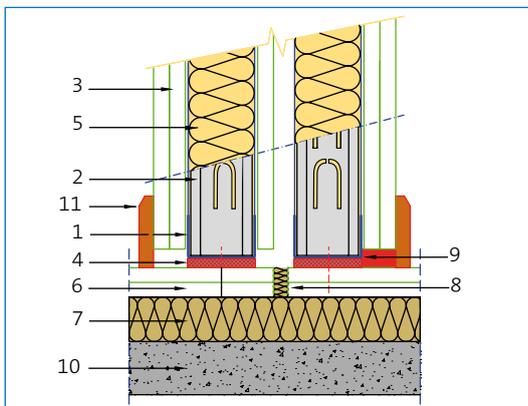
Tabique sencillo sobre solera flotante



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Solera seca.
- 7 - Aislante a ruido de impacto.
- 8 - Forjado.
- 9 - Rodapié.

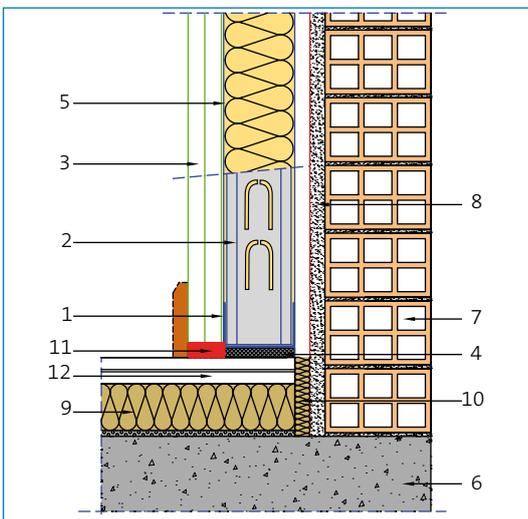
DETALLES CONSTRUCTIVOS EN
 FORMATO jpg y dwg
 DISPONIBLES EN PRESTO/ACAE EN
www.placo.es

Tabique estructura doble sobre solera flotante



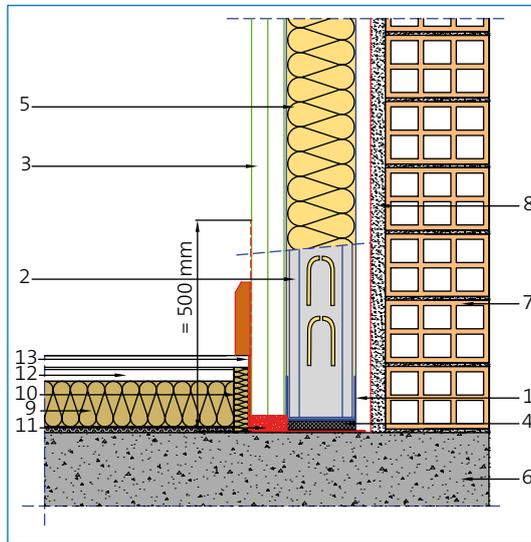
- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Solera seca.
- 7 - Aislante a ruido de impacto.
- 8 - Junta para ruptura de puente acústico y térmico.
- 9 - Sellado elástico impermeable (opcional).
- 10 - Forjado.
- 11 - Rodapié.

Trasdosado sobre solado o mortero de asiento



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Hoja de fábrica o de hormigón.
- 8 - Guarnecido de yeso Placo.
- 9 - Aislante a ruido de impacto.
- 10 - Junta para ruptura de puente acústico y térmico.
- 11 - Sellado elástico impermeable (opcional).
- 12 - Solera seca.

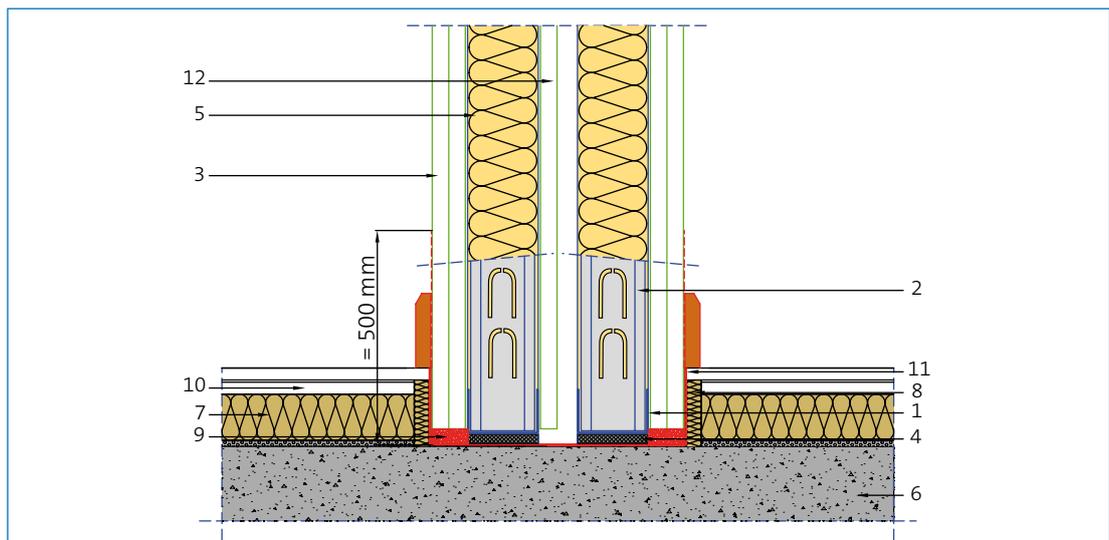
Trasdosado sobre capa de compresión



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Hoja de fábrica o de hormigón.
- 8 - Guarnecido de yeso Placo.
- 9 - Aislante a ruido de impacto.
- 10 - Junta para ruptura de puente acústico y térmico.
- 11 - Sellado elástico impermeable (opcional).
- 12 - Solera seca.
- 13 - Film de plástico de protección (solo necesario en solados húmedos, ej. solera de hormigón).

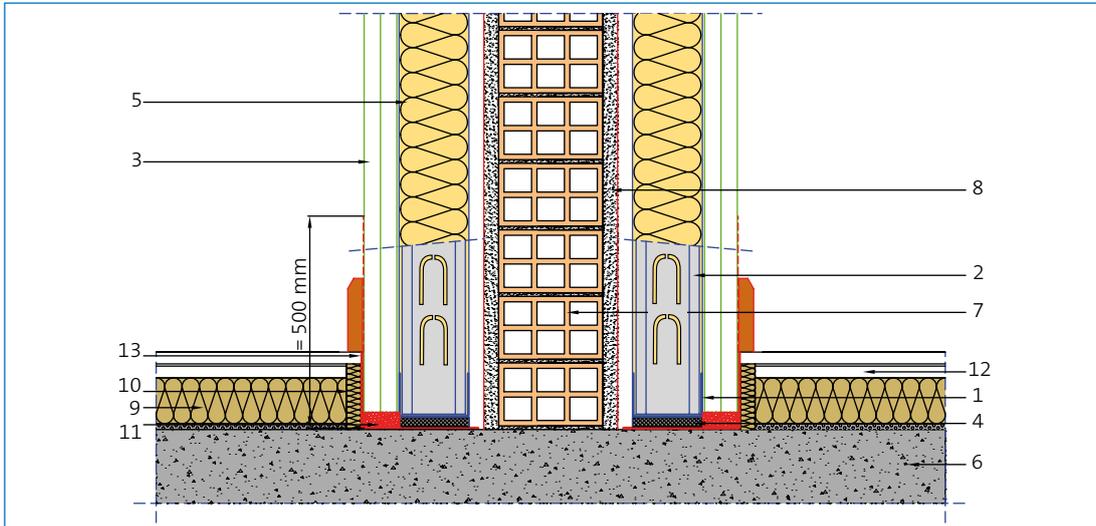
11.3 TABIQUES DE SEPARACIÓN. DETALLES ENCUENTRO CON FORJADO INFERIOR

Solución sobre capa de compresión



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Aislante a ruido de impacto.
- 8 - Junta para ruptura de puente acústico y térmico.
- 9 - Sellado elástico impermeable (opcional).
- 10 - Solera seca.
- 11 - Film de plástico de protección (solo necesario en solados húmedos, ej. solera de hormigón).
- 12 - Placa de yeso laminado Placo colocada entre las dos estructuras.

Trasdosado a dos caras de elemento cerámico sobre capa de compresión

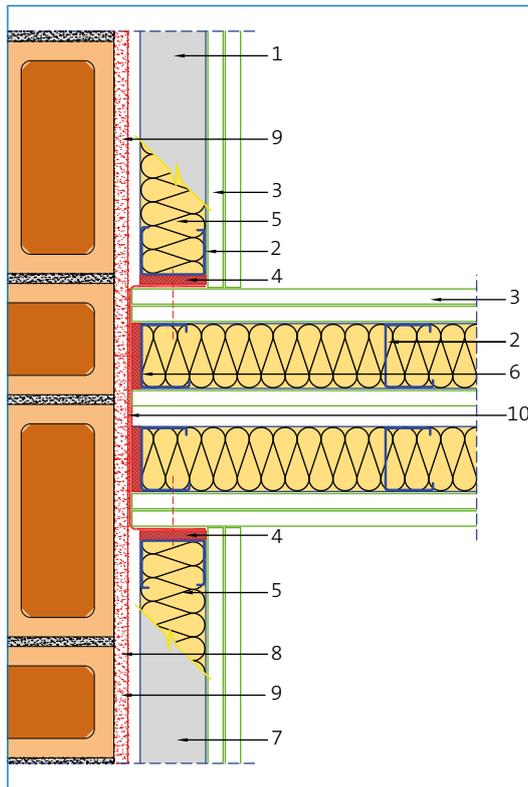


- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 - Raíl Placo. | 8 - Guarnecido de yeso Placo. |
| 2 - Montante Placo. | 9 - Aislante a ruido de impacto. |
| 3 - Placas de yeso laminado Placo. | 10 - Junta para ruptura de puente acústico y térmico. |
| 4 - Banda Estanca | 11 - Sellado elástico impermeable (opcional). |
| 5 - Absorbente Acústico (Placover). | 12 - Solera seca. |
| 6 - Forjado. | 13 - Film de plástico de protección (solo necesario en solados húmedos, ej. solera de hormigón). |
| 7 - Hoja de fábrica o de hormigón. | |



11.4 ENCUENTRO CON TABIQUES

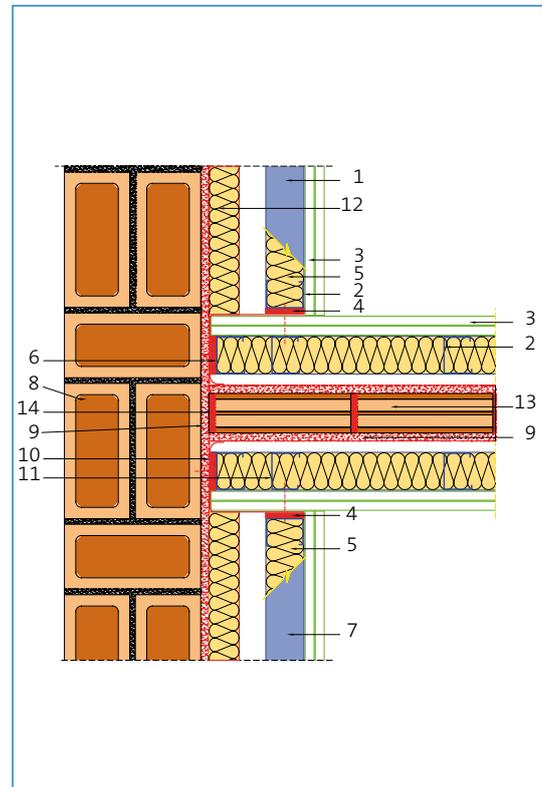
Tabique de placa de yeso



Leyenda

- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Montante Placo de arranque.
- 7 - Cámara de aire.
- 8 - Muro de fachada.
- 9 - Guarnecido de yeso Placo.
- 10 - Lámina film o imprimación impermeable (solo en muros exteriores).

Tabique con trasdosado a dos caras

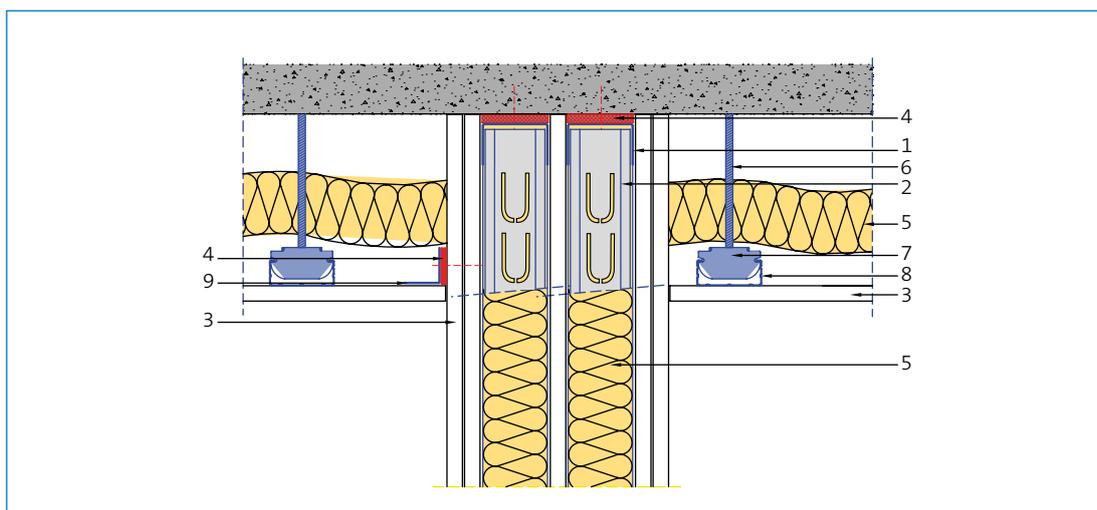


- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Montante Placo de Arranque.
- 7 - Cámara de aire.
- 8 - Muro de fachada.
- 9 - Guarnecido con yeso Placo.
- 10 - Lámina film o imprimación impermeable (solo en muros exteriores).
- 11 - Montante Placo para el encuentro.
- 12 - Absorbente acústico en muro de fachada.
- 13 - Hoja de fábrica o de hormigón.
- 14 - Mortero hidrofugado.

DETALLES CONSTRUCTIVOS EN
FORMATO jpg y dwg
DISPONIBLES EN PRESTO/ACAE EN
www.placo.es

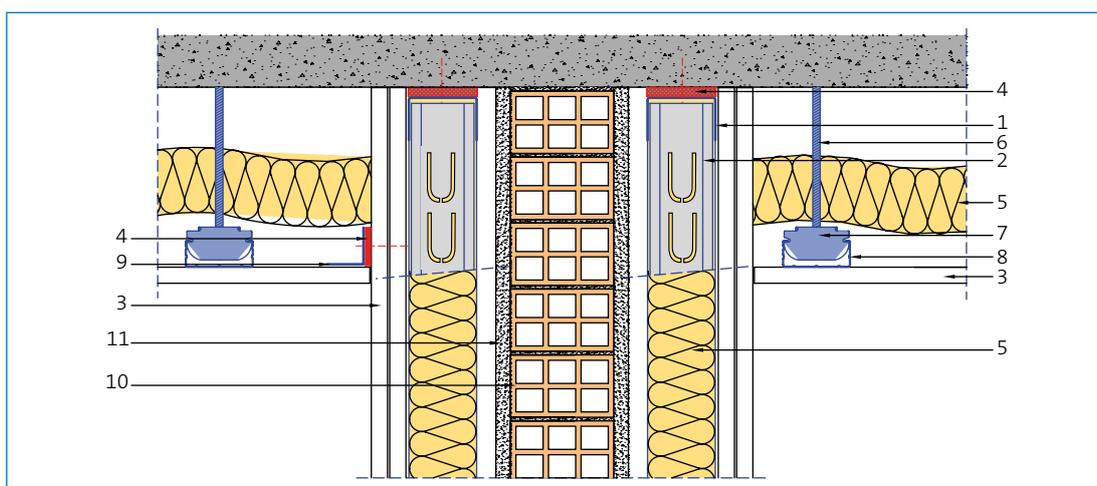
11.5 ENCUENTRO DE TABIQUE CON TECHO SUSPENDIDO

Tabique de placa de yeso



- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 - Raíl Placo. | 6 - Varilla roscada. |
| 2 - Montante Placo. | 7 - Horquilla F-530. |
| 3 - Placas de yeso laminado Placo. | 8 - Perfil F-530. |
| 4 - Banda Estanca. | 9 - Perfil perimetral Angular CR2. |
| 5 - Absorbente Acústico (Placover). | |

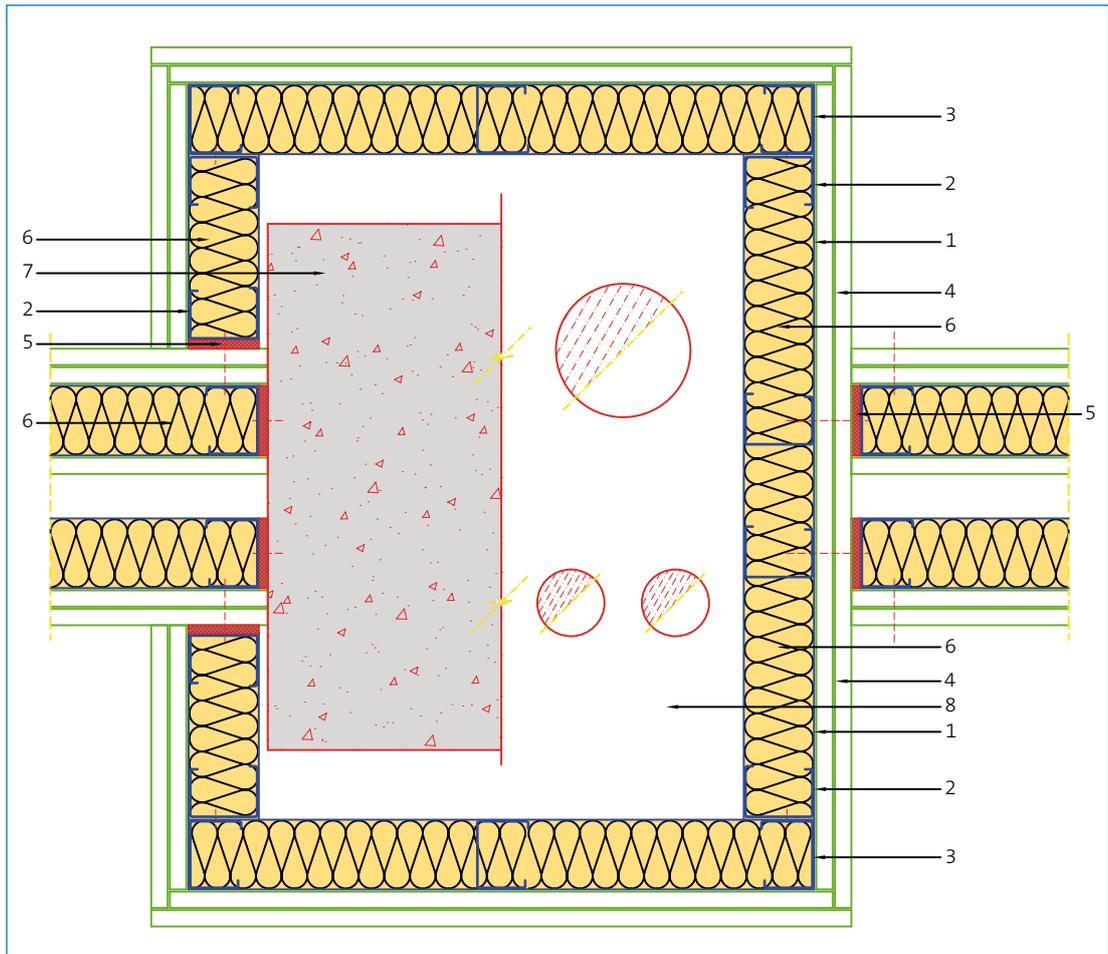
Trasdosado a dos caras de elemento cerámico



- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 - Raíl Placo. | 7 - Horquilla F-530. |
| 2 - Montante Placo. | 8 - Perfil F-530. |
| 3 - Placas de yeso laminado Placo. | 9 - Perfil perimetral Angular CR2. |
| 4 - Banda Estanca. | 10 - Hoja de fábrica o de hormigón. |
| 5 - Absorbente Acústico (Placover). | 11 - Guarnecido con yeso Placo. |
| 6 - Varilla roscada. | |

11.6 DETALLE ENCUESTRO DE TABIQUE CON VIGAS, PILARES Y HUECOS PARA PASO DE INSTALACIONES

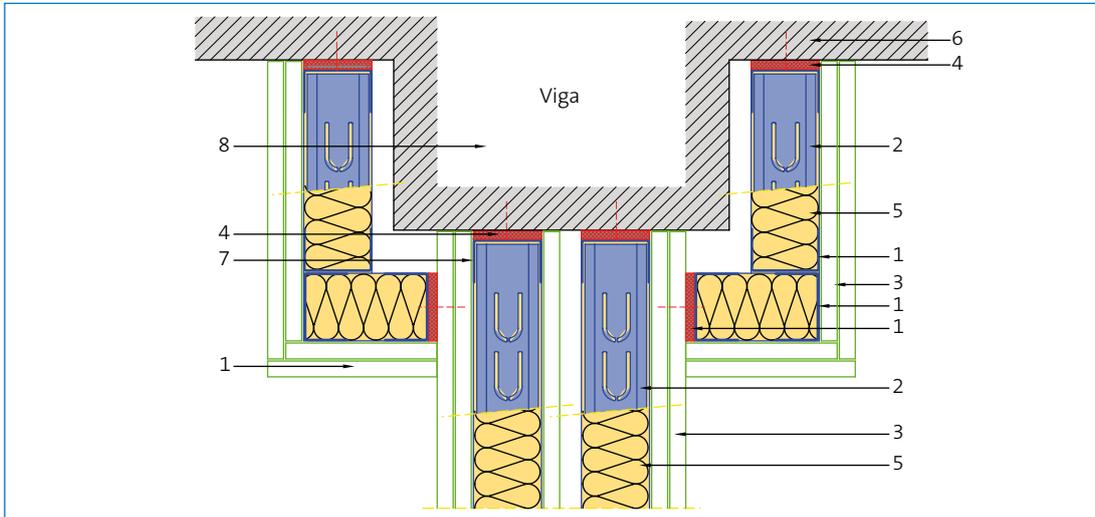
Encuentro con pilares y huecos para pasos de instalaciones



- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo de arranque.
- 3 - Montante Placo en esquina.
- 4 - Placas de yeso laminado Placo.
- 5- Banda Estanca.
- 6- Absorbente Acústico (Placover).
- 7- Pilar.
- 8- Hueco destinado para su uso en instalaciones.

DETALLES CONSTRUCTIVOS EN
 FORMATO jpg y dwg
 DISPONIBLES EN PRESTO/ACAE EN
www.placo.es

Encuentro con vigas

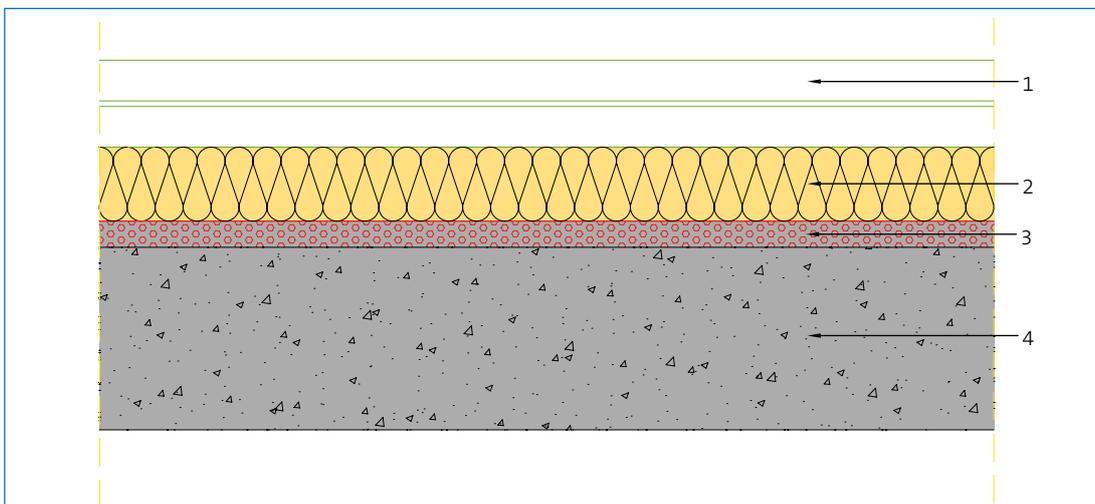


- 1 - Raíl Placo.
- 2 - Montante Placo de arranque.
- 3 - Placas de yeso laminado Placo.
- 4 - Banda Estanca.
- 5 - Absorbente Acústico (Placover).
- 6 - Forjado.
- 7 - Raíl Placo.
- 8 - Viga.

DETALLES CONSTRUCTIVOS EN
 FORMATO jpg y dwg
 DISPONIBLES EN PRESTO/ACAE EN
www.placo.es

11.7 SOLERA FLOTANTE

Solera flotante. Material elástico apoyado sobre base niveladora



- 1 - Solera seca.
- 2 - Aislante a ruido de impacto.
- 3 - Base Niveladora.
- 4 - Forjado.



12.1 GENERALIDADES

Las juntas entre placas en los sistemas de placa de yeso laminado, son una característica intrínseca de este tipo de sistemas. El tratamiento de juntas mediante cinta y pasta de juntas Placo, tiene como objeto garantizar la unión, la continuidad y el correcto acabado de los paramentos, en tabiques, techos y trasdosados, así como unir el sistema de placa de yeso a otros elementos de la obra.

Sólo la correcta combinación de los productos Placo para el tratamiento de juntas asegura su compatibilidad, y por tanto, un acabado adecuado de los sistemas constructivos ejecutados con ellos.

Los materiales Placo que intervienen en el tratamiento de juntas son:

- Pastas de juntas, pudiéndose ser de secado o de fraguado. Su formulación asegura la total compatibilidad con las placas de yeso laminado Placo, así como su adherencia a la Cinta de Juntas y Cinta armada Placo.
- Cinta de juntas microperforada.
- Cinta armada.
- Esquineros metálicos o de PVC.
- Placofinish.



Para más información consultar los capítulos Pastas de Juntas y Accesorios.

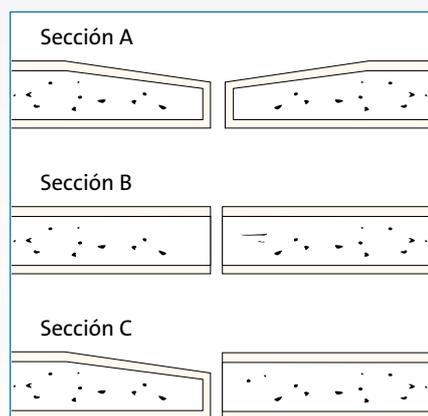
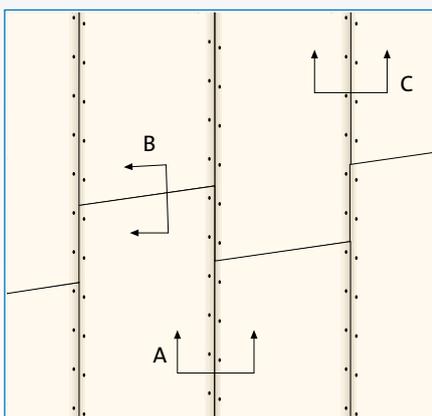


12.2 TIPOS DE JUNTAS

Juntas Planas

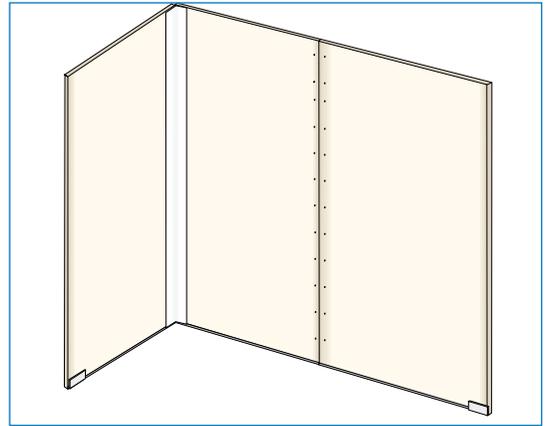
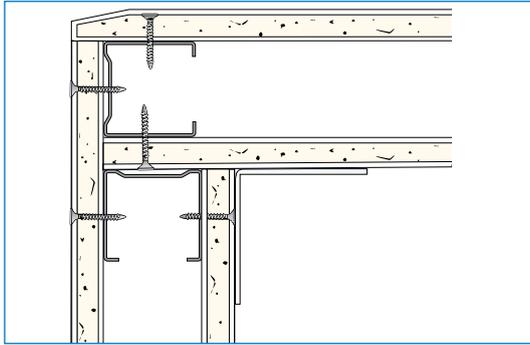
Por lo general, las placas contiguas forman una junta longitudinal según su borde afinado (Sección

A) y transversal en sus extremos (Sección B). En los ajustes o encuentros finales de los sistemas constructivos se pueden formar juntas mixtas entre bordes afinados y cortados (Sección C).



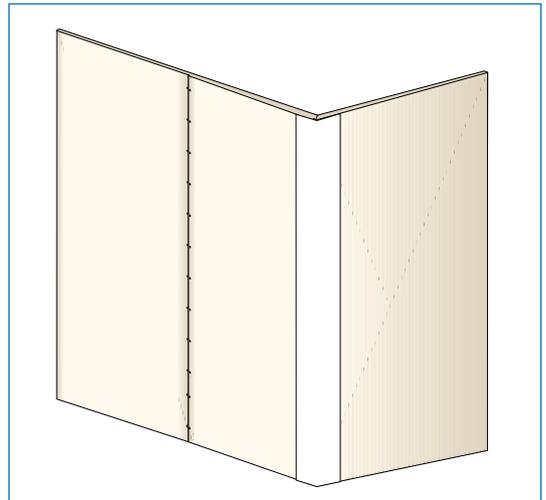
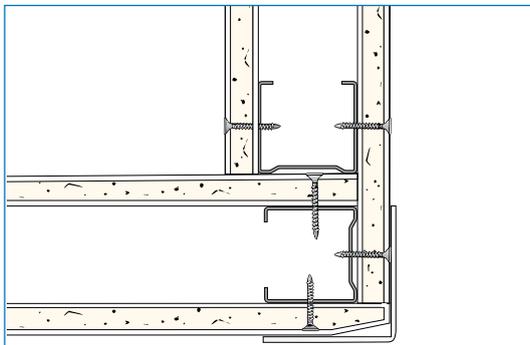
Juntas de rincón

Se ejecutan con la Cinta de juntas doblada en el ángulo que conforma el rincón.



Juntas de esquina

Se ejecutan con la Banda armada doblada en el ángulo que conforma la esquina. También se puede emplear los Esquineros metálicos o de PVC para reforzar el ángulo de la esquina.

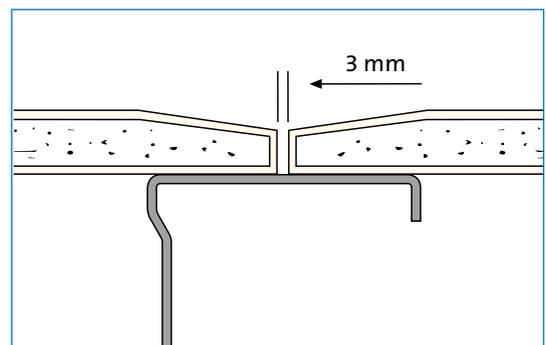


12.3 REQUISITOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LAS JUNTAS

JUNTAS DE ESQUINA

Previa a la ejecución de cualquier junta, se tendrá en cuenta:

- Las placas de yeso estarán firmemente fijadas, con el número adecuado de tornillos.
- Las cabezas de los tornillos estarán rehundidas por debajo del plano de la placa, no existiendo alrededor de ellas fragmentos de papel levantados en exceso. Se enmasillarán con pasta de juntas.



- Las separación entre los bordes de las placas no será mayor de 3 mm. En caso contrario, será necesario realizar un emplastecido previo a la ejecución del tratamiento de juntas.
- En los sistemas Placo ha de existir siempre un perfil bajo las juntas entre placas.
- En los trasdosados directos, las pelladas del borde de cada placa se situarán lo mas cerca posible de estos.
- Se comprobarán y repararán los pequeños fallos o deterioros que presente la superficie de actuación, saneándolas si fuera necesario. Se rellenará con Pasta de agarre las posibles roturas.
- Las superficies estarán secas, limpias de polvo y libres de grasa o cualquier otro material empleado en la obra. En ningún caso se pintará la superficie de las placas de yeso laminado antes de realizar el tratamiento de las juntas.

Cuando los sistemas de placa de yeso acometan a

otras unidades de la obra que presenten una muy alta absorción, o una dudosa adherencia, se tratará la superficie de contacto con:

- Iberprimer: Imprimación de adherencia para la aplicación de revestimientos de yeso o pastas de juntas sobre soportes con elevada o media absorción.
- Iberkontak: Puente de unión para aplicación de revestimientos de yeso o pastas de juntas sobre soportes con media o baja capacidad de absorción, como son antiguas pinturas, hormigón, etc.

En el caso de sistemas de dos o más placas de yeso por cara, y en los que se exija resistencia al fuego (EI) o altas prestaciones acústicas, el tratamiento de juntas también deberá realizarse en las capas interiores de placas, con al menos una carga de pasta y asentado de la cinta de juntas, si así se indica en el correspondiente informe de ensayo

12.4 TIPOS DE TRATAMIENTOS DE JUNTAS Y EJECUCIÓN

En función de los materiales que se emplean para el tratamiento de las juntas, existen dos sistemas posibles de tratamientos de juntas:

- **Con cinta de papel:** Es el más habitual, y el que se ha de emplear con las placas de yeso laminado de bordes afinados. En la depresión creada en su borde, se alojan tanto la cinta de papel como la pasta de juntas, empleándose tanto pastas de secado como de fraguado. Este procedimiento también es el empleado para el tratamiento de los bordes transversales de las placas de bordes longitudinales afinados.
- **Sin cinta de papel:** Junta que se ejecuta sin el empleo de cinta de papel. La pasta de juntas ha de ser específica (Pasta de juntas de fraguado Vario), empleándose por ejemplo en el caso de placas de yeso de bordes longitudinales cuadrados, como es el caso de las placas Glasroc F, o Rigiton.

Según la aplicación, el tratamiento de juntas puede ser:

- **Manual:** Se utiliza para el tratamiento de juntas con y sin cinta de papel, empleándose tanto pas-

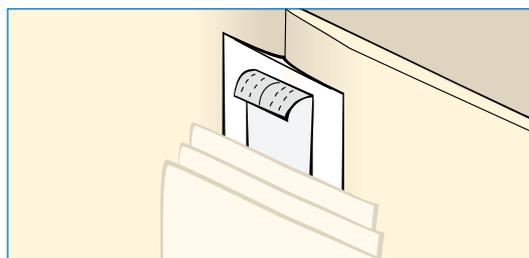
tas de secado como de fraguado.

- **Mecánico:** Se emplea exclusivamente para el tratamiento de juntas con cinta de papel, empleándose únicamente pastas de juntas de secado, y nunca de fraguado.

Ejecución manual de juntas con cinta de papel

Las fases de ejecución del tratamiento de juntas manual con cinta de papel son:

- Vertido del contenido del saco en un recipiente limpio, espolvoreando el material sobre agua limpia. Se ha de respetar el factor de amasado agua / yeso que se indica en el saco del producto. Se dejará reposar el contenido del cubo antes de su amasado.



- Amasado mecánico de la pasta, dejando reposar la mezcla aproximadamente 10 minutos. Estas dos primeras fases no son de aplicación en el caso de que se emplee pasta de juntas preparada Placomix.
- Aplicación de una primera mano de pasta de relleno, mediante el empleo de una espátula. Tanto en esta aplicación como en las siguientes, no se deben rebasar los bordes afinados de la placa.



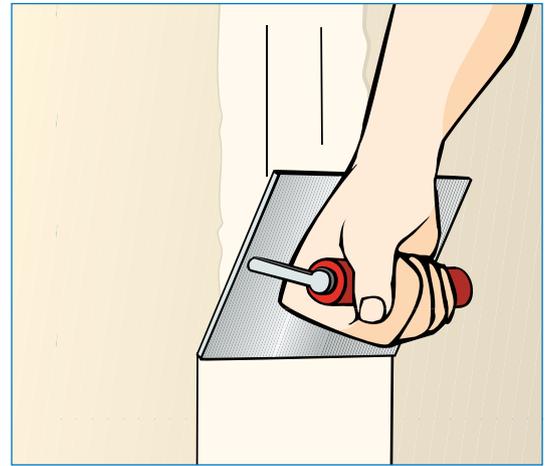
- Una vez seca esta primera capa de pasta, se procederá a aplicar una segunda mano.



- A lo largo de esta capa de pasta, se colocará la cinta de juntas de papel microperforado Placo, perfectamente centrada con respecto al eje de la junta.



- Una vez seca la segunda capa, se procederá a aplicar una tercera capa.



- Una vez pegada la cinta de papel, se presionará con la espátula, de modo que el aire se expulse, y quedando bajo ella solo la suficiente cantidad de pasta para un buen pegado.



- Si fuera necesario, incluso se puede aplicar una cuarta capa de pasta de juntas.

Las uniones de paramentos de placa de yeso Placo a la obra bruta, se resolverán también con materiales semirígidos, como es el caso de la combinación de pasta de juntas más cinta de papel Placo, teniendo en cuenta la porosidad o absorción del material que constituye la obra bruta.

Si se requiere un acabado superficial extremadamente liso, se podrá realizar un lijado cuidadoso de las juntas, una vez estén totalmente secas. Se empleará para ello una lija fina, sólo sobre la pasta de juntas, evitando dañar la celulosa de la placa de yeso de alrededor.



No se recomienda el lijado mecánico, ya que puede dañar la celulosa adyacente a la Pasta de Juntas. Además, puede eliminar excesivamente la pasta del tratamiento de juntas, dejando desprotegida a la cinta de papel, ocasionando problemas en el acabado de la decoración posterior.

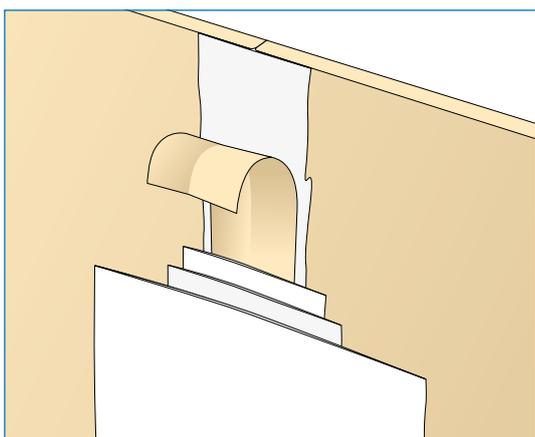
En el caso del tratamiento de juntas de bordes cortados de placas, el tratamiento se realizará de igual modo que lo expuesto para placas de bordes afinados, teniendo en cuenta que se ha de ejecutar realizando un tendido de mayor anchura, con el fin de disimular el regreuso que la pasta crea en la zona de la junta.

- Vertido del contenido del saco en un recipiente limpio, espolvoreando el material sobre agua limpia. Se ha de respetar el factor de amasado agua / yeso que se indica en el saco del producto. Se dejará reposar el contenido del cubo antes de su amasado.
- Amasado mecánico de la pasta, dejando reposar la mezcla aproximadamente 10 minutos.
- Aplicación de una primera mano de pasta mediante el empleo de una espátula.
- En caso de que sea necesario se podrá aplicar una segunda y tercera capa de pasta, una vez esté seca la capa anterior.
- Si la decoración final así lo exige, se lijará la superficie tratada para eliminar posibles escalones entre el tratamiento de la junta y la superficie de la placa.

Ejecución mecánica de juntas con cinta de papel

Las fases de ejecución con la maquinaria para juntas, son idénticas a las de ejecución manual, salvo que para la primera fase del tratamiento de juntas se utiliza la encintadora automática.

Este aparato, también conocido como “bazooka” aplica a la vez la cinta y la pasta para el pegado de la cinta de papel, suministrando el material necesario de forma uniforme.

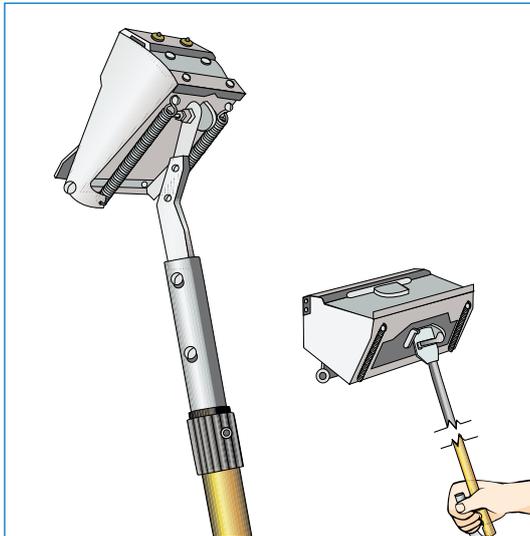


Ejecución manual de juntas sin cinta de papel

Se emplea únicamente para el tratamiento de placas de bordes longitudinales cuadrados o para las placas GlasRoc F y siempre con la Pasta de juntas Vario. La ejecución se realizará en las fases siguientes:



Las distintas capas posteriores se realizan mediante cajas especiales de distintas anchuras. Estas cajas, mediante un automatismo regulable, proporcionan la cantidad adecuada de pasta al deslizarse a lo largo de la junta.

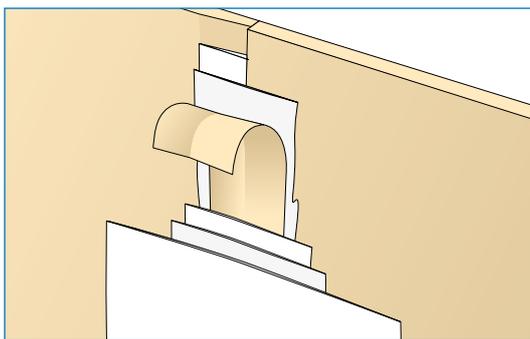


Para el tapado de las cabezas de los tornillos se utiliza la caja adecuada, que a diferencia del tratamiento manual, pasa a lo largo de todas las líneas de los tornillos de una manera continua.

Puntos singulares

- Juntas entre placas de borde afinado y borde cuadrado.

Se procederá como se indica en la figura, rellenando previamente el borde afinado con mortero adhesivo MAP, hasta alcanzar el plano de la placa de borde cuadrado.

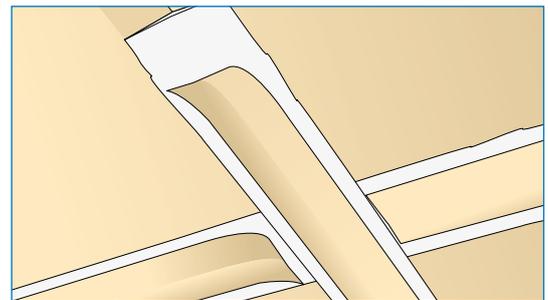


- Intersección de juntas.

Se evitará que las cintas de papel se crucen o solapen entre sí, para evitar regresos en las juntas. Las cintas de papel quedarán a tope. Si no es posible, la separación máxima entre cintas de papel será de 5 mm.

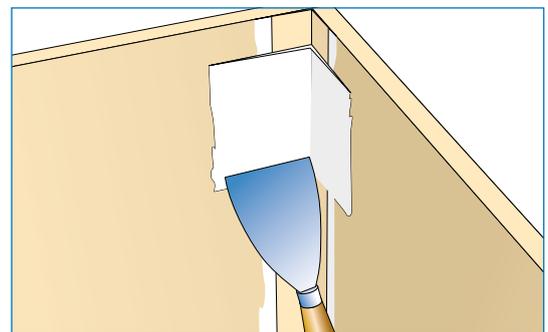
El empleo de placas de cuatro bordes afinados, permite obtener unos mejores acabados del tratamiento de juntas, sobre todo bajo la acción de la

luz rasante en grandes paramentos verticales o en techos. Con estas placas se podrán obtener superficies perfectamente planas, sin regresos en sus bordes transversales.



- Ángulo entrante.

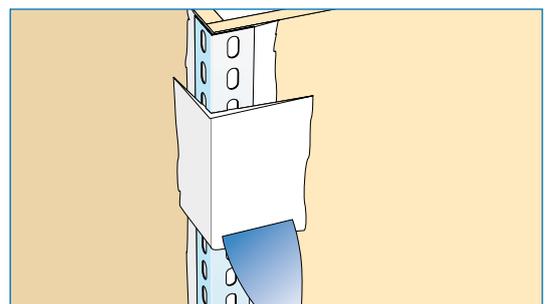
Se realizarán las mismas operaciones que las descritas anteriormente, teniendo en cuenta que para una mejor ejecución, se recomienda el empleo de una paleta de ángulos.



- Ángulo saliente.

La protección de ángulos salientes verticales como es el caso de las esquinas, se realizará con el empleo de la Banda armada o con los Esquineros de plástico o metálicos.

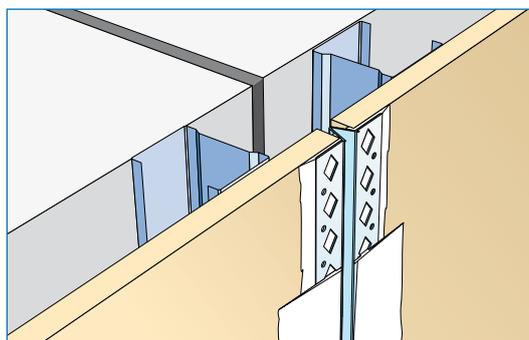
Los refuerzos metálicos deberán apoyar completamente sobre las placas de yeso, no dejando holguras.



• Juntas de dilatación.

La función de las juntas de dilatación es absorber las variaciones dimensionales de los sistemas constructivos, eliminando los riesgos de fisuras debidos a los movimientos de origen térmico.

La junta de dilatación Placo se coloca en el hueco que a tal efecto se deja entre las placas (Separación entre los bordes de las placas de 10 a 15 mm). Antes de la aplicación de la capa definitiva de pasta de juntas, la junta de dilatación se fijará provisionalmente a las placas de yeso.



Además, se dispondrán juntas de dilatación propias de los sistemas de placa de yeso cada:

- En tabiques cada 15 m.
- En trasdosados y techos continuos cada 11 m.

En los paramentos de dimensiones importantes, se recomienda realizar juntas de dilatación coincidentes con las propias de la estructura del edificio.

Elección de la pasta de juntas

Producto	PASTAS DE FRAGUADO				PASTAS DE SECADO		
	PR 1	PR 2	PR 4	Vario	SN	SN PREMIUM	PLACOMIX
Tiempo de fraguado	1 hora	2 horas	4 horas	40 minutos aprox.	12 h / 48 h depende del clima	12 h / 48 h depende del clima	12 h / 48 h depende del clima
Tiempo de utilización una vez mezclado	1 hora	2 horas	4 horas	40 minutos aprox.	Varios días con el recipiente cerrado	Varios días con el recipiente cerrado	-
Temperatura para su correcto uso	5°-25°	5°-25°	5°-25°	5°	>5°C	>5°C	>5°C
Tiempo de reposo de la mezcla	5 minutos	10 minutos	10 minutos	3-5 minutos	10 minutos	10 minutos	-
Factor amasado (agua/yeso)	17 l/25 kg	17 l/25 kg	17 l/25 kg	2,5 l/5 kg	13-14 l/25 kg	13-14 l/25 kg	-
Acondicionamiento	Sacos de 25 kg	Sacos de 25 kg	Sacos de 25 kg	Sacos de 5 kg	Sacos de 25 kg	Sacos de 25 kg	Cubo de 5 kg o 25 kg
Reacción al fuego	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Pegado de cintas	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Relleno de la junta	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Acabado de la junta	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Aplicación manual	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Aplicación mecánica	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI

12.5 NIVELES DE CALIDAD EN EL ACABADO DE SUPERFICIES

A la hora de evaluar el nivel de acabado o la calidad de la ejecución de las juntas entre placas de yeso, por lo general se aplican con frecuencia criterios subjetivos que se basan en la planeidad de la superficie conseguida, así como por las marcas en la superficie del cartón y en las juntas bajo la incidencia de la luz rasante.

No obstante, en grandes paramentos sometidos a efectos de luz rasante (ya sea natural o artificial) y que además presentan juntas entre testas de placas, conseguir disimular las juntas longitudinales y sobre todo las transversales, puede presentar cierta dificultad.

Así pues, si en el momento de evaluar o recibir las superficies terminadas se va a recurrir a condiciones de luz especial, como por ejemplo es el caso de luz rasante (natural o artificial), se deberá indicar esta circunstancia antes de la realización del tratamiento de las juntas y de los emplastecidos de las cabezas de tornillos.

Por tanto, dependiendo del grado de planeidad requerido, del tipo de luz y de cómo va a incidir ésta en

la obra, se debe planificar el tipo de acabado, y con ello establecer los materiales a emplear, las tolerancias dimensionales de los mismos y las dificultades de aplicación. No obstante, se han de tener en cuenta las limitaciones propias de la realización del tratamiento de las juntas en obra, así como que es difícil conseguir superficies libres de cualquier sombra.

Para la elección del sistema de acabado se tendrá en cuenta, ya desde la fase de Proyecto, lo siguiente:

- Número y espesor de las placas que componen el sistema constructivo.
- Condiciones climáticas de temperatura y humedad de la obra (Ver apartado 7.2 Requisitos previos a la ejecución del tratamiento de juntas de este Manual).
- El tipo de revestimiento que se va aplicar sobre el paramento de placa de yeso (alicatados, papeles pintados, pinturas, etc.).
- Condiciones de iluminación de la obra terminada.

También se ha de tener en cuenta que antes de la decoración final de los paramentos de placa de yeso



laminado, deberá aplicarse sobre toda la superficie una capa de imprimación, producto de base compatible con el soporte y con los revestimientos.

Por último, indicar que los términos genéricos que se indican en la descripción de las unidades de obra de placa de yeso laminado como “listo-para-pintar”, “preparado para su recubrimiento” y otros términos similares, al no ser específicos ni técnicos, no se deben emplear para la descripción del nivel de calidad requerido. Estos términos contradicen el principio básico del texto de la prescripción, que requiere precisión objetiva. Sólo deberán emplearse los términos Q1, Q2, Q3 o Q4, que se exponen a continuación. Si el Proyecto no indica ningún dato sobre lo aquí expuesto, se ha de considerar que el nivel de calidad exigido es Q2.

Se establecen por tanto cuatro niveles de acabado para los sistemas de placa de yeso laminado según recomendación de Eurogypsum (Federación Europea de Asociaciones Nacionales de la Industria del yeso, de la cual ATEDY es miembro):

Nivel de Calidad 1 (Q1):

Se emplea en aquellas superficies que no precisan cumplir requisitos decorativos.

El acabado según el Nivel de Calidad Q1 incluye:

- El asentado sobre pasta de juntas y planchado de la cinta entre las placas de yeso laminado.
- El recubrimiento de las partes visibles de las cabezas de los tornillos de sujeción.

El exceso de pasta de juntas debe eliminarse y se admiten estrías, rebabas y marcas de las herramientas empleadas. Se tratarán los bordes extremos del paramento con pastas de juntas y cintas guardavivos.

Cuando esté previsto que las superficies vayan a ser alicatadas, bastará con realizar un solo tratamiento con pasta y cinta de juntas.

Nivel de Calidad 2 (Q2):

Nivel de terminación estándar que responde a las exigencias habituales en paredes y techos.

El objetivo principal de este Nivel de Calidad es enrasar la superficie alrededor de las juntas para asegurar una transición continua en el paramento. Con este mismo fin también se tratan de la misma

manera los accesorios, esquinas, y encuentros con otros materiales.

El acabado según el Nivel de Calidad Q2 incluye:

- Las operaciones descritas en el nivel de acabado Q1.
- Una segunda carga de pasta de juntas de terminación, para lograr una transición continua entre la superficie de la placa y la zona del tratamiento de juntas. Si fuera necesario, estas zonas se podrían lijar.

Con esta calidad no se podrán evitar rebabas, raspaduras ni huellas producidas por las herramientas de aplicación del tratamiento de juntas.

Las superficies acabadas con el Nivel de Calidad Q2 son adecuadas para:

- Recubrimientos con una textura media o tosca, por ejemplo el papel pintado con fibras bastas.
- Recubrimientos con pinturas mates, de relleno o de acabado medio o tosco (por ejemplo, pinturas de pasta gruesa) que se aplican manualmente o con rodillos de lana o sintéticos.
- Recubrimientos de acabado con granulometría superior a 1 mm.

Si se elige un Nivel de Calidad Q2 como soporte para revestimientos de los paramentos con pinturas y papeles pintados, no se podrá excluir la aparición de contrastes, especialmente bajo los efectos de la luz rasante. La disminución de estos contrastes se puede conseguir adoptando el Nivel de Calidad Q3.

Nivel de Calidad 3 (Q3):

Se emplea para la realización de superficies de más calidad, para lo cual se precisan operaciones más complejas que las que se realizan para el Nivel de Calidad Q2.

El acabado según el nivel Q3, supone:

- Las operaciones descritas en el nivel de acabado Q3.
- Una tercera mano de acabado de juntas más ancha que la anterior, alisando la junta de forma más intensiva.
- Un alisado del resto de la superficie con el fin de tapar los poros.

Si es necesario se lijarán las zonas emplastecidas.

No deberán apreciarse rebabas, raspaduras, ni huellas de las herramientas. Aunque es imposible evitar las marcas que aparecen bajo los efectos de la luz rasante, siempre serán menores que las que se aprecian en el Nivel de Calidad Q2.

Este tipo de superficies, una vez secas, son adecuadas para:

- Revestimientos de paramentos con pinturas finas.
- Pinturas y revestimientos mates de estructura fina. Acabados con tamaño de partículas de máximo 1 mm.

Nivel de Calidad 4 (Q4):

Para obtener un acabado óptimo hay que aplicar, sobre toda la superficie, una pasta de juntas o un enlucido de capa fina. Para este nivel de acabado está especialmente diseñado el Placofinish.

El acabado según el nivel Q4, supone:

- El nivel de acabado de calidad Q2.
- La aplicación de un producto de finalización o enlucido especial para paramentos de Placa de Yeso Laminado de capa fina, con espesor medio de la capa superior a 1 mm (ver apartado 12.6 Tratamiento con Placofinish).

Las superficies acabadas con el Nivel de Calidad Q4 son adecuadas para:

- Revestimientos de paramentos lisos o brillantes, como por ejemplo papeles pintados vinílicos o metalizados.
- Barnices, pinturas o revestimientos de brillo medio.
- Técnicas de estuco u otras técnicas de enlucidos alisados.

El tratamiento de las superficies según las especificaciones que precisa este nivel de calidad reduce el riesgo de marcas y sombras en las juntas de la superficie de las placas. Cuando la luz rasante incida sobre la superficie acabada, los efectos no deseados (por ejemplo sombras o marcas locales) se reducen de forma importante, aunque es posible que no desaparezcan por completo, ya que la incidencia de la iluminación varía, y estos efectos no pueden ser controlados en su totalidad. En cualquier caso habrá que conocer previamente las condiciones previstas de iluminación de la obra una vez acabada, y tenerlas en cuenta desde su inicio.

Además hay que tener en cuenta los límites de la propia obra, ya que es imposible realizar superficies con un aspecto perfectamente liso y libre de sombras.

En algunos casos puede ser preciso tomar medidas adicionales para preparar la superficie final de acabado, como por ejemplo para:

- Revestimientos brillantes.
- Lacas.
- Papeles pintados barnizados.



12.6 TRATAMIENTO CON PLACOFINISH

El tratamiento de los paramentos de placa de yeso laminado con Placofinish, es la solución Placo para alcanzar el nivel de acabado Q4.



Placofinish, es una pasta en base de escayola, convenientemente aditivada, que permite obtener acabados excepcionales y de bajo espesor (2,5 mm) sobre todas las superficies de Placa de Yeso Laminado. Diseñado especialmente para el recubrimiento superficial de las Placas de Yeso Laminado, se consigue en la misma aplicación el tratamiento de las juntas y el emplastecido de los tornillos.

Su uso ofrece las siguientes ventajas:

- Recubrimiento total del sistema de placa de yeso: Con una sola operación se evitan la visualización de juntas y tornillos con luces indirectas.
- Homogeneidad de las superficies: todo el paramento queda con el mismo acabado garantizando la continuidad cromática con cualquier tipo de pintura.
- Superficies resistentes y duraderas: Aplicado sobre una placa de yeso del tipo estándar permite obtener unas prestaciones en cuanto a resistencia al impacto similares a las de las placas PHD.



- Alta resistencia al roce y al rayado: Su alta dureza superficial (50 Shore D) proporciona una gran durabilidad a la superficie.
- Eliminación de posibles defectos de montaje: Permite corregir pequeñas irregularidades.
- Superficie lista para ser pintada: Su nivel de acabado minimiza las operaciones de preparación previas al pintado.
- Acabado de aspecto tradicional: Sistema innovador con estética tradicional.

La ejecución de paramentos revestidos con Placofinish se realizará en las fases siguientes:

- Vertido del contenido del saco en un recipiente limpio, añadiendo progresivamente el contenido del saco a la vez que se mezcla mecánicamente. Se ha de respetar el factor de amasado agua / yeso que se indica en el saco del producto.
- Amasado mecánico de la pasta, hasta conseguir una pasta cremosa y homogénea.
- Aplicación sobre la junta de la cinta de malla Placofinish y relleno de las juntas con Placofinish.
- Extendido de forma homogénea y sobre todo el paramento de placa de yeso de aproximadamente 2,5-3 mm de producto.
- Alisado de la superficie cuando esta capa tenga un tacto húmedo, pero no manche. En función de la temperatura ambiente esta operación se realizará pasados 35-40 minutos del extendido de la capa de Placofinish.
- Transcurridos otros 15-20 minutos (Según la temperatura ambiente), y cuando esta última capa tenga nuevamente un tacto húmedo pero no manche, se pasará la llana seca y sin producto para alisar toda la superficie y eliminar posibles irregularidades en la aplicación.
- Asentado con agua mediante el empleo de una brocha empapada. Se salpica la superficie tratada para humedecerla y se pasa nuevamente la llana sin producto para eliminar la aspereza superficial y conseguir un óptimo acabado.
- Si se requiere un acabado con brillo, se apretará mediante el empleo de una llana toda la superficie seca.



13.1 GENERALIDADES

Las placas de yeso laminado Placo son soportes que se encuentran habitualmente en la construcción, permitiendo diferentes acabados como son pintura, revestimientos, alicatados, etc. Es necesario seguir una serie de recomendaciones para conseguir el nivel de terminación exigido en obra.

Los paramentos realizados con Placa de Yeso Laminado se acaban a base de dos tipos de materiales: por un lado la Pasta de Juntas empleada en el tratamiento de juntas y sobre las cabezas de tornillos, y por otro la celulosa de la placa.

Puesto que la absorción de estos dos materiales es ligeramente diferente, así como el tono de su color y su textura, es imprescindible aplicar en todos los casos una imprimación que homogeneice los citados conceptos (absorción, textura y color) de modo que se facilite el poder cubriente de la decoración posterior.

La calidad de la imprimación a aplicar vendrá determinada por el tipo de acabado posterior y por la calidad de la terminación que se exija al paramento de placa de yeso laminado, siendo necesario que el fabricante de la pintura o decoración posterior la garantice.

Salvo indicación en contra por parte del fabricante del sistema de pintado, una primera mano de pintura, más o menos diluida, no debe considerarse como imprimación previa.

Los paramentos de placa de yeso laminado, como cualquier otro paramento ejecutado con otros tipos de materiales, necesitan de un repaso específico y complementario previo a la aplicación de su terminación. Estas labores han de ser realizadas por el especialista que va a aplicar la terminación final (ya sea pintado o empapelado), puesto que es el máximo conocedor de las necesidades que ha de tener el soporte y que son necesarias para lograr las calidades requeridas en obra.

En el caso de que se haya procedido al lijado de las juntas, es imprescindible una limpieza a fondo del polvo que se haya depositado en los paramentos, ya que se pueden originar importantes problemas en la decoración posterior.

De igual modo, es necesario realizar una limpieza exhaustiva en los paramentos de placa de yeso del

posible polvo depositado en ellos debido a operaciones de lijado de tarimas o parqués, corte y repaso de carpinterías, solados, plaquetas, etc.

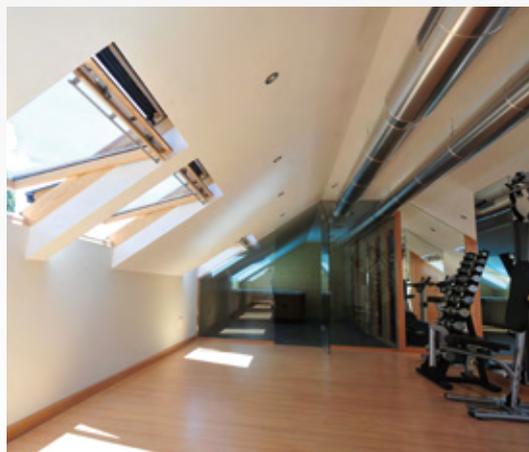
LUZ SOLAR

Si los paramentos de placa de yeso van a estar expuestos durante un tiempo excesivo a la acción de la luz solar antes de su decoración definitiva (**Ver apartado 7.3. de este manual**), éstos deberán cubrirse obligatoriamente con una imprimación de alto poder cubriente y estanca, de manera que queden protegidos de la acción de la luz solar, puesto que en caso contrario, es posible que se de lugar al fenómeno conocido como decoloración del cartón.

Esta imprimación deberá ser recomendada por el fabricante de pinturas, siendo por lo general pinturas antihumos, tixotrópicas y preferiblemente algo pigmentadas.

Si a pesar las recomendaciones de Placo, las superficies de las placas han estado expuestas largo tiempo a la luz solar y desarrollan el problema de la decoloración del cartón, esta situación se puede solucionar aplicando la misma imprimación que se ha de emplear para evitar la aparición de este fenómeno.

En cualquier caso, no se emplearán como imprimación pinturas acrílicas en base agua previamente diluidas o sin diluir, puesto que la parte solvente de este tipo de pinturas disuelve la lignina del cartón, contaminándose por tanto la pintura, extendiéndose sobre la superficie de la placa de yeso según se aplica la imprimación.



13.2 PINTADO Y PAPELES PINTADOS

Se seguirán las indicaciones dadas por el fabricante de la pintura para la aplicación de la pintura sobre paramentos de placa de yeso laminado.

Siempre se aplicará una capa de imprimación previa a los trabajos de pintura. Salvo indicación en contra por parte del fabricante del sistema de pintado, una primera mano de pintura, más o menos diluida, no se puede considerar como imprimación previa.

En principio, sobre las placas de yeso laminado Placo, se puede utilizar cualquier tipo de pintura (a excepción de pinturas alcalinas), salvo indicaciones contrarias al respecto por parte del fabricante (a excepción de pinturas alcalinas).

Si se emplea pintura aplicada con compresor, es importante realizar una prueba piloto para comprobar el poder cubriente de la pintura, y por tanto, determinar las manos a aplicar. Con éste tipo de aplicación es todavía más imprescindible aplicar la capa previa de imprimación. Sin ella, la textura de la terminación es posible que no sea la adecuada.

En el caso de paramentos expuestos a contraluces muy fuertes, o a efectos de luz rasante, y cuya terminación sea con pintura lisa, es muy recomendable y en algunos casos imprescindible, cubrir con una imprimación de alto poder cubriente e incluso, en caso de barnices y lacas, “bruñir” toda la superficie con Pasta de juntas.

Si la pintura se aplica sobre placas de yeso del tipo PPM en ambientes húmedos, es imprescindible que la pintura contenga fungicidas.

Lo anterior será de aplicación para el resto de tipos de placa de yeso (Estándar, PPF, PHD,..) si se considera que van estar en contacto con ambientes no excesivamente secos.

PAPELES PINTADOS Y REVESTIMIENTOS LIGEROS

Para facilitar las labores de despegue del papel en futuras reformas, será necesario reforzar todos los fondos con ayuda de una imprimación endurecedora.

13.3 ALICATADOS

La ejecución de alicatados sobre placas de yeso laminado Placo se realizarán empleando los materiales que se indican en la tabla siguiente, siempre y cuando la superficie de cada azulejo o elemento sea inferior a 900 cm². En cualquier caso se consultará con el fabricante de adhesivos la idoneidad o no del producto elegido para el pegado de piezas sobre so-

portes de placa de yeso laminado:

De igual modo, se consultará con el fabricante de adhesivos la idoneidad del producto para el pegado de la pieza en función de su absorción (alta, media o baja).

Tipo de adhesivo	Adhesivo cementoso a base de caseína	Adhesivo en dispersión (D)	Adhesivo cementoso adherencia normal (C1)	Adhesivo cementoso adherencia mejorada (C2)
Peso máximo del azulejo	15 Kg/m ²	30 Kg/m ²	30 Kg/m ²	30 Kg/m ²
Placa de yeso laminado Placo	Sí	Sí	Sí	Sí
Glasroc (F)	Sí	Sí	No	Sí
Placa de yeso laminado Placo + Placotanche	No	No	No	Sí

Clasificación de los adhesivos según Norma UNE EN 12004 “Adhesivos para baldosas cerámicas. Definiciones y especificaciones”.

13.4 CUELGUES

Previamente a la realización de un cuelgue se estudiará el tipo de elemento a colgar, para elegir el anclaje más adecuado.

En función del esfuerzo que genera la carga sobre el paramento de placa de yeso, las cargas se dividen en:

- Rasantes: Producen sobre el paramento de placa de yeso, fundamentalmente un esfuerzo de cizallamiento.
- Excéntricas: Al estar el centro de gravedad de la carga distanciado del paramento de placa de yeso, producen un momento de fuerza sobre éste y sus anclajes.

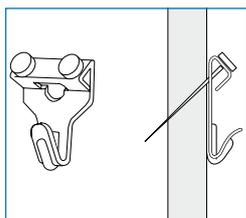
En el caso de que el elemento a colgar sea una carga uniformemente repartida, la carga se dividirá a efectos del cuelgue en tantas cargas puntuales como sean necesarias para cumplir las indicaciones que se indican a continuación.

Tabiques y Trasdosados. Cargas máximas admisibles por todo tipo de anclaje		
Tipo de cuelgue		Carga máxima (kg)
X1		5
X2		10
X3		15

CARGAS RASANTES EN TABIQUES Y TRASDOSADOS

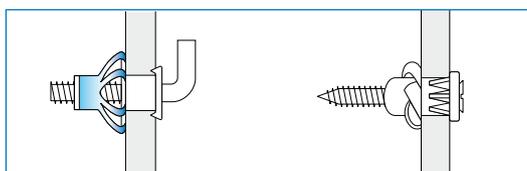
Cargas de hasta 15 kg.

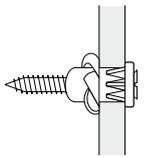
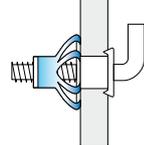
El cuelgue de elementos planos y de poco grosor como cuadros, espejos, etc. y que no pesen más de 15 kg, se colgarán mediante fijaciones tradicionales en X o similar.



Cargas de hasta 30 kg.

Para cargas comprendidas hasta 30 kg (por cada punto de anclaje) se emplearán tacos metálicos o de nylon de expansión, siendo la separación mínima entre anclajes de 400 mm.



Tabiques y Trasdosados. Cargas máximas admisibles en kg por tipo de anclaje y espesor de placas de yeso					
Tipo de anclaje	Ø (mm)	Número y Espesor de las placas de yeso (mm)			
		1 x 12,5	15	18	2 x 12,5
 Nylon de expansión	6	20	20	30	30
	8	25	25	30	30
 Metálico de expansión	6	30	30	30	30
	8	30	30	30	30

Cargas superiores a 30 kg.

El cuelgue de elementos pesados superiores a 30 kg tales como son lavabos, sanitarios o muebles suspendidos, calderas de gas, depósitos o calentadores de agua caliente, etc. se determinará antes de iniciar el montaje de los tabiques, con el fin de incorporar los refuerzos necesarios al tabique o trasdosado durante su construcción.

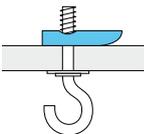
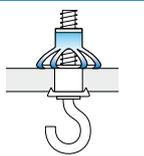
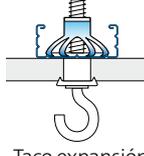
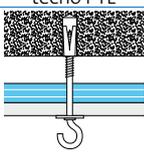
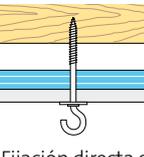
CUELQUES EN TECHOS

La fijación de cargas a los techos ejecutados con los sistemas Placo, ya sea a la placa de yeso

o a los perfiles metálicos que constituyen su estructura metálica portante, se realizará en función de la carga, siempre mediante el empleo de tacos metálicos de expansión, tacos de balancín o similar.

Las distancias entre anclajes indicadas en la tabla anterior están calculadas para una sobrecarga complementaria de uso de 10 kg/m², utilizada en los cálculos básicos del techo, por lo que la carga a anclar no podrá ser superior a dicha sobrecarga.

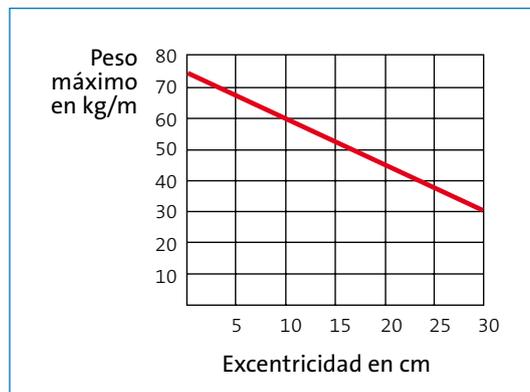
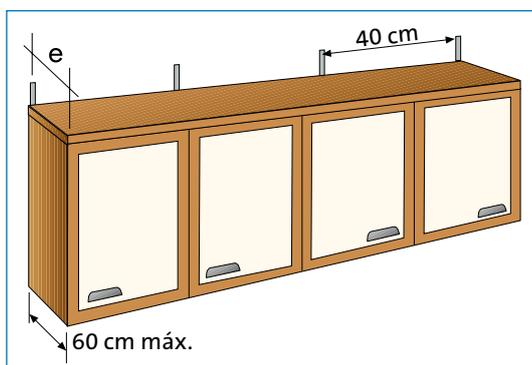
En el caso de que la sobrecarga sea mayor a 10 kg/m² se deberá rediseñar el techo suspendido.

Techos. Cargas máximas admisibles por tipo de anclaje		
Tipo de cuelgue	Carga máxima (kg)	Distancia mínima entre anclajes (mm)
 Taco de balancín	3	400
 Taco expansión metálico	3	400
 Taco expansión metálico fijado a la estructura metálica del techo PYL	10	1.200
 Taco expansión metálico directamente fijado al forjado superior	>10	
 Fijación directa en la estructura portante o listón, del que se suspende el techo	>10	



13.5 CARGAS EXCÉNTRICAS SOBRE TABIQUES

Son las producidas por todos aquellos elementos pesados de una anchura tal, que su centro de gravedad queda a cierta distancia del paramento del tabique, provocando un momento de fuerza sobre él, como son por ejemplo los armarios de cocina, percheros de gran longitud, grandes cuadros, etc.



El valor de la excentricidad se obtendrá dividiendo entre dos el ancho total del elemento a colgar.

$$e = a / 2$$

Tomando como base que en un tabique normal de una vivienda y sin ningún tipo de carga excéntrica (es decir, carga rasante) puede soportar como máximo una carga uniformemente distribuida de 75 kg/m, según que el elemento a colgar sea más ancho, menor será el peso máximo a soportar por el tabique de acuerdo con el siguiente gráfico:

Además tendrá en cuenta que la anchura máxima del elemento a colgar no tendrá un ancho superior a 60 cm ($e = 30$ cm). De igual modo, cada anclaje no sobrepasará la carga de 30 kg, siendo la separación mínima entre anclajes de 40 cm, disponiéndose siempre como mínimo dos anclajes por elemento a colgar.

13.6 CARGAS SOBRE TABIQUES CON SOPORTE DE CARGA

Como elemento de refuerzo de la placa de yeso laminado (Ya sea tanto para cargas rasantes como para cargas excéntricas), se puede incorporar al tabique un soporte de chapa metálica galvanizada, atornillado a los montantes que constituyen el tabique o trasdosado.

Su uso aporta las ventajas siguientes:

- Mayor seguridad del elemento de cuelgue (Resistencia al arrancamiento).
- Mejor reparto de la carga hacia los montantes.
- Permite variar la situación del elemento de cuelgue sobre toda su superficie.

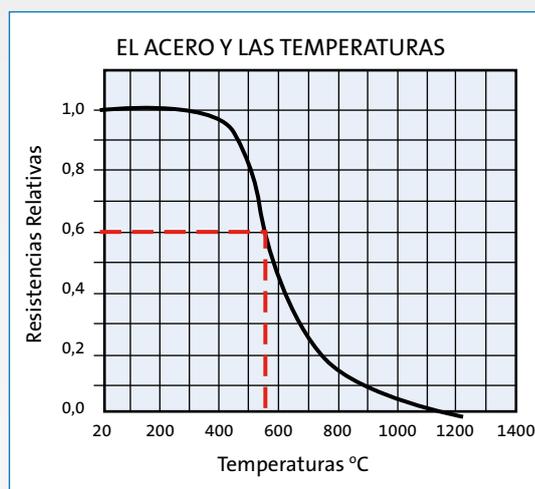




14.1 GENERALIDADES

Debido a la elevada conductividad térmica del acero, las estructuras metálicas absorben rápidamente el calor que se produce en caso de un incendio. Todos los tipos de acero empiezan a perder resistencia a temperaturas superiores a 300° C, y se funden a temperaturas superiores a 1.500° C.

Si la masa del perfil es relativamente pequeña en relación a su perímetro expuesto, éste perderá rápidamente sus características mecánicas. Sirva como referencia que el límite elástico del acero y su módulo de elasticidad disminuyen hasta el 40% cuando el perfil alcanza una temperatura de 470° C.



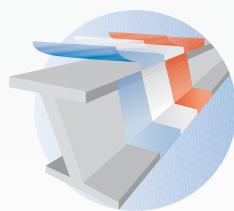
Los perfiles de acero pueden absorber tal cantidad de calor, que en el mejor de los casos, llegan a alcanzar su temperatura crítica pasados 30 o 40 minutos desde el inicio de un incendio.

Para retrasar al máximo el calentamiento de las estructuras metálicas portantes se aplican tres procedimientos:

Pinturas intumescentes

Pintura que expande y que aumenta su espesor, hasta 80 o 100 veces, cuando se eleva la temperatura.

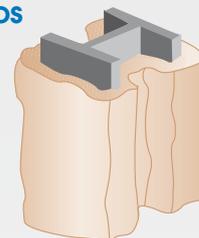
Son pinturas con agentes carboníferos, resinas y agentes espumificantes en base acuosa o disolvente. Presenta los inconvenientes siguientes:



- Difícil control en su aplicación (Pintura y espesores certificados).
- En ambientes húmedos, debe aplicarse una última capa de protección.
- Uso solamente hasta EI 90.
- Empleo solo hasta una masividad de 390 m⁻¹.
- Durabilidad reducida (aprox. 5 años).

Materiales proyectados

Son morteros ligeros en base yeso y fibras minerales de baja conductividad térmica.

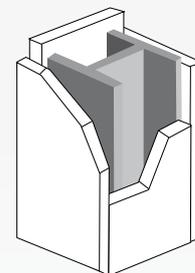


Existe una gran variedad de productos en el mercado, cuya protección puede alcanzar una EI de hasta 240. Presenta los inconvenientes siguientes:

- Interferencia con otros oficios de la obra.
- El diseño de las redes de instalaciones como conductos de ventilación y conducciones de agua potable o residual debiera considerar los espesores del producto de protección.
- Mantenimiento periódico.
- Acabado antiestético.
- Exige un control exhaustivo en obra de los espesores diseñados.
- Seguimiento a lo largo del tiempo, pues pueden aparecer desprendimientos en la protección.

Protección por cajeados

Es la solución idónea para la protección de perfiles laminados en caliente. Con placas de yeso reforzadas con mallas de fibra de vidrio y mecánicamente resistentes del tipo Glasroc F de Placo, con espesores de 13 mm y 25 mm se logran altas clasificaciones EI. Presenta las ventajas siguientes:



- Aplicación en obra fácil y limpia.
- Buenos acabados estéticos, admitiendo cualquier tipo de recubrimiento posterior.
- Nulo mantenimiento.
- Su proyecto es fácil y sencillo.
- Control de ejecución en obra reducido.

EL FACTOR DE FORMA O MASIVIDAD

Cualquier cuerpo metálico expuesto al fuego, se calentará más rápidamente cuanto mayor superficie esté en contacto con él.

A su vez, con la misma superficie expuesta, tardará más en calentarse cuanto mayor masa tenga este cuerpo.

El factor que determina el incremento de la temperatura en una sección constante de acero, se denomina masividad.

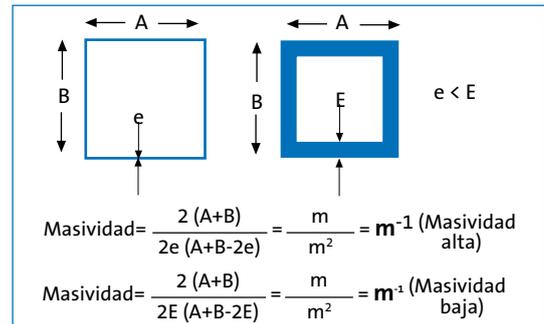
La Masividad es la relación entre el perímetro del perfil que se está calentando y su sección.

$$\text{Masividad} = \frac{\text{Perímetro expuesto al fuego}}{\text{Area sección acero}} = \frac{HP}{A} \quad (\text{m}^{-1})$$

Por tanto, cuanto mayor sea la masividad, más rá-

pidamente se alcanzará el colapso de la estructura por calentamiento.

Así pues, para que un determinado perfil de acero laminado alcance la mayor clasificación EI, será necesario protegerlo, envolviéndolo con materiales aislantes o disminuyendo la superficie expuesta al fuego mediante un adecuado cajado de material que presente una baja conductividad térmica.



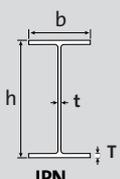
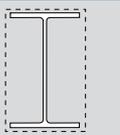
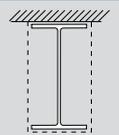
Sección de acero	Protección por cajado				
	4 caras	3 caras	3 caras	2 caras	1 cara
Vigas o pilares normalizados 					
Vigas en "T" 					
Angulares 					
Vigas en "U" 					
Secc. huecas cuadradas o rectangulares 					
Secciones huecas circulares 					

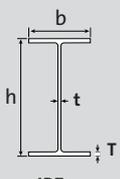
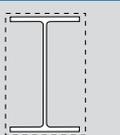
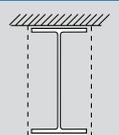
A continuación y a modo de ejemplo se exponen una serie de situaciones de distintos perfiles laminados en caliente que dará una idea para el cálculo de su masividad una vez cajeados con placa de yeso Glasroc F.

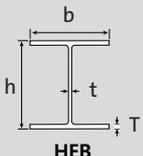
Los factores de forma (masividades) antes del cajeadado y el valor de la sección ortogonal necesaria

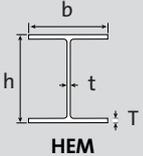
para su cálculo después del cajeadado, se pueden hallar en las distintas tablas publicadas por los fabricantes de perfiles laminados.

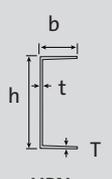
No obstante seguidamente se exponen una relación de los perfiles laminados en caliente más usuales, con sus factores de forma por cajeadado a tres y cuatro caras expuestas.

 IPN	h (mm)	b (mm)	A (cm ²)	Factor de forma m ⁻¹	
				 Protección 4 caras	 Protección 3 caras
80	80	80	80	80	80
100	100	50	10,6	283,0	235,8
120	120	58	14,2	250,7	209,9
140	140	66	18,2	226,4	190,1
160	160	74	22,8	205,3	172,8
180	180	82	27,9	187,8	158,4
200	200	90	33,4	173,7	146,7
220	220	98	39,5	161,0	136,2
240	240	106	46,1	150,1	127,1
260	260	113	53,3	140,0	118,8
280	280	119	61,0	130,8	111,3
300	300	125	69,0	123,2	105,1
320	320	131	77,7	116,1	99,2
340	340	37	86,7	110,0	94,2
360	360	143	97,0	103,7	89,0
380	380	149	107,0	98,9	85,0
400	400	155	118,0	94,1	80,9
450	450	170	147,0	84,4	72,8
500	500	185	179,0	76,5	66,2
550	550	200	212,0	70,8	61,3
600	600	215	254,0	64,2	55,7

 IPE	h (mm)	b (mm)	A (cm ²)	Factor de forma m ⁻¹	
				 Protección 4 caras	 Protección 3 caras
80	80	46	7,6	329,8	269,6
100	100	55	10,3	301,0	247,6
120	120	64	13,2	278,8	230,3
140	140	73	16,4	259,8	215,2
160	160	82	20,1	240,8	200,0
180	180	91	23,9	226,8	188,7
200	200	100	28,5	210,5	175,4
220	220	110	33,4	197,6	164,7
240	240	120	39,1	184,1	153,5
270	270	135	45,9	176,5	147,1
300	300	150	53,8	167,3	139,4
330	330	160	62,6	156,5	131,0
360	360	170	72,7	145,8	122,4

 HEB	h (mm)	b (mm)	A (cm ²)	Factor de forma m ⁻¹	
				 Protección 4 caras	 Protección 3 caras
100	100	100	26,0	153,8	115,4
120	120	120	34,0	141,2	105,9
140	140	140	43,0	130,2	97,7
160	160	160	54,3	117,9	88,4
180	180	180	65,3	110,3	82,7
200	200	200	78,1	102,4	76,8
220	220	220	91,0	96,7	72,5
240	240	240	106,0	90,6	67,9
260	260	260	118,4	87,8	65,9
280	280	280	131,4	85,2	63,9
300	300	300	149,1	80,5	60,4
320	320	300	161,3	76,9	58,3
340	340	300	170,9	74,9	57,3
360	360	300	180,6	73,1	56,5
400	400	300	197,8	70,8	55,6
450	450	300	218,0	68,8	55,0
500	500	300	238,6	67,1	54,5
550	550	300	254,1	66,9	55,1
600	600	300	270,0	66,7	55,6

 HEM	h (mm)	b (mm)	A (cm ²)	Factor de forma m ⁻¹	
				 Protección 4 caras	 Protección 3 caras
100	120	106	53,2	85,0	65,0
120	140	126	66,4	80,1	61,1
140	160	146	80,6	75,9	57,8
160	180	166	97,1	71,3	54,2
180	200	186	113,3	68,1	51,7
200	220	206	131,3	64,9	49,2
220	240	226	149,4	62,4	47,3
240	270	248	199,6	51,9	39,5
260	290	268	219,6	50,8	38,6
280	310	268	240,2	49,8	37,8
300 C	320	305	225,1	55,5	42,0
300	340	310	303,1	42,9	32,7
320	359	309	312	42,8	32,9
340	377	309	315,8	43,4	33,7
360	395	308	318,8	44,1	34,4
400	432	307	325,8	45,4	35,9
450	478	307	335,4	46,8	37,7
500	524	306	344,3	48,2	39,3
550	572	306	354,4	49,5	40,9
600	620	305	363,7	50,9	42,5

 UPN	h (mm)	b (mm)	A (cm ²)	Factor de forma m ⁻¹		
				 Protección 4 caras	 Protección 3 caras	 Protección 3 caras
80	80	45	11	227,3	186,4	72,73
100	100	50	13,5	222,2	185,2	74,07
120	120	55	17,0	205,9	173,5	70,59
140	140	60	20,4	196,1	166,7	68,63
160	160	65	24,0	187,5	160,4	66,67
180	180	70	28,0	178,6	153,6	64,29
200	200	75	32,2	170,8	147,5	62,11
220	220	80	37,4	160,4	139,0	58,82
240	240	85	42,3	153,7	133,6	56,74
260	260	90	48,3	144,9	126,3	53,83
280	280	95	53,3	140,7	122,9	52,53
300	300	100	58,8	136,1	119,0	51,02
320	320	100	75,8	110,8	97,6	42,22
350	350	100	77,3	116,4	103,5	45,28
380	380	102	80,4	119,9	107,2	47,26
400	400	110	91,5	111,5	99,5	43,72

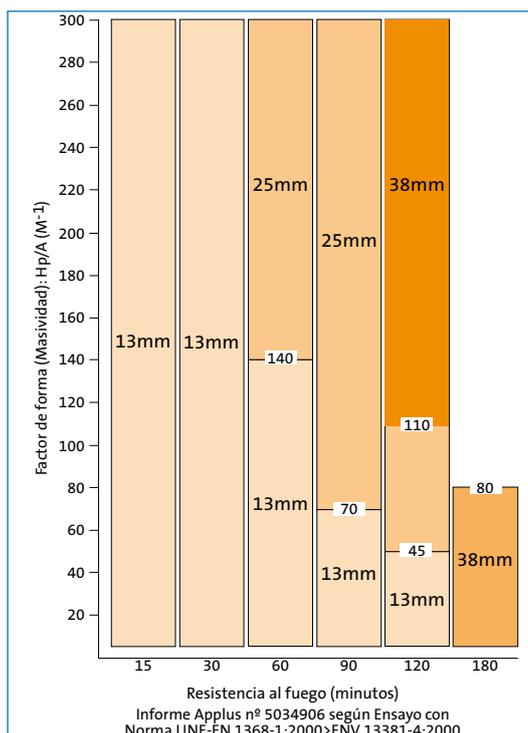
14.2 SELECCIÓN DEL REVESTIMIENTO CON PLACAS GLASROC F

Para determinar el espesor del revestimiento con placas Glasroc F (Anteriormente denominadas Stucal), se seguirán los pasos siguientes:

- Determinar el periodo en minutos que se necesita.
- Fijar si la protección a realizar es a cuatro, tres caras, etc.
- Obtener el correspondiente factor de forma.

En el gráfico siguiente, buscar la columna que corresponde a los minutos de protección que se necesita, localizando en el eje vertical el correspondiente factor de forma. El espesor total de las placas Glasroc F a emplear, se indica en el interior de cada columna.

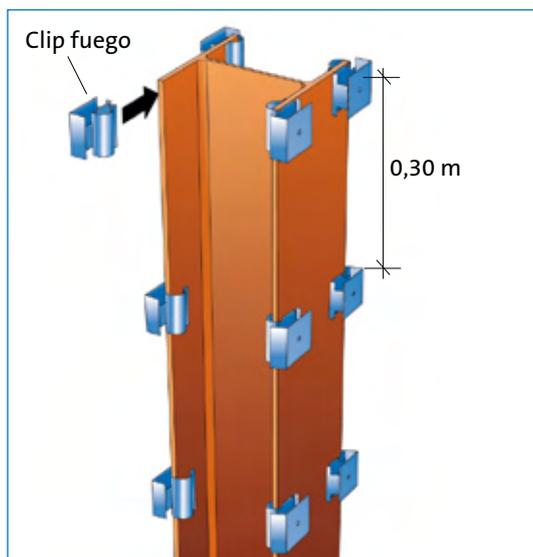
Esta tabla está validada por el informe de Ensayo nº 5021295 del Applus según norma UNE-ENE 1363-1.2000.



14.3 INSTALACIÓN

PROTECCIÓN DE ELEMENTOS VERTICALES (PILARES)

Las placas Glasroc F se fijan a la estructura por medio de las grapas Clip de fuego de Placo dispuestas cada 30 cm, encajándose sobre las alas del perfil a proteger.

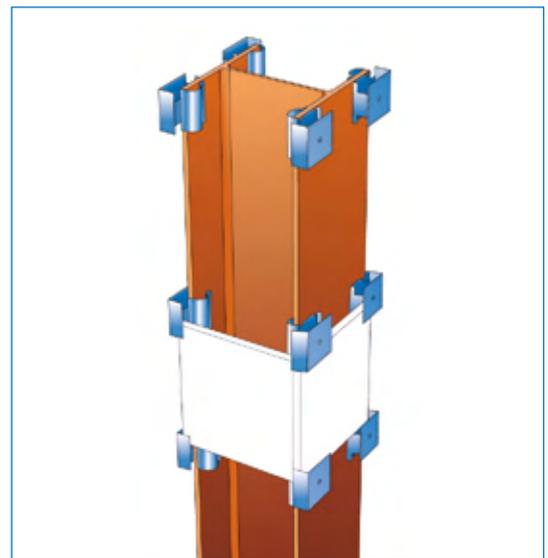


Las placas Glasroc F se atornillan sobre los Clip de fuego mediante tornillos TTPC.

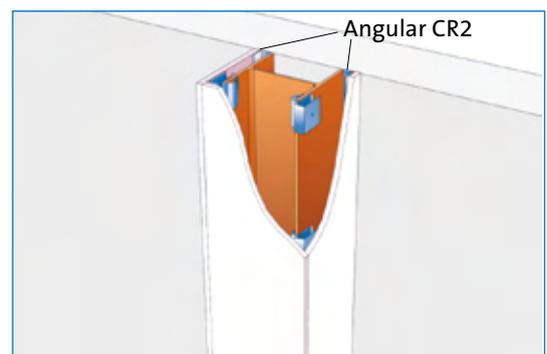
En el caso de utilización de dos placas para obtener la protección requerida, las juntas en los ángulos se alternarán.



Cuando la altura del pilar sea superior a la de la longitud de la placa, en la junta horizontal creada, se colocará una lambeta de placa Glasroc F 13 para asegurar la continuidad de la protección.



En el caso de protección se realice a 3 caras, se colocará un perfil angular CR2, en la pared o muro de arranque de la protección.



PROTECCIÓN DE ELEMENTOS HORIZONTALES (VIGAS)

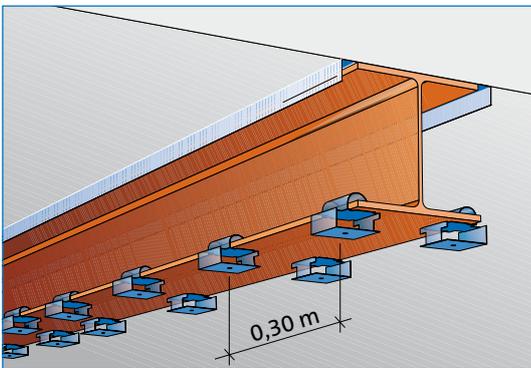
La flexión a la que se ven sometidas las vigas, originan deformaciones en ellas, deformaciones que pueden provocar la fisuración y degradación prematura de su protección frente al fuego.

Las indicaciones siguientes permiten prevenir la aparición de fisuras en el elemento de protección frente al fuego, con el fin de asegurar su continuidad y durabilidad.

La longitud máxima de las placas Glasroc F que constituyen la protección será 1,20 m.

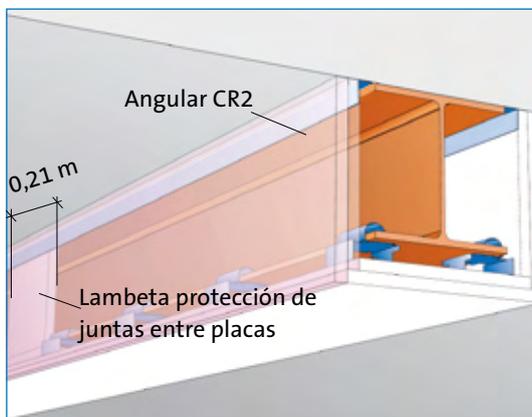
Los Clip de fuego se colocarán enfrentándose por parejas y en los extremos de cada placa se instalarán los clips de fuego, situando detrás de cada junta una lambeta de protección de la junta de unos 20 cm de largo. De esta manera se asegura la continuidad de la protección por la parte interior de la junta.

Los clip intermedios se situarán cada 30 cm. Las placas se atornillarán a los Clip de fuego mediante tornillos TTPC.



En el caso de que en la protección se empleen dos capas de placas, las juntas entre capas de placas se alternarán, de modo que las juntas de dos capas sucesivas no coincidan.

En el caso de que la protección se realice a 3 caras, se colocará un Angular CR2 fijado al forjado superior, que servirá para la fijación de las placas Glasroc F a la parte superior, y para asegurar el correcto enlace con la cara inferior de la protección.



ENCUENTROS ENTRE PROTECCIONES

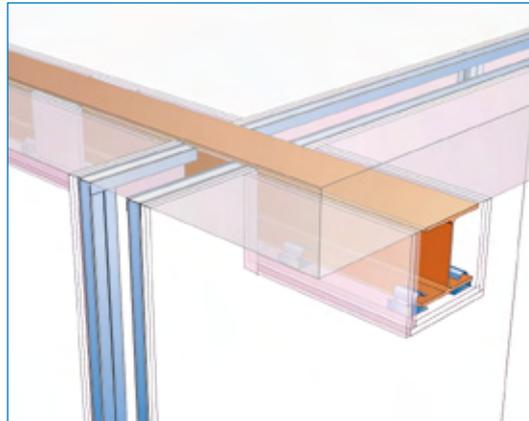
En las uniones entre vigas y pilares, la protección de las vigas se realizará antes que la protección de

los pilares y antes de la ejecución de la tabiquería de distribución interior o los falsos techos.

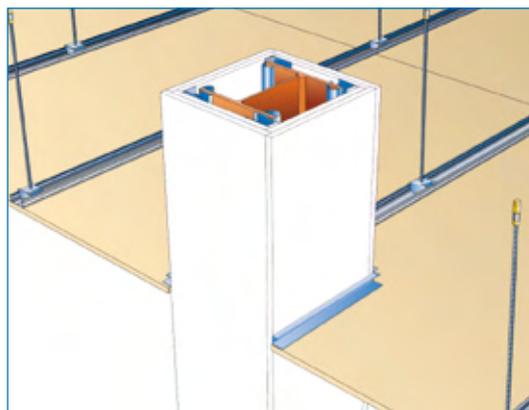


ENCUENTROS CON OTROS ELEMENTO DE LA OBRA

En caso de que por motivos de aislamiento acústico la protección deba ser interrumpida por un tabique, la constitución de los paramentos del tabique (número, tipo y espesor de las placas) debe ser equivalente al de la protección.



En el caso de protección de pilares, la ejecución de la protección se realizará previamente a la ejecución de los falsos techos.





15.1 DESCRIPCIÓN



El sistema de altas prestaciones Shaftwall aporta soluciones constructivas para la compartimentación de huecos de ascensor y escaleras, con las prestaciones de resistencia contra el fuego.

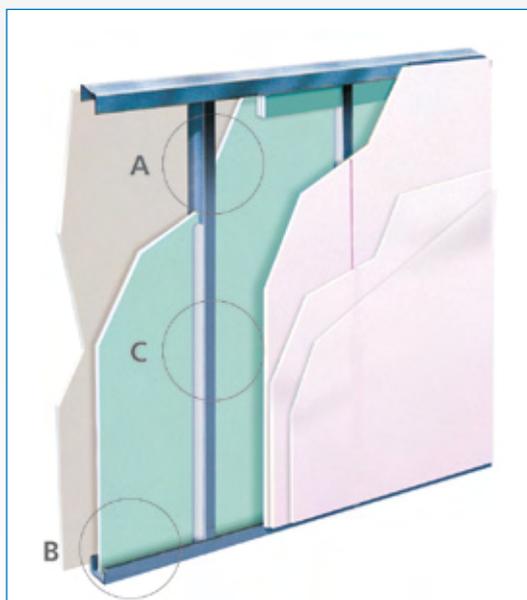
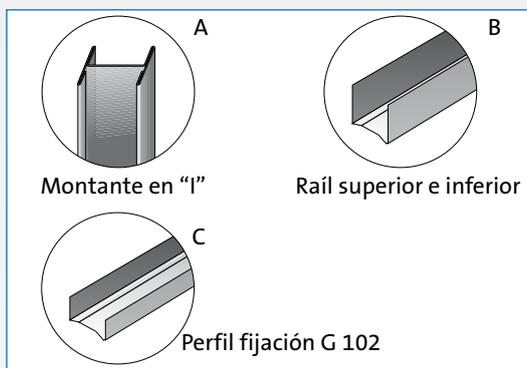
Las particiones y cierres de los huecos de ascensor, de escaleras, así como de los patinillos de instalaciones, son un elemento de seguridad en los edificios de un número elevado de plantas. Los tabiques realizados con el sistema Shaftwall son la mejor solución para evitar la propagación de un incendio a través de los huecos de ascensores o de escaleras, aportando una resistencia al fuego de hasta 3 horas **(por las dos caras)** en soluciones constructivas no portantes a base de placa de yeso laminado.

El sistema Shaftwall es un sistema asimétrico compuesto por placas de yeso laminado del tipo PPF de 15 mm de espesor y placas Coreboard de 19 mm de espesor que se fijan a una estructura metálica autoportante compuesta por raíles en forma de "U" y montantes en "I", permitiendo su montaje desde el exterior del hueco del ascensor o de la escalera, sin necesidad de emplear andamios auxiliares de gran altura.

Permite por tanto su instalación como tabique de altas prestaciones frente al fuego entre dos elementos, donde la instalación por ambas caras no sería viable.

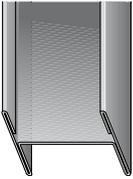
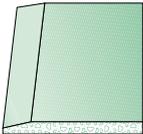
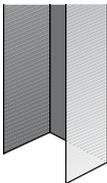
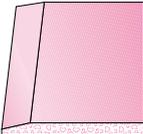
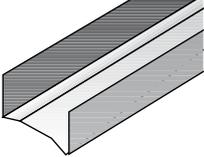
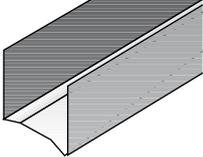
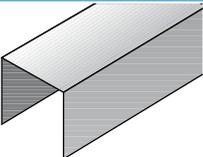
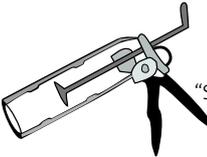
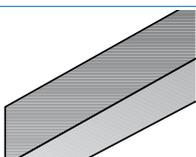
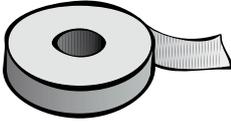
Su instalación se basa en el empleo de montantes en "I", sujetos por unos raíles "U", en los que se aloja una placa del tipo Coreboard de 600 mm de ancho. La placa Coreboard se fija al montante no mediante tornillos, sino mediante un perfil de fijación en forma de "C" y que a modo de clip, retiene la placa Coreboard entre las alas del perfil "I".

La partición se completa atornillando sobre el ala exterior del perfil "I" las placas del tipo PPF 15 correspondientes para el grado de resistencia al fuego El requerido.



15.2 COMPONENTES DEL SISTEMA

Los productos que componen el sistema Shaftwall son:

Perfilería			Placas		
	Montante 60I70	Longitud: 3.600, 4.200mm		Coreboard	Espesor: 19 mm Ancho: 600 mm
	Perfil fijación G102	Longitud: 2.400mm		PPF 15	Espesor: 15 mm Ancho: 1200 mm
	Rail arranque 60SC55	Longitud: 3.600, 4.200mm	Accesorios		
	Rail superior 62C50	Longitud: 3.600 mm		Selladora "Sealant"	Para garantizar un sellado óptimo
	Rail superior 62JC70	Longitud: 3.600 mm		Pistola "Sealant" 1L	Para facilitar la operación de sellado
	Angular GA3	Longitud: 3.200 mm		Banda Antifuego "Firestrip"	

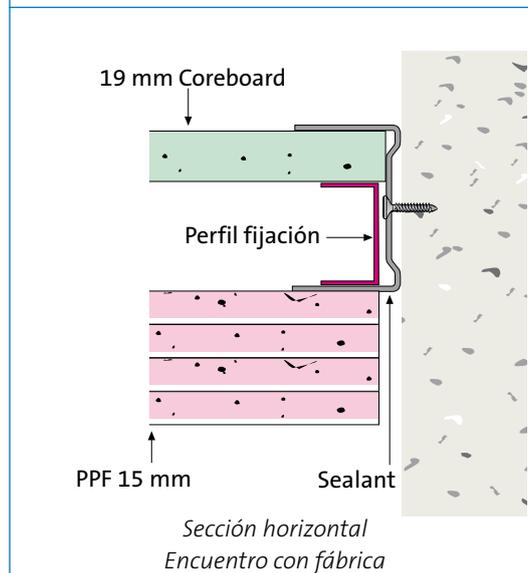
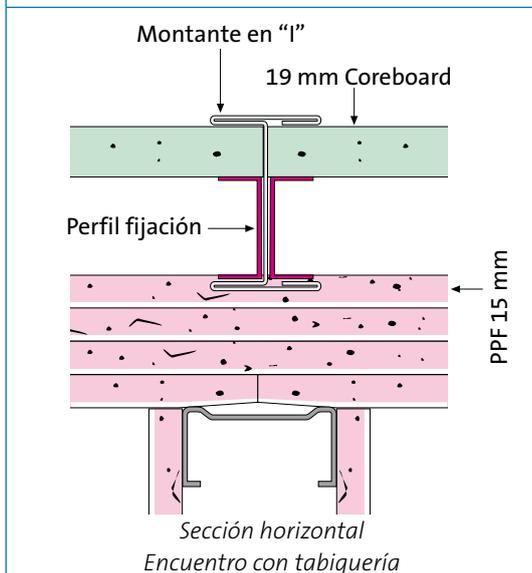
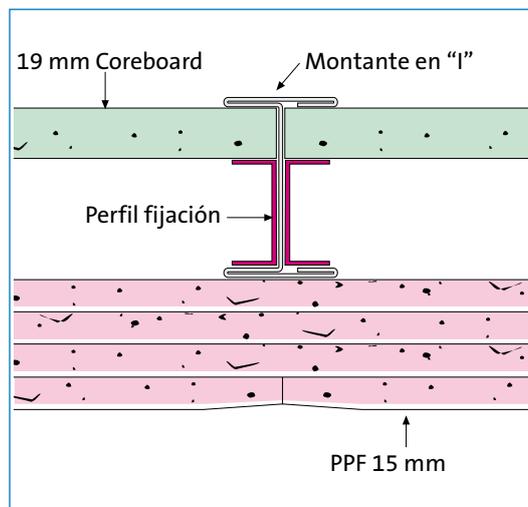
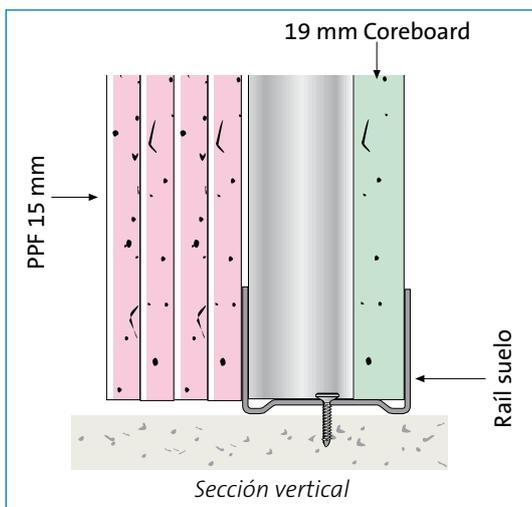
15.3 INSTALACIÓN

Los pasos para la instalación del sistema Shaftwall son:

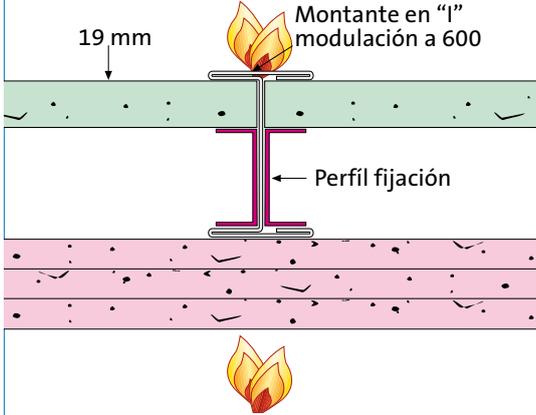
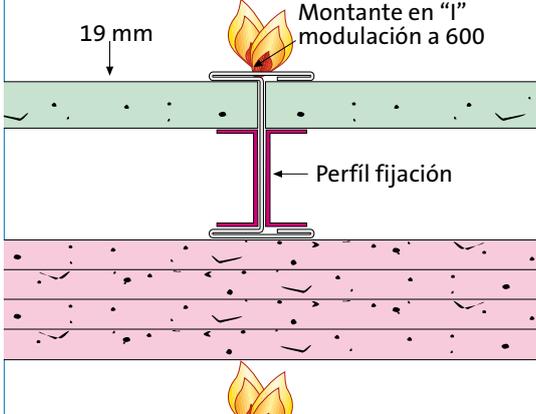
- Instalación del Rail de arranque 60SC55 en los contactos del sistema Shaftwall con la obra bru-

ta. A continuación, se fijarán al forjado inferior y superior respectivamente el Rail de suelo 62C50 y el Rail superior 62JC70. En el rail superior se colocará en el lado externo de su alma y a lo largo de toda su longitud, la banda antifuego "Firestrip".

- Instalación de la placa Coreboard 19, acomodando la placa entre los montantes 60I70.
- Fijación de la placa Coreboard 19, insertando los perfiles de fijación G102 en cada montante, entre él y la placa.
- Refuerzo frente al fuego en la parte superior del tabique, en el encuentro con el forjado superior, mediante la colocación de lambetas de 600 mm de largo y 122 mm de alto, a base de una pieza de placa Coreboard de 19 mm de espesor y , otra pieza de placa PPF 15, entre los montantes 60I70. Se comprobará que las lambetas quedan perfectamente encajadas entre los montantes y el raíl superior.
- Aplicación del sellante "Sealant" en el perímetro de la estructura metálica, en su contacto con los forjados superior e inferior y en los arranques.
- Cierre del tabique atornillando las placas PPF mediante tornillos TTPF.



15.4 PRESTACIONES TÉCNICAS

Prestaciones técnicas del sistema Shaftwall						
Sistema	Espesor tabique (mm).	Peso máx. aproximado (kg/m ²)	Aislamiento acústico R _a dB(A)		Resistencia al fuego EI (*)	Altura máxima (m)
			Sin L.M.	Con L.M.		
	105	58,3	45,4	51,0	120	4,50
	120	79,8	47,0	52,2	180	4,50

(*) Valor de la resistencia al fuego medido por las dos caras del tabique, al ser un sistema asimétrico.

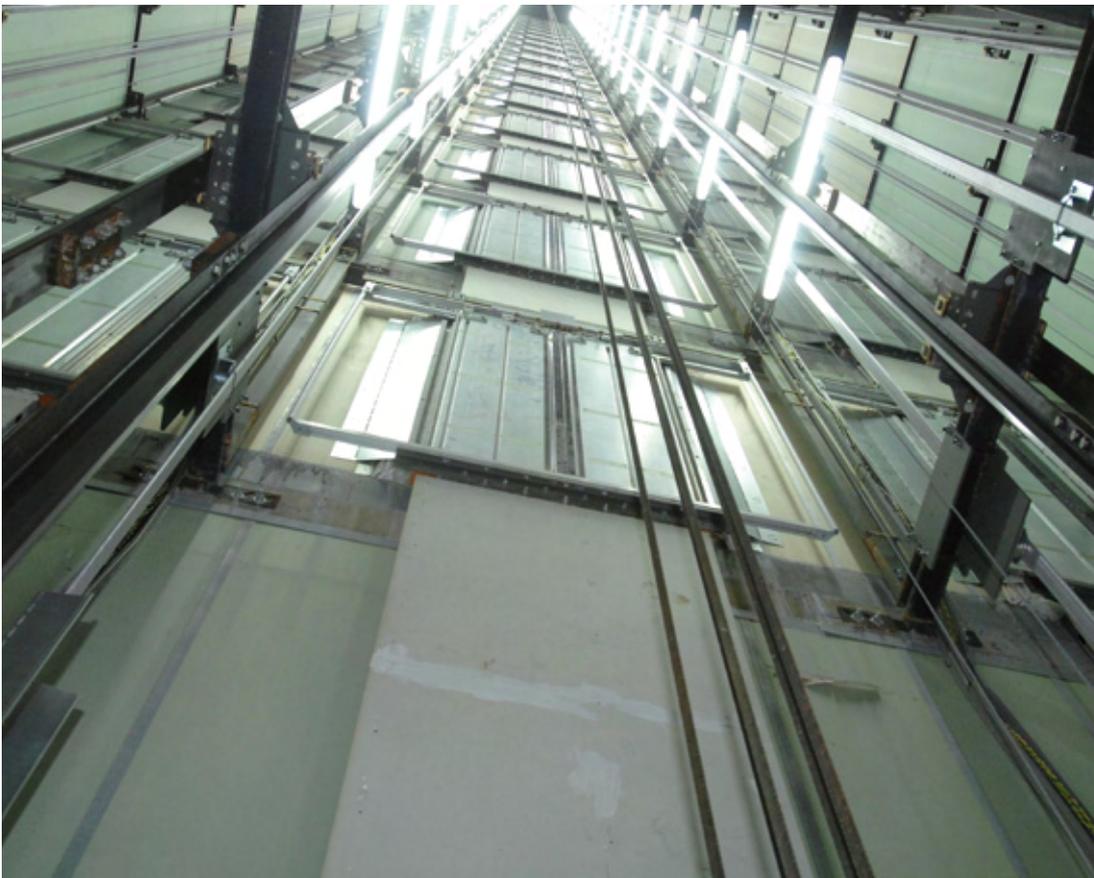


15.5 RENDIMIENTO DE MATERIALES

Estas cantidades están establecidas para el cierre de un hueco de 4 x 4 m. Son indicativas por m² de tabique, sin descontar huecos.

TODAS LAS UNIDADES DE OBRA EN FORMATO PRESTO EN www.placo.es

Sistema Shaftwall			
Producto	Unidad	Shaftwall EI 120	Shaftwall EI 180
Raíl suelo 62C50	m	0,26	0,26
Raíl superior 62J70	m	0,26	0,26
Raíl de arranque 60SC55	m	0,51	0,51
Montante 60I70	m	1,58	1,58
Perfil de fijación G102	m	3,50	3,50
Perfil Angular GA3	m	0,26	0,26
Placa Coreboard 19	m ²	1,05	1,05
Placa PPF 15	m ²	3,15	4,20
Lambetas Coreboard junta horizontal	m ²	0,05	0,05
Lambetas PPF 15 Raíl techo	m ²	0,11	0,11
Tornillos TTPC 25	ud	15,75	15,75
Tornillos TTPC 45	ud	15,75	15,75
Tornillos TTPC 55	ud	15,75	15,75
Tornillos TTPC 70	ud	-	15,75
Pasta de juntas Placo SN	kg	2,04	2,72
Cinta de papel	m	6,00	8,00
Banda antifuego Firestrip	m	1,03	1,03
Sellador Sealant	ud	0,06	0,06





16.1 INTRODUCCIÓN

En los diferentes capítulos de este manual en los que se exponen las propiedades acústicas de los sistemas de placa de yeso laminado Placo, se indican las ventajas y mayores prestaciones de este tipo de sistemas frente a otro tipo de soluciones más tradicionales.

Con la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, las antiguas Normas Básicas de la Edificación han sido derogadas, como es el caso de la NBE-CA-88 sobre condiciones acústicas en los edificios. En los diferentes Documentos Básicos del CTE, se indican requerimientos más estrictos y acordes con los tiempos actuales.

En la encuesta realizada para la edición del “III Informe Vivienda Placo 2008”, seis de cada diez entrevistados aseguraron que el aislamiento acústico de su hogar era insuficiente. Este mismo número de encuestados afirmó desconocer las posibilidades existentes en el mercado en cuanto a productos y sistemas para la mejora del aislamiento acústico.

Una de las constantes en la estrategia y el trabajo de Placo es seguir una política de desarrollo e innovación en sus productos y soluciones. Es por ello, y con el objetivo de satisfacer la demanda de los usuarios cada vez más exigentes con las condiciones de aislamiento acústico de sus viviendas, que los sistemas de placa de yeso laminado Placo son ahora más efectivos en la contaminación acústica mediante el empleo de la placa de yeso Placo Phonique.



Las soluciones innovadoras de Placo están creadas para hacer la vida más fácil y confortable a todos los agentes que intervienen en el proceso de la edificación, desde el Proyectista / Prescriptor hasta el usuario final, pasando por el Instalador. Durante la construcción, Placo tiene los productos y las herramientas que los profesionales necesitan. Una vez el local está en uso, el usuario final dispondrá de un mejor confort acústico con las placas Placo Phonique.

16.2 LA PRESIÓN SONORA, EL RUIDO Y EL dB

El **sonido** es la sensación auditiva causada por las perturbaciones de un medio (básicamente aire), material elástico, ya sea fluido o sólido. Es el resultado del estímulo de los elementos sensoriales del oído humano.

Una fuente sonora crea vibraciones que se transmiten por medio de ondas que se propagan en el aire, en los líquidos y en los sólidos.

El **ruido** es un sonido desagradable, y se considera

como uno de los principales factores de malestar en nuestra sociedad. Un aislamiento acústico óptimo es la única solución para protegerse de la contaminación acústica.

El **DB HR del CTE** establece que los edificios se proyectarán, se construirán y se mantendrán de tal forma, que los elementos constructivos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido de vibraciones.

PRESIÓN SONORA EN DECIBELIOS (DB)

En el Sistema Internacional de medidas SI, la unidad de medida de la presión (unidad de fuerza por unidad de superficie), es el Newton / metro cuadrado:

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pascal}$$

El oído humano tiene un rango de percepción muy amplio, entre 20µPa (Llamado umbral de audición) hasta 100 Pa (Umbral de dolor). Por eso, la presión acústica se mide en Decibelios dB, (diez veces un Belio). El Decibelio es una unidad adimensional y que se deduce al comparar la presión mínima audible (I_0) y la real medida (I) multiplicado por diez veces su logaritmo:

$$L_{dB} = 10 \text{ Log}(I/I_0)$$

La presión mínima I_0 perceptible por el oído humano es de 0,00002 N/m². La relación entre presiones acústicas y dB se indican en la tabla siguiente, así como ejemplos de las fuentes sonoras que producen dichas presiones acústicas:

Ejemplos	I (N/m ²)	I/I ₀	Log	Log x 10
Vehículos pesados	200	10.000.000	7	70 dB
Lavadora	20	1.000.000	6	60 dB
Orador en conferencia	2	100.000	5	50 dB
Conversación por móvil	0,2	10.000	4	40 dB
Voz normal	0,02	1.000	3	30 dB
Ordenador	0,002	100	2	20 dB
Ruido de fondo	0,0002	10	1	10 dB
Umbral de audición	0,00002	1	0	0 dB

Las expresiones en decibelios (dB) son comparaciones logarítmicas (en base 10). Por ello las presiones acústicas expresadas en dB no se pueden sumar y restar aritméticamente, sino que se han de emplear las reglas para las operaciones con logaritmos:

$$L_x = 10 \text{ Log} \left(\sum_{i=1}^N 10^{L_i/10} \right)$$

EJEMPLO 1

$$30 \text{ dB} + 35 \text{ dB}$$

$$L = 10 \text{ Log} (10^{30/10} + 10^{35/10})$$

$$L = 10 \text{ Log} (1000 + 3162) = 10 \text{ Log} (4162) = 36,19 \text{ dB}$$

EJEMPLO 2

$$25 \text{ dB} + 25 \text{ dB}$$

$$L = 10 \text{ Log} (10^{25/10} + 10^{25/10})$$

$$L = 10 \text{ Log} (316.227 + 316.227) = 10 \text{ Log} (632.4555) = 28 \text{ dB}$$

Como se ve en los ejemplos, al duplicar la presión sonora, la presión resultante aumenta solo en tres dB's.



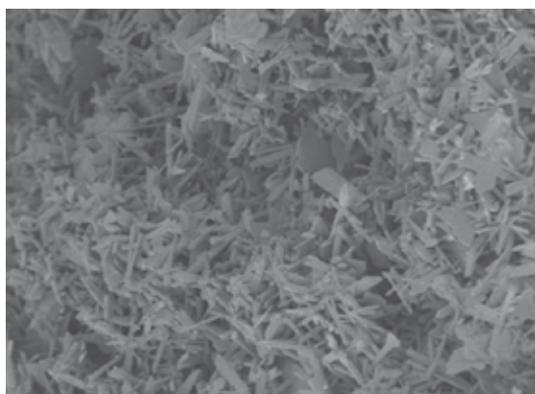
Por tanto, dos fuentes sonoras que emitan la misma presión acústica, la medida de la suma de la presión acústica de las dos fuentes de ruido solo experimenta un aumento de + 3 dB. O lo que es lo mismo, reducir en 3 dB el sonido, significa reducir la presión acústica (el ruido) a la mitad.



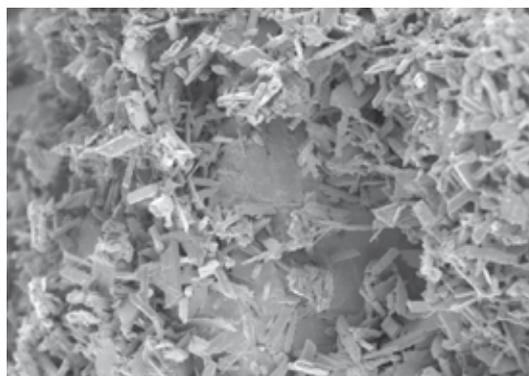
16.3 LOS SISTEMAS PLACO PHONIQUE

Placo Phonique es una placa de yeso laminado que mediante la modificación de las propiedades del yeso de su alma, permite incrementar el aislamiento acústico de los sistemas constructivos en los que se emplee hasta 3 dB, en comparación con los resultados que obtienen los mismos sistemas con placas de yeso laminado estándar. La selección en cantera del mineral de yeso y la modificación de su hábito cristalino durante el proceso de rehidratación, permiten obtener un placa de yeso con un menor Módulo de elasticidad dinámico, y que junto con su densidad, aporta una menor rigidez a la placa.

Para una mejor identificación en obra, el color de su cara es de color azul.

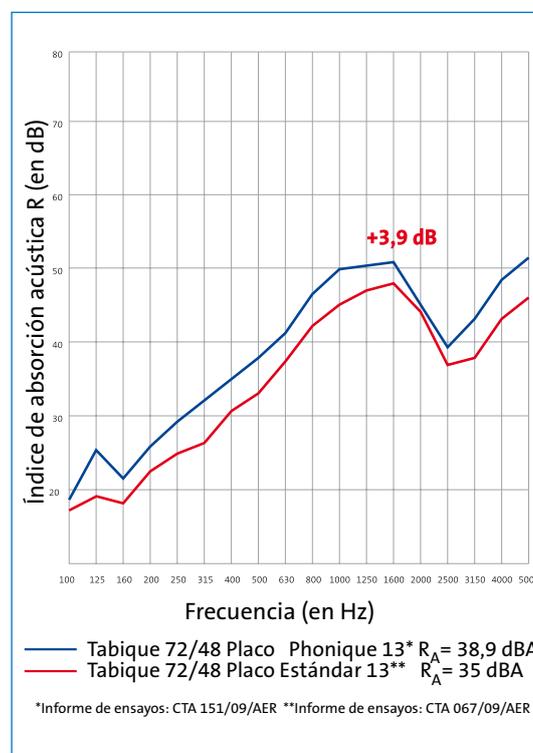


Estructura del yeso cristalizado una vez rehidratado en una placa de yeso laminado convencional.



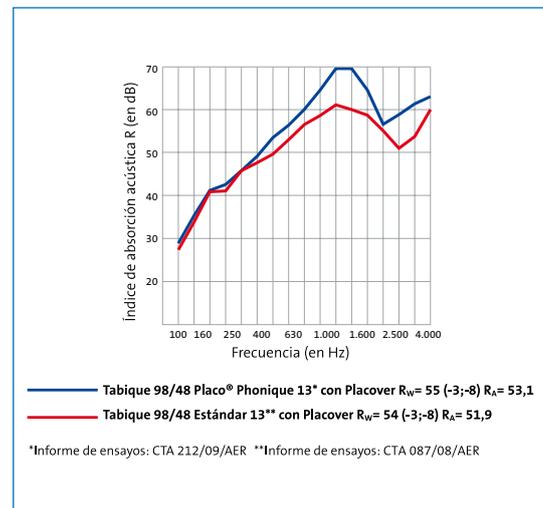
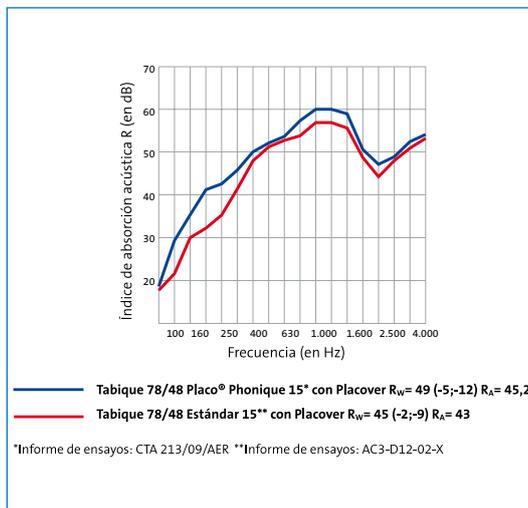
Estructura del yeso cristalizado una vez rehidratado en las placas de yeso Placo Phonique.

El empleo en los sistemas de placa de yeso laminado de Placo Phonique, permite incrementar hasta en 3 dB el aislamiento acústico al ruido aéreo.



De esta manera, se pueden establecer diferentes niveles de confort acústico en el interior de una vivienda, en función del tipo de sistema constructivo:

Nivel de confort	Sistema constructivo	R _A dBA	Masa (kg/m ²)
Mínimo	Tabique de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas.	33	65
Medio	Tabique de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo.	35	70
Confort	Tabique de placa de yeso laminado Placo 78/48 de espesor total 78 mm formado por un placa Placo Phonique de 15 mm de espesor a ambos lados de una estructura metálica de espesor 48 mm, con Lana Mineral Placover.	45,2	30,5
Gran confort	Tabique de placa de yeso laminado Placo 98/48 de espesor total 98 mm formado por dos placas Placo Phonique de 13 mm de espesor a ambos lados de una estructura metálica de espesor 48 mm, con lana mineral Placover.	53,1	50,4



16.4 RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

La instalación de los sistemas Placo Phonique se realiza del mismo modo que el resto de sistemas de placa de yeso laminado Placo. No obstante, para obtener las máximas prestaciones acústicas de los sistemas de placa de yeso se deberán tener en cuenta durante la instalación, los aspectos siguientes:

- Se debe incluir en cada junta perimetral del sistema constructivo, la Banda estanca Placo, garantizando la estanqueidad de la unión durante toda su longitud.
- Las cajas de mecanismos, paso de instalaciones y cualquier abertura que se pueda realizar en el sistema constructivo, deberán quedar sellados adecuadamente.
- Además, para minimizar las transmisiones por

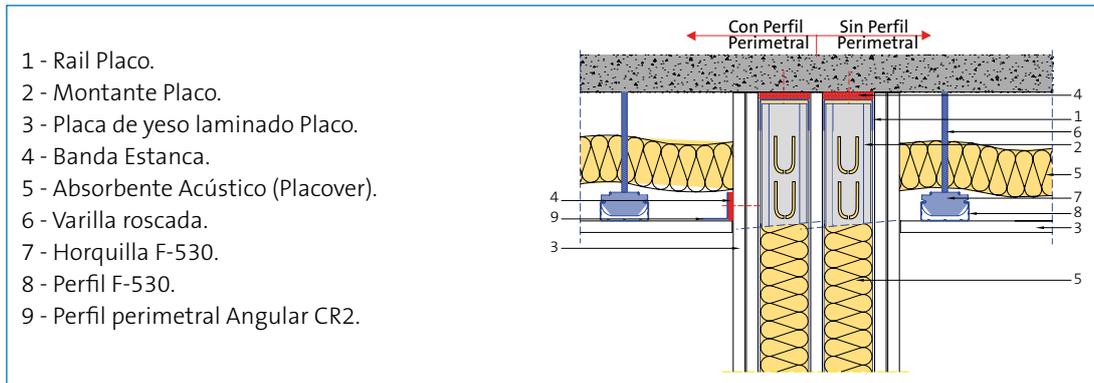
las cajas de mecanismos y por los pasos de instalaciones, se debe evitar que estos dispositivos coincidan en su posición, es decir, queden enfrentados a ambos lados del tabique. Contrapeando su posición, dejando una distancia de separación de 2 veces el espesor del tabique, se consigue minimizar este tipo de transmisiones.

- En los sistemas múltiples que incorporan dos o más placas de yeso por cada lado, también deberá realizarse el tratamiento de las juntas de las placas internas, con al menos un nivel de acabado del tipo Q1. De igual modo, se deberán tratar las juntas perimetrales del sistema constructivo.

De manera específica, se emplearán las siguientes recomendaciones para la ejecución de tabiques:

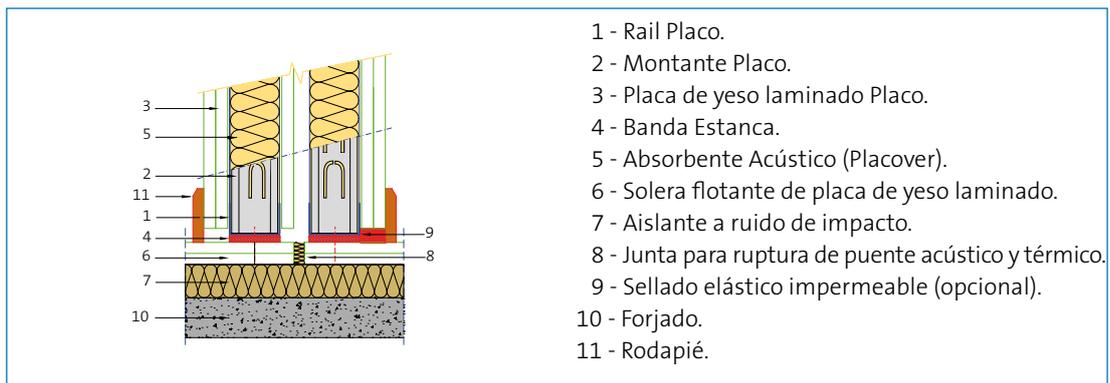
- Todos aquellos tabiques a los que se exija aislamientos acústicos medidos in situ (D_{nTA}) iguales o superiores a 45 dbA, deberán cruzar los plenum de los techos, así como cualquier otra cámara vertical,

debiendo garantizarse en toda su superficie tanto vista como oculta, el mismo nivel de aislamiento y estanqueidad.



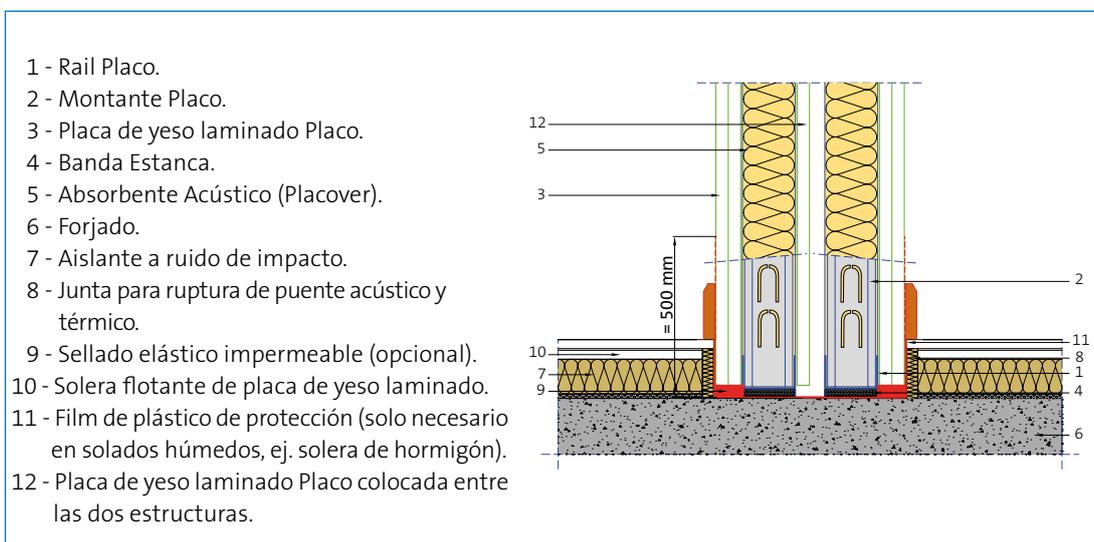
- En los tabiques de doble estructura metálica, cada una de las hojas deberá apoyarse en zonas

de suelos flotantes diferentes.



- No obstante, el tabique también se podrá apoyar sobre la capa de compresión, realizando a continuación los suelos flotantes, colocando en

los paramentos del sistema una junta de desolidarización.





17.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo Placoviviendas forma parte de la gama de sistemas y soluciones constructivas de Saint-Gobain Placo Ibérica para la albañilería interior de las viviendas.

Este documento se ha desarrollado con el propósito de proporcionar soluciones e información técnica a los Arquitectos, Constructores, Prescriptores en general e Instaladores de sistemas de placa de yeso laminado.

Con él, Placo aporta soluciones innovadoras que se apoyan en las necesidades de los diferentes agentes que intervienen en el proceso de la edificación.

Placoviviendas pretende conseguir que el diseño de viviendas sea más sencillo, esclareciendo las distintas especificaciones de los sistemas Placo, acreditadas por la práctica y refrendadas por los distintos ensayos tanto en laboratorios acreditados, como en obra.

EL ENFOQUE DE PLACO

Placoviviendas forma parte de las soluciones de albañilería interior en el campo de la construcción residencial.

En esta guía se detallan los sistemas constructivos para trasdosados de muros en fachadas, particiones en distribución interior y separación de viviendas, así como techos suspendidos.

Placoviviendas tiene en cuenta la legislación y los requisitos clave de diseño que deben ser considerados para especificar el sistema más idóneo.

Placoviviendas trata de forma exhaustiva los requisitos del Código Técnico de la Edificación, ofreciendo soluciones básicas que cumplen los requisitos mínimos, junto a soluciones superiores que proporcionan una mejora sustancial y un margen de seguridad real para el Constructor.

Los productos y sistemas de Placo han sido concienzudamente testados para sobrepasar, si es preciso, tanto las Normas armonizadas europeas como los requisitos que establecen los Documentos Básicos del CTE: requerimientos estructurales



de elementos no portantes, resistencia al fuego, aislamiento acústico, aislamiento térmico, resistencia a impactos, resistencia a la humedad y control de la condensación.

Todos los productos Placo están fabricados de acuerdo a normas armonizadas. Es por ello que ostentan el marcado CE y muchos de ellos, la marca de calidad "N" de AENOR, en aquellos casos en los que exista Reglamento aplicable al producto.

El grupo Saint-Gobain, líder de mercado europeo e innovador en la industria, posee una riqueza incomparable de conocimientos y experiencia técnica. Sus recursos técnicos permiten a la compañía SG Placo Ibérica proporcionar sistemas de calidad respaldados por servicios de apoyo técnico, sistemas de garantía, formación y cláusulas específicas para cada sistema.

MEJORA DE LOS HOGARES

Los futuros usuarios que adquieren o alquilan viviendas, cada vez se muestran más exigentes con la calidad de la construcción y el diseño interior de las mismas. El Prescriptor tiene que ocuparse del control del ruido, protección en caso de incendio, la ventilación, la eficacia energética, la durabilidad, los acabados y la simplicidad en el mantenimiento, creando las condiciones adecuadas para el usuario.



Las antiguas Normas Básicas de la Edificación han sido derogadas, dejando paso al CTE. En sus Documentos Básicos se detallan requerimientos más estrictos y acordes con los tiempos actuales. En la encuesta realizada para la edición del "III Informe Vivienda Placo 2008" se han vuelto a poner de manifiesto las principales preocupaciones y gustos de los usuarios. De las conclusiones del mismo cabe destacar que seis de cada diez entrevistados aseguran que el aislamiento acústico de su hogar es insuficiente y que los ruidos más molestos son los externos al propio domicilio, hecho este que afirman un 63% de los encuestados. Además, casi el 50% de los españoles están en desacuerdo con el aislamiento térmico de sus viviendas.

Placoviviendas proporciona una guía de ayuda en el diseño para los Prescriptores y Constructores con el fin de cumplir, tanto con los requisitos de la Normativa vigente como para satisfacer la demanda de los usuarios cada vez más exigentes con las condiciones de aislamiento de sus viviendas.

SOLUCIONES TOTALES

Placoviviendas trata los temas fundamentales y críticos para la construcción de viviendas confortables. De ellos el más importante es el aislamiento acústico.

El Documento Básico HR Protección frente al ruido, ofrece cambios significativos frente a la antigua Norma Básica CA 88. Entre ellos se encuentran unos niveles más elevados de aislamiento acústico al ruido aéreo entre distintos usuarios a través de la separación de paredes y suelos, así como requisitos para los tabiques o particiones internas en cada vivienda. Las áreas comunes deben poseer las características de absorción de sonido necesarias. Los sistemas Placo pueden satisfacer, y en muchos casos sobrepasar, los estándares mínimos estipulados dentro de la citada normativa vigente y así poder ofrecer a los diseñadores opciones válidas.

Según el DBHR, los límites mínimos requeridos para el confort acústico se podrán comprobar in situ previa petición de alguno de los entes implicados, realizándose la comprobación por medio de laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las Normas UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizados para cada tipo de ruido.

Nuestra atención también se centra en el aislamiento térmico, no tan solo con ánimo de cumplir con el correspondiente DB HE, sino también persuadidos de la capital importancia que el ahorro de energía supone para la sostenibilidad de nuestro entorno.

Así, los trasdosados de fachadas con los sistemas Placo de estructura metálica y placas estándar, placas antihumedad PPM, placas de alta dureza PHD con o sin barrera de vapor, permiten optimizar al máximo la cámara de aire formada con la inclusión en ella de los aislantes térmicos apropiados como por ejemplo la lana de vidrio Placover.

También mediante los paneles Placo conformados en fábrica con el material aislante incorporado:

- Placomur: Placa de yeso laminado más poliestireno expandido.
- Placomur X I (Barrera de Vapor): Placomur con lámina de aluminio.

Todos ellos proporcionan al Prescriptor una gama de posibilidades para dotar a las viviendas de un alto grado de aislamiento térmico.

Tampoco hemos de olvidarnos de los requerimientos en cuanto a la seguridad en caso de incendio, de gran importancia en los garajes situados en sótanos, así como en los bloques de edificio de gran altura. Para tal fin, las placas de yeso laminado Placo poseen una clasificación de reacción al fuego de A2-s1, d0 o incluso A1 (Glasroc F).



17.2 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

Un buen diseño y el cumplimiento de las exigencias de la Normativa, ayudarán a crear un hogar más tranquilo, confortable y menos costoso. Esto se consigue mediante:



- La reducción de la transmisión del ruido desde el exterior de las viviendas, aumentando el aislamiento acústico, minimizando la transmisión del sonido por los flancos, optimizando el diseño del edificio, y mejorando la absorción del sonido en los pasillos y otras zonas de circulación.
- El mantenimiento de la eficacia térmica mediante la especificación de los elementos tanto externos como de los revestimientos interiores que con los sistemas Placo serán más que satisfactorios y así poder superar los requisitos mínimos del CTE.
- Prestando toda la atención en la seguridad en caso de incendio, con el fin de limitar la propagación interna del fuego, considerando aspectos como la integridad estructural y la división del espacio, para permitir que los ocupantes puedan evacuar el edificio en caso de incendio.

Los sistemas Placo contribuyen de forma determinante a la construcción de viviendas, aportando además de un buen diseño práctico, la durabilidad de sus revestimientos, como por ejemplo en zonas de gran exigencia como son las zonas húmedas, lavabos, duchas, etc.

17.3 DISEÑO ACÚSTICO

La acústica de los edificios es la encargada de controlar el ruido en ellos. Esto incluye la minimización de la transmisión del ruido de un espacio a otro y el control de los niveles de ruido y las características dentro de un espacio.



El ruido puede definirse como un sonido no deseado. No obstante, el punto en que el ruido se convierte en algo molesto es muy subjetivo y depende de cada individuo. Cuando un ruido molesta puede reducir el confort en una vivienda, y si una persona se ve sometida a él durante largos períodos de tiempo, puede acabar provocando un deterioro físico o un trastorno mental.

En el campo doméstico, un vecino ruidoso puede convertirse en un verdadero problema. La mejor defensa contra el ruido pasa por asegurarse que se toman las precauciones adecuadas cuando se diseña y se construye un edificio. Esto significa que debe proporcionarse el clima acústico correcto en cada espacio y que los niveles de transmisión del ruido son compatibles con su uso. Abordar esta problemática una vez el edificio está ocupado, puede resultar caro y poco práctico. De forma ideal, los requisitos del aislamiento acústico del edificio deben tener en cuenta la transmisión del sonido tanto interna como externa.

Cuando se diseñan viviendas es importante organizar las diferentes estancias para evitar la incompatibilidad de uso. Los dormitorios deben situarse

lejos de las zonas más ruidosas de la vivienda adyacente. Debe evitarse la colocación del dormitorio de una vivienda adyacente al salón de la vivienda contigua. Si se reducen las zonas comunes de paredes y suelos entre habitaciones, podrá conseguirse un mayor aislamiento acústico.

En los pisos, los dormitorios deberían colocarse justo debajo de los dormitorios de la vivienda superior. Los dormitorios deberían ubicarse lejos de las ventanas y terrazas o balcones que accedan a la calle principal más ruidosa.

Los shunts verticales, los patinillos de instalaciones y los ascensores no deberían ubicarse junto a los dormitorios ni a los salones. Las salas de calderas o las zonas de circulación comunes, como los pasillos de acceso, deberían aislarse de las zonas de vivienda.

En una vivienda debería evitarse la ubicación de los dormitorios junto a lavabos o cuartos de baño, a menos que se trate de una habitación tipo suite. Los pasillos o los armarios roperos pueden colocarse para formar una burbuja acústica. Lo ideal sería que las duchas, los lavabos, cuartos de baño, las secadoras, las lavadoras, los lavavajillas y los armarios de la cocina no dieran a zonas sensibles. Los dormitorios principales deberían estar alejados de otros dormitorios.

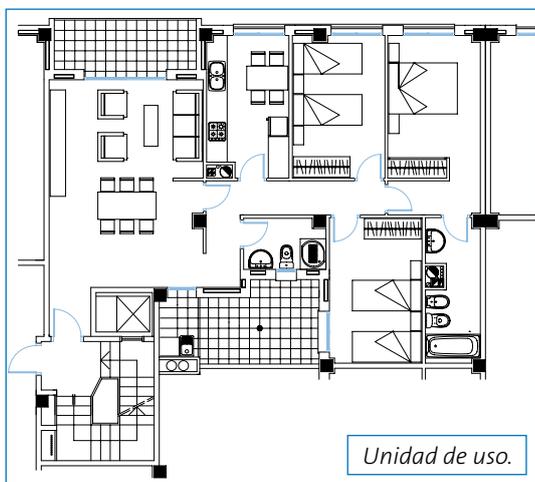
También sería deseable que al menos hubiera una habitación para poder leer, estudiar, etc., que proporcionara una protección razonable contra el ruido provocado por otras personas en la casa.

DEFINICIONES DEL DOCUMENTO BÁSICO HR PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

¿Qué es una unidad de uso?

Una unidad de uso es una parte del edificio que se destina a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre sí. Por ejemplo, una vivienda.

Dentro de cada vivienda el mismo DB HR zonifica los distintos recintos de la misma en:



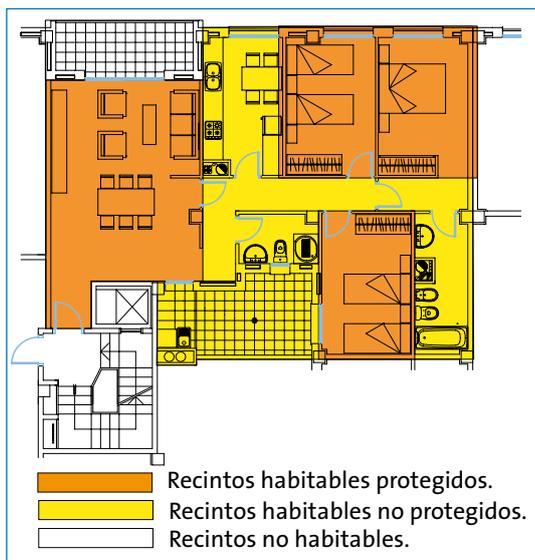
Unidad de uso.

- Habitables.
- Protegidos.
- No habitables.

También son unidades de uso las partes de un edificio que se destinan a usos específicos y cuyos usuarios están vinculados entre sí, como es el caso de oficinas, habitaciones de hotel u hospital, etc...

Tipos de recintos en una vivienda

Según el DB HR y tal y como se ha indicado anteriormente, los recintos que forman parte de una unidad de uso se clasifican en :no habitables, habitables y protegidos.



- Recintos habitables protegidos.
- Recintos habitables no protegidos.
- Recintos no habitables.

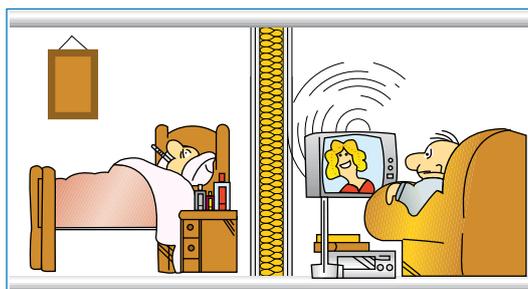
Los recintos no habitables son aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser opcional, solo exige unas condiciones de salubridad adecuadas y ninguna en el orden acústico, como por ejemplo trasteros, desvanes no acondicionados, etc...

El resto de recintos de una vivienda son recintos habitables, y dentro de los mismos, reciben la consideración de recintos protegidos, aquellos que desde un punto de vista de aislamiento acústico deben tener mejores condiciones, como son:

Dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc..

Por exclusión, el resto de recintos habitables como por ejemplo, cocinas, baños, pasillos ó escaleras, son recintos habitables pero no protegidos.

REQUISITOS CLAVE DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO DEL DB HR



Los valores de aislamiento al ruido aéreo de los elementos constructivos separadores en una vivienda son superiores a los requeridos en la anterior NBE CA88. Además las exigencias actuales podrán ser comprobadas en obra mediante la realización de ensayos "in situ". Las exigencias de transmisión a ruido de impacto son mayores y también podrán comprobarse finalizada la obra. Así pues, para muchos tipos de construcción tradicionales resultará más difícil conseguir estos nuevos valores.

Recinto emisor: Exterior a la Unidad de uso

Las exigencias que contempla el DB HR cuando el recinto emisor es exterior a la Unidad de uso son:

Recinto emisor exterior a la unidad de uso	Recinto receptor	
	Protegido	Habitable
Si los recintos no comparten puertas ni ventanas	50 D_{nTA}	45 D_{nTA}
Si los recintos comparten puertas o / y ventanas	Puerta o ventana	
	En recinto protegido	En recinto habitable
	30 D_{nTA}	20 D_{nTA}
	Cerramiento opaco	
	50 D_{nTA}	

Recinto emisor: de instalaciones o de actividad

También conviene mencionar los recintos de Actividad o de instalaciones, que aun cuando por lo general no forman parte de única unidad de uso, si pueden coincidir con ella.

Recinto de actividad: Son aquellos recintos en los edificios de uso residencial (público o privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los recintos del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de presión sonora del recinto sea mayor que 70 dBA y no sobrepase los 80 dBA. Son por ejemplo, recintos dedicados a actividades comerciales, de pública concurrencia, etc...

Recinto de instalaciones: Recinto que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiendo como tales todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho recinto. A efectos del DB HR, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.

Recinto emisor de instalaciones o de actividad	Recinto receptor $D_{nT,A}$	
	Protegido	Habitable
Si los recintos no comparten puertas ni ventanas	55 dBA	45 dBA
Si los recintos comparten puertas y/o ventanas	Puerta o ventana 30 dBA	Cerramiento opaco 50 dBA
Un recinto de actividad o de instalaciones no puede tener puertas que den acceso directo a los recintos protegidos del edificio		
Hueco del ascensor	Maquinaria incorporada 50 dBA	Maquinaria en otro recinto 55 dBA

Medianería

Cerramiento que linda en toda su superficie, o en parte de ella con otros edificios ya construidos, o que puedan construirse legalmente en el futuro.

Según el DB HR, el aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m,nT,Atr}$ de la medianería no debe ser menor que 40 dBA, o alternativamente, el aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{nT,A}$, correspondiente al conjunto de los dos cerramientos, cada uno de un edificio, no será menor que 50 dBA.

Tabiquería interior de una unidad de uso

Es la compartimentación interior de una vivienda

(un mismo usuario), por lo que a efectos del aislamiento acústico, no se distingue entre recintos habitables y protegidos. Es evidente que dentro de una misma vivienda no existirán habitaciones de actividad ni de instalaciones.

En este caso, el DBHR determina la exigencia y la solución:

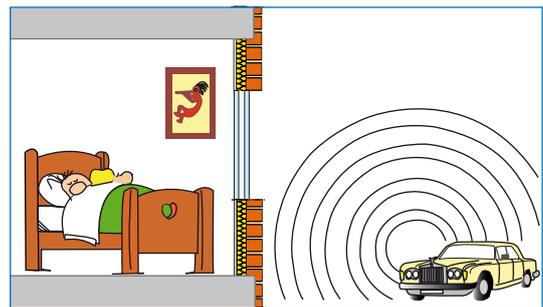
Tabiquería de distribución interior	
Tabiques de entramado autoportante	$R_A = 43$ dBA

Es importante recordar que la notación R_A indica que son valores de ensayo en laboratorio, por lo tanto se excluye de forma implícita el ensayo "in situ".

Como se puede observar el propio DB HR reconoce la calidad de los sistemas Placo: poco peso y máximo aislamiento acústico, frente a las soluciones tradicionales de ladrillo cerámico.

Aislamiento a ruido aéreo procedente del exterior

Las exigencias de aislamiento acústico al ruido aéreo procede del exterior afectan a los cerramientos en contacto con el aire exterior, como son las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el exterior. Estas exigencias solo se aplicarán a los recintos protegidos.



Las exigencias de obligado cumplimiento en cuanto al aislamiento a ruido aéreo procedente del exterior de la vivienda son:

L_d (dBA)	Viviendas	
	Dormitorios (dBA)	Estancias (dBA)
< 60	30	30
60 - 65	32	30
65 - 70	37	32
70 - 75	42	37
> 70	47	42

Como se aprecia en el cuadro, las exigencias están en función del ruido exterior de la zona donde se ubique el edificio.

$L_{d,r}$, índice de ruido día, es el índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo día, y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, determinado a lo largo de todos los periodos día de un año.

El valor del índice de ruido día, $L_{d,r}$, puede obtenerse mediante consulta en las administraciones competentes, que son las encargadas de elaborar los mapas estratégicos de ruido.

Cuando no se dispongan de datos oficiales se acudirá a la siguiente clasificación genérica.

Tipo de área acústica		Índice de ruido día, L_d (dBA)
Sectores con predominio del uso residencial		60
E	Uso sanitario, docente y cultural	60
C	Uso recreativo y de espectáculos	73
D	Uso terciario distinto al del "C"	70
B	Uso industrial	75
F	Infraestructuras de transportes o equipamientos públicos	Sin determinar

EJEMPLO PRÁCTICO

Como ejemplo, se propone a continuación el diseño de particiones y techos con sistemas de placa de yeso laminado Placo en una unidad de uso, integrante de un bloque de viviendas.

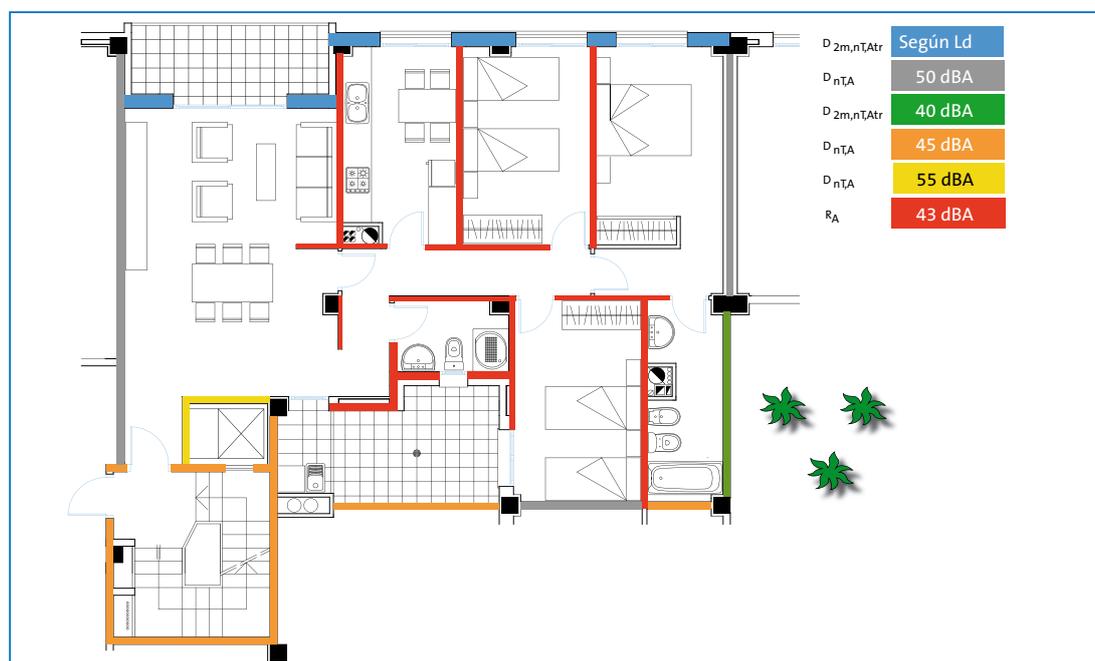
Del ejemplo propuesto se desprende que las exigencias "in situ" D_{nTA} quedan ampliamente sobrepasadas por los ensayos en laboratorio y las exigencias R_A , sin ensayo "in situ".

Si bien es probable que las soluciones recomendadas en este ejemplo cubran la mayor parte de los proyectos de las viviendas en edificios, es evidente que siempre se tendrá que realizar el estudio pertinente por cualquiera de los dos métodos que contempla el DB HR: General o Simplificado.

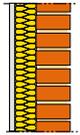
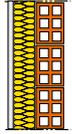
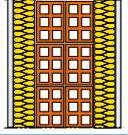
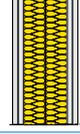
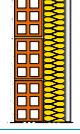
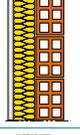
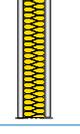
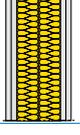
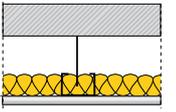
Además, para que todos los buenos diseños cumplan las expectativas en las mediciones "in situ" que se han de realizar en obra, se deberán respetar durante la ejecución de los sistemas Placo las recomendaciones indicadas en este mismo Manual, así como las que se indican en el "Manual del Instalador Placo". También, las indicadas en el "Manual de Sistemas constructivos con placa de yeso laminado de la Asociación Técnica y Empresarial del Yeso ATEDY", y de manera más general las contempladas en la Norma UNE 102040.

Es conveniente recordar:

- La notación D_{nTA} , es la diferencia de niveles estandarizada ponderada A entre recintos interiores. Se expresa en dBA y se obtiene mediante la medición "in situ".
- R_A es el índice global de reducción acústica de un elemento ponderado A en dBA. Es un valor obtenido mediante ensayo en laboratorio.



- En los elementos de separación verticales, y si por razones constructivas, el trasdosado solo se puede aplicar sobre una de las dos caras del elemento base, la exigencia del trasdosado ($R_{A,1}$) se incrementará en 4 dBA.
- Cuando un ascensor circula por su hueco entre plantas y la maquinaria del motor no está en la propia cabina, se considera a efectos de exigencias como zona común. El cuarto de máquinas que impulsa a la cabina se considerará como recinto de instalaciones.
- A efectos de exigencias todas las estancias habitables que limiten con la fachada se considerarán como protegidas.
- Cuando se prevea que algunas fachadas, tales como fachadas de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como *fachadas* exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día $L_{d,r}$ 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.

Tipo de cerramiento		Sistemas	Máxima exigencia DB HR	Laboratorio
Fachada		Fábrica de 1/2 pie, ladrillo cara vista, con enfoscado de 15 mm. Estructura metálica de 48 mm y una placa de yeso laminado de 15 mm, con lana Placover de 45 mm.	$D_{2m,nTA,tr}$ Según L_d , tipo de huecos y porcentaje sobre la parte ciega	$R_W = 66$ (-2; -6) dBA $R_A = 64,8$ dBA (en la parte ciega)
Medianería (sin edificar)		Fábrica de ladrillo doble hueco de 8 cm sin enlucir. Estructura metálica de 48 mm y una placa de yeso laminado de 15 mm con lana Placover de 45 mm.	$D_{2m,nTA,tr}$ 40 + 4 = 44 dB	$R_W = 57$ (-2; -6) dBA $R_A = 58,8$ dBA
Medianería (con edificio colindante)		Doble fábrica de ladrillo doble hueco de 8 cm sin enlucir. Doble estructura metálica de 48 mm y placa de yeso laminado de 15 mm por cara con doble lana Placover de 45 mm.	D_{nTA} 50 dB	$R_W = 57$ (-2; -6) dBA $R_A = 58,8$ dBA
Entre recintos protegidos o habitables		Dos placas de yeso laminado de 15 mm. Doble estructura metálica de 70 mm y lana mineral de 80 mm.	D_{nTA} 50/45 dB	$R_W = 69$ (-2; -7) dBA $R_A = 67,6$ dBA
Entre zona común y recinto protegido o habitable		Guarnecido de yeso, fábrica de ladrillo doble hueco de 8 cm, guarnecido de yeso. Estructura metálica de 48, placa de yeso laminado de 15 mm y lana Placover de 45 mm.	D_{nTA} 40 + 4 = 44 dB	$R_W = 59$ (-2; -5) dBA $R_A = 58,2$ dBA
Entre hueco de ascensor y recinto protegido o habitable		Fábrica de ladrillo doble hueco de 8 cm sin enlucir. Estructura metálica de 48, placa de yeso laminado de 15 mm y lana Placover de 45 mm.	R_A 50 + 4 = 54 dB	$R_W = 57$ (-2; -6) dBA $R_A = 55,8$ dBA
Tabiquería interior		Una placa de yeso laminado de 15 mm por cada lado de una estructura metálica de 48 mm, con lana Placover de 45 mm.	R_A 43 dB	$R_W = 45$ (-2; -9) dBA $R_A = 43$ dBA
Entre recintos protegidos o habitables y de actividad		Dos placas de yeso laminado de 15 mm. Doble estructura metálica de 70 mm y lana mineral de 80 mm.	D_{nTA} 55 dB	R_A $R_W = 69$ (-2; -7) dBA $R_A = 67,6$ dBA
Techo suspendido		Falso techo suspendido bajo losa de hormigón de 14 cm. Cámara de aire de 10 cm. Lana mineral de 5 cm y placa de yeso laminado de 15 mm.	D_{nTA} 55 dB	$R_W = 71$ (-2; -8) dBA $R_A = 88,4$ dBA

17.4

DISEÑO PARA LA SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO



El objetivo de los requisitos básicos del CTE DB SI “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* de un *edificio* sufran daños derivados de un incendio de origen accidental. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas establecidas.

El diseño para la evacuación de los habitantes de bloques de viviendas de dos o tres plantas, se puede realizar con relativa facilidad. No obstante, siempre será conveniente proyectar algunos elementos para asegurar el aviso inmediato en caso de incendio (detectores de humo, etc.), debiéndose diseñar soluciones eficaces para las salidas de emergencia desde cada una de las plantas.

En los edificios de mayor altura serán necesarias medidas más complejas, ya que la evacuación de sus habitantes mediante la actuación del cuerpo de bomberos a través de las ventanas, se considera peligrosa.

Debido a ello, será necesario determinar como sector de incendios tanto cada vivienda, como el

huelo de la escalera interior. En los edificios de más de 15 m de altura por encima del nivel del suelo, existe el riesgo de que la escalera quede intransitable antes de que los ocupantes de las plantas superiores hayan evacuado el edificio. Es por ello, que además de que se cumplan las exigencias normativas de resistencia al fuego, será necesario disponer de una ruta alternativa de evacuación.

La elección de los materiales utilizados en las paredes y techos puede afectar de forma significativa a la propagación de un incendio, aun cuando es probable que estos materiales no sean los primeros en arder. Una adecuada especificación de los revestimientos, es particularmente importante en los espacios y pasillos de circulación, donde sus superficies (paredes, techos y suelos) pueden suponer los principales medios por los que el incendio se propague y donde una lenta propagación, puede contribuir a que los ocupantes logren evacuar el edificio sin que sufran daños físicos.

Debido a ello, el DB SI establece los criterios normalizados de reacción al fuego de los materiales empleados en la construcción de viviendas.

REACCIÓN AL FUEGO

Los sistemas Placo aportan grandes ventajas en la protección pasiva frente a los incendios, ya que los productos que los componen están formados por elementos clasificados según las siguientes Euroclases:

Placas de Yeso Laminado: A2- s1,d0

A2: No combustible. Sin contribución, grado medio

s1: Baja opacidad de humos

d0: Nula caída de gotas o partículas inflamables

Estructura portante galvanizada: A1

A1: No combustible. Sin contribución, grado máximo.

Lana mineral: A1

A1: No combustible. Sin contribución, grado máximo.

Los máximos requerimientos para los materiales de construcción empleados en viviendas para paredes y techos son:

Situación del elemento	Reacción al fuego
Zonas ocupables	C-s2, d0
Garajes y aparcamientos	A2-s1, d0

COMPARTIMENTACIÓN DE LOS SECTORES DE INCENDIO

El DB SI indica que un sector de incendios es el espacio de un edificio que se halla separado de otras

zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un periodo de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar el incendio para que no se pueda propagar a otra parte del edificio. Considera además, que cada vivienda es un sector de incendios. Así pues cada vivienda unifamiliar será un sector de incendio. Si es una vivienda unifamiliar aislada, con excepción del garaje, los muros exteriores delimitarán el sector de incendios. Si la vivienda es unifamiliar adosada, además de los muros de fachada, las paredes medianeras con la vivienda adosada delimitarán el sector. Las viviendas ubicadas en un bloque, además de las fachadas y las medianerías, también quedarán delimitadas a nivel de sector por los elementos de separación horizontal (forjados) y por las zonas comunes del edificio tales como escaleras, huecos de ascensor y las galerías de instalaciones.

La Normativa establece para las viviendas ubicadas en bloques los siguientes requerimientos mínimos de resistencia al fuego EI:

Altura del edificio (m)	Resistencia al fuego EI (minutos)
< 15	60
de 15 a 28	90
> 28	120
Locales bajo rasante	120
Aparcamiento a cualquier nivel	120

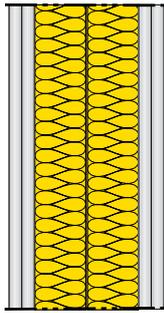
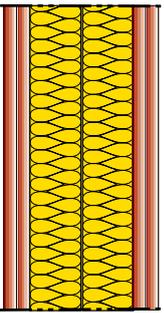
Se proponen a continuación las soluciones mínimas de compartimentación interior con sector de incendio, particiones separadoras de usuarios distintos, que cumplen a la vez las exigencias de reacción,



resistencia al fuego y aislamiento acústico al ruido aéreo.

La reacción al fuego EI está avalada por ensayos realizados en laboratorios acreditados.

ENSAYOS VÁLIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA PRODUCTOS Y SISTEMAS **Placo**

Con alturas iguales o inferiores a 15 m				
Situación	Requerimiento	Croquis	Descripción	Clasificación
Particiones entre viviendas al mismo nivel y dentro del mismo bloque	EI 60		Dos placas de yeso laminado estándar de 15 mm. Doble estructura metálica de 70 mm y lana mineral de 60 mm.	EI 60 (extensión del ensayo AFIT 7278/05-6)
Particiones entre viviendas al mismo nivel y zonas comunes dentro del mismo bloque				
Medianerías al mismo nivel entre distintos bloques				
Con alturas superiores a 15 y a 28 m				
Situación	Requerimiento	Croquis	Descripción	Clasificación
Particiones entre viviendas al mismo nivel y dentro del mismo bloque	EI 90 EI 120		Dos placas de yeso laminado PPF de 15 mm. Doble estructura metálica de 70 mm y lana mineral de 60 mm.	EI 120 (extensión del ensayo AFIT 6881/06-2)
Particiones entre viviendas al mismo nivel y zonas comunes dentro del mismo bloque				
Medianerías al mismo nivel entre distintos bloques				

La clasificación al fuego de las soluciones mixtas, obras de fábrica trasdosadas con placas de yeso laminado, a una o a ambas caras, serán las indicadas en el DB SI, prescindiendo del evidente incremento

debido a la aportación de los sistemas Placo.

Los trasdosados Placo a una o a ambas caras de la obra de fábrica, incrementan la resistencia al fuego

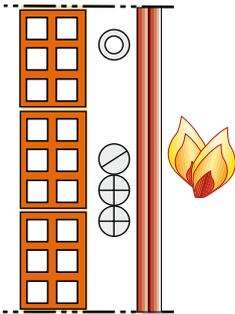
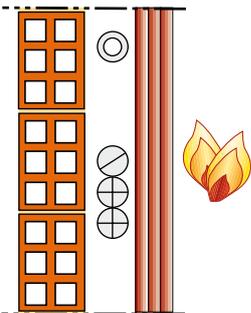
Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcareo								
Tipo de revestimiento		Espesor de la fábrica en mm						
		Con ladrillo hueco			Con ladrillo macizo o perforado		Con bloques de arcilla aligerada	
		40<e≤80	40<e≤110	e>110	110<e<200	e≥200	140≤e<240	e≥240
Sin revestir		(1)	(1)	(1)	REI-120	REI-240	(1)	(1)
Enfoscado	Por la cara expuesta	(1)	EI-60	EI-90	EI-180	REI-240	EI-180	EI-240
	Por las dos caras	EI-30	EI-90	EI-120	REI-180	REI-240	REI-180	REI-240
Guarnecido	Por la cara expuesta	EI-60	EI-120	EI-180	EI-240	REI-240	EI-240	EI-240
	Por las dos caras	EI-90	EI-180	EI-240	EI-240	REI-240	EI-240 RE-240 REI-180	EI-240

(1) No es usual.

Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de bloque de hormigón				
Tipo de cámara	Tipo de árido	Tipo de recestimiento	Espesor nominal	Resistencia al fuego
Simple	Silicio	Sin revestir	100	EI 15
			150	REI 60
			200	REI 120
	Calizo	Enfoscado por las dos caras	100	EI 60
			150	REI 90
			200	REI 180
	Volcánico	Sin revestir	120	EI 120
			200	REI 180
		Guarnecido por las dos caras	90	EI 180
			Guarnecido por la cara expuesta	120
	200	REI 240		
	Doble	Arcilla expandida	Sin revestir	200
200				REI 180

propia de la partición, proporcionando a la cámara de aire intermedia y a las instalaciones en ella ubicadas, una EI de hasta 90 minutos.

Los techos suspendidos Placo incrementan la resistencia al fuego propia del forjado bajo el cual se suspenden, proporcionando al plenum y a las insta-

Croquis	Descripción	Clasificación EI (minutos)
	<p>Dos placas de yeso laminado PPF de 15 mm. Estructura metálica portante, formando cámara de aire de ancho variable</p>	<p>60</p>
	<p>Tres placas de yeso laminado PPF de 15 mm. Estructura metálica portante, formando cámara de aire de ancho variable.</p>	<p>90</p>

ENSAYOS VÁLIDOS
EXCLUSIVAMENTE PARA
PRODUCTOS
Y SISTEMAS **Placo**

Ensayos realizados en laboratorios acreditados por ENAC.

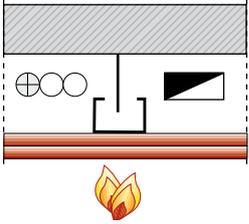
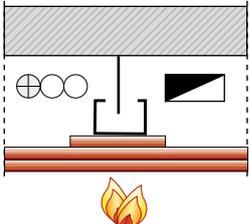
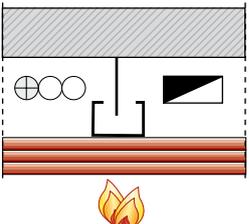
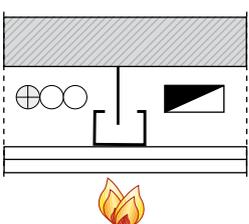
laciones que en él se ubiquen, una EI de hasta 120 minutos.

Según el DB SI, sólo el Informe de Clasificación es válido para acreditar un valor requerido de EI, informe que se complementa con su correspondiente Informe de Ensayo.

No obstante, un laboratorio acreditado por ENAC, en base a datos de ensayos y según la norma UNE

EN 13501-2:2009, puede extender resultados de ensayos realizados con una configuración determinada a otro tipo de configuraciones del sistema, como es el caso de las divisiones no portantes construidas con los sistemas de placa de yeso laminado Placo. Placo ha obtenido sendos Informes de extensiones por parte de los laboratorios Afiti Licof y Applus, que garantizan la Resistencia al fuego de más de 200 de sus sistemas realizados con Placa de yeso laminado.

ENSAYOS VÁLIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA PRODUCTOS Y SISTEMAS Placo

Croquis	Descripción	Clasificación EI (minutos)
	Dos placas de yeso laminado PPF de 15 mm. Estructura metálica portante, formando plenum de altura variable.	45
	Dos placas de yeso laminado más lambeta PPF de 15 mm. Estructura metálica portante, plenum de altura variable.	60
	Tres placas de yeso laminado más lambeta PPF de 15 mm. Estructura metálica portante, plenum de altura variable.	90
	Dos placas GlasRoc F de 25 mm. Estructura metálica portante, formando plenum de altura variable.	120

Ensayos realizados en laboratorios acreditados por ENAC.

17.5 DISEÑO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA

El sector de la edificación y en particular el de la edificación residencial, tiene una evidente repercusión medioambiental. Debido al creciente consumo de energía en el uso de las viviendas, el actual CTE fija medidas de ahorro energético que limitan las emisiones de dióxido de carbono, sustituyendo parcial o totalmente las fuentes de energía tradicionales por el empleo de energías total o parcialmente renovables.

Así pues el objetivo del Documento Básico HE "Ahorro de energía" es conseguir un uso racional de la energía necesaria que se emplea en las viviendas. El documento básico HE especifica parámetros, objetivos y procedimientos para lograr este objetivo.

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limiten adecuadamente la demanda de energía necesaria para alcanzar el bienestar térmico.

El DB HE se aplicará en edificios de nueva planta, y en las reformas o rehabilitaciones de edificios con una superficie útil superiores a 1.000 m², en los cuales se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.

Se excluyen las viviendas aisladas con superficie inferior a 50 m².

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DB HE

Al igual que en el DB HR, en el diseño del proyecto se optará por uno de los dos procedimientos alternativos: Opción simplificada y Opción general.

Opción Simplificada

Los valores obtenidos en el cálculo serán inferiores a los valores límite de las transmitancias térmicas en cubiertas, suelos, muros y particiones interiores que este Documento Básico determina para cada zona climática.

Se podrá aplicar esta opción siempre que el porcentaje de huecos de la fachada sea inferior al 60% y el porcentaje de lucernarios en cubierta sea inferior al 5%.

Opción General

Una vez efectuado el cálculo de la demanda energética total del edificio, este se compara con los valores los mínimos de referencia de la Opción Simplificada. Para facilitar el cálculo, la Administración facilita el programa informático oficial LIDER (Limitación de la demanda energética).

Esta opción queda limitada cuando se usen sistemas innovadores cuyos modelos no puedan ser introducidos en el programa oficial. En este caso, el proyecto justificará las mejoras de ahorro energético mediante simulación o cálculo al uso.

RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Esta exigencia se desarrolla en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE4) y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

En el caso de la energía empleada en la iluminación interior, y con el fin de ahorrar energía, se pondrán sistemas de control que permitan ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como sistemas obligatorios de apagado y encendido manual y sistemas de detección de presencia en zonas de uso esporádico. Se valorará el aprovechamiento de la luz natural, llevándose a cabo un adecuado mantenimiento de las instalaciones de iluminación, mediante su limpieza periódica y reposición de puntos de luz.

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

En los edificios con previsión de demanda de agua caliente sanitaria, una parte de las necesidades térmicas energéticas derivadas de la demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a su emplazamiento. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos. Las exigencias expresadas en este apartado solo se aplicarán a los edificios de nueva construc-



ción, estableciéndose una contribución solar mínima anual entre el 30% y el 70%, en función de la zona climática de que se trate de las 5 clasificadas en el DB HE.

CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Este apartado del DB HE obliga a que, en determinados edificios, y a partir de una determinada superficie o capacidad, se incorporen sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos. La potencia mínima exigida dependerá de la zona climática donde se ubique el edificio, del tipo de uso al que se destine y de su superficie construida.

El diseño y cálculos justificativos de la instalación fotovoltaica deben incorporarse al proyecto general del edificio, como cualquier otra instalación del mismo, y al igual que el resto de instalaciones del edificio, deberá ser legalizada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Las instalaciones fotovoltaicas se conectarán a la red interior del edificio para consumo interno, o a la red de distribución de la Compañía eléctrica, para suministro a la red general. En cualquiera de las dos opciones, se deberá cumplir con el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y con el Real

Decreto 1663/2000, sobre conexión a la red eléctrica de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

CONTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS PLACO

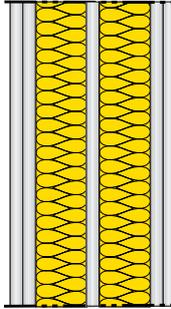
La conductividad térmica (λ) de las placas de yeso laminado es realmente baja (0,25 W/mK). No obstante, no se puede considerar un material térmicamente aislante, debido al reducido espesor de las placas que conforman los sistemas Placo.

Pese a esta circunstancia, el total de los sistemas de entramado autoportante contribuyen en gran manera al aislamiento térmico del elemento constructivo, al conformar cámaras de espesor suficiente para el relleno de las mismas con materiales aislantes, como por ejemplo es el caso de la lana de vidrio Placover.

Tanto en las particiones y tabiques como en los trasdosados (ya sean directos o con estructura metálica) y en los techos suspendidos, los sistemas Placo contribuyen a incrementar notablemente el ahorro de energía de las viviendas construidas con estos sistemas.

Seguidamente se proponen tres sistemas usuales de compartimentación entre recintos, y que a su vez cumplen con los requerimientos del Documento Básico DB HR.

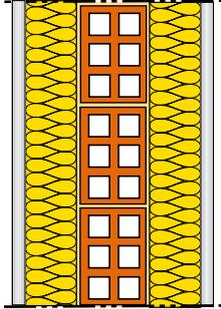
Dos placas de 15 mm a cada lado de una doble estructura metálica de 70 mm con placa intermedia de 15 mm. Lana mineral Placover 60 mm en ambas cámaras.

		Espesor (mm)	λ (W/mK)	Rt(m ² K/W)
	Aire interior			0,13
	Dos placas de yeso de 15mm	0,03	0,25	0,12
	Placover 60	0,06	0,04	1,50
	Cámara de aire	0,01		0,15
	Una placa de yeso de 15mm	0,015	0,25	0,06
	Cámara de aire	0,01		0,15
	Placover 60	0,06	0,04	1,50
	Dos placas de yeso de 15mm	0,03	0,25	0,12
	Aire interior			0,13

RT = 3,70 m²K/W

U = 0,27 W/m²K

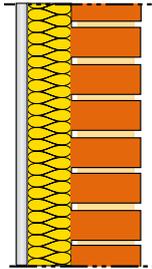
Fábrica de ladrillo doble hueco de 8 cm con guarnecido de yeso de 12 mm ambas caras. Doble trasdosado con estructura metálica de 48 mm y una placa de yeso de 15 mm por cara. Lana mineral Placover 45 en las dos cámaras.

		Espesor (mm)	λ (W/mK)	Rt(m ² K/W)
	Aire interior			0,13
	Placa de yeso de 15mm	0,015	0,25	0,06
	Placover 45	0,045	0,036	1,25
	Cámara de aire	0,03		0,05
	Guarnecido de yeso	0,012	0,3	0,02
	Ladrillo DH	0,08	0,32	0,25
	Guarnecido de yeso	0,012	0,3	0,020
	Cámara de aire			0,05
	Placover 45	0,045	0,036	1,25
	Placa de yeso 15 mm	0,015	0,25	0,06
	Aire interior			0,13

RT = 3,02 m²K/W

U = 0,33 W/m²K

Fábrica de ladrillo de 1/2 pie cara vista con enfoscado de mortero de 15 mm de espesor. Trasdoso de una placa de yeso de 15 mm sobre estructura metálica de 48 mm. Lana mineral Placover.

		Espesor (mm)	λ (W/mK)	Rt(m ² K/W)
	Aire exterior			0,04
	1/2 pie de ladrillo cara vista	0,015	0,32	0,05
	Enfoscado de mortero	0,015	1	0,02
	Cámara de aire	0,03		0,15
	Placover 45	0,045	0,036	1,25
	Placa de yeso 15 mm	0,015	0,25	0,06
	Aire interior			0,13

RT = 1,57 m²K/W

U = 0,64 W/m²K

CONDENSACIONES INTERSTICIALES

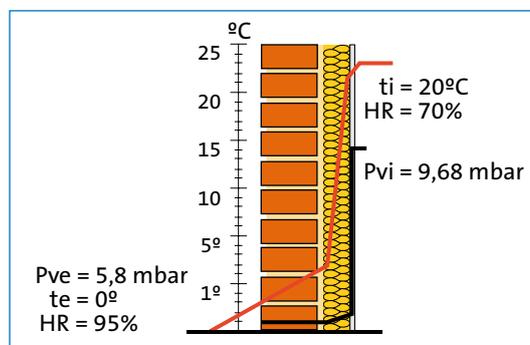
Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales, se deberá comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

En el DB HE se define el método de cálculo, exponiéndose las tablas de humedades relativas y temperaturas por capitales de provincia y mes.

Este mismo documento indica que en ausencia de datos más precisos, se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para todos los meses del año y una humedad relativa máxima del 70% .

Soluciones



Al realizar el trasdosado propuesto con una placa PPV 13 sobre un cerramiento exterior con ½ pie de ladrillo perforado y lana mineral de 40 mm en las condiciones extremas que se indican en la figura, se comprueba que no se producen condensaciones intersticiales.

Así pues, si se proyecta cuidando los puentes térmicos de fachada, la placa con barrera de vapor de aluminio (Resistencia al vapor=4009,6 MNs/gm) solventa cualquier problema de condensación intersticial.

17.6 DECORACIÓN FINAL Y USO

PINTADO DE LAS SUPERFICIES

Cualquier tipo de pintura habitual aplicada en los enlucidos tradicionales, se puede emplear sobre las superficies de los paramentos de los sistemas constructivos Placo. Solo habrá que tener en cuenta las mínimas diferencias entre ambas superficies.

A diferencia de las superficies guarnecidas y enlucidas con yeso, los paramentos de placa de yeso laminado Placo presentan dos tipos de materiales: por un lado la pasta de juntas empleada en el tratamiento de juntas y también sobre las cabezas de tornillos, y por otro la celulosa propia de la placa de yeso.

Para un buen acabado, será necesario aplicar una imprimación que homogeneice la textura, y por lo tanto, la posterior absorción de las posteriores capas de pintura.

Al igual que en los enlucidos tradicionales, dependiendo del tipo de recubrimiento final, de la situa-

ción del paramento (vertical, horizontal o inclinado) y de la exposición o no a la luz rasante, se requerirá un tipo u otro de tratamiento de la superficie previa al pintado, que irá desde la calidad estándar hasta un nivel de calidad óptimo.

Para esta calidad óptima será necesario cubrir toda la superficie de la placa de yeso con una capa de enlucido mediante el empleo de Placofinish.

Placofinish es una pasta de acabado que aplicada a modo de enlucido sobre los paramentos Placo, dota a estos una superficie de aspecto tradicional de gran calidad y homogeneidad.

La forma de aplicación es similar a la del enlucido tradicional. No obstante se tendrán en cuenta los condicionantes específicos indicados en el Manual del Instalador Placo.

Este tipo de superficies son idóneas para revestimientos murales lisos o estructurados con brillo

(papeles pintados metálicos o de vinilo), esmaltes, pinturas y revestimientos de hasta un brillo medio, y estucos u otras técnicas de alisado de gran calidad.

Este tratamiento superficial cumple los requisitos más exigentes y minimizará la posibilidad de que se produzcan contrastes entre la superficie de la placa de yeso y las juntas.

En el caso de que los paramentos de placa de yeso vayan a estar expuestos durante un tiempo excesivo a la luz solar antes de su decoración final, la superficie de los mismos deberá cubrirse con una imprimación de alto poder cubriente ligeramente coloreada, con el fin de evitar que la superficie de las placas ya instaladas se decolore debido a la oxidación de la celulosa.

ALICATADOS

El tratamiento de las juntas de los paramentos Placo a alicatar se realizará como mínimo con el asentado, planchado y tapado de la cinta. En las cabezas de los tornillos se habrá aplicado una mano de pasta. Así dispuesta la superficie, se procederá a extender con una llana dentada el mortero adhesivo adecuado.

Para formatos iguales o inferiores a 900 cm^2 y con pesos que no superen los 30 kg/m^2 , se podrán utilizar adhesivos sin cemento y morteros cola ordinarios sin precauciones especiales.

Para formatos mayores será recomendable consultar con el fabricante del mortero previsto la idoneidad del mortero a utilizar.

En las unidades constructivas, constituidas por una sola placa PPM por cara, la modulación de los Montantes será como máximo de 400 mm y el espesor mínimo de la Placa 15 mm.

PAPELES PINTADOS

La terminación del tratamiento de las juntas deberá ser al menos la misma que se emplearía en el caso del pintado (temple o gotelé).

Antes del pegado del papel se imprimirán los paramentos, con el fin de homogeneizar la superficie, facilitando en el futuro posibles cambios de la decoración.

ANCLAJE Y CUELGUES

Los sistemas Placo instalados en una vivienda, por lo general, tendrán que soportar las cargas necesarias para la decoración y menaje de la misma.

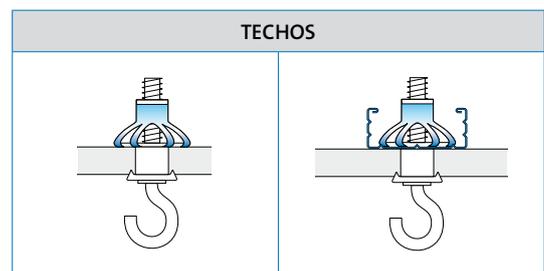
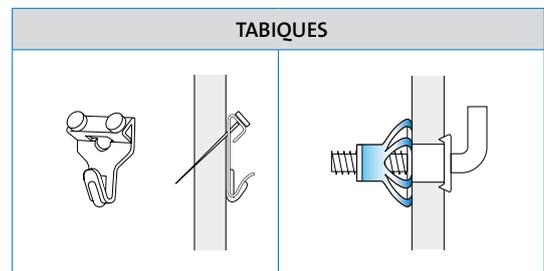
Contrariamente a lo que los usuarios no conocedores de este tipo de sistemas suelen pensar, los cuelgues sobre las placas de yeso laminado se ejecutan con mayor facilidad y garantía que los tradicionales sobre tabiques de ladrillo cerámico y falsos techos de escayola.

Solo habrá que tener en cuenta las siguientes normas fundamentales:

- La carga máxima uniformemente repartida que puede actuar en un tabique se limita a 80 kg/m .
- La máxima carga puntual que puede actuar sobre un tabique es de 30 kg .
- La distancia mínima entre anclajes será de 40 cm .
- El incremento de esfuerzo por cargas excéntricas, como por ejemplo en el caso de los muebles de cocina.

Difícilmente en las viviendas se requerirán esfuerzos superiores. En el caso de que así ocurra, (lavabos, inodoros suspendido...) existe la posibilidad de reforzar la cámara interna de la partición, transmitiendo los esfuerzos a los montantes mediante chapas metálicas o directamente a los forjados con perfiles metálicos portantes.

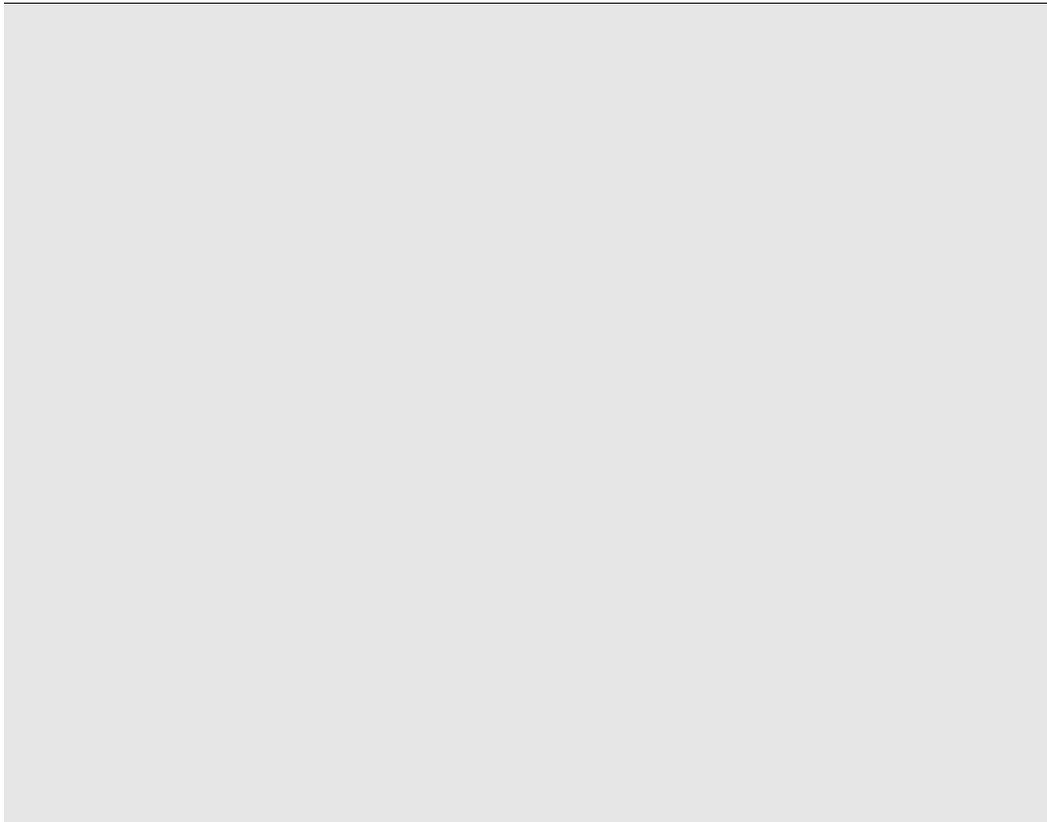
Para más detalles consultar el Manual del instalador (Cuelgues) o el Capítulo 13 del presente Manual.



18 ANEXO

Documento Básico **HR**

Protección frente al ruido



Abril 2009

Introducción

I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisfaga el requisito básico "Protección frente al ruido".

Tanto el objetivo del requisito básico "Protección frente al ruido", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 14 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

El objetivo del requisito básico "Protección frente al ruido" consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus *recintos* tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los *recintos*.

El Documento Básico "DB HR Protección frente al ruido" especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

II Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el CTE en su artículo 2 (Parte I) exceptuándose los casos que se indican a continuación:

- los *recintos ruidosos*, que se regirán por su reglamentación específica;
- los *recintos* y edificios de pública concurrencia destinados a espectáculos, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., que serán objeto de estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico, y se considerarán *recintos de actividad* respecto a las unidades de uso colindantes a efectos de aislamiento acústico;
- las aulas y las salas de conferencias cuyo volumen sea mayor que 350 m³, que serán objeto de un estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico, y se considerarán *recintos protegidos* respecto de otros *recintos* y del exterior a efectos de aislamiento acústico;
- las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su *fachada* o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios.

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Protección frente al ruido". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas.

El Catálogo de Elementos Constructivos del CTE aporta valores para determinadas características técnicas exigidas en este documento básico. Los valores que el Catálogo asigna a soluciones constructivas que no se fabrican industrialmente sino que se generan en la obra tienen garantía legal en cuanto a su aplicación en los proyectos, mientras que para los productos de construcción fabricados industrialmente dichos valores tienen únicamente carácter genérico y orientativo

Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento en el que se aplica el mismo. Cuando se cita una UNE debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aún cuando exista una versión posterior, excepto cuando se trate de normas correspondientes a normas EN o EN ISO cuya referencia haya sido publicada en el diario oficial de la Unión Europea en el marco de la aplicación de la Directiva 89/106/CE sobre productos de construcción, en cuyo caso la cita debe relacionarse con la versión de dicha referencia.

Como ayuda a la aplicación del Documento Básico DB-HR Protección frente al ruido, el Ministerio de Vivienda elaborará y mantendrá actualizada una Guía de aplicación del DB-HR, de carácter no vinculante, en la que se establecerán aclaraciones a conceptos y procedimientos y ejemplos de aplicación y que incluirá además unas fichas correspondientes a los diferentes apartados del DB, diseño, ejecución y control, con detalles constructivos, secuencias del proceso de ejecución, listados de chequeo en control, etc. Esta guía se considerará Documento Reconocido a efectos de su aplicación.

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-HR

La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones de proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8, respectivamente, de la Parte I del CTE.

V Terminología

A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, bien en el Anejo A de este DB, cuando se trate de términos relacionados únicamente con el requisito básico "Protección frente al ruido", bien en el Anejo III de la Parte I del CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

Índice

- 1 Generalidades
 - 1.1 Procedimiento de verificación
 - 2 Caracterización y cuantificación de las exigencias
 - 2.1 Valores límite de aislamiento
 - 2.2 Valores límite de *tiempo de reverberación*
 - 2.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones
 - 3 Diseño y dimensionado
 - 3.1 *Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos*
 - 3.2 *Tiempo de reverberación* y absorción acústica
 - 3.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones
 - 4 Productos de construcción
 - 4.1 Características exigibles a los productos
 - 4.2 Características exigibles a los elementos constructivos
 - 4.3 Control de recepción en obra de productos
 - 5 Construcción
 - 5.1 Ejecución
 - 5.2 Control de la ejecución
 - 5.3 Control de la obra terminada
 - 6 Mantenimiento y conservación
- Anejo A. Terminología
- Anejo B. Notación
- Anejo C. Normas de referencia
- Anejo D. Cálculo del índice de reducción de vibraciones en uniones de elementos constructivos
- Anejo E. Medida y valoración de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR , y de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔL , de *revestimientos*
- Anejo F. Estimación numérica de la diferencia de niveles debida a la forma de la *fachada*
- Anejo G. Cálculo del aislamiento acústico de *elementos constructivos mixtos*
- Anejo H. Guía de uso de las magnitudes de aislamiento en relación con las exigencias
- Anejo I. Opción simplificada para vivienda unifamiliar adosada
- Anejo J. Recomendaciones de diseño acústico para aulas y salas de conferencias
- Anejo K. Fichas justificativas

1 Generalidades

1.1 Procedimiento de verificación

- 1 Para satisfacer las exigencias del CTE en lo referente a la protección frente al ruido deben:
 - a) alcanzarse los valores límite de *aislamiento acústico a ruido aéreo* y no superarse los valores límite de *nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos)* que se establecen en el apartado 2.1;
 - b) no superarse los valores límite de *tiempo de reverberación* que se establecen en el apartado 2.2;
 - c) cumplirse las especificaciones del apartado 2.3 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.
- 2 Para la correcta aplicación de este documento debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:
 - a) cumplimiento de las condiciones de diseño y de dimensionado del *aislamiento acústico a ruido aéreo* y del *aislamiento acústico a ruido de impactos* de los *recintos* de los edificios; esta verificación puede llevarse a cabo por cualquiera de los procedimientos siguientes:
 - i) mediante la opción simplificada, comprobando que se adopta alguna de las soluciones de aislamiento propuestas en el apartado 3.1.2.
 - ii) mediante la opción general, aplicando los métodos de cálculo especificados para cada tipo de ruido, definidos en el apartado 3.1.3;Independientemente de la opción elegida, deben cumplirse las condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos especificadas en el apartado 3.1.4.
 - b) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del *tiempo de reverberación* y de absorción acústica de los *recintos* afectados por esta exigencia, mediante la aplicación del método de cálculo especificado en el apartado 3.2.
 - c) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.3 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.
 - d) cumplimiento de las condiciones relativas a los productos de construcción expuestas en el apartado 4.
 - e) cumplimiento de las condiciones de construcción expuestas en el apartado 5.
 - f) cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación expuestas en el apartado 6.
- 3 Para satisfacer la justificación documental del proyecto, deben cumplimentarse las fichas justificativas del Anejo K, que se incluirán en la memoria del proyecto.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

- 1 Para satisfacer las exigencias básicas contempladas en el artículo 14 de este Código deben cumplirse las condiciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que estas condiciones se aplicarán a los elementos constructivos totalmente acabados, es decir, albergando las instalaciones del edificio o incluyendo cualquier actuación que pueda modificar las características acústicas de dichos elementos.
- 2 Con el cumplimiento de las exigencias anteriores se entenderá que el edificio es conforme con las exigencias acústicas derivadas de la aplicación de los *objetivos de calidad acústica* al espacio interior de las edificaciones incluidas en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y sus desarrollos reglamentarios.

2.1 Valores límite de aislamiento

2.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las *fachadas*, las *cubiertas*, las *medianerías* y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada *recinto* de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

- a) En los *recintos protegidos*:
 - i) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma *unidad de uso* en edificios de uso residencial privado:
 - El índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la *tabiquería* no será menor que 33 dBA.
 - ii) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:
 - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{nT,A}$, entre un *recinto protegido* y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma *unidad de uso* y que no sea *recinto de instalaciones* o de *actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 50 dBA, siempre que no compartan puertas o ventanas.
Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, R_A , de éstas no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, R_A , del cerramiento no será menor que 50 dBA.
 - iii) Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* y en *recintos de actividad*:
 - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{nT,A}$, entre un *recinto protegido* y un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.
 - iv) Protección frente al ruido procedente del exterior:
 - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, entre un *recinto protegido* y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

Tabla 2.1 Valores de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un *recinto protegido* y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

- El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido. En el caso de que un recinto pueda estar expuesto a varios valores de L_d , como por ejemplo un recinto en esquina, se adoptará el mayor valor.
 - Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
 - Cuando se prevea que algunas *fachadas*, tales como *fachadas* de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como *fachadas* exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día, L_d , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.
 - Cuando en la zona donde se ubique el edificio el *ruido exterior dominante* sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA.
- b) En los *recintos habitables*:
- i) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma *unidad de uso*, en edificios de uso residencial privado:
 - El índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la *tabiquería* no será menor que 33 dBA.
 - ii) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:
 - El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{nT,A}$, entre un *recinto habitable* y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma *unidad de uso* y que no sea *recinto de instalaciones* o de *actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA, siempre que no compartan puertas o ventanas.
Cuando sí las compartan y sean edificios de uso residencial (público o privado) u hospitalario, el índice global de reducción acústica, R_A , de éstas no será menor que 20 dBA y el índice global de reducción acústica, R_A , del cerramiento no será menor que 50 dBA.

iii) Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* y en *recintos de actividad*:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{nT,A}$, entre un *recinto habitable* y un *recinto de instalaciones*, o un *recinto de actividad*, colindantes vertical u horizontalmente con él, siempre que no compartan puertas, no será menor que 45 dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, R_A , de éstas, no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, R_A , del cerramiento no será menor que 50 dBA.

c) En los *recintos habitables* y *recintos protegidos* colindantes con otros edificios:

El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{2m,nT,Atr}$) de cada uno de los *cerramientos* de una *medianería* entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternativamente el *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

2.1.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

a) En los *recintos protegidos*:

i) Protección frente al ruido procedente generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:

El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio, no perteneciente a la misma *unidad de uso* y que no sea *recinto de instalaciones* o *de actividad*, no será mayor que 65 dB.

Esta exigencia no es de aplicación en el caso de *recintos protegidos* colindantes horizontalmente con una escalera..

ii) Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* o en *recintos de actividad*:

El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un *recinto de actividad* o con un *recinto de instalaciones* no será mayor que 60 dB.

b) En los *recintos habitables*:

i) Protección frente al ruido generado de *recintos de instalaciones* o en *recintos de actividad*:

El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto habitable* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un *recinto de actividad* o con un *recinto de instalaciones* no será mayor que 60 dB.

2.2 Valores límite de tiempo de reverberación

3 En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y *revestimientos* que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:

- a) El *tiempo de reverberación* en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m^3 , no será mayor que 0,7 s.
- b) El *tiempo de reverberación* en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m^3 , no será mayor que 0,5 s.
- c) El *tiempo de reverberación* en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.

4 Para limitar el ruido reverberante en las *zonas comunes* los elementos constructivos, los acabados superficiales y los *revestimientos* que delimitan una *zona común* de un edificio de uso residencial público, docente y hospitalario colindante con *recintos protegidos* con los que comparten puertas,

tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que el área de absorción acústica equivalente, A , sea al menos $0,2 \text{ m}^2$ por cada metro cúbico del volumen del *recinto*.

2.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones

- 1 Se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los *recintos protegidos* y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.
- 2 El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de *ruido estacionario* (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc) situados en *recintos de instalaciones*, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los *recintos* colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.
- 3 El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en *cubiertas* y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los *recintos habitables* y *protegidos* no se superen los *objetivos de calidad acústica* correspondientes.
- 4 Además se tendrá en cuenta las especificaciones de los apartados 3.3, 3.1.4.1.2, 3.1.4.2.2 y 5.1.4.

3 Diseño y dimensionado

3.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos

3.1.1 Datos previos y procedimiento

- 1 Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, puede elegirse una de las dos opciones, simplificada o general, que figuran en los apartados 3.1.2 y 3.1.3 respectivamente.
- 2 En ambos casos, para la definición de los elementos constructivos que proporcionan el *aislamiento acústico a ruido aéreo*, deben conocerse sus valores de masa por unidad de superficie, m , y de índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A , y, para el caso de ruido de impactos, además de los anteriores, el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$. Los valores de R_A y de $L_{n,w}$ pueden obtenerse mediante mediciones en laboratorio según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente contenida en el Anejo C, del Catálogo de Elementos Constructivos u otros Documentos Reconocidos o mediante otros métodos de cálculo sancionados por la práctica.
- 3 También debe conocerse el valor del índice de ruido día, L_d , de la zona donde se ubique el edificio, como se establece en el apartado 2.1.1.

3.1.2 Opción simplificada: Soluciones de aislamiento acústico

- 1 La opción simplificada proporciona soluciones de aislamiento que dan conformidad a las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos.
- 2 Una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que conforman un *recinto* (tales como elementos de separación verticales y horizontales, tabiquería, *medianerías*, *fachadas* y *cubiertas*) y que influyen en la transmisión del ruido y de las vibraciones entre *recintos* adyacentes o entre el exterior y un *recinto*. (Véase figura 3.1).

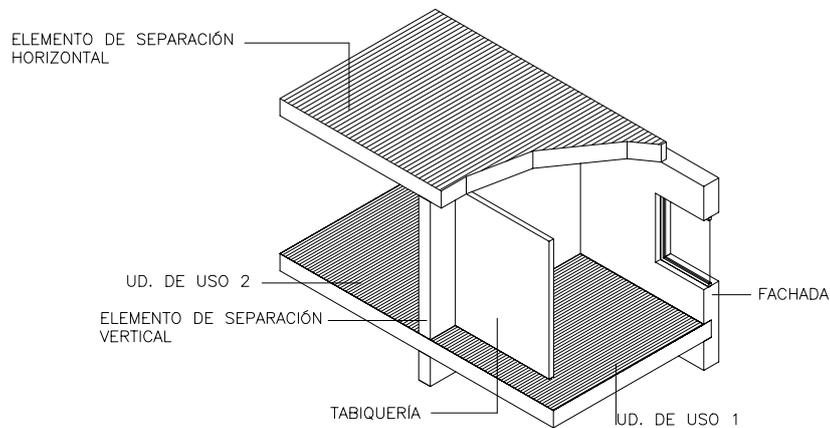


Figura 3.1. Elementos que componen dos recintos y que influyen en la transmisión de ruido entre ambos

- 3 Para cada uno de dichos elementos constructivos se establecen en tablas los valores mínimos de los parámetros acústicos que los definen, para que junto con el resto de condiciones establecidas en este DB, particularmente en el punto 3.1.4, se satisfagan los valores límite de aislamiento establecidos en el apartado 2.1.

3.1.2.1 Condiciones de aplicación

- 1 La opción simplificada es válida para edificios de cualquier uso. En el caso de vivienda unifamiliar adosada, puede aplicarse el Anejo I.
- 2 La opción simplificada es válida para edificios con una estructura horizontal resistente formada por forjados de hormigón macizos o aligerados, o forjados mixtos de hormigón y chapa de acero.

3.1.2.2 Procedimiento de aplicación

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, deben elegirse:

- a) la tabiquería;
- b) los elementos de separación horizontales y los verticales (véase apartado 3.1.2.3):
 - i) entre *unidades de uso* diferentes o entre una *unidad de uso* y cualquier otro *recinto* del edificio que no sea de *instalaciones* o de *actividad*;
 - ii) entre un *recinto protegido* o un *recinto habitable* y un *recinto de actividad* o un *recinto de instalaciones*;
- c) las *medianerías* (véase apartado 3.1.2.4);
- d) las *fachadas*, las *cubiertas* y los suelos en contacto con el aire exterior. (véase apartado 3.1.2.5)

3.1.2.3 Elementos de separación

3.1.2.3.1 Definición y composición de los elementos de separación

- 1 Los elementos de separación verticales son aquellas particiones verticales que separan una *unidad de uso* de cualquier *recinto* del edificio o que separan *recintos protegidos* o *habitables* de *recintos de instalaciones* o de *actividad* (Véase figura 3.2). En esta opción se contemplan los siguientes tipos:
 - a) tipo 1: Elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o *paneles prefabricados pesados* (Eb), sin *trasdosado* o con un *trasdosado* por ambos lados (Tr);
 - b) tipo 2: Elementos de dos hojas de fábrica o *paneles prefabricados pesados* (Eb), con *bandas elásticas* en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y *fachadas*;

- c) tipo 3: Elementos de dos hojas de *entramado autoportante* (Ee).

En todos los elementos de dos hojas, la cámara debe ir rellena con un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones.

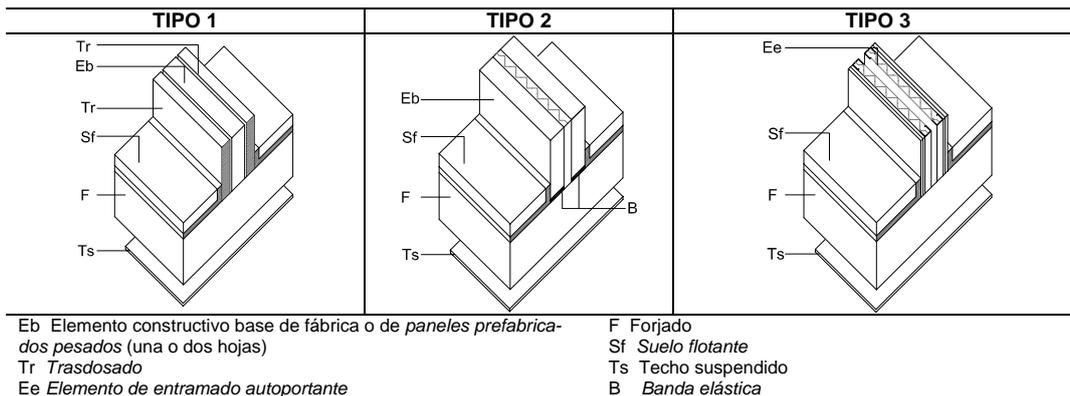


Figura 3.2. Composición de los elementos de separación entre recintos

- 2 Los elementos de separación horizontales son aquellos que separan una *unidad de uso*, de cualquier otro *recinto* del edificio o que separan un *recinto protegido* o un *recinto habitable* de un *recinto de instalaciones* o de un *recinto de actividad*. Los elementos de separación horizontales están formados por el forjado (F), el *suelo flotante* (Sf) y, en algunos casos, el *techo suspendido* (Ts). (Véase figura 3.2).
- 3 La tabiquería está formada por el conjunto de particiones interiores de una *unidad de uso*. En esta opción se contemplan los tipos siguientes (Véase figura 3.3):
- tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con apoyo directo en el forjado, sin interposición de *bandas elásticas*;
 - tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* dispuestas al menos en los encuentros inferiores con los forjados, o apoyada sobre el *suelo flotante*;
 - tabiquería de *entramado autoportante*.

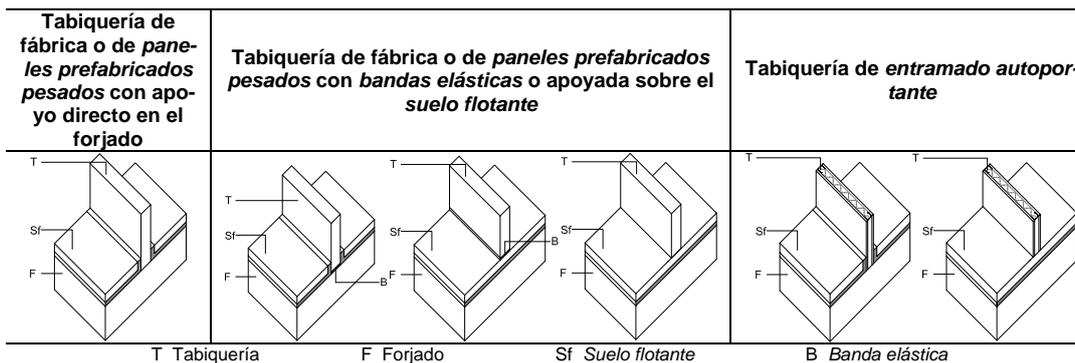


Figura 3.3. Tipo de tabiquería

- 4 Las soluciones de elementos de separación de este apartado son válidas para los tipos de *fachadas* y *medianerías* siguientes:
- de una hoja de fábrica o de hormigón;
 - de dos hojas: ventilada y no ventilada:
 - con hoja exterior, que puede ser:
 - pesada: fábrica u hormigón
 - ligera: elementos prefabricados ligeros como panel sándwich o GRC.

- ii) con una hoja interior, que puede ser de:
 - fábrica, hormigón o *paneles prefabricados pesados*, ya sea con apoyo directo en el forjado, en el *suelo flotante* o con *bandas elásticas*;
 - *entramado autoportante*.

3.1.2.3.2 Parámetros acústicos de los elementos constructivos

Los parámetros que definen cada elemento constructivo son los siguientes:

- a) Para el elemento de separación vertical, la tabiquería y la *fachada*:
 - i) m , masa por unidad de superficie del elemento base, en kg/m^2 ;
 - ii) R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento base, en dBA;
 - iii) ΔR_A , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al *trasdosado*.
- b) Para el elemento de separación horizontal:
 - i) m , masa por unidad de superficie del forjado, en kg/m^2 , que corresponde al valor de masa por unidad de superficie de la sección tipo del forjado, excluyendo ábacos, vigas y macizados;
 - ii) R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, del forjado, en dBA;
 - iii) ΔL_w , reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al *suelo flotante*;
 - iv) ΔR_A , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al *suelo flotante* o al techo suspendido.

3.1.2.3.3 Condiciones mínimas de la tabiquería

En la tabla 3.1 se expresan los valores mínimos de la masa por unidad de superficie, m , y del índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , que deben tener los diferentes tipos de tabiquería.

Tabla 3.1. Parámetros de la tabiquería

Tipo	m kg/m^2	R_A dBA
Fábrica o <i>paneles prefabricados pesados</i> con apoyo directo	70	35
Fábrica o <i>paneles prefabricados pesados</i> con <i>bandas elásticas</i>	65	33
<i>Entramado autoportante</i>	25	43

3.1.2.3.4 Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales

- 1 En la tabla 3.2 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales.. De entre todos los valores de la tabla 3.2, aquéllos que figuran entre paréntesis son los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*. Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con guión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan *trasdosados*.
- 2 En el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el *trasdosado* debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base. Si no fuera posible trasdosar por ambas caras y la transmisión de ruido se produjera principalmente a través del elemento de separación vertical, podrá trasdosarse el elemento constructivo base solamente por una cara, incrementándose en 4 dBA la mejora ΔR_A del *trasdosado* especificada en la tabla 3.2.
- 3 En el caso de que una *unidad de uso* no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación vertical de la tabla 3.2.
- 4 De acuerdo con lo establecido en el apartado 2.1.1, las puertas que comunican un *recinto protegido* de una *unidad de uso* con cualquier otro del edificio que no sea *recinto de instalaciones* o de *actividad*, deben tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , no menor que 30 dBA y si comunican un *recinto habitable* de una *unidad de uso* en un edificio de uso residencial (público o privado) u hospitalario con cualquier otro del edificio que no sea *recinto de instalaciones* o de *activi-*

dad, su índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A no será menor que 20 dBA. Si las puertas comunican un *recinto habitable* con un *recinto de instalaciones* o de *actividad*, su índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , no será menor que 30 dBA.

- 5 Con carácter general, los elementos de la tabla 3.2 son aplicables junto con forjados de masa por unidad de superficie, m, de al menos 300kg/m². No obstante, pueden utilizarse con forjados de menor masa siempre que se cumplan las condiciones recogidas en las notas indicadas a pie de tabla para las diferentes soluciones.
- 6 En el caso de que un elemento de separación vertical acometa a un muro cortina, podrá utilizarse la tabla 3.2 asimilando la fachada a alguna de las contempladas en la tabla, en función del tipo específico de unión entre el muro cortina y el elemento de separación vertical.
- 7 Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos, las fachadas o *medianerías*, a las que acometan cada uno de los diferentes tipos de elementos de separación verticales, deben cumplir las condiciones siguientes:
- a) Elementos de separación verticales de tipo1:
- i) para la fachada o *medianería* de una hoja o ventilada con hoja interior de fábrica o de hormigón debe cumplirse:
 - la masa por unidad de superficie, m, de la hoja de fábrica o de hormigón, debe ser al menos 135kg/m²;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la hoja de fábrica o de hormigón, debe ser al menos 42dBA.

Esta fachada no puede utilizarse en el caso de recintos de instalaciones.
 - ii) para la fachada o *medianería* pesada de dos hojas, no ventilada, la masa por unidad de superficie, m, de la hoja exterior debe ser al menos 130kg/m²;
 - iii) para la fachada o *medianería* ventilada o ligera no ventilada, que tenga la hoja interior de entramado autoportante:
 - la masa por unidad de superficie, m, de la hoja interior deber ser al menos 26 kg/m²;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la hoja interior debe ser al menos 43dBA;

En la tabla 3.2 no se contempla el caso de elementos de separación de tipo 1 y fachadas ligeras no ventiladas con hoja interior de fábrica.

Tampoco se contempla el caso de fachadas de dos hojas, con hoja interior de fábrica, de hormigón o de *paneles prefabricados pesados* usados conjuntamente con tabiquería de entramado autoportante, ni el de fachadas de dos hojas con hoja interior de entramado autoportante usados conjuntamente con tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados*.

- b) Elementos de separación verticales de tipo2:
- i) para la fachada o *medianería* de dos hojas pesada, no existen restricciones;
 - ii) para la fachada o *medianería* de una sola hoja o ventiladas con la hoja interior de fábrica o de hormigón:
 - si la masa por unidad de superficie, m, del elemento de separación vertical es menor que 170 kg/m², no está permitido que éstos acometan a este tipo de *medianerías* o fachadas;
 - si la masa por unidad de superficie, m, del elemento de separación vertical es mayor que 170 kg/m², el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la *medianería* o la fachada a la que acometen debe ser al menos 50 dBA y su masa por unidad de superficie, m, al menos 225 kg/m².

En la tabla 3.2 no se contempla el caso de elementos de tipo 2 que acometan a fachadas de dos hojas, ventiladas o no, con hoja interior de entramado autoportante.

Tampoco se contempla el caso de elementos de tipo 2 que acometan a fachadas ligeras de dos hojas.

- c) Elementos de separación verticales de tipo3:

- i) para la fachada o *medianería* pesada de dos hojas, con hoja interior de entramado autoportante:
 - la masa por unidad de superficie, m , de la hoja exterior deber ser al menos 145kg/m^2 ;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_{A} , de la hoja exterior debe ser al menos 45dBA.
- ii) para la fachada o *medianería* ventilada o ligera no ventilada, que tenga la hoja interior de *entramado autoportante*:
 - la masa por unidad de superficie, m , de la hoja interior deber ser al menos 26kg/m^2 ;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_{A} , de la hoja interior debe ser al menos 43dBA.

En la tabla 3.2 no se contempla el caso de elementos de separación verticales de tipo 3 que acometan a fachadas de una hoja o fachadas de dos hojas, ventiladas o no, con hoja interior de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados.

Independientemente de lo indicado en este apartado, las *medianerías* y las *fachadas* deben cumplir lo establecido en los apartados 3.1.2.4 y 3.1.2.5, respectivamente.

Tabla 3.2. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales

Elementos de separación verticales				
Tipo	Elemento base ⁽¹⁾⁽²⁾ (Eb - Ee)		Trasdosado ⁽³⁾ (Tr) (en función de la tabiquería)	
	m kg/m ²	R _A dBA	Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pe- sados ⁽⁴⁾	Tabiquería de entramado autoportante
			ΔR _A dBA	ΔR _A dBA
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con <i>Trasdosado</i>	67	33		16 ⁽⁸⁾⁽¹¹⁾
	120	38		14 ⁽⁸⁾⁽¹¹⁾
	150	41	16 ⁽⁸⁾	13 ⁽¹¹⁾
	180	45	13	9 ⁽¹¹⁾ (12) ⁽¹¹⁾
	200	46	11 ⁽¹¹⁾	10 ⁽¹³⁾ (10) ⁽¹¹⁾
	250	51	6 ⁽¹³⁾	4 ⁽¹³⁾ (8) ⁽¹³⁾
	300	52	3 ⁽¹³⁾ 8 (9)	3 ⁽¹³⁾ (8) ⁽¹³⁾
	300 ⁽⁷⁾	55 ⁽⁷⁾	-	-
	350	55	5 ⁽¹³⁾ (8) ⁽¹¹⁾	0 ⁽¹³⁾ (6) ⁽¹³⁾
	400	57	0 ⁽¹³⁾ 2 ⁽¹³⁾ (6) ⁽¹³⁾	0 ⁽¹³⁾ (6) ⁽¹³⁾
TIPO 2 Dos hojas de fábrica con <i>bandas elásticas</i> perimétricas	130 ⁽⁵⁾	54 ⁽⁵⁾	-	-
	170 ⁽⁵⁾	54 ⁽⁵⁾	-	-
	(200) ⁽⁶⁾	(61) ⁽⁶⁾	-	-
TIPO 3 <i>Entramado autopor- tante</i>	44 ⁽¹²⁾	58 ⁽¹²⁾		
	(52) ⁽⁹⁾	(64) ⁽⁹⁾		
	(60) ⁽¹⁰⁾	(68) ⁽¹⁰⁾		

- (1) En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica, el valor de m corresponde al de la suma de las masas por unidad de superficie de las hojas y el valor de R_A corresponde al del conjunto.
- (2) Los elementos de separación verticales deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A.
- (3) El valor de la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A, corresponde al de un *trasdosado* instalado sobre un elemento base de masa mayor o igual a la que figura en la tabla 3.2.
- (4) La columna tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados se aplica indistintamente a todos los tipos de tabiquería de fábrica o *paneles prefabricados pesados* incluidos en el apartado 3.1.2.3.1.
- (5) La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga *bandas elásticas* perimétricas no será mayor que 150 kg/m² y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan *bandas elásticas* perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 42 dBA.
- (6) Esta solución es válida únicamente para tabiquería de *entramado autoportante* o de fábrica o *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* en la base, dispuestas tanto en la tabiquería del *recinto de instalaciones*, como en la del *recinto protegido* inmediatamente superior. Por otra parte, esta solución no es válida cuando acometan a *medianerías* o *fachadas* de una sola hoja ventiladas o que tengan en aislamiento por el exterior.

La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga *bandas elásticas* perimétricas no será mayor que 150 kg/m^2 y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan *bandas elásticas* perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_{A} , de al menos 45 dBA.

- (7) Esta solución es válida si se disponen *bandas elásticas* en los encuentros del elemento de separación vertical con la tabiquería de fábrica que acomete al elemento, ya sea ésta con apoyo directo o con *bandas elásticas*.
- (8) Estas soluciones no son válidas si acometen a una fachada o *medianería* de una hoja de fábrica o ventilada con la hoja interior de fábrica o de hormigón.
- (9) Esta solución de tipo 3 es válida para *recintos de instalaciones* o de *actividad* si se cumplen las condiciones siguientes:
 - Se dispone en el *recinto de instalaciones* o *recinto de actividad* y en el *recinto habitable* o *recinto* protegido colindante horizontalmente un suelo flotante con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 6dBA;
 - Además, debe disponerse en el *recinto de instalaciones* o *recinto de actividad* un techo suspendido con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que:
 - i. 6dBA, si el recinto de instalaciones es interior o el elemento de separación vertical acomete a una fachada ligera, con hoja interior de entramado autoportante;
 - ii. 12dBA, si el elemento de separación vertical de tipo 3 acomete a una *medianería* o fachada pesada con hoja interior de entramado autoportante.

Independientemente de lo especificado en esta nota, los suelos flotantes y los techos suspendidos deben cumplir lo especificado en el apartado 3.1.2.3.5.

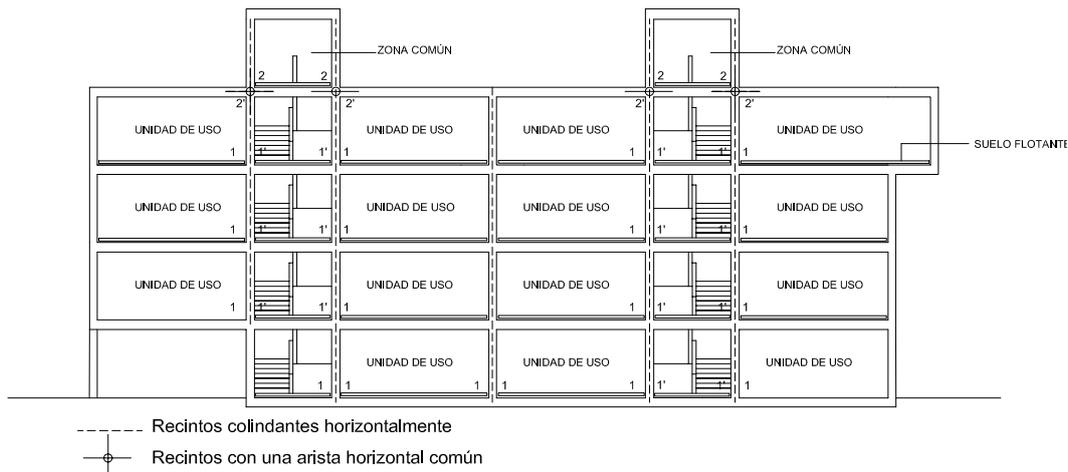
- (10) Solución válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor que 400 kg/m^2 .
- (11) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 250 kg/m^2 y un suelo flotante, tanto en el recinto emisor como en el recinto receptor, con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 4dBA;
- (12) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 200 kg/m^2 y un suelo flotante y un techo suspendido, tanto en el recinto emisor como en el recinto receptor, con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 10dBA y 6dBA respectivamente;
- (13) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 175 kg/m^2 .

Independientemente de lo especificado en las notas 10, 11 y 12, los suelos flotantes y los techos suspendidos deben cumplir lo especificado en el apartado 3.1.2.3.5.

3.1.2.3.5 Condiciones mínimas de los elementos de separación horizontales

- 1 En la tabla 3.3 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales.
- 2 Los forjados que delimitan superiormente una *unidad de uso* deben disponer de un *suelo flotante* y, en su caso, de un techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A y de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w especificados en la tabla 3.3.
- 3 Los forjados que delimitan inferiormente una *unidad de uso* y la separan de cualquier otro recinto del edificio deben disponer de una combinación de *suelo flotante* y techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A .
- 4 Además, para limitar la transmisión de ruido de impactos, en el forjado de cualquier *recinto* colindante horizontalmente con un *recinto* perteneciente a *unidad de uso* o con una arista horizontal común con el mismo, debe disponerse un *suelo flotante* cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla 3.3. (Véase figura 3.4). De la misma manera, en el forjado de cualquier *recinto de instalaciones* o de *actividad* que sea colindante horizontalmente con un *recinto protegido* o *habitable* del edificio o con una arista horizontal común con los mismos, debe disponerse de un *suelo flotante* cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla 3.3.
- 5 En el caso de que una *unidad de uso* no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación horizontal de la tabla 3.3.
- 6 Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación horizontales entre un *recinto protegido* o *habitable* y un *recinto de instalaciones* o de *actividad*.
- 7 Además de lo especificado en las tablas, los techos suspendidos de los recintos de instalaciones deben instalarse con amortiguadores que eviten la transmisión de las bajas frecuencias (preferiblemente de acero). Asimismo los *suelos flotantes* instalados en *recintos de instalaciones*, pueden contar con un material aislante a ruido de impactos, con amortiguadores o con una combinación de ambos de manera que evite la transmisión de las bajas frecuencias.

- 8 Con carácter general, la tabla 3.3 es aplicable a fachadas ligeras ventiladas y no ventiladas con la hoja interior de entramado autoportante. La hoja interior de la fachada debe cumplir las condiciones siguientes:
- La masa por unidad de superficie, m , debe ser al menos 26kg/m^2 ;
 - El índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , debe ser al menos 43dBA.



Disposición de *suelos flotantes* para limitar la transmisión de ruido de impactos entre *recintos* colindantes horizontalmente (1-1') y entre *recintos* con una arista horizontal común (2-2')

Figura 3.4. Esquema es sección vertical. Disposición de los *suelos flotantes*.

Tabla 3.3. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería										
		Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas o apoyada sobre el suelo flotante.			Tabiquería de entramado autoportante				
		Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾	Condiciones de la fachada ⁽⁶⁾	
m kg/m ²	R _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA		
175	44				26	3 15	15 4	26	0	8	2H	
									2	7		
									6	5		
									7	1		
									8	0		
									4	15		
		9	12	1H								
		14	5									
		15	4									
		19	3									
		(4)	(15)		2H							
		(9)	(10)									
(14)	(5)											
(15)	(4)											
(17)	(1)											
(18)	(0)											
200	45				25	2 8 15	15 5 2	24	0	7	2H	
									2	6		
									4	5		
									6	1		
									7	0		
									2	15		
		9	5	1H								
		15	2									
		(1)	(15)		2H							
		(2)	(14)									
		(9)	(7)									
		(11)	(5)									
(16)	(0)											
(30)	(14) (15) (19)	(15) (14) (11)	(29)				1H					
225	47				24	0 2 5 15 17	15 8 5 1 0	23	0	4	2H	
									2	3		
									4	0		
									0	15		
									2	8		
									5	5		
		9	2	1H								
		14	1									
		15	0									
		(0)	(13)		2H							
		(2)	(11)									
		(8)	(5)									
(9)	(4)											
(12)	(1)											
(13)	(0)											
(29)	(9) (15) (19)	(15) (9) (7)	(28)			1H						

Tabla 3.3. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales.

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería									
		Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas o apoyada sobre el suelo flotante.			Tabiquería de entramado autoportante			
		Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾	Condiciones de la fachada ⁽⁶⁾
m kg/m ²	R _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	
250	49				22	0 2 9	10 5 0	21	0 2 0 9 2 9	2 0 9 5 0	2H 1H
					(27)	(6) (9)	(15) (10)	(26)	(0) (2) (6) (9) (11)	(11) (9) (5) (2) (0)	2H 1H
300 ⁽⁴⁾	52	18	3 8 9	15 5 4	16	0 2 4	4 1 0	16	0 0 2	0 2 0	2H 1H
					(21)	(3) (7) (8) (9)	(15) (6) (5) (4)	(21)	(0) (2) (5) (10) ⁽⁷⁾ (7) (9)	(5) (4) (0) (0) ⁽⁷⁾ (15) (11)	2H 1H
350 ⁽⁴⁾	54	16	0 1 2 8 12	12 8 5 1 0	15	0	0	14	0 0 5	0 5 0	1H ó 2H
					(19)	(1) (4) (5) (8)	(11) (5) (4) (2)	(19)	(0) (2) (3) (8) ⁽⁷⁾ (5) (7) (8)	(3) (2) (0) (0) ⁽⁷⁾ (7) (5) (4)	2H 1H
400 ⁽⁴⁾	57	14	0 2 9 5 2	2 0 2 5 15	12	0	0	11	0	0	1H ó 2H
					(17)	(0) (4) (6) (10) ⁽⁷⁾	(6) (1) (0) (0) ⁽⁷⁾	(16)	(0) (5) ⁽⁷⁾ (0) (1) (4) (6) (8) (9) ⁽⁷⁾	(0) (0) ⁽⁷⁾ (9) (7) (3) (1) (0) (0) ⁽⁷⁾	2H 1H
450	58	12	0 0 5	0 4 0	10	0	0	10	0	0	1H ó 2H
					(15)	(0) (3) (6) ⁽⁷⁾	(3) (0) (0) ⁽⁷⁾	(15)	(0) (4) ⁽⁷⁾ (0) (3) (4)	(0) (0) ⁽⁷⁾ (4) (2) (0)	2H 1H

		12	0	0 ^l	10	0	0 ^l	9	0	0 ^l	(7) ⁽⁷⁾	(0) ⁽⁷⁾	
500	60												1H ó 2H
													2H
		(17)	(4) (5)	(7) (5)	(15)	(0) (3) ⁽⁷⁾	(0) (0) ⁽⁷⁾	(14)	(0) (1) (1) (3) ⁽⁷⁾	(0) (0) ⁽⁷⁾ (1) (0) ⁽⁷⁾			1H

- (1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A , R_A .
- (2) Los *suelos flotantes* deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A , ΔR_A .
- (3) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , y de reducción de ruido de impactos, ΔL_w , corresponden a un único *suelo flotante*; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.
- (4) En el caso de forjados con piezas de entrevigado de poliestireno expandido (EPS), el valor de ΔL_w correspondiente debe incrementarse en 4dB.
- (5) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , corresponden a un único techo suspendido; la adición de mejoras sucesivas, una bajo otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.
- (6) Para limitar las transmisiones por flancos, en el caso de la tabiquería de entramado autoportante, en la tabla 3.3 aparecen los símbolos:
- 1H, para fachadas o *medianerías* de 1 hoja o fachadas ventiladas con la hoja interior de fábrica o de hormigón, que deben de cumplir:
 - i. la masa por unidad de superficie, m , de la hoja de fábrica o de hormigón deber ser al menos 135kg/m^2 ;
 - ii. el índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A , de la hoja de fábrica o de hormigón debe ser al menos 42dBA.
 - 2H, para fachadas o *medianerías* de dos hojas, que deben cumplir:
 - i. para las fachadas pesadas no ventiladas con la hoja interior de *entramado autoportante*:
 - la masa por unidad de superficie, m , de la hoja exterior deber ser al menos 145kg/m^2 ;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A , de la hoja exterior debe ser al menos 45dBA.
 - ii. para las fachadas o *medianerías* ventiladas o ligeras no ventiladas, con la hoja interior de *entramado autoportante*:
 - la masa por unidad de superficie, m , de la hoja interior deber ser al menos 26kg/m^2 ;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A , de la hoja interior debe ser al menos 43dBA;
- Las soluciones para fachada de dos hojas también son aplicables en el caso de que los recintos sean interiores.
- (7) Soluciones de elementos de separación horizontales específicas para el caso de garajes.

3.1.2.4 Condiciones mínimas de las *medianerías*

- 1 El parámetro que define una *medianería* es el índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A .
- 2 El valor del índice global de reducción acústica ponderado, R_A , de toda la superficie del cerramiento que constituya una *medianería* de un edificio, no será menor que 45 dBA.

3.1.2.5 Condiciones mínimas de las *fachadas*, las *cubiertas* y los *suelos en contacto con el aire exterior*.

- 1 En la tabla 3.4 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los elementos que forman los huecos y la parte ciega de la *fachada*, la *cubierta* o el *suelo en contacto con el aire exterior*, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un *recinto protegido* y el exterior indicados en la tabla 2.1 y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la *fachada* vista desde el interior de cada *recinto protegido*.
- 2 El parámetro acústico que define los componentes de una *fachada*, una *cubierta* o un *suelo en contacto con el aire exterior* es el índice global de reducción acústica, ponderado A , para *ruido exterior dominante* de automóviles o de aeronaves, $R_{A,ir}$, de la parte ciega y de los elementos que forman el hueco.
- 3 Este índice, $R_{A,ir}$, caracteriza al conjunto formado por la ventana, la caja de persiana y el aireador si lo hubiera.
En el caso de que el aireador no estuviera integrado en el hueco, sino que se colocara en el cerramiento, debe aplicarse la opción general.

- 4 En el caso de que la fachada del *recinto protegido* fuera en esquina o tuviera quiebros, el porcentaje de huecos se determina en función de la superficie total del perímetro de la fachada vista desde el interior del *recinto*.

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ ≠ 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
			$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35 40 45	26 25 25	29 28 28
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35 40 45	30 27 26	32 30 29	34 32 32	34 34 33	35
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40 45 50	30 29 28	33 32 31	35 34 34	36 36 35	36
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	38	40 45 50	33 31 30	35 34 33	37 36 36	38 37 37	38
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40 45 50	35 32 31	37 35 34	39 37 37	39 38 38	39
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(1)}$	43	45 50 55	39 36 35	40 39 38	42 41 41	43 42 42	43
$D_{2m,nT,Atr} = 42$	44	50 55 60	37 36 36	40 39 39	42 42 42	43 43 43	44
$D_{2m,nT,Atr} = 46^{(1)}$	48	50 55 60	43 41 40	45 44 43	47 46 46	48 47 47	48
$D_{2m,nT,Atr} = 47$	49	55 60	42 41	45 44	47 47	48 48	49
$D_{2m,nT,Atr} = 51^{(1)}$	53	55 60	48 46	50 49	52 51	53 52	53

⁽¹⁾ Los valores de estos niveles límite se refieren a los que resultan de incrementar 4 dBA los exigidos en la tabla 2.1, cuando el ruido exterior dominante es el de aeronaves.

⁽²⁾ El índice $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco expresado en la tabla 3.4 se aplica a las ventanas que dispongan de aireadores, sistemas de microventilación o cualquier otro sistema de abertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada.

3.1.3 Opción general. Método de cálculo de aislamiento acústico

- 1 La opción general contiene un procedimiento de cálculo basado en el modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la UNE EN 12354 partes 1, 2 y 3. También podrá utilizarse el modelo detallado que se especifica en esa norma.
- 2 La transmisión acústica desde el exterior a un *recinto* de un edificio o entre dos *recintos* de un edificio se produce siguiendo los caminos directos y los indirectos o por vía de flancos.
- 3 En el cálculo de ruido aéreo se usa el aislamiento acústico aparente R' (o índice de reducción acústica aparente), que se considera en su forma global R_A' ; en el cálculo de ruido de impactos se usa el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado $L'_{n,w}$.

3.1.3.1 Procedimiento de aplicación

- 1 Para el correcto diseño y dimensionado de los elementos constructivos de un edificio que proporcionan el aislamiento acústico, tanto a ruido aéreo como a ruido de impactos, debe realizarse el diseño y dimensionado de sus *recintos* teniendo en cuenta las diferencias en forma, tamaño y de elementos constructivos entre parejas de *recintos*, y considerando cada uno de ellos como *recinto* emisor y como *recinto* receptor.
- 2 Debe procederse separadamente al cálculo del *aislamiento acústico a ruido aéreo* tanto de elementos de separación verticales (*particiones* y *medianerías*) y *elementos de separación horizontales*, como de *fachadas* y de *cubiertas* (véase figura 3.1), y al cálculo del *aislamiento acústico a ruido de impactos* de los *elementos de separación horizontales* entre *recintos* superpuestos, entre *recintos* adyacentes y entre *recintos* con una arista horizontal común (véase figura 3.7).
- 3 A partir de los datos previos establecidos en el apartado 3.1.1, debe determinarse el *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$, diferencia de niveles estandarizada, ponderada A) y el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, para un *recinto*, teniendo en cuenta las *transmisiones acústicas directas* de los elementos constructivos que lo separan de otros y también las *transmisiones acústicas indirectas* por todos los caminos posibles, así como las características geométricas del *recinto*, los elementos constructivos empleados y las formas de encuentro de los elementos constructivos entre sí.
- 4 Los valores finales de las magnitudes que definen las exigencias, *diferencia de niveles estandarizada, ponderada A*, $D_{nT,A}$, y *nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado*, $L'_{nT,w}$, se expresarán redondeados a un número entero. Los valores de las especificaciones de productos y elementos constructivos podrán usarse redondeados a enteros o con un decimal y en las magnitudes de cálculos intermedios se usará una cifra decimal.

3.1.3.2 Hipótesis para el cálculo. Comportamiento en obra de los elementos constructivos

- 1 Las transmisiones por vía directa y por vía de flancos deben establecerse en términos de aislamiento medido in situ. No obstante, a efectos de este DB se consideran válidas las expresiones siguientes:

$$R_{\text{situ}} = R_{\text{lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.1)$$

$$L_{n,\text{situ}} = L_{n,\text{lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.2)$$

siendo

R_{situ} índice de reducción acústica de un elemento medido in situ, [dB]

R_{lab} índice de reducción acústica de un elemento medido en laboratorio, [dB]

$L_{n,\text{situ}}$ nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, [dB]

$L_{n,\text{lab}}$ nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido en laboratorio, [dB]

- 2 De igual forma, para *revestimientos* tales como techos suspendidos, *suelos flotantes* y *trasdosados*, los valores medidos in situ de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR_{situ} , y de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos por *revestimiento* de la cara de emisión del elemento de

separación, ΔL_{situ} , y de la cara de recepción del elemento de separación, $\Delta L_{\text{d,situ}}$, pueden aproximarse a los valores medidos en laboratorio:

$$\Delta R_{\text{situ}} = \Delta R_{\text{lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.3)$$

$$\Delta L_{\text{situ}} = \Delta L_{\text{lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.4)$$

$$\Delta L_{\text{d,situ}} = \Delta L_{\text{d,lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.5)$$

siendo

ΔR_{lab} mejora del índice de reducción acústica de un *revestimiento* de elemento constructivo vertical u horizontal medido en laboratorio, [dB];

ΔL_{lab} reducción del nivel de presión de ruido de impactos de un *revestimiento* de forjado en la cara de emisión del elemento de separación medido en laboratorio, [dB];

$\Delta L_{\text{d,lab}}$ reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación medido en laboratorio, [dB].

Para forjados homogéneos de masa por unidad de superficie menor que 300 kg/m² o forjados de vigas de madera, no deben usarse los valores de reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔL , medidos sobre un forjado normalizado.

- 3 Para la aplicación de los valores ΔR_A en el método de cálculo, en donde aparecen como sumando lineal, deben cumplirse las condiciones de uso siguientes:
 - a) la relación de masas por unidad de superficie entre el elemento constructivo base vertical y el *revestimiento* debe ser igual o mayor que 2;
 - b) la relación de masas por unidad de superficie entre el forjado y el *suelo flotante* debe ser igual o mayor que 2.
- 4 En el caso de que no se cumplan estas condiciones, debe utilizarse el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A del conjunto formado por el elemento base vertical y los *trasdosados* o del conjunto formado por el forjado y el *suelo flotante*.
- 5 Para la aplicación de los valores ΔL_w en el método de cálculo, en donde aparecen como sumando lineal, debe cumplirse que la relación de masas por unidad de superficie entre el forjado y el *suelo flotante* debe ser igual o mayor que 2. Cuando no se cumpla esta condición debe utilizarse el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, del conjunto formado por el *suelo flotante* y el forjado.
- 6 Por simplificación en la notación, a partir de este punto se considerará:
 $R_{\text{lab}} = R$, $L_{n,\text{lab}} = L_n$, $\Delta R_{\text{lab}} = \Delta R$, $\Delta L_{\text{lab}} = \Delta L$ y $\Delta L_{\text{d,lab}} = \Delta L_d$.
- 7 En las uniones, la transmisión in situ se caracteriza por el índice de reducción de vibraciones para cada camino de transmisión del elemento i al j , K_{ij} . Éste es función de la diferencia de niveles de velocidad promediada en dirección $D_{v,ij,\text{situ}}$. Su valor se obtiene mediante las fórmulas del Anejo D, a partir de la relación de masas por unidad de superficie, del tipo de unión y de los elementos constructivos.

3.1.3.3 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos interiores

- 1 La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, $D_{nT,A}$, utilizada para *recintos* interiores se calcula mediante la expresión:

$$D_{nT,A} = R'_A + 10 \cdot \lg \left(\frac{0,32 \cdot V}{S_s} \right) \quad [\text{dBA}] \quad (3.6)$$

siendo

V volumen del *recinto* receptor, [m³];

S_s área compartida del elemento de separación, [m²],

R'_A índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, [dBA].

- 2 El índice de reducción acústica aparente en obra R' se calcula de forma general mediante la expresión:

$$R' = -10 \cdot \lg \tau' \quad [\text{dB}] \quad (3.7)$$

siendo

τ' factor de transmisión total de potencia acústica, definido como el cociente entre la potencia acústica total radiada al *recinto* receptor y la potencia acústica incidente sobre la parte compartida del elemento de separación, para los distintos caminos directos e indirectos (de flancos) que se indican en la figura 3.5.

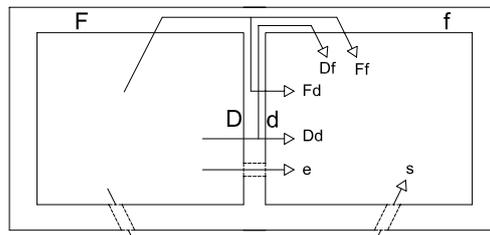


Figura 3.5 Definición de los caminos de transmisión acústica ij entre dos *recintos*. Planta o sección

- 3 Para obtener el índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, R'_A , se utilizarán los índices globales de reducción acústica de los elementos constructivos, R_A , aproximadamente R_w+C de la UNE EN ISO 717-1, dando como resultado los correspondientes valores de aislamiento in situ. Los índices de reducción acústica, R_A , de *elementos constructivos homogéneos* pueden calcularse según la ley de masa, expresiones A.16 y A.17 del Anejo A, aunque es preferible usar valores determinados en laboratorio.

$$R'_A = -10 \cdot \lg \left(10^{-0,1R_{Dd,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Fd,A}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{ai=ei,si} 10^{-0,1D_{n,ai,A}} \right) [\text{dBA}] \quad (3.8)$$

siendo

- $R_{Dd,A}$ índice global de reducción acústica para la *transmisión directa*, en dB (dBA, para ruido rosa);
- $R_{Ff,A}$ índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta*, del camino Ff, en dB (dBA, para ruido rosa);
- $R_{Df,A}$ índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta*, del camino Df, en dB (dBA, para ruido rosa);
- $R_{Fd,A}$ índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta*, del camino Fd, en dB (dBA, para ruido rosa);
- $D_{n,ai,A}$ diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para la transmisión de ruido aéreo por vía directa, a través de aireadores u otros *elementos de construcción pequeños*, $D_{n,e,A}$, o por vía indirecta, $D_{n,s,A}$, a través de distribuidores y pasillos o a través de *sistemas* tales como conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación;
- n número de elementos de flanco del *recinto*, que normalmente es 4 pero puede ser diferente según el diseño del *recinto*;
- S_s área compartida del elemento de separación, [m^2];
- A_0 área de absorción equivalente de referencia, de valor $A_0=10 \text{ m}^2$.

- 4 El índice global de reducción acústica para la *transmisión directa* se determina a partir de los datos del elemento de separación según la expresión que sigue:

$$R_{Dd,A} = R_{S,A} + \Delta R_{Dd,A} \quad [\text{dBA}] \quad (3.9)$$

siendo

$R_{S,A}$ índice global de reducción acústica del elemento de separación para ruido rosa incidente, [dBA];

$\Delta R_{Dd,A}$ mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de *revestimientos* del lado de la emisión y de la recepción, en dBA, para ruido rosa. Este valor se obtiene directamente de resultados disponibles por ensayos en laboratorio para la combinación elegida o se puede deducir de los resultados obtenidos de cada uno de los *revestimientos* por separado:

$$\text{Un revestimiento: } \Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{D,A} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{d,A} \quad [\text{dBA}] \quad (3.10)$$

$$\text{Dos revestimientos: } \Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{D,A} + \frac{\Delta R_{d,A}}{2} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{d,A} + \frac{\Delta R_{D,A}}{2} \quad [\text{dBA}] \quad (3.11)$$

Se elegirá como valor mitad para el caso de dos *revestimientos*, el menor de ellos.

- 5 Los valores de los índices globales de reducción acústica para la transmisión por flancos se determinan mediante las expresiones:

$$R_{Ff,A} = \frac{R_{F,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Ff,A} + K_{Ff} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{I_0 I_f} \quad [\text{dBA}] \quad (3.12)$$

$$R_{Df,A} = \frac{R_{S,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Df,A} + K_{Df} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{I_0 I_f} \quad [\text{dBA}] \quad (3.13)$$

$$R_{Fd,A} = \frac{R_{F,A} + R_{S,A}}{2} + \Delta R_{Fd,A} + K_{Fd} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{I_0 I_f} \quad [\text{dBA}] \quad (3.14)$$

siendo

$R_{F,A}$ índice global de reducción acústica del elemento de flanco F, (en dBA, para ruido rosa),

$R_{f,A}$ índice global de reducción acústica del elemento de flanco f, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Ff,A}$ mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de *revestimientos* del elemento de flanco, del lado de la emisión y de la recepción, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Df,A}$ mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de *revestimientos* en el elemento de separación del lado de la emisión y/o del elemento de flanco en la recepción, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Fd,A}$ mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de *revestimientos* en el elemento de flanco del lado de la emisión y/o del elemento de separación en la recepción, (en dBA, para ruido rosa).

Estos valores se obtienen directamente de resultados disponibles por ensayos en laboratorio para la combinación elegida o se pueden deducir de los resultados obtenidos en cada una de las capas implicadas independientemente ($ij = Ff; Fd$ o Df):

$$\text{Un revestimiento: } \Delta R_{ij,A} = \Delta R_{i,A} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{ij,A} = \Delta R_{j,A} \quad [\text{dBA}] \quad (3.15)$$

$$\text{Dos revestimientos: } \Delta R_{ij,A} = \Delta R_{i,A} + \frac{\Delta R_{j,A}}{2} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{ij,A} = \Delta R_{j,A} + \frac{\Delta R_{i,A}}{2} \quad [\text{dBA}] \quad (3.16)$$

Se elegirá como valor mitad para el caso de dos *revestimientos*, el menor de ellos.

- K_{ij} índice de reducción de vibraciones para el camino por flancos ij ($ij = Ff; Fd$ o Df), [dB];
 Los K_{ij} se calcularán de acuerdo al Anejo D.
- S_s área compartida del elemento de separación, en m^2
- l_f longitud común de la arista de unión entre el elemento de separación y los elementos de flancos F y f , [m];
- l_0 longitud de la arista de unión de referencia, de valor $l_0 = 1$ m.

3.1.3.4 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior.

- 1 Cuando el *ruido exterior dominante* es el ferroviario o el de estaciones ferroviarias, se debe usar la magnitud de aislamiento global $D_{2m,nT,A}$. Cuando el *ruido exterior dominante* es el de automóviles o el de aeronaves, la magnitud del aislamiento global es $D_{2m,nT,Atr}$.

El valor de $D_{2m,nT,Atr}$ se puede aproximar mediante $D_{2m,nT,A} + C_{tr}$, usando para C_{tr} , el valor del término de adaptación espectral para ruido de tráfico del índice de reducción acústica del elemento de aislamiento más débil, generalmente la ventana, que se obtendrá en los datos de los productos o en tabulaciones incluidas en el Catálogo de Elementos Constructivos u otros Documentos Reconocidos.

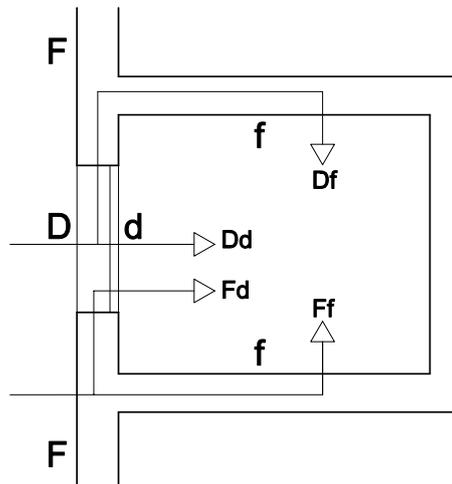


Figura 3.6 Definición de los caminos de transmisión acústica desde el exterior al recinto.

- 2 La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, de la *fachada* o de la *cubierta*, viene dada por la expresión:

$$D_{2m,nT,A} = R'_A + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \lg \frac{V}{6T_0S} \quad [\text{dBA}] \quad (3.17)$$

siendo

- R'_A índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, [dBA];
- ΔL_{fs} mejora del aislamiento o diferencia de niveles por la forma de la *fachada*, [dB], que figura en el anejo F; este factor sólo es aplicable en el caso de ruido de automóviles y ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, y no en el caso de ruido de aeronaves;
- V volumen del *recinto* receptor, [m^3];
- S área total de la *fachada* o de la *cubierta*, vista desde el interior del *recinto*, [m^2];
- T_0 *tiempo de reverberación* de referencia; su valor es $T_0 = 0,5$ s.

- 3 El índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, R'_{A} , se obtiene considerando las *transmisiones directas* e *indirectas* de la misma manera que en el índice global de reducción acústica entre *recintos* interiores. (Véase figura 3.6).
- 4 La transmisión por flancos comprende todos los caminos indirectos, incluidos los correspondientes a elementos de *fachada* o de *cubierta* que no pertenecen al *recinto*.

$$R'_{A} = -10 \cdot \lg \left(10^{-0,1R_{m,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \frac{A_0}{S} \sum_{ai=ei,St} 10^{-0,1D_{n,ai,A}} \right) \text{ [dBA]} \quad (3.18)$$

siendo

$R_{m,A}$ índice global de reducción acústica del *elemento constructivo mixto* (aislamiento mixto), ponderado A [dBA]. En el Anejo G se detalla el cálculo del aislamiento de estos elementos;

n número de caminos indirectos.

Para aireadores sin tratamiento acústico se considera:

$$D_{n,e,A} = -10 \cdot \lg \left(\frac{S_0}{10} \right) \text{ [dBA]} \quad (3.19)$$

donde

S_0 área del aireador, [m²].

3.1.3.5 Método de cálculo de *aislamiento acústico a ruido aéreo para medianerías*

Cada uno de los cerramientos de una *medianería* se dimensionará con el método de cálculo de *aislamiento acústico a ruido aéreo* del apartado 3.1.3.4. El *aislamiento acústico a ruido aéreo* vendrá dado en términos de la diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, para ruido exterior, $D_{2m,nT,Atr}$.

El valor de $D_{2m,nT,Atr}$ se puede aproximar mediante $D_{2m,nT,A} + C_{tr}$, usando para C_{tr} , el valor del término de adaptación espectral para ruido de tráfico del índice de reducción acústica del cerramiento de la medianería, que se obtendrá en los datos de los productos o en tabulaciones incluidas en el Catálogo de Elementos Constructivos u otros Documentos Reconocidos.

3.1.3.6 Método de cálculo de *aislamiento acústico a ruido de impactos*

- 1 Las situaciones con transmisiones más importantes del ruido de impactos corresponden a *recintos superpuestos*, *recintos adyacentes* y *recintos* con una arista horizontal común formando diedros opuestos por la arista. (Véase figura 3.7).

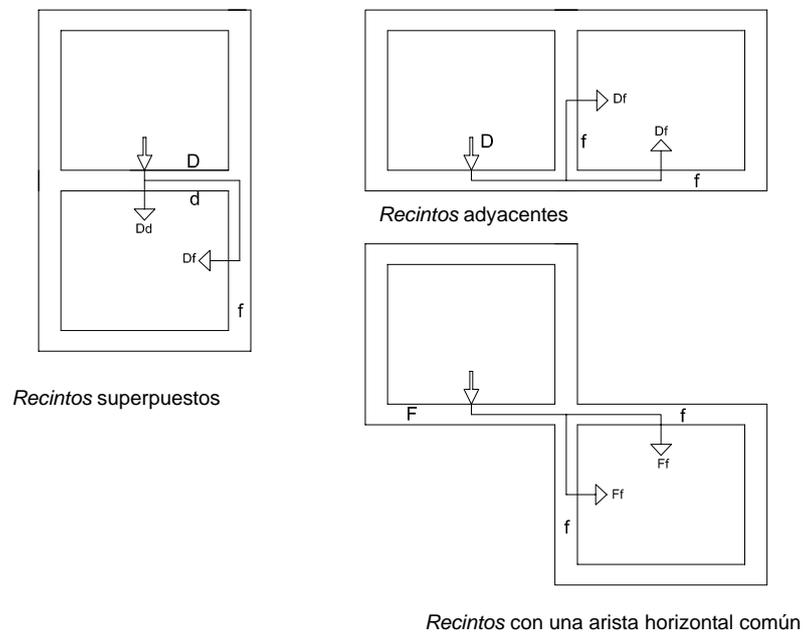


Figura 3.7 Definición de los caminos de transmisión entre dos *recintos* (Vista en sección vertical).

- 2 El nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado se calcula mediante la expresión:

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \cdot \lg(0,032 \cdot V) \quad [\text{dB}] \quad (3.20)$$

siendo

V volumen del *recinto* receptor, [m^3];

$L'_{n,w}$ nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB].

- 3 El nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L'_{n,w}$, resultante, para *recintos* superpuestos, *recintos* adyacentes y *recintos* con una arista horizontal común se calcula mediante las expresiones que se indican en los siguientes apartados.
- 4 Podrán aplicarse valores globales a todas las magnitudes de los elementos constructivos que aparecen en el cálculo.

3.1.3.6.1 *Recintos* superpuestos

- 1 El nivel global de presión de ruido de impactos normalizado viene dado por:

$$L'_{n,w} = 10 \cdot \lg \left(10^{0,1L_{n,w,d}} + \sum_{j=1}^n 10^{0,1L_{n,w,ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (3.21)$$

siendo

$L_{n,w,d}$ nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, debido a la *transmisión directa*, [dB];

$L_{n,w,ij}$ nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, debido a la *transmisión indirecta*, o por flancos, [dB];

n número de flancos o de elementos de flanco, generalmente 4.

2 La *transmisión directa* vale:

$$L_{n,w,d} = L_{n,w} - \Delta L_w - \Delta L_{d,w} \quad [\text{dB}] \quad (3.22)$$

siendo

$L_{n,w}$ nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB];

ΔL_w reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por *revestimiento* del lado de la emisión, (p.e. *suelos flotantes*), [dB];

$\Delta L_{d,w}$ reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por *revestimiento* del lado de la recepción, (p.e. *techos suspendidos*), [dB].

3 La *transmisión indirecta* desde el elemento i al j vale:

$$L_{n,w,ij} = L_{n,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,A} - R_{j,A}}{2} - \Delta R_{j,A} - K_{ij} - 10 \cdot \lg \frac{S_i}{l_{ij} l_0} \quad [\text{dB}] \quad (3.23)$$

siendo

$L_{n,w}$ nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB];

ΔL_w reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por *revestimiento*, colocado en este caso, del lado de la emisión, (p.e. *suelos flotantes*), [dB];

R_A índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A, [dBA];

$\Delta R_{j,A}$ mejora del índice global de reducción acústica por *revestimiento* del elemento j, [dB];

K_{ij} índice de reducción de vibraciones para cada camino de transmisión del elemento i al j, [dB];

S_i área del elemento excitado, [m²];

l_{ij} longitud común de la arista de unión entre el elemento i y el j, [m];

l_0 longitud de la arista de unión de referencia de valor 1 m, [m].

3.1.3.6.2 Recintos adyacentes y recintos con una arista horizontal común

En estos casos no existen transmisiones directas. Las expresiones resultantes son inmediatas a la vista de las figuras correspondientes y de las relaciones para los distintos caminos de *transmisión indirecta* señalados en el punto anterior para $L_{n,w,ij}$:

$$L'_{n,w} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{j=1}^n 10^{0,1 L_{n,w,ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (3.24)$$

con la misma notación que la expresión 3.21.

3.1.4 Condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos

Deben cumplirse las siguientes condiciones relativas a las uniones entre los diferentes elementos constructivos, para que junto a las condiciones establecidas en cualquiera de las dos opciones y las condiciones de ejecución establecidas en el apartado 5, se satisfagan los valores límite de aislamiento especificados en el apartado 2.1.

3.1.4.1 Elementos de separación verticales

3.1.4.1.1 Encuentros con los forjados, las fachadas y la tabiquería

3.1.4.1.1.1 Elementos de separación verticales de tipo 1

- 1 En los encuentros de los elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica con *fachadas* de dos hojas, debe interrumpirse la hoja interior de la *fachada*, ya sea ésta de fábrica o de entramado y en ningún caso, la hoja interior debe cerrar la cámara del elemento de separación vertical o conectar sus dos hojas.
- 2 En los encuentros con la tabiquería, ésta debe interrumpirse de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo. En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica, la tabiquería no conectará las dos hojas del elemento de separación vertical, ni interrumpirá la cámara. Si fuera necesario anclar o trabar el elemento de separación vertical por razones estructurales, solo se trabará la tabiquería a una sola de las hojas del elemento de separación vertical de fábrica o se unirá a ésta mediante conectores.

3.1.4.1.1.2 Elementos de separación verticales de tipo 2

- 1 Las *bandas elásticas* deben colocarse en los encuentros de los elementos de separación verticales de tipo 2 y los forjados, las *fachadas* y los pilares.
- 2 Cuando un elemento de separación vertical de tipo 2 acometa a una *fachada*, deben disponerse *bandas elásticas*:
 - a) en los encuentros con la hoja principal de las *fachadas* de una hoja, ventiladas o con el de *fachadas* con el aislamiento por el exterior;
 - b) en el encuentro con la hoja exterior de una *fachada* de dos hojas.
- 3 En los encuentros con *fachadas* de dos hojas, debe interrumpirse la hoja interior de la *fachada*, ya sea ésta de fábrica o de entramado y en ningún caso la hoja interior de la *fachada* debe cerrar la cámara del elemento de separación vertical.
- 4 La tabiquería que acometa a un elemento de separación vertical ha de interrumpirse, de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo.
- 5 En el caso de que la tabiquería sea de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas*, las *bandas elásticas* deben colocarse en el apoyo de la tabiquería en el forjado o en el *suelo flotante*.

3.1.4.1.1.3 Elementos de separación verticales de tipo 3

- 1 Debe interponerse una banda de estanquidad en el encuentro de la perfilería con el forjado, los pilares, otros elementos de separación verticales y la hoja principal de las *fachadas* de una hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior, de tal forma que se consiga la estanquidad.
- 2 En los encuentros con *fachadas* de dos hojas, debe interrumpirse la hoja interior de la *fachada*, y en ningún caso, la hoja interior de la *fachada* debe cerrar la cámara del elemento de separación vertical.
- 3 La tabiquería que acometa a un elemento de separación vertical ha de interrumpirse, de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo. En ningún caso, la tabiquería debe conectar las hojas del elemento de separación vertical, ni interrumpir la cámara.

3.1.4.1.2 Encuentros con los conductos de instalaciones

Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

3.1.4.2 Elementos de separación horizontales

3.1.4.2.1 Encuentros con los elementos verticales

- 1 Deben eliminarse los contactos entre el *suelo flotante* y los elementos de separación verticales, pilares y tabiques con apoyo directo; para ello, se interpondrá entre ambos una capa de material elástico o del mismo material aislante a ruido de impactos del *suelo flotante*.
- 2 Los techos suspendidos o los suelos registrables no serán continuos entre dos *recintos* pertenecientes a *unidades de uso* diferentes. La cámara de aire entre el forjado y un techo suspendido o un suelo registrable debe interrumpirse o cerrarse cuando el techo suspendido o el suelo registrable acometa a un elemento de separación vertical entre *unidades de uso* diferentes.

3.1.4.2.2 Encuentros con los conductos de instalaciones

- 1 En el caso de que un conducto de instalaciones, por ejemplo, de instalaciones hidráulicas o de ventilación, atraviese un elemento de separación horizontal, se recubrirá y se sellarán las holguras de los huecos efectuados en el forjado para paso del conducto con un material elástico que garantice la estanquidad e impida el paso de vibraciones a la estructura del edificio.
- 2 Deben eliminarse los contactos entre el *suelo flotante* y los conductos de instalaciones que discurren bajo él. Para ello, los conductos se revestirán de un material elástico.

3.2 Tiempo de reverberación y absorción acústica

3.2.1 Datos previos y procedimiento

- 1 Para satisfacer los valores límite del *tiempo de reverberación* requeridos en aulas y salas de conferencias de volumen hasta 350 m³, restaurantes y comedores, puede elegirse uno de los dos métodos que figuran a continuación:
 - a) el método de cálculo general del *tiempo de reverberación* a partir del volumen y de la absorción acústica de cada uno de los *recintos* del apartado 3.2.2.
 - b) el método de cálculo simplificado del *tiempo de reverberación*, apartado 3.2.3, que consiste en emplear un tratamiento absorbente acústico aplicado en el techo. Este método sólo es válido en el caso de aulas de volumen hasta 350 m³, restaurantes y comedores.
- 2 En el caso de aulas y salas de conferencias, ambas opciones son aplicables si los *recintos* son de formas prismáticas rectas o asimilables.
- 3 Debe calcularse la absorción acústica, A, de las *zonas comunes*, como se indica en la expresión 3.26 del apartado 3.2.2.
- 4 Para calcular el *tiempo de reverberación* y la absorción acústica, deben utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica medio, α_m , de los acabados superficiales, de los *revestimientos* y de los elementos constructivos utilizados y el área de absorción acústica equivalente medio, $A_{O,m}$, de cada mueble fijo, obtenidos mediante mediciones en laboratorio según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente contenida en el anejo C o mediante tabulaciones incluidas en el Catálogo de Elementos Constructivos u otros Documentos Reconocidos del CTE.
 En caso de no disponer de valores del coeficiente de absorción acústica medio α_m de productos, podrán utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica ponderado, α_w de acabados superficiales, de los *revestimientos* y de los elementos constructivos de los *recintos*
- 5 Debe diseñarse y dimensionarse, como mínimo, un caso de cada *recinto* que sea diferente en forma, tamaño y elementos constructivos.
- 6 Independientemente de lo especificado en este apartado, en el Anejo J se incluyen una serie de recomendaciones de diseño para aulas y salas de conferencias.

3.2.2 Método de cálculo general del tiempo de reverberación

- 1 El *tiempo de reverberación*, T, de un *recinto* se calcula mediante la expresión:

$$T = \frac{0,16 V}{A} \quad [\text{s}] \quad (3.25)$$

siendo

V volumen del *recinto*, [m³];
 A absorción acústica total del *recinto*, [m²];

2 La absorción acústica, A, se calculará a partir de la expresión:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \overline{m}_m \cdot V \quad (3.26)$$

siendo

$\alpha_{m,i}$ coeficiente de absorción acústica medio de cada paramento, para las bandas de tercio de octava centradas en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz;

S_i área de paramento cuyo coeficiente de absorción es α_i , [m²];

$A_{O,m,j}$ área de absorción acústica equivalente media de cada mueble fijo absorbente diferente [m²];

V volumen del *recinto*, [m³].

\overline{m}_m coeficiente de absorción acústica medio en el aire, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y de valor 0,006 m⁻¹.

El término $4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$ es despreciable en los *recintos* de volumen menor que 250 m³.

3.2.3 Método de cálculo simplificado del *tiempo de reverberación*. Tratamientos absorbentes de los paramentos

- 3 En la mayoría de los casos puede emplearse un tratamiento absorbente uniforme aplicado únicamente en el techo. Los valores mínimos del coeficiente de absorción acústica medio del material o techo suspendido figuran en el apartado 3.2.3.1.
- 4 En aquellos casos en los que no sea posible encontrar un material o un techo suspendido con el valor de coeficiente de absorción acústica medio requerido en el apartado 3.2.3.1, deben utilizarse además tratamientos absorbentes adicionales al del techo en el resto de los paramentos, según el apartado 3.2.3.2.

3.2.3.1 Tratamientos absorbentes uniformes del techo

Las ecuaciones que figuran a continuación expresan el valor mínimo del coeficiente de absorción acústica medio, $\alpha_{m,t}$, del material o del techo suspendido para los casos siguientes:

a) aulas de volumen hasta 350 m³:

i) sin butacas tapizadas:

$$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,23 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) \quad (3.27)$$

ii) con butacas tapizadas fijas:

$$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,32 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,26 \quad (3.28)$$

b) restaurantes y comedores:

$$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,18 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) \quad (3.29)$$

siendo

h altura libre del *recinto*, [m];

S_t área del techo, [m²].

3.2.3.2 Tratamientos absorbentes adicionales al del techo

Los tratamientos absorbentes empleados en los paramentos deben cumplir la relación siguiente:

$$\alpha_{m,t} \cdot S_t = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i \quad (3.30)$$

siendo

- $\alpha_{m,t}$ coeficiente de absorción acústica medio del techo obtenido de las expresiones 3.27, 3.28 y 3.29, según corresponda;
- S_t área del techo, [m²];
- $\alpha_{m,i}$ coeficiente de absorción acústica medio del material utilizado para tratar el área S_i ;
- S_i área de paramento cuyo coeficiente de absorción es $\alpha_{m,i}$, [m²].

3.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones

3.3.1 Datos que deben aportar los suministradores

Los suministradores de los equipos y productos incluirán en la documentación de los mismos los valores de las magnitudes que caracterizan los ruidos y las vibraciones procedentes de las instalaciones de los edificios:

- a) el nivel de potencia acústica, L_w , de equipos que producen *ruidos estacionarios*;
- b) la rigidez dinámica, s' , y la carga máxima, m , de los lechos elásticos utilizados en las bancadas de inercia;
- c) el amortiguamiento, C , la transmisibilidad, τ , y la carga máxima m , de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos;
- d) el coeficiente de absorción acústica, α , de los productos absorbentes utilizados en conductos de ventilación y aire acondicionado;
- e) la atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdida por inserción, D , y la atenuación total de los silenciadores que estén interpuestos en conductos, o empotrados en *fachadas* o en otros elementos constructivos.

3.3.2 Condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario

- 1 Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- 2 En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- 3 Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
- 4 Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- 5 En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.

3.3.3 Conducciones y equipamiento

3.3.3.1 Hidráulicas

- 1 Las conducciones colectivas del edificio deberán ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los *recintos habitables* o *protegidos* adyacentes
- 2 En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos y abrazaderas desolidarizadoras.
- 3 El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m^2 .
- 4 En los cuartos húmedos en los que la instalación de evacuación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido con un material absorbente acústico en la cámara.
- 5 La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.
- 6 La grifería situada dentro de los *recintos habitables* será de Grupo II como mínimo, según la clasificación de UNE EN 200.
- 7 Se evitará el uso de cisternas elevadas de descarga a través de tuberías y de grifos de llenado de cisternas de descarga al aire.
- 8 Las bañeras y los platos de ducha deben montarse interponiendo elementos elásticos en todos sus apoyos en la estructura del edificio: suelos y paredes. Los sistemas de hidromasaje, deberán montarse mediante elementos de suspensión elástica amortiguada.
- 9 No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente, salvo que la pared esté apoyada en el suelo flotante.

3.3.3.2 Aire acondicionado

- 1 Los conductos de aire acondicionado deben ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiera y deben utilizarse silenciadores específicos.
- 2 Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

3.3.3.3 Ventilación

- 1 Los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , sea al menos 33 dBA, salvo que sean de extracción de humos de garajes en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , sea al menos 45 dBA.
- 2 Asimismo, cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical se seguirán las especificaciones del apartado 3.1.4.1.2.
- 3 En el caso de que dos unidades de uso colindantes horizontalmente compartieran el mismo conducto colectivo de extracción, se cumplirán las condiciones especificadas en el DB HS3.

3.3.3.4 Eliminación de residuos

- 1 Para instalaciones de traslado de residuos por bajante, deben cumplirse las condiciones siguientes:
 - a) los conductos deben tratarse adecuadamente para que no transmitan ruidos y vibraciones a los *recintos habitables* y *protegidos* colindantes.
 - b) El almacén de contenedores se considera un recinto de instalaciones y el suelo del almacén de contenedores debe ser flotante.

3.3.3.5 Ascensores y montacargas

- 1 Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones. El recinto del ascensor, cuando la maquinaria esté dentro del mismo, se considerará un *recinto de instalaciones* a efectos de aislamiento acústico. Cuando no sea así, los elementos que separan un ascensor de una unidad de uso, deben tener un índice de reducción acústica, R_A mayor que 50 dBA.

- 2 Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.
- 3 El cuadro de mandos, que contiene los relés de arranque y parada, estará montado elásticamente asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

4 Productos de construcción

4.1 Características exigibles a los productos

- 1 Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.
- 2 Los productos que componen los *elementos constructivos homogéneos* se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m^2 .
- 3 Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por:
 - a) la resistividad al flujo del aire, r , en kPa s/m^2 , obtenida según UNE EN 29053, y la rigidez dinámica, s' , en MN/m^3 , obtenida según UNE EN 29052-1 en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación.
 - b) la rigidez dinámica, s' , en MN/m^3 , obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE, en el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en *suelos flotantes* y *bandas elásticas*.
 - c) el coeficiente de absorción acústica, α , al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio α_m , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos.
En caso de no disponer del valor del coeficiente de absorción acústica medio α_m , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado, α_w .
- 4 En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.

4.2 Características exigibles a los elementos constructivos

- 1 Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA;
Los *tradosados* se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A , en dBA.
- 2 Los elementos de separación horizontales se caracterizan por:
 - a) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA;
 - b) el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, en dB.
Los *suelos flotantes* se caracterizan por:
 - a) la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A , en dBA;
 - b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , en dB.
Los techos suspendidos se caracterizan por:
 - a) la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A , en dBA;
 - b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , en dB.
 - c) el coeficiente de absorción acústica medio, α_m , si su función es el control de la reverberación.
- 3 La parte ciega de las *fachadas* y de las *cubiertas* se caracterizan por:
 - a) el índice global de reducción acústica, R_w , en dB;
 - b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA;
 - c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, en dBA;
 - d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB;

- e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, C_{tr} , en dB.

El conjunto de elementos que cierra el hueco (ventana, caja de persiana y aireador) de las *fachadas* y de las *cubiertas* se caracteriza por:

- f) el índice global de reducción acústica, R_w , en dB;
g) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA;
h) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, en dBA;
i) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C , en dB;
j) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, C_{tr} , en dB;
k) la clase de ventana, según la norma UNE EN 12207;

En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

- 4 Los *aireadores* se caracterizan por la diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para ruido de automóviles, $D_{n,e,Atr}$, en dBA. Si dichos aireadores dispusieran de dispositivos de cierre, este índice caracteriza al aireador con dichos dispositivos cerrados.
- 5 Los *sistemas*, tales como techos suspendidos o conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación, a través de los cuales se produzca la transmisión aérea indirecta, se caracterizan por la diferencia de niveles acústica normalizada para *transmisión indirecta*, ponderada A, $D_{n,s,A}$, en dBA.
- 6 Cada mueble fijo, tal como una butaca fija en una sala de conferencias o un aula, se caracteriza por el área de absorción acústica equivalente medio, $A_{O,m}$, en m^2 .
- 7 En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

En las expresiones A.16 y A.17 del Anejo A se facilita el procedimiento de cálculo del índice global de reducción acústica mediante la ley de masa para *elementos constructivos homogéneos* enlucidos por ambos lados.

En la expresión A.27 se facilita el procedimiento de cálculo del nivel global de presión de ruido de impactos normalizado para *elementos constructivos homogéneos*.

4.3 Control de recepción en obra de productos

- 1 En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los elementos constructivos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.
- 2 Deberá comprobarse que los productos recibidos:
- corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
 - disponen de la documentación exigida;
 - están caracterizados por las propiedades exigidas;
 - han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.
- 3 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

5 Construcción

En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles

especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.

5.1 Ejecución

Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los elementos constructivos. En especial se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:

5.1.1 Elementos de separación verticales y tabiquería

- 1 Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes. Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, excepto cuando se interponga entre ambos una hoja de fábrica o una placa de yeso laminado.
- 2 Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos deben ser estancas, para ello se sellarán o se emplearán cajas especiales para mecanismos en el caso de los elementos de separación verticales de *entramado autoportante*.

5.1.1.1 De fábrica o paneles prefabricados pesados y trasdosados de fábrica

- 1 Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas.
- 2 Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.
- 3 En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas de fábrica separadas por una cámara, deben evitarse las conexiones rígidas entre las hojas que puedan producirse durante la ejecución del elemento, debidas, por ejemplo, a rebabas de mortero o restos de material acumulados en la cámara. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.
- 4 Cuando se empleen *bandas elásticas*, éstas deben quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y *fachadas*, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material.
- 5 En el caso de elementos de separación verticales con *bandas elásticas* (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva *bandas elásticas* en su perímetro y el enlucido del techo en su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la *banda elástica* o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos. Para rematar la junta, podrán utilizarse cintas de celulosa microperforada.
- 6 De la misma manera, deben evitarse:
 - a) los contactos entre el enlucido del tabique o de la hoja interior de fábrica de la fachada que lleven *bandas elásticas* en su encuentro con un elemento de separación vertical de una hoja de fábrica (Tipo 1) y el enlucido de ésta;
 - b) los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva *bandas elásticas* en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las *fachadas* de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

5.1.1.2 De entramado autoportante y trasdosados de entramado

- 1 Los elementos de separación verticales de *entramado autoportante* deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102040 IN y los *trasdosados*, bien de *entramado autoportante*, o bien adheridos, deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102041 IN. En ambos casos deben utilizarse los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad establecidos por el fabricante de los sistemas.
- 2 Las juntas entre las placas de yeso laminado y de las placas con otros elementos constructivos deben tratarse con pastas y cintas para garantizar la estanquidad de la solución.

- 3 En el caso de elementos formados por varias capas superpuestas de placas de yeso laminado, deben contrapearse las placas, de tal forma que no coincidan las juntas entre placas ancladas a un mismo lado de la perfilera autoportante.
- 4 El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones puesto en la cámara debe rellenarla en toda su superficie, con un espesor de material adecuado al ancho de la perfilera utilizada.
- 5 En el caso de *trasdosados* autoportantes aplicados a un elemento base de fábrica, se cepillará la fábrica para eliminar rebabas y se dejarán al menos 10 mm de separación entre la fábrica y los canales de la perfilera.

5.1.2 Elementos de separación horizontales

5.1.2.1 Suelos flotantes

- 1 Previamente a la colocación del material aislante a ruido de impactos, el forjado debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.
- 2 El material aislante a ruido de impactos cubrirá toda la superficie del forjado y no debe interrumpirse su continuidad, para ello se solaparán o sellarán las capas de material aislante, conforme a lo establecido por el fabricante del aislante a ruido de impactos.
- 3 En el caso de que el *suelo flotante* estuviera formado por una capa de mortero sobre un material aislante a ruido de impactos y este no fuera impermeable, debe protegerse con una barrera impermeable previamente al vertido del hormigón.
- 4 Los encuentros entre el *suelo flotante* y los elementos de separación verticales, tabiques y pilares deben realizarse de tal manera que se eliminen contactos rígidos entre el *suelo flotante* y los elementos constructivos perimétricos.

5.1.2.2 Techos suspendidos y suelos registrables

- 1 Cuando discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido o por el suelo registrable, debe evitarse que dichos conductos conecten rígidamente el forjado y las capas que forman el techo o el suelo.
- 2 En el caso de que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deben formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no debe disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.
- 3 En el caso de techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste debe rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante.
- 4 Deben sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre *unidades de uso diferentes*.

5.1.3 Fachadas y cubiertas

La fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como la fijación de las cajas de persiana, debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

5.1.4 Instalaciones

Deben utilizarse elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.

5.1.5 Acabados superficiales

Los acabados superficiales, especialmente pinturas, aplicados sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

5.2 Control de la ejecución

- 1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y las modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y de demás normativa vigente de aplicación.
- 2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones del proyecto y con la frecuencia indicada en el mismo.
- 3 Se incluirá en la documentación de la obra ejecutada cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

5.3 Control de la obra terminada

- 1 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.
- 2 En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, de *aislamiento acústico a ruido de impactos* y de limitación del *tiempo de reverberación*, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para *tiempo de reverberación*. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H.
- 3 Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 de este DB, de 3 dBA para *aislamiento a ruido aéreo*, de 3 dB para *aislamiento a ruido de impacto* y de 0,1 s para *tiempo de reverberación*.
- 4 En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

6 Mantenimiento y conservación

- 1 Los edificios deben mantenerse de tal forma que en sus *recintos* se conserven las condiciones acústicas exigidas inicialmente.
- 2 Cuando en un edificio se realice alguna reparación, modificación o sustitución de los materiales o productos que componen sus elementos constructivos, éstas deben realizarse con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.
- 3 Debe tenerse en cuenta que la modificación en la distribución dentro de una *unidad de uso*, como por ejemplo la desaparición o el desplazamiento de la tabiquería, modifica sustancialmente las condiciones acústicas de la unidad.

Anejo A. Terminología

Absorción acústica, A: Cantidad de energía acústica, en m^2 , absorbida por un objeto del campo acústico. Es función de la frecuencia.

Puede calcularse, para absorbentes planos, en cada banda de frecuencia f , mediante la expresión siguiente:

$$A_f = \alpha_f \cdot S \quad [m^2] \quad (A.1)$$

siendo

A_f absorción acústica para la banda de frecuencia f , [m^2];
 α_f coeficiente de absorción acústica del material para la banda de frecuencia f ;
 S área del material, [m^2].

Aislamiento acústico a ruido aéreo: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en dBA, entre el recinto emisor y el receptor.

Para recintos interiores se utiliza el índice $D_{nT,A}$.

Para recintos en los que alguno de sus cerramientos constituye una *fachada* o una *cubierta* en las que el ruido exterior dominante es el de automóviles o el de aeronaves, se utiliza el índice $D_{2m,nT,Atr}$.

Para recintos en los que alguno de sus cerramientos constituye una *fachada* o una *cubierta* en las que el ruido exterior dominante es el ferroviario o el de estaciones ferroviarias, se utiliza el índice $D_{2m,nT,A}$.

Aislamiento acústico a ruido de impactos: Protección frente al ruido de impactos. Viene determinado por el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, en dB.

Área acústica*: Ámbito territorial, delimitado por la Administración competente, que presenta el mismo objetivo de calidad acústica.

Las áreas acústicas se clasificarán, en atención al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas, las cuales habrán de prever, al menos, los siguientes:

- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
- Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Área de absorción acústica equivalente, A: Absorción acústica, en m^2 , correspondiente a un objeto de superficie no definida. Corresponde a la absorción de una superficie con coeficiente de absorción acústica igual a 1 y área igual a la absorción total del elemento.

Bancada de inercia: Perfil de acero o de hormigón reforzado con armaduras, capaz de absorber los esfuerzos causados por el funcionamiento de un equipo, particularmente durante los arranques.

* Definición procedente de la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido

Banda de octava: Intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada y otra igual al doble de la anterior.

Banda de tercio de octava: Intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada f_1 y una frecuencia f_2 relacionadas por $(f_2/f_1)^3 = 2$.

Banda elástica: Banda de material elástico de al menos 10 mm de espesor utilizada para interrumpir la transmisión de vibraciones en los encuentros de una partición con suelos, techos, pilares y otras particiones. Se consideran materiales adecuados para las bandas aquéllos que tengan una rigidez dinámica, s' , menor que 100 MN/m^3 tales como el poliestireno elastificado, el polietileno y otros materiales con niveles de prestación análogos.

Coefficiente de absorción acústica, α : Relación entre la energía acústica absorbida por un objeto, usualmente plano, y la energía acústica incidente sobre el mismo, referida a la unidad de superficie. Es función de la frecuencia.

Los valores del coeficiente de absorción acústica y del área de absorción acústica equivalente se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la segunda cifra decimal. (Ejemplo: 0,355 \rightarrow 0,36).

Cubierta: Cerramiento superior de los edificios, horizontal o con inclinación no mayor que 60° sobre la horizontal, que incluye el elemento resistente – forjado – más el acabado en su parte inferior – techo –, más revestimiento o cobertura en su parte superior. Debe considerarse *cubierta* tanto la parte ciega de la misma como los lucernarios.

Cubierta ligera: *Cubierta* cuya carga permanente no excede de 100 kg/m^2 .

Curva de referencia para el nivel de presión de ruido de impactos (UNE EN ISO 717-2): Curva constituida por el conjunto de valores de nivel de presión de ruido de impactos que se indican a continuación:

Tabla A.1 Curva de referencia para ruido de impactos.

f Hz	$L_{ref,w}(f)$ dBA	f Hz	$L_{ref,w}(f)$ dBA
100	62	630	59
125	62	800	58
160	62	1000	57
200	62	1250	54
250	62	1600	51
315	62	2000	48
400	61	2500	45
500	60	3150	42

Diferencia de niveles estandarizada en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$: Aislamiento acústico a ruido aéreo de una *fachada*, una *cubierta* o un suelo en contacto con el aire exterior, en dB, cuando la medida del nivel de ruido exterior, $L_{1,2m}$, se hace a 2 metros frente a la *fachada* o la *cubierta*.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.2})$$

siendo

- $L_{1,2m}$ nivel medio de presión sonora medido a 2 metros frente a la *fachada* o la *cubierta*, [dB];
- L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
- T tiempo de reverberación del *recinto* receptor, [s];
- T_0 tiempo de reverberación de referencia; su valor es $T_0=0,5 \text{ s}$.

Diferencia de niveles entre recintos, (o aislamiento acústico bruto entre recintos), D : Diferencia, en dB, entre los niveles medios de presión sonora producidos en dos *recintos* por la acción de una o varias

fuentes de ruido emitiendo en uno de ellos, que se toma como *recinto* emisor. En general es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D = L_1 - L_2 \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.3})$$

siendo

- L_1 nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
 L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB].

Diferencia de niveles estandarizada entre *recintos* interiores, D_{nT} : Diferencia entre los niveles medios de presión sonora producidos en dos *recintos* por una o varias fuentes de ruido emitiendo en uno de ellos, normalizada al valor 0,5 s del *tiempo de reverberación*. En general es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.4})$$

siendo

- L_1 nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
 L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
 T *tiempo de reverberación* del *recinto* receptor, [s];
 T_0 *tiempo de reverberación* de referencia; su valor es $T_0=0,5$ s.

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en *fachadas*, en *cubiertas* y en suelos en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT,A}$: Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una *fachada*, una *cubierta* o un suelo en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$, para ruido rosa.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{2m,nT,i})/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.5})$$

siendo

- $D_{2m,nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i , [dB];
 $L_{Ar,i}$ valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];
 i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

En caso de que el *ruido exterior dominante* sea el ferroviario o el de estaciones ferroviarias también se utilizará este índice para la valoración global, pero usando los valores del espectro normalizado de ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en *fachadas*, en *cubiertas* y en suelos en contacto con el aire exterior para ruido de automóviles, $D_{2m,nT,Atr}$: Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una *fachada*, una *cubierta*, o un suelo en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$ para un ruido exterior de automóviles.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT,Atr} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Atr,i} - D_{2m,nT,i})/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.6})$$

siendo

- $D_{2m,nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i , [dB];
 $L_{Atr,i}$ valor del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];
 i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

En caso de que el *ruido exterior dominante* sea el de aeronaves también se utilizará este índice para la valoración global, pero usando los valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, $D_{nT,A}$: Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada, entre *recintos interiores*, D_{nT} , para ruido rosa.

Se define mediante la expresión siguiente.

$$D_{nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{nT,i})/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.7})$$

siendo

- $D_{nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia i , [dB];
 $L_{Ar,i}$ valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];
 i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

Diferencia de niveles normalizada de elementos de construcción pequeños, $D_{n,e}$: Diferencia de niveles normalizada, en dB, atribuible a *elementos de construcción pequeños*.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{A_0}{A} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.8})$$

siendo

- L_1 nivel medio de presión sonora en el *recinto emisor*, [dB];
 L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto receptor*, [dB];
 A área de absorción acústica equivalente del *recinto receptor*, [m²];
 A_0 área de absorción acústica equivalente de referencia, de valor $A_0=10 \text{ m}^2$.

Diferencia de niveles por la forma de la fachada, $\Delta L_{f,s}$: Mejora del *aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas*, en dB, por efecto de apantallamientos debidos a petos, formas especiales y retranqueos. (Véase anejo F).

Se define mediante la expresión siguiente:

$$\Delta L_{f,s} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3 \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.9})$$

siendo

- $L_{1,2m}$ nivel medio de presión sonora medido a 2 m frente a la *fachada* o la *cubierta*, [dB];
 $L_{1,s}$ nivel medio de presión sonora medido en el plano de la *fachada* o la *cubierta*, [dB].

Elemento constructivo homogéneo: Elemento de una sola hoja de fábrica, de hormigón, productos pétreos, etc. Se consideran forjados homogéneos las losas de hormigón, los forjados con elementos aligerantes cerámicos y de hormigón y los forjados de chapa colaborante.

Elemento constructivo mixto: Elemento formado por dos o más partes de cuantías de aislamiento diferentes, montadas unas como prolongación de otras hasta cubrir el total de la superficie. Ejemplos: pared formada por un murete sobre el que monta una cristalera, muro de *fachada* con ventanas, tabique con una puerta etc. (Véase Anejo G).

Elemento de entramado autoportante: Elemento constructivo formado por dos o más placas de yeso laminado, sujetas a una perfilera autoportante y con una cámara rellena con un material poroso, elástico y acústicamente absorbente.

Elemento de flanco: Elemento constructivo adyacente a un elemento de separación, por el cual se produce la *transmisión acústica indirecta* estructural o por vía de flancos.

Elementos de construcción pequeños: Elementos de área menor que 1 m², excepto ventanas y puertas, que colocados en los elementos de separación verticales, *fachadas* y *cubiertas*, transmiten el sonido entre dos *recintos* o entre un *recinto* y el exterior, tales como:

- elementos de climatización;
- aireadores;
- ventiladores;
- conductos eléctricos;
- sistemas de estanquidad, pasamuros...etc.

Espectro de frecuencias: Representación de la distribución de energía de un sonido en función de sus frecuencias componentes. Normalmente se expresa mediante niveles de presión o de potencia en bandas de tercio de octava o en bandas de octava.

Espectro normalizado del ruido de aeronaves, ponderado A: Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido de aeronaves en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

Tabla A.2 Valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.

f _i Hz	L _{Aav,i} dBA	f _i Hz	L _{Aav,i} dBA
100	-23,8	800	-9,5
125	-20,2	1000	-10,5
160	-15,4	1250	-11,0
200	-13,1	1600	-12,5
250	-12,6	2000	-14,9
315	-10,4	2500	-15,9
400	-9,8	3150	-18,6
500	-9,5	4000	-23,3
630	-8,7	5000	-29,9

Espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A: Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido de automóviles en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

Tabla A.3 Valores del espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A.

f _i Hz	L _{Atr,i} dBA	f _i Hz	L _{Atr,i} dBA
100	-20	800	-9
125	-20	1000	-8
160	-18	1250	-9
200	-16	1600	-10
250	-15	2000	-11
315	-14	2500	-13
400	-13	3150	-15
500	-12	4000	-16
630	-11	5000	-18

Espectro normalizado del ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A: Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido ferroviario en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

Tabla A.4 Valores del espectro normalizado de ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

f_i Hz	$L_{Aef,i}$ dBA	f_i Hz	$L_{Aef,i}$ dBA
100	-20	800	-9
125	-20	1000	-8
160	-18	1250	-9
200	-16	1600	-10
250	-15	2000	-11
315	-14	2500	-13
400	-13	3150	-15
500	-12	4000	-16
630	-11	5000	-18

Espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A: Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido rosa normalizado en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

Tabla A.5 Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A.

f_i Hz	$L_{Ar,i}$ dBA	f_i Hz	$L_{Ar,i}$ dBA
100	-30,1	800	-11,8
125	-27,1	1000	-11,0
160	-24,4	1250	-10,4
200	-21,9	1600	-10,0
250	-19,6	2000	-9,8
315	-17,6	2500	-9,7
400	-15,8	3150	-9,8
500	-14,2	4000	-10
630	-12,9	5000	-10,5

Estancias: *Recintos protegidos* tales como: salones, comedores, bibliotecas...etc. en edificios de uso residencial y despachos, salas de reuniones, salas de lectura...etc. en edificios de otros usos.

Fachada: Cerramiento perimétrico del edificio, vertical o con inclinación no mayor que 60° sobre la horizontal, que lo separa del exterior. Incluye tanto el muro de *fachada* como los huecos (puertas exteriores y ventanas).

Fachada ligera: *Fachada* continua y anclada a una estructura auxiliar, cuya masa por unidad de superficie es menor que 200 kg/m².

Frecuencia, f: Número de pulsaciones de una onda acústica sinusoidal ocurridas en un segundo.

Frecuencia crítica, f_c : Frecuencia límite inferior a la que empieza a darse el fenómeno de coincidencia consistente en que la energía acústica se transmite a través del elemento constructivo en forma de ondas de flexión, acopladas con las ondas acústicas del aire, con la consiguiente disminución del aislamiento acústico.

Se define a partir de las constantes elásticas del elemento constructivo, mediante la expresión siguiente:

$$f_c = \frac{6.4 \cdot 10^4}{d} \sqrt{\frac{\rho \cdot (1 - \sigma^2)}{E}} \quad [\text{Hz}] \quad (\text{A.10})$$

siendo

d espesor de la pared, [m];
 ρ densidad, [kg/m³];

E módulo de Young, [N/m²];
 σ coeficiente de Poisson.

Índice de reducción acústica aparente, R': Aislamiento acústico, en dB, de un elemento constructivo medido in situ, incluidas las transmisiones indirectas. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.11})$$

siendo

L₁ nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
 L₂ nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
 S área del elemento constructivo, [m²];
 A área de absorción acústica equivalente del *recinto* receptor, [m²].

Índice de reducción acústica de un elemento constructivo, R: Aislamiento acústico, en dB, de un elemento constructivo medido en laboratorio. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.12})$$

siendo

L₁ nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
 L₂ nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
 S área del elemento constructivo, [m²];
 A área de absorción acústica equivalente del *recinto* receptor, [m²].

Índice de reducción acústica por vía indirecta, R_{ij}: Diferencia entre los niveles sonoros de los *recintos* emisor y receptor, debida a la transmisión acústica por vía indirecta o por flancos.

Índice de reducción de vibraciones para caminos de transmisión sobre uniones de elementos constructivos, K_{ij}: Diferencia entre los niveles medios de velocidad entre ambos lados de la unión, promediada en las dos direcciones, normalizada a la longitud de la unión y a la longitud de absorción equivalente de los elementos a cada lado. Es una magnitud relacionada con la transmisión de energía en una unión de dos elementos constructivos

Se define mediante la expresión siguiente:

$$K_{ij} = \overline{D_{v,ij,situ}} + 10 \cdot \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_{i,situ} \cdot a_{j,situ}}} \text{dB}; \quad \overline{D_{v,ij,situ}} \geq 0 \text{dB} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.13})$$

siendo

$\overline{D_{v,ij,situ}}$ diferencia de niveles de velocidad promediada en los dos sentidos de propagación para cada camino de transmisión ij sobre la unión, [dB];
 $a_{i,situ}$ longitud de absorción equivalente del elemento i medida in situ, [m];
 $a_{j,situ}$ longitud de absorción equivalente del elemento j medida in situ, [m];
 l_{ij} longitud común de la arista de unión entre el elemento i y el j, [m].

Como primera aproximación las longitudes de absorción equivalente pueden tomarse como $a_{i,situ} = S_i / l_0$ y $a_{j,situ} = S_j / l_0$, para todo tipo de elementos, con la longitud de acoplamiento de referencia $l_0 = 1$ m. Si en este caso el índice de reducción de vibraciones, calculado según el Anejo D, tiene un valor

menor que el valor mínimo de $K_{ij \text{ min}}$, entonces se utiliza este valor mínimo, cuya expresión viene dada por:

$$K_{ij \text{ min}} = 10 \cdot \lg \left[l_{ij} \cdot l_0 \left(\frac{1}{S_i} + \frac{1}{S_j} \right) \right] \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.14})$$

siendo

ij caminos de transmisión Ff, Fd o Df;
 $l_0 = 1$ m longitud de la arista de unión de referencia;
 S_i área del elemento excitado i (forjado), [m^2];
 S_j área del elemento radiante j en el *recinto* receptor, [m^2].

Índice de ruido día, L_d^* : Índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo día y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, ponderado A, determinado a lo largo de todos los periodos día de un año. Se expresa en dBA.

Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, de un elemento constructivo, R'_A : Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica aparente, R' , para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R'_A = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - R'_i) / 10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.15})$$

siendo

R'_i índice de reducción acústica aparente en la banda de frecuencia i , [dB];
 $L_{Ar,i}$ valor del espectro del ruido rosa normalizado, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];
 i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

Índice global de reducción acústica aparente, R'_w : Valor en decibelios de la curva de referencia, a 500 Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica aparente, R' .

Índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo, R_A : Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R , para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A.

Los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento R_A , en función de la masa por unidad de superficie, m , expresada en kg/m^2 :

$$m \leq 150 \text{kg}/\text{m}^2 \quad R_A = 16,6 \cdot \lg m + 5 \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.16})$$

$$m \geq 150 \text{kg}/\text{m}^2 \quad R_A = 36,5 \cdot \lg m - 38,5 \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.17})$$

A partir de los valores del índice de reducción acústica R , obtenidos mediante ensayo en laboratorio, este índice se define mediante la expresión siguiente:

* Definición procedente del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

$$R_A = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - R_i)/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.18})$$

siendo

- R_i valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i , [dB];
- $L_{Ar,i}$ valor del espectro del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];
- i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

De forma aproximada puede considerarse que $R_A = R_w + C$.

Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles, R_{Atr} : Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R , para un ruido exterior de automóviles.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R_{Atr} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Atr,i} - R_i)/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.19})$$

siendo

- R_i valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i , [dB];
- $L_{Atr,i}$ valor del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];
- i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

De forma aproximada puede considerarse que $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$.

Índice global de reducción acústica, R_w : Valor en decibelios de la curva de referencia, a 500 Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica, R según el método especificado en la UNE EN ISO 717 - 1.

Longitud de absorción equivalente de vibraciones de un elemento constructivo, a : Longitud equivalente a la absorción de vibraciones de un elemento constructivo.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$a = \frac{2,2\pi^2 S}{c_0 T_s} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \quad [\text{m}] \quad (\text{A.20})$$

siendo

- T_s tiempo de reverberación estructural del elemento, [s];
- S área del elemento constructivo, [m²];
- f frecuencia, [Hz];
- f_{ref} frecuencia de referencia, de valor 1000 Hz,
- c_0 velocidad de propagación, [m/s].

Material poroso: Material absorbente de estructura alveolar, granular, fibrosa, etc., que actúa degradando la energía mecánica en calor, mediante el rozamiento del aire con las superficies del material.

Medianería: Cerramiento que linda en toda su superficie o en parte de ella con otros edificios ya construidos, o que puedan construirse legalmente.

Mejora del índice de reducción acústica de un revestimiento, ΔR : Aumento del índice de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o *revestimiento* al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre el índice de reducción acústica de un elemento constructivo de referencia con el *revestimiento* de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia. Es función de la frecuencia.

Mejora del índice global de reducción acústica de un revestimiento, ΔR_w : Aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o *revestimiento* al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica de un elemento constructivo de referencia con el *revestimiento* de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia.

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, de un revestimiento, ΔR_A : Aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o *revestimiento* al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo de referencia con el *revestimiento* de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia.

Nivel de potencia acústica, L_w : Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_w = 10 \cdot \lg \frac{W}{W_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.21})$$

siendo

W potencia acústica considerada, [W];
 W_0 potencia acústica de referencia, de valor 10^{-12} W.

Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, L'_{nT} : Nivel de presión sonora medio, en dB, en el *recinto* receptor normalizado a una *tiempo de reverberación* de 0,5 s, cuando el elemento constructivo de separación respecto al *recinto* emisor es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L'_{nT} = L - 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.22})$$

siendo

L nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
T *tiempo de reverberación* del *recinto* receptor, [s];
 T_0 *tiempo de reverberación* de referencia; su valor es $T_0=0,5$ s.

Nivel de presión de ruido de impactos normalizado de un elemento constructivo horizontal, L_n : Nivel de presión sonora medio en el *recinto* receptor referido a una absorción de 10 m^2 , con el elemento constructivo horizontal montado como elemento de separación respecto al *recinto* superior. Tal elemento es excitado por la máquina de impactos normalizada, en condiciones de ensayo en laboratorio (carencia de transmisiones indirectas). Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_n = L + 10 \cdot \lg \frac{A}{10} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.23})$$

siendo

L nivel medio de presión de ruido de impactos en el *recinto* receptor, [dB];
A área de absorción equivalente del *recinto* receptor, [m^2].

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, $L'_{n,w}$: Es el valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L'_n . Si los niveles experimentales están dados para bandas de octava, el valor a 500 Hz se reduce en 5 dB.

Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, L'_n : Es el nivel de presión sonora medio en el *recinto* receptor normalizado a una absorción acústica de 10 m^2 , cuando el elemento constructivo de separación respecto al *recinto* superior es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L'_n = L + 10 \cdot \lg \frac{A}{10} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.24})$$

siendo

L nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
A área de absorción acústica equivalente del *recinto* receptor, [m^2].

Nivel de presión sonora, ponderado A, L_{pA} : Nivel que valora un ruido complejo mediante un valor único empleando la ponderación A.

Para un ruido de espectro conocido, en bandas de tercio de octava o en bandas de octava, se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{pA} = 10 \cdot \lg \sum_i 10^{(L_i + A_i)/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.25})$$

siendo

L_i nivel de presión sonora en la banda de frecuencia i , [dB];
 A_i valor de la ponderación A en la banda de frecuencia i , [dBA].

Nivel de presión sonora, L_p : Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_p = 10 \cdot \lg \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.26})$$

siendo

p presión sonora considerada, [Pa];
 p_0 presión sonora de referencia, de valor $2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

Se sobreentiende que las presiones sonoras se expresan en valores eficaces o rms, salvo que se diga lo contrario.

Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$: Valoración global del nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, L'_{nT}

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado de un elemento constructivo horizontal, $L_{n,w}$: Valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L'_n . Si los niveles experimentales están dados para bandas de octava, hay que reducir en 5 dB el valor a 500 Hz.

El nivel global de presión de ruido de impactos normalizado se determinará mediante ensayo en laboratorio. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el $L_{n,w}$ proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusivamente de su masa y es

aplicable la siguiente expresión definida en la norma UNE EN 12354-2, que determina el nivel de presión, en función de la masa por unidad de superficie, m , expresada en kg/m^2 :

$$L_{n,w} = 164 - 35 \cdot \lg m \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.27})$$

Nivel medio de presión sonora en un recinto, L: Nivel correspondiente al promedio temporal y espacial del cuadrado de la presión acústica, extendiendo el promediado espacial al interior del *recinto* exceptuando las zonas de radiación directa de las fuentes y las próximas a las paredes, suelo y techo.

Para exploraciones de la presión a lo largo de trayectorias continuas representativas que se barren en un tiempo T se define mediante la expresión siguiente:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.28})$$

siendo

$p(t)$ valor de la presión acústica en el instante t , [Pa];
 p_0 presión sonora de referencia, de valor $2 \cdot 10^{-5}$ Pa;

Para exploraciones de la presión en n puntos discretos se define mediante la expresión siguiente:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{pi}/10} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.29})$$

siendo

L_{pi} nivel de presión sonora medido en el punto i , [dB].

Cuando las diferencias entre los valores componentes son menores que 4 dB, se puede tomar como nivel medio la media aritmética de los niveles componentes.

Nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, $L_{A,T}$: Nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un *recinto* referido a un *tiempo de reverberación* de 0,5 s.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{A,T} = L_A - 10 \cdot \lg \frac{T}{0,5} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.30})$$

siendo

L_A nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un recinto, [dBA];
 T valor medido del *tiempo de reverberación*, [s].

Nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{eqA,T}$: Nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, referido a un *tiempo de reverberación* de 0,5 s.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{eqA,T} = L_{eqA} - 10 \cdot \lg \frac{T}{0,5} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.31})$$

siendo

L_{eqA} nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, en los períodos establecidos, [dBA];
 T valor medido del *tiempo de reverberación*, [s].

Nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, L_{eqA} : Viene definido, en dBA, por el valor L_{eqA} . Para ruidos de nivel variable en el tiempo se define mediante la expresión:

$$L_{eqA} = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)_{pA}/10} dt \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.32})$$

siendo

$L(t)_{pA}$ nivel de presión sonora, ponderado A, en el instante t , [dBA];
 T intervalo temporal considerado, en s.

Cuando los niveles de un ruido, L_{pAi} , se mantienen prácticamente constantes (± 2 dB) en cada intervalo temporal t_i , ($T = \sum t_i$), se puede usar la expresión:

$$L_{eqA} = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{L_{pAi}/10} t_i \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.33})$$

Objetivo de calidad acústica*: Conjunto de requisitos que, en relación con la contaminación acústica, deben cumplirse en un momento dado en un espacio determinado.

Panel prefabricado pesado: Se consideran elementos prefabricados pesados los paneles de hormigón, yeso o cualquier material con características similares.

Ponderación espectral A: Aproximación con signo menos de la línea isofónica con un nivel de sonoridad igual a 40 fonios. En el margen de frecuencias de aplicación de este DB, la curva de ponderación A viene definida por los valores siguientes:

Tabla A.6 Valores de la curva de ponderación A

Frecuencia Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Curva de ponderación dBA	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1,9
Frecuencia Hz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Curva de ponderación dBA	-0,8	0	0,6	1,0	1,2	1,3	1,2	1,0	0,5

La ponderación espectral A se utiliza para compensar las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo.

Potencia acústica, W : Energía emitida en la unidad de tiempo por una fuente acústica determinada.

Presión acústica, p : Diferencia entre la presión total instantánea en un punto determinado, en presencia de una perturbación acústica y la presión estática en el mismo punto.

Recinto: Espacio del edificio limitado por *cerramientos*, *particiones* o cualquier otro elemento de separación.

Recinto de actividad: Aquellos recintos, en los edificios de uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los *recintos* del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del *recinto* sea mayor que 70 dBA. Por ejemplo, actividad comercial, de pública concurrencia, etc.

* Definición procedente de la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido

A partir de 80dBA se considera *recinto ruidoso*.

Todos los aparcamientos se consideran recintos de actividad respecto a cualquier uso salvo los de uso privativo en vivienda unifamiliar.

Recinto de instalaciones: *Recinto* que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiéndose como tales, todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho *recinto*. A efectos de este DB, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.

Recinto habitable: *Recinto* interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran *recintos habitables* los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso;
- f) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

En el caso en el que en un *recinto* se combinen varios usos de los anteriores siempre que uno de ellos sea protegido, a los efectos de este DB se considerará *recinto protegido*.

Se consideran *recintos no habitables* aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

Recinto protegido: *Recinto habitable* con mejores características acústicas. Se consideran *recintos protegidos* los *recintos habitables* de los casos a), b), c), d).

Recinto ruidoso: *Recinto*, de uso generalmente industrial, cuyas actividades producen un nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, en el interior del recinto, mayor que 80 dBA.

Reducción del nivel de presión de ruido de impactos (o mejora del aislamiento acústico a ruido de impactos) de un suelo flotante o de un techo suspendido, ΔL : Diferencia entre el nivel de presión de ruido de impactos normalizado de un forjado normalizado de referencia con el *suelo flotante* o el techo suspendido y el propio del forjado de referencia. Es función de la frecuencia.

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos (o mejora global del aislamiento acústico a ruido de impactos) de un suelo flotante o de un techo suspendido, ΔL_w : Diferencia entre el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado del forjado de referencia normalizado y el calculado para ese forjado de referencia con el *suelo flotante* o el techo suspendido. (Véase Anejo E).

Revestimiento: Capa colocada sobre un elemento constructivo base o soporte. Se consideran *revestimientos* los *trasdosados* en elementos constructivos verticales, los *suelos flotantes*, las moquetas y los techos suspendidos, en elementos constructivos horizontales.

Ruido blanco: Ruido que contiene todas las frecuencias con la misma amplitud. Su espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, es una recta de pendiente 3 dB/octava. Se utiliza para efectuar las medidas normalizadas.

Ruido estacionario: Ruido continuo y estable en el tiempo. Se consideran *ruidos estacionarios* los procedentes de instalaciones de aire acondicionado, ventiladores, compresores, bombas impulsoras, calderas, quemadores, maquinaria de los ascensores, etc., rejillas y unidades terminales.

Ruido exterior dominante: Se considera que el ruido de aeronaves o el ruido ferroviario o el de estaciones ferroviarias es dominante frente al ruido de automóviles en un espacio exterior dado cuando el

espectro del ruido en ese espacio, ponderado A, desplazado en una cuantía de nivel adecuada proporcional a diferencias menores que 1,5 dBA en, por lo menos, 10 tercios de octava, al ajustarlo respectivamente al espectro del ruido de aeronaves o de estaciones ferroviarias.

Ruido rosa: Ruido cuyo espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, consiste en una recta de pendiente 0 dB/octava. Se utiliza para efectuar las medidas normalizadas.

Silenciador o unidad de atenuación: Dispositivo capaz de reducir el nivel de presión sonora entre su entrada y su salida que se acopla al conducto de salida de gases de equipos o redes de instalaciones para atenuar el ruido.

Sistema: Instalación compartida por dos *recintos* que hace que la transmisión de sonido se produzca de forma aérea indirecta. Es el caso de conductos de instalaciones, como conductos de ventilación o aire acondicionado, techos suspendidos, etc.

Suelo flotante: Elemento constructivo sobre el forjado que comprende el solado con su capa de apoyo y el una capa de un material aislante a ruido de impactos.

Tabiquería de fábrica: Tabiquería formada por unidades de montaje en húmedo, tales como ladrillos huecos, ladrillos perforados, bloques de hormigón, bloques de arcilla aligerada, tabiques de escayola maciza, etc.

Tabiquería de entramado: Elemento constructivo formado por dos o más placas de yeso laminado, sujetas a una perfilera autoportante y con una cámara que puede estar rellena con un material poroso, elástico y acústicamente absorbente.

Término de adaptación espectral, C, C_{tr}: Valor en decibelios, que se añade al valor de una magnitud global obtenida por el método de la curva de referencia de la ISO 717-1 (R_w, por ejemplo), para tener en cuenta las características de un espectro de ruido particular. Cada índice global, ponderado A, lleva incorporado el término de adaptación espectral del índice global asociado, derivado del método de la curva de referencia.

Cuando el ruido incidente es rosa o ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias se usa el símbolo C y cuando es ruido de automóviles o aeronaves el símbolo es C_{tr}.

Tiempo de reverberación estructural de un elemento constructivo, T_s: Tiempo, en s, correspondiente a una caída del nivel de vibración de 60 dB, a partir del cese de la excitación. Hay que distinguir entre los valores medidos en laboratorio, T_{s,lab} y los medidos in situ, T_{s,situ} para el mismo elemento.

Tiempo de reverberación, T: Tiempo, en s, necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente. En general es función de la frecuencia. Los valores de las exigencias establecidos como límite, se entenderán como la media de los valores a 500, 1000 y 2000 Hz.

Los valores del *tiempo de reverberación* se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la primera cifra decimal. (Ejemplo: 1,25 → 1,3)

Transmisión acústica directa: Transmisión del sonido al *recinto* receptor exclusivamente a través del elemento de separación, bien por su parte sólida o por partes de comunicación aérea, tales como rendijas, aberturas o conductos, etc., si los hubiere.

Transmisión acústica indirecta: Transmisión del sonido al *recinto* receptor a través de caminos de transmisión distintos del directo. Puede ser aérea y estructural; también se llama transmisión por flancos.

Trasdosado: Elemento suplementario del elemento constructivo vertical. Se consideran los *trasdosados* siguientes:

- una o varias placas de yeso laminado sujetas a un entramado;
- un panel formado por una placa de yeso y una capa de material aislante adherido o anclado mecánicamente al elemento base;

- c) el conjunto formado por una hoja de fábrica con *bandas elásticas* perimétricas y una cámara rellena con un material absorbente, poroso y elástico.

Unidad de uso: Edificio o parte de un edificio que se destina a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre, sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación, bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. En cualquier caso, se consideran *unidades de uso*, las siguientes:

- a) en edificios de vivienda, cada una de las viviendas;
- b) en edificios de uso hospitalario, y residencial público, cada habitación incluidos sus anexos;
- c) en edificios docentes, cada aula o sala de conferencias incluyendo sus anexos;

Zona común: Zona o zonas que dan servicio a varias *unidades de uso*.

Anejo B. Notación

En este anejo se recogen, ordenados alfabéticamente, los símbolos correspondientes a las magnitudes que se utilizan en este DB junto con las unidades.

α :	Coefficiente de absorción acústica
α_f :	Coefficiente de absorción acústica de un material para la banda de frecuencia f
α_i :	Coefficiente de absorción acústica del material i
α_m :	Coefficiente de absorción acústica medio
$\alpha_{m,i}$:	Coefficiente de absorción acústica medio del material i
$\alpha_{m,t}$:	Coefficiente de absorción acústica medio del techo
α_w :	Coefficiente de absorción acústica ponderado según la UNE EN ISO 11654
Φ	Factor de directividad de la fuente
ρ :	Densidad, [kg/m ³]
σ :	Coefficiente de Poisson
τ :	Transmisibilidad de un sistema antivibratorio
τ' :	Factor de transmisión total de potencia acústica
ΔL :	Reducción del nivel de presión de ruido de impactos de un <i>revestimiento</i> , [dB]
ΔL_d :	Reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación, [dB]
$\Delta L_{d,lab}$:	Reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación, medido en laboratorio, [dB]
$\Delta L_{d,situ}$:	Reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación medido in situ, [dB]
$\Delta L_{d,w}$:	Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por <i>revestimiento</i> del lado de la recepción, [dB]
ΔL_{fs} :	Diferencia de niveles por la forma de la <i>fachada</i> , [dB]
ΔL_{lab} :	Reducción del nivel de presión de ruido de impactos de un <i>revestimiento</i> de forjado, medido en laboratorio, [dB]
ΔL_{situ} :	Reducción del nivel de presión de ruido de impactos por <i>revestimiento</i> de la cara de emisión del elemento de separación, medido in situ, [dB]
$\Delta L(f)$:	Reducción del nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, de un <i>revestimiento</i> , [dB]
ΔL_w :	Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos de un <i>revestimiento</i> , [dB]
ΔR :	Mejora del índice de reducción acústica de un <i>revestimiento</i> , [dB]
$\Delta R_{d,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica por <i>revestimiento</i> del elemento de separación en el <i>recinto</i> receptor, [dBA]
$\Delta R_{i,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica por <i>revestimiento</i> del elemento i , [dBA]
$\Delta R_{ij,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica para cada camino de <i>transmisión indirecta</i> , [dBA]
$\Delta R_{j,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica por <i>revestimiento</i> del elemento j , [dBA]
ΔR_{lab} :	Mejora del índice global de reducción acústica de un <i>revestimiento</i> , medido en laboratorio [dB]
ΔR_{situ} :	Mejora del índice de reducción acústica de un <i>revestimiento</i> medido in situ, [dB]
ΔR_w :	Mejora del índice global de reducción acústica de un <i>revestimiento</i> , [dB]
ΔR_A :	Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A , de un <i>revestimiento</i> , [dBA]
$\Delta R_{A,l}$:	Índice global de la mejora del índice de reducción acústica, para la curva de referencia con frecuencia crítica baja, [dBA]
$\Delta R_{A,m}$:	Índice global de la mejora del índice de reducción acústica, para la curva de referencia con frecuencia crítica media, [dBA]
$\Delta R_{D,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A , por <i>revestimiento</i> del elemento de separación en el <i>recinto</i> emisor, [dBA]
$\Delta R_{Dd,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de <i>revestimientos</i> del lado de la emisión y/o recepción del elemento de separación para ruido rosa, [dBA]
$\Delta R_{Df,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de <i>revestimientos</i> en el elemento de separación del lado de la emisión y/o del elemento de flanco en la recepción para ruido rosa, [dBA]

$\Delta R_{F,d,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de <i>revestimientos</i> en el elemento de flanco del lado de la emisión y/o del elemento de separación en la recepción para ruido rosa, [dBA]
$\Delta R_{F,f,A}$:	Mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de <i>revestimientos</i> del lado de la emisión y/o recepción del elemento de flanco para ruido rosa, [dBA]
a:	Longitud de absorción equivalente de vibraciones de un elemento constructivo, [m]
c_0 :	Velocidad de propagación, [m/s]
d:	Espesor de la pared, [m]
e_1 :	Espesor del elemento flexible interpuesto, [m]
f:	Frecuencia, [Hz]
f_c :	Frecuencia crítica, [Hz]
f_{ref} :	Frecuencia de referencia de valor 1000 Hz, [Hz]
f_0 :	Frecuencia de resonancia, [Hz]
h:	Altura libre de un <i>recinto</i> , [m]
k' :	Rigidez dinámica de una suspensión o sistema antivibratorio, [MN/m ³]
l_f :	Longitud común de la arista de unión entre el elemento de separación y los elementos de flancos F y f, [m]
l_{ij} :	Longitud común de la arista de unión entre el elemento i y el j, [m]
l_0 :	Longitud de la arista de unión de referencia de valor 1 m, [m]
m:	Masa por unidad de superficie, [kg/m ²]
m:	Carga máxima, [kg/m ²]
m:	Coefficiente de absorción acústica en el seno del aire, [m ⁻¹]
\bar{m}_m	Coefficiente de absorción acústica medio en el aire, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz, [m ⁻¹]
m'_i :	Masa por unidad de superficie del elemento i en el camino de transmisión ij, [kg/m ²]
$m'_{\perp i}$:	Masa por unidad de superficie de otro elemento, perpendicular al i, que forma la unión, [kg/m ²]
n:	Número de elementos de flanco del <i>recinto</i>
n:	Número de caminos indirectos
n:	Número total de materiales caracterizados por un coeficiente de absorción acústica diferente
p:	Presión acústica, [Pa]
p_0 :	Presión sonora de referencia, de valor $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, [Pa]
p(t):	Presión acústica en el instante t, [Pa]
r:	Resistividad al flujo del aire, [kPa s/m ²]
s' :	Rigidez dinámica, [MN/m ³]
A:	Área de absorción acústica equivalente, [m ²]
A:	Área de absorción acústica equivalente de un <i>recinto</i> , [m ²]
A_f :	Absorción acústica para la banda de frecuencia f, [m ²]
A_i :	Valor de la ponderación A en la banda de frecuencia i, [dBA]
$A_{O,m}$:	Área de absorción acústica equivalente de un mueble fijo, [m ²]
$A_{O,m}$:	Área de absorción acústica equivalente media de un mueble fijo, [m ²];
A_0 :	Área de absorción equivalente de referencia, para viviendas es 10 m ² , [m ²]
C:	Amortiguamiento del sistema antivibratorio
C:	Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, [dB]
C_{tr} :	Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y ruido de aeronaves, [dB]
C_0 :	Amortiguamiento crítico
D:	Pérdidas por inserción, [dBA/m]
D:	Diferencia de niveles entre <i>recintos</i> , [dB]
$D_{n,ai,A}$:	Diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para la transmisión de ruido aéreo por vía directa <i>ej</i> o indirecta <i>Si</i> de todos los <i>sistemas</i> instalados, [dBA]
D_{nT} :	Diferencia de niveles estandarizada entre <i>recintos</i> interiores, [dB]
$D_{nT,i}$:	Diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia i, [dB]
$D_{nT,w}$:	Diferencia global de niveles estandarizada, [dB]
$D_{nT,A}$:	Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre <i>recintos</i> interiores, [dBA]
$D_{n,e}$:	Diferencia de niveles normalizada de un <i>elemento de construcción pequeño</i> , [dB]
$D_{n,e,A}$:	Diferencia de niveles normalizada, ponderada A, de un <i>elemento de construcción pequeño</i> , [dBA]

$D_{n,e,Atr}$:	Diferencia de niveles normalizada, ponderada A, de un <i>elemento de construcción pequeño</i> , para <i>ruido exterior dominante</i> de automóviles o de aeronaves, [dBA]
$D_{n,s,A}$:	Diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para <i>transmisión indirecta</i> a través de un <i>sistema s</i> , [dBA]
$D_{v,ij,situ}$:	Diferencia de niveles de velocidad promediada en los dos sentidos de propagación para cada camino de transmisión <i>ij</i> sobre la unión medida in situ, [dB]
$D_{2m,nT}$:	Diferencia de niveles estandarizada en <i>fachadas</i> y en <i>cubiertas</i> , [dB]
$D_{2m,nT,A}$:	Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en <i>fachadas</i> y en <i>cubiertas</i> , para ruido rosa y para <i>ruido exterior dominante</i> ferroviario o de estaciones ferroviarias, [dBA]
$D_{2m,nT,Atr}$:	Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en <i>fachadas</i> y en <i>cubiertas</i> , para <i>ruido exterior dominante</i> de automóviles o de aeronaves, [dBA]
$D_{2m,nT,Ai}$:	Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en la banda de frecuencia <i>i</i> , [dB]
E :	Módulo de Young, [N/m ²]
K_{ij} :	Índice de reducción de vibraciones para cada camino de transmisión <i>ij</i> (<i>ij</i> = Ff; Fd o Df)
$K_{ij,min}$:	Valor mínimo del índice de reducción de vibraciones
K_{Df} :	Índice de reducción de vibraciones para el camino de transmisión Df, [dB]
K_{Fd} :	Índice de reducción de vibraciones para el camino de transmisión Fd, [dB]
K_{Ff} :	Índice de reducción de vibraciones para el camino de transmisión Ff, [dB]
L :	Nivel medio de presión de ruido de impactos en un <i>recinto</i> , [dB]
L :	Nivel medio de presión sonora en un <i>recinto</i> , [dB]
L_d :	Índice de ruido día, [dBA]
L_{eqA} :	Nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, [dBA]
$L_{eqA,T}$:	Nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, [dBA]
L_i :	Nivel de presión sonora en la banda de frecuencia <i>i</i> , [dB];
L_n :	Nivel sonoro equivalente noche [dBA]
L_n :	Nivel de presión de ruido de impactos normalizado, [dB]
$L_{n,lab}$:	Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido en laboratorio, [dB]
$L_{n,r}(f)$:	Nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado, [dB]
$L_{n,r+}(f)$:	Nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado con el <i>suelo flotante</i> , [dB]
$L_{n,r,0}(f)$:	Nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado de referencia, [dB]
$L_{n,r,0+}(f)$:	Nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado de referencia incrementado con los valores de la reducción del nivel de ruido de impactos del <i>suelo flotante</i> , [dB]
$L_{n,r,0,w}$:	Nivel global de presión de ruido de impactos del forjado normalizado de referencia, de valor 78dB, [dB]
$L_{n,r,0+,w}$:	Nivel global de presión de ruido de impactos del forjado normalizado de referencia incrementado con los valores de la reducción del nivel de ruido de impactos del <i>suelo flotante</i> , [dB]
$L_{n,situ}$:	Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, [dB]
$L_{n,w}$:	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB]
$L_{n,w,d}$:	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado para la <i>transmisión directa</i> , [dB]
$L_{n,w,ij}$:	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado para la <i>transmisión indirecta</i> , o por flancos [dB]
L_p :	Nivel de presión sonora, [dB]
L_{pi} :	Nivel de presión sonora en el punto <i>i</i> , [dB]
L_{pA} :	Nivel de presión sonora ponderado A, [dBA]
$L_{ref,w}(f)$:	Curva de referencia para el nivel de presión de ruido de impactos, [dB]
$L_{Ar,i}$:	Valor del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia <i>i</i> , [dBA]
L_A :	Nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un <i>recinto</i> , [dBA]
$L_{Aav,i}$:	Valor del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A, en la banda de frecuencia <i>i</i> , [dBA]
$L_{Aef,i}$:	Valor del espectro normalizado de ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A, en la banda de frecuencia <i>i</i> , [dBA]
$L_{Atr,i}$:	Valor del espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia <i>i</i> , [dBA]
$L_{A,T}$:	Nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, [dBA]
L_W :	Nivel de potencia acústica, [dB]

$L'_{n,i}$:	Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, [dB]
L'_{nT} :	Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, [dB]
$L'_{nT,w}$:	Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, [dB]
$L'_{n,w}$:	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB]
$L(t)_{pA}$:	Nivel de presión sonora, ponderado A, en el instante t, [dBA]
L_1 :	Nivel medio de presión sonora en el <i>recinto</i> emisor, [dB]
$L_{1,s}$:	Nivel medio de presión sonora medio en el plano de la <i>fachada</i> o la <i>cubierta</i> , [dB]
$L_{1,2m}$:	Nivel medio de presión sonora a 2 metros de la <i>fachada</i> o la <i>cubierta</i> , [dB]
L_2 :	Nivel medio de presión sonora en el <i>recinto</i> receptor, [dB]
R :	Índice de reducción acústica de un elemento constructivo, [dB]
R_{con} :	Índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, del elemento constructivo base con el <i>revestimiento</i> , [dB]
R_{sin} :	índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, del elemento constructivo base solo, [dB]
$R_{f,A}$:	Índice global de reducción acústica del elemento de flanco f para ruido rosa incidente, [dBA]
R_i :	Índice de reducción acústica en la banda de frecuencia de i, [dB]
R_{ij} :	Índice de reducción acústica por vía indirecta, para cada uno de los caminos ij (ij = Ff; Fd o Df), [dB]
$R_{ij,A}$:	Índice global de reducción acústica por vía indirecta, ponderado A, para cada uno de los caminos ij (ij = Ff; Fd o Df), [dBA]
$R_{i,A}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento i, [dBA]
R_{lab} :	Índice de reducción acústica de un elemento medido en laboratorio, [dB]
$R_{m,A}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, del <i>elemento constructivo mixto</i> , [dBA]
R_{situ} :	Índice de reducción acústica de un elemento medido in situ, [dB]
R_w :	Índice global de reducción acústica, [dB]
R_A :	Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A, [dBA]
$R_{A,tr}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, para <i>ruido exterior dominante</i> de automóviles o de aeronaves, [dBA]
$R_{Dd,A}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, para la <i>transmisión directa</i> , [dBA]
$R_{Df,A}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, para la <i>transmisión indirecta</i> , del camino Df, [dBA]
$R_{Fd,A}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, para la <i>transmisión indirecta</i> , del camino Fd, [dBA]
$R_{Ff,A}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, para la <i>transmisión indirecta</i> , del camino Ff, [dBA]
$R_{F,A}$:	Índice global de reducción acústica del elemento de flanco F para ruido rosa incidente, [dBA]
$R_{S,A}$:	Índice global de reducción acústica del elemento de separación para ruido rosa incidente, [dBA]
R_0	Índice de reducción acústica de la curva de referencia para mediciones con la pared base de referencia con frecuencia crítica baja, en las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz, [dB]
$R_{0,A}$	Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base, [dBA]
$R_{0,i}$:	Valores del índice de reducción acústica de la curva de referencia para mediciones con la pared base de referencia con frecuencia crítica baja, en las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz, [dB]
$R_{0,m}$:	Valores del índice de reducción acústica de la curva de referencia para mediciones con la pared base de referencia con frecuencia crítica media, en las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz, [dB]
$R_{1,A}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento de mayor aislamiento acústico, generalmente la parte ciega de la <i>fachada</i> o de la <i>cubierta</i> , [dBA]
$R_{2,A}$:	Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento de menor aislamiento, generalmente los huecos, puertas, ventanas y lucernarios, [dBA]
R' :	Índice de reducción acústica aparente de un elemento constructivo medido in situ, [dB]
R'_i :	Índice de reducción acústica aparente en la banda de frecuencia de i, [dB]
R'_w :	Índice global de reducción acústica aparente, [dB]
R'_{A} :	Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, [dBA]
S :	Área, [m ²]
S_a :	Área de un tratamiento adicional de superficie, [m ²]
S_h :	Área de los huecos de una <i>fachada</i> o de una <i>cubierta</i> , [m ²]
S_i :	Área de cada elemento i con coeficiente de absorción acústica α_i , [m ²]

S_j :	Área del elemento radiante j en el <i>recinto</i> receptor, [m ²]
S_s :	Área compartida del elemento de separación, [m ²]
S_t :	Área del techo, [m ²]
S_0 :	Área del aireador, [m ²]
T :	Intervalo temporal considerado, [s]
T :	<i>Tiempo de reverberación</i> de un <i>recinto</i> , [s]
T :	<i>Tiempo de reverberación</i> en el <i>recinto</i> receptor, [s]
T_s :	Tiempo de reverberación estructural de un elemento, [s]
$T_{s,lab}$:	Tiempo de reverberación estructural de un elemento medido en laboratorio, [s]
$T_{s,situ}$:	Tiempo de reverberación estructural de un elemento medido in situ, [s]
T_0 :	<i>Tiempo de reverberación</i> de referencia; su valor es 0,5 s, [s]
V :	Volumen del <i>recinto</i> receptor, [m ³]
W :	Potencia acústica, [W]
W_0 :	Potencia acústica de referencia, de valor 10^{-12} W, [W]

Anejo C. Normas de referencia

En este anejo se indica la relación de normas incluidas en el DB-HR, ordenadas como sigue: en primer lugar las UNE EN ISO, después las UNE EN y por último las UNE y, dentro de cada grupo, siguiendo un orden numérico.

UNE EN ISO 140-1: 1998	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas. (ISO 140-1: 1997)
UNE EN ISO 140-1: 1998/A1:2005	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas. Modificación 1: Requisitos específicos aplicables al marco de la abertura de ensayo para particiones ligeras de doble capa (ISO 140-1: 1997/AM1: 2004)
UNE EN ISO 140-3: 1995	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. (ISO 140-3: 1995)
UNE EN ISO 140-3: 2000 ERRATUM	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. (ISO 140-3: 1995)
UNE EN ISO 140-3: 1995/ A1:2005	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. Modificación 1: Condiciones especiales de montaje para particiones ligeras de doble capa. (ISO 140-3:1995/AM 1:2004)
UNE EN ISO 140-4: 1999	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. (ISO 140-4: 1998)
UNE EN ISO 140-5: 1999	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Medición in situ del aislamiento acústico al ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. (ISO 140-5: 1998)
UNE EN ISO 140-6: 1999	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 6: Medición en laboratorio del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos. (ISO 140-6: 1998)
UNE EN ISO 140-7: 1999	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 7: Medición in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos (ISO 140-7: 1998)
UNE EN ISO 140-8: 1998	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 8: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre un forjado normalizado pesado (ISO 140-8: 1997)
UNE EN ISO 140-11: 2006	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 11: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre suelos ligeros de referencia (ISO 140-11: 2005)
UNE EN ISO 140-14: 2005	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 14: Directrices para situaciones especiales in situ

	(ISO 140-14: 2004)
UNE EN ISO 140-16: 2007	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 16: Medición en laboratorio de la mejora del índice de reducción acústica por un revestimiento complementario (ISO 140-16: 2006)
UNE EN ISO 354: 2004	Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354: 2003)
UNE EN ISO 717-1: 1997	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo (ISO 717-1: 1996)
UNE EN ISO 717-1:1997/A1:2007	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. Modificación 1: Normas de redondeo asociadas con los índices expresados por un único número y con las magnitudes expresadas por un único número. (ISO 717-1:1996/AM 1:2006)
UNE EN ISO 717-2: 1997	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos (ISO 717-2: 1996)
UNE-EN ISO 717-2:1997/A1:2007	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos. Modificación 1 (ISO 717-2:1996/AM 1:2006)
UNE ISO 1996-1: 2005	Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación. (ISO 1996-1:2003)
UNE-EN ISO 3382-2:2008	Acústica. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios (ISO 3382-2:2008).
UNE EN ISO 3741:2000	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes. (ISO 3741: 1999)
UNE EN ISO 3741/AC: 2002	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes. (ISO 3741:1999)
UNE EN ISO 3743-1:1996	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 1: Método de comparación en cámaras de ensayo de paredes duras. (ISO 3743-1: 1994)
UNE EN ISO 3743-2:1997	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido utilizando presión acústica. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 2: Métodos para cámaras de ensayo reverberantes especiales. (ISO 3743-2: 1994)
UNE EN ISO 3746:1996	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante. (ISO 3746: 1995)
UNE EN ISO 3747:2001	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Método de comparación in situ. (ISO 3747: 2000)

UNE EN ISO 3822-1: 2000	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 1: Método de medida (ISO 3822-1: 1999)
UNE EN ISO 3822-2: 1996	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las instalaciones de abastecimiento de agua y de la grifería (ISO 3822-1: 1995)
UNE EN ISO 3822-2: 2000 ERRATUM	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las instalaciones de abastecimiento de agua y de la grifería (ISO 3822-2: 1995)
UNE EN ISO 3822-3: 1997	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 3: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las griferías y de los equipamientos hidráulicos en línea (ISO 3822-3: 1997)
UNE EN ISO 3822-4: 1997	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 4: Condiciones de montaje y de funcionamiento de los equipamientos especiales (ISO 3822-4: 1997)
UNE EN ISO 10846-1: 1999	Acústica y vibraciones. Medida en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 1: Principios y líneas directrices. (ISO 10846-1: 1997)
UNE EN ISO 10846-2: 1999	Acústica y vibraciones. Medida en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 2: Rigidez dinámica de soportes elásticos para movimiento de translación. Método directo. (ISO 10846-2: 1997)
UNE EN ISO 10846-3: 2003	Acústica y vibraciones. Mediciones en laboratorio de las propiedades de transferencia vibro-acústica de elementos elásticos. Parte 3: Método indirecto para la determinación de la rigidez dinámica de soportes elásticos en movimientos de traslación. (ISO 10846-3:2002)
UNE EN ISO 10846-4: 2004	Acústica y vibraciones. Mediciones en laboratorio de las propiedades de transferencia vibro-acústica de elementos elásticos. Parte 4: Rigidez dinámica en traslación de elementos diferentes a soportes elásticos. (ISO 10846-4: 2003)
UNE-EN ISO 10848-1:2007	Acústica. Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo y del ruido de impacto entre recintos adyacentes. Parte 1: Documento marco (ISO 10848-1:2006)
UNE EN ISO 10848-2:2007	Acústica. Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo y del ruido de impacto entre recintos adyacentes. Parte 2: Aplicación a elementos ligeros cuando la unión tiene una influencia pequeña. (ISO 10848-2:2006)
UNE-EN ISO 10848-3:2007	Acústica. Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo y del ruido de impacto entre recintos adyacentes. Parte 3: Aplicación a elementos ligeros cuando la unión tiene una influencia importante. (ISO 10848-3:2006)
UNE EN ISO 11654:1998	Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación

	de la absorción acústica (ISO 11654:1997)
UNE EN ISO 11691:1996	Acústica. Medida de la pérdida de inserción de silenciadores en conducto sin flujo. Método de medida en laboratorio. (ISO 11691:1995)
UNE EN ISO 11820:1997	Acústica. Mediciones in situ de silenciadores. (ISO 11820:1996)
UNE-EN 200:2008	Grifería sanitaria. Grifos simples y mezcladores para sistemas de suministro de agua de tipo 1 y tipo 2. Especificaciones técnicas generales.
UNE EN 1026: 2000	Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo. (EN 1026: 2000)
UNE EN 12207: 2000	Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación. (EN 12207: 1999)
UNE EN 12354-1: 2000	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 1: Aislamiento acústico del ruido aéreo entre recintos. (EN 12354-1:2000)
UNE EN 12354-2: 2001	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos. (EN 12354-2:2000)
UNE EN 12354-3: 2001	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo contra el ruido del exterior. (EN 12354-3:2000)
UNE EN 12354-4: 2001	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 4: Transmisión del ruido interior al exterior. (EN 12354-4:2000)
UNE EN 12354-6: 2004	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 6: Absorción sonora en espacios cerrados. (EN 12354-6:2003)
UNE EN 20140-2: 1994	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y en elementos de edificación. Parte 2: Determinación, verificación y aplicación de datos de precisión. (ISO 140-2: 1991)
UNE EN 20140-10: 1994	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 10: Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo de los elementos de construcción pequeños. (ISO 140-10: 1991). (Versión oficial EN 20140-10:1992)
UNE EN 29052-1: 1994	Acústica. Determinación de la rigidez dinámica. Parte 1: Materiales utilizados en <i>suelos flotantes</i> en viviendas. (ISO 9052-1:1989). (Versión oficial 29052-1: 1992)
UNE EN 29053: 1994	Acústica. Materiales para aplicaciones acústicas. Determinación de la resistencia al flujo de aire. (ISO 9053: 1991)
UNE 100153: 2004 IN	Climatización: Soportes antivibratorios. Criterios de selección
UNE 102040: 2000 IN	Montajes de los sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones
UNE 102041: 2004 IN	Montajes de los sistemas de trasdosados con placas de yeso laminado. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones

Anejo D. Cálculo del índice de reducción de vibraciones en uniones de elementos constructivos

- 1 Pueden obtenerse los índices de reducción de vibraciones, K_{ij} , en uniones de elementos constructivos para los distintos tipos de uniones, a partir de las expresiones que se indican a continuación. Estas expresiones están dadas en función de la magnitud M , definida como:

$$M = \lg \frac{m'_{Li}}{m'_i} \quad (D.1)$$

siendo

m'_i masa por unidad de superficie del elemento i en el camino de transmisión ij , [kg/m^2];

m'_{Li} masa por unidad de superficie del otro elemento, perpendicular al i , que forma la unión, [kg/m^2].

- 2 Para el cálculo de M , debe tomarse únicamente la masa correspondiente al elemento base o forjado conectado a los elementos constructivos colindantes y deben excluirse las masas de las capas de revestimiento, tales como *suelos flotantes*, *trasdosados* y techos suspendidos.
- 3 En general, la transmisión es poco dependiente de la frecuencia en el intervalo de frecuencias comprendido entre 125 Hz y 2000 Hz. En los casos en los que se indica la calificación 0 dB/octava a continuación de la fórmula, puede considerarse que la transmisión es independiente de la frecuencia.

Unión rígida en + de elementos constructivos homogéneos:

	$K_{13} = 8,7 + 17,1M + 5,7 \cdot M^2$ dB; 0 dB/octava (D.2)
	$K_{12} = 8,7 + 5,7 \cdot M^2 (= K_{23})$ dB; 0 dB/octava (D.3)

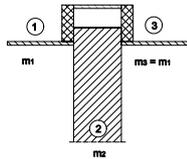
Unión rígida en T de elementos constructivos homogéneos:

	$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2$ dB; 0 dB/octava (D.4)
	$K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 (= K_{23})$ dB; 0 dB/octava (D.5)

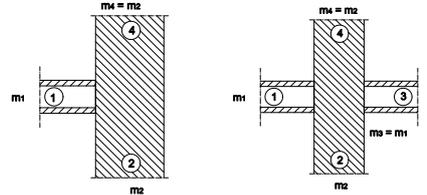
Uniones en + y en T de elementos constructivos homogéneos con elementos flexibles interpuestos

	$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 + 2 \cdot \Delta_1$ dB; (D.6)
	$K_{24} = 3,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2$ dB; $-4 \text{ dB} \leq K_{24} \leq 0 \text{ dB}$; (D.7)
	$K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 + \Delta_1 (= K_{23})$ dB; (D.8)
	Siendo: $\Delta_1 = 10 \cdot \lg(f / f_1)$ dB para $f > f_1$ (D.9)
	$f_1 = 125 \text{ Hz}$ si $(E_1 / e_1) \approx 100 \text{ MN}/\text{m}^3$ (D.10)
	E_1 módulo de Young, en N/m^2 , e_1 espesor del elemento flexible interpuesto, [m].

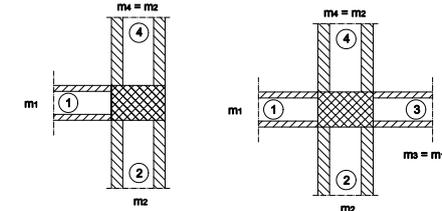
Uniones de elementos constructivos homogéneos y fachadas ligeras

	$K_{13} = 5 + 10 M \text{ dB; mínimo 5 dB; } 0 \text{ dB/octava}$ (D.1)
	$K_{12} = 10 + 10 M (= K_{23}) \text{ dB; } 0 \text{ dB/octava}$ (D.1)
	$a_{\text{fachada, situ}} = S_{\text{fachada}} / l_0$, con $l_0 = 1 \text{ metro}$ (D.1)

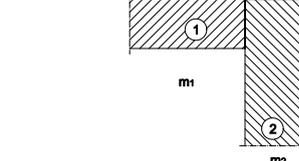
Unión de elementos de entramado autoportante y elementos constructivos homogéneos

	$K_{13} = 10 + 20 M - 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB; mínimo 10 dB}$ (D.1)
	$K_{24} = 3,0 + 14,1M + 5,7 M^2 \text{ dB; } (m_2 / m_1) > 3; 0 \text{ dB/octava}$ (D.1)
	$K_{12} = 10 + 10 M + 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB; } (= K_{23})$ (D.1)
	$f_k = 500 \text{ Hz; } a_{\text{ligero, situ}} = S_{\text{ligero}} / l_0$, con $l_0 = 1 \text{ metro}$ (D.1)

Uniones de elementos de entramado autoportante

	$K_{13} = 10 + 20 M - 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB; mínimo 10 dB}$ (D.1)
	$K_{12} = 10 + 10 M - 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB; } (= K_{23})$ (D.1)
	$f_k = 500 \text{ Hz; } a_{\text{situ}} = S / l_0$, con $l_0 = 1 \text{ metro}$ (D.2)

Esquinas

	$K_{12} = 15 M - 3 \text{ dB; } (= K_{21}); \text{mínimo } -2 \text{ dB; } 0 \text{ dB/octava}$ (D.2)
---	---

Cambio de espesor

	$K_{12} = 5M^2 - 5 \text{ dB } (= K_{21}); 0 \text{ dB/octava}$ (D.2)
---	---

Anejo E. Medida y valoración de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR , y de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔL , de revestimientos

E.1 Mejora del índice de reducción acústica, ΔR_A , de revestimientos

Para obtener en laboratorio los valores ΔR_A de revestimientos, deben cumplirse las condiciones siguientes:

- a) la relación entre las masas por unidad de superficie del elemento constructivo base portador vertical y del revestimiento debe ser igual o mayor que 4;
- b) la relación entre las masas por unidad de superficie del forjado y del suelo flotante debe ser igual o mayor que 3.

E.1.1 Medida en laboratorio

- 1 El valor de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR , se obtendrá, en función de la frecuencia, para las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz, mediante la diferencia entre los valores del índice de reducción acústica del elemento constructivo base con el revestimiento (o con el suelo flotante), R_{con} , y sin él, R_{sin} medidos en laboratorio conforme a la norma UNE EN ISO 140-3, mediante la expresión:

$$\Delta R = R_{con} - R_{sin} \quad [\text{dB}] \quad (\text{E.1})$$

siendo

R_{con} índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, del elemento constructivo base con el revestimiento, [dB];

R_{sin} índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, del elemento constructivo base solo, [dB];

- 2 El elemento base no debe alterar su índice de reducción acústica durante las dos mediciones. El elemento base debe estar en condiciones finales de curado y secado o bien las dos mediciones se deben llevar a cabo dentro de un intervalo de tiempo suficientemente corto. En la norma UNE 140-16, se describen más detalles de cómo conseguir estas condiciones.
- 3 Para el caso de elementos de separación verticales pueden utilizarse dos elementos constructivos base:
 - a) un elemento constructivo homogéneo de masa por unidad de superficie $350 \pm 50 \text{ kg/m}^2$, cuya frecuencia de coincidencia se sitúe en la banda de octava centrada en 125 Hz, por lo cual se denomina pared base con frecuencia de coincidencia baja; si las piezas son huecas su densidad no debe ser menor que 1600 kg/m^3 , y sus resonancias de espesor deben ser iguales o mayores que 3150 Hz;
 - b) un elemento constructivo homogéneo, de masa por unidad de superficie aproximadamente 70 kg/m^2 , cuya densidad sea $600 \pm 50 \text{ kg/m}^3$, con un enlucido de yeso en el lado donde va el revestimiento y una frecuencia de coincidencia dentro de la banda de octava de 500 Hz, por lo cual se denomina pared base con frecuencia de coincidencia media;
- 4 Para el caso de elementos de separación horizontales se usará como elemento base una losa de hormigón armado de acuerdo con la norma UNE EN-ISO 140-8.
- 5 Independientemente de lo especificado en los puntos anteriores podrá realizarse el ensayo utilizando como elemento base, tanto para el elemento de separación vertical como para el horizontal, aquél sobre el que se colocará un revestimiento o suelo flotante in situ.

E.1.2 Valoración

- 1 Para obtener el valor global de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR_A , de *revestimiento* de paredes debe utilizarse la curva de referencia $R_{0,i}$ de la tabla E.1 o $R_{0,m}$ de la tabla E.2, según que se haya realizado la medición con la pared base de frecuencia crítica baja o de frecuencia crítica media respectivamente.

Tabla E.1 Valores del índice de reducción acústica $R_{0,i}$ de la curva de referencia para mediciones con la pared base de referencia con frecuencia crítica baja, en las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz.

f Hz	$R_{0,i}$ dB	f Hz	$R_{0,i}$ dB
100	40	800	53,6
125	40	1000	56
160	40	1250	58,4
200	40	1600	61,1
250	41	2000	63,6
315	43,5	2500	65
400	46,1	3150	65
500	48,5	4000	65
630	51	5000	65
$R_{0,i,A} =$			52,7 [dBA]

Tabla E.2 Valores del índice de reducción acústica $R_{0,m}$ de la curva de referencia para mediciones con la pared base de referencia con frecuencia crítica media, en las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz.

f Hz	$R_{0,m}$ dB	f Hz	$R_{0,m}$ dB
100	27,0	800	30,5
125	27,0	1000	32,8
160	27,0	1250	35,1
200	27,0	1600	37,6
250	27,0	2000	40,0
315	27,0	2500	42,3
400	27,0	3150	44,6
500	27,0	4000	47,1
630	28,0	5000	49,4
$R_{0,m,A} =$			33,4 [dBA]

- 2 Para obtener el valor global de un *revestimiento* de forjados, tales como *suelos flotantes*, techos suspendidos etc., se procederá de manera análoga pero usando la curva de referencia de la tabla E.3.

Tabla E.3 Valores del índice de reducción acústica R_0 de la curva de referencia para mediciones con el forjado pesado de referencia con frecuencia crítica baja, en las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz.

f Hz	R_0 dB	f Hz	$R_{0,i}$ dB
100	40	800	51,9
125	40	1000	54,4
160	40	1250	56,8
200	40	1600	59,5
250	40	2000	61,9
315	41,8	2500	64,3
400	44,4	3150	65
500	46,8	4000	65
630	49,3	5000	65
$R_{0,i,A} =$			51,5 [dBA]

- 3 El valor de ΔR_A se obtiene mediante la diferencia entre los valores del índice de reducción acústica global, ponderado A (véase ecuación A.15), correspondientes a las curvas virtuales $R_0 + \Delta R$ y R_0 :

$$\Delta R_A = (R_0 + \Delta R)_A - R_{0,A} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{E.2})$$

siendo

$(R_{0+\Delta R})_A$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base con el revestimiento, [dBA];

$R_{0,A}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base solo, [dBA];

- 4 En el caso de que el ensayo se realizara sobre un elemento base diferente del elemento base con frecuencia de coincidencia baja, ni el elemento base con frecuencia de coincidencia media, la valoración global se efectuará según la expresión E.2, tomando como $R_{0,A}$ el índice de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base utilizado.
- 5 Cada curva de referencia lleva a un valor distinto del índice global de mejora:
 - a) índice global de la mejora del índice de reducción acústica, para la curva de referencia con frecuencia crítica baja, $\Delta R_{A,i}$;
 - b) índice global de la mejora del índice de reducción acústica, para la curva de referencia con frecuencia crítica media, $\Delta R_{A,m}$;
- 6 Los valores ΔR_A anteriores pueden aproximarse mediante los valores correspondientes $\Delta(R_w+C)$, para ambas curvas de referencia. Análogamente para el ruido de tráfico, cuando proceda, se tiene $\Delta(R_w + C_{tr})$. En ambos casos si la diferencia con los valores globales ΔR_A es de 1dB o mayor no se considerarán los resultados obtenidos que implican el uso de C o C_{tr} .

E.2 Reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔL , de *suelos flotantes*

Para obtener en laboratorio los valores de ΔL_w de *suelos flotantes*, la relación entre las masas por unidad de superficie del forjado y del *suelo flotante* debe ser igual o mayor que 2.

E.2.1 Medida en laboratorio

- 1 El valor de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos, $\Delta L(f)$, se obtendrá, en función de la frecuencia, para las bandas de tercio de octava del intervalo 100-3150 Hz, mediante la diferencia entre los valores del nivel de presión de ruido de impactos del forjado normalizado sin y con el *suelo flotante*, medidos en laboratorio conforme a la norma UNE EN ISO 140-8, usando la ecuación:

$$\Delta L(f) = L_{n,r}(f) - L_{n,r+}(f) \quad [\text{dB}] \quad (\text{E.3})$$

siendo

$L_{n,r}(f)$ nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado, [dB];

$L_{n,r+}(f)$ nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado con el *suelo flotante*, [dB].

- 2 Debe utilizarse como forjado normalizado, en una instalación o laboratorio de medida, una losa homogénea de hormigón armado de (120^{+40}_{-20}) mm de espesor uniforme.

E.2.2 Valoración global

- 1 El valor de la reducción de nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , de un *suelo flotante* se obtendrá según se define en el Anejo A, usando los resultados experimentales medidos conforme a las normas UNE EN ISO 140-6 y UNE EN ISO 140-8, y valorándolos globalmente conforme a la norma UNE EN ISO 717-2.

- 2 El valor de ΔL_w de un *suelo flotante* se obtiene mediante la expresión siguiente:

$$\Delta L_w = L_{n,r,0,w} - L_{n,r,0+,w} = 78\text{dB} - L_{n,r,0+,w} \quad [\text{dB}] \quad (\text{E.4})$$

siendo

$L_{n,r,0,w}$ Nivel global de presión de ruido de impactos del forjado normalizado de referencia, de valor 78 dB;

$L_{n,r,0+,w}$ Nivel global de presión de ruido de impactos del forjado normalizado de referencia incrementado con los valores de la reducción del nivel de ruido de impactos del *suelo flotante*,

$$(L_{n,r,0+}(f) = L_{n,r,0}(f) + \Delta L(f)), \quad [\text{dB}].$$

Documento Básico HR - Protección frente al ruido

Tabla E.4 Valores del nivel de presión de ruido de impactos, $L_{n,r,0}(f)$, del forjado normalizado de referencia para cada una de las bandas de tercio de octava del intervalo 100-3150 Hz.

f Hz	$L_{n,r,0}(f)$ dB	f Hz	$L_{n,r,0}(f)$ dB
100	67	800	71,5
125	67,5	1000	72
160	68	1250	72
200	68,5	1600	72
250	69	2000	72
315	69,5	2500	72
400	70	3150	72
500	70,5		
630	71		
$L_{n,r,0,w} =$			78,0 [dB]

Anejo F. Estimación numérica de la diferencia de niveles debido a la forma de la fachada

Tabla F.1 Diferencia de niveles debida a la forma de la fachada para las diferentes formas de la fachada y distintas orientaciones de la fuente acústica

ΔL_{fs} en dB	1 plano de fachada	2 galería	3 galería	4 galería	5 galería
	Absorción acústica del techo (α_m)	No se aplica	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$
Línea de mira sobre la fachada:					
<1,5 m	0	-1 -1 0	-1 -1 0	0 0 1	No se aplica
1,5-2,5 m	0	No se aplica	-1 0 2	0 1 3	
> 2,5 m	0		1 1 2	2 2 3	
ΔL_{fs} dB	6 balconada	7 balconada	8 balconada	9 terrazza	
				Barandilla abierta	Barandilla cerrada
Absorción acústica del techo (α_m)	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$
Línea de mira sobre la fachada:					
<1,5 m	-1 -1 0	0 0 1	1 1 2	1 1 1	3 3 3
1,5-2,5 m	-1 1 3	0 2 4	1 1 2	3 4 5	5 6 7
> 2,5 m	1 2 3	2 3 4	1 1 2	4 4 5	6 6 7

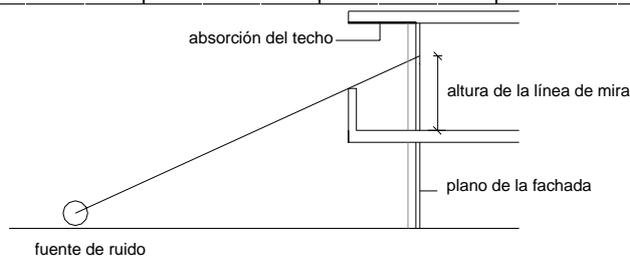


Figura F.1 Línea de mira sobre la fachada

Anejo G. Cálculo del aislamiento acústico de *elementos constructivos mixtos*

- 1 El índice global de reducción acústica de *elementos constructivos mixtos* (aislamiento mixto) se calcula mediante:

$$R_{m,A} = -10 \cdot \lg \left(\sum_{j=1}^n \frac{S_j}{S} \cdot 10^{-\frac{R_{j,A}}{10}} \right) \quad [\text{dBA}] \quad (\text{G.1})$$

siendo

- $R_{m,A}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del *elemento constructivo mixto*, [dBA];
- $R_{i,A}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento i, [dBA];
- S área total del *elemento constructivo mixto*, [m²];
- S_i área del elemento i, [m²];

- 2 La situación más corriente combina dos elementos de aislamiento acústico diferentes, cuya expresión es:

$$R_{m,A} = R_{2,A} - 10 \cdot \lg \left[\left(1 - \frac{S_2}{S} \right) 10^{-(R_{1,A} - R_{2,A})/10} + \frac{S_2}{S} \right] \quad [\text{dBA}] \quad (\text{G.2})$$

siendo

- $R_{m,A}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del *elemento constructivo mixto*, [dBA];
- $R_{1,A}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento de mayor aislamiento acústico, generalmente la parte ciega de la *fachada* o de la *cubierta*, [dBA];
- $R_{2,A}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento de menor aislamiento, generalmente los huecos, puertas, ventanas y lucernarios, [dBA];
- S_2 área del elemento de menor aislamiento, [m²];
- S área total del *elemento constructivo mixto*, [m²].

El sumando logarítmico representa, por tanto, el cambio de índice global de reducción acústica respecto a $R_{2,A}$ que ocasiona la presencia del elemento de área S_1 e índice global de reducción acústica $R_{1,A}$.

La forma más práctica de esta expresión, en las aplicaciones, consiste en suponer $R_{2,A} < R_{1,A}$, es decir, expresar el índice global de reducción acústica del *elemento constructivo mixto* en términos del elemento de menor aislamiento.

- 3 La siguiente gráfica expresa el incremento de aislamiento sobre $R_{2,A}$ en función de la relación de áreas S/S_2 y la diferencia $R_{1,A} - R_{2,A}$. El valor obtenido en la gráfica se sumará al valor $R_{2,A}$ para obtener $R_{m,A}$.

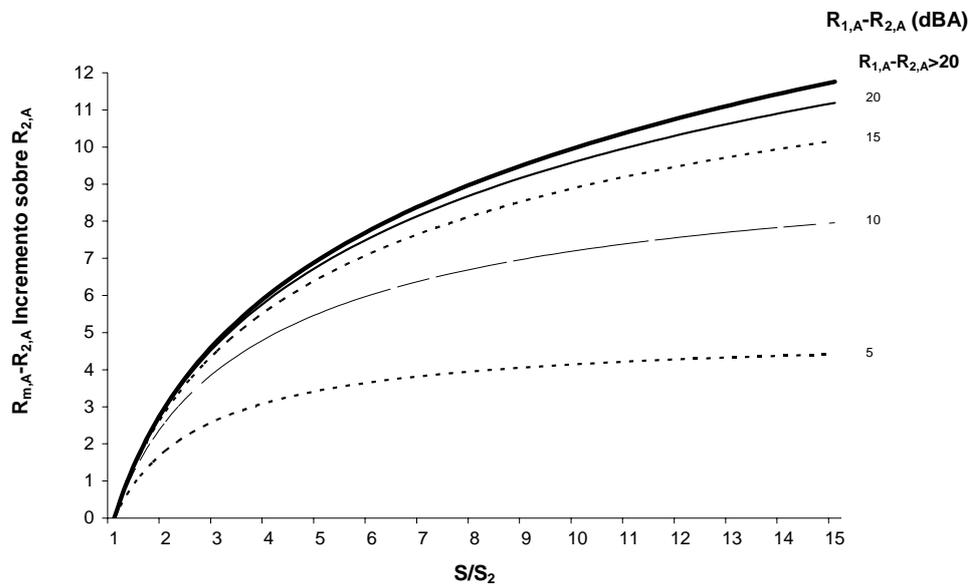


Figura G.1 Índice global de reducción acústica de *elementos constructivos mixtos*

- 4 En la práctica, $R_{1,A} - R_{2,A} > 20$. En estos casos en los que $R_{1,A} \gg R_{2,A}$, puede usarse:

$$R_{m,A} = R_{2,A} + 10 \cdot \lg\left(\frac{S}{S_2}\right) \quad [\text{dBA}] \quad (\text{G.3})$$

Anejo H. Guía de uso de las magnitudes de aislamiento en relación con las exigencias

H.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo

En la tabla H.1 se incluyen las magnitudes implicadas en las exigencias de aislamiento frente al ruido aéreo con indicación de los procedimientos y normas de medición y valoración global, para las distintas situaciones tipo de aislamiento en función del ruido incidente implicado.

Tabla H.1

Situación tipo de aislamiento	Ruido incidente o dominante exterior	Magnitud, ecuación y Norma de medición	Magnitud de valoración global	Ecuación a aplicar
Entre recintos interiores	Rosa	$D_{nT}(f)$ (A.4) UNE EN ISO 140-4	$D_{nT,A}$	(A.7)
Entre recintos y el exterior	Ferroviario	$D_{2m,nT}(f)$ (A.2) UNE EN ISO 140-5 (ruido de altavoces)	$D_{2m,nT,A}$	(A.5)
	Automóviles Aeronaves		$D_{2m,nT,Atr}$	(A.6)

H.1.1 Coeficientes de adaptación espectral

- La UNE EN ISO 717-1 introduce los términos de adaptación espectral C y C_{tr} para los ruidos incidente y exterior de automóviles respectivamente.
- Aunque las exigencias de aislamiento se establecen en términos de la ponderación A pueden aceptarse las aproximaciones siguientes, siempre que las diferencias sean menores que 1 dB:

$$D_{nT,w} + C \quad \text{como aproximación de } D_{nT,A} \quad \text{entre recintos interiores} \quad (H.1)$$

$$D_{2m,nT,w} + C \quad \text{como aproximación de } D_{2m,nT,A} \quad \text{entre un recinto y el exterior (trenes)} \quad (H.2)$$

$$D_{2m,nT,w} + C_{tr} \quad \text{como aproximación de } D_{2m,nT,Atr} \quad \text{entre un recinto y el exterior (automóviles)} \quad (H.3)$$

- Las ponderaciones globales del aislamiento según el método de la curva de referencia, designadas con el subíndice w, así como los términos de adaptación espectral, deben hacerse conforme a la UNE EN ISO 717-1.

H.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos

- La tabla H.2 esquematiza las magnitudes y normas para la medición y valoración global del nivel de ruido de impactos estandarizado.

Tabla H.2

Medición		Valoración	
Magnitud	Norma	Magnitud	Norma
$L'_{nT}(f)$	UNE EN ISO 140-7	$L'_{nT,w}$	UNE EN ISO 717-2

- El valor del nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, se determinará mediante el procedimiento que se indica en la UNE EN ISO 717-2, a partir de los resultados de medición realizados en bandas de tercio de octava ajustándola a la curva de referencia de acuerdo a la UNE EN ISO 140-7.

Anejo I. Opción simplificada para vivienda unifamiliar adosada

I.1 Elementos de separación

I.1.1 Condiciones mínimas de la tabiquería

Si la estructura de cada una de las viviendas unifamiliares es independiente de las demás, el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la tabiquería de una vivienda unifamiliar adosada no será menor que 33 dBA.

Si la estructura de cada una de las viviendas unifamiliares no es independiente de las demás, la tabiquería debe cumplir lo establecido en el apartado 3.1.2.3.3.

I.1.2 Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales

- 1 En el caso de la estructura de cada una de las viviendas fuera independiente de las demás, el elemento de separación vertical de las viviendas debe estar formado por dos hojas, cada una de ellas con un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de, al menos, 45 dBA.
- 2 En el caso de que las viviendas compartan la estructura horizontal, el elemento de separación vertical de las mismas debe cumplir lo establecido en el apartado 3.1.2.3.4.
- 3 Debe procurarse que los equipos de instalaciones generadores de ruido y vibraciones no sean colindantes con *recintos protegidos* de otras viviendas. En el caso de que varias viviendas compartan equipos dispuestos en un *recinto de instalaciones* colindante con alguna de ellas, los elementos de separación verticales que delimitan dicho *recinto* deben cumplir los valores que figuran entre paréntesis en la tabla 3.2 del apartado 3.1.2.3.4.

I.1.3 Condiciones mínimas de los elementos de separación horizontales

- 1 Si las viviendas comparten la estructura horizontal, los forjados deben disponer de un *suelo flotante* que cumpla lo establecido en la tabla I.1.

Tabla I.1 Parámetros de los componentes de los elementos de separación horizontales, cuando las viviendas comparten la estructura horizontal

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾ (Sf)					
		en función del elemento de separación vertical					
		Elemento de separación vertical de tipo 1		Elemento de separación vertical de tipo 2		Elemento de separación vertical de tipo 3	
m kg/m ²	R_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA
175	44	14	10	22	10	23	10
200	45	13	10	20	10	21	10
225	47	13	10	19	10	20	10
250 ⁽⁴⁾	49	8	10	13	10	14	10
300 ⁽⁴⁾	52	9	0	11	0	12	0

⁽¹⁾ Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A .

⁽²⁾ Los *suelos flotantes* deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A .

⁽³⁾ Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , y de reducción de ruido de impactos, ΔL_w , corresponden a un único *suelo flotante*; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

⁽⁴⁾ En el caso de forjados con piezas de entrevigado de poliestireno expandido (EPS), este valor de ΔL_w debe incrementarse en 4dB.

- 2 En el caso de que varias viviendas compartan equipos dispuestos en un *recinto de instalaciones* colindante verticalmente a alguna de ellas, los elementos de separación horizontales que separan ambos *recintos* deben cumplir los valores que figuran entre paréntesis en la tabla 3.3 del apartado 3.1.2.3.5.

- 3 Estas condiciones no son aplicables en el caso de viviendas que no compartan la estructura horizontal.

1.2 Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior

Las *fachadas, cubiertas* y suelos en contacto con el aire exterior, deben cumplir lo establecido en el apartado 3.1.2.5.

Anejo J. Recomendaciones de diseño acústico para aulas y salas de conferencias

- 1 En el caso de aulas y salas de conferencias de volumen hasta 350 m³, las siguientes recomendaciones sobre la geometría de los *recintos* y la distribución de los materiales absorbentes tienen por objeto mejorar la inteligibilidad de la palabra.
- 2 Deben evitarse los *recintos* cúbicos o con proporciones entre lados que sean números enteros.
- 3 En cuanto a la distribución de los materiales absorbentes, se recomienda una de las dos opciones de diseño siguientes (Véase figura J.1):
 - a) opción 1. Se dispondrá un material absorbente acústico en toda la superficie del techo, la pared frontal será reflectante y la pared trasera será absorbente acústica para minimizar los ecos tardíos;
 - b) opción 2. Se dispondrá un material absorbente acústico en el techo, pero sólo se cubrirá la parte trasera del techo, dejando una banda de 3 m de ancho de material reflectante en la parte delantera del techo. La pared frontal será reflectante y en la pared trasera se dispondrá un material absorbente acústico de coeficiente de absorción acústica similar al del techo.



Opción 1

Opción 2

Figura J.1. Vista en planta de las opciones 1 y 2

- 4 Para valores iguales de absorción acústica total de los elementos que componen el recinto, es más recomendable disponer un pasillo central que dos pasillos laterales para el acceso de alumnos.

Anejo K Fichas justificativas

K.1 Fichas justificativas de la opción simplificada de aislamiento acústico

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico mediante la opción simplificada.

Tabiquería. (apartado 3.1.2.3.3)			
Tipo		Características de proyecto exigidas	
		m (kg/m ²)=	≥
		R_A (dBA)=	≥

Elementos de separación verticales entre recintos (apartado 3.1.2.3.4)			
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación verticales situados entre: <ul style="list-style-type: none"> a) un recinto de una unidad de uso y cualquier otro del edificio; b) un recinto protegido o habitable y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad. Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a) y b)			
Solución de elementos de separación verticales entre:.....			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento de separación vertical	Elemento base		m (kg/m ²)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>
	Trasdosado por ambos lados		ΔR_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana		R_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 20 30
	Cerramiento		R_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
Condiciones de las fachadas a las que acometen los elementos de separación verticales			
Fachada	Tipo		Características de proyecto exigidas
			m (kg/m ²)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>

Elementos de separación horizontales entre recintos (apartado 3.1.2.3.5)			
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación horizontales situados entre: <ul style="list-style-type: none"> a) un recinto de una unidad de uso y cualquier otro del edificio; b) un recinto protegido o habitable y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad. Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación horizontal diferente, proyectados entre a) y b)			
Solución de elementos de separación horizontales entre:.....			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento de separación horizontal	Forjado		m (kg/m ²)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>
	Suelo flotante		ΔR_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> ΔL_w (dB)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>
	Techo suspendido		ΔR_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>

Medianerías. (apartado 3.1.2.4)			
Tipo		Características de proyecto exigidas	
		R_A (dBA)=	≥ <input type="text"/> 45

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5)						
Solución de fachada, cubierta o suelo en contacto con el aire exterior:.....						
Elementos constructivos	Tipo	Area ⁽¹⁾ (m ²)	% Huecos	Características de proyecto exigidas		
Parte ciega		=S _c		R _{A,if} (dBA) =		IV
Huecos		=S _h		R _{A,if} (dBA) =		IV

⁽¹⁾ Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

K.2 Fichas justificativas de la opción general de aislamiento acústico

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico mediante el método de cálculo.

Tabiquería. (apartado 3.1.2.3.3)			
Tipo	Características de proyecto exigidas		
		m (kg/m ²)=	≥
	R_A (dBA)=	≥	33

Elementos de separación verticales entre:					
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido	
Cualquier recinto ⁽¹⁾ no perteneciente a la unidad de uso (si los recintos no comparten puertas o ventanas)	Protegido	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A}$ = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50	
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>		
Cualquier recinto ⁽¹⁾ no perteneciente a la unidad de uso (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana	R_A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 30		
De instalaciones		Cerramiento	R_A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50		
De actividad		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A}$ = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 55	
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>		
Cualquier recinto ⁽¹⁾ no perteneciente a la unidad de uso (si los recintos no comparten puertas o ventanas)		Habitable	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A}$ = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45
			Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
Cualquier recinto ⁽¹⁾⁽²⁾ no perteneciente a la unidad de uso (si los recintos comparten puertas o ventanas)			Puerta o ventana	R_A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 20	
De instalaciones (si los recintos no comparten puertas o ventanas)			Cerramiento	R_A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50	
De instalaciones (si los recintos comparten puertas o ventanas)	Elemento base		m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A}$ = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45	
	Trasdosado		ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>		
De actividad (si los recintos no comparten puertas o ventanas)	Puerta o ventana		R_A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 30		
De actividad (si los recintos comparten puertas o ventanas)	Cerramiento		R_A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50		
	Elemento base		m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/> ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A}$ = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45	
Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>				
De actividad (si los recintos comparten puertas o ventanas)	Puerta o ventana	R_A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 30			
	Cerramiento	R_A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50			

(1) Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad.

(2) Sólo en edificios de uso residencial o hospitalario;

Documento Básico HR - Protección frente al ruido

Elementos de separación horizontales entre:				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Cualquier recinto ⁽¹⁾ no perteneciente a la unidad de uso	Protegido	Forjado	m (kg/m ²)= R_A (dBA)= $L_{n,w}$ (dB)=	$D_{nT,A} = \text{[]} \geq \text{[50]}$
		Suelo flotante	ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=	
		Techo suspendido	ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=	$L'_{nT,w} = \text{[]} \leq \text{[65]}$
Forjado		m (kg/m ²)= R_A (dBA)= $L_{n,w}$ (dB)=	$D_{nT,A} = \text{[]} \geq \text{[55]}$	
Suelo flotante		ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=		
Techo suspendido		ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=	$L'_{nT,w} = \text{[]} \leq \text{[60]}$	
Forjado		m (kg/m ²)= R_A (dBA)= $L_{n,w}$ (dB)=	$D_{nT,A} = \text{[]} \geq \text{[55]}$	
Suelo flotante		ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=		
Techo suspendido		ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=	$L'_{nT,w} = \text{[]} \leq \text{[60]}$	
Cualquier recinto ⁽¹⁾ no perteneciente a la unidad de uso	Habitable	Forjado	m (kg/m ²)= R_A (dBA)= $L_{n,w}$ (dB)=	$D_{nT,A} = \text{[]} \geq \text{[45]}$
		Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=	
		Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=	
Forjado		m (kg/m ²)= R_A (dBA)= $L_{n,w}$ (dB)=	$D_{nT,A} = \text{[]} \geq \text{[45]}$	
Suelo flotante		ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=		
Techo suspendido		ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=	$L'_{nT,w} = \text{[]} \leq \text{[60]}$	
Forjado		m (kg/m ²)= R_A (dBA)= $L_{n,w}$ (dB)=	$D_{nT,A} = \text{[]} \geq \text{[45]}$	
Suelo flotante		ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=		
Techo suspendido		ΔR_A (dBA)= ΔL_w (dB)=	$L'_{nT,w} = \text{[]} \leq \text{[60]}$	

⁽¹⁾ Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad.

Medianerías:			
Emisor	Recinto receptor	Tipo	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Exterior	cualquiera		$D_{2mnT,Atr} = \text{[]} \geq \text{[40]}$

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior			
Ruido Exterior	Recinto receptor	Tipo	Aislamiento acústico en proyecto exigido
$L_d = \text{[]}$	Protegido	Parte ciega: Huecos:	$D_{2mnT,Atr} = \text{[]} \geq \text{[]}$

K.3 Fichas justificativas del método general del *tiempo de reverberación* y de la absorción acústica

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de *tiempo de reverberación* y de absorción acústica mediante el método de cálculo

Tipo de recinto:.....			Volumen, V (m ³): <input type="text"/>				
Elemento	Acabado	S Área, (m ²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m ²) $\alpha_m \cdot S$
			500	1000	2000	α_m	
Suelo							
Techo							
Paramentos							
Objetos ⁽¹⁾		Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, A _{O,m} (m ²)			A _{O,m} · N	
			500	1000	2000	A _{O,m}	
Absorción aire ⁽²⁾			Coeficiente de atenuación del aire, \bar{m}_m (m ⁻¹)			4 · \bar{m}_m · V	
			500	1000	2000	\bar{m}_m	
			0,003	0,005	0,01	0,006	
A, (m ²) Absorción acústica del recinto resultante		$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$					
T, (s) Tiempo de reverberación resultante		$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$					
Absorción acústica resultante de la zona común			Absorción acústica exigida				
A (m ²)= <input type="text"/>			≥ <input type="text"/> = 0,2 · V				
Tiempo de reverberación resultante			Tiempo de reverberación exigido				
T (s)= <input type="text"/>			≤ <input type="text"/>				

⁽¹⁾ Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

⁽²⁾ Sólo para volúmenes mayores a 250 m³

K.4 Fichas justificativas del método simplificado del *tiempo de reverberación*

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de *tiempo de reverberación* mediante el método simplificado.

Tratamientos absorbentes uniformes del techo:				
Tipo de recinto		h Altura libre, (m)	S _t Área del techo. (m ²)	α _{m,t} Coeficiente de absorción acústica medio
Aulas (hasta 250 m ³)	Sin butacas tapizadas			$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,23 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) =$ <input type="text"/>
	Con butacas tapizadas			$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,32 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,26 =$ <input type="text"/>
Restaurantes y comedores				$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,18 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) =$ <input type="text"/>

Tratamientos absorbentes adicionales al del techo:						
Elemento	Acabado	S Área, (m ²)	α _m Coeficiente de absorción acústica medio			Absorción acústica (m ²) α _m · S
			500	1000	2000	
$\sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i = \alpha_{m,t} \cdot S_t =$						

Todas las imágenes que aparecen en este manual son proyectos ejecutados con productos y sistemas Placo. Todos ellos han participado en el Trofeo Golden Gypsum de Placo en sus diferentes ediciones.

Se prohíbe cualquier tipo de reproducción, total o parcial, de las imágenes que aparecen en esta obra sin la autorización expresa por escrito de Saint Gobain Placo Ibérica.

2009 / Ésta documentación técnica anula y sustituye a las anteriores. Asegúrese de que sigue estando en vigor consultando nuestra página web www.placo.es donde está la versión actualizada de este documento. Cualquier uso o colocación de los materiales que no se adecue a las reglas establecidas en este documento exime al fabricante de cualquier responsabilidad, en particular de la responsabilidad solidaria (Ley 38/1999). Consulte previamente a nuestros servicios técnicos acerca de cualquier uso o colocación no recomendada. Los resultados de los informes de los ensayos que figuran en esta documentación técnica han sido obtenidos en las condiciones de ensayo normalizadas. Las fotos y las ilustraciones utilizadas en esta obra no son contractuales. Se prohíbe la reproducción, incluso parcial, de los esquemas, fotografías y textos de este documento sin la autorización de Saint-Gobain Placo Ibérica.

Edición y coordinación: Departamento Técnico y Marketing de Placo.

Diseño y Maquetación: comunicación impresa, s.l.

Impresión: Grafisanz, s.l.

Depósito Legal ?????

Ref.: Manual de PYL - Ed.:1.0 - 11/09 - 1.500 ejemplares