

# REHABILITAR

Manual de recomendacións  
para a rehabilitación de vivendas en Galicia

XUNTA DE GALICIA





**Edita:** Xunta de Galicia  
Instituto Galego de Vivenda e Solo

**Lugar:** Santiago de Compostela

**Ano:** 2017

# **Manual de recomendacións para a rehabilitación de vivendas en Galicia fronte ao cambio climático**

**XUNTA DE GALICIA**  
**Consellería de Infraestruturas e Vivenda**  
**Instituto Galego de Vivenda e Solo (IGVS)**

Santiago de Compostela

2017



Na Xunta de Galicia estamos convencidos de que a rehabilitación é un elemento clave no traballo dun país por un futuro sustentable. Porque non só supón unha mellora das condicións de vida dos seus habitantes, senón que tamén implica unha mellor conservación do noso patrimonio, así como unha mellor e máis racional ocupación do territorio.

Por iso, a rehabilitación de vivendas convértese nun eixe prioritario na política desta Administración. Estamos fomentando e apoiando este tipo de intervencións desde diferentes puntos de vista, como son a concesión de subvencións, a recuperación de espazos urbanos en colaboración cos concellos ou as rehabilitacións desenvolvidas directamente polo Instituto Galego de Vivenda e Solo (IGVS).

Con este **Manual de rehabilitación sustentable para vivendas en Galicia**, e nunha clara aposta pola calidade e a sustentabilidade da construción, damos un paso máis ofrecéndolles unha nova ferramenta aos profesionais do sector que van proxectar e executar obras destinadas á recuperación de edificacións existentes.

A guía configúrase como un instrumento sinxelo que lles permita aos técnicos e profesionais implicados no eido da rehabilitación adoptar solucións —tanto nos seus elementos construtivos coma nas súas instalacións— que garantan estándares necesarios en accesibilidade, habitabilidade, funcionalidade e seguridade estrutural.

Ademais, facilitamos o traballo de determinar as solucións de rehabilitación óptimas en materia de aforro enerxético en función da mellora que se pretenda acadar e da localización do edificio relativo ás variables climáticas específicas da zona. A conexión co visor de mapas climáticos de Galicia, desenvolvido polo IGVS no marco do presente proxecto, axudará de xeito importante neste sentido.

Agardamos que esta publicación sexa un elemento de utilidade dentro desta importante área, desde o respecto aos valores do noso patrimonio e na procura de solucións da calidade que demanda a sociedade actual. Estamos seguros de que, entre todos, conseguiremos os obxectivos formulados.

Ethel María Vázquez Mourelle  
Conselleira de Infraestruturas e Vivenda

# Índice

## Introdución

### RF/Rehabilitación Funcional

1.1.	Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dunha rampla exterior	20
1.2.	Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dunha rampla interior	23
1.3.	Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dun ascensor	27

### RE/Rehabilitación Estrutural

2.1.	Abrir un oco de paso con dintel metálico nun muro de cachotería revestido	34
2.2.	Abrir un oco nun muro de cachotería visto con pasamuro de COR-TEN	36
2.3.	Abrir un oco de paso con rerecercado de cantería nun muro de cachotería	38
2.4.	Consolidar un muro de cachotería de pedra ou ladrillo	40
2.5.	Substituír viga ou vigueta dun forxado de madeira	43
2.6.	Reparar a cabeza dunha viga ou vigueta dun forxado de madeira	45
2.7.	Reforzar viga ou vigueta dun forxado de madeira	47
2.8.	Renovar un forxado de madeira	49
2.9.	Renovar estrutura de faldrons de madeira	52

### RA/Rehabilitación Ambiental

3.1.	Mellora acústica de pisos con forxados de madeira a ruído aéreo e de impacto	56
3.2.	Mellora acústica de pisos con forxados de formigón a ruído aéreo e de impacto	59
3.3.	Mellora acústica a ruído aéreo entre vivendas da mesma planta	63
3.4.	Mellora acústica de ventás de madeira e/ou de aliaxes lixeiras	66
3.5.	Eliminación de humidades higroscópicas en elementos contaminados	69
3.6.	Eliminación de humidades por ascenso capilar en muros	72
3.7.	Eliminación de humidades por ascensión capilar en chans	75
3.8.	Eliminación de humidades por ascensión capilar en soleiras e placas	78
3.9.	Eliminación de humidades accidentais en medianeiras	81
3.10.	Eliminación de humidades de condensación en fachadas e cubertas	84
3.11.	Eliminación de humidades de infiltración en sotos	88
3.12.	Limpeza xeral e reparar defectos superficiais dos revestimentos exteriores	92

### RG/Rehabilitación Enerxética

4.1.	Aproveitamento de zonas soleadas	
4.1.1.	Incorporar un atrio, un miradoiro ou unha galería	98
4.1.2.	Incorporar materiais de alta inercia térmica para almacenar calor ou frío	101
4.1.3.	Optimizar as zonas da vivenda segundo a súa orientación	103
4.2.	Rehabilitación de fachadas con illamento térmico	
4.2.1.	Rehabilitación de fachada: sistema SATE	105
4.2.2.	Rehabilitación de fachadas: fachada ventilada	108
4.2.3.	Illamento de medianeiras polo exterior	111



4.2.4.	Illamento de medianeiras polo exterior. Illante + protección	113
4.2.5.	Illamento térmico polo interior + trasdosado	116
4.3.	Rehabilitación de cubertas con illamento térmico	
4.3.1.	Cuberta inclinada, forxado de formigón. Illamento baixo tella	119
4.3.2.	Cuberta inclinada, forxado de madeira. Illamento baixo tella ou lousa	122
4.3.3.	Cuberta sobre forxado inclinado de formigón. Illamento polo interior	124
4.3.4.	Cuberta inclinada sobre forxado horizontal, illamento sobre forxado	127
4.3.5.	Cuberta inclinada sobre forxado horizontal, illamento baixo forxado	129
4.3.6.	Rehabilitación de azoteas con illamento térmico exterior	131
4.3.7.	Rehabilitación de azoteas con cuberta axardinada	134
4.3.8.	Cuberta de chapa metálica con illamento pola parte superior	137
4.4.	Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros e marcos	
4.4.1.	Rehabilitación térmica de ventá tradicional	139
4.4.2.	Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros. Elección do acristalamiento	141
4.4.3.	Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: marcos con rotura de ponte térmica	144
4.5.	Rehabilitación de ocos fronte ao sol en verán	
4.5.1.	Láminas de control solar en ventás para mellorar a eficiencia enerxética do edificio	147
4.5.2.	Rehabilitación de ocos fronte ao sol en verán. Sistemas de protección exterior	149
4.5.3.	Rehabilitación de ocos fronte ao sol en verán Vidros con factor solar mellorado	151

## RI/Mellora de eficiencia das Instalacións

5.1.	Captación de enerxía con módulos fotovoltaicos integrados en membranas para impermeabilización de cubertas	156
5.2.	Enerxía solar térmica: auga quente sanitaria, calefacción e climatización	158
5.3.	Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de baixa temperatura	161
5.4.	Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de condensación	163
5.5.	Instalacións de iluminación eficientes: elección do tipo de lámpada e a súa potencia	165
5.6.	Ascensores de alta eficiencia	167
5.7.	Aforro no consumo de auga potable	169
5.8.	Xestión da auga de pluviais e das augas grises	171
5.9.	Uso de electrodomésticos respectuosos co medio ambiente (eco-eficientes)	173
5.10.	Calidade do aire interior: recuperadores de calor no sistema de ventilación	175
5.11.	Sistemas de refrixeración pasivos e ventilación natural cruzada	177
5.12.	Sistemas de chemineas solares para ventilación natural	179
5.13.	Caldeiras de biomasa para AQS e calefacción	181
5.14.	Sistemas de bombas de calor apoiadas por captación xeotérmica	184

## Anexo: Mapas climáticos

## Introdución

O máis elemental sentido de responsabilidade fronte á natureza e ao mundo que habitamos levou a que os gobernantes dos países avanzados endurecesen as normativas da edificación e a que pensasen en retos que abranguen múltiples factores de índole técnica, co obxectivo de lograr edificacións máis eficientes e, se é posible, de consumo cero ou practicamente nulo.

Este horizonte soñado de cidades con vivendas confortables, eficientes e seguras recórtase sobre un panorama de crise económica xeneralizada, centrada principalmente na construción. Décadas de actividade edificatoria exacerbada deixaron o mercado inmobiliario saturado, con grandes dificultades para absorber os excedentes construídos, co que se converteron nun pesado lastre que dificultará aínda máis a súa recuperación. Só queda, pois, prepararse para mellorar o que temos, nun regreso ás orixes, e facernos fortes na rehabilitación do noso parque construído.

Estes momentos de crise son unha boa ocasión para a reflexión e para a formación. Certamente, haberá obra nova en pequenas doses. Pero o que teremos en abundancia e con toda seguridade será a conservación e o mantemento do construído, así como a necesaria posta ao día das edificacións para dotalas das condicións e dos mecanismos que as fagan saudables, seguras, confortables e eficientes.

Este manual pretende ofrecer solucións tendentes a lograr eses obxectivos. Coñecedores de que o óptimo é inimigo do bo, e de que en moi poucos casos se contará con recursos suficientes como para pensar nunha rehabilitación integral (estrutural, funcional, enerxética etc.), ofrécense fichas que establecen intervencións puntuais, de forma que se poidan executar separadamente, con independencia unhas doutras, ou ben agruparse en actuacións máis complexas.

As fichas estrutúranse de forma clara para facilitar a súa comprensión e aplicabilidade por parte dos usuarios pouco ou nada avezados nas técnicas construtivas e, por suposto, por parte dos profesionais do mundo da edificación.

## Condicións normativas de rehabilitación

### CTE- Esixencias básicas de seguridade estrutural (SE)

1. O obxectivo do requisito básico de seguridade estrutural consiste en asegurar que o edificio ten un comportamento estrutural adecuado fronte ás accións e influencias previsibles ás que poida estar sometido durante a súa construción e uso previsto.
2. Para satisfacer este obxectivo, os edificios proxectaranse, fabricaranse, construíranse e manteranse de forma que cumpran cunha fiabilidade adecuada ás esixencias básicas que se establecen nos apartados seguintes.
3. Os documentos básicos “DB-SE Seguridade estrutural”, “DB-SE-AE Accións na edificación”, “DB-SE-C Cimentos”, “DB-SE-A Aceiro”, “DB-SE-F Fábrica” e “DB-SE-M Madeira” especifican parámetros obxectivos e procedementos cuxo cumprimento asegura a satisfacción das esixencias básicas e a superación dos niveis mínimos de calidade propios do requisito básico de seguridade estrutural.
4. As estruturas de formigón están reguladas pola instrución de formigón estrutural vixente.

#### 10.1. Esixencia básica SE 1: Resistencia e estabilidade

A resistencia e a estabilidade serán as adecuadas para que non se xeren riscos indebidos, de forma que se manteña a resistencia e a estabilidade fronte ás accións e influencias previsibles durante as fases de construción e usos previstos dos edificios e de xeito que un evento extraordinario non produza consecuencias desproporcionadas respecto da causa orixinal e se facilite o mantemento previsto.

#### 10.2. Esixencia básica SE 2: Aptitude ao servizo

A aptitude ao servizo será conforme co uso previsto do edificio, de forma que non se produzan deformacións inadmisibles, que se limite a un nivel aceptable a probabilidade dun comportamento dinámico inadmisibile e que non se produzan degradacións ou anomalías inadmisibles.

### I Obxecto

Este documento básico (DB) ten por obxecto establecer regras e procedementos que permitan cumprir as esixencias básicas de seguridade en caso de incendio. As seccións deste DB correspóndense coas esixencias básicas SI 1 a SI 6. A correcta aplicación de cada sección supón o cumprimento da esixencia básica correspondente. A correcta aplicación do conxunto do DB supón que se satisfai o requisito básico de seguridade en caso de incendio.

Tanto o obxectivo do requisito básico como as esixencias básicas establécense no artigo 11 da parte 1 deste CTE, e son os seguintes:

#### Artigo 11. Esixencias básicas de seguridade en caso de incendio (SI)

1. O obxectivo do requisito básico de seguridade en caso de incendio consiste en reducir a límites aceptables o risco de que os usuarios dun edificio sufran danos derivados dun incendio de orixe accidental, como consecuencia das características do seu proxecto, construción, uso e mantemento.
2. Para satisfacer este obxectivo, os edificios proxectaranse, construíranse, manteranse e utilizaranse de forma que, en caso de incendio, cumpran as esixencias básicas que se establecen nos apartados seguintes.
3. O documento básico DB-SI especifica parámetros obxectivos e procedementos cuxo cumprimento asegura a satisfacción das esixencias básicas e a superación dos niveis mínimos de calidade propios do requisito básico de seguridade en caso de incendio, excepto no caso dos edificios, establecementos e zonas de uso industrial aos que lles sexa de aplicación o Regulamento de seguridade contra incendios nos establecementos industriais, nos cales as esixencias básicas se cumpren mediante esta aplicación.

##### 11.1. Esixencia básica SI 1 - Propagación interior

Limitarase o risco de propagación do incendio polo interior do edificio.

##### 11.2. Esixencia básica SI 2 - Propagación exterior

Limitarase o risco de propagación do incendio polo exterior, tanto no edificio considerado coma noutros edificios.

##### 11.3. Esixencia básica SI 3 – Evacuación de ocupantes

O edificio disporá dos medios de evacuación adecuados para que os ocupantes poidan abandonalo ou alcanzar un lugar seguro dentro del en condicións de seguridade.

##### 11.4. Esixencia básica SI 4 - Instalacións de protección contra incendios

O edificio disporá dos equipos e instalacións adecuados para facer posible a detección, o control e a extinción do incendio, así como a transmisión da alarma aos ocupantes.

##### 11.5. Esixencia básica SI 5 - Intervención de bombeiros

Facilitarase a intervención dos equipos de rescate e de extinción de incendios.

##### 11.6. Esixencia básica SI 6 – Resistencia ao lume da estrutura

A estrutura portante manterá a súa resistencia ao lume durante o tempo necesario para que poidan cumprirse as anteriores esixencias básicas.

## Artigo 12. Esixencias básicas de seguridade e accesibilidade (SUA)

1. O obxectivo do requisito básico de seguridade de utilización e accesibilidade consiste en reducir a límites aceptables o risco de que os usuarios sufran danos inmediatos no uso previsto dos edificios, como consecuencia das características do seu proxecto, construción, uso e mantemento, así como en facilitar o acceso e a utilización non discriminatoria, independente e segura destes ás persoas con discapacidade.

2. Para satisfacer este obxectivo, os edificios proxectaranse, construíranse, manteranse e utilizaranse de forma que se cumpran as esixencias básicas que se establecen nos apartados seguintes.

3. O documento básico “DB-SUA Seguridade de utilización e accesibilidade” especifica parámetros, obxectivos e procedementos cuxo cumprimento asegura a satisfacción das esixencias básicas e a superación dos niveis mínimos de calidade propios do requisito básico de seguridade de utilización e accesibilidade.

### 12.1. Esixencia básica SUA 1: Seguridade fronte ao risco de caídas

Limitarase o risco de que os usuarios sufran caídas, polo que os chans serán adecuados para favorecer que as persoas non esvaren nin tropecen e para evitar que a súa mobilidade se vexa afectada. Así mesmo, limitarase o risco de caídas en ocós, en cambios de nivel e en escaleiras e ramplas, e facilitarase a limpeza dos vidros exteriores en condicións de seguridade.

### 12.2. Esixencia básica SUA 2: Seguridade fronte ao risco de impacto ou de atrapamento

Limitarase o risco de que os usuarios poidan sufrir calquera impacto ou atrapamento con elementos fixos ou practicables do edificio.

### 12.3. Esixencia básica SUA 3: Seguridade fronte ao risco de aprisionamento

Limitarase o risco de que os usuarios poidan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

### 12.4. Esixencia básica SUA 4: Seguridade fronte ao risco causado por unha iluminación inadecuada

Limitarase o risco de danos ás persoas como consecuencia dunha iluminación inadecuada en zonas de circulación dos edificios, tanto interiores coma exteriores, mesmo en caso de emerxencia ou de fallo da iluminación normal.

### 12.5. Esixencia básica SUA 5: Seguridade fronte ao risco causado por situacións con alta ocupación

Limitarase o risco causado por situacións con alta ocupación e facilitarase a circulación das persoas e a sectorización con elementos de protección e contención, en previsión do risco de esmagamento.

### 12.6. Esixencia básica SUA 6: Seguridade fronte ao risco de afogamento

Limitarase o risco de caídas que poidan derivar en afogamento en piscinas, depósitos, pozos e similares mediante elementos que restrinxan o acceso.

### 12.7. Esixencia básica SUA 7: Seguridade fronte ao risco causado por vehículos en movemento

Limitarase o risco causado por vehículos en movemento atendendo aos tipos de pavimentos e á sinalización e protección das zonas de circulación rodada e das persoas.

## 12.8. Esixencia básica SUA 8: Seguridade fronte ao risco causado pola acción do raio

Limitarase o risco de electrocución e de incendio causado pola acción do raio mediante instalacións adecuadas de protección contra o raio.

## 12.9. Esixencia básica SUA 9: Accesibilidade

Facilitarase o acceso e a utilización non discriminatoria, independente e segura dos edificios das persoas con discapacidade.

## CTE- Limitación do consumo enerxético DB HE 0

### I Obxecto

Este documento básico (DB) ten por obxecto establecer regras e procedementos que permitan cumprir o requisito básico de aforro de enerxía. As seccións deste DB correspóndense coas esixencias básicas HE 1 a HE 5 e a sección HE 0 relaciónase con varias das anteriores. A correcta aplicación de cada sección supón o cumprimento da esixencia básica correspondente. A correcta aplicación do conxunto do DB supón que se satisfai o requisito básico de aforro de enerxía.

### Artigo 15. Esixencias básicas de aforro de enerxía (HE)

1.O obxectivo do requisito básico aforro de enerxía consiste en conseguir un uso racional da enerxía necesaria para a utilización dos edificios reducindo a límites sustentables o seu consumo e, así mesmo, conseguir que unha parte deste consumo proceda de fontes de enerxía renovable, como consecuencia das características do seu proxecto, construción, uso e mantemento.

2. Para satisfacer este obxectivo, os edificios proxectaranse, construíranse, utilizaranse e manteranse de forma que se cumpran as esixencias básicas que se establecen nos apartados seguintes.

15.1. Esixencia básica HE 1: Limitación da demanda enerxética. Os edificios disporán dunha envolvente de características tales que limite adecuadamente a demanda enerxética necesaria para alcanzar o benestar térmico en función do clima da localidade, do uso do edificio e do réxime de verán e de inverno, así como das súas características de illamento e inercia, permeabilidade ao aire e exposición á radiación solar, reducindo o risco de aparición de humidades de condensación superficiais e intersticiais que poidan prexudicar as súas características e tratando adecuadamente as pontes térmicas para limitar as perdas ou ganancias de calor e para evitar problemas higrótérmicos nestes.

15.2. Esixencia básica HE 2: Rendemento das instalacións térmicas. Os edificios disporán de instalacións térmicas apropiadas destinadas a proporcionar o benestar térmico dos seus ocupantes. Esta esixencia desenvólvese actualmente no vixente Regulamento de instalacións térmicas nos edificios (RITE) e a súa aplicación quedará definida no proxecto do edificio.

15.3. Esixencia básica HE 3: Eficiencia enerxética das instalacións de iluminación. Os edificios disporán de instalacións de iluminación adecuadas ás necesidades dos seus usuarios e á vez eficaces enerxeticamente e disporán dun sistema de control que permita axustar o acendido á ocupación real da zona, así como dun sistema de regulación que optimice o aproveitamento da luz natural nas zonas que reúnan unhas determinadas condicións.

15.4. Esixencia básica HE 4: Contribución solar mínima de auga quente sanitaria. Nos edificios con previsión de demanda de auga quente sanitaria ou de climatización de piscina cuberta, nos que así se estableza neste CTE, unha parte das necesidades enerxéticas térmicas derivadas desa demanda cubrirase mediante a incorporación nestes de sistemas de captación, almacenamento e utilización de enerxía solar de baixa temperatura, adecuada á radiación solar global da súa localización e á demanda de auga quente do edificio ou da piscina. Os valores derivados desta esixencia básica terán a consideración de mínimos, sen prexuízo de valores que poidan ser establecidos polas administracións competentes e que contribúan á sustentabilidade, atendendo ás características propias da súa localización e ámbito territorial.

15.5. Esixencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de enerxía eléctrica. Nos edificios que así se estableza neste CTE incorporaranse sistemas de captación e transformación de enerxía solar en enerxía eléctrica por procedementos fotovoltaicos para uso propio ou subministración á rede. Os valores derivados desta esixencia básica terán a consideración de mínimos, sen prexuízo de valores máis estritos que poidan ser establecidos polas administracións competentes e que contribúan á sustentabilidade, atendendo ás características propias da súa localización e ámbito territorial.

## A rehabilitación fronte ao cambio climático

Os edificios consomen un 40 % da enerxía utilizada na Unión Europea e producen aproximadamente a metade das emisións de gases de efecto invernadoiro —principalmente CO<sub>2</sub>—, responsables do cambio climático. Por tanto, a realización de accións e melloras para incrementar a súa eficiencia enerxética son medidas imprescindibles para obter reducións significativas nas emisións destes gases e, por conseguinte, para a loita contra o cambio climático.

A Unión Europea está comprometida na loita contra o cambio climático a través do denominado Obxectivo 20-20-20, que consiste en reducir como mínimo nun 20 % as emisións totais de gases de efecto invernadoiro no ano 2020 respecto dos niveis de 1990. Tamén se compromete con cumprir o Protocolo de Quioto da Convención Marco das Nacións Unidas sobre o cambio climático e, alén diso, ten o obxectivo a longo prazo de manter o aumento da temperatura global por debaixo dos 2 °C.

Estes obxectivos no campo da edificación tradúcense na mellora da eficiencia enerxética dos edificios e no aumento do uso de enerxía procedente de fontes renovables, que se atopa na orixe das directivas 2002/91/CE e 2010/31/UE, relativas á eficiencia enerxética dos edificios, cuxas esixencias foron incorporadas á normativa española a través do Código técnico da edificación (Real decreto 314/2006), e posteriormente traspostas mediante os reais decretos 47/2007 e 235/2013 de certificación enerxética dos edificios.

En Galicia, un 61 % das vivendas actuais foron construídas antes de 1980, con anterioridade á aplicación da Norma básica da edificación sobre condicións térmicas dos edificios (NBE CT-79), polo que se pode supor que gran parte destas vivendas carecen de illamento térmico nos seus cerramentos. Aproximadamente, o 34 % responden aos estándares de illamento fixados pola NBE CT-79 e só un 5 % cumpren coas esixencias do Código técnico da edificación. Por tanto, o 95 % das vivendas de Galicia carecen dun nivel de illamento adecuado aos requirimentos da normativa actual, o que produce un importante incremento no seu consumo enerxético, que pode estimarse en máis dun 50 % respecto ao que terían se estivesen correctamente illadas.

A eficiencia das instalacións e equipos das vivendas pode producir tamén importantes reducións no seu consumo enerxético. A utilización de caldeiras de alta eficiencia supón aforros ao redor do 30 % respecto ao consumo das caldeiras convencionais. A utilización de lámpadas de alta eficiencia enerxética pode xerar aforros de ata un 80 %. E a substitución dos electrodomésticos instalados nas vivendas por outros de alta cualificación enerxética implica reducións no consumo que poden oscilar entre o 40 % e o 70 %. Do mesmo xeito, a utilización de enerxías renovables, como é o caso da enerxía solar térmica, a enerxía fotovoltaica, a xeotérmica ou o consumo de biocombustibles, pode contribuír eficientemente a reducir as emisións de dióxido de carbono producido polo uso de combustibles fósiles e, por conseguinte, a loitar contra o cambio climático.

Por outra banda, as vivendas galegas non están preparadas en xeral para o incremento das temperaturas producido polo cambio climático. A ausencia de elementos de protección solar nas xanelas ou de sistemas de ventilación adecuados pode redundar na diminución de confort no interior das vivendas e, como consecuencia, pode incrementar a tendencia a instalar equipos de aire acondicionado, o que xerará un maior consumo enerxético.

De acordo co exposto anteriormente, a rehabilitación enerxética, entendida como a mellora das condicións da envolvente dos edificios e das súas instalacións co obxectivo de incrementar a súa eficiencia enerxética, constitúe un medio fundamental para a loita contra o cambio climático, que ademais de reportar importantes beneficios ambientais pode supor considerables aforros económicos derivados da redución do consumo enerxético.

Cando se realicen obras de reparación ou de mantemento na envolvente ou nas instalacións dos edificios, a incorporación de criterios de rehabilitación enerxética redundará nunha mellora do confort e na redución do consumo de enerxía, o que xerará aforros económicos que contribúen a amortizar o investimento realizado.

Se se ten en conta que o consumo de calefacción en Galicia supón un 40 % do consumo de enerxía das vivendas, a mellora no illamento térmico da envolvente e na eficiencia das instalacións de calefacción implicará reducións significativas no consumo total das vivendas.

Nos edificios nos que se prevexan obras de reparación de fachadas, a mellora do illamento térmico mediante sistemas de illamento polo exterior ou de fachada ventilada pode supor aforros no consumo de calefacción de ata un 35 %. No caso de que se vaian substituír as ventás, a utilización de carpinterías con rotura de ponte térmica e vidros illantes con espellos baixo emisivos pode supor aforros similares (34 %). Cando as obras supoñan unha rehabilitación integral, se se dotan os cerramentos de illante térmico que cumpra coas esixencias do CTE e se se substitúen as carpinterías e os vidros por sistemas de marcos con rotura de ponte térmica e vidros illantes con espellos baixo emisivos, o aforro no consumo de calefacción pode chegar ao 70 %.

Os aforros de consumo enerxético producidos pola mellora da envolvente do edificio poden incrementarse coa mellora da eficiencia das instalacións de calefacción; por exemplo, mediante a utilización de caldeiras de condensación con rendementos do 109 % e reducións de consumo enerxético do 30 % respecto das caldeiras convencionais. O uso de sistemas de ventilación forzada que incorporen recuperadores de calor — con rendementos que poden chegar ao 95 %— pode xerar tamén importantes reducións no consumo de calefacción.

Durante o verán, a utilización de sistemas de ventilación que aproveiten o descenso da temperatura durante a noite, combinados con elementos de alta inercia térmica que manteñan a súa temperatura por debaixo do ambiente durante o día, poden producir reducións nun hipotético consumo de refrixeración de entre un 30 % e un 40 %, o que garantirá un maior confort no interior das vivendas. Do mesmo xeito, a utilización de sistemas de sombreamento exterior —como toldos, parasoles ou persianas exteriores— poden xerar reducións no consumo de refrixeración de ata un 20 %.

Estas posibilidades de aforro enerxético desenvólvense nas fichas que compoñen a presente guía. As recomendacións que se inclúen nelas van desde accións sinxelas que poden ser realizadas polo propio usuario, ata obras de rehabilitación que establezan a renovación total da envolvente do edificio ou das súas instalacións. Nas fichas indícanse as porcentaxes aproximadas de aforro enerxético que se poden obter en cada caso, o que permite valorar e planificar as accións que convén realizar en función das posibilidades de cada usuario ou comunidade.

Os valores achegados son valores medios obtidos mediante simulacións realizadas sobre edificios tipo en distintas localizacións de Galicia. Estes valores, de carácter orientativo, non exclúen a necesidade de realizar estudos ou simulacións específicas para avaliar as posibilidades de aforro enerxético de cada edificio concreto, en función das melloras que se proxecte realizar.







1

# REHABILITACIÓN FUNCIONAL

Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dunha rampla exterior

CTE - DB SUA 9: Accesibilidade

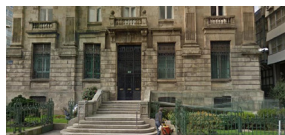
UNE EN 81-40:2009 - Regras de seguridade para a construción e a instalación de ascensores. Ascensores especiais para o transporte de persoas e cargas. Parte 40: Salvaescaleiras e plataformas elevadoras inclinadas para que usen persoas con mobilidade reducida

Lei 8/2013, de rehabilitación e rexeneración urbanas (BOE núm. 153, do 27.6.2013), título I “Informe de avaliación de edificios”

ISO 9386-1:2000 - Power-operated lifting platforms for persons with impaired mobility. Rules for safety, dimensions and functional operation. Part. 1: Vertical lifting platforms

### ÁMBITO

Edificios antigos que só posúen escaleiras para acceder desde a beirarrúa ao portal de entrada e nos que se desexa incluír unha rampla accesible ou un salvaescaleiras exterior.

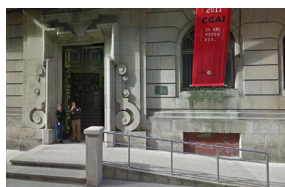


Edificio público (BE) que aproveitou o seu xardín para crear unha rampla exterior para persoas discapacitadas.

O informe de avaliación de edificios (IEE) resulta de obrigado cumprimento para os propietarios de inmobles situados en edificios de tipoloxía residencial de vivenda colectiva que teñan unha antigüidade superior aos 50 anos. Tamén están obrigados a realizar o IEE os propietarios de calquera edificio, con independencia da súa antigüidade, cando pretendan solicitar axudas públicas para realizar obras de conservación, de accesibilidade universal ou de eficiencia enerxética.

O IEE debe identificar o ben inmueble, con expresión da súa referencia catastral e ha conter, de maneira detallada:

- a) A avaliación do estado de conservación do edificio.
- b) A avaliación das condicións básicas de accesibilidade universal e non discriminación das persoas con discapacidade para o acceso e a utilización do edificio.
- c) A certificación da eficiencia enerxética do edificio.



Edificio público que aproveitou a anchura da beirarrúa para crear unha rampla exterior para persoas discapacitadas.

### MELLORA BUSCADA

Búscase instalar no edificio existente unha rampla accesible ou un salvaescaleiras exterior que permita o acceso universal e independente para todo tipo de persoas, incluídas as discapacitadas. As características das ramplas —lonxitudes de tramos, descansos, anchura, pendente máxima, altura e disposición de varandas etc.— determinaranse en cada caso en función do grao de accesibilidade establecido pola normativa.



O salvaescaleiras resolve un desnivel para discapacitados con menos espazo ca unha rampla.



Modelo de salvaescaleiras para acceder a unha vivenda unifamiliar.



Modelo de salvaescaleiras para a accesibilidade nun forte desnivel dunha urbanización.

## SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A primeira dificultade que hai que resolver é de carácter arquitectónico: decidir unha localización que posibilite a creación da rampla accesible e presentar un deseño que se adapte ás condicións regulamentadas de percorridos, pendentes e ancho de cada tramo. Cando non exista espazo suficiente para facer a a rampla, poderíase formular a solución do salvaescaleiras, que non precisa tanto espazo. Transcríbense a continuación as condicións regulamentadas que deben cumprir as ramplas exteriores: “Documento básico SUA Seguridade de utilización e accesibilidade” - Resumo de condicións de deseño.

**DB SUA 1.** Esvarabilidade de chans (Táboa 1.2. Clase esixible aos chans)  
Deben utilizarse pavimentos con esvarabilidade 2 cando se trate de ramplas con pendente menor ca o 6 % e con esvarabilidade 3 cando se trate de ramplas con pendente igual ou maior ca o 6 %.

### DB SUA 3.1. Protección dos desniveis:

En zonas de uso público dos establecementos de uso comercial ou de pública concorrencia, as barreiras de protección das ramplas deseñaranse de forma que:

- a) Non poidan ser facilmente escaladas polos nenos, para o que:
  - Na altura comprendida entre 30 cm e 50 cm sobre o nivel do chan ou sobre a liña de inclinación dunha escaleira non existirán puntos de apoio, incluídos saíntes sensiblemente horizontais con máis de 5 cm de saínte.
  - Na altura comprendida entre 50 cm e 80 cm sobre o nivel do chan non existirán saíntes que teñan unha superficie sensiblemente horizontal con máis de 15 cm de fondo.
- b) Non teñan aberturas que poidan ser atravesadas por unha esfera de 10 cm de diámetro, agás as aberturas triangulares que forman a mesa e a tabica dos chanzos co límite inferior da varanda, sempre que a distancia entre este límite e a liña de inclinación da escaleira non exceda de 5 cm.

### DB SUA 4.3. Ramplas (itinerarios cuxa pendente exceda do 4 %):

- Pendente: as ramplas accesibles terán unha pendente que, como máximo, será do 10 % cando a súa lonxitude sexa menor ca 3 m, do 8 % cando a lonxitude sexa menor ca 6 m e do 6 % no resto dos casos. Se a rampla é curva, a pendente lonxitudinal máxima medirase no lado máis desfavorable. A lonxitude dos tramos das ramplas debe medirse en proxección horizontal.
- A pendente transversal das ramplas que pertencen a itinerarios accesibles será, como máximo, do 2 %.
- Tramos: cando a rampla pertenza a itinerarios accesibles, a lonxitude do tramo será, como máximo, de 9 m. A anchura útil determinarase de acordo coas esixencias de evacuación establecidas no apartado 4, da sección SI 3 do DB SI e será, como mínimo, a indicada para escaleiras na táboa 4.1.

- Se a rampla pertence a un itinerario accesible, os tramos serán rectos ou cun raio de curvatura de polo menos 30 m e dunha anchura de 1,20 m, como mínimo. Así mesmo, disporán dunha superficie horizontal ao principio e ao final do tramo cunha lonxitude de 1,20 m na dirección da rampla, como mínimo.
- Mesetas: as mesetas dispostas entre os tramos dunha rampla coa mesma dirección terán polo menos a anchura da rampla e unha lonxitude, medida no seu eixe, de 1,50 m como mínimo.
- Cando exista un cambio de dirección entre dous tramos, a anchura da rampla non se reducirá ao longo do descanso. A zona delimitada por esta anchura estará libre de obstáculos e sobre ela non varrerá o xiro de apertura de ningunha porta, excepto as de zonas de ocupación nula, definidas no anexo SI A do DB SI.
- Pasamáns: as rampas que salven unha diferenza de altura de máis de 550 mm e cuxa pendente sexa maior ou igual ca o 6 %, disporán dun pasamáns continuo polo menos nun lado.
- As rampas que pertencen a un itinerario accesible, cuxa pendente sexa maior ou igual que o 6 % e salven unha diferenza de altura de máis de 18,5 cm, disporán de pasamáns continuo en todo o seu percorrido, incluídos descansos en ambos os lados. Así mesmo, os bordos libres contarán cun zócolo ou elemento de protección lateral de 10 cm de altura, como mínimo. Cando a lonxitude do tramo exceda de 3 m, o pasamáns prolongarase horizontalmente polo menos 30 cm nos extremos, en ambos os lados.
- O pasamáns estará a unha altura comprendida entre 90 e 110 cm. As rampas situadas en escolas infantís e en centros de ensino primario, así como as que pertencen a un itinerario accesible, disporán doutro pasamáns a unha altura comprendida entre 65 e 75 cm.
- O pasamáns será firme e doado de agarrar, estará separado do paramento polo menos 4 cm e o seu sistema de suxeición non interferirá o paso continuo da man.

### MELLORA LOGRADA

- A inclusión dunha rampla ou dun salvaescaleiras exterior nun edificio antigo eleva o seu valor de mercado, ao dotalo dun servizo que resulta totalmente necesario, á vez que se cumpre coa actual normativa europea de accesibilidade universal.
- Os detrimentos que se produzan nas superficies útiles de portais, descansos, locais comerciais etc. sempre compensarán, pola funcionalidade e a accesibilidade lograda.
- Conséguese un mellor acceso e unha maior funcionalidade no edificio.

### FICHAS RELACIONADAS

RF 1.2. Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dunha rampla exterior

RF 1.3. Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dun ascensor

Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dunha rampla interior



Edificio de uso público no que se crea unha rampla interior para persoas discapacitadas.

CTE - DB SUA 9: Accesibilidade

UNEEN 81 - 40:2009 - Regras de seguridade para a construción e instalación de ascensores. Ascensores especiais para o transporte de persoas e cargas. Parte 40: Salvaescaleiras e plataformas elevadoras inclinadas para usar persoas con mobilidade reducida

Lei 8/2013, de rehabilitación e rexeneración urbanas (BOE núm. 153, do 27.6.2013), título I “Informe de avaliación de edificios”

ISO 9386 - 1:2000 Power-operated lifting platforms for persons with impaired mobility. Rules for safety, dimensions and functional operation. Part 1: Vertical lifting platforms

### ÁMBITO

Edificios antigos que só posúen escaleiras para salvar un desnivel interior, xa sexa para acceder desde o portal de entrada ao plano do ascensor ou a outros puntos do edificio, e nos cales se desexa resolver a accesibilidade cunha rampla accesible ou un salvaescaleiras interior.



Un salvaescaleiras permite acceder desde o portal ao resto do edificio.

O informe de avaliación de edificios (IEE) é de obrigado cumprimento para os propietarios de inmobles situados en edificios de tipoloxía residencial de vivenda colectiva que teña unha antigüidade superior aos 50 anos.

Tamén están obrigados a realizar o IEE os propietarios de calquera edificio, con independencia da súa antigüidade, cando pretendan solicitar axudas públicas para realizar obras de conservación, de accesibilidade universal ou eficiencia enerxética.

O IEE debe identificar o ben inmovible, con expresión da súa referencia catastral, e ha de conter de maneira detallada:

- a) A avaliación do estado de conservación do edificio.
- b) A avaliación das condicións básicas de accesibilidade universal e non discriminación das persoas con discapacidade para o acceso e utilización do edificio.
- c) A certificación da eficiencia enerxética do edificio.

### MELLORA BUSCADA

Búscase instalar en edificios existentes unha rampla accesible ou un salvaescaleiras interior que permita o acceso universal e independente para todo tipo de persoas, tamén para persoas discapacitadas. As características das ramplas —lonxitudes de tramos, descansos, anchura, pendente máxima, altura e disposición de varandas etc.— determinaranse en cada caso en función do grao de accesibilidade establecido pola normativa.

## SOLUCIÓN CONSTRUTIVA PARA RAMPLAS

A primeira dificultade é de carácter arquitectónico, hai que elixir unha localización que permita a creación dunha rampla accesible cuxo deseño se adapte ás condicións regulamentarias de percorridos, pendentes e ancho de cada tramo. Cando a solución da rampla resulte inviable poderíase optar pola solución do salvaescaleiras, que non precisa tanto espazo. Transcríbense a continuación as condicións regulamentarias que deben cumprir as ramplas interiores:



Modelo de salvaescaleiras de acceso cunha traxectoria paralela á escaleira.

Documento básico “SUA Seguridade de utilización accesibilidade” - Resumo de condicións de deseño.

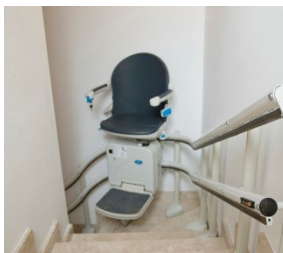
DB SUA 1. Esvarabilidade de chans (Táboa 1.2. Clase esixible aos chans)  
Para zonas interiores secas débense utilizar pavimentos con clase 1 cando se trate de ramplas con pendente menor ca o 6 % e con clase 2 cando se trate de ramplas con pendente igual ou maior ca o 6 %.

Para zonas interiores húmidas (tales como entradas aos edificios desde o espazo exterior), débense utilizar pavimentos con clase 2 cando se trate de ramplas con pendente menor ca o 6 % e con clase 3 cando se trate de ramplas con pendente igual ou maior ca o 6 %.

### DB SUA 3.1. Protección dos desniveis

En zonas de uso público dos establecementos de uso comercial ou de pública concorrencia, as barreiras de protección das ramplas deseñaranse de forma que:

- a) Non poidan ser facilmente escaladas polos nenos, para o que:
  - Na altura comprendida entre 30 cm e 50 cm sobre o nivel do chan ou sobre a liña de inclinación dunha escaleira, non existirán puntos de apoio, incluídos saíntes sensiblemente horizontais con máis de 5 cm de saínte.
  - Na altura comprendida entre 50 cm e 80 cm sobre o nivel do chan, non existirán saíntes que teñan unha superficie sensiblemente horizontal con máis de 15 cm de fondo.
- b) Non teñan aberturas que poidan ser atravesadas por unha esfera de 10 cm de diámetro, agás as aberturas triangulares que forman a pegada e a mesa dos chanzos co límite inferior da varanda, sempre que a distancia entre este límite e a liña de inclinación da escaleira non exceda de 5 cm.



Modelo de salvaescaleiras que aproveita o pasamán.



**DB SUA 4.3. Ramplas (itinerarios cuxa pendente exceda do 4 %)**

- Pendente: as ramplas accesibles terán unha pendente que, como máximo, será do 10 % cando a súa lonxitude sexa menor ca 3 m, do 8 % cando a lonxitude sexa menor ca 6 m e do 6 % no resto dos casos. Se a rampla é curva, a pendente lonxitudinal máxima medirase no lado máis desfavorable. A lonxitude dos tramos das ramplas debe medirse en proxección horizontal.
- A pendente transversal das ramplas que pertencen a itinerarios accesibles será, como máximo, do 2 %.
- Tramos: cando a rampla pertenza a itinerarios accesibles, a lonxitude do tramo será de, como máximo, 9 m. A anchura útil determinarase de acordo coas esixencias de evacuación establecidas no apartado 4 da sección SI 3 do DB SI e será, como mínimo, a indicada para escaleiras na táboa 4.1.
- Se a rampla pertence a un itinerario accesible, os tramos serán rectos ou cun raio de curvatura de polo menos 30 m e dunha anchura de 1,20 m, como mínimo. Así mesmo, disporán dunha superficie horizontal ao principio e ao final do tramo, cunha lonxitude de 1,20 m na dirección da rampla, como mínimo.
- Mesetas: as mesetas dispostas entre os tramos dunha rampla coa mesma dirección terán polo menos a anchura da rampla e unha lonxitude, medida no seu eixe, de 1,50 m como mínimo.
- Cando exista un cambio de dirección entre dous tramos, a anchura da rampla non se reducirá ao longo do descanso. A zona delimitada pola devandita anchura estará libre de obstáculos e sobre ela non varrerá o xiro de apertura de ningunha porta, excepto as de zonas de ocupación nula definidas no anexo SI A do DB SI.
- Pasamáns: as ramplas que salven unha diferenza de altura de máis de 550 mm e cuxa pendente sexa maior ou igual ca o 6 %, disporán dun pasamáns continuo polo menos nun lado.
- As ramplas que pertencen a un itinerario accesible, cuxa pendente sexa maior ou igual ca o 6 % e salven unha diferenza de altura de máis de 18,5 cm, disporán de pasamáns continuo en todo o seu percorrido, incluídas as mesetas, en ambos os dous lados. Así mesmo, os bordos libres contarán cun zócolo ou elemento de protección lateral de 10 cm de altura, como mínimo. Cando a lonxitude do tramo exceda de 3 m, o pasamáns prolongarase horizontalmente polo menos 30 cm nos extremos, en ambos os dous lados.
- O pasamáns estará a unha altura comprendida entre 90 e 110 cm. As ramplas situadas en escolas infantís e en centros de ensino primario, así como as que pertencen a un itinerario accesible, disporán doutro pasamáns a unha altura comprendida entre 65 e 75 cm.
- O pasamáns será firme e fácil de agarrar, estará separado do paramento polo menos 4 cm e o seu sistema de suxeición non interferirá o paso continuo da man.

### **MELLORA LOGRADA**

- A inclusión dunha rampla ou dun salvaescaleiras interior nun edificio antigo eleva o seu valor de mercado, xa que o dota dun servizo que hoxe en día resulta totalmente necesario e, deste xeito, cumpre coa actual normativa europea de accesibilidade universal.
- Os prexuízos que supoña a súa construción nas superficies útiles de portais, descansos, locais comerciais etc. sempre compensarán pola funcionalidade e accesibilidade lograda.
- Lógrase un mellor acceso e unha maior funcionalidade no edificio.

### **FICHAS RELACIONADAS**

RF 1.1. Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dunha rampla interior

RF 1.3. Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dun ascensor

## RF 1.3.

# Instalación dun aparato elevador

Mellorar a accesibilidade dun edificio coa instalación dun ascensor

CTE - DB SUA 9: Accesibilidade

UNE EN 81 - 40:2009 - Regras de seguridade para a construción e a instalación de ascensores. Ascensores especiais para o transporte de persoas e cargas. Parte 40: Salvaescaleiras e plataformas elevadoras inclinadas para usar persoas con mobilidade reducida

Lei 8/2013 de rehabilitación e rexeneración urbanas (BOE núm. 153, do 27.6.2013), título I “Informe de avaliación de edificios”

ISO 9386 - 1:2000 Power-operated lifting platforms for persons with impaired mobility. Rules for safety, dimensions and functional operation. Part. 1: Vertical lifting platforms

### ÁMBITO

Edificios antigos de varias plantas que só posúen escaleiras para a comunicación vertical desde a cota de acceso co resto das plantas e que se desexan reformar para poder incluír un ascensor.

O informe de avaliación de edificios (IEE) é de obrigado cumprimento para os propietarios de inmobles situados en edificios de tipoloxía residencial de vivenda colectiva que teña unha antigüidade superior aos 50 anos.

Tamén están obrigados a realizar o IEE os propietarios de calquera edificio, con independencia da súa antigüidade, cando pretendan solicitar axudas públicas para realizar obras de conservación, de accesibilidade universal ou de eficiencia enerxética.

O IEE debe identificar o ben inmueble, con expresión da súa referencia catastral e ha de conter, de maneira detallada:

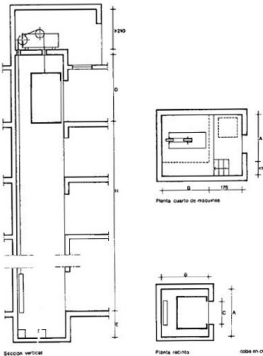
- A avaliación do estado de conservación do edificio.
- A avaliación das condicións básicas de accesibilidade universal e non discriminación das persoas con discapacidade para o acceso e a utilización do edificio.
- A certificación da eficiencia enerxética do edificio.

### MELLORA BUSCADA

Búscase instalar en edificios existentes algún dispositivo tecnolóxico de elevación de persoas con seguridade e independencia, de modo que se alcancen os estándares de accesibilidade universal actuais. As características dos ascensores —dimensións de vestíbulos previos, tipos e dimensións de portas de acceso, dimensións de cabinas etc.— determinaranse en cada caso en función do grao de accesibilidade establecido pola normativa.

Equipos ascensores	Dimensiones del recinto y cuarto de máquinas en cm					Cargas* kg
	A	B	C	D	E	
ITA-1	180	190	80	200	130	4.500
ITA-2	180	190	80	200	130	4.500
ITA-3	180	210	80	200	130	7.000
ITA-4	180	210	80	430	130	7.000
ITA-5	250	210	110	430	150	13.000
ITA-6	250	210	110	330	250	12.000
ITA-7	250	250	110	330	250	18.000
ITA-8	250	250	110	360	300	16.000
ITA-9	250	310	130	360	130	20.000
ITA-10	250	310	130	430	130	20.000
ITA-11	250	310	130	330	250	20.000

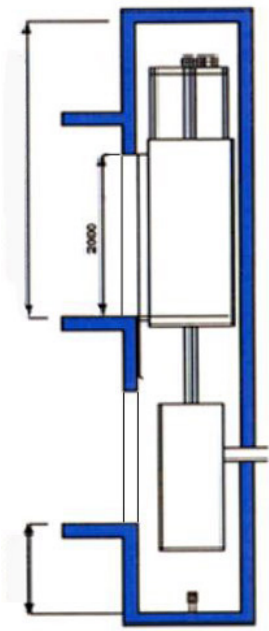
\* Incluye las cargas suspendidas, peso del equipo y sobrecargas dinámicas.



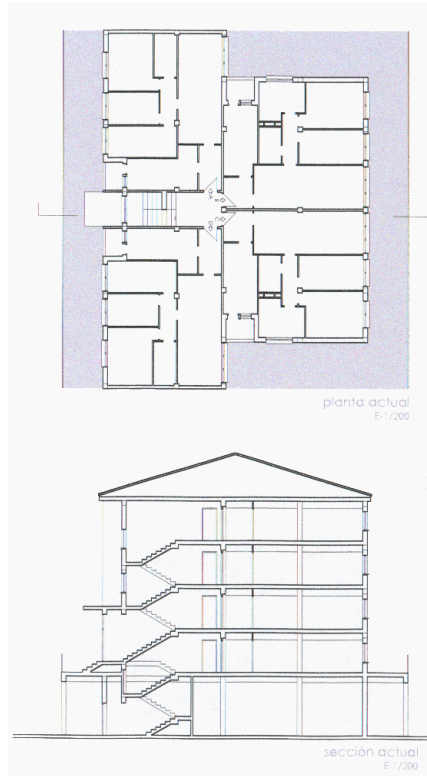
Dimensións de recinto e cuarto de máquinas en centímetros (NTE ITA) para ascensores eléctricos con cuarto de máquinas enriba.



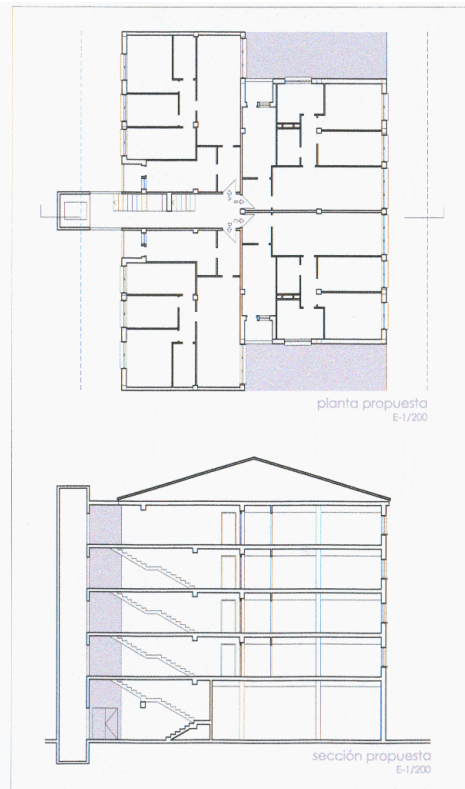
Ascensor sen cuarto de máquinas: o motor está dentro do recinto e os controis eléctricos e de manobra están no último descanso.



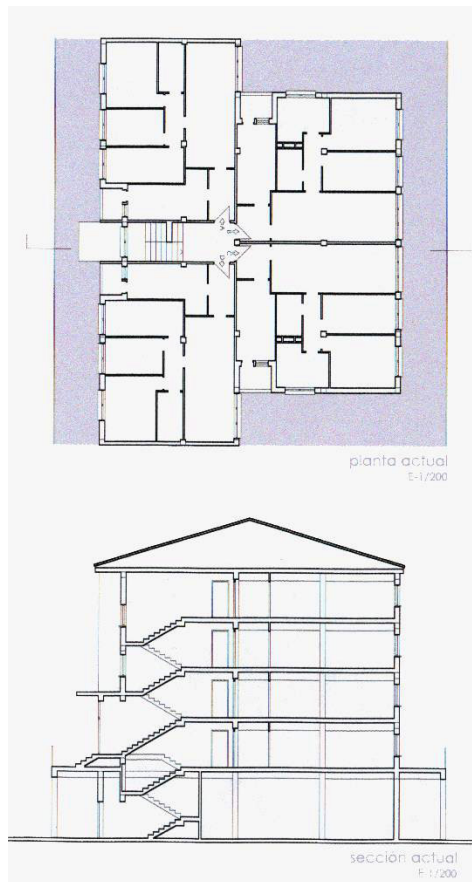
Ascensor sen cuarto de máquinas: persiste a obriga de refuxios e espazos libres indicados no punto 2.2. do anexo I da directiva.



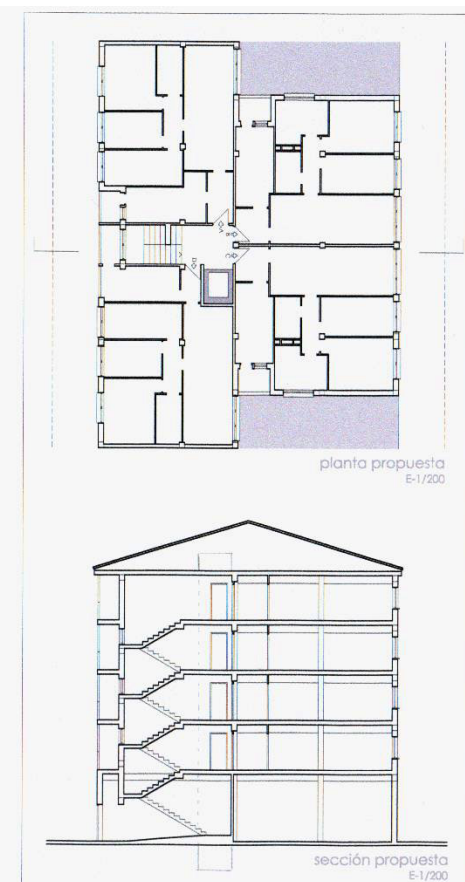
Planta e sección de vivenda actual.



Proposta de ascensor exterior.



Planta e sección de vivenda actual.



Proposta de ascensor interior.

## SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A primeira dificultade que hai que resolver é de carácter arquitectónico, que é a de atopar unha localización que permita a creación dun recinto (oco para o movemento vertical do ascensor) que comunique con facilidade a entrada do edificio cos descansos ou distribuidores das demais plantas. As dimensións interiores do recinto en planta para ascensores eléctricos sen cuarto de máquinas exprésanse na seguinte táboa:

Decreto 74/2013 polo que se modifica o Decreto 35/2000 do Regulamento de desenvolvemento e execución da Lei de accesibilidade e supresión de barreiras na Comunidade Autónoma de Galicia (DOG núm. 96) – Táboa resumo de dimensións.

Tipo de ascensor: persoas	Carga [kN/m <sup>3</sup> ]	Accesibilidade	Ancho da cabina [cm]	Fondo da cabina [cm]	Ancho do recinto [cm] (*)	Fondo do recinto [cm] (*)
4	320	Ordinaria	80	110	145	150
6	450	Ascensor practicable	100	125	165	170
8	630	Ascensor adaptado UNE EN 81-70:2004	110	140	175	180

(\*) Dimensións orientativas que poden variar segundo as marcas, modelos e maior ou menor compacidade.

Os actuais ascensores non precisan de cuarto de máquinas, pois o motor eléctrico altamente eficiente é tan pequeno que cabe dentro do recinto. Só restaría saber se a conformación do edificio permite resolver a preceptiva eliminación do risco de esmagamento durante a posta a proba e o mantemento do ascensor que, de modo ordinario, se consegue coa prolongación do recinto por debaixo da planta de acceso (o foso de 120 cm de profundidade) e cun espazo libre por encima da cabina de 340 cm de altura por encima da cota da última planta.

A normativa europea recolle algunhas excepcións para edificios existentes nos que sexa imposible a creación deses espazos libres ou refuxios.

Para estes casos, o Ministerio de Industria, Turismo e Comercio comenta o punto 2.2. do anexo I da Directiva 96/16/CE sobre ascensores que di que “a imposibilidade absoluta de crear un espazo libre ou refuxio é difícil que se produza algunha vez e, por tanto, débese interpretar tal imposibilidade como materialmente imposible ou, o que é o mesmo, que non haxa que empregar medios desproporcionados para facelo”. En consecuencia, o ministerio aconsella:

## “2. Caso dun edificio existente.

Como norma xeral e sistemática, disporanse os refuxios ou espazos libres que indica o punto 2.2 do anexo I da directiva. Agora ben, se o titular da instalación, unha vez estudadas todas as posibilidades para cumprir o anterior, chegase á conclusión de que non se pode materialmente adoptar esa solución, deberá solicitar do órgano competente da comunidade autónoma que recoñeza previamente tal situación. Se fose así, o instalador deberá proceder a xustificar a medida alternativa que introduza no seu deseño, incluíndoa no expediente técnico de fabricación, da mesma forma ca o resto de requisitos esenciais. Esta medida non debe ser obxecto de aprobación pola comunidade autónoma, senón que corresponde unicamente á responsabilidade do instalador que ha aplicar, se é o caso, se o desexa, unha das solucións que poida recoller a norma harmonizada”.

A Consellería de Innovación e Industria (Xunta de Galicia) fai seu o comentario do ministerio e establece que “entendemos que a excepción da disposición de oco refuxio, feita no terceiro parágrafo do apartado 2.2 do anexo I, se deberá aplicar aos casos en que se declaran expresamente como excepcionais. Así mesmo, para realizar esta declaración non se deberían considerar como casos excepcionais o dos edificios novos, ou aquel no que fose razoablemente posible prever os refuxios ordinarios”.

### **EXEMPLOS DE EXCEPCIONALIDADE**

Como exemplo de excepcionalidade para reducir drasticamente a profundidade do foso, poderíanse incluír casos nos que:

- O foso coincide sobre a rampla do garaxe subterráneo e a súa execución impediría ou dificultaría gravemente a súa utilización.
- O edificio ten cimentación por lousa armada sobre terreo de baixa resistencia, con presenza de nivel freático, e a execución do foso obrigaría a perforar a lousa, que ademais de ser unha actuación desproporcionada poría en risco a protección contra a auga.

Outro exemplo de excepcionalidade para reducir de 360 a 310 cm a altura do refuxio superior podería ser que:

- O edificio está catalogado e o recinto regulamentado sobresaíría por encima do plano da cuberta, o que contravén as ordenanzas.
- O refuxio superior afecta gravemente a unha vivenda; por exemplo, imposibilitando o seu acceso.

En todo caso, a excepcionalidade deberá ser sancionada con carácter previo pola comunidade autónoma.

### **MELLORA LOGRADA**

- A inclusión dun ascensor nun edificio antigo eleva o seu valor de mercado, ao dotalo dun servizo que resulta totalmente necesario, á vez que se cumpre coa actual normativa europea de accesibilidade universal.
- Os detrimentos que haxa que efectuar nas superficies útiles de portais, descansos, locais comerciais e mesmo vivendas sempre se compensarán pola funcionalidade e pola accesibilidade lograda.
- Lógrase un novo acceso e unha maior funcionalidade no edificio.

### **FICHAS RELACIONADAS**

RE 2.2. Abrir un oco nun muro de cachotería visto cun pasamuro de COR-TEN.

RI 5.6. Ascensores de alta eficiencia.





# REHABILITACIÓN ESTRUTURAL

## RE 2.1.

# Rehabilitación de muros de cachotería

Abrir un oco de paso con lintel metálico nun muro de cachotería revestido

CTE - DB SE-AE: Accións na edificación

CTE - DB SE-A: Seguridade estrutural - aceiro

CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

### ÁMBITO



Muros tradicionais de cachotería de máis de 60 cm de espesor, composto por dúas follas concertadas con pezas irregulares de xisto ou outro tipo de pedra, tomadas con barro ou un morteiro pobre e un recheo incoherente no núcleo central. O oco que se pretende realizar no muro non excede os dous metros de anchura. O muro quedará revestido ou extradorsado unha vez executado o oco.

### MELLORA BUSCADA

Crear un novo acceso desde o exterior, ou a comunicación entre dous espazos interiores, para dotar o edificio de maior seguridade e accesibilidade.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA



Por encima da liña do lintel do oco, realízase por unha das caras do muro unha caixa que exceda 20 cm o plano das xambas, coa profundidade e altura precisas. A continuación, aséntase un dos cargadoiros de aceiro laminado dimensionado segundo cálculo (p. ex.: IPE-180). A continuación, acúñase con tacos de pedra e retácase con formigón en masa ata completar a caixa aberta e déixase que fragüe. Terminada esta operación, procédese a realizar outro tanto na cara oposta. Asentados e fraguados ambos os cargadoiros, pódese proceder a desmontar a cachotería do oco, facendo un corte previo cunha serra de disco na liña das xambas.

Para completar o traballo soldaranse presillas nas ás inferiores dos cargadoiros metálicos para afianzalos.

Espesor muro: E Luz do oco (m)	Peso específico da fábrica [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso do arco de descarga (E/2) kN	Momento flector máximo [m kN]	Módulo resistente mínimo: W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ]	Perfil do cargadoiro que se ha insertar en cada lado(*)
1,00	28,0	3,64	0,91	0,45	IPE -80
1,40	28,0	5,04	1,76	0,96	IPE -80
1,80	28,0	6,44	2,89	1,57	IPE -80
2,00	28,0	7,28	3,64	1,98	IPE -100

(\*) Só o peso propio da fábrica, sen outras cargas puntuais ou continuas.

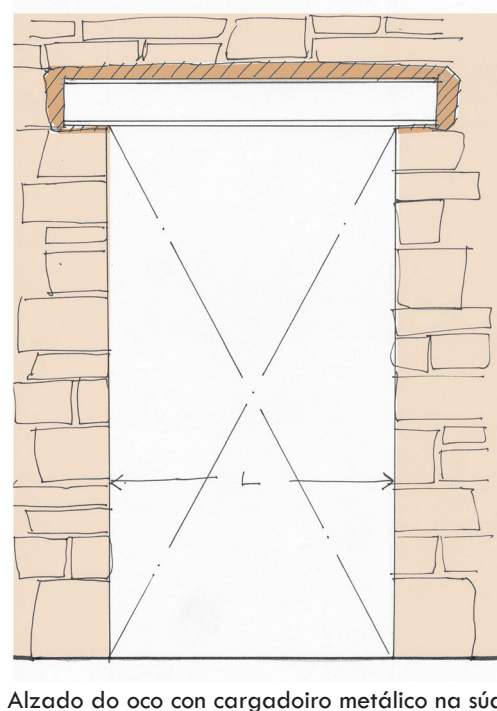
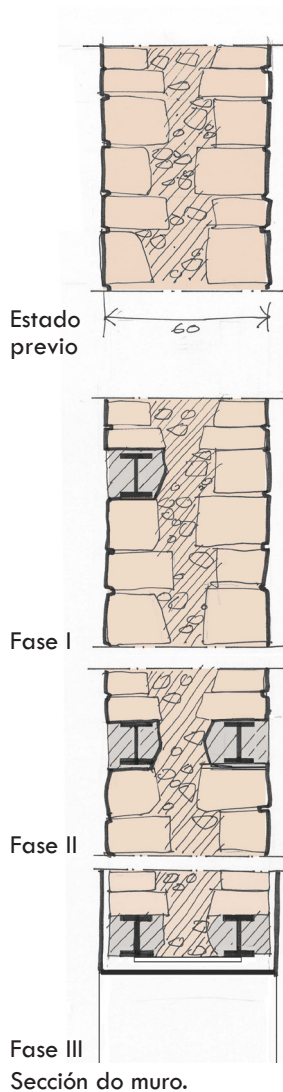
**MELLORA LOGRADA**

- O peso do arco de descarga da fábrica que se crea por encima do oco transfírese a través dos dous cargadoiros ás xambas.
- As cargas que viña soportando o muro son redistribuídas por este.
- Lógrase un novo acceso e unha maior funcionalidade no edificio.

**FICHAS RELACIONADAS**

RE 2.2. Abrir un oco nun muro de cachotería visto cun pasamuro de COR-TEN.

RE 2.4. Consolidar un muro de cachotería de pedra ou ladrillo.



Abrir un oco nun muro de cachotería visto con pasamuro de COR-TEN

CTE - DB SE-AE: Accións na edificación

CTE - DB SE-A: Seguridade estrutural - aceiro

CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

### ÁMBITO

Muros tradicionais de cachotería de máis de 60 cm de espesor, composto por dúas follas concertadas con pezas irregulares de xisto ou outro tipo de pedra, tomadas con barro ou un morteiro pobre e un recheo incoherente no núcleo central. O oco que se pretende realizar no muro non excede os dous metros de anchura. O muro quedará visto unha vez executado o oco e rematarase o oco cun pasamuros de aceiro COR-TEN.

### MELLORA BUSCADA

Crear un novo acceso desde o exterior, ou a comunicación entre dous espazos interiores, para dotar o edificio de maior seguridade e accesibilidade.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Por encima da liña do lintel do oco, desmóntase a fábrica de cachotería por ambas as dúas caras ata que se cree o arco de descarga, de tal forma que a súa corda exceda 20 cm o plano das xambas. A continuación, desmóntase de arriba cara a abaixo o resto da fábrica e déixase un oco cuxa amplitude sexa polo menos 20 cm maior ca o ancho do oco desexado. Prepárase o limiar do pasamuros rasanteándoo a 10 mm por debaixo do nivel do pavimento terminado.

Seguidamente, preséntase e aséntase o pasamuros metálico, realizado con chapa de aceiro COR-TEN de 10 mm de espesor, coas dimensións de anchura, altura e profundidade requiridas. A continuación, retácase a fábrica con pezas da cachotería desmontada, de forma que siga o aparello inicial ata completar o espazo entre o muro e o extradorso do pasamuros. O prego vertical do lintel do pasamuros asegura a indeformabilidade tras entrar en carga. Para completar a operación, rexúntase a fábrica nova cun morteiro similar ao do resto do muro.

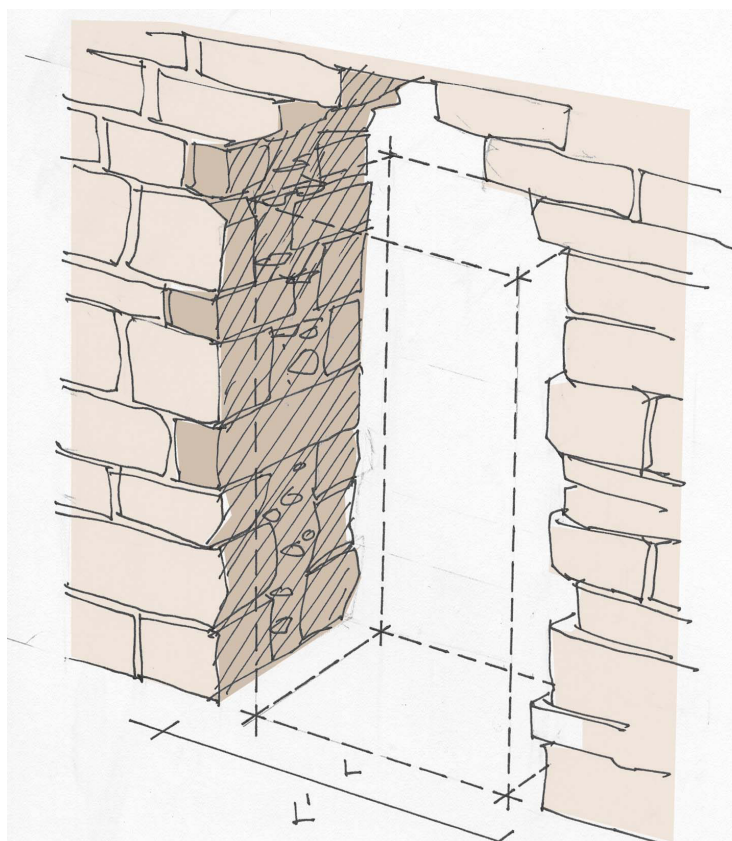
### MELLORA LOGRADA

- O peso do pano situado por debaixo do arco de descarga da fábrica que se crea por encima do oco transfírese a través do lintel ás xambas e desta ao limiar.
- O oco aberto no muro queda cicatrizado cun elemento actual que deixa ler a novidade da intervención e que é fácil de retirar.
- Lógrase un novo acceso e unha maior funcionalidade no edificio.

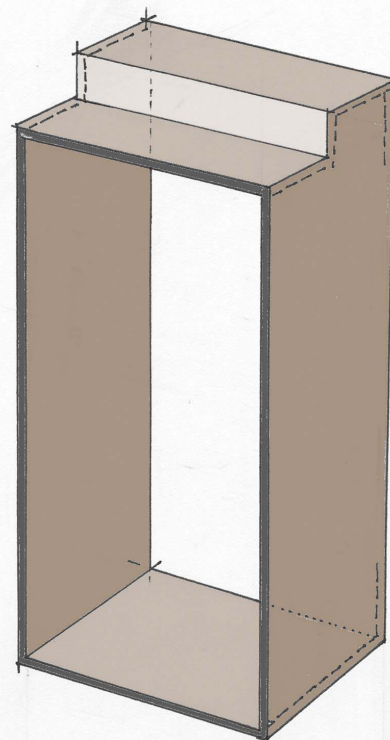
### FICHAS RELACIONADAS

RE 2.2. Abrir un oco nun muro de cachotería visto cun pasamuro de COR-TEN.

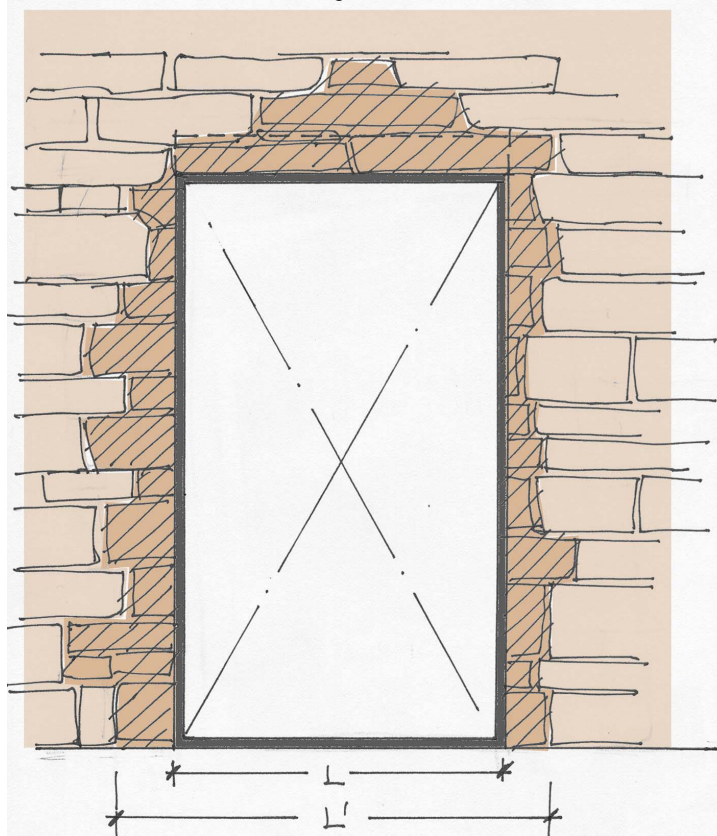
RE 2.4. Consolidar un muro de cachotería de pedra ou ladrillo.



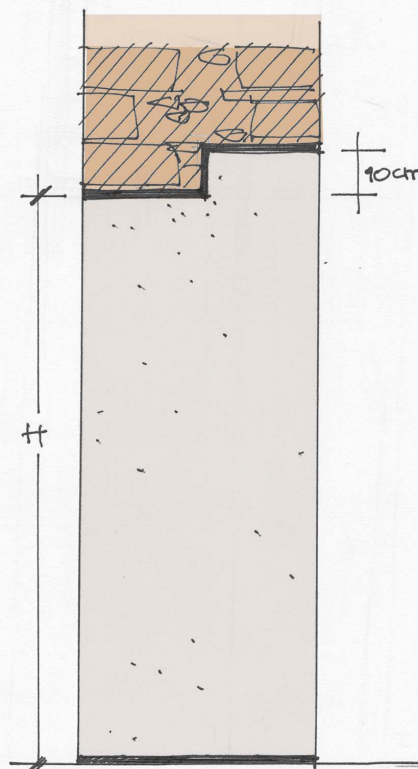
Fase inicial: desmontar a fábrica para formar un oco de maiores dimensións co seu arco de descarga.



Pasamuros: chapa de aceiro COR-TEN 10 mm.



Fase final: colócase o pasamuros metálico e complétase a fábrica en xambas e lintel.



## RE 2.3.

# Rehabilitación de muros de cachotería

Abrir un oco de paso con recercado de cantería nun muro de cachotería

CTE - DB SE-AE: Accións na edificación

CTE - DB SE-A: Seguridade estrutural - aceiro

CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

### ÁMBITO



Muros tradicionais de cachotería de máis de 60 cm de espesor, composto por dúas follas concertadas con pezas irregulares de xisto ou outro tipo de pedra, tomadas con barro ou cun morteiro pobre e un recheo incoherente no núcleo central. O oco que se pretende realizar no muro ten unha anchura inferior a 180 cm. O oco quedará rematado cun recercado de cantería, composto por xambas e lintel, cunha fronte F duns 30 cm e un rebaixe R que permita encaixar unha porta se fose preciso, e o muro pode quedar coa súa cachotería vista ou revestida.

### MELLORA BUSCADA

Crear un novo acceso desde o exterior, ou a comunicación entre dous espazos interiores, para dotar o edificio de maior seguridade e accesibilidade.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA



Por encima da liña do lintel do oco, desmóntase a fábrica de cachotería por ambas as dúas caras ata que se cree o arco de descarga, de tal forma que a súa corda exceda 20 cm a parte de atrás do recercado. A continuación, desmóntase de arriba cara a abaixo o resto da fábrica e déixase un oco cuxa amplitude sexa polo menos 50 cm maior ca o ancho do oco desexado. Seguidamente, preséntanse e aséntanse as pezas xa labradas das xambas, coas dimensións de anchura, altura e profundidade requiridas. A continuación, preséntanse e aséntanse as pezas de lintel, axustando con pequenas cuñas a correcta colocación. Finalizada esta delicada operación, retácase a fábrica inicial con pezas da cachotería desmontada, de forma que siga o aparello inicial, ata completar o espazo entre o muro e o extradorso do recercado.

### MELLORA LOGRADA

- O peso do pano situado por debaixo do arco de descarga da fábrica que se crea por encima do oco transfírese a través dos dous cargadoiros ás xambas.
- As cargas que viña soportando o muro son redistribuídas por este.
- Lógrase un novo acceso e maior funcionalidade no edificio.



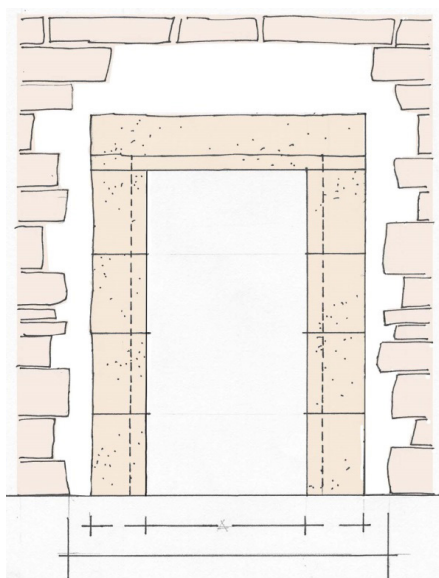
Sólido capaz	Ancho [cm]	Fondo [cm]	Alto [cm]
Oco final	$A < 180$	$>60$	H
Recercado de cantería	$30 + A + 30$	$>60$	$H + 30$
Oco que se ha realizar	$50 + A + 50$	$>60$	$H + 50$



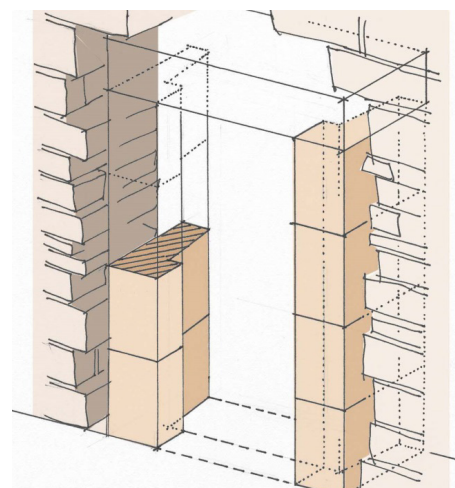
### FICHAS RELACIONADAS

RE 2.2. Abrir un oco nun muro de cachotería visto cun pasamuro de COR-TEN.

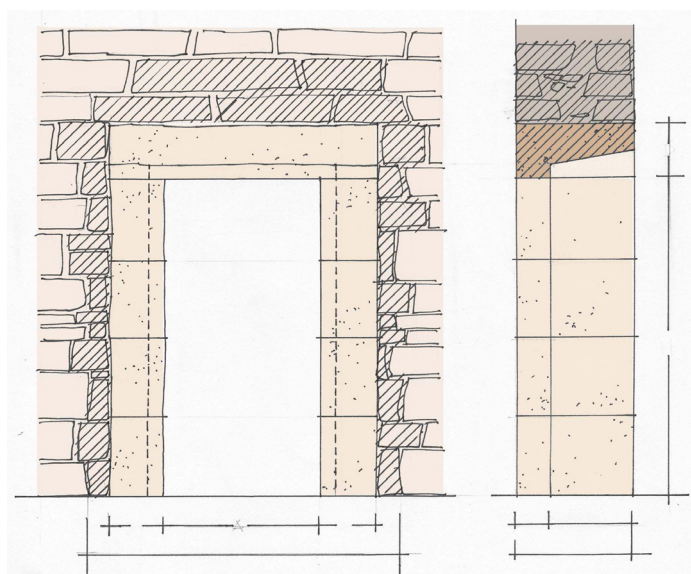
RE 2.4. Consolidar un muro de cachotería de pedra ou ladrillo.



Alzado do oco: traza do oco e da caixa.



Sección do muro.



Alzado do oco con recercado de cantería.

Sección vertical do oco.

Consolidar un muro de cachotería de pedra ou ladrillo

CTE - DB SE-AE: Accións na edificación

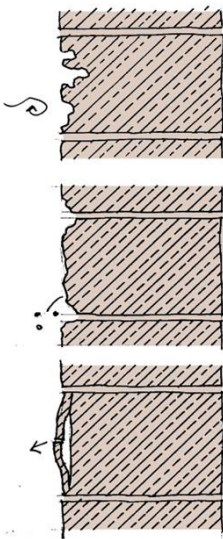
CTE - DB SE-A: Seguridade estrutural - aceiro

CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

### ÁMBITO

Muros tradicionais de cachotería que presentan problemas por envellecemento estrutural, principalmente por desagregación dos seus morteiros, por areización dos seus elementos, por deformacións en forma de empenamentos, ou pequenas fendas, habitualmente nas xuntas.

Os muros poden ser de pedra de máis de 60 cm de espesor, compostos por dúas follas concertadas con pezas irregulares de xisto ou outro tipo de pedra, tomadas con barro ou un morteiro pobre e un recheo incoherente no núcleo central. Ou ben de ladrillo de máis dun pé de espesor, coa súa fábrica trabada en todo o seu espesor, ou ben de dúas follas enlazadas puntualmente en forma dun muro capuchino. As pezas de cerámica cocida teñen unha resistencia á compresión maior de  $1 \text{ kp/mm}^2$ .



Deterioración de materiais porosos (pétreos ou cerámicos)	
Meteorización	Conxunto dos procesos físicoquímicos e biolóxicos que levan á desagregación mecánica e á descomposición química –a longo prazo– de materiais porosos expostos á intemperie.
Alveolización	Erosión en forma alveolar de rocas graúdas e porosas (tobas, pedra de gran etc.)
Arenización	Meteorización caracterizada pola perda “gran a gran” ou desagregación dunha roca, ladrillo ou morteiro.
Descamación	Levantamento e separación de escamas paralelas á superficie dunha roca ou dun ladrillo, por cambios de temperatura, humidade, acción do xeo, depósito de sales etc.
Desplacación	Exfoliación e separación de placas de varios milímetros de espesor na superficie exposta dunha roca ou dun ladrillo.

### MELLORA BUSCADA

Volver darlle ao muro tradicional a cohesión interna desexada, eliminar aquelas partes desprendidas por areización dos seus elementos ou do morteiro, por desprazamentos do exterior etc., así como reintegrar as pezas danadas e rexuntar as súas chagas, ben para quedar visto ou para consolidar a súa superficie como soporte do revestimento.





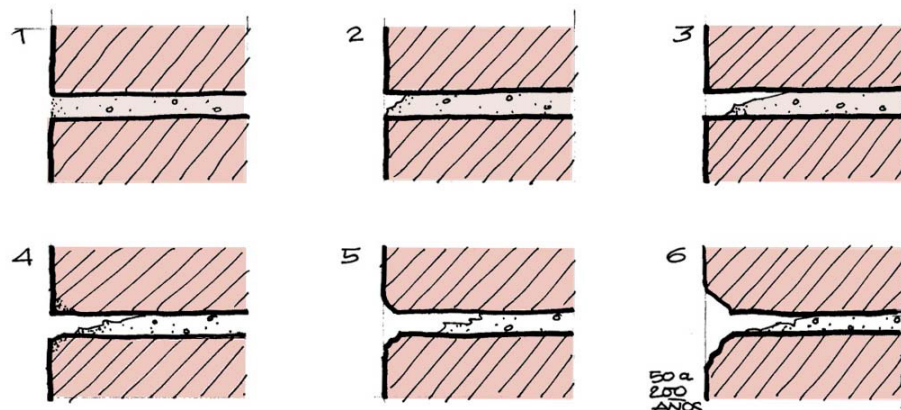
Sección dun muro de cachotería ordinaria de pedra con dúas follas careadas cun núcleo incoherente de barro e cascallo.

## SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

En primeiro lugar, débese realizar a consolidación estrutural recuperando a verticalidade dos paramentos interior e exterior do muro. A continuación, elimínanse as partes desprendidas ou desagregadas tanto dos elementos da fábrica coma dos seus morteiros de xunta. Cepíllase suavemente a superficie e lávase procurando non humedecer en exceso a fábrica. Repóñense as pezas necesarias e rexúntase de novo a fábrica. A continuación imprégñase a fábrica con algunha das imprimacións consolidantes existentes no mercado e escóllese aquela que sexa máis acorde en cada caso.

É desaconsellable o emprego de auga a presión na limpeza das fábricas, pois a forza da auga desprende os morteiros de baixa resistencia — pero aínda útiles— e tende a descompor os recheos de ripios e barro do interior de muros de cachotería, co que quedan soltas as follas exteriores. Son moitos os muros de cachotería que, tras un lavado intenso con auga a presión, se empenan pola falta de cohesión interna das súas capas. Nos muros de ladrillo visto, o lavado con auga a presión favorece a introdución dos sales solubles presentes na cara externa cara a posicións interiores máis daniñas. Cando, tras episodios de choiva, estes sales tratan de emigrar cara ao exterior disoltos na auga, volverán aparecer criptoflorescencias ou directamente eflorescencias esbrancuxadas ao exterior, unhas a poucos milímetros de profundidade e outras en superficie, rompendo os poros do material e xerando areización, descamación ou displacación, en función do material, do tamaño dos poros, da presenza de sales solubles etc.

No caso de fábricas antigas de ladrillo visto, recoméndase a utilización de morteiros de cal para o rexuntado que teñen menor resistencia mecánica e impermeabilidade ca os de cemento, pero que pola súa plasticidade absorben mellor as dilatacións e as xeadas sen romper as arestas dos ladrillos. Un rexuntado de morteiro de cal é fácil de retirar sen que se danen os ladrillos, e é unha boa maneira de manter en bo estado os rexuntados.



### **MELLORA LOGRADA**

- O muro recupera a súa verticalidade e xeometría.
- Asegúrase a distribución homoxénea das cargas que viña soportando o muro.
- Lógrase un mellor acabado exterior do muro, ben mantendo sen faltas o seu aspecto orixinario ou ben recubríndoo cun revestimento máis durable, grazas á consolidación do soporte.

### **FICHAS RELACIONADAS**

RE 2.2. Abrir un oco nun muro de cachotería visto cun pasamuro de COR-TEN.

RA 3.12. Limpeza xeral e reparación de defectos superficiais dos revestimentos exteriores.

## RE 2.5.

# Rehabilitación dun forxado de madeira

Substituír a viga ou vigueta dun forxado de madeira

CTE - DB SE-M: Seguridade estrutural - madeira

CTE - DB SI: Seguridade ante incendios - madeira

### ÁMBITO

Forxados unidireccionais de vivendas, provistos de vigas e viguetas de madeira e entrevigado de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6 metros), nos que se substitúe un deses elementos estruturais debido a unha deformación excesiva, a unha inadecuación ou incapacidade portante etc.

### MELLORA BUSCADA

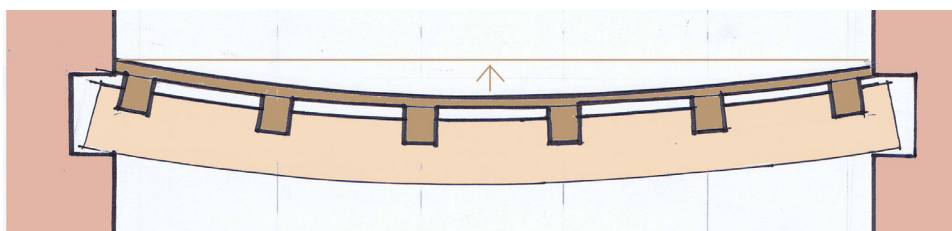
Alcanzar a seguridade estrutural do forxado, incrementar a súa resistencia ao lume e mellorar a súa aparencia formal e xeométrica.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

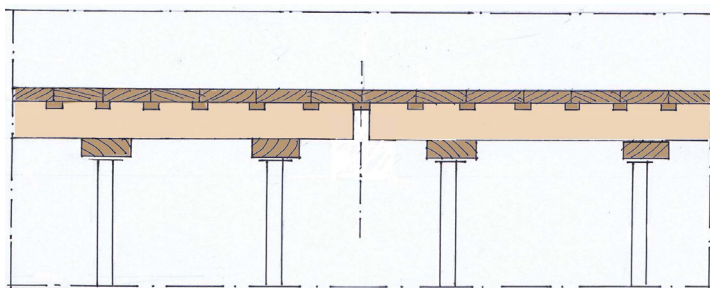
Cando unha viga ou vigueta dun forxado de madeira, situado nun edificio de vivendas de varios propietarios, perdeu a súa capacidade portante por algunha das causas máis comúns (podremia húmida, podremia parda, ataque de xilófagos, diminución de sección por incendio etc.), a solución construtiva máis adecuada é substituír o devandito elemento.

As fases da actuación estrutural son as seguintes:

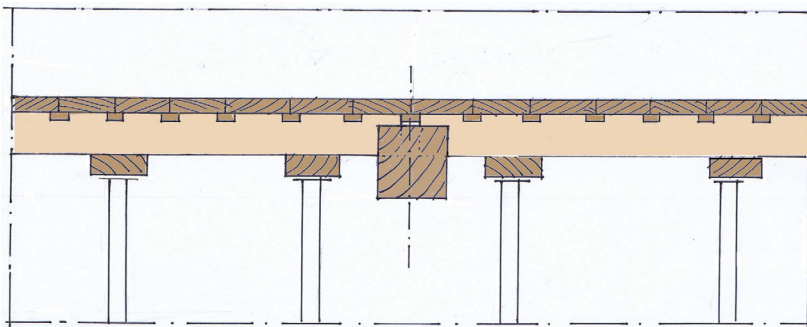
- Tras retirar o ceo raso, de habelo, procédeuse a apear a área de forxado afectado pola viga ou vigueta danada que se vaia substituír. Debe terse en conta a posibilidade de facer un apeo con puntais e dormentes que afecten a máis dunha planta, dependendo do peso da área considerada.



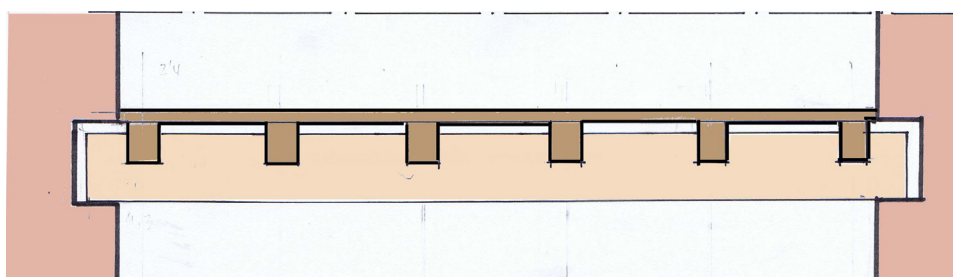
- Antes da retirada do elemento estrutural danado, será preciso desencravar o resto de elementos que descansan nel (viguetas, zoquetes, taboados etc.).



- c) Unha vez retirada a viga ou vigueta, procédese a eliminar a deformación (descenso xeneralizado, frecha excesiva etc.) da zona do forxado afectada.
- d) Convén recordar que a deformación se produciu lentamente ao longo de moito tempo e que a súa eliminación, axudados de gatos hidráulicos, non debe ser instantánea, e que case nunca se consegue que quede totalmente plano.



- e) A continuación, encáixase a nova viga nos barroteiros dos muros ou a nova vigueta en rebaixas das vigas, que virá preparada para soportar o resto dos elementos do forxado existente.



- f) Finalizada a fixación de todos os elementos, procédese a imprimir a viga ou vigueta nova coa preceptiva protección antixilófagos. E se o forxado queda á vista, completárase a actuación con dúas mans de tinguidura e verniz, tipo Lasur.

### MELLORA LOGRADA

- Intervención pola cara inferior do forxado, con algunha repercusión noutras vivendas.
- Solución sustentable ao non desmontar o forxado existente e reducir a produción de residuos da construción.
- Aumenta a rixidez e a capacidade portante dos elementos estruturais do forxado.
- Auméntase a vida útil en servizo do forxado ao impregnar a madeira con protección preventiva fronte aos axentes bióticos.

### FICHAS RELACIONADAS

- RE 2.6. Reparar a cabeza dunha viga ou vigueta dun forxado de madeira.
- RE 2.7. Reforzar viga ou vigueta dun forxado de madeira.
- RE 2.9. Renovar estrutura de faldróns de madeira.
- RA 3.1. Mellora acústica de pisos con forxados de madeira a ruído aéreo e de impacto.

Reparar a cabeza dunha viga ou vigueta dun forxado de madeira

CTE - DB SE-M: Seguridade estrutural - madeira

CTE - DB SI: Seguridade ante incendios - madeira

### ÁMBITO

Forxados unidireccionais de vivendas, provistos de vigas e viguetas de madeira e entrevigado de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6,00 metros) que se reparan debido á diminución da sección resistente da escuadría na cabeza debido á podremia por humidade, ataques de xilófagos etc.

### MELLORA BUSCADA

Alcanzar a seguridade estrutural do forxado, ao recuperar a resistencia da cabeza danada do elemento estrutural cun reforzo ou por reintegración.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

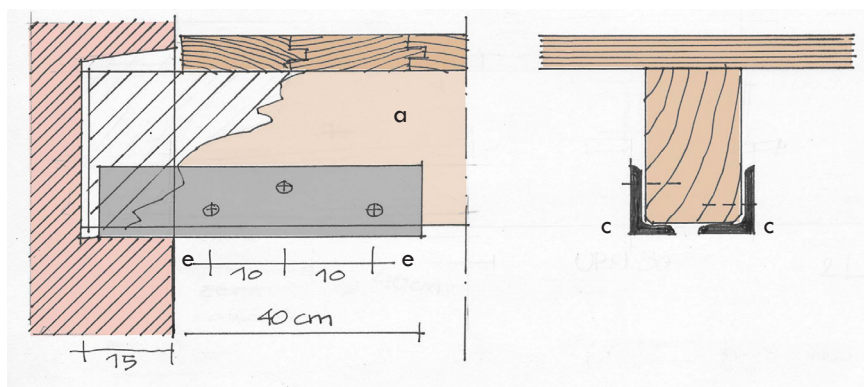
Cando se precisa reparar a cabeza dunha viga ou vigueta dun forxado nun edificio de vivendas de varios propietarios, a solución construtiva máis sinxela é unha actuación pola cara inferior do forxado, colocando un reforzo metálico, consistente en:

- Estear o elemento estrutural da viga ou vigueta que se vaia reparar.
- Ampliar a ambos os dous lados a caixa de apoio na fábrica.
- Preparar uns angulares metálicos L 60.40, cunha lonxitude tal que exceda polo menos 40 cm a parte da cabeza que se vaia reparar, provistos de furados dispostos en triángulo, distanciados uns 10 cm e protexidos con pintura antioxidante.
- A continuación, encáixanse e cálzanse os dous "L" a ambos os dous lados da parte inferior da viga ou vigueta, de forma que teñan unha entrega de polo menos 15 cm no apoio da fábrica.
- Finalmente, apértanse os parafusos na parte sa do elemento estrutural.
- Unha vez rematado o reforzo, pódense retirar os esteos para que entre en servizo a viga ou vigueta.

Outra posible solución, cando se precisa manter o aspecto inferior da viga ou cando non se pode actuar desde o piso inferior, consiste en restituír



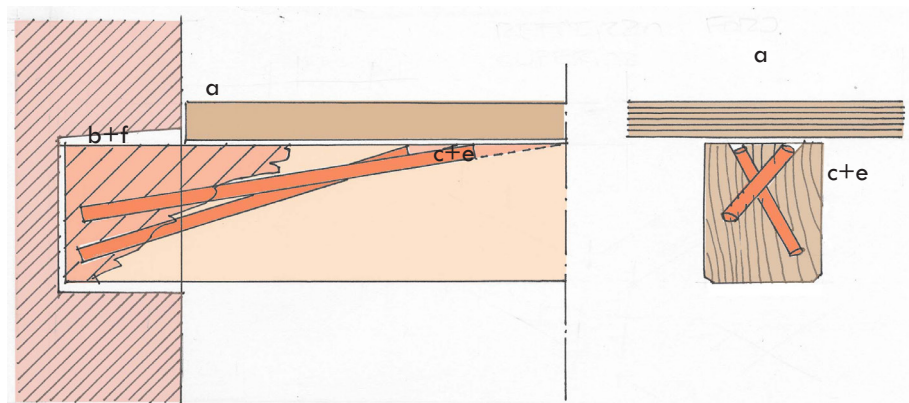
Reparación da cabeza dunha viga ou vigueta con angulares de aceiro.



Reparación dunha cabeza de vigueta con angulares de aceiro.

a cabeza cun aglomerado de resina e serraduras de madeira, ao que previamente se lle incluíu unha prótese con dous ou máis tendóns, en función da carga que teña que resistir, consistente en:

- Retirar o pavimento ata deixar vista a cara superior das vigas e/ou viguetas que haxa que reparar.
- Eliminar a parte da cabeza que está deteriorada, ata deixar a madeira sa.
- Preparar uns tendóns de resina de poliéster reforzados con fibra de vidro ou ben uns redondos de aceiro inoxidable, do diámetro e lonxitude adecuados.
- A continuación, cun trade mecánico, fanse unhas perforacións desde a zona sa da viga, de forma que se crucen adecuadamente cara á zona de apoio.
- Unha vez limpos os furados, échense con resina fluída e introdúcense os tendóns de forma que se solapen sobre a zona de apoio e non asomen pola cara superior da viga.
- A continuación, prepárase un sinxelo molde lateral a ambos os dous lados da cabeza e vértese unha masa homoxeneizada de resina fluída con serraduras de madeira, ata restituír a xeometría orixinal da viga.



Reparación dunha cabeza de vigueta con tendóns de resina+fiberglass ou de aceiro inox.

### MELLORA LOGRADA

- Intervención pola cara superior do forxado, cunha mínima repercusión noutras vivendas.
- Solución sustentable ao non desmontar o forxado existente e reducir a produción de residuos da construción.
- Aumenta a rixidez e a capacidade portante dos elementos estruturais do forxado.

### FICHAS RELACIONADAS

RE 2.5. Substituír a viga ou vigueta dun forxado de madeira.

RE 2.7. Reforzar a viga ou vigueta dun forxado de madeira.

RE 2.8. Renovar un forxado de madeira.

## RE 2.7.

# Rehabilitación dun forxado de madeira

Reforzar a viga ou vigueta dun forxado de madeira

CTE - DB SE-M: Seguridade estrutural - madeira

CTE - DB SI: Seguridade ante incendios - madeira

### ÁMBITO

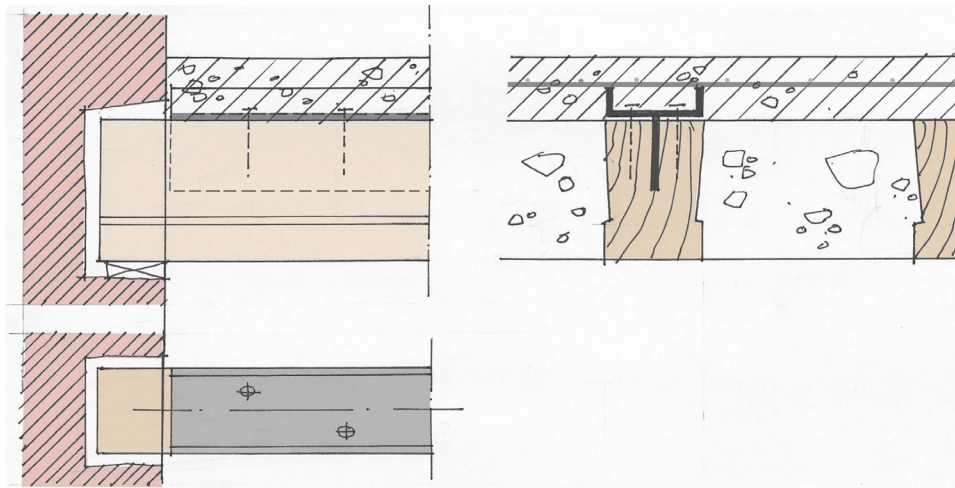
Forxados unidireccionais de vivendas, provistos de vigas e viguetas de madeira e entrevigado de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6,00 metros) que se reforan debido a unha deformación excesiva, inadecuación ou incapacidade portante etc.

### MELLORA BUSCADA

Alcanzar a seguridade estrutural do forxado, incrementar a súa resistencia ao lume e mellorar a súa aparencia formal e xeométrica.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Cando se precisa reforzar un forxado nun edificio de vivendas de varios propietarios, a solución construtiva máis adecuada é pensar nunha actuación pola cara superior do forxado para conseguir un reforzo metálico dos elementos estruturais de madeira, consistente en:



- Retirar totalmente o pavimento na zona que se vaia reforzar ata deixar vista a cara superior das vigas e/ou viguetas.
- Cunha serra mecánica realízase unha canle de profundidade non superior á metade do canto da viga/vigueta.
- A continuación, encáixase e parafúsase o reforzo con forma de T, de chapa de aceiro encartada en "U" e cunha quilla de platina soldada no seu eixe. Os parafusos disporanse en triángulo coa lonxitude e número adecuados a cada caso.
- En viguetas flectadas, procederase a aparafusar o reforzo metálico empezando sucesivamente desde cada apoio cara ao centro, co obxecto de tratar de reducir a súa deformación.

- e) Finalizada a fixación de todos os reforzos, procédese a estender a malla de reforzo previo e a verter a capa de compresión de formigón.
- f) Unha vez fraguada e seca a capa de compresión, procédese a colocar o pavimento.

#### **MELLORA LOGRADA**

- Intervención pola cara superior do forxado, coa mínima repercusión noutras vivendas.
- Solución sustentable ao non desmontar o forxado existente e reducir a produción de residuos da construción.
- Aumenta a rixidez e a capacidade portante dos elementos estruturais do forxado.
- Auméntase a vida útil en servizo do forxado ao impregnar a madeira con protección preventiva fronte aos axentes bióticos.
- Pódese lograr unha significativa redución da frecha das viguetas deformadas.

#### **FICHAS RELACIONADAS**

RE 2.5. Substituír a viga ou vigueta dun forxado de madeira.

RE 2.6. Reparar a cabeza dunha viga ou vigueta dun forxado de madeira.

RE 2.8. Renovar un forxado de madeira.



## Renovar un forxado de madeira

CTE - DB SE-M: Seguridade estrutural - madeira

CTE - DB SI: Seguridade ante incendios - madeira

**ÁMBITO**

Forxados unidireccionais de vivendas provistos de viguetas de madeira e entrevigado de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6,00 metros) que se substitúen por un novo forxado, debido a unha deformación excesiva, inadecuación ou incapacidade portante etc.

**MELLORA BUSCADA**

Alcanzar a seguridade estrutural do forxado, incrementar a súa resistencia ao lume, mellorar a súa aparencia formal e xeométrica.

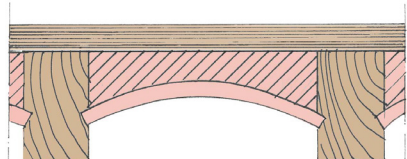
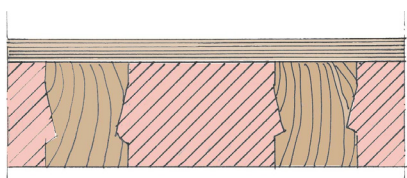
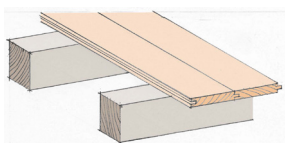
**SOLUCIÓN CONSTRUTIVA**

Substitución do forxado existente por outro de similares características, mediante algún dos seguintes sistemas construtivos:

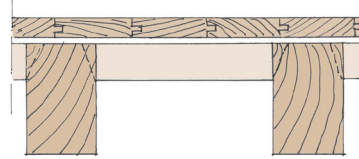
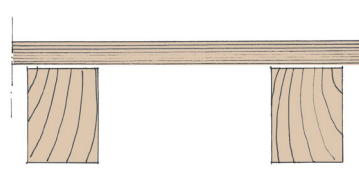
- Forxado de viguetas de madeira serrada, con entrevigado de recheo.
- Forxado de viguetas de madeira serrada, con entrevigado de bovedilla.
- Forxado de viguetas de madeira serrada, con entrevigado de taboleiro.
- Forxado de viguetas de madeira laminada encolada MLE, con entrevigado de taboleiro.
- Forxado de placas alveolares de madeira.
- Forxado de paneis contralaminados TCL de madeira maciza.

**MELLORA LOGRADA**

- Desaparecen as deformacións: frechas, inclinacións.
- Recupérase a aparencia do forxado de madeira.
- Auméntase a vida útil en servizo do forxado ao impregnar a madeira con protección preventiva fronte aos axentes bióticos.
- Menor custo enerxético no proceso de edificación e durante a vida útil do edificio.




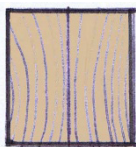
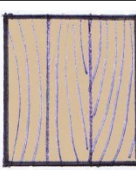
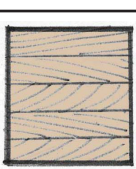
Forxados con entrevigados de recheo e de bovedilla.



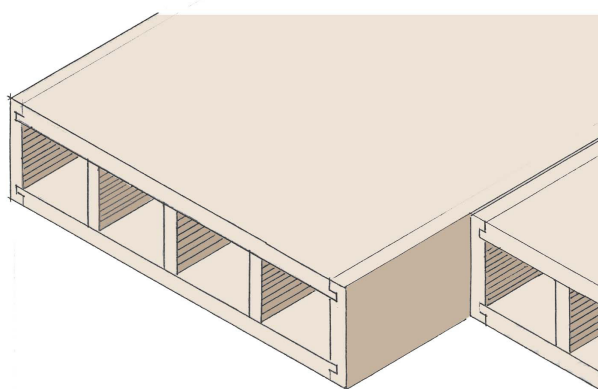
Forxados con entrevigados de taboado e zoquetes, e taboado.

## Escuadrías de vigas e viguetas de madeira



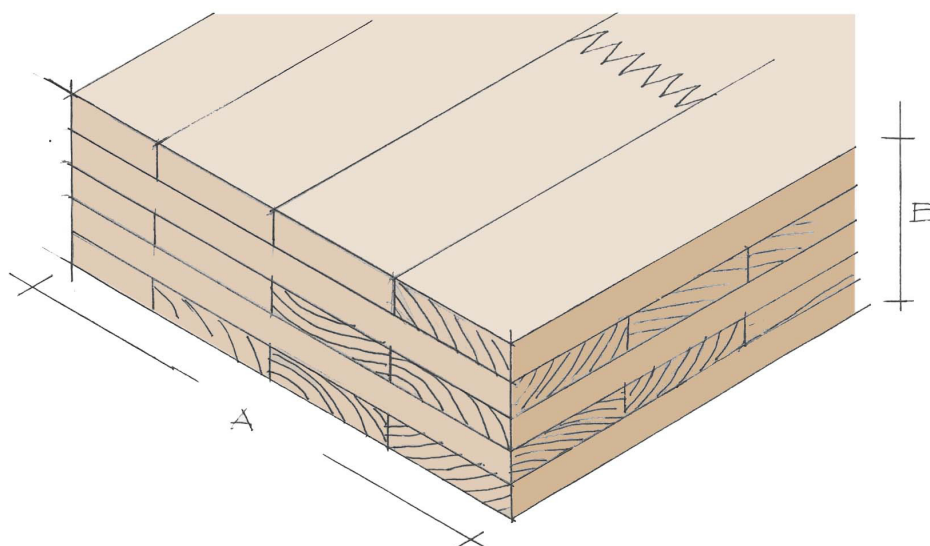
	Tipo	Madeira	Ancho [cm]	Canto [cm]	Longo [m]
	Maciza serrada	Abeto Piñeiro vermello	Máx. 35 Máx. 20	Máx. 35 Máx. 20	15,0 7,0
	Maciza dúo	Abeto Piñeiro vermello	9,0 9,0 9,0 11,5 11,5	16,5 19,0 21,5 21,5 24,0	12,0 12,0 12,0 12,0 12,0
	Maciza trío	Abeto Piñeiro vermello	13,5 13,5 13,5 13,5 13,5 18,0 20,0	13,5 16,5 19,0 21,5 24,0 18,0 20,0	12,0 12,0 12,0 12,0 12,0 12,0 12,0
	Madeira laminada encolada	Abeto Piñeiro vermello	9,0 / 11,5 / 14,0 /	22,5 27,0 31,5 36,0 40,5 45,0	12,0

Tipo PAM	Madeira	Ancho [cm]	Canto [cm]	Longo [m]
Placas alveolares de madeira		51,4 / 100,0 /	12,0 32,0	16,0





Tipo TCL	Madeira	Ancho [cm]	Canto [cm]	Longo [m]
Paneis contralamina- nados macizos		< 300	4,2 /... / 50,0	< 16,0



#### FICHAS RELACIONADAS

RE 2.6. Reparar a cabeza dunha viga ou vigueta dun forxado de madeira.

RE 2.7. Reforzar a viga ou vigueta dun forxado de madeira.

RE 2.9. Renovar a estrutura de faldróns de madeira.

RA 3.1. Mellora acústica de pisos con forxados de madeira a ruído aéreo e de impacto.

## RE 2.9.

# Rehabilitación de faldróns de madeira

Renovar a estrutura de faldróns de madeira

CTE - DB SE-M: Seguridade estrutural - madeira

CTE - DB SI: Seguridade ante incendios - madeira

### AMBITO

Vertentes de cuberta de vivendas, provistas de armazóns sobre dormentes, pontóns, cangos ou terzos, pontes, cumieiras e taboados de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6,00 metros) que se substitúen por unha nova vertente, debido a unha deformación excesiva, inadecuación ou incapacidade portante etc.

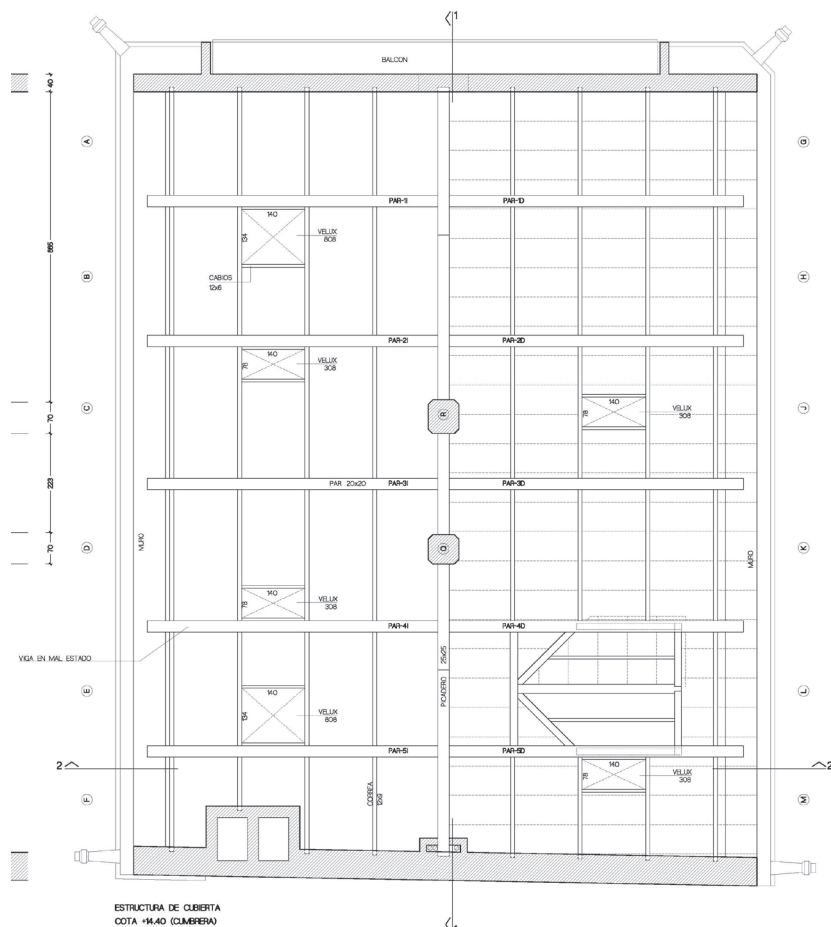


### MELLORA BUSCADA

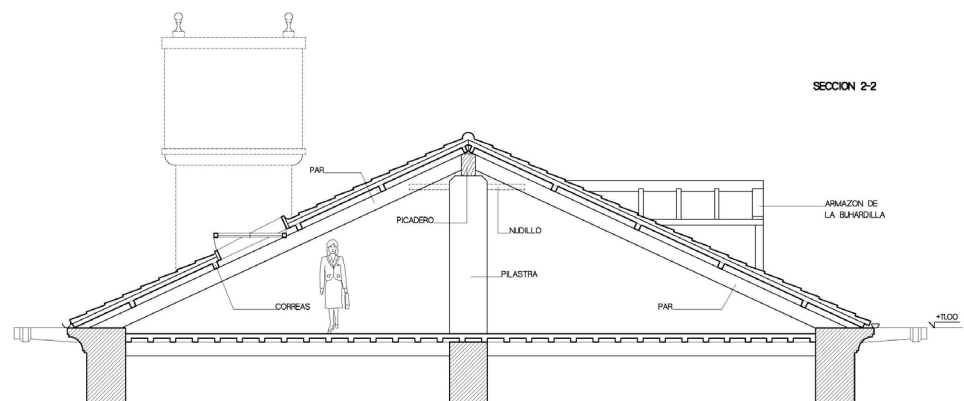
Alcanzar a seguridade estrutural da vertente de cuberta, incrementar a súa resistencia ao lume, mellorar a súa aparencia formal e xeométrica.

### SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

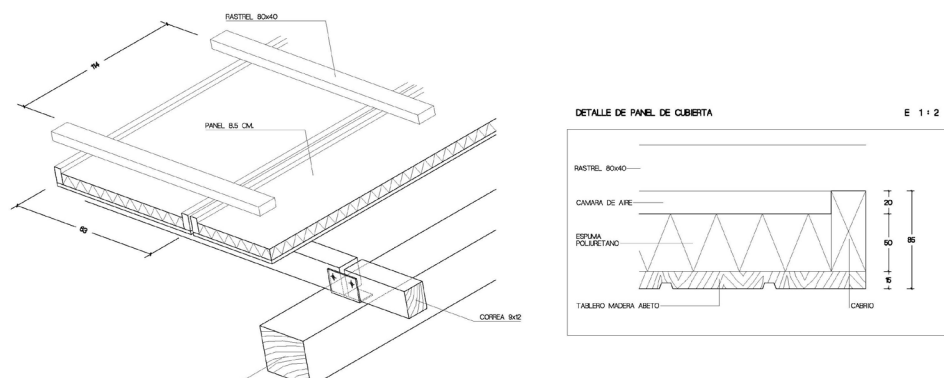
Substitución da vertente de cuberta existente por outra de similares características, mediante a substitución do taboado soporte da tella/lousa por paneis autoportantes con illante e cámara de ventilación.



Planta de cuberta con dúas vertentes resoltas a dúas augas.



Sección de cubierta con dúas vertentes resoltas a dúas augas.



Vertiente de cubierta en que se substitúe o taboado irregular por un panel autoportante con illante térmico e cámara de aire que serve de apoio a pranchas onduladas de fibrocemento para recibir tellas.

### MELLORA LOGRADA

- Desaparecen as deformacións: frechas, inclinacións.
- Recupérase a aparencia do forxado de madeira.
- Auméntase a vida útil en servizo do forxado ao impregnar a madeira con protección preventiva fronte aos axentes bióticos.
- Menor custo enerxético no proceso de edificación e durante a vida útil do edificio.

### FICHAS RELACIONADAS

- RE 2.5. Substituír a viga ou vigueta dun forxado de madeira.
- RE 2.6. Reparar a cabeza dunha viga ou vigueta dun forxado de madeira.
- RE 2.7. Reforzar a viga ou vigueta dun forxado de madeira.
- RE 2.8. Renovar un forxado de madeira.
- RA 3.1. Mellora acústica de pisos con forxados de madeira a ruído aéreo e de impacto.
- RG 4.3.2. Cuberta inclinada, forxado de madeira. Illamento baixo tella ou lousa.



REHABILITACIÓN

AMBIENTAL

ILLAMENTO AO RUÍDO

PROTECCIÓN CONTRA A AUGA

Mellora acústica de pisos con forxados de madeira a ruído aéreo e de impacto

CTE - DB HR: Protección fronte ao ruído abril 2009

CTE - DB SE-M: Seguridade estrutural - madeira

CTE - DB SI: Seguridade en caso de incendio

## ÁMBITO



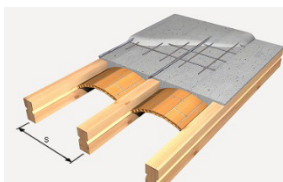
Antigos forxados de madeira estrutural, compostos por pavimento resolto con taboado agargalado de espesor non menor de 20 mm, cravado a pontóns e estes a viguetas ou vigas de madeira, que sirvan de separación entre vivendas ou usuarios distintos e que conformen o soporte dun recinto de actividade e o teito dun recinto habitable protexido.

Recóllense neste suposto os forxados de viguetas de madeira serrada, con entrevigado de recheo que, pola súa constitución e peso, teñen un mellor comportamento a ruído aéreo. Neste caso, lograrase unha mellora acústica suficiente cando se inclúen as medidas correctoras sinaladas a continuación para evitar a transmisión de ruídos de impacto.

## MELLORA BUSCADA

Dotar o forxado de madeira e o seu pavimento dun nivel adecuado de illamento acústico a ruído aéreo e de impacto, de forma que se logre o confort acústico no espazo subxacente.

## SOLUCIÓN CONSTRUTIVA



O problema orixínase cos ruídos aéreos xerados a un lado ou a outro do forxado que se transmiten por resonancia do taboado ou por vibración dos elementos estruturais (pontóns, viguetas ou vigas de madeira), así como polos impactos sobre o forxado considerados producidos por pisadas, taconeos, arrastres, vibracións etc.

- a) Para evitar a transmisión de ruídos de impacto e parte da enerxía sonora dos ruídos aéreos, crearase un pavimento flotante consistente nunha capa antivibratoria sobre o pavimento existente a base de la de roca, caucho aglomerado ou outros materiais elásticos, sobre o que se apoia o novo pavimento flotante. O dito pavimento separarase no seu perímetro no encontro cos paramentos, mediante unha banda elástica do mesmo material.
- b) Para evitar a transmisión de ruídos aéreos débese eliminar a resonancia polo efecto “tambor” que produce o taboado, que é o elemento construtivo máis débil acusticamente. Para iso, desmontarase o ceo raso inferior, se houberse, meterase unha manta de material illante acústico (la mineral etc.) e volverase montar o ceo raso colgado das viguetas con suspensores elásticos.

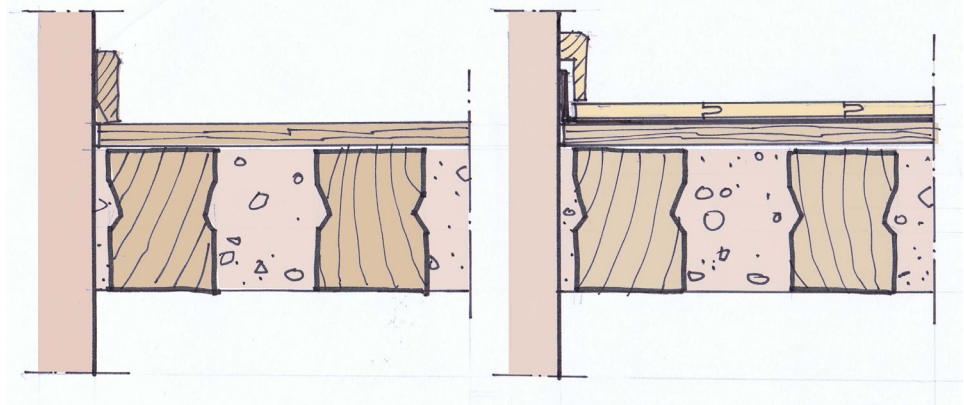


### PRECAUCIÓN BÁSICAS

- O forxado existente debe estar limpo de restos que poidan deteriorar o material illante a ruído de impactos.
- Este cubrirá toda a superficie do forxado, solapándose e selándose nas xuntas lonxitudinais e transversais.
- Se o pavimento flotante estivese formado por unha capa de morteiro, usarase unha capa antivibratoria impermeable.
- Coidarase de eliminar os contactos do pavimento flotante coas particións.

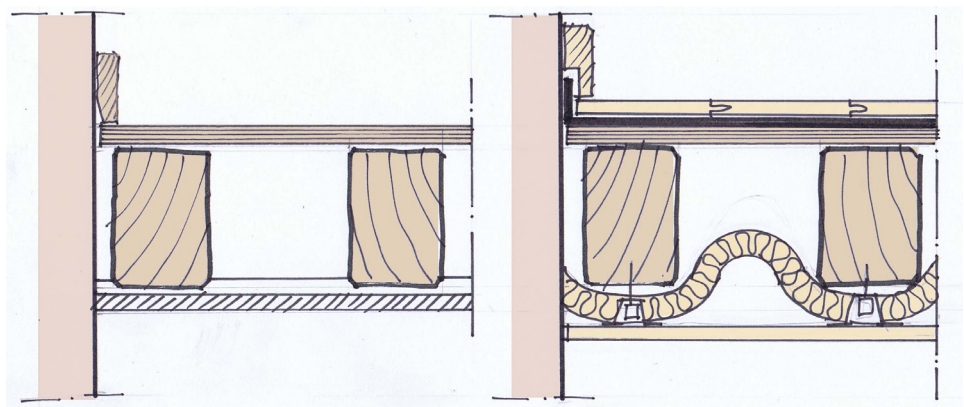
### MELLORA LOGRADA

- O novo pavimento flotante non transmite ruídos de impacto ao espazo inferior, ao estar desolidarizado do resto dos elementos construtivos.
- As pisadas, taconeos, golpes ou vibracións orixinadas sobre o pavimento son amortecidos pola capa elástica intermedia.
- Elimínase o efecto tambor ao intercalar unha manta absorbente acústica dentro da cámara de aire entre viguetas.



Sección de forxado de madeira con entrevigado de recheo.

Mellora con tarima flotante con banda perimetral oculta polo rodapé.



Sección de forxado de madeira serrada con ceo raso inferior.

Mellora con tarima flotante, manta de illante acústico e ceo raso flotante.

**PARÁMETROS ACÚSTICOS ESIXIDOS POR CTE DB HR**

Tabiquerías de entramado autoportante				
Forxado		Chan flotante		Teito suspendido
m [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>A</sub> L <sub>W</sub> [dBA]	Δ L <sub>W</sub> [dB]	Δ R <sub>A</sub> [dBA]	Δ R <sub>A</sub> [dBA]
300	52	16	6	
350	54	14	5	4
400	57	12	4	4
450	58	10	3	3
500	60	8	2	2

**FICHAS RELACIONADAS**

RE 2.8. Renovar un forxado de madeira.

RA 3.2. Mellora acústica de pisos con forxado de formigón a ruído aéreo e de impacto.

Mellora acústica de pisos con forxados de formigón a ruído aéreo e de impacto

CTE - DB HR: Protección fronte ao ruído abril 2009

CTE - DB SE-H: Seguridade estrutural - formigón

CTE - DB SI: Seguridade en caso de incendio

### ÁMBITO

Forxados unidireccionais de formigón, compostos tanto por semiviguetas ou viguetas de formigón armado, como por viguetas de formigón pretensadas e bovedillas de formigón e rematado con capa de compresión de formigón con malla electrosoldada de repartición, que sirvan de separación entre vivendas ou usuarios distintos e que conformen o soporte dun recinto de actividade e o teito dun recinto habitable protexido.

Recóllense neste suposto os forxados resoltos con lousas macizas de formigón armado que, pola súa constitución e peso, teñen un mellor comportamento a ruído aéreo. Neste caso, lograrase unha mellora acústica suficiente se se inclúen as medidas correctoras sinaladas a continuación para evitar a transmisión de ruídos de impacto.

### MELLORA BUSCADA

Dotar o conxunto de forxado de formigón e o seu pavimento dun nivel adecuado de illamento acústico a ruído aéreo e de impacto, de forma que se logre o confort acústico no espazo subxacente.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

O problema orixínase cos ruídos aéreos xerados a un lado ou outro do forxado que se transmiten por vibración dos elementos estruturais (por exemplo, lousa moi esvelta por moi resistente), así como polos impactos producidos por pisadas, taconeos, arrastres, vibracións etc. sobre o forxado considerado.

Para evitar a transmisión de ruídos de impacto e parte da enerxía sonora dos ruídos aéreos, optárase por:

- Colocar sobre a cara superior do chan un material elástico flexible (moqueta, caucho sintético, aglomerado de cortiza e látex, linóleo etc.).
- Crear un pavimento flotante consistente nunha capa antivibratoria, ben retirando o pavimento existente ou manténdoo, a base de la de roca, caucho aglomerado ou outros materiais elásticos, sobre o que se apoia o novo pavimento flotante. Este pavimento separarase no seu perímetro, no encontro cos paramentos, mediante unha banda elástica do mesmo material.

Para aumentar o illamento acústico do forxado pódese crear un falso teito flotante acústico. Para iso desmontarase o ceo raso inferior, se o houbese, inserírase unha manta de material illante acústico (la mineral etc.) e volverase montar o ceo raso colgado das viguetas con suspensores.

**PRECAUCIÓN BÁSICAS**

- O forxado existente debe estar limpo de restos que poidan deteriorar o material illante a ruído de impactos.
- Este cubrirá toda a superficie do forxado, solapándose e selándose nas xuntas lonxitudinais e transversais.
- Se o pavimento flotante estivese formado por unha capa de morteiro, usarase unha capa antivibratoria impermeable.
- Intentaranse eliminar os contactos do pavimento flotante coas particións.

**MELLORA LOGRADA**

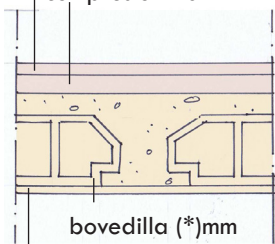
- O novo pavimento flotante, ao estar desolidarizado do resto dos elementos construtivos, non transmite ruídos de impacto ao espazo inferior.
- As pisadas, taconeos, golpes ou vibracións orixinadas sobre o pavimento son amortecidos pola capa elástica intermedia.
- Elimínase o efecto tambor ao intercalar unha manta absorbente acústica dentro da cámara de aire entre viguetas.

**PARÁMETROS ACÚSTICOS ESIXIDOS POLO CTE DB HR**

Tabiquería de fábrica sobre bandas elásticas				
Forxado		Chan flotante		Teito suspendido
m [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>A</sub> [dBA]	Δ L <sub>W</sub> [dB]	Δ R <sub>A</sub> [dBA]	Δ R <sub>A</sub> [dBA]
300	52	16	0 2 4	4 1 0
350	54	15	0	0
400	57	12	0	0
450	58	10	0	0
500	60	10	0	0

Tabiquería de entramado autoportante				
Forxado		Chan flotante		Teito suspendido
m [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>A</sub> [dBA]	Δ L <sub>W</sub> [dB]	Δ R <sub>A</sub> [dBA]	Δ R <sub>A</sub> [dBA]
300	52	16	0 0 2	0 2 0
350	54	14	5	4
400	57	12	4	4
450	58	10	3	3
500	60	8	2	2

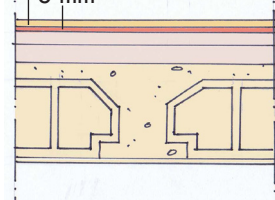
baldosa 20 mm

 morteiro, capa de  
compresión 40 mm


bovedilla (\*)mm

revestimento 15 mm

tarima flotante 20 mm

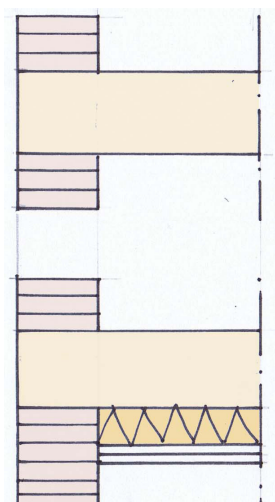
 capa antivibratoria  
3 mm


### MELLORA DE FORXADOS UNIDIRECCIONAIS DE FORMIGÓN ARMADO

Espesor (*) bovedilla	Peso	Illamento ruído aéreo	Nivel ruído de impacto
mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA	(Ln) dBA
110	320	50	85
160	360	52	83
210	410	54	81
250	460	56	79

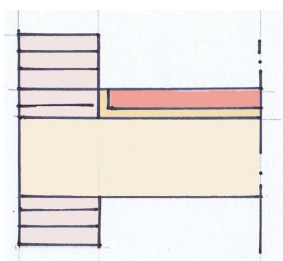
Capa antivibratoria	Espesor	Índice de mellora do nivel de ruído de impacto
	mm	(ΔLn) dBA
Polistireno Expandido Elastificado	15	18
	10	26
La mineral	25	25
	30	28
Feltro téxtil	8	26
	14	28
	23	29

### MELLORA DE FORXADOS CON LOUSA DE FORMIGÓN ARMADO

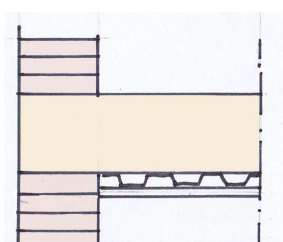


Elemento	Espesor	Masa	Illamento acústico	Nivel ruído de impacto
	mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA	(Ln) dBA
Lousa HA	140	400	48	85

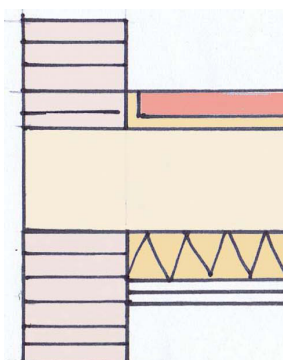
Elemento	Espesor	Masa	Illamento acústico	Nivel ruído de impacto
	mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA	(Ln) dBA
Lousa HA	140	423	64	83
Aglomerado poliuretano	80			
Xeso laminado	10 + 10			



Elemento	Espesor	Masa	Mellora acústica do nivel de ruído de impacto	
			( $\Delta L_w$ ) dB	( $\Delta L_n$ ) dBA
	mm	Kg/m <sup>2</sup>		
Lousa flotante	30	464	31	29,1
Panel la mineral	20			
Lousa HA	140			



Elemento	Espesor	Masa	Mellora acústica do nivel de ruído de impacto	
			( $\Delta L_w$ ) dB	( $\Delta L_n$ ) dBA
	mm	Kg/m <sup>2</sup>		
Lousa HA	140	412	10	9,7
Panel grechado	50			
Xeso laminado	13			



Elemento	Espesor	Masa	Mellora acústica do nivel de ruído de impacto	
			( $\Delta L_w$ ) dB	( $\Delta L_n$ ) dBA
	mm	Kg/m <sup>2</sup>		
Lousa flotante	90	620	35	31
Aglomerado poliuretano	30			
Lousa HA	140			
Aglomerado poliuretano	100			
Xeso laminado	19+19			

### FICHAS RELACIONADAS

RA 3.1. Mellora acústica de pisos con forxado de madeira a ruído aéreo e de impacto.

Mellora acústica a ruído aéreo entre vivendas da mesma planta

CTE - DB HR: Protección fronte ao ruído abril 2009

CTE - DB SE-H: Seguridade estrutural - formigón

CTE - DB SI: Seguridade en caso de incendio

### ÁMBITO

Particións interiores que sirvan de separación entre vivendas ou usuarios distintos ou ben entre recintos habitables de vivendas e outros recintos de actividade ou, finalmente, entre vivendas e recintos de instalacións.

Estas particións poden ser tanto de tabiquerías de fábrica (ladrillo oco, ladrillo perforado, bloques de formigón, bloques de arxila alixeirada etc.) ou ben tabiquerías de armazón autoportante (placas de xeso laminado sobre subestrutura de aceiro galvanizado).

### MELLORA BUSCADA

Dotar as separacións verticais dos recintos habitables das vivendas dun nivel adecuado de illamento acústico a ruído aéreo, de forma que se logre o confort acústico desexado.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

O problema orixínase cando o elemento vertical separador entre recintos habitables de vivendas é insuficiente para illar dos ruídos aéreos xerados en espazos lindeiros, que se transmiten ben por vibración directa do tabique separador ou, indirectamente, a través dos apoios do tabique mediante a vibración dos forxados de chan e teito.

Para evitar a transmisión directa de ruídos aéreos a través do tabique separador:

- A mellor actuación sería illar acusticamente polo recinto onde se xera o ruído (recinto de instalacións). Para iso, deberíase reducir o nivel de ruído incidente, absorbendo parte da súa enerxía, forrando todo o espazo do recinto xerador, con extradorsado de todos os seus tabiques, sobre chan e falso teito flotantes (ver ficha 3.2).
- De non ser posible actuar no recinto de orixe, só quedaría illar o tabique separador. Isto pódese facer realizando polo interior un extradorsado brando á flexión; por exemplo, cun tabique de armazón autoportante apoiado sobre bandas elásticas inserindo na súa cámara unha manta absorbente acústica a base de fibra mineral de espesor suficiente. E, se é posible, tamén se pode facer eliminando a ponte acústica entre o tabique separador e o seu forxado de teito, separándoos e inserindo unha barreira acústica entre ambos (espuma de poliuretano de alta densidade, non inflamable nin propagadora de lapas).

### MELLORA LOGRADA

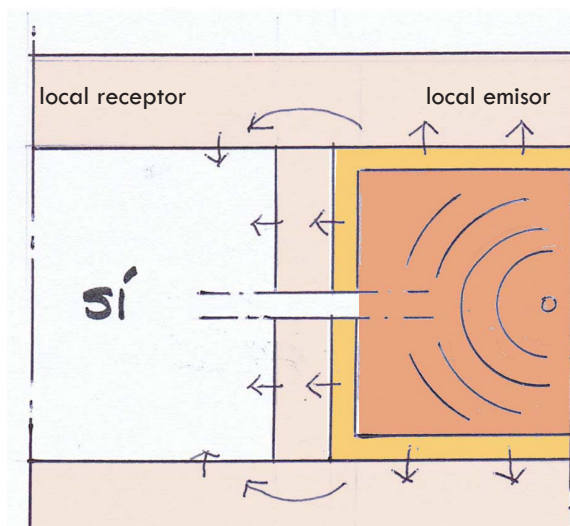
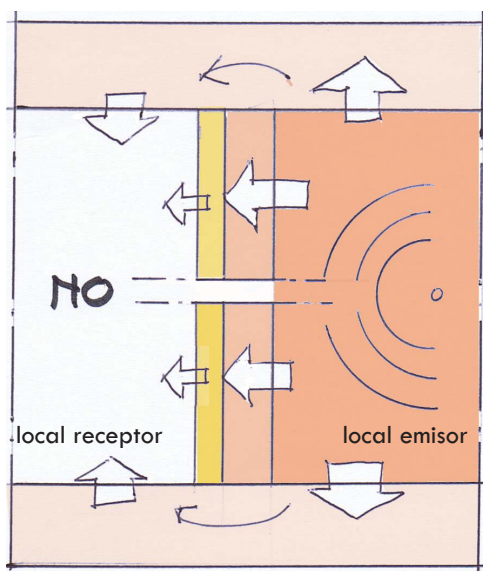
- O novo pavimento flotante, ao estar desolidarizado do resto dos elementos construtivos, non transmite ruídos de impacto ao espazo inferior.
- As pisadas, taconeos, golpes ou vibracións orixinadas sobre o pavimento son amortecidas pola capa elástica intermedia.
- Elimínase o efecto tambor ao intercalar unha manta absorbente acústica dentro da cámara de aire entre viguetas.

### FICHAS RELACIONADAS

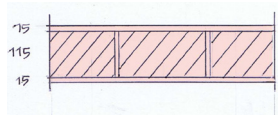
RA 3.2. Mellora acústica de pisos con forxado de formigón a ruído aéreo e de impacto.

### PRECAUCIÓN BÁSICAS

- Reducir o nivel de presión sonora na fonte, ben sexa axustando o propio equipo emisor ou ben con solucións construtivas que illen por masa ou ben con solucións construtivas que reduzan o nivel de presión sonora por absorción.
- Evitar as pontes acústicas que se producen nas arestas de unión dos diferentes elementos de separación: tabique con pavimento, tabique con teito, tabique con outro tabique ortogonal etc.
- Coidarase eliminar os contactos do pavimento e o teito flotante coas particións que non estean sobre bandas elásticas.



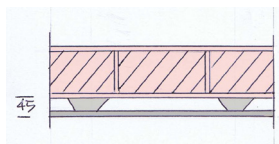
Tabique medio pé LHD: Sen melloras acústicas



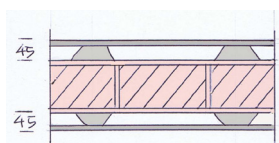
Elemento	Espesor	Masa	Illamento
	mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA *
Enfoscado	15	163	40,5
Medio pé LHD	115		
Enfoscado	15		



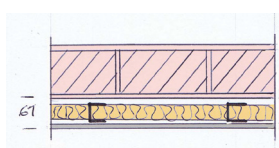
## Diversas melloras acústicas



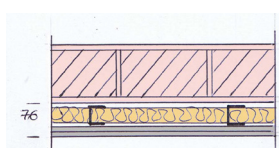
Elemento	Espesor	Masa	Illamento
	mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA *
15 + LHD +15	145	175	42,5
Pelladas	30		
Xeso laminado	15		



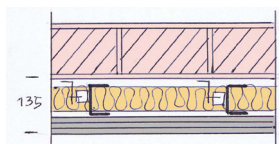
Elemento	Espesor	Masa	Illamento
	mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA *
Xeso laminado	45	187	44,5
15 + LHD +15	145		
Xeso laminado	45		



Elemento	Espesor	Masa	Illamento
	mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA *
15 + LHD +15	145	182	57,6
Montantes galv.	46		
La mineral (15 kg/m <sup>3</sup> )	40		
Xeso laminado	15		



Elemento	Espesor	Masa	Illamento
	mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA *
15 + LHD +15	145	232	61,7
Montantes galv.	46		
La mineral (15 kg/m <sup>3</sup> )	40		
Xeso laminado	15+15		



Elemento	Espesor	Masa	Illamento
	mm	Kg/m <sup>2</sup>	(R) dBA *
15 + LHD +15	145	244	65,5
Montantes galv. + amortiguador	70		
La mineral (15 kg/m <sup>3</sup> )	2 x 40		
Xeso laminado	15+15+15		

(\*) Ensaio de illamento acústico no Instituto Leonardo Torres Quevedo.

Mellora acústica de ventás de madeira e/ou de aliaxes lixeiras

CTE - DB HR: Protección fronte ao ruído abril 2009

CTE - DB SE-M: Seguridade estrutural - madeira

CTE - DB SI: Seguridade en caso de incendio

### ÁMBITO

Antigas xanelas de madeira ou de aliaxes lixeiras que, polo seu deseño ou antigüidade, teñen un baixo nivel de estanquidade ao aire, ou ben polo seu feble acristalamento, ou polos dous motivos, non posúen o suficiente nivel de illamento acústico. Inclúense dentro deste ámbito as ventás de aluminio de gran sinxeleza construtiva, normalmente sen rotura de ponte térmica e con burletes de estanquidade obsoletos ou inexistentes.



### MELLORA BUSCADA

Dotar as xanelas de madeira dun nivel adecuado de illamento acústico a ruído aéreo, de forma que se logre o confort acústico no espazo interior.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

O ruído aéreo exterior penetra no interior das vivendas por difracción (o ruído incide sobre o vidro, este vibra e transmíteo ao interior) e tamén por filtración, a través dos buracos polos que se mete o aire.

- Para evitar a transmisión de ruídos a través do vidro, débese aumentar o espesor do vidro (por exemplo, pasando de 4 mm a 8 mm) ou, se a carpintería de madeira o permite, substituílo por vidro dobre (por exemplo, 4+10+6 mm). Tamén se debe mellorar o asentado do vidro nos rebaixes do bastidor, interpondo calzos e almofadas de neopreno, para que a vibración do vidro non afecte os elementos do bastidor.
- Para evitar a transmisión de ruídos aéreos polos ocos da xanela pódese optar ben por aumentar o número de batentes da folla contra o marco ou ben por incluír burletes de goma indeformables e resistentes aos raios UVA.



### PRECAUCIÓNS BÁSICAS

- Sempre se conseguirá un maior illamento acústico con dobres ventás provistas de vidro sinxelo ca unha soa xanela con vidros dobres.
- Obtense un illamento acústico maior cun vidro laminar 4+4 mm ca cun vidro monolítico de 8 mm, pois a lámina de butiral que adhire os dous vidros de 4 mm converterase nun dissipador de enerxía acústica.
- Se é posible, débese substituír o vidro sinxelo por un dobre, pois ademais do confort acústico conseguirase aforrar enerxía de calefacción ao ter un maior illamento térmico no vidro.
- Os burletes deben ser dun material durable que manteña longo tempo a súa flexibilidade, de forma que sempre enchan o espazo entre as follas e o marco.



- Se o nivel de ruído exterior é elevado (tráfico de avións, ferrocarrís ou camiós etc.), deberase acudir a marcos de xanelas con dobre ou tripla xunta de contacto.

### MELLORA LOGRADA

- O novo ventanal posuirá un vidro con mellores prestacións de illamento acústico.
- As fendas entre o marco e as ventás estarán pechadas polos burletes, polo que ao non se infiltrar o aire tampouco poderá entrar o ruído dentro da vivenda.

### FICHAS RELACIONADAS

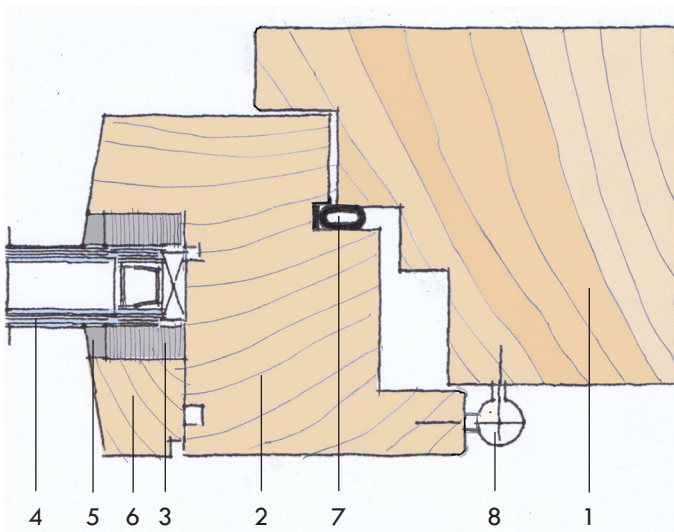
RE 2.8. Renovar un forxado de madeira.

RA 3.2. Mellora acústica de pisos con forxado de formigón a ruído aéreo e de impacto.

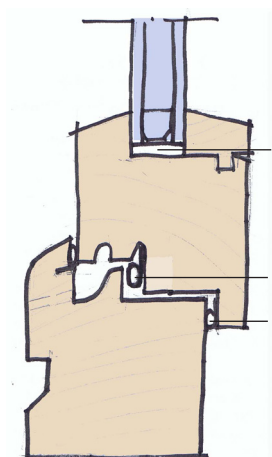
RG 4.4.1. Rehabilitación térmica de ventá tradicional.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros. Elección do acristalamiento.

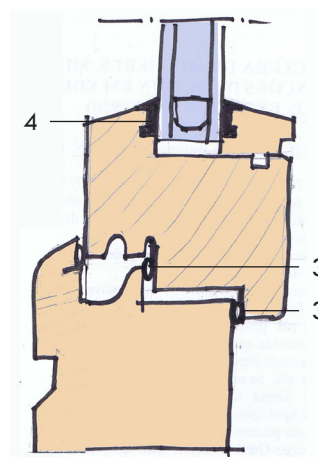
RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: marcos con rotura de ponte térmica.



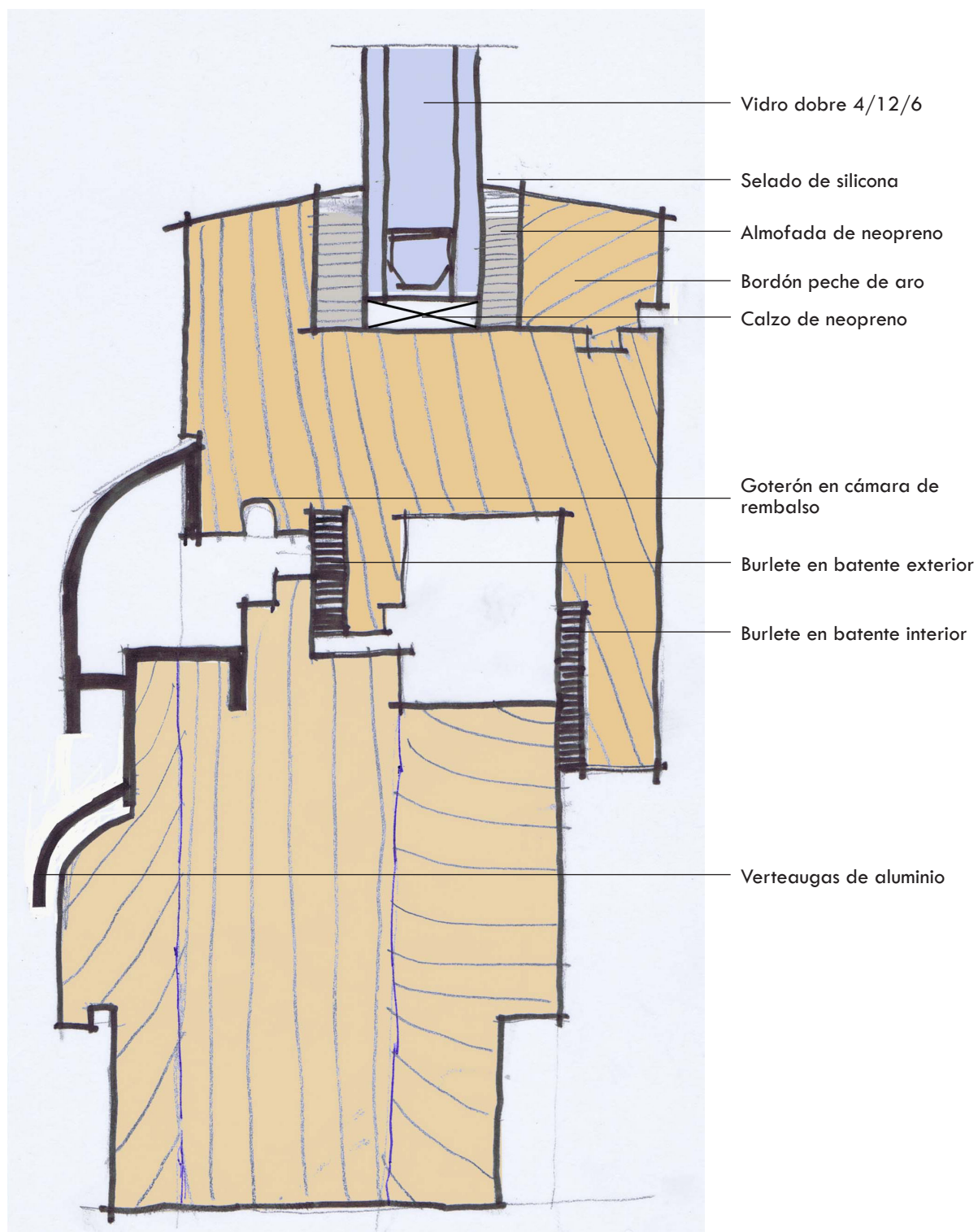
1. Marco da ventá con cámara de reembolso
2. Bastidor da folla da ventá
3. Galces provistos de almofadas de neopreno
4. Acristalamiento dobre
5. Selado final do vidro con silicona neutra
6. Bordón de madeira para confinar o aro
7. Burlete de compresión aloxado nunha canle do batente exterior
8. Porlón de suspensión da folla no marco



Sección de ventá de madeira con dobre batente con burletes (1) e vidro directo entre aros (2).



Sección de ventá de madeira con dobre batente con burletes (3) e vidro entre aros con gomas (4).



Sección de ventá de madeira con verte augas de aluminio con folla e marco provistos de dobre batente con burlletes (1) e vidro dobre colocado con almofadas de neopreno sobre aros e selado final (4).

## Eliminación de humidades higroscópicas en elementos contaminados

CTE - DB HS 1: Protección fronte á humidade

CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior

CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

**ÁMBITO**

Antigos muros ou particións de fábrica, normalmente de pedra ou de ladrillo cerámico ou de formigón, que presentan humidades permanentes en lugares dispaes, que non se corresponden cos patróns doutras humidades, como poden ser as humidades de ascensión capilar, ou as humidades de condensación, e que tenden a confundirse coas humidades accidentais, sen que cheguen a ser diagnosticadas as súas causas.

**MELLORA BUSCADA**

Facer desaparecer a causa de manchas recalcitrantes de humidade que producen unha lesión estética nos muros e nas particións de edificacións dunha relativa antigüidade, así como incomodidade anímica e psicolóxica aos seus propietarios e usuarios.

**SOLUCIÓN CONSTRUTIVA**

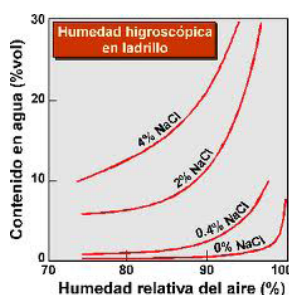
Todos os materiais porosos (pedra, madeira, cerámica, formigón etc.) incorporan unha determinada cantidade de auga nos seus poros. Esta humidade natural recibe o nome de humidade higroscópica. Esta cantidade é directamente proporcional ao nivel de humidade ambiente; por tanto, cambia coas variacións de humidade estacional e coa forma e dimensións dos seus poros, e recibe o nome de humidade de equilibrio.

Existen na natureza sales (xel de sílice, cloruro cálcico, cloruro sódico, hidróxido sódico, sulfato sódico etc.) denominados sales higroscópicos cunha tendencia exacerbada a absorber auga do ambiente, que se utilizan como desecantes en envases, medicamentos, cámara de vidros dobres etc.

Algúns sales dentro dun recipiente seco, aberto nun ambiente normal, chegan a absorber tanta humidade do ambiente que enchen o recipiente de auga líquida e disólvense nela. Estes sales denomínanse sales delicuescentes (cloruro de magnesio, cloruro de calcio, hidróxido potásico, hidróxido sódico etc.), pois satúranse de tal maneira de auga que producen unha solución salina absoluta.

Cando un material poroso (pedra, ladrillo, formigón, morteiro etc.) foi contaminado con sales higroscópicos, todo el tende a saturarse de auga e, en consecuencia, a mostrar unha aparencia máis escura debido ao elevado grao de humidade. Estas manchas non se van nunca, pois se algo de auga se evapora inmediatamente volve absorber a mesma cantidade de auga que se evaporou.

Para evitar a humidade higroscópica exacerbada nestes elementos construtivos:



- O mellor sería extraer do muro ou do tabique todos aqueles elementos contaminados, e os que se presuma que tamén o estean por estar en contacto con eles, e botalos a un vertedoiro controlado. Se se trata dun muro resistente, debería realizarse a reparación coas precaucións indicadas en RE-2.1., RE-2.2. e RE-2.3. A operación de reparación concluiría coa reposición dos elementos contaminados por outros sans e de semellantes características.
- Se os elementos murarios contaminados (ladrillos, perpiaños, cachotes e os seus morteiros) estivesen revestidos con revocaduras, recibos ou morteiros monocapa, tamén se podería tratar de “ocultar” as manchas de humidade do material saturado. Para iso habería que actuar sobre unha zona cuxo perímetro englobe, como mínimo, a zona húmida, así como unha zona de seguridade duns 50 cm ao redor.
- A reparación desta zona consistiría en repicar a revocadura e o material murario cunha profundidade duns 50 mm. A continuación, procederíase a cubrir a zona con placas de PEX de 40 mm de espesor, fixándoas ao soporte con pasadores e rosetas de plástico e, a seguir, estenderíase unha revocadura lixeiramente armada con malla de fibra de vidro protexida contra os álcalis, de características e tonalidades semellantes ás do resto do muro.

### PRECAUCIÓNS BÁSICAS

- Se as manchas non están concentradas nunha zona, sempre se pode pensar na execución dun extradorsado do muro, interpondo entre ambos un material non absorbente de auga para evitar a aparición de novas manchas no novo extradorsado.
- Estas humidades adoitan aparecer dentro de antigas edificacións, en lugares onde houbo cortes, onde se recolleu gando ou outros animais, que contaminaron cos seus ouriños e defecacións o chan e os muros destes locais.
- Tamén adoitan aparecer en antigas cociñas ou locais onde se realizaban labores de matanzas e salgadura de carne de porco ou doutros animais, que coa salpicadura constante da salmoira chegou a contaminar parte dos seus muros e tabiques con sales higroscópicas.
- As manchas de humidade higroscópicas poden aparecer en moitos outros sitios, pois foi costume multiseccular que pedras e ladrillos de antigos edificios se reutilizasen na execución doutros muros novos.

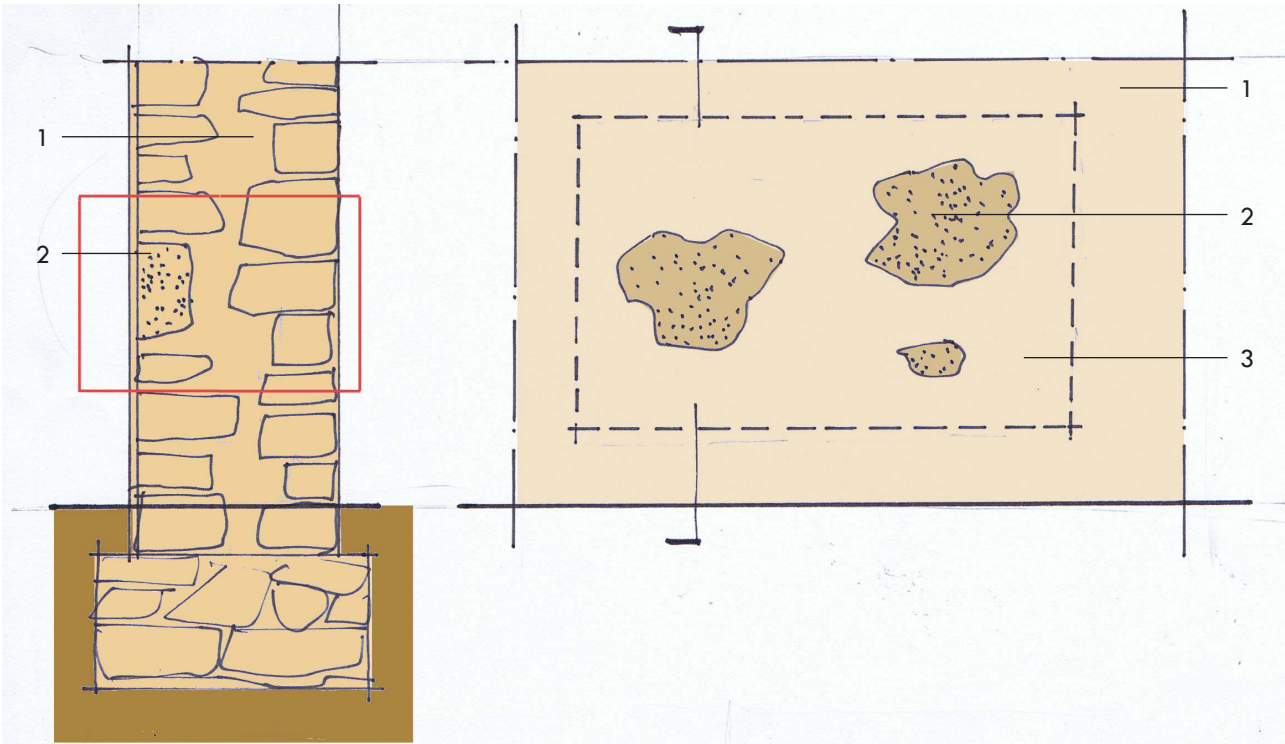
### MELLORA LOGRADA

- Desaparecen as manchas recalcitrantes e o muro mantén un acabado semellante ao resto do edificio.
- O muro reparado mantén as condicións de seguridade estrutural esixibles.

### FICHAS RELACIONADAS

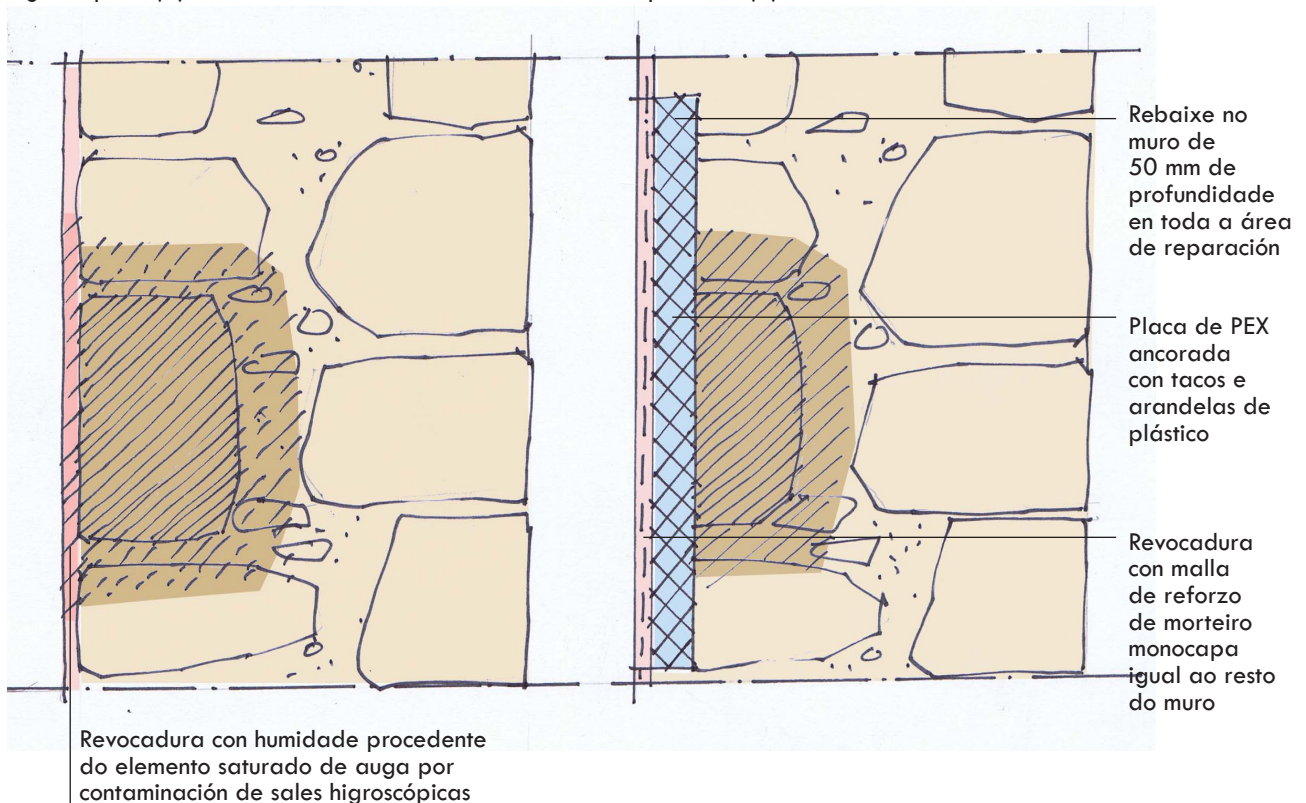
RE 2.1. Abrir un oco de paso con lintel metálico nun muro de cachotería revestido.

RE 2.2. Abrir un oco nun muro de cachotería visto cun pasamuro de COR-TEN.  
 RE 2.3. Abrir un oco de paso con recercado de cantería nun muro de cachotería.



Sección de muro con manchas de humidades (1) debido a pedras contaminadas por sales higroscópicas (2).

Alzado de muro con manchas de humidades (1) debido a pedras contaminadas por sales higroscópicas (2). Zona de muro na que se ha actuar na reparación (3).



Pormenor do muro con algúns elementos contaminados con sales de alta higroscopicidade.

## Eliminación de humidades por ascenso capilar en muros



Aspecto do interior dun muro con lesións de humidade por ascenso capilar.

CTE - DB HS 1: Protección fronte á humidade  
 CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior  
 CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

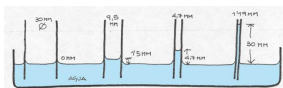
**ÁMBITO**

Nesta ficha recóllese a reparación de humidades ascensionais por capilaridade en muros de fábrica de pedra, ladrillo, bloque etc. que se atopan por encima do plano do terreo circundante.

Non se recollen os casos de humidades producidas pola molladura directa da auga de choiva nos muros, nin as producidas por presión hidrostática da auga en muros total ou parcialmente enterrados.

**MELLORA BUSCADA**

Facer desaparecer o risco de humidade capilar procedente dun terreo potencialmente húmido, que son a causa de lesións estéticas na envolvente dos edificios, así como do desprendemento de revestimentos e pinturas interiores, para desa maneira recuperar as condicións de salubridade para os propietarios e os usuarios dos edificios.

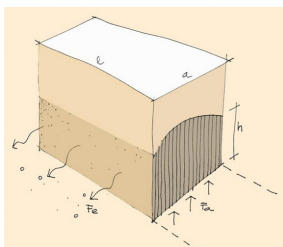


Ascenso capilar inverso ao diámetro do conduto.

**SOLUCIÓN CONSTRUTIVA**

O ascenso capilar é un fenómeno físico moi estudado e coñecido. A tensión superficial da auga é de tal intensidade que crea uns pequenos meniscos nos bordos da súa superficie en contacto con outros materiais, meniscos que no caso de materiais mollables pola auga son ascendentes, o que provoca en condutos estreitos unha forza ascensional cuxo valor é inversamente proporcional ao diámetro do capilar (un capilar de 1,19 mm de diámetro presentará alturas de succión capilar de 30 mm).

O movemento da auga a través dos poros dos materiais permeables pode alcanzar varios metros en horizontal e un par de metros en vertical. Todo dependerá da forma, diámetro e disposición dos poros do material pétreo, cerámico ou do morteiro que conforman os muros, así como da súa capacidade de evaporación.



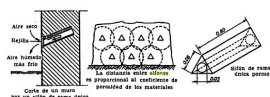
O ascenso capilar, punto de equilibrio entre o fluxo ascensional e o fluxo de evaporación.

De feito, a capilaridade é un fenómeno dinámico de equilibrio entre a forza ascensional e a evaporación do muro, tanto cara ao exterior como cara ao interior do edificio. Por iso, a altura de ascenso capilar variará coas circunstancias ambientais; no verán, descenderá ao haber maior evaporación e, no inverno, subirá ao reducirse a evaporación.

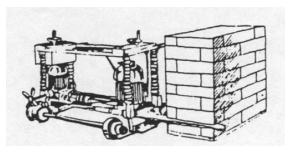
Do mesmo xeito, nun muro estreito o ascenso capilar alcanzará menores alturas, pois é maior a superficie de evaporación en proporción á de succión capilar. En tanto que, nun muro de gran grosor, o ascenso capilar alcanzará cotas máis altas ao haber maior superficie de achega de auga ao muro.



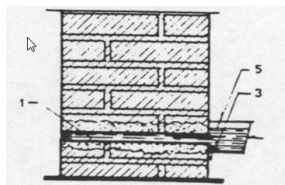
## SISTEMAS DE INTERCEPTACIÓN DA HUMIDADE CAPILAR:



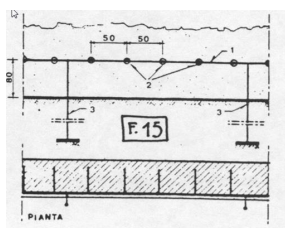
A serie de sifóns drenantes, inseridos en tramos con pendente, facilitan o desecamento do muro.



Corte con serra de cadea e refrixerante por auga.



Creación dunha barrera química por imbibición de silanos por gravidade.



Inverter o ascenso capilar por electroosmose pasiva.

- **Evaporación da auga contida no muro (trades con sifóns atmosféricos (Sistema Knapen):** para forzar a evaporación do muro auméntase a superficie de contacto co aire exterior, instalando pequenos drenes en forma de cartuchos de material poroso, a intervalos regulares de 30 ou 40 cm, en dúas filas alternas ao longo de todo o muro. Os drenes teñen pendente cara ao exterior co fin de evitar a entrada de auga de choiva e de facilitar a evaporación da auga do muro.
- **Desecación de muros por morteiros drenantes:** tras retirar as revocaduras danadas e sanear o muro, procédese a executar a nova revocadura composta por tres capas de morteiros de granulometría compensada decrecente (a capa exterior  $\varnothing 0 - 0,5$  mm), totalmente transpirables, de forma que se forza o secado do muro.
- **Creación dunha barrera física horizontal ante a succión capilar:** esta opción é a máis económica en obra nova ao instalar unha barrera física impermeable (lámina asfáltica, de PVC, chapa de zinc, chapa de chumbo etc.) a todo o longo e o ancho do arranque do muro. Na rehabilitación só se pode colocar unha barrera física se contamos coa posibilidade de cortar o muro en todo o seu espesor en tramos dun metro. Unha vez baleirada a fenda, insírese a lámina solapándoa adecuadamente coa do seguinte tramo. O proceso é lento e débense empregar para o retacado do muro morteiros sen retracción unha vez inserida a barrera, co fin de evitar descensos diferenciais e fendeduras no muro.
- **Creación dunha barrera horizontal por inxección química ante a succión capilar:** consiste na creación dunha barrera impermeable mediante a inxección de resinas na base do muro, con trades regularmente separados situados nas xuntas de mortero. O tipo e a densidade das resinas debe estudarse en función da maior permeabilidade ou impermeabilidade do soporte.
- **Sistemas de invertemento do ascenso capilar por electroosmose pasiva ou por electroosmose activa:** a electroosmose é un fenómeno electroquímico que asegura o fluxo da auga a través dunha membrana permeable desde o polo positivo ao negativo. A auga existente no terreo está cargada con carga positiva, en tanto que o muro o está con carga negativa, polo que de forma natural a auga tende a subir ao muro. Basta invertir a polaridade entre terreo e muro para que se inverta o fluxo da auga e esta descenda de novo ao chan.
- **Sistemas de invertemento do ascenso capilar por electroosmose-forese:** o sistema de electroosmose-forese permite realizar unha operación de selado do muro aproveitando a forza descendente que crea o cambio de polaridade, para inxectar partículas de foresita nos poros do muro de forma que ao taponalo se crea unha barrera impermeable á auga e pode suspenderse así o proceso eléctrico, o que suporá un aforro económico a longo prazo. O sistema coñécese co nome de electroosmose-forese.

- **Sistemas de invertemento do ascenso capilar por indución electromagnética:** unhas centrais electrónicas cargan positivamente os muros, o que evita que a humidade remonte novamente. As unidades non utilizan ondas de raio do tipo de alta ou baixa frecuencia, senón que se basean no principio da indución electromagnética. A instalación é rápida e non destrutiva, non require obra. Só se procede á instalación da central directamente sobre a parede a unha altura previamente estudada e tras ser conectada á rede eléctrica.

### PRECAUCIÓNS BÁSICAS

- A multiplicidade de sistemas dinos que a eficacia dalgúns deles radica sobre todo na meticulosidade e na perfección da execución, o que é especialmente relevante nos catro primeiros sistemas, onde un erro nos solapes, ou na distancia entre perforacións, ou na densidade das resinas, faría eficaz o sistema só nun tanto por cento do muro, pero non en toda a súa lonxitude.
- Os sistemas para inverter o ascenso capilar por indución electromagnética teñen a vantaxe de que non hai que perforar o muro e a desvantaxe de que existirá un consumo eléctrico constante para reverter a succión capilar. Se o número ou posición das estacións emisoras de indución resultase escaso ou inadecuado, sempre resultaría sinxelo o seu aumento ou o seu traslado, aínda que certamente cun aumento do custo.

### MELLORA LOGRADA

- Desaparecen as manchas de humidade e o muro mantén un acabado semellante ao resto do edificio.
- O muro reparado mantén as condicións de habitabilidade e de hixiene esixibles.

### FICHAS RELACIONADAS

- RE 2.4. Consolidar un muro de cachotería de pedra ou ladrillo
- RA 3.6. Eliminación de humidades por ascenso capilar en muros
- RA 3.12. Limpeza xeral e reparar defectos superficiais dos revestimentos exteriores.

# Eliminación de humidade capilar en chans elevados

## Eliminación de humidades por ascensión capilar en chans

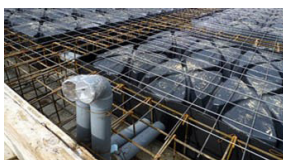
- CTE - DB HS 1: Protección fronte á humidade
- CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior
- CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas
- CTE - DB SE-H: Seguridade estrutural - formigón



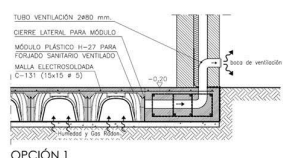
Forxado unidireccional como chan elevado, sobre terreo estacionalmente encharcable.



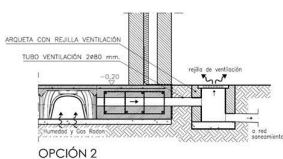
Forxado unidireccional como chan elevado, con acceso para mantemento de instalacións suspendidas.



Bocas de tomas de aire exterior, para ventilar un chan elevado con casetóns plásticos.



Ventilación de chan elevado con “dobre L”.



Ventilación de chan elevado con arqueta sumidoiro.

### ÁMBITO

Nesta ficha recóllense as solucións construtivas que o CTE - DB HS 1 entende por chan elevado, tamén chamados forxados sanitarios, a parte horizontal da envolvente dun edificio que está separado do terreo por unha cámara de aire. O CTE considera outros tipos de chans, como son as soleiras e as placas, que son obxecto doutra ficha específica.

Non se consideran neste apartado outras envolventes horizontais en contacto co terreo, como son as cubertas axardinadas, nas que non existe un especial risco de humidade por succión capilar.

### MELLORA BUSCADA

Facer desaparecer a causa das manchas de humidade que producen lesións estéticas en chans e/ou pavimentos de edificacións de relativa antigüidade, así como recuperar as condicións de salubridade para os seus propietarios e usuarios.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

O ascenso capilar é un fenómeno físico coñecido e moi estudado. A tensión superficial da auga é de tal intensidade que crea uns pequenos meniscos no contacto coa superficie e outros materiais. A curvatura do menisco é ascendente na maior parte dos materiais de construción, o que provoca nos seus poros unha forza ascensional cuxo valor é inversamente proporcional ao diámetro do capilar (un capilar de 1,19 mm de diámetro presentará alturas de 30 mm por succión capilar).

O movemento da auga a través dos poros dos materiais permeables pode alcanzar varios metros en horizontal e un par de metros en vertical. Todo dependerá da forma, diámetro e disposición dos poros do material pétreo, cerámico ou do morteiro que conforman os muros, así como da súa capacidade de evaporación.

De feito, a capilaridade é un fenómeno dinámico de equilibrio entre a forza ascensional e a evaporación do chan, tanto exterior coma interior. Por iso, a altura de ascenso capilar variará coas circunstancias ambientais; se hai moita ventilación, descenderá e subirá se esta se reduce.

## SISTEMAS DE INTERCEPTACIÓN DA HUMIDADE CAPILAR EN CHANS ELEVADOS

### **Ventilación cruzada do aire ocluído na cámara do chan elevado**

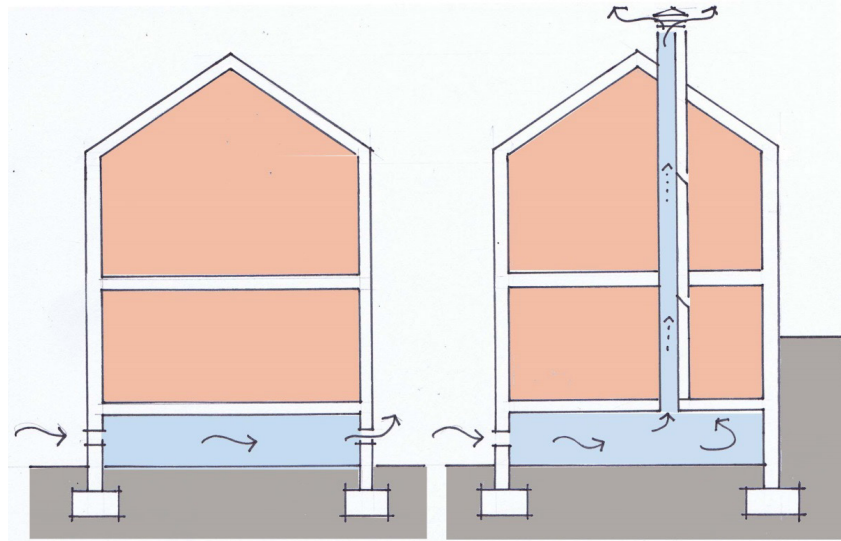
O chan elevado, tamén coñecido como forxado sanitario, trata de eliminar a humidade ascendente interpondo unha cámara aire de suficiente altura entre el e o terreo. Esta solución construtiva resulta eficaz só unha curta tempada. A auga presente no terreo irase evaporando continuamente cara ao aire da cámara ata saturalo. Unha vez saturado, o vapor de auga presente no espazo da cámara comezará a condensarse na cara inferior do forxado sanitario, o que provocará a humidade que pretendiamos evitar. A solución adecuada é dotar a cámara da suficiente ventilación que asegure que o aire situado baixo o chan teña unha humidade relativa baixa, semellante ao ambiente exterior.

Para iso, pódese proceder de dúas maneiras:

- a) Dotar o espazo baixo o chan elevado de fendas, reixas ou fachinelos de ventilación, en paramentos enfrontados, de tal forma que se aproveite o gradiente de temperatura ou de presión/succión do vento, para forzar a saída do aire húmido do soto e a entrada de aire máis seco procedente do exterior. Segundo o DB - HS 1, a proporción entre a superficie total dos orificios de ventilación  $S_s$  (expresada en  $\text{cm}^2$ ) e a superficie do chan elevado  $A_s$  (expresada en  $\text{m}^2$ ) debe estar entre os seguintes valores:  $30 > S_s / A_s > 10$ .
- b) Dotar o espazo baixo o chan elevado de reixas para que entre aire procedente do exterior (sempre con menos humidade ca o interior) e forzar a saída do aire húmido acumulado na cámara mediante condutos verticais que remonten por encima do plano de cuberta. Para non complicar a construción, pódese optar por facer descender os condutos xerais dos Shunts ata o forxado sanitario, xa que estes disiparán perfectamente o aire húmido por encima da cuberta. En condicións normais, o aire húmido é máis leve ca o aire seco, polo que o aire do forxado sanitario, a piques de saturarse, sempre estará máis quente e menos denso ca o aire frío e seco do exterior, que tenderá a entrar polas reixas de ventilación.

### **PRECAUCIÓNS BÁSICAS**

- Unha cámara de aire pechada nunca será unha medida segura para illar da humidade.
- Só unha cámara de aire ventilada pode chegar a resolver o problema de transmisión de humidade.
- A ventilación non serve se se fai cara a outro local pechado, sempre é necesario ventilar cara ao exterior.



a) O chan elevado está máis alto ca o terreo e permite establecer a ventilación cruzada, e así o aire seco entra polos ocos dunha fachada e expulsa o aire húmido pola fachada oposta.

b) A pendente do terreo impide crear a ventilación cruzada: o aire seco entra por ocos dunha fachada e expulsa o aire húmido polo conduto central do shunt.

### MELLORA LOGRADA

- O forxado sanitario estará seco e as armaduras das viguetas permanecerán a salvo de posibles oxidacións. O chan mantén un acabado semellante ao resto do edificio.
- No caso de que unha edificación estea situada sobre un terreo granítico, o chan elevado ventilado reduce o risco de acumulación de gas radon, de forma que se manteñen as condicións de habitabilidade e hixiene esixibles.

### FICHAS RELACIONADAS

RA 3.8. Eliminación de humidades por ascenso capilar en soleiras e placas.  
Building Research Establishment website.

## Eliminación de humidades por ascensión capilar en soleiras e placas

CTE - DB HS 1: Protección fronte á humidade

CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior

CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

**ÁMBITO**

Recóllense nesta ficha as solucións construtivas que o CTE - DB HS 1 denomina como soleiras e placas; é dicir, a parte horizontal da envolvente dun edificio que está en contacto co terreo. O CTE considera outros tipos de chans, como son os chans elevados que son obxecto doutra ficha específica.

Non se consideran neste apartado outras envolventes horizontais en contacto co terreo, como son as cubertas axardinadas, nas que non existe un especial risco de humidade por succión capilar.

Tampouco se consideran nesta ficha a protección contra a auga de soleiras e lousas que estean situadas a unha cota inferior ao nivel freático do terreo, posto que a entrada de auga neses casos se deberá á presión hidrostática e non á capilaridade.

**MELLORA BUSCADA**

Facer desaparecer a causa das manchas de humidade que producen lesións estéticas en chans e/ou pavimentos de edificacións de relativa antigüidade, así como recuperar as condicións de salubridade para os seus propietarios e usuarios.

**SOLUCIÓN CONSTRUTIVA**

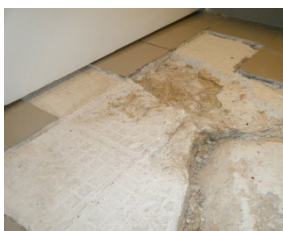
O ascenso capilar é un fenómeno físico coñecido e moi estudado. A tensión superficial da auga é de tal intensidade que crea uns pequenos meniscos nos bordos da súa superficie en contacto con outros materiais. A curvatura do menisco é ascendente na maior parte dos materiais de construción, o que provoca nos seus poros unha forza ascensional, cuxo valor é inversamente proporcional ao diámetro do capilar (un capilar de 1,19 mm ao diámetro presentará alturas de 30 mm por succión capilar).

O movemento da auga a través dos poros dos materiais permeables pode alcanzar varios metros en horizontal e un par de metros en vertical. Todo dependerá da forma, diámetro e disposición dos poros do material pétreo, cerámico ou do morteiro que conforman os muros, así como da súa capacidade de evaporación.

De feito, a capilaridade é un fenómeno dinámico de equilibrio entre a forza ascensional e a evaporación do chan, tanto exterior coma interior. Por iso, a altura de ascenso capilar variará coas circunstancias ambientais; se hai moita ventilación descenderá e subirá se esta se reduce.



Aspecto do interior dunha soleira con lesións de humidade por ascenso capilar.



Porcelánico saltando do chan por humidade capilar.



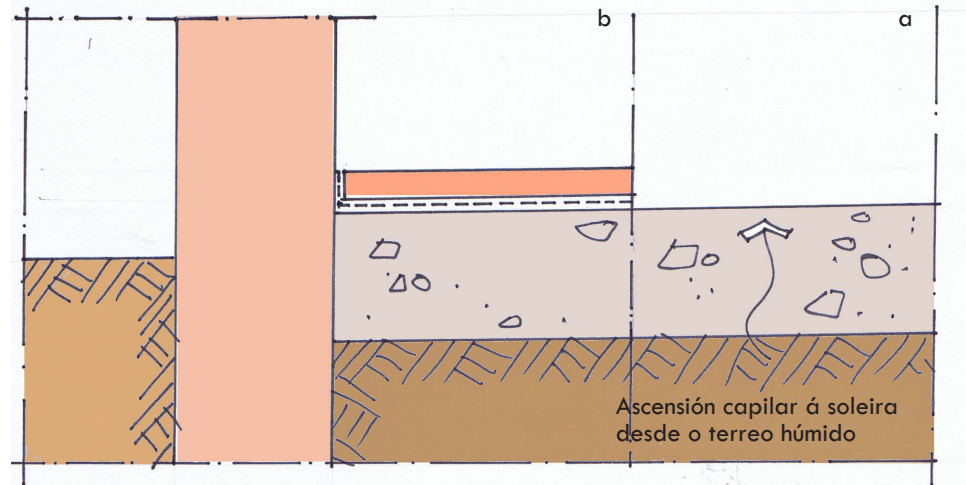
Eflorescencias por humidade capilar a través dunha greta en todo o espesor dunha soleira.

## SISTEMAS DE INTERCEPTACIÓN DA HUMIDADE CAPILAR EN SOLEIRAS E PLACAS

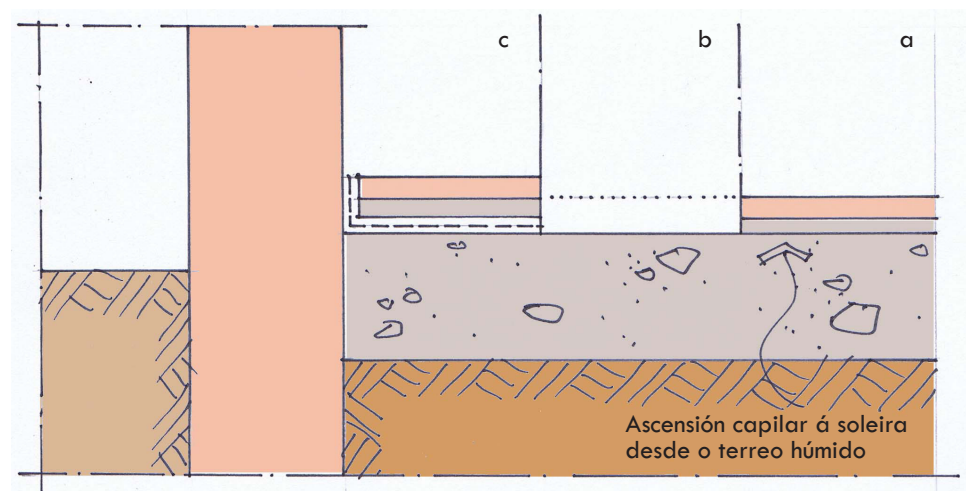
Cando exista una soleira ou unha placa en contacto con terreo húmido, é de esperar que se produzan humidades por succión capilar, tanto polas fisuras e gretas da soleira coma polos poros do formigón.

Existen dúas situacións construtivas con solucións de reparación diferentes:

**1. Soleiras e placas sen pavimento:** a superficie da soleira está provista dun acabado final pulido ou pintado que permita deixala vista (a). A reparación máis económica consistirá en colocar unha capa impermeable (por exemplo, lámina de polietileno, pintura de cloro-caucho etc.) sobre a primitiva soleira e estender unha nova soleira de formigón armado (b) de 5 a 6 cm de espesor, que haberá que cortar oportunamente en panos para evitar a súa fendedura por retracción.



**2. Soleiras e placas con pavimento:** neste caso, a solución reparadora consistirá en eliminar o pavimento co seu morteiro (a) ata deixar limpa a superficie superior da soleira (b). A continuación, procederase tamén a colocar unha capa impermeable (por exemplo, lámina de polietileno, pintura asfáltica etc.) sobre a primitiva soleira e reporase o acabado final cun pavimento (c).



### **PRECAUCIONS BÁSICAS**

- As láminas impermeables deben solaparse lonxitudinal e transversalmente, seguindo en todo momento as prescricións do fabricante.
- Cando se coloque un novo pavimento, é conveniente remontar a impermeabilización ata a cota superior do pavimento, ocultándoa co rodapé.
- Para previr a presión de vapor por debaixo da lámina, é conveniente utilizar láminas grelladas que permiten a transpiración.

### **MELLORA LOGRADA**

A soleira poderá estar húmida, pero a humidade queda freada pola interposición dunha lámina impermeable.

### **FICHAS RELACIONADAS**

RA 3.7. Eliminación de humidades por ascensión capilar en chans.



## eliminación de humidades accidentais en medianeiras

CTE - DB HS 1: Protección fronte á humidade

CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior

CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

**ÁMBITO**

Historicamente, a medianeira é un muro de carga que os veciños de soares contiguos fixeron construír á súa custa, superpoñendo a partes iguais sobre o lindeiro entre ambas as propiedades. Cando se derruba un dos edificios que comparten un muro medianeiro, este debe permanecer intacto para preservar a seguridade estrutural do edificio lindeiro.

Esta situación na que queda á vista unha das caras do muro medianeiro é ocasión de frecuentes problemas derivados da entrada da auga de choiva no devandito muro e pode producir simples humidades no interior do edificio en pé ou ben inducir o debilitamento do muro de carga.

Tamén teremos “medianeiras” en edificios construídos con esqueleto de formigón armado ou aceiro cando se derrube un edificio lindeiro máis baixo e queden parte das fachadas laterais sen ningún tratamento e, por tanto, sen protección térmica ou contra a auga.

Esta condición de “fachadas de segunda categoría” leva o risco de que teñan humidades accidentais pola súa menor protección fronte á choiva.

**MELLORA BUSCADA**

Facer desaparecer o risco de humidade pola entrada de auga de choiva a través das medianeiras, que son a causa de diversas lesións, como son o desprendemento de pinturas e revestimentos e/ou a aparición de manchas de fungos, e recuperar así as condicións de salubridade para os seus propietarios e usuarios.

**SOLUCIÓN CONSTRUTIVA**

O CTE non recolle a situación de medianeira como “fachada de segunda categoría”; pola contra, indica que, cando se proxecte un edificio entre medianeiras, se deberán tratar todas as fachadas por igual para os efectos de illamento térmico e de protección contra a humidade, salvo naquela medianeira que xa teña outro edificio construído de igual ou maior altura que o proxectado.

Cando isto non se cumpra e conveña protexer unha medianeira, previamente recoñecerase o cerramento existente para coñecer a súa composición e actuar en consecuencia:

- a) Medianeira con muro de carga, composto normalmente por unha fábrica de ladrillo ou de pedra de relativo espesor. Deberíanse incrementar as prestacións do cerramento para os efectos térmicos e de protección contra a humidade e preservar a súa seguridade estrutural.



Medianeira sen revestimento tras a demolición do edificio lindeiro.



Medianeira protexida con revestimento de placas onduladas de fibrocemento.



Fachada de muro de carga protexida con tabique pluvial.

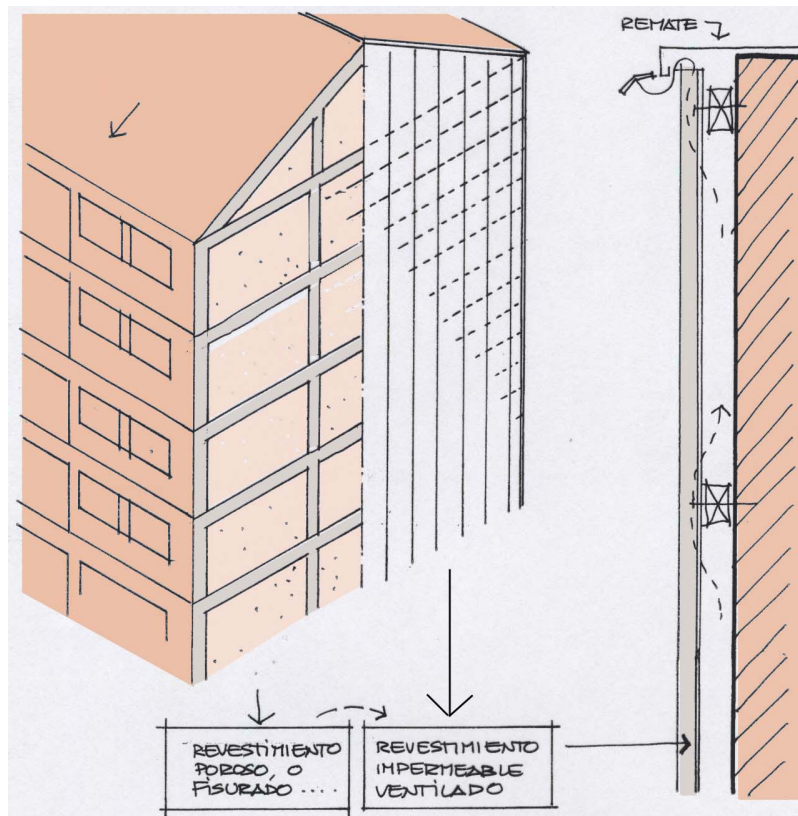


Pormenor do tabique pluvial: bordo inferior drenado e ventilado.

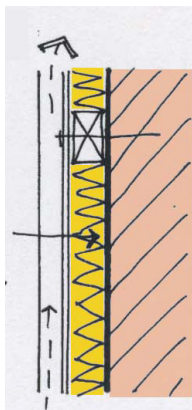
- b) Medianeira con cerramento composto por dobre folla de fábrica de ladrillo con cámara de aire entre elas, sen illamento térmico. Deberíanse incrementar as prestacións do cerramento para os efectos acústicos e térmicos e de protección contra a humidade.
- c) Medianeira con cerramento composto por folla de fábrica de ladrillo ao interior, unha capa de material illante térmico, cámara de aire e outra folla de fábrica de ladrillo ao exterior. Deberíanse incrementar as prestacións do cerramento para os efectos de protección contra a humidade.

#### SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE MEDIANEIRAS

- **Protección de antiguos muros de carga medianeros que quedan á vista:** o considerable espesor destes muros de carga confírelles unha boa protección acústica, así como unha relativa inercia térmica. Neste caso, bastaría con lle facer ao muro unha protección extra contra a humidade. A tradición construtiva española ofrece a solución construtiva do “tabique pluvial”, consistente en suspender por diante do muro e cuidadosamente ancorada a el unha folla de ladrillo sinxelo recibada exteriormente. A solución actual consiste en revestir a medianeira cun revestimento impermeable ancorado sobre listóns, deixando unha cámara de aire de forma que poida ventilar e drenar. Existen múltiples solucións construtivas en forma de placas grelladas, onduladas etc. de diversos materiais, como o fibrocemento, a chapa de aceiro prelacado, as aliaxes lixeiras etc. Tamén se pode utilizar un revestimento de placas de lousa ancoradas con ganchos a pequenos listóns.



- **Protección de cerramentos con cámara de aire pero sen illante térmico:** para non perturbar a habitabilidade do edificio, poderíase pensar nunha fachada ventilada elemental sobre o paramento exterior da medianeira consistente en fixar pranchas dun material illante térmico-acústico protexido cun revestimento impermeable transventilado, semellante ao descrito no punto anterior.



Se a medianeira está equivocadamente protexida con láminas bituminosas autoprotexidas, pois son intraspirables e provocan condensacións intersticiais, débense eliminar.

- **Protección de cerramentos con cámara de aire con illante térmico:** así mesmo, para non perturbar a habitabilidade do edificio, poderíase poñer un revestimento impermeable transventilado, semellante ao descrito no punto anterior relativo aos muros de carga.

### PRECAUCIÓN BÁSICAS

- A práctica moi estendida de protexer as medianeiras expostas á choiva con materiais impermeables e intraspirables, como pinturas bituminosas ou láminas asfálticas autoprotexidas ou sen protección, debe considerarse como nefasta, pois produciranse humidades de condensación ao impedirse a difusión do vapor de auga interior. Conseguen eliminar as humidades de infiltración, pero son a causa de humidades de condensación.
- Calquera revestimento exterior que sexa impermeable debe ser ao mesmo tempo transpirable en por si ou por dispor no seu intradorso unha cámara de aire ventilada.

### MELLORA LOGRADA

- Desaparecen as manchas de humidade e a medianeira incorpora un acabado acorde co resto do edificio.
- Unha vez reparada a medianeira, recupera as condicións de habitabilidade e hixiene esixibles.

### FICHAS RELACIONADAS

- RA 3.5. Eliminación de humidades higroscópicas en elementos contaminados.
- RA 3.6. Eliminación de humidades por ascenso capilar en muros.
- RA 3.7. Eliminación de humidades por ascenso capilar en chans.
- RA 3.8. Eliminación de humidades por ascenso capilar en soleiras e placas.
- RA 3.10. Eliminación de humidades de condensación en fachadas e cubertas.

Eliminación de humidades de condensación en fachadas e cubertas

- CTE - DB HS 1: Protección fronte á humidade
- CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior
- CTE - DB SE-F: Seguridade estrutural - fábricas

ÁMBITO

Nesta ficha analízase a orixe das humidades de condensación que aparecen na envolvente do edificio (fachadas e cubertas).

Segundo a súa posición, existen dous tipos:

- Humidades de condensación **superficiais**: recoñecibles a simple vista, con desprendemento de pinturas, empenamentos e/ou aparición de manchas escuras, froito da fixación e proliferación de fungos na superficie interior dos cerramentos.
- Humidades de condensación **intersticiais**: prodúcese no interior do cerramento, mollando unha ou varias capas deste, que poden deteriorar os materiais illantes e que poden chegar a manifestarse por manchas tanto ao interior como ao exterior deste.

Distínguese entre as causas e as concausas destas humidades. Dentro das causas están:

- A presenza de altos valores de humidade relativa no interior dos locais.
- A existencia de pontes térmicas: puntos da envolvente con menor illamento térmico, como frontes de forxados, piares en esquina dentro do cerramento, recercado de ocos en fachadas e cubertas etc.

Como concausas pódense indicar:

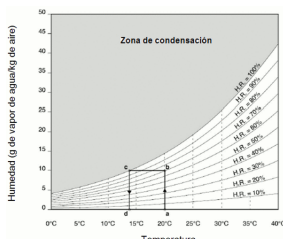
- Calquera actividade que incrementa notablemente a humidade relativa interior, como o uso de estufas de gas butano, deixar roupa a secar no interior da vivenda etc., e todo isto superposto á falta de ventilación.
- Unha temperatura interior excesivamente baixa que comporte que a superficie interior de fachadas e/ou cubertas tamén o estea.

MELLORA BUSCADA

Facer desaparecer o risco de humidades de condensación, tanto superficial coma intersticial, que son a causa de diversas lesións na envolvente dos edificios, que se manifestan con desprendementos de pintura e/ou revestimentos, así como a aparición de manchas escuras froito da fixación e proliferación de fungos na superficie interior dos cerramentos e recuperar así as condicións de hixiene e salubridade para os seus propietarios e usuarios.

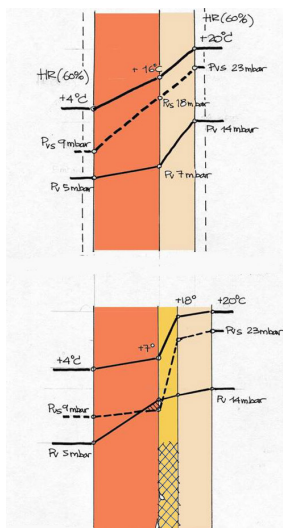
SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

O fenómeno da condensación do vapor de auga na construción é longamente tratado e estudado, e é ben coñecida a cantidade de vapor de auga que pode conter o aire en función da temperatura e da presión atmosférica (ver ábaco psicrométrico). O DB HS 1 indica que pode tolerarse algunha condensación sempre que non afecte a integridade das capas da



Ábaco psicrométrico: onde para unha mestura de aire húmido se correlaciona temperatura, humidade relativa e cantidade de vapor de auga.

Cerramentos dunha soa capa ou de capas con condutancia e resistividade equilibradas non producen condensacións intersticiais.



Cerramentos de tres ou máis capas con condutancia e resistividade non equilibradas poden producir condensacións intersticiais.

envolvente e que a taxa de condensación sexa inferior á de evaporación (por exemplo, que só se condense o vapor de auga durante as tres horas máis frías das noites de inverno e que o resto do día suban as temperaturas e se seque a envolvente).

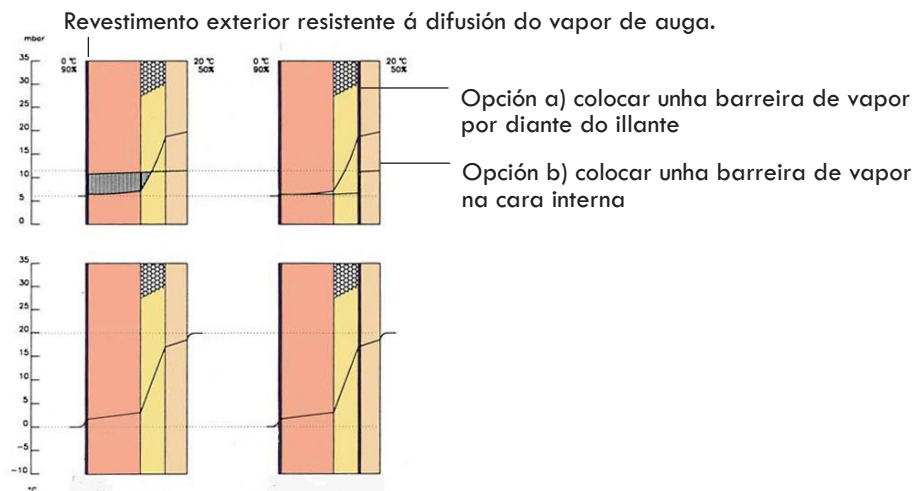
Como norma xeral, hai dúas opcións para evitar a presenza de humidades de condensación: ventilar e/ou elevar a temperatura ambiente. Ventilar equivale a substituír aire cargado de humidade por outro máis seco. Elevar a temperatura interior equivale a aumentar a cantidade de vapor de auga que pode conter o aire sen condensarse e, ademais, eleva a temperatura de toda a envolvente.

No caso de que non se poida empregar ningunha das dúas opcións anteriores, só cabe actuar sobre a envolvente. Desgraciadamente, este tipo de humidades prodúcese en vivendas que non teñen ou non poden manter a calefacción e que non ventilan para non pasar aínda máis frío. Para estas situacións, recóllense as seguintes accións rehabilitadoras:

## SISTEMAS DE ELIMINACIÓN DE CONDENSACIÓNS

### - Condensacións intersticiais cando o revestimento exterior funciona como barreira de vapor

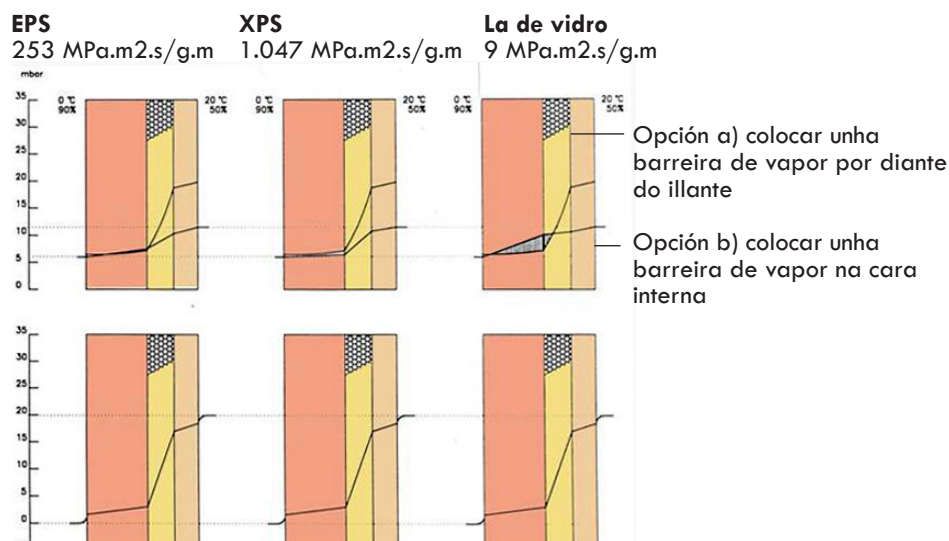
En ocasións, a envolvente posúe dúas follas separadas por cámara de aire con illante térmico e as condensacións prodúcense na folla exterior porque está fría e o revestimento da fachada impide a difusión do vapor de auga. Nestes casos, só se pode evitar o problema colocando unha segunda barreira de vapor na cara quente da envolvente. A actuación ideal sería retirar a folla interior e repoñela unha vez colocada unha barreira de vapor diante do illante térmico. A outra opción consiste en pintar a cara interior da envolvente con pintura ao esmalte mate, que ademais de económica lles produce menos inconvenientes aos usuarios.



Dobre barreira de vapor para solucionar o problema dun acabado exterior resistente (\*).

### - Condensacións intersticiais debido ao tipo de illante térmico

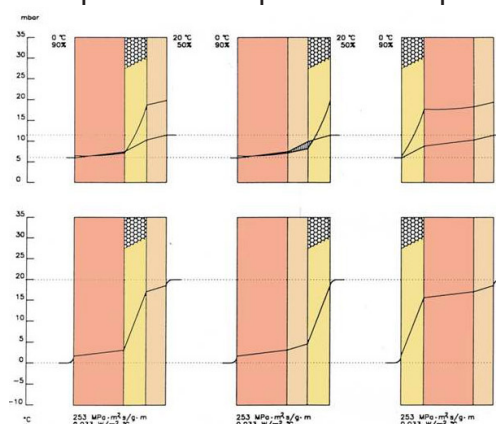
Materiais illantes con igual transmitancia térmica ca outros poden chegar a provocar condensacións intersticiais se a súa resistividade ao vapor de auga é demasiado baixa (por exemplo, cos minerais que ademais tenden a perder capacidade illante se se mollan). A actuación neste caso sería semellante ao caso anterior: bastará con colocar unha barreira de vapor por diante do illante (por exemplo, un filme de polietileno), ou ben aplicar na cara interna da envolvente unha capa de pintura intranspirable (por exemplo, esmalte sintético mate).



Risco de condensacións en función do tipo de material illante (\*).

### - Condensacións intersticiais debido á posición do illante térmico

A posición do illante térmico nunha envolvente multicapa é irrelevante para a obtención da transmitancia total e, non obstante, pode ser contraproducente se se coloca cara ao interior. Neste caso, a envolvente estará fría e o vapor de auga condensará nela. A actuación que hai que formular será por unha barreira de vapor pola cara quente. Por exemplo, pódese facer un extradorsado interior de cartón xeso cun filme de polietileno contra o illante, ou simplemente pintalo cunha pintura intranspirable.



Influencia da posición do material illante no risco de condensacións (\*).

(\*). Imaxes orixinais de "Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental", Neila, J. e Bedoya, C. Madrid, 1997.

### PRECAUCIÓN BÁSICAS

- As manchas escuras por fungos son secuelas típicas de humidades de condensación. Os puntos máis habituais prodúcense nas “pontes térmicas”: nos piares en esquinas de fachadas que interrompen o illante, na cara inferior dos bordos de forxados ou de vigas de formigón nesa posición, nos linteis e/ou xambas de ventanais de fachadas frías etc.
- Se se opta por crear unha segunda barreira de vapor na cara interna da envolvente, é aconsellable que a pintura ao esmalte (intranspirable) teña na súa composición algunha substancia funxicida, que actuará como unha segunda medida de seguridade.

### MELLORA LOGRADA

- Desaparecen as manchas de humidade e a envolvente mantén un acabado semellante ao resto do edificio.
- A envolvente xa reparada recupera as condicións de habitabilidade e hixiene esixibles.

### FICHAS RELACIONADAS

- RA 3.5. Eliminación de humidades higroscópicas en elementos contaminados.
- RA 3.6. Eliminación de humidades por ascenso capilar en muros.
- RA 3.7. Eliminación de humidades por ascenso capilar en chans.
- RA 3.8. Eliminación de humidades por ascenso capilar en soleiras e placas.
- RA 3.9. Eliminación de humidades accidentais en medianeiras.

## Eliminación de humidades de infiltración en sotos

CTE - DB HS 1: Protección fronte á humidade

CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior

### ÁMBITO

Nesta ficha recóllese a reparación de humidades de infiltración, por presión hidrostática da auga ou por contacto con terreo húmido, en muros total ou parcialmente enterrados, constituídos por fábrica de pedra, ladrillo, bloque etc. ou de formigón armado.

Non se recollen os casos de humidades producidas pola molladura directa da auga de choiva nos muros.

### MELLORA BUSCADA

Facer desaparecer o risco de humidade de infiltración procedente dun terreo húmido ou con nivel freático, que son a causa de lesións estéticas nos muros de soto, así como do desprendemento de revestimentos e pinturas interiores, para desa maneira recuperar as condicións de salubridade para os propietarios e usuarios dos edificios.

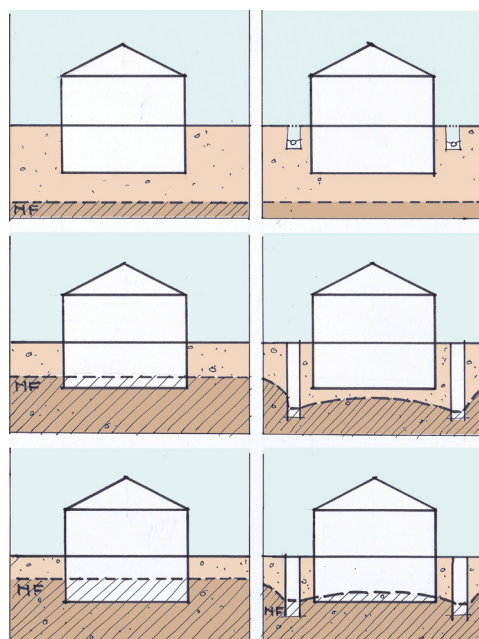
### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A presenza de auga no terreo pode ser: a) por imbibición natural debido a precipitacións de choiva ou ben b) por encharcamento do terreo debido á acumulación de auga pola existencia dun estrato impermeable máis ou menos profundo, que produce humidades por infiltración con presión hidrostática, proporcional á altura entre o nivel freático e o do muro considerado.

O DB HS 1 recolle tres situacións de presenza de auga:



Aspecto do interior dun soto con lesións de humidade por infiltración.



a) Baixa, cando a cara inferior do chan en contacto co terreo se atopa por encima do nivel freático. A auga mollaría o muro por capilaridade.

b) Media, cando a cara inferior do chan en contacto co terreo se atopa á mesma profundidade ca o nivel freático ou a menos de dous metros por debaixo. Existe algo de presión hidrostática da auga contra o muro.

c) Alta, cando a cara inferior do chan en contacto co terreo se atopa dous ou máis metros por debaixo do nivel freático. A presión hidrostática da auga contra o muro elévase e aumenta o risco de infiltración.

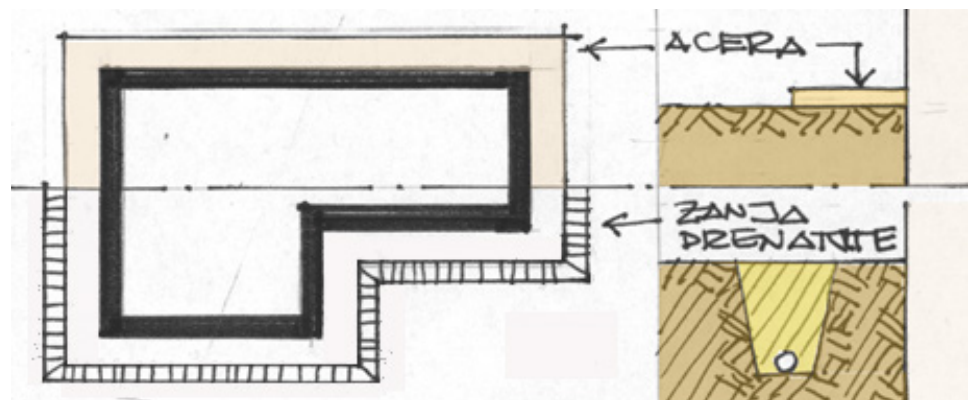


Como ocorre en tantos casos de reparacións, a primeira e mellor solución é ir á orixe; é dicir, reducir ou, se é posible, eliminar a causa. Neste caso, a estratexia ten que enfrontarse á xestión da auga presente no terreo, que é a orixe do problema. A segunda estratexia é controlar a integridade do muro, reparando calquera poro, fisura ou greta que presente. E, finalmente, como terceira estratexia, se as anteriores non son posibles ou non resultan proporcionadas, é deixar que entre a auga a través do muro e revesti-lo deixando unha cámara drenada e ventilada.

### SISTEMAS CONTRA A HUMIDADE DE INFILTRACIÓN

#### - **Reducir a presenza de auga de imbibición en torno ao edificio**

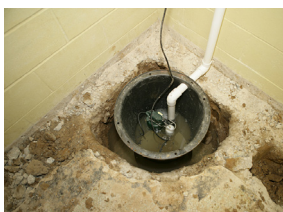
Para reducir a presenza de auga de choiva no perímetro do edificio convén, se as precipitacións son moderadas, crear unha beirarrúa con pendente transversal que afaste a auga do edificio. Se as precipitacións son abundantes tamén se pode crear unha cuneta drenante no perímetro do edificio que alivie a auga recollida conducíndoa á rede de sumidoiros ou a



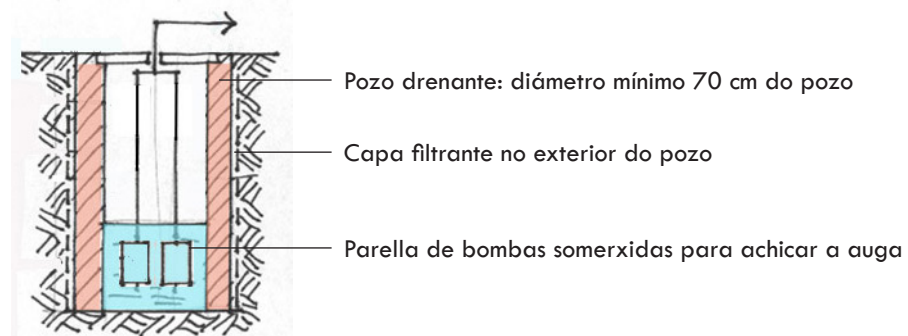
un curso de auga, por gravidade ou por bombeo.

#### - **Descender o nivel freático por baixo do chan, para quitarlle presión á auga**

Para que o nivel freático descenda é necesario realizar unha serie de pozos de drenaxe no perímetro a unha distancia menor de 50 m. Estes pozos drenantes estarán protexidos na súa cara exterior contra o terreo cunha capa filtrante que impida o arrastre dos finos. No seu interior dispórase unha parella de bombas mergulladas de achique que bombearán a auga ao saneamento ou a un depósito para o seu ulterior aproveitamento.

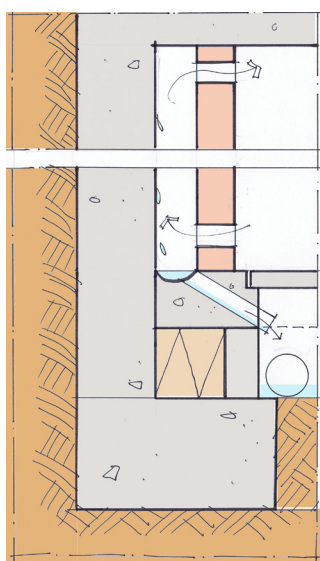


Toda a auga recollida nunha canalización debe ser conducida a un pozo de bombeo para a súa evacuación ata a rede de saneamento.



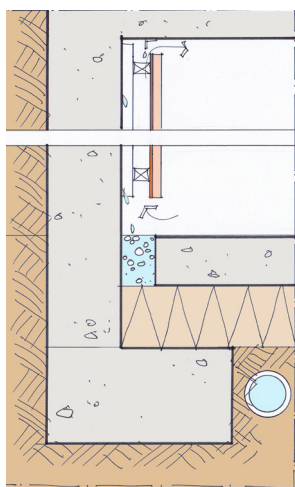
- **Creación dunha cámara drenada e ventilada ao interior do muro**

Cando non se pode intervir no terreo circundante, a opción máis económica é deixar que o muro siga filtrando auga e revesti-lo con algún intradós que deixe unha cámara drenada e ventilada. Nesta solución, o máis importante é recoller, canalizar e evacuar a auga infiltrada, dispoñendo para iso canles, barreiras impermeables, condutos de drenaxe ata unha arqueta de augas pluviais. Xunto con isto, é imprescindible ventilar a cámara cara ao exterior e, se isto non é posible, pode ventilar mediante condutos a outro espazo ventilado.



**Tabique de ladrillo + cámara drenada e ventilada**

- Reixas de ventilación (saída do aire húmido)
- Extradorsado con tabique de ladrillo
- Muro de contención que filtra a auga do terreo
- Reixas de ventilación (entrada de aire seco)
- Canalización e arranque de tabique impermeabilizados
- Arqueta de pluviais onde evacuar a auga recollida



**Revestimento + cámara drenada e ventilada**

- Banda superior de ventilación (saída do aire húmido)
- Extradorsado con chapa perfilada metálica, panel sándwich, taboleiros compactos etc. sobre perfilaría de aluminio anodizado
- Muro de contención que filtra auga do terreo
- Banda inferior de ventilación (entrada de aire seco)
- Canalización rechea con brita de cuarzo en todo o perímetro da soleira do soto
- Encachado de apoio e drenaxe da soleira
- Drenaxe interior onde evacuar a auga recollida

### **MELLORA LOGRADA**

- Desaparecen as manchas de humidade e o muro mantén un acabado semellante ao do resto do edificio.
- O muro reparado mantén as condicións de habitabilidade e hixiene esixibles.

### **FICHAS RELACIONADAS**

RA 3.6. Eliminación de humidades por ascenso capilar en muros.

RA 3.8. Eliminación de humidades por ascenso capilar en soleiras e placas.

RA 3.10. Eliminación de humidades de condensación en fachadas e cubertas.

Limpeza xeral e reparación de defectos superficiais dos revestimentos exteriores

LOE, capítulo III “Axentes da edificación”, artigo 16 “Os propietarios e os usuarios”

CTE - DB HE: Limitación da demanda enerxética

CTE - DB HS: Protección contra a auga

Ordenanzas municipais: condicións mínimas de seguridade e ornato

### ÁMBITO

Nesta ficha recóllese a rehabilitación de fachadas avellentadas, en edificios de relativa antigüidade, por un escaso ou nulo mantemento, e que teñen todas ou algunhas das seguintes lesións:

- Manchado de paramentos verticais, xambas, linteis e repisas de xanelas, de posibles molduras ou faxeados etc.
- Fisuras e/ou gretas dos acabados (revocaduras, pinturas etc).
- Empenamento e/ou desprendemento de revestimentos etc.

### MELLORA BUSCADA

Eliminar a sucidade ambiental depositada na fachada, así como recuperar a integridade e o aspecto orixinal da fachada, de forma que o edificio manteña as mellores condicións de ornato, todo iso en cumprimento das obrigacións que teñen os propietarios de conservar en bo estado a edificación.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

#### - Eliminar a sucidade da fachada do edificio

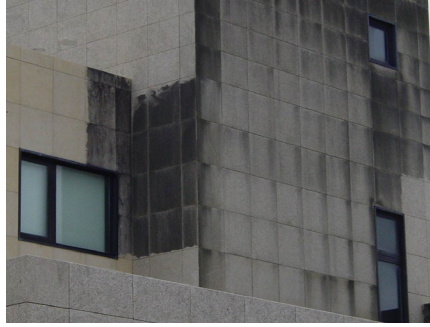
Enténdese por sucidade as manchas agrisadas e mouras, froito do proceso polo que as partículas de po e polución ambiental se depositan, fixan e son arrastradas pola auga sobre a superficie da fachada do edificio. Tamén se inclúen neste apartado as manchas mouras ou pardo avermelladas que se atopan en fachadas orientadas ao norte froito do depósito, fixación e lavado de algas e cianobacterias presentes no ambiente, que colonizan aqueles paramentos nos que se dan as mellores condicións bióticas.

A súa eliminación realizarase por lavado con auga exenta de sales. O proceso comezará pola parte superior da fachada, e poderase utilizar:

- Auga a presión moderada, cando o revestimento estea firmemente ancorado.
- Fregado con cepillo de raíces e enxaugado posterior cunha manguera, cando non se queira danar o revestimento.
- Pastas de celulosa impregnadas con auga destilada, cando o soporte poida ser danado irremediabilmente (edificios catalogados etc.).



Manchas escuras sobre granito producidas pola colonización de algas e cianobacterias.



Fachada con aplacado ventilado de granito con manchas por colonización de algas e cianobacterias, en proceso de lavado con auga a presión moderada (panos sucios con diferente grao de colonización por orientación e panos tras o lavado con auga).



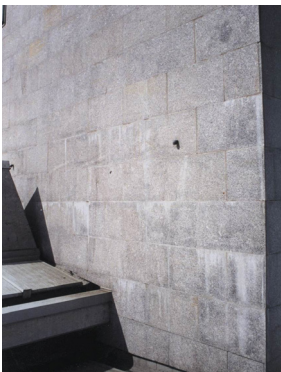
Manchas de eflorescencias en fábrica de ladrillo.

### - Eliminar manchas branquecinas de eflorescencias

Enténdese por eflorescencia o proceso polo cal a auga que mollou a fachada é penetrado polos seus poros e polo que dissolve aqueles sales solubles que atope ao seu paso presentes en fábricas de ladrillo, morteiro de colocación de revestimentos etc. Ao cesar as precipitacións, comeza o proceso de secado e invértese o proceso, de modo que a auga cos sales disoltos chega ata a superficie. Alí a auga evapórase e os sales que transportaba cristalízanse nela.

A súa eliminación realizarase por lavado con auga exenta de sales. O proceso comezará pola parte superior da fachada e poderase utilizar:

- Auga a presión moderada, cando o revestimento estea firmemente ancorado.
- Fregado con cepillo de raíces e enxaugado posterior cunha manguera, cando non se queira danar o revestimento.
- Pastas de celulosa impregnadas con auga destilada, cando o soporte poida ser danado irremediabilmente (edificios catalogados etc.).



Manchas de eflorescencias en chapado de granito.

### - Eliminar fisuras e/ou gretas de revestimentos discontinuos

Moitos revestimentos terminan por agretarse por carecer de xuntas propias de dilatación e, ao aumentar de volume polo aumento da temperatura sen posibilidade de dilatar, as súas pezas, ben en forma de placas ou plaquetas, terminan por dislocarse e aparecen gretas e fisuras e expúlsase o rexuntado.



A solución é retirar as pezas, e volver fixalas tras reducir a súa lonxitude un ou dous milímetros. As novas xuntas deberanse rexuntar cun morteiro especial de xuntas, elastificado, impermeable e sen retracción.

**- Eliminar fisuras e/ou gretas de revocaduras, pinturas etc.**

Os revestimentos continuos poden presentar fendas por movementos propios (retracción tras o fraguado, dilatacións estacionais etc.) ou do soporte (frenchas inducidas pola estrutura, dilatacións impedidas etc.). A reparación das fisuras propias pode realizarse con bandas elasticadas e morteiros de reparación. As gretas, en cambio, deben ser amañadas tras eliminar primeiramente a causa (permitir dilatacións, reforzar a estrutura etc.).



**MELLORA LOGRADA**

- Os propietarios do inmoble cumpriron co seu deber de manter o edificio coa limpeza e ornato regulamentarios (LOE, capítulo III “Axentes da edificación”, artigo 16 “Os propietarios e os usuarios”).
- A fachada recupera a integridade e o aspecto orixinal.
- A fachada mantén o grao de protección contra a auga de choiva esperada.

**FICHAS RELACIONADAS**

- RE 2.4. Consolidar un muro de cachotería de pedra ou ladrillo.
- RA 3.9. Eliminación de humidades accidentais en medianeiras.
- RG 4.2.1. Rehabilitación de fachada: sistema SATE.







# REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

## RE 4.1.1.

# Incorporar un atrio, un miradoiro ou unha galería

Favorecer o aproveitamento pasivo da enerxía solar en inverno

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

### ÁMBITO

A utilización de galerías e miradoiros vidrados para captar a enerxía solar durante o inverno, o que contribúe ao quecemento das habitacións situadas tras deles, forma parte da tradición arquitectónica de moitas das nosas cidades. O mesmo ocorre cos atrios vidrados, popularizados a partir do século XIX para achegar iluminación e quecemento por radiación solar a galerías comerciais e espazos de distribución de edificios públicos.

### MELLORA BUSCADA

Utilización de galerías, miradoiros e atrios vidrados como elementos de captación de enerxía solar para o acondicionamento térmico dos espazos adxacentes, o que contribúe a un menor consumo de enerxía de calefacción.



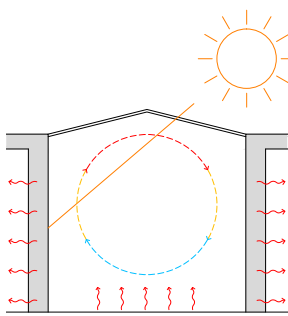
Imaxe urbana definida por galerías. Betanzos.



Utilización de galerías como elementos de captación solar. Santiago de Compostela

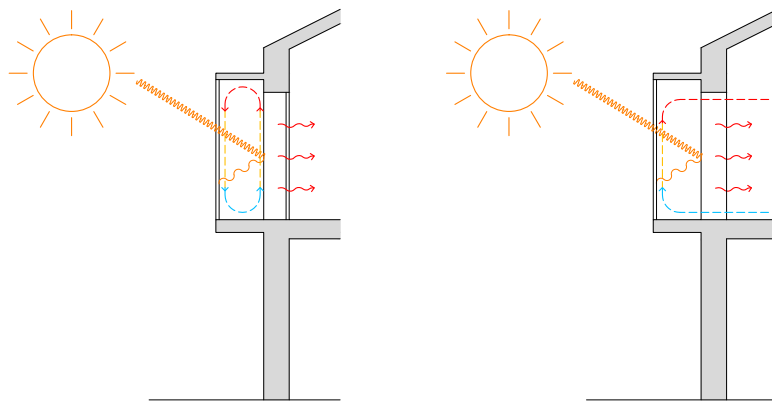
### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

O funcionamento das galerías, miradoiros e atrios vidrados baséase na aplicación do denominado efecto invernadoiro. Os vidros son permeables á radiación de lonxitudes de onda inferiores a 2500 nanómetros (nm), o que supón a maior parte da enerxía solar. A radiación que penetra ao interior do elemento vidrado quenta as superficies e os corpos situados no seu interior. Estes corpos, ao quentarse, emiten á súa vez enerxía por radiación, pero nunha lonxitude de onda máis longa (duns 11.000 nm) á que o vidro é impermeable. Deste xeito, a galería ou o corpo vidrado convértese nunha trampa de calor que permite a entrada de enerxía, mais non a súa saída.

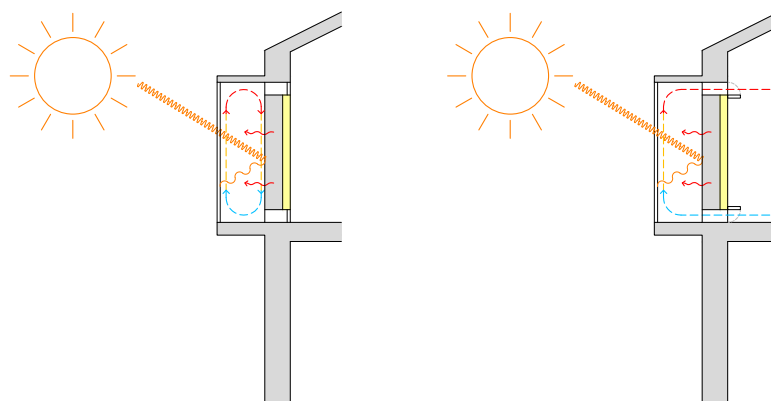


Captación de enerxía solar nun atrio e distribución cara aos espazos contiguos mediante elementos de alta inercia térmica.

O aire que hai dentro da galería non se quenta directamente por mor da enerxía solar incidente, ao transmitirse esta por radiación, senón que se vai quentando paulatinamente por convección, ao entrar en contacto coas paredes e co chan da galería, previamente quentados pola radiación. O aire quentado na galería pode empregarse para quentar as habitacións situadas xunto a ela, mediante a apertura de ocios de ventilación que a comuniquen con ela, o que favorece a renovación de aire por convección. Aínda que o vidro evita a saída da radiación emitida polos corpos quentes situados no interior da galería, prodúcese perdas de calor ao seu través debidas ao seu quentamento pola radiación de onda longa emitida desde o interior e por convección, ao entrar en contacto co aire interior. Para obter o máximo aproveitamento dunha galería ou un miradoiro vidrado como elemento de acondicionamento térmico, este debe ter unha orientación o máis próxima ao sur, para captar o máximo de radiación solar durante os meses de inverno.



Galería tradicional (sen illamento). Transmisión de calor por convección e radiación coas portas abertas e por radiación exclusivamente cando estas se pechan.



Galería con muro posterior dotado de illamento térmico e ocios que permiten controlar o quecemento dos espazos interiores por convección.



Espazo interior dunha galería.

Para adecuar as necesidades de calor co ciclo descontinuo de achega de radiación producida polo sol é habitual utilizar sistemas de almacenamento baseados na incorporación de elementos de alta inercia térmica. No caso das galerías, o muro que a separa do resto do edificio, que almacena a calor producida pola radiación incidente que entra na galería.

Para que o muro actúe como acumulador térmico e para que non se produzan perdas durante a noite cara á galería, o illamento debe situarse na cara interior do muro.

A eficiencia da galería pódese incrementar se esta está dotada de elementos móbiles que acheguen illamento durante a noite, o que evita as perdas a través do vidro.

Durante o verán, hanse prever sistemas que eviten o sobrequecemento, ben mediante sistemas de sombreamento polo exterior que eviten a incidencia directa da radiación solar, ben mediante aperturas que permitan disipar por convección o aire quente do interior da galería.

### MELLORA LOGRADA

- Diminución do consumo enerxético ao introducir o aire de ventilación prequentado na galería ou miradoiro.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Recuperación de elementos da arquitectura tradicional urbana como miradoiros e galerías, co que se mantén o seu uso orixinal como elementos de amortecemento térmico.

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.1.2. Incorporar materiais de alta inercia térmica para almacenar calor ou frío.

RG 4.1.3 Optimizas as zonas da vivenda segundo a súa orientación.

## RE 4.1.2.

# Incorporar materiais de alta inercia térmica para almacenar calor ou frío

Crear elementos de almacenamento da enerxía gratuíta achegada polo sol ou a ventilación nocturna

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

### ÁMBITO

En climas nos que se pode producir unha considerable variación de temperaturas entre o día e a noite, a utilización de elementos de alta inercia térmica, como muros ou forxados de gran masa, permiten acumular no inverno a calor producida polo sol, para cedelo paulatinamente durante a noite. Así mesmo, no verán, os elementos de alta inercia térmica poden acumular o frescor da noite para atenuar durante o día a temperatura interior dos edificios.

### MELLORA BUSCADA

Atenuar os cambios de temperatura que se producen no interior dos edificios entre o día e a noite, mellorando as condicións de confort dos seus ocupantes.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A utilización de materiais de alta inercia térmica ten como consecuencia o amortecemento das variacións de temperatura que se producen no interior dos edificios entre o día e a noite ou entre os períodos de acendido ou apagado da calefacción.

A alta inercia térmica produce tamén un efecto de retardo na variación da temperatura interior respecto á exterior. A conveniencia da utilización de elementos de alta inercia térmica depende do uso ao que estea destinado o edificio. Dado que a alta inercia térmica supón un retardo na variación da temperatura interior, a súa utilización só está indicada para edificios de uso permanente, e non é aconsellable nos edificios de uso intermitente, como locais comerciais, oficinas ou vivendas de fin de semana, ao ser necesario investir unha maior cantidade de enerxía para quentalos ou refrixeralos debido ao consumo derivado da necesidade de vencer a súa inercia térmica inicial.

En edificios construídos con materiais de alta inercia térmica —materiais pétreos ou cerámicos de grande espesor— destinados a un uso discontinuo ou intermitente, pode evitarse o efecto non desexado de retardo na variación da temperatura térmica interior mediante a colocación de illamento térmico na cara interior dos cerramentos. Pola contra, en edificios destinados a un uso permanente, como pode ser o caso das vivendas, é aconsellable colocar o illamento polo exterior dos muros, aproveitando así a súa masa térmica para atenuar os cambios de temperatura no seu interior.

No inverno, a combinación de elementos de alta inercia térmica con ventanais e galerías orientados ao sur permite acumular a calor achegada pola enerxía solar para cedelo lentamente durante a noite.



Casa Jacobs II, F. Lloyd Wright. Aproveitamento da alta inercia térmica dos muros de pedra semienterrados como acumuladores da enerxía captada a través da fachada sur.

No verán, a inercia térmica pode combinarse con sistemas de ventilación cruzada ou de ventilación forzada que disipen durante a noite a calor acumulada durante o día e manterase, polo efecto do retardo térmico, a temperatura interior por debaixo da temperatura exterior durante as horas de sol.

### MELLORA LOGRADA

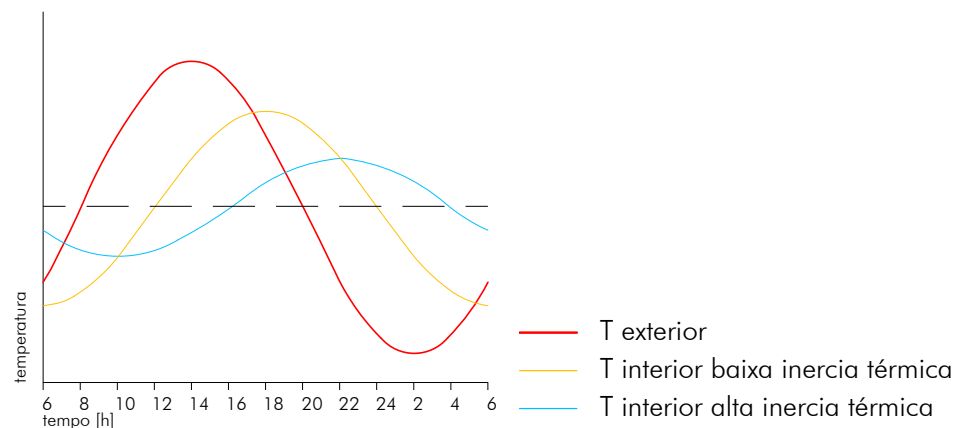
- Diminución do consumo enerxético de calefacción ao permitir aproveitar durante a noite as achegas de enerxía solar que se producen a través dos ocos, galerías etc.
- Diminución do consumo enerxético de refrixeración ao permitir aproveitar durante o día a redución de temperatura derivada da ventilación nocturna.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Mellora do confort no interior dos edificios, o que contribúe a manter a temperatura constante durante todo o día.

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.1.1. Incorporar un atrio, un mirador ou unha galería.

RG 4.1.3. Optimizar as zonas da vivenda segundo a súa orientación.

RI 5.1.1. Sistemas de refrixeración pasivos e ventilación natural cruzada.



## RE 4.1.3.

# Optimizar as zonas da vivenda segundo a súa orientación

Mellorar o comportamento térmico do edificio mediante unha orientación axeitada

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

### ÁMBITO

Durante o inverno, a captación de radiación solar a través dos ocos do edificio contribúe a reducir o consumo de calefacción; pola contra, durante o verán deben evitarse as cargas térmicas producidas polo sol para evitar o sobrequeamento dos espazos interiores.

### MELLORA BUSCADA

Optimizar a distribución dos espazos interiores e a disposición dos ocos con relación á orientación do edificio para contribuír a reducir o consumo de calefacción no inverno e minimizar as necesidades de refrixeración no verán.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A orientación óptima dun edificio é aquela que permite captar o máximo de enerxía solar durante os meses de inverno e reducir as achegas solares no verán. Tendo en consideración que as ganancias solares a través dos cerramentos opacos son moi reducidas en relación coas que se producen a través do acristalamento —en especial, se o edificio se encontra correctamente illado—, para establecer a orientación óptima dun edificio é necesario atender fundamentalmente a orientación dos seus ocos.

Na nosa latitude, a radiación que penetra a través dun oco no inverno é máxima para a orientación sur. No verán, a radiación que penetra polos ocos orientados ao sur é menor que a que o fai polos ocos orientados ao leste ou ao oeste. Isto é debido á diferenza de altura e traxectoria do sol entre o verán e o inverno. Durante o verán, a traxectoria máis ampla combinada cunha maior altura solar implica unha maior soleada das fachadas leste e oeste respecto ao sur. No inverno, a traxectoria máis curta e a menor altura solar implica unha maior soleada na fachada sur que nas orientadas ao leste e oeste. Polo tanto, serán máis eficientes desde o punto de vista enerxético aquelas edificacións nas que a maior parte dos seus ocos presenten orientacións o máis próximas posibles á orientación sur.

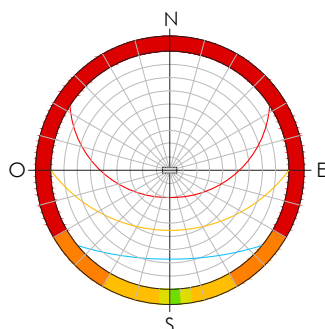
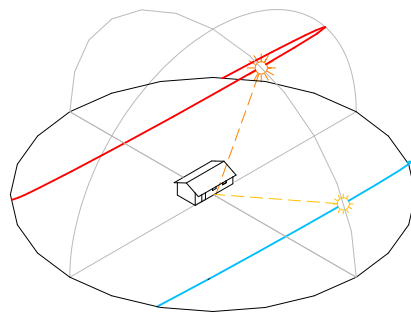


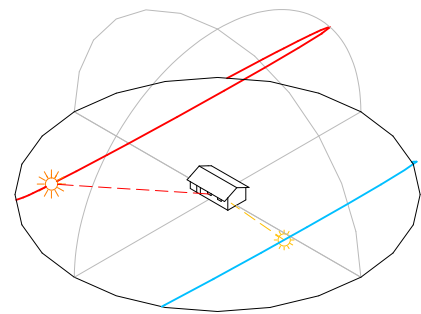
Diagrama de orientacións para Galicia, onde o verde representa as orientacións óptimas (sur) e o vermello as pésimas.

Dado que polo xeral non todos os espazos poden ter a mesma orientación, deben situarse na zona mellor orientada os espazos con maiores necesidades de iluminación e temperatura. No caso das vivendas, as salas de estar, os comedores e as cocinas, cun uso máis prolongado durante o día, deben situarse preferentemente orientadas ao sur, mentres que os dormitorios, que polo seu uso nocturno teñen uns menores requirimentos en canto a iluminación, poden situarse con orientacións leste ou norte.

En rehabilitación pode optarse pola redistribución interior dos espazos e buscar a orientación sur para os espazos de maior uso durante o día, como son as salas de estar e as cocinas. Outra posibilidade é a modificación dos cocos para mellorar a súa orientación.



Orientación óptima: norte-sur, produce a máxima captación solar no inverno e minimízaa no verán.



Orientación pésima: leste-oeste, produce a mínima captación solar no inverno e a máxima no verán.

### MELLORA LOGRADA

- Diminución do consumo enerxético de calefacción debido ás ganancias solares que se producen durante o inverno.
- Diminución do consumo enerxético de refrixeración mediante a redución das ganancias producidas a través das fiestras no verán.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Mellora do confort ao adecuar a soleada recibida en cada estancia ao uso ao que está dedicada.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.11. Sistemas de refrixeración pasivos e ventilación natural cruzada.



## RE 4.2.1.

## Rehabilitación de fachada: sistema SATE

Incrementar o illamento térmico dos cerramentos pola súa parte exterior

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13499 - Illantes térmicos. Sistemas compostos para illamento térmico externo (ETICS) basados en polistireno expandido

UNE EN 13500 - Illantes térmicos. Sistemas compostos para illamento térmico externo (ETICS) baseados en la mineral

Guía ETAG 004

### ÁMBITO

No inverno, os edificios sofren perdas de calor a través da súa envolvente térmica —fachadas exteriores e cerramentos en contacto con espazos non calefactados, cuberta e forxado en contacto co terreo e co exterior— que, en función do seu grao de illamento, poden supor importantes incrementos nos seus consumos de enerxía de calefacción.

En edificios que carezan de illamento térmico ou cuxo nivel de illamento non responda ás esixencias actuais, unha solución moi adecuada pode ser a aplicación dun sistema de illamento térmico polo exterior (SATE).

Este tipo de mellora pode ter especial interese no contexto dunha renovación ou rehabilitación das fachadas do edificio.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da fachada, eliminar as pontes térmicas que se producen nas cabezas de forxado e nos piares das fachadas e mellorar o comportamento higrotérmico da envolvente para evitar o risco de condensacións. Todo isto mantendo en todo momento a habitabilidade do edificio e sen reducir a superficie útil da vivenda.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Solución consistente na aplicación dun sistema formado por unha capa de illante térmico fixada á parte exterior da fachada existente e un acabado de morteiro multicapa, armado cunha malla de fibra de vidro. En función do sistema utilizado e do tipo de soporte, a fixación dos paneis de illamento térmico pode realizarse mediante adhesivos, fixacións mecánicas ou ambas as dúas cousas.

Os materiais de illamento térmico utilizados son: paneis de polistireno expandido (EPS), paneis de la mineral de alta densidade (MW), paneis de espuma ríxida de poliuretano conformado (PUR), paneis de polistireno extruído (XPS), cortiza expandida e vidro celular.

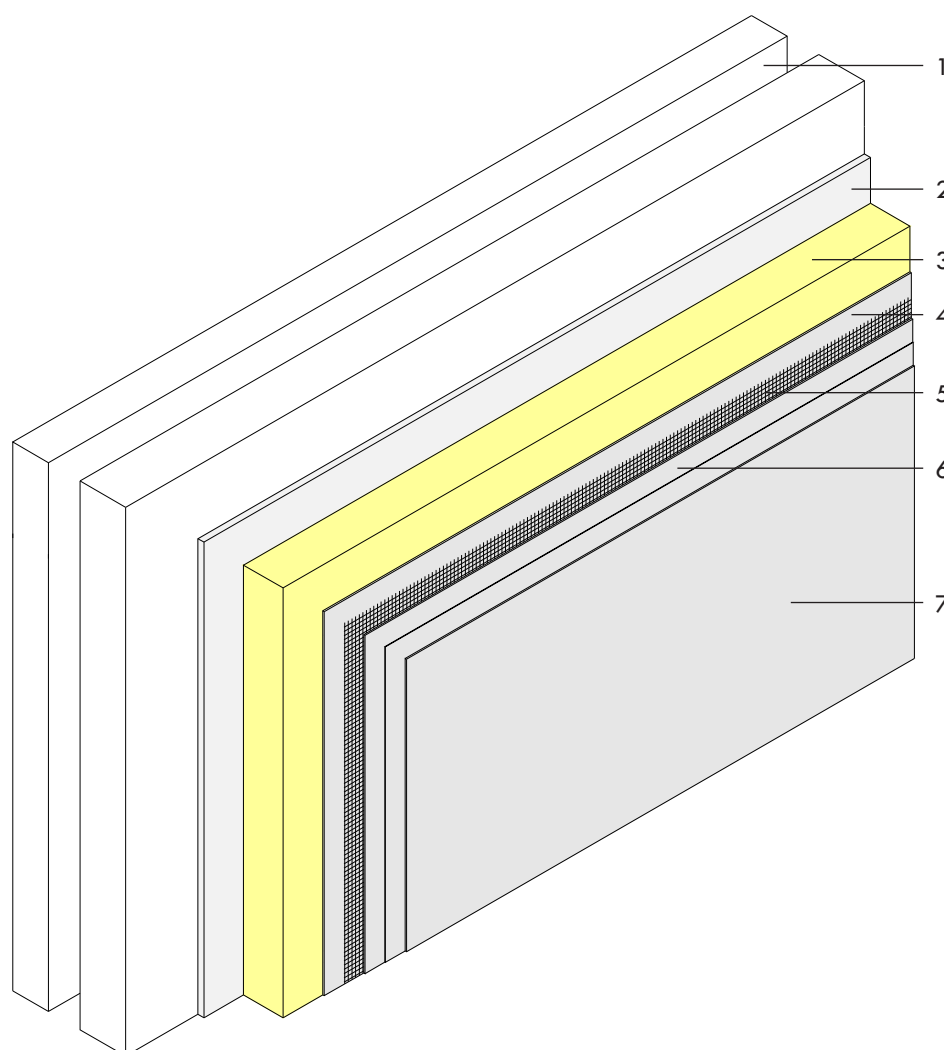
Sobre a capa de illamento aplícase unha capa de morteiro armado cunha malla de fibra de vidro, cun espesor de entre 3 e 8 mm, e unha capa de remate que impermeabiliza e protexe o conxunto. Entre a capa de armadura e a de acabado dispónse unha capa de imprimación, que regulariza a superficie e garante a adherencia entre ambas as capas.

A malla de fibra de vidro utilizada deberá ter un tratamento antiálcali, para evitar que sexa atacada polos compoñentes do morteiro.



Colocación de illamento térmico nunha rehabilitación con sistema SATE.

A solución debe ser coordinada con posibles melloras na carpintería exterior do edificio: substitución de vidros e carpinterías, instalación de dobre ventá etc.



1. Muro existente
2. Adhesivo
3. Illamento térmico
4. Morteiro
5. Armadura de fibra de vidro
6. Imprimación
7. Acabado

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico de la envolvente do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción entre un 40 e un 50 %. Diminución do consumo enerxético total da vivenda entre un 18 e un 25 %.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Eliminación da totalidade das pontes térmicas, ao tratarse dun sistema de illamento pola parte exterior do cerramento.
- Eliminación do risco de condensacións no cerramento, ao evitarse que en calquera punto da súa sección poida alcanzarse a temperatura de resío.
- Aproveitamento da inercia térmica do cerramento para almacenar as ganancias producidas pola soleada e atenuar os cambios de temperatura entre os tempos de acendido e apagado do sistema de calefacción.

## CONSIDERACIÓN XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo “Mapas climáticos”.

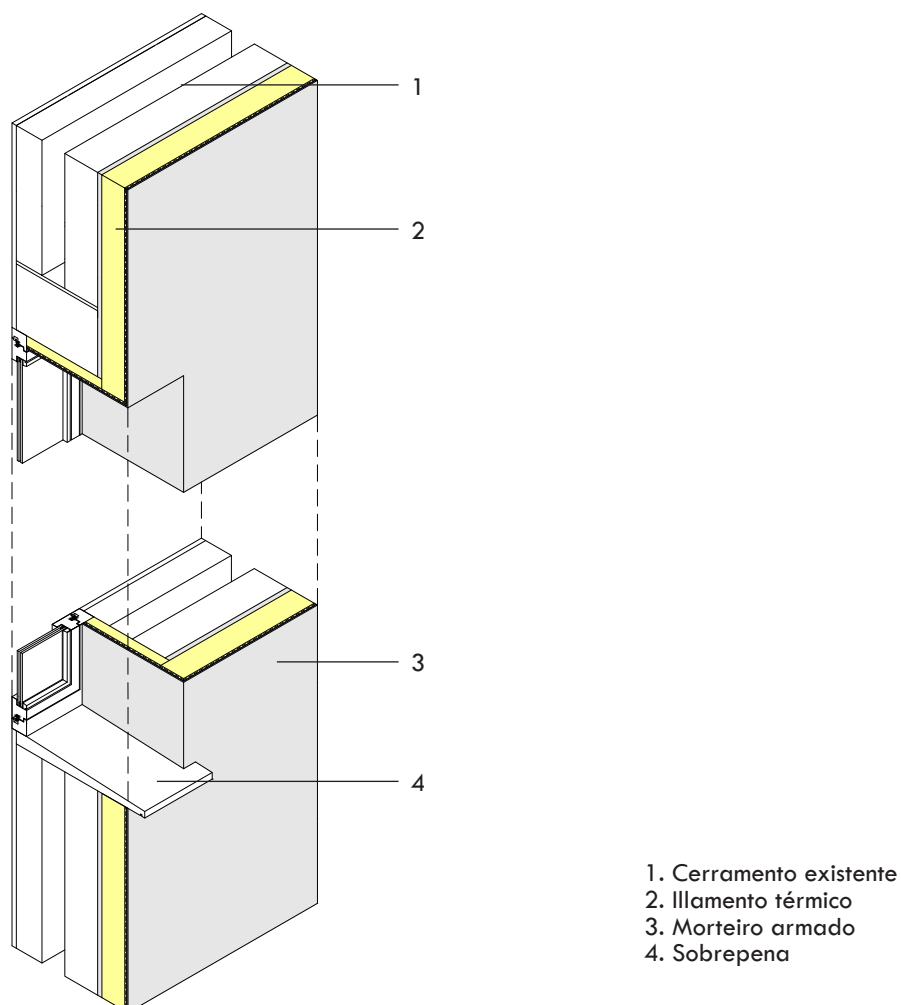
<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

## FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.1. Rehabilitación térmica de ventá tradicional.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros. Elección do acristalamento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: marcos con rotura de ponte térmica.



Encontro con oco de solución SATE.

## RE 4.2.2.

# Rehabilitación de fachadas: fachada ventilada

Incrementar o illamento térmico da fachada

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13162 a 13167 - Produtos illantes térmicos para aplicacións na edificación.

### ÁMBITO

No inverno, os edificios sofren perdas de calor a través da súa envolvente térmica —fachadas exteriores ou cerramentos en contacto con espazos non calefactados, cuberta e forxados en contacto co terreo ou co exterior— que, en función do seu grao de illamento, poden supor importantes incrementos nos seus consumos de enerxía de calefacción.

As solucións de fachada ventilada permiten, no contexto dunha renovación total da imaxe exterior do edificio, mellorar substancialmente o illamento térmico da súa envolvente.

### MELLORA BUSCADA

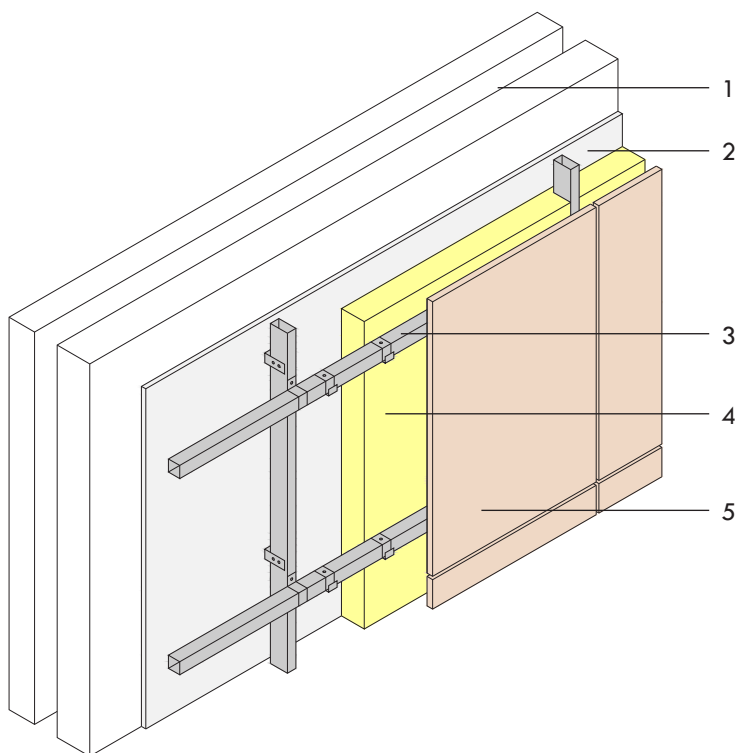
Incrementar o illamento térmico da fachada, eliminar as pontes térmicas, que se producen nas cabezas de forxados e nos piares das fachadas, e evitar o risco de condensacións.

### SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

A rehabilitación de fachadas mediante solucións denominadas “fachada ventilada” consiste na disposición sobre a fachada existente dun novo revestimento, formado por placas ou paneis de pouco espesor, cunha cámara ventilada na súa parte posterior e unha capa de illamento térmico.



Construción de fachada ventilada pétreo.



1. Muro de cerramento existente
2. Revocadura con morteiro
3. Perfilaría para ancoraxe do revestimento
4. Illamento térmico
5. Placas de revestimento



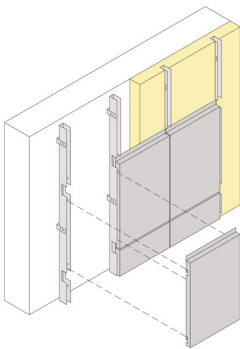
Detalle de fachada ventilada con pezas cerámicas.

As placas de fachada dispóñense coas xuntas abertas, o que lles permite dilatar e contraer libremente. A auga que penetra na cámara a través das xuntas drénase cara ao exterior, pola parte inferior desta.

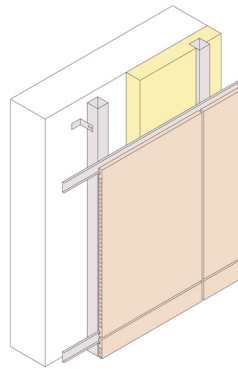
O illamento térmico fíxase á fachada existente mediante ancoraxes puntuais ou perfís de aceiro ou aluminio, ancorados aos elementos resistentes da fachada (cabezas de forxados, fábricas de ladrillo macizo).

O revestimento pode estar formado por placas de metal (aceiro, cinc, aluminio), taboleiros de madeira de alta densidade, taboleiros de madeira-cemento, paneis de GRC (formigón armado con fibra de vidro), paneis cerámicos, placas de pedra natural etc.

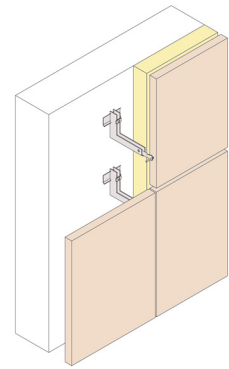
O illante, ao estar situado no interior da cámara, pode humedecerse pola entrada de auga a través das xuntas, polo que deberán utilizarse materiais cunha baixa absorción de auga. Os utilizados habitualmente son: espuma de poliuretano, paneis de polistireno extruído e paneis ríxidos de la de roca.



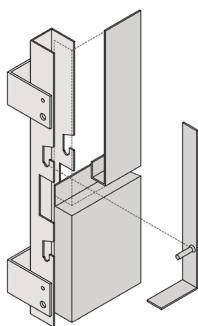
Fachada ventilada de paneis metálicos.



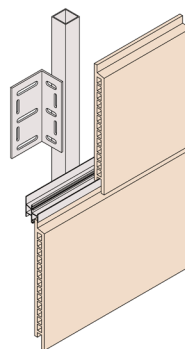
Fachada ventilada de pezas cerámicas.



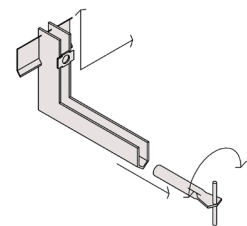
Fachada ventilada pétreo.



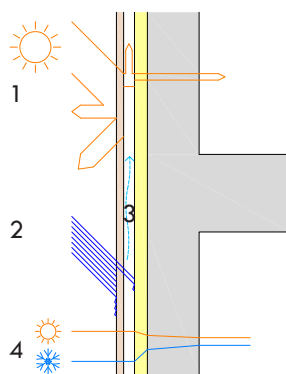
Detalle de fixación mediante guías verticais metálicas.



Detalle de fixación mediante perfís metálicos verticais e carrís horizontais continuos.



Detalle de fixación puntual con regulación.



Esquema de funcionamiento de fachada ventilada.

1. Atenuación da transmisión de enerxía solar a través do cerramento
2. Redución da enerxía da chuvia incidente na fachada e drenaxe pola parte inferior
3. Eliminación da humidade do interior da cámara mediante ventilación
- 4 Redución das perdas de calor a través do cerramento no inverno e das ganancias no verán

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico da envolvente do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción entre un 40 e un 50 %. Diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre o 18 e o 25 %.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Eliminación da totalidade das pontes térmicas, ao tratarse dun sistema de illamento pola parte exterior do cerramento.
- Eliminación do risco de condensacións no cerramento, ao evitar que en calquera punto da súa sección se poida alcanzar a temperatura de resío.
- Aproveitamento da inercia térmica do cerramento para almacenar as ganancias producidas pola soleada e atenuar os cambios de temperatura entre os tempos de acendido e apagado do sistema de calefacción.
- Renovación da imaxe exterior do edificio.
- Eliminación do risco de desprendemento de elementos da fachada en mal estado (aplacados, revestimentos cerámicos tomados con morteiro etc.).

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo "Mapas climáticos".

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.1. Rehabilitación térmica de ventá tradicional

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: vidros. Elección do acristalamento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: marcos con rotura de ponte térmica.

## RE 4.2.3.

## Illamento de medianeiras polo exterior

Incrementar o illamento térmico dos muros medianeiros

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE 53410 - Láminas flexibles de aplicación "in situ" a base de copolímeros en dispersión acuosa, con armadura, para impermeabilizacións na edificación.

### ÁMBITO

Cando se produce a demolición dun edificio, os muros medianeiros dos edificios lindeiros pasan a quedar en contacto directo co exterior, o que incrementa as perdas de calor ao seu través e o risco de humidades por infiltración.

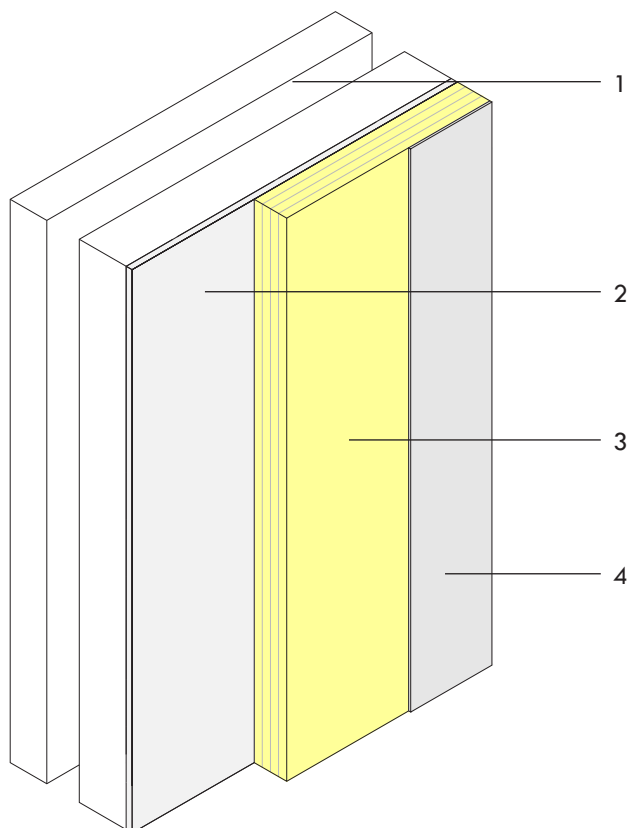
### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico dos muros medianeiros.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

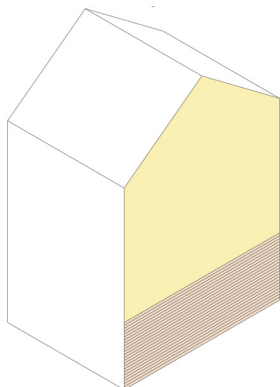
Solución consistente na mellora do illamento dos muros medianeiros ao descuberto, recubrindoos con espuma de poliuretano proxectado.

Para garantir a impermeabilidade da medianeira e evitar que o recubrimento de espuma de poliuretano se degrade pola acción dos raios ultravioleta, esta deberá protexerse cunha pintura impermeabilizante (por exemplo, unha pintura flexible a base de copolímeros en dispersión acuosa).



1. Muro existente
2. Revestimento
3. Illamento: espuma de poliuretano
4. Pintura impermeabilizante

Illamento de muros medianeiros.



Protección do illante en baixo mediante recubrimento ríxido.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico da envolvente do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 40 e un 50 %. Diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre un 18 e un 25 %.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Eliminación do risco de humidades de infiltración nas medianeiras.
- Eliminación de pontes térmicas.
- Eliminación do risco de humidades de condensación.

### CONSIDERACIÓN XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas	Espesor mínimo en mm*	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo "Mapas climáticos"

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

RA 3.9. Eliminación de humidades accidentais en medianeiras.

RG 4.2.1. Rehabilitación de fachada: sistema SATE.



## RE 4.2.4.

# Illamento de medianeiras polo exterior. Illante + protección

Incrementar o illamento térmico dos muros medianeiros

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

### ÁMBITO

Cando se produce a demolición dun edificio, os muros medianeiros dos edificios lindeiros pasan a quedar en contacto directo co exterior, o que incrementa as perdas de calor a través deles e o risco de humidades por infiltración.



Medianera protexida mediante pranchas lisas de fibrocemento.

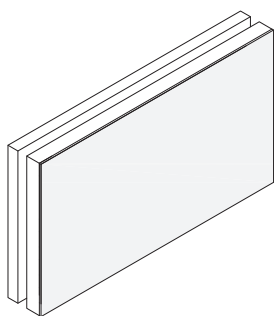
### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico dos muros medianeiros

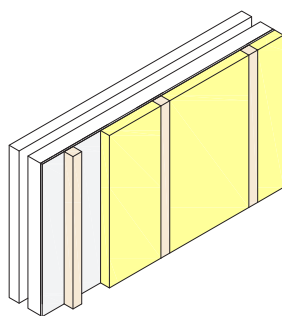
### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Solución consistente na mellora do illamento dos muros medianeiros mediante a colocación dun material illante térmico, que se protexe da intemperie mediante paneis de chapa metálica, fibrocemento, taboados de madeira etc. O proceso construtivo consta das seguintes fases:

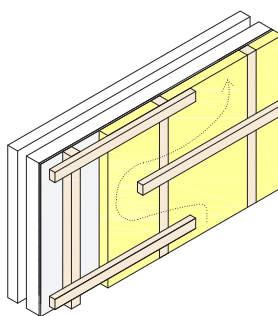
- Preparación da medianeira, eliminando os elementos saíntes e regularizando as discontinuidades na súa superficie.
- Colocación de listóns de madeira, aceiro galvanizado ou aluminio, ancorados ao muro medianeiro, para a fixación do recubrimento.
- Colocación do illamento térmico, que se disporá entre os listóns, e fixarase ao muro mediante ancoraxes metálicas e/ou adhesivas.
- Montaxe das pranchas de remate. En función do tipo de pranchas que se vaia utilizar, poderase dispor unha segunda familia de listóns aparafusados aos anteriores.



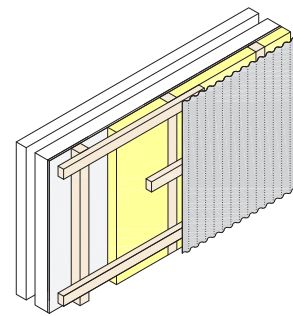
1. Preparación de superficie.



2. Colocación de listóns verticais e illamento.



3. Colocación de listóns horizontais para ventilación da cara posterior das pranchas.



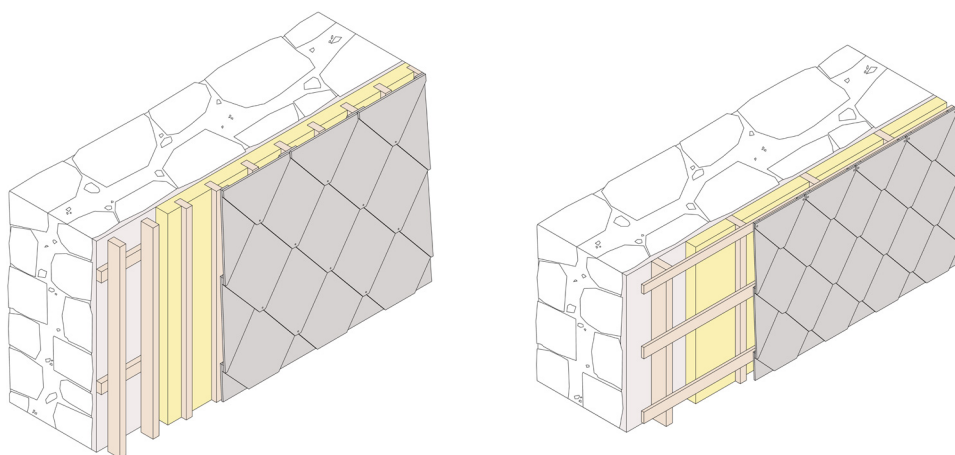
4. Colocación de pranchas de acabado.

Proceso de montaxe.

Os materiais illantes empregados deberán ter unha baixa absorción de auga. Se se utiliza espuma de poliuretano, deberá aplicarse en capas de 1,5 a 2 cm de grosor, ata alcanzar o espesor necesario. Se se utilizan paneis de polistireno extruído ou paneis ríxidos de la mineral, deberán fixarse mediante ancoraxes mecánicas ao muro medianeiro.

A disposición dos listóns atenderá as características do material de protección e acabado (pranchas onduladas ou de aceiro ou aluminio prelacado, pranchas de zinc, placas onduladas ou lisas de fibrocemento, taboados de madeira etc.). A disposición, as características e o número de ancoraxes deberá ser adecuada para resistir os esforzos de succión producidos polo vento na zona en que se sitúe o edificio. O seu cálculo realizarase de acordo co DB SE-AE.

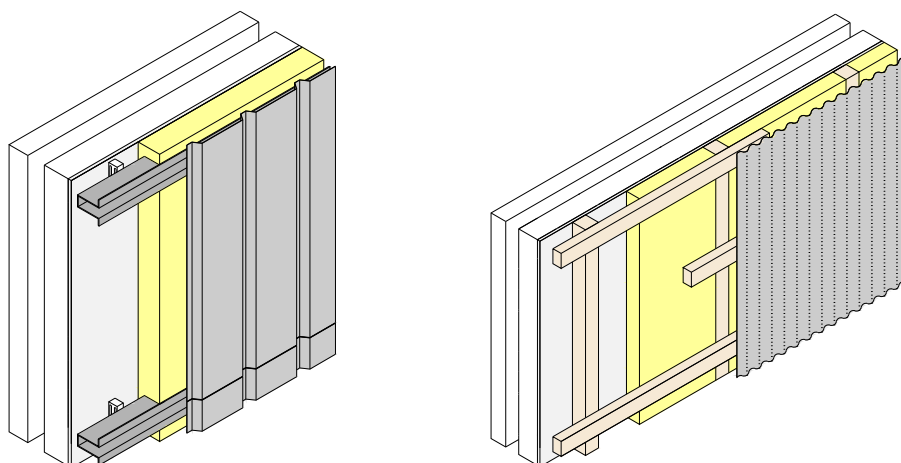
Para evitar condensacións na cara interior dos paneis de recubrimento, entre o illamento e a capa de protección crearase unha cámara aberta nos seus extremos inferior e superior para facilitar a ventilación por convección.



Distintos tipos de colocación de listóns para a fixación de protección con placas de fibrocemento lisas.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico da envolvente do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 40 e un 50 %. Diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre un 18 % e un 25 %.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas pola utilización de combustibles fósiles.
- Eliminación do risco de humidades de infiltración nas medianeiras.
- Eliminación de pontes térmicas.
- Eliminación do risco de humidades de condensación.



Fixación de protección de chapa metálica mediante perfís de chapa conformada ou listóns de madeira.

### CONSIDERACIÓN XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo “Mapas climáticos”.

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

RA 3.9. Eliminación de humidades en medianeiras.

RG 4.2.1. Rehabilitación de fachada: sistema SATE.

RG 4.2.2. Rehabilitación de fachadas: fachada ventilada.

## RE 4.2.5.

# Illamento térmico polo interior + extradorsado

Incrementar o illamento térmico da fachada

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13162 - Illantes térmicos: produtos de la mineral (MW)

UNE EN 13163 - Illantes térmicos: polistireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Illantes térmicos: polistireno extruído (XPS)

UNE EN 13165 - Illantes térmicos: espuma ríxida de poliuretano (PUR)

### ÁMBITO

No inverno, os edificios sofren perdas de calor a través da súa envolvente térmica —fachadas exteriores ou cerramentos en contacto con espazos non calefactados, cubertas e forxados en contacto co terreo e co exterior— que, en función do seu grao de illamento, poden supor importantes incrementos dos seus consumos de enerxía de calefacción.

As solucións de illamento térmico polo interior permiten mellorar o illamento de cada vivenda ou local de maneira individual, sen necesidade de realizar obras no exterior da fachada do edificio.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da fachada.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A solución consiste en colocar un material illante térmico pola cara interior do cerramento que se recobre cara ao interior cun extradorsado de placas de xeso laminado, taboleiros de madeira, taboado de madeira etc.

O proceso construtivo consta das seguintes fases:

- Limpeza e preparación do soporte: desmontaxe de zócolos, gornicións de portas e ventás e mecanismos eléctricos.
- Montaxe dos listóns de aceiro galvanizado ou de madeira para a fixación do extradorsado.
- Colocación das pranchas de illante térmico, que se fixan á cara interior do cerramento mediante tacos especiais ou adhesivos.
- Montaxe do extradorsado sobre os listóns mediante unións aparafusadas ou cravadas (en función do material).
- Remate de xuntas, encontros con ocos de ventás e portas, colocación de zócolos e mecanismos eléctricos.
- Aplicación de acabados, pintado, vernizado, lasur etc.
- Nos sistemas de illamento polo interior, é posible utilizar unha ampla variedade de illamento: polistireno expandido (EPS), polistireno extruído (XPS), paneis de espuma de poliuretano (PUR), la mineral (MW) etc.



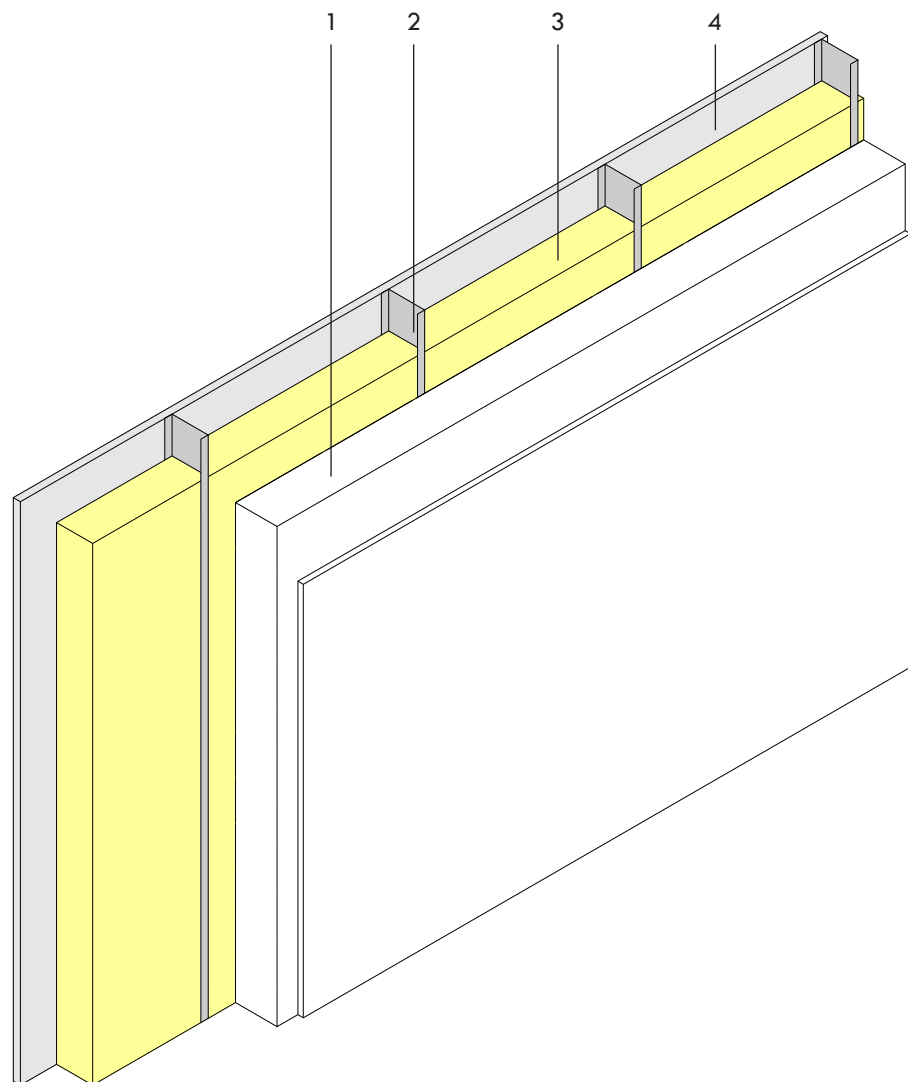
Execución de extradorsado interior.

A utilización de paneis semirrígidos ou de mantas de la de roca ou de fibra de vidro presentan a vantaxe de que, ademais de incrementar o illamento térmico, melloran tamén o illamento acústico do cerramento.

Cando o illamento térmico se coloca sobre elementos de gran masa —como pode ser o caso de muros de fábrica de ladrillo ou pedra— esta solución impide o aproveitamento da súa inercia térmica que resulta beneficiosa para atenuar os cambios de temperatura entre os períodos de acendido e apagado da calefacción ou entre o día e a noite. Non obstante, este factor pode resultar adecuado en edificacións cun uso estacional (vivendas de fin de semana ou vacacións) nas que non existe unha ocupación continua (locais de traballo).

A colocación do illamento térmico pola parte interior do cerramento non elimina por completo as pontes térmicas, ao non cubrir as cabezas dos forxados, polo que a súa eficiencia será menor que a dunha solución de illamento polo exterior.

A presenza de pontes térmicas pode dar lugar a condensacións sobre o cerramento que deberán evitarse mediante unha ventilación adecuada, que evite que se produzan altas concentracións de vapor de auga no interior do edificio.



1. Muro existente
2. Perflería de aceiro galvanizado
3. Illamento térmico
4. Placas de xeso laminado

Extradorsado con placas de xeso laminado.

**MELLORA LOGRADA**

- Incremento do illamento térmico da envolvente do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 35 % e un 42 %. Diminución do consumo enerxético total da vivenda de entre un 15 % e un 21 %.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas polo uso de combustibles fósiles.

**CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS**

O espesor dos paneis de illamento térmico en función da zona xeográfica será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo “Mapas climáticos”.

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

**FICHAS RELACIONADAS**

RG 4.4.1. Rehabilitación térmica de ventá tradicional.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros. Elección do acristalamento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: marcos con rotura de ponte térmica.

## RE 4.3.1.

# Cuberta inclinada, forxado de formigón. Illamento baixo tella

Incrementar o illamento térmico da cuberta

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13162 - Illantes térmicos: produtos de la mineral (MW)

UNE EN 13163 - Illantes térmicos: polistireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Illantes térmicos: polistireno extruído (XPS)

UNE EN 13165 - Illantes térmicos: espuma ríxida de poliuretano (PUR)

### ÁMBITO

Os espazos habitables situados baixo a cuberta dos edificios sofren importantes perdas de calor no inverno a través dela. Pola contra, durante o verán, as achegas por soleada da cuberta sobrequeantan os espazos situados baixo ela, o que diminúe o confort e incrementa a demanda de refrixeración.

A colocación dun material illante térmico entre a superficie de soporte da cuberta e o material de cobertura diminúe as perdas de calor no inverno e reduce, así mesmo, as ganancias no verán.

Este tipo de mellora pode levarse a cabo en cubertas inclinadas, cando se realice a substitución da tella da cuberta ou cando se considere a súa impermeabilidade incorporando pranchas de fibrocemento ou placas de asfalto armado.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da cuberta, eliminar as pontes térmicas producidas polos elementos portantes de cuberta —vigas, cangos etc.— e reducir o risco de condensacións nos forxados da cuberta.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Solución consistente na colocación de pranchas de illamento térmico situadas entre o forxado de cuberta e os elementos de cubrición, lousa, prancha ondulada de fibrocemento ou placas de asfalto armado.

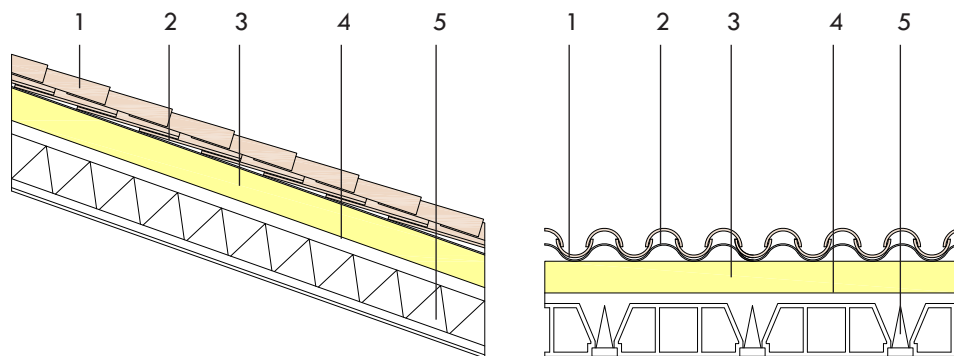
Cando as pranchas de illamento son suficientemente ríxidas —polistireno extruído (XPS), paneis ríxidos de poliuretano conformado (PUR), paneis de la mineral de alta densidade (MW), pranchas de polistireno expandido de alta densidade (EPS) etc.—, o material de cobertura pode colocarse directamente sobre a capa de illante, ben fixándoo con ancoraxes pasantes ao forxado, ben mediante listóns dispostos sobre o illante, fixados con ancoraxes que o atravesen ao forxado ou a elementos resistentes da estrutura de cuberta.

Cando se utilicen listóns colocados sobre o forxado para fixar o material de cobertura, o illamento térmico pode situarse entre os listóns e, neste caso, é posible utilizar pranchas de illamento de menor rixidez, como mantas de la mineral ou fibra de vidro e paneis de polistireno expandido. As fixacións do material de cobertura deberán estar dimensionadas para resistir as accións producidas polas cargas ás que estea sometida a cuberta, de acordo con CTE - DB AE. En especial, teranse en consideración os esforzos de succión

que poida orixinar a carga de vento sobre as vertentes.

Sempre que sexa posible, recoméndase a creación dunha cámara ventilada entre o material illante e o material de cobertura, co obxecto de evitar condensacións na súa cara inferior.

1. Tella cerámica árabe
2. Prancha ondulada de fibrocemento ou asfalto armado
3. Placas de illamento térmico
4. Barreira de vapor (se non hai ventilación pola cara inferior do fibrocemento)
5. Forxado de formigón



Illamento de forxado de cuberta polo exterior.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico da cuberta do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 40 e un 50 % e diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre un 18 e un 25 % en combinación cun nivel de illamento equivalente nas fachadas.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas polo uso de combustibles fósiles.
- En sistemas de colocación sen listóns pasantes, eliminación da totalidade das pontes térmicas.
- Diminución do risco de condensacións na cuberta.
- Aproveitamento da inercia térmica para almacenar as ganancias producidas pola soleada e atenuar os cambios de temperatura entre os tempos de acendido e apagado do sistema de calefacción.

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120 - 150
Zona 1	110	120 - 150

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo "Mapas climáticos".

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.



**FICHAS RELACIONADAS**

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros e marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de ocos fronte ao sol no verán.

### Incrementar o illamento térmico da cuberta

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13162 - Illantes térmicos: produtos de la mineral (MW)

UNE EN 13163 - Illantes térmicos: polistireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Illantes térmicos: polistireno extruído (XPS)

UNE EN 13165 - Illantes térmicos: espuma ríxida de poliuretano (PUR)

### ÁMBITO

Os espazos habitables situados baixo a cuberta dos edificios sofren importantes perdas de calor a través dela no inverno. Pola contra, durante o verán, as achegas por soleada da cuberta sobrequeantan os espazos situados baixo ela, o que diminúe o confort e incrementa a demanda de refrixeración.

A colocación dun material illante térmico entre a superficie de soporte da cuberta e o material de cobertura diminúe as perdas de calor no inverno e reduce, así mesmo, as ganancias no verán.

Este tipo de mellora pode levarse a cabo en cubertas inclinadas cando se realice a substitución da tella da cuberta ou cando se considere a súa impermeabilidade incorporando pranchas de fibrocemento ou placas de asfalto armado.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da cuberta, eliminar as pontes producidas polos elementos portantes de cuberta —vigas, cangos etc.— e reducir o risco de condensacións nos forxados de cuberta.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Solución consistente na colocación de pranchas de illamento térmico situadas entre o forxado de cuberta e os elementos de cubrición, tella, prancha ondulada de fibrocemento ou placas de asfalto armado.

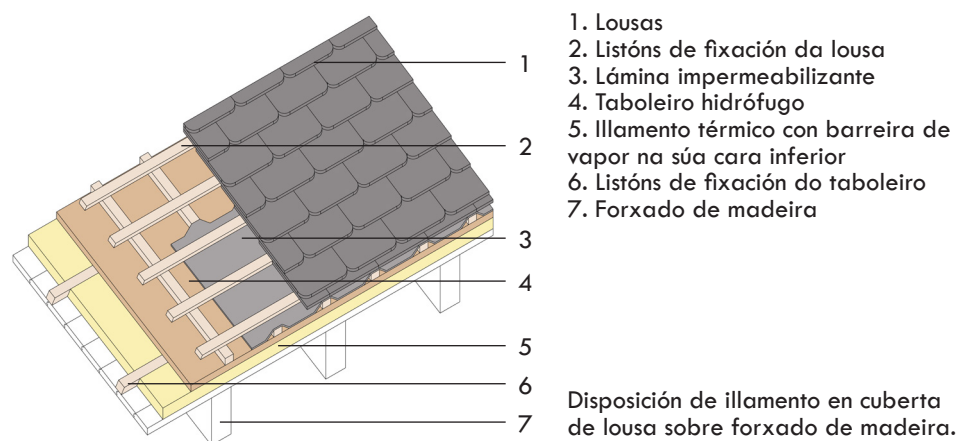
Cando as pranchas de illamento son suficientemente ríxidas —polistireno extruído (XPS), paneis ríxidos de poliuretano conformado (PUR), paneis de la mineral de alta densidade (MW), pranchas de polistireno expandido de alta densidade (EPS) etc.—, o material de cobertura pode colocarse directamente sobre a capa de illante, ben fixándoo con ancoraxes pasantes ao forxado, ben mediante listóns dispostos sobre o illante fixados con ancoraxes que o atravesen ao forxado ou a elementos resistentes da estrutura de cuberta.

Cando se utilicen listóns colocados sobre o forxado para fixar o material de cobertura, o illamento térmico pode situarse entre os listóns e, neste caso, é posible utilizar pranchas de illamento de menor rixidez, como mantas de la mineral ou fibra de vidro e paneis de polistireno expandido. As fixacións do material de cobertura deberán estar dimensionadas para resistir as accións producidas polas cargas ás que estea sometida a cuberta, de acordo con CTE - DB AE e, en especial, teranse en consideración os esforzos de succión que poida orixinar a carga de vento sobre as vertentes.

Sempre que sexa posible, recoméndase a creación dunha cámara ventilada entre o material illante e o material de cobertura, co obxecto de evitar condensacións na súa cara inferior.

### MELLORA LOGRADA

- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 40 e un 50 % e diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre un 18 e un 25 %, en combinación cun nivel de illamento equivalente nas fachadas.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas polo uso de combustibles fósiles.
- En sistemas de colocación sen listóns pasantes, eliminación da totalidade das pontes térmicas.
- Diminución do risco de condensacións na cuberta.



### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120-150
Zona 1	110	120-150

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver anexo "Mapas climáticos".

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

- RG 4.5. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: vidros e marcos.  
 RG 4.5. Rehabilitación de ocós fronte ao sol no verán.

## RE 4.3.3.

# Cuberta sobre forxado inclinado de formigón. Illamento polo interior

Incrementar o illamento térmico da cuberta

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13162 - Illantes térmicos: produtos de la mineral (MW)

UNE EN 13163 - Illantes térmicos: polistireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Illantes térmicos: polistireno extruído (XPS)

UNE EN 13165 - Illantes térmicos: espuma ríxida de poliuretano (PUR)

### ÁMBITO

Os espazos habitables situados baixo a cuberta dos edificios sofren, a través dela, importantes perdas de calor no inverno. Pola contra, durante o verán, as achegas por soleada da cuberta sobrequeantan os espazos situados baixo ela, o que diminúe o confort e incrementa a demanda de refrixeración.

A colocación dun illante térmico na cara interior do forxado de cuberta diminúe as perdas de calor no inverno e as ganancias, por soleada da cuberta, no verán.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da cuberta, eliminar as pontes térmicas producidas polos elementos portantes de cuberta —vigas, cangos etc.—.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Solución consistente na colocación de pranchas de illamento térmico fixadas á cara interior do forxado de cuberta, mediante adhesivos ou fixacións mecánicas, e recubertas por un material de acabado, formado por paneis de xeso laminado, taboado de madeira, tableiros derivados da madeira etc., colocados sobre listóns.

Nos sistemas de illamento polo interior é posible utilizar unha ampla gama de materiais de illamento: polistireno expandido (EPS), polistireno extruído (XPS), paneis de espuma de poliuretano (PUR), las minerais (MW) etc.

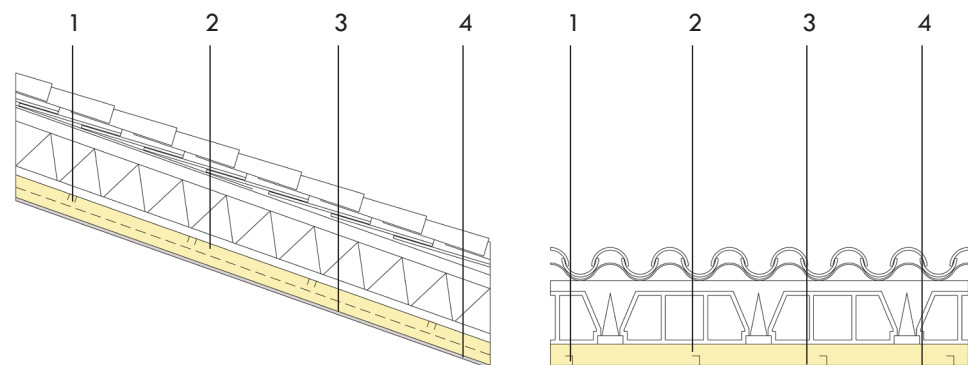
A utilización de paneis semirríxidos ou de mantas de la de roca ou de fibra de vidro presentan a vantaxe de que, ademais de incrementar o illamento térmico, melloran tamén o illamento acústico da cuberta.

A existencia de capas formadas por materiais pouco permeables ao vapor de auga na parte fría do cerramento —en cubertas metálicas, por exemplo— pode orixinar condensacións intersticiais por acumulación de vapor de auga en zonas susceptibles de alcanzar temperaturas inferiores á de resío. O risco de condensacións intersticiais deberá evitarse mediante a incorporación de ventilacións que eliminen o vapor de auga das zonas frías do cerramento ou coa colocación de barreiras de vapor na súa parte quente. Neste caso, existen no mercado paneis de material illante —xeralmente, fibra de vidro ou la de roca— que incorporan, na cara que se ten que colocar cara ao interior, un papel kraft ou unha lámina de aluminio, que actúa como barreira de vapor.

Esta solución ten a vantaxe de poder realizarse sen necesidade de levantar

a cuberta do edificio, pero presenta o inconveniente de que reduce a altura libre dos espazos sobre os que se aplica.

Cando o illamento térmico se coloca sobre elementos de gran masa — como pode ser o caso dun forxado de formigón—, esta solución impide o aproveitamento da súa inercia térmica, que resulta beneficiosa para atenuar os cambios de temperatura entre os períodos de acendido e apagado da calefacción ou entre o día e a noite. No entanto, este factor pode resultar adecuado en edificacións cun uso estacional (vivendas de fin de semana ou de vacacións) e nos que non existe unha ocupación continua (locais de traballo).



1. Perfís de aceiro galvanizado
2. illamento térmico
3. Barreira de vapor (se non hai ventilación pola cara inferior do fibrocemento)
4. Pranchas de xeso laminado

Illamento térmico da cara inferior de forxado de cuberta mediante extradorsado de xeso laminado.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 35 e un 45 % e diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre un 15 e un 25 %, en combinación cun nivel de illamento equivalente nas fachadas.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas polo uso de combustibles fósiles.

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas véase anexo "Mapas climáticos".

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: vidros e marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de ocós fronte ao sol no verán.

## RE 4.3.4.

# Cuberta inclinada sobre forxado horizontal. Illamento sobre forxado

Incrementar o illamento térmico da cuberta

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13162 - Illantes térmicos: produtos de la mineral (MW)

UNE EN 13163 - Illantes térmicos: polistireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Illantes térmicos: polistireno extruído (XPS)

UNE EN 13165 - Illantes térmicos: espuma ríxida de poliuretano (PUR)

### ÁMBITO

Edificacións nas que vertentes da cuberta inclinada están formadas por elementos superficiais de pouco espesor (ladrillos finos, placas de ladrillo fino armado, pranchas prefabricadas de formigón, pranchas onduladas de fibrocemento etc.), que se apoian nun forxado horizontal, mediante tabiques alixeirados ou viguetas (pretensadas, de ladrillo armado, metálicas etc.) apoiadas sobre tabiques e piares de ladrillo.

Entre as vertentes da cuberta e o forxado créase unha cámara de aire que actúa como amortecedor térmico dos espazos situados baixo ela.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da cuberta.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Solución consistente na colocación dun illante térmico na parte superior do forxado de cuberta.

O illamento térmico que se vai utilizar pode ser unha proxección de espuma de poliuretano, mantas de la mineral estendidas sobre o forxado, pranchas de polistireno extruído, polistireno expandido etc.

Se a cámara non é accesible, desmontaranse, parcial ou totalmente, os elementos de cuberta e os paneis nos que estes se apoian para colocar a capa de illamento.

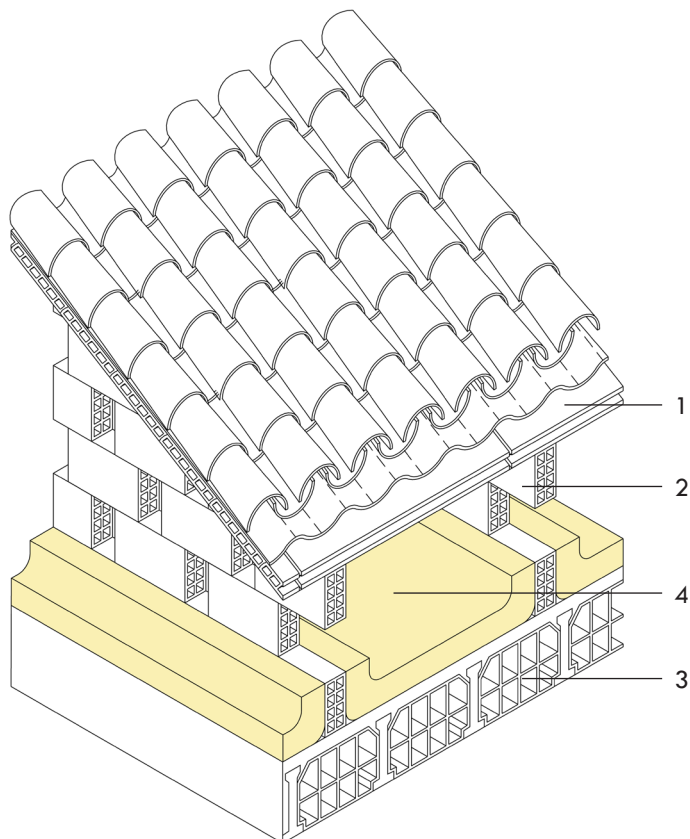
O illamento recubrirá lateralmente os tabiques ou tabiques alixeirados un mínimo de 20 cm para evitar que se produzan pontes térmicas a través deles.

A cámara formada entre a cuberta e o forxado deberá ventilarse, co obxecto de disipar a calor producida polo quecemento das vertentes no verán e evitar o risco de condensacións no seu interior. Os ocos de ventilación protexeranse con reixas para evitar a entrada de paxaros á cámara.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 35 e un 45 % e diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre un 15 e un 23 %, en combinación cun nivel de illamento equivalente nas fachadas.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas polo uso de combustibles fósiles.

- Creación dunha cámara ventilada e illada sobre os espazos habitables inmediatamente inferiores á cuberta que atenúa a transmisión de calor producida pola incidencia da radiación solar sobre as vertentes, o que diminúe as cargas de refrixeración.
- Redución nun 50 % do consumo de refrixeración.



1. Ladrillos finos
2. Tabiques alixeirados
3. Forxado de formigón
4. Illamento: mantas de la mineral

Disposición de illamento sobre forxado horizontal de cuberta.

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120 - 150
Zona 1	110	120 - 150

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo "Mapas climáticos".

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros e marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de ocos fronte ao sol en verán.



## RE 4.3.5.

# Cuberta inclinada sobre forxado horizontal Illamento baixo forxado

Incrementar o illamento térmico da cuberta

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13162 - Illantes térmicos: produtos de la mineral (MW)

### ÁMBITO

Edificacións nas que vertentes da cuberta inclinada están formadas por elementos superficiais de pouco espesor (ladrillos finos, placas de ladrillo fino armado, pranchas prefabricadas de formigón, pranchas onduladas de fibrocemento etc.), que se apoian nun forxado horizontal, mediante tabiques alixeirados ou viguetas (pretensadas, de ladrillo armado, metálicas etc.) apoiadas sobre tabiques e piares de ladrillo.

Entre as vertentes da cuberta e o forxado créase unha cámara de aire que actúa como amortecedor térmico dos espazos situados baixo ela.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da cuberta.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

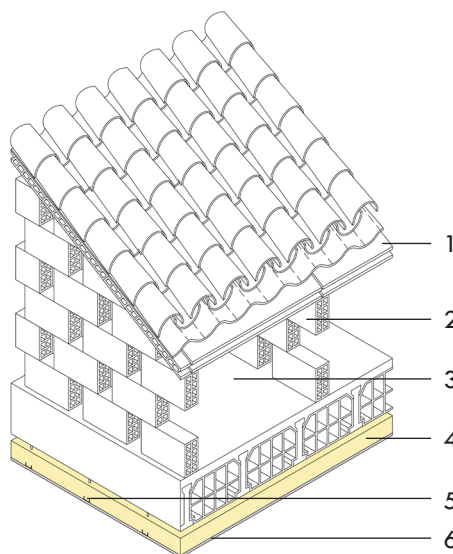
Solución consistente na construción dun falso teito de placas de xeso laminado na parte inferior do forxado e a colocación dun illante térmico. O proceso construtivo é o seguinte:

- a) Preparación da superficie inferior do forxado, eliminando as partes desprendidas do recubrimento.
- b) Fixación, preferentemente nas bovedillas, das varetas roscadas de suxeición do falso teito.
- c) Montaxe da estrutura de perfís de aceiro galvanizado, suspendidas mediante pinzas especiais das varetas roscadas.
- d) Colocación de paneis semirrígidos ou mantas de la mineral sobre a armazón de perfís.
- e) Montaxe das placas de xeso laminado, aparafusándoas sobre perfilería.

A cámara formada entre a cuberta e o forxado deberá ventilarse, co obxecto de disipar a calor producida polo quecemento das vertentes no verán e de evitar o risco de condensacións no seu interior. Os ocos de ventilación protexeranse con reixas, para evitar a entrada de paxaros á cámara.

Ao situar o illante térmico na cara inferior do forxado, impídese o aproveitamento da súa inercia térmica, que resulta beneficiosa para atenuar os cambios de temperatura entre os períodos de acendido e apagado da calefacción ou entre o día e a noite. Non obstante, este factor pode resultar adecuado en edificacións cun uso estacional (vivendas de fin de semana ou de vacacións) nos que non existe unha ocupación continua (locais de traballo).

1. Ladrillos finos
2. Tabiques alixeirados
3. Forxado de formigón
4. Illamento: mantas de la mineral
5. Perfilaría de aceiro galvanizado
6. Placas de xeso laminado



Disposición de illamento en cara inferior de forxado horizontal de cuberta.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 35 e un 45 % e diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre un 15 e un 23 %, en combinación cun nivel de illamento equivalente nas fachadas.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas polo uso de combustibles fósiles.
- Creación dunha cámara ventilada e illada sobre os espazos habitables inmediatamente inferiores á cuberta, que atenúa a transmisión da calor producida pola incidencia da radiación solar sobre os vertentes, o que diminúe as cargas de refrixeración.
- Redución nun 50 % do consumo de refrixeración.

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo “Mapas climáticos”.

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: vidros e marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de ocós fronte ao sol en verán.

## RE 4.3.6.

# Rehabilitación de azoteas con illamento térmico exterior

Incrementar o illamento térmico da cuberta

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13164 - Illantes térmicos: polistireno extruído (XPS)

UNE EN 13167 - Illantes térmicos vidro celular (CG)

### ÁMBITO

Os espazos habitables situados baixo a cuberta dos edificios sofren importantes perdas de calor no inverno a través dela. Pola contra, durante o verán, as achegas por soleada da cuberta sobrequeantan os espazos situados debaixo dela, o que diminúe o confort e incrementa a demanda de refrixeración.

A colocación dun illante térmico na cara exterior da cuberta diminúe as perdas de calor no inverno e as ganancias, por soleada da cuberta, no verán.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da cuberta.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Solución consistente na colocación dun illante pola cara exterior da impermeabilización en cubertas planas sen illamento ou cun illamento insuficiente. Esta solución é aplicable tanto a casos en que se substitúe a impermeabilización da cuberta, como a aqueles en que non é necesaria a súa substitución por atoparse en bo estado.

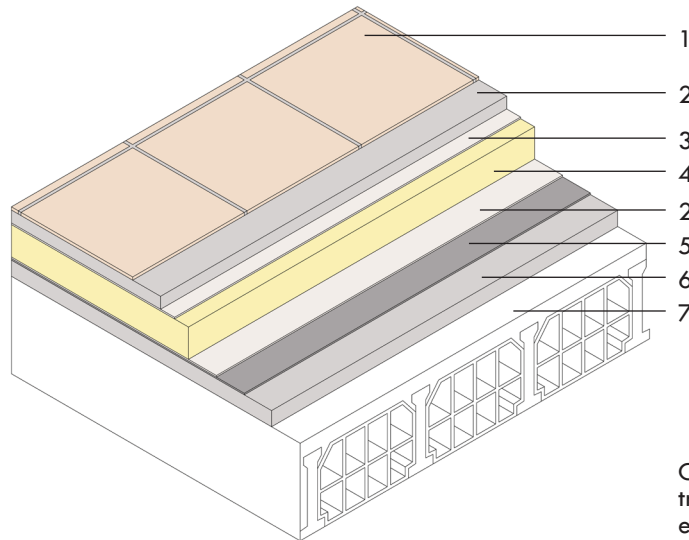
Os materiais illantes utilizados, ao estar situados por encima da impermeabilización (cuberta invertida), deben ter unha baixa absorción de auga e unha elevada resistencia á compresión, polo que os illantes máis indicados son o polistireno extruído (XPS) e o vidro celular (CG).

Para evitar que o illamento poida ser arrastrado polo vento, este recóbrese cunha capa de grava de canto rodado ou por un pavimento, que pode colocarse sobre plots ou sobre unha capa de morteiro de agarre. O dimensionado da capa de protección debe poder evitar que, nunha situación de choiva intensa, as pranchas de illamento poidan chegar a flotar na auga acumulada sobre a impermeabilización. As proteccións de grava non terán un espesor inferior a 8 cm.

Co obxecto de evitar o punzonamento da lámina, sobre o illante colocarase unha capa separadora formada por un xeotéxtil de polipropileno de 60 g/m<sup>2</sup> e, entre o illamento e a lámina, un xeotéxtil de 125 g/m<sup>2</sup>.

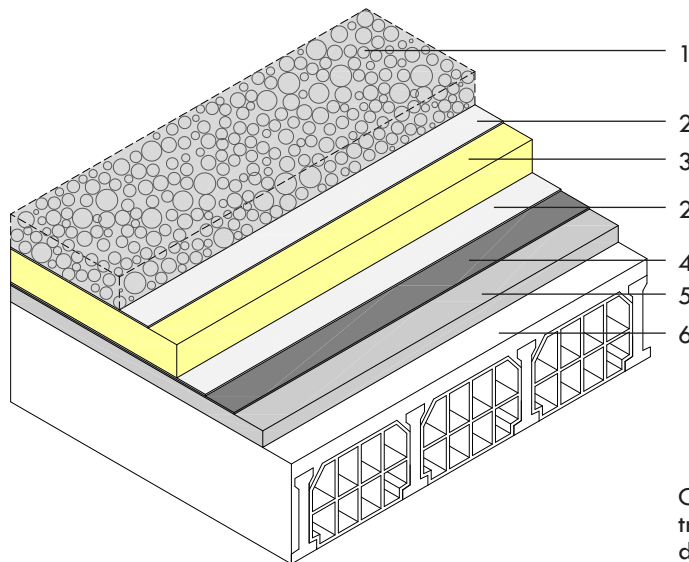
Debe comprobarse a compatibilidade química entre o material de impermeabilización e o illante e interporase, en caso necesario, unha capa separadora entre ambos, formada por unha lámina de polietileno, un feltro de fibra de vidro de 100 g/m<sup>2</sup> ou un xeotéxtil de 200 g/m<sup>2</sup>.

1. Baldosa cerámica
2. Morteiro de cemento
3. Feltro xeotéxtil
4. Illamento térmico (polistireno extruído)
3. Feltro xeotéxtil
5. Lámina impermeabilizante
6. Formigón lixeiro para formación de pendentes
7. Forxado de formigón



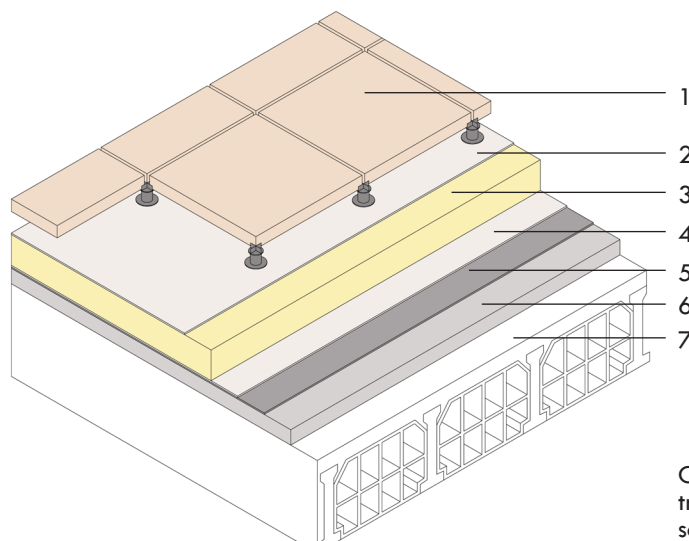
Cuberta invertida transitable con acabado en baldosa cerámica.

1. Grava
2. Feltro xeotéxtil
3. Illamento térmico (polistireno extruído)
2. Feltro xeotéxtil
4. Lámina impermeabilizante
5. Formigón lixeiro para formación de pendentes
6. Forxado de formigón



Cuberta invertida non transitable con protección de grava.

1. Baldosas sobre plots
2. Feltro xeotéxtil
3. Illamento térmico (polistireno extruído)
4. Feltro xeotéxtil
5. Lámina impermeabilizante
6. Formigón lixeiro para formación de pendentes
7. Forxado de formigón



Cuberta invertida transitable con pavimento sobre plots.

**MELLORA LOGRADA**

- Incremento do illamento térmico da cuberta do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 40 e un 50 %. Diminución no consumo enerxético total de entre un 18 e un 25 %, en combinación cun incremento de illamento equivalente nas fachadas do edificio.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Eliminación das pontes térmicas na cuberta.
- Eliminación do risco de condensacións na cuberta.
- Aproveitamento da inercia térmica do forxado.

**CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS**

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120 - 150
Zona 1	110	120 - 150

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo “Mapas climáticos”.

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

**FICHAS RELACIONADAS**

RG 4.2. Rehabilitación de fachadas con illamento térmico.

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: vidros e marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de ocós fronte ao sol en verán.

## RE 4.3.7.

# Rehabilitación de azoteas con cuberta axardinada

Incrementar o illamento térmico da cuberta

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13164 - Illantes térmicos: polistireno extruído (XPS)

UNE EN 13167 - Illantes térmicos vidro celular (CG)

### ÁMBITO

Os espazos habitables situados baixo a cuberta dos edificios sofren importantes perdas de calor no inverno a través dela. Pola contra, durante o verán, as achegas por soleada da cuberta sobrequeantan os espazos situados debaixo dela, o que diminúe o confort e incrementa a demanda de refrixeración.

No contexto da rehabilitación dunha cuberta plana, as cubertas vexetais achegan, ademais da mellora no illamento térmico, a absorción de CO<sub>2</sub> atmosférico realizada polas plantas.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da cuberta.

Aproveitamento da superficie de cuberta para crear un espazo verde.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Esta solución é adecuada cando se prevé unha renovación total da cuberta, incluída a súa impermeabilización.

Neste tipo de cubertas, a capa de protección está formada por substrato orgánico no que se realiza a plantación de especies vexetais. O espesor da capa de substrato depende do tipo de plantas que se vaia utilizar. Nas cubertas extensivas empréganse plantas do xénero sedum, cun espesor de substrato de entre 8 e 10 cm e un baixo mantemento. Para outros tipos de plantas os espesores de substrato son superiores a 10 cm e adoitan requirir un mantemento regular.

Baixo o substrato é necesario dispor unha capa drenante, xeralmente unha lámina de nódulos especial para cuberta axardinada, que mantén certo grao de humidade para permitir o desenvolvemento das plantas e que incorpora unha capa filtrante de xeotéxtil.

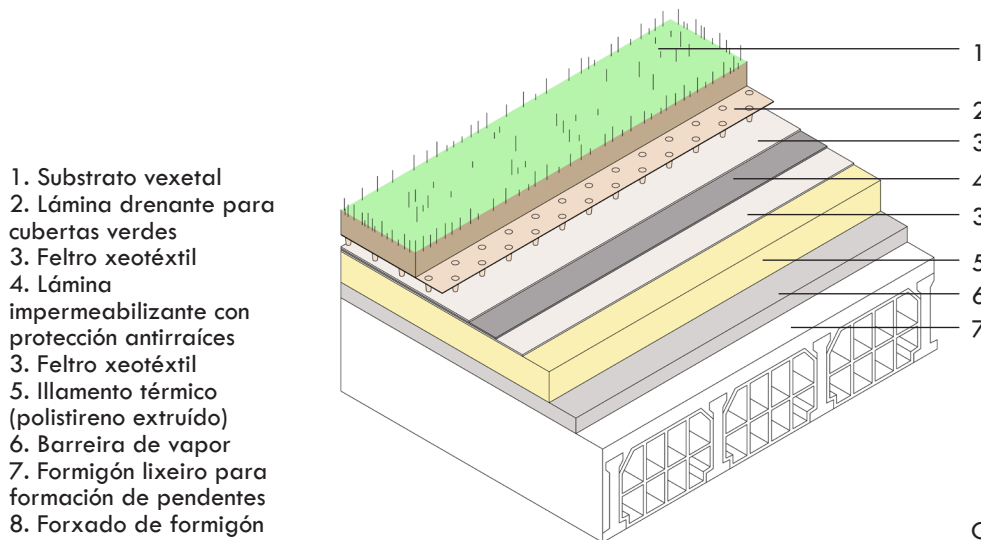
A lámina impermeabilizante pode disporse de maneira convencional, encima do illante, ou por debaixo del, en cuberta invertida. En calquera dos dous casos deben utilizarse láminas con protección antirraíces.

Nas solucións de cuberta invertida, os illantes térmicos para utilizar deberán ter unha baixa absorción da auga, polo que os materiais indicados son o polistireno extrusionado (XPS) e o vidro celular (CG). Nas solucións convencionais poden utilizarse outro tipo de illante sen máis limitación ca contar cunha resistencia a compresión superior a 2 Kp/cm<sup>2</sup>.

En rehabilitacións con cuberta axardinada debe comprobarse que o forxado é capaz de resistir as cargas producidas pola capa de substrato, cunha densidade inferior a 2050 kg/m<sup>3</sup>.

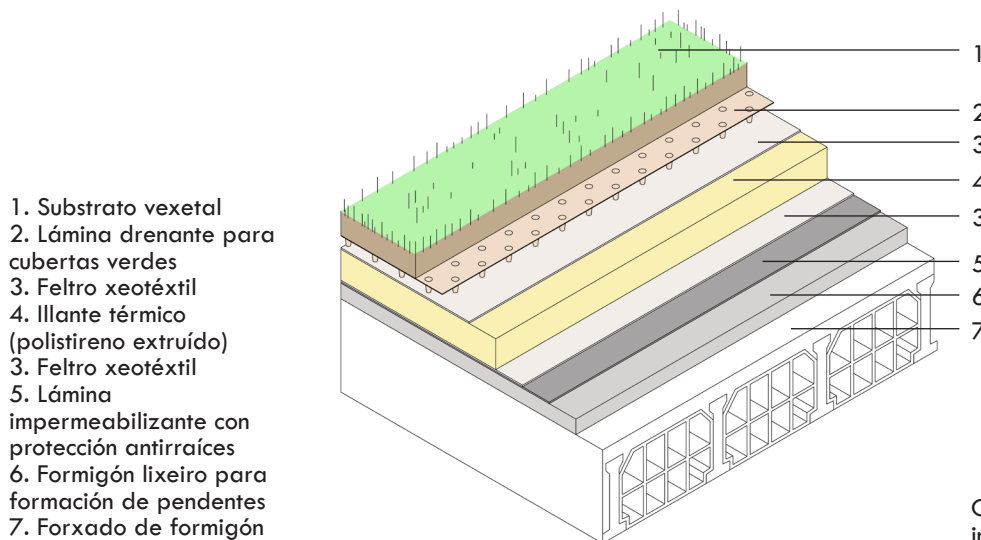


Cuberta axardinada integrada co contorno.



1. Substrato vexetal
2. Lámina drenante para cubertas verdes
3. Feltro xeotéxtil
4. Lámina impermeabilizante con protección antirraíces
3. Feltro xeotéxtil
5. Illamento térmico (polistireno extruído)
6. Barreira de vapor
7. Formigón lixeiro para formación de pendentes
8. Forxado de formigón

Cuberta fría axardinada.



1. Substrato vexetal
2. Lámina drenante para cubertas verdes
3. Feltro xeotéxtil
4. Illante térmico (polistireno extruído)
3. Feltro xeotéxtil
5. Lámina impermeabilizante con protección antirraíces
6. Formigón lixeiro para formación de pendentes
7. Forxado de formigón

Cuberta axardinada invertida.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico da cuberta do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 40 e un 50 %. Diminución no consumo enerxético total da vivenda de entre un 18 e un 25 %, en combinación cun incremento de illamento equivalente nas fachadas do edificio.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas polo uso de combustibles fósiles.
- Eliminación das pontes térmicas na cuberta.
- Eliminación do risco de condensacións na cuberta.
- Aproveitamento da inercia térmica do forxado para atenuar os cambios de temperatura entre o día e a noite ou entre os tempos de acendido e apagado dos sistemas de calefacción ou refrixeración.
- Creación dun espazo verde sobre a cuberta.
- Diminución do risco de rebordamento dos sistemas de evacuación de pluviais en episodios de choiva intensa, debido ao efecto atenuante producido pola capa de substrato.

### CONSIDERACIONES XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Cuberta extensiva, espesor de substrato 80 – 100 mm ( $\lambda=0,52$  W/m K).

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	90	110
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120
Zona 1	110	120 - 150

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo “Mapas climáticos”.

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

Cuberta extensiva, espesor de substrato  $\geq 200$  mm ( $\lambda=0,52$  W/m K).

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	80	100
Zona 5	90	110
Zona 4	90	110
Zona 3	90	110
Zona 2	90	110
Zona 1	100	120

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo “Mapas climáticos”.

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

4.2. Rehabilitación de fachadas con illamento térmico.

4.4. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros e marcos.

4.5. Rehabilitación de ocos fronte ao sol en verán.



## RE 4.3.8.

# Cuberta de chapa metálica con illamento pola parte superior

Incrementar o illamento térmico da cuberta

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN 13165 - Illantes térmicos: espuma ríxida de poliuretano (PUR)

UNE EN 13162 - Illantes térmicos: produtos de la mineral (MW)

### ÁMBITO

Edificacións con cuberta de chapa metálica nas que se queira incrementar o nivel de illamento térmico da cuberta actuando pola súa cara exterior. Cubertas de chapa metálica que presentan problemas de infiltracións por deterioración da chapa, baixo solape etc., ás que ademais se queira dotar de illamento térmico.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico da cuberta.

Solucionar os problemas de estanquidade á auga da cuberta.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A solución consiste na colocación dun illante térmico na parte superior da cuberta existente que se protexe mediante unha nova chapa fixada sobre listóns. O proceso construtivo é o seguinte:

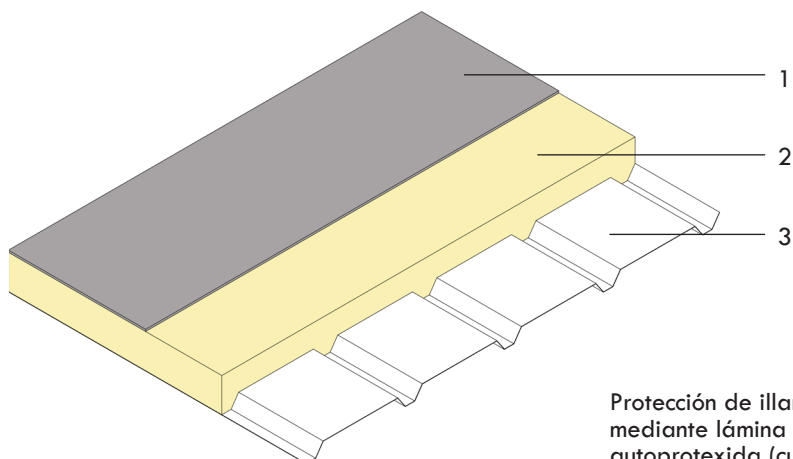
- Sobre a cuberta de chapa metálica que se vaia rehabilitar colócanse listóns de madeira fixados ás correas ou aos elementos estruturais de soporte a través da chapa existente.
- Colocación de illante entre os listóns. Para que o illante se adapte ao ondulado da chapa pode utilizarse espuma de poliuretano proxectado ou mantas de la mineral.
- Fixación da nova cuberta de chapa metálica sobre os listóns, mediante parafusos dotados de arandelas e xuntas elásticas para garantir a estanquidade do conxunto.

Tanto para o cálculo das fixacións dos listóns ás correas ou á estrutura de soporte coma das dos novos paneis de chapa aos listóns, teranse en conta as cargas de succión por vento que se poidan producir sobre as vertentes da cuberta, de acordo co documento básico "Accións na edificación DB AE" do Código técnico da edificación.

### MELLORA LOGRADA

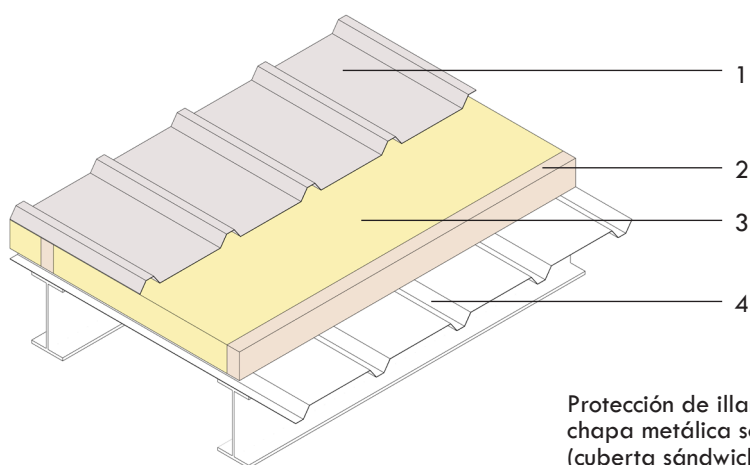
- Incremento do illamento térmico da cuberta do edificio.
- Diminución do consumo enerxético de calefacción de entre un 40 e un 50 %. Diminución no consumo enerxético total de entre un 18 e un 25 %, en combinación cun incremento de illamento equivalente nas fachadas do edificio.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Eliminación das pontes térmicas na cuberta.
- Eliminación de condensacións na cara inferior da chapa metálica.
- Reparación de posibles problemas de estanquidade

1. Lámina impermeabilizante autoprotexida con fixación mecánica
2. Illamento térmico
3. Cuberta de chapa existente



Protección de illamento mediante lámina impermeable autoprotexida (cuberta deck).

1. Chapa metálica
2. Listóns
3. Illamento térmico
4. Cuberta de chapa existente



Protección de illamento con chapa metálica sobre listóns (cuberta sándwich in situ).

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

O espesor dos paneis de illamento térmico, en función da zona xeográfica, será o seguinte:

Zonas <sup>1</sup>	Espesor mínimo en mm <sup>2</sup>	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120 - 150
Zona 1	110	120 - 150

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo "Mapas climáticos".

<sup>2</sup>Espesores calculados para un illamento térmico de  $\lambda=0,038$  W/m K.

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.2. Rehabilitación de fachadas con illamento térmico.

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros e marcos.

## RE 4.4.1.

## Rehabilitación térmica de ventá tradicional

### Colocar dobre ventá

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

Guía técnica para a rehabilitación da envolvente térmica dos edificios - solucións de illamento con vidros e cerramentos. IDAE 2007

### ÁMBITO

Xanelas tradicionais de madeira, de dúas follas batentes ao exterior, acristaladas con vidro sinxelo, sen marco, aliñadas polo paramento exterior do muro e encaixadas nun rebaixe dos recercados de cantería de granito, que posúen contraventás de madeira ao interior, de dimensións non maiores de 1,20 m de ancho por 1,80 de alto.

### MELLORA BUSCADA

Minimizar as infiltracións de aire, diminuír a transmitancia térmica do oco e reducir os gastos de calefacción.

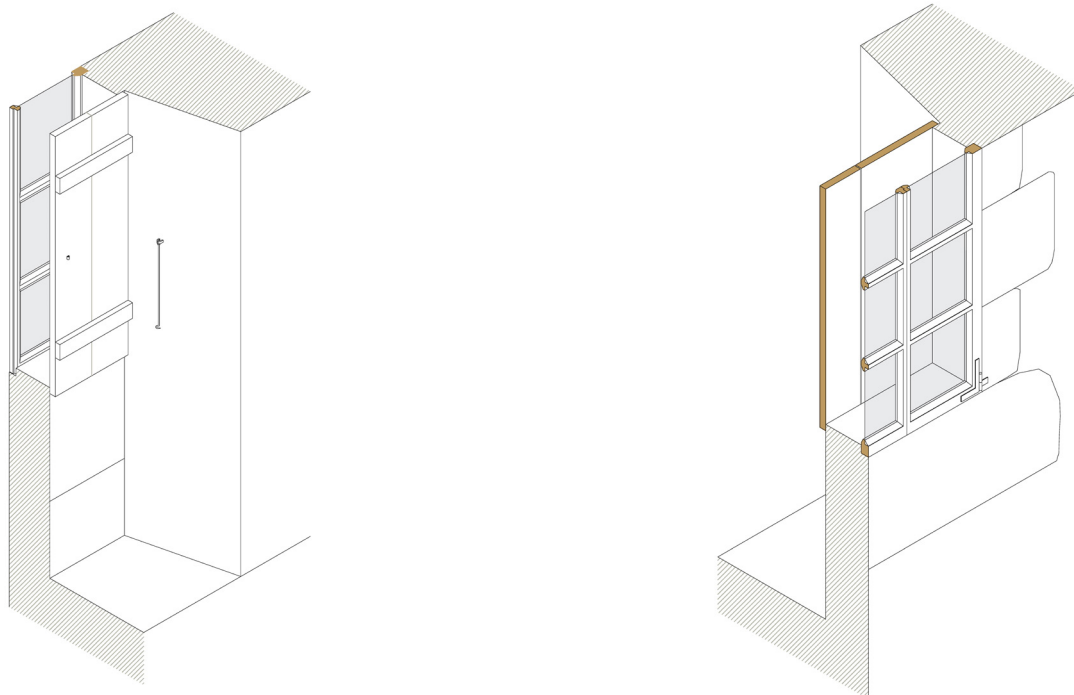
### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Substitución da contraventá interior por unha xanela de madeira, composta por marcos de 40x60 mm, dúas follas batentes ao interior, acristaladas con vidro sinxelo ou vidro dobre (segundo a zona climática), con ferraxes de colgar mediante gonzos de aceiro inoxidable e ferraxes de seguridade con falleba central tamén de aceiro inoxidable, provista cada folla da súa correspondente contraventá de madeira.

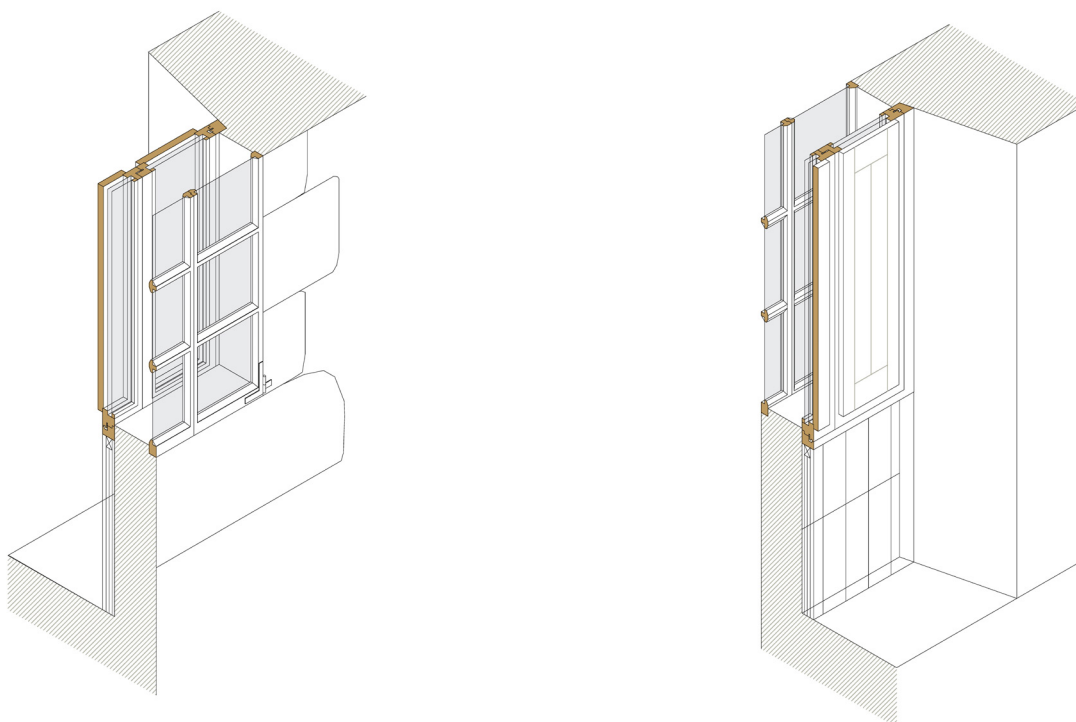
### MELLORA LOGRADA

- Desaparecen as infiltracións de aire incontroladas.
- Mantense o aspecto exterior do edificio e o sistema de escurecemento.
- Mellórase sensiblemente a transmitancia térmica do oco.
- O aforro estimado é do 67,50 % no caso de utilizar vidro sinxelo de 4 mm ao interior, ou do 72,14 % se se utiliza vidro dobre [4+12+6 mm].

Vidro exterior espesor mm	Trasmitancia ventá ext. U [W/m <sup>2</sup> K]	Vidro interior espesor mm	Trasmitancia ventá int. U [W/m <sup>2</sup> K]	Trasmitancia final: dobre ventá U [W/ m <sup>2</sup> K]	Mellora do illamento %
3	4,52	---	---	---	0 %
3	4,52	4	4,50	1,469	67,50
3	4,52	6	4,50	1,464	67,70
3	4,52	4+8+4	2,95	1,365	69,80
3	4,52	4+10+4	2,87	1,311	71,00
3	4,52	4+12+6	2,79	1,259	72,14



Estado inicial: ventá batente exterior e contraventá interior (vista interior e vista exterior).



Estado rehabilitado: transformación en sistema de dobre ventá con contras polo interior.

### FICHAS RELACIONADAS

RA 3.4. Mellora acústica de ventás de madeira e/ou de aliaxes lixeiras.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: vidros. Elección do acristalamento.

RG 4.5.3. Rehabilitación de ocós fronte ao sol en verán. Vidros con factor solar mellorado.

## RE 4.4.2.

# Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros. Elección do acristalamento

Minimizar as perdas a través do acristalamento

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN ISO 10077 - Comportamento térmico de ventás, portas e persianas

UNE EN 673 - Vidro na construción. Determinación do coeficiente de transmitancia térmica (U)

### ÁMBITO

Os ocos son xeralmente a parte da envolvente dos edificios a través da que se produce unha maior porcentaxe das perdas de enerxía, polo cal as accións para a mellora do seu comportamento térmico producirán importantes reducións no consumo enerxético destes.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico das xanelas, co obxecto de diminuír as perdas que se producen a través dos vidros.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A utilización de vidros illantes contribúe en gran medida a diminuír as perdas a través dos cerramentos.

Os vidros illantes están formados por dúas ou máis láminas de vidro, separadas por perfís recheos de material deshidratante, e seladas hermeticamente en todo o seu perímetro, o que deixa entre elas unha ou máis cámaras de aire deshidratado. A este tipo de combinacións de dous ou máis vidros con cámaras intermedias denomínanselles unidades de vidro illante (UVA).

O incremento do espesor da cámara proporciona un maior illamento térmico, cun límite situado ao redor dos 17 mm, espesor a partir do cal se producen conveccións no seu interior.

O comportamento térmico do vidro illante pode mellorarse enchendo a cámara cun gas nobre, normalmente argon, kripton ou xenon, e/ou utilizando vidros baixo emisivos. Estes vidros están formados por vidros monolíticos sobre os que se depositou unha capa de óxidos metálicos, sales ou metais nobres, que limitan as perdas enerxéticas, o que permite o paso da enerxía solar (luz e calor) e reflicte a radiación infravermella afastada (radiación térmica).

Nas táboas seguintes recóllense valores orientativos da transmitancia térmica (U) dos vidros illantes dependendo do espesor da cámara, do tipo de vidros utilizados e do gas que enche a cámara. Os valores indicados poden variar en función do fabricante, da emisividade ( $\epsilon$ ) dos vidros baixo emisivos utilizados e de se o vidro está colocado en posición vertical ou horizontal.

## Composicións con vidros flotados

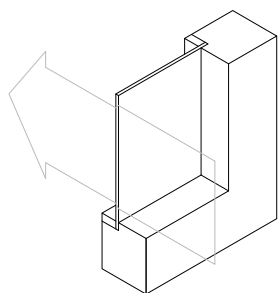
Tipo de vidros	Cámara de aire (mm)	Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Dobre vidro flotado	6	3,4
Dobre vidro flotado	8	3,2
Dobre vidro flotado	12	3,0
Triplo vidro flotado	6	2,4
Triplo vidro flotado	8	2,3
Triplo vidro flotado	12	2,1

## Composicións con vidro baixo emisivo

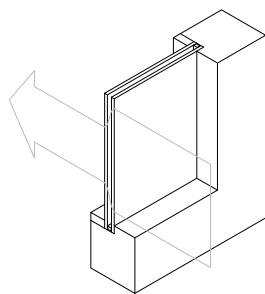
Tipo de vidros	Cámara de aire (mm)	Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Dobre vidro, un dos vidros baixo emisivo	6	2,4
Dobre vidro, un dos vidros baixo emisivo	8	2,2
Dobre vidro, un dos vidros baixo emisivo	12	1,6
Dobre vidro, un dos vidros baixo emisivo	16	1,3

## Composicións con vidro baixo emisivo e cámara de argon

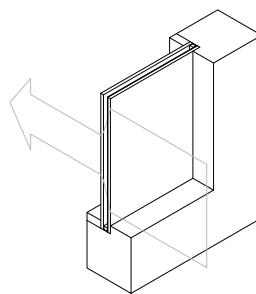
Tipo de vidros	Cámara rechea de argon (mm)	Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Dobre vidro baixo emisivo cámara argon	12	1,2
Dobre vidro baixo emisivo cámara argon	16	1,0



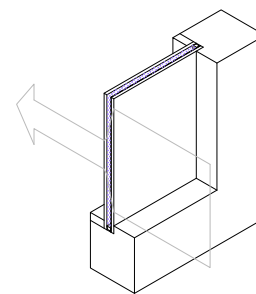
Vidro sinxelo.



Vidro dobre.



Vidro dobre baixo emisivo.



Vidro dobre baixo emisivo con cámara de argon.

Diminución das perdas a través de ventás en función do tipo de vidro

**MELLORA LOGRADA**

- Incremento do illamento térmico das xanelas.
- Incremento da protección solar, cando se utilicen vidros con control solar ou baixo emisivos: diminución das ganancias térmicas no verán.
- Diminución do consumo enerxético e das emisións de CO<sub>2</sub>.

**CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS**

Recomendación sobre o tipo de vidro que se ha en función das zonas climáticas e da orientación dos ocos.

Zonas <sup>1</sup>	Orientación dos ocos		
	N/NE/NO	E/O	S/SE/SO
Zona 6	Dobre	Dobre	Dobre
Zona 5	Dobre baixo emisivo	Dobre baixo emisivo	Dobre
Zona 4	Dobre baixo emisivo	Dobre baixo emisivo	Dobre
Zona 3	Dobre baixo emisivo	Dobre baixo emisivo	Dobre
Zona 2	Dobre baixo emisivo	Dobre baixo emisivo	Dobre
Zona 1	Dobre baixo emisivo	Dobre baixo emisivo	Dobre

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo “Mapas climáticos”.

**FICHAS RELACIONADAS**

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: marcos con rotura de ponte térmica.

RG 4.5.3. Rehabilitación de ocos fronte ao sol no verán. Vidros con factor solar mellorado.

## RE 4.4.3.

# Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: marcos con rotura de ponte térmica

Minimizar as perdas a través dos marcos da carpintería exterior

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN ISO 10077 - Comportamento térmico das ventás, portas e persianas

UNE EN 12207 - Portas e ventás permeabilidade ao aire

### ÁMBITO

Os ocos son xeralmente a parte da envolvente dos edificios a través da que se produce unha maior porcentaxe das perdas de enerxía, polo que as accións para a mellora do seu comportamento térmico producirán importantes reducións no consumo enerxético.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o illamento térmico dos marcos das portas e xanelas, co obxecto de diminuír as perdas que se producen a través deles.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A parte do oco ocupada polo marco supón, polo xeral, entre un 20 e un 30 % da súa superficie total, polo que as súas características de illamento térmico contribúen de forma importante ao illamento do conxunto formado pola carpintería e o vidro.

As propiedades illantes dos marcos dependen en gran medida do material cos que están fabricados e das características da súa sección: espesor, cámaras interiores, sistemas de rotura de ponte térmica etc.

Os materiais utilizados habitualmente para a fabricación dos marcos son o aluminio, o aceiro, a madeira e o PVC.

Os marcos metálicos, de aluminio ou aceiro, presentan a desvantaxe da elevada condutividade térmica ( $\lambda$ ) destes materiais. O  $\lambda$  do aceiro sitúase ao redor dos 50 W/m K, o do aceiro inoxidable sobre 17 W/m K e o do aluminio ao redor de 230 W/m K. O Catálogo de elementos construtivos do Código técnico da edificación dá valores da transmitancia térmica dos marcos metálicos de 5,7 W/m<sup>2</sup> K para as carpinterías colocadas en posición vertical e de 7,2 W/m<sup>2</sup> K para as colocadas en posición horizontal.

Como mellora aos marcos metálicos, os denominados marcos con rotura de ponte térmica achegan un maior illamento. Os perfís dos marcos con rotura de ponte térmica caracterízanse por estar formados por dúas partes metálicas (unha en contacto co ambiente exterior e a outra co interior do edificio) unidas mediante perfís de material plástico que reducen a transmisión térmica entre a parte fría e a parte quente do marco. Os materiais utilizados nos perfís que forman a “rotura de ponte térmica”, poliamidas, polietilenos ou polipropilenos, teñen condutividades ( $\lambda$ ) moi inferiores ás do aceiro ou do aluminio, da orde de 0,25 – 0,30 W/m K, o que permite conseguir perfís cunha transmitancia térmica considerablemente inferior á dos perfís metálicos. A transmitancia térmica deste tipo de marcos depende tamén do espazo de separación na parte metálica exterior e a interior; é dicir, do ancho dos perfís que constitúen a rotura da ponte térmica. Tomando como



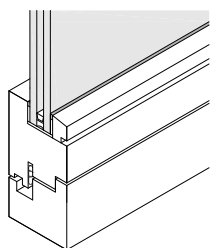
valores orientativos os achegados polo Catálogo de materiais do CTE, os marcos con rotura de ponte térmica de entre 4 e 12 mm de espesor teñen unha transmitancia (U) de 4 e 4,5 W/m<sup>2</sup> K, para posicións da carpintería vertical e horizontal respectivamente, con roturas de ponte térmica de espesor superior a 12 mm, os valores de U están entre 3,2 e 3,5 W/m<sup>2</sup> K. As carpinterías de materiais plásticos achegan valores de illamento superiores ás metálicas con rotura de ponte térmica. As máis comúns son as formadas por perfís ocios de PVC rixidizados interiormente con perfís metálicos.

A norma UNE ISO 10077-1 achega valores orientativos de transmitancia dos perfís de PVC de dúas cámaras de 2,2 W/m<sup>2</sup> K e para os perfís con tres cámaras de 2,0 W/m<sup>2</sup> K.

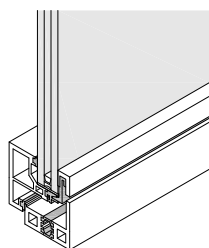
A madeira, un material utilizado tradicionalmente para a construción de carpinterías, achega un excelente illamento térmico, que en xeral supera o de calquera dos materiais anteriormente citados. No caso das frondosas, con densidades ao redor dos 700 kg/m<sup>3</sup> e condutividades ( $\lambda$ ) de 0,18W/m K, a transmitancia para un espesor de carpintería de 70 mm sitúase ao redor dos 2,2 W/m<sup>2</sup> K. Para as coníferas, con densidades aproximadas de 500 kg/m<sup>3</sup> e  $\lambda$  de 0,13W/m K, a transmitancia cun espesor de 70 mm é de 1,8 W/m<sup>2</sup> K.

Tipo de marco	U (W/m <sup>2</sup> K)
Metálico	5,7
Metálico RPT Separación entre perfís metálicos $d \leq 12$ mm	4
Metálico RPT Separación entre perfís metálicos $d \geq 12$ mm	3,2
Poliuretano con núcleo metálico PUR $\geq 5$ mm	2,8
Perfís ocios de PVC con dúas cámaras	2,2
Perfís ocios de PVC con tres cámaras	2
Madeira de frondosas (densidade 700 kg/m <sup>3</sup> )	2,2
Madeira de coníferas (densidade 500 kg/m <sup>3</sup> )	1,8

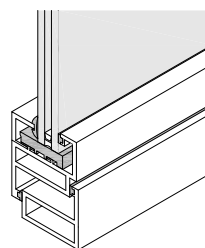
De acordo co anteriormente exposto, deberán utilizarse marcos cunha transmitancia térmica o máis reducida posible, que en calquera caso deberá ser igual ou menor a 4 W/m<sup>2</sup> K.



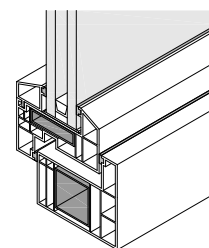
Carpintería de madeira



Carpintería metálica RPT



Carpintería metálica



Carpintería de PVC

Tipos de carpintería en función do material utilizado.

Ademais do material co que están fabricados, na elección do marco débese ter en conta a súa permeabilidade ao aire, co obxecto de minimizar as perdas enerxéticas por infiltración. A permeabilidade ao aire depende dos sistemas de peche e do tipo de xuntas de estanquidade que incorpore a xanela. Os marcos clasifícanse en función da súa permeabilidade ao aire da clase 1, máis permeable, á 4, menos permeable, de acordo coa norma UNE EN 12207.

Os marcos das xanelas deberán ser como mínimo clase 2, cunha permeabilidade  $\leq 27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ .

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do illamento térmico das xanelas.
- Diminución do risco de formación de condensacións nos marcos.
- Diminución do consumo enerxético e das emisións de  $\text{CO}_2$ .

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

Elección do tipo de carpintería en función da zona climática:

Zonas <sup>1</sup>	Tipo de carpintería
Zona 6	Metálica RPT / Madeira / PVC
Zona 5	Metálica RPT / Madeira / PVC
Zona 4	Metálica RPT $d \geq 12 \text{ mm}$ / Madeira / PVC
Zona 3	Metálica RPT $d \geq 12 \text{ mm}$ / Madeira / PVC
Zona 2	Metálica RPT $d \geq 12 \text{ mm}$ / Madeira / PVC
Zona 1	Metálica RPT $d \geq 12 \text{ mm}$ / Madeira / PVC

<sup>1</sup>Para consultar as zonas climáticas ver o anexo "Mapas climáticos".

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocios: vidros. Elección do acristalamento.

## RE 4.5.1.

# Láminas de control solar en ventás para mellorar a eficiencia enerxética do edificio

Minimizar as ganancias térmicas a través do acristalamento

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

### ÁMBITO

Durante o verán, a radiación solar que penetra ao interior dos edificios a través do acristalamento convencional contribúe ao sobrequecemento dos espazos interiores. Isto pode conducir á instalación de sistemas de aire acondicionado que precisan elevados consumos de enerxía eléctrica para o seu funcionamento.

### MELLORA BUSCADA

Limitar as ganancias térmicas producidas pola enerxía solar transmitida ao interior dos edificios a través do acristalamento.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

As láminas de control solar adhírense sobre os vidros das xanelas para mellorar as súas condicións de protección solar e, ademais, pode mellorar o illamento, a protección contra a radiación ultravioleta, a protección contra o cegamento e a seguridade en caso de rotura do vidro.

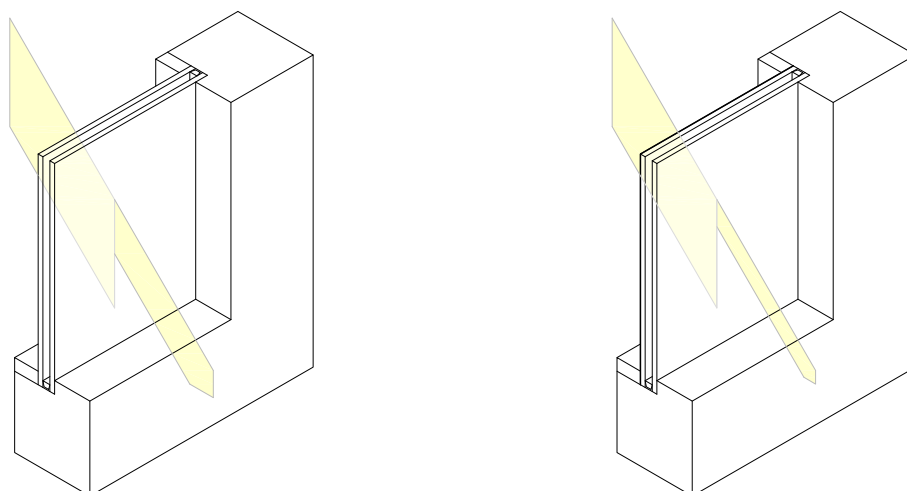
As láminas están formadas por compostos multicapa, xeralmente de poliéster de alta calidade, que incorporan colorantes, partículas metálicas ou nanopartículas cerámicas. Na súa cara interior están dotadas dun adhesivo de alta resistencia para a súa unión co vidro e, na cara exterior, dunha capa antirrisgadas. As láminas poden ser transparentes, de modo que resulten practicamente invisibles e que non afecten o aspecto do vidro sobre o que se colocan, ou tinxidas.

O valor do factor solar oscila entre 0,30 e 0,60 para os diferentes tipos de láminas dispoñibles no mercado, e pode chegar a evitar a transmisión ao interior do edificio de ata o 70 % da radiación solar incidente e o 99 % da radiación ultravioleta.

Do mesmo xeito ca os vidros de control solar, as láminas solares reducen as achegas por soleada no inverno, polo que deberán valorarse outras alternativas que permitan beneficiarse destas achegas gratuítas, como poden ser os parasoles móbiles e as persianas exteriores.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento da protección solar: diminución das ganancias térmicas a través do acristalamento no verán.
- Incremento do illamento térmico das xanelas.
- Diminución do consumo enerxético e das emisións de CO<sub>2</sub>.
- Incremento da protección contra a radiación ultravioleta.
- Mellora da seguridade en caso de rotura do vidro.

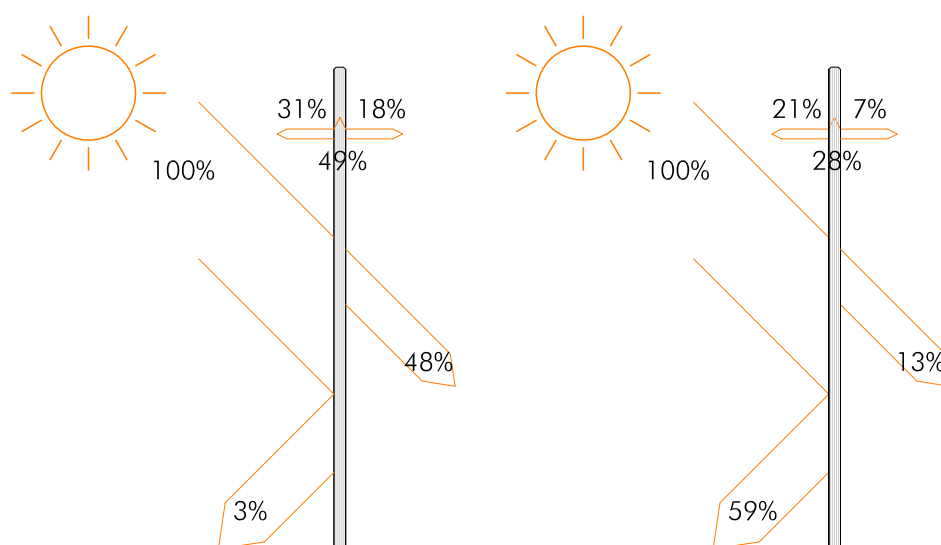


Diminución da radiación solar que penetra a través do vidro coa disposición de láminas de control solar.

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocios: vidros. Elección do acristalamento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocios: marcos con rotura de ponte térmica.



Fracción de enerxía solar reflectada, absorbida e transmitida en vidros sen control solar e con lámina de control solar.

## RE 4.5.2.

# Rehabilitación de ocos fronte ao sol en verán. Sistemas de protección exterior

Minimizar as ganancias térmicas a través do acristalamiento

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN ISO 10077 - Comportamento térmico de ventás, portas e persianas

### ÁMBITO

Durante o verán a radiación solar que penetra ao interior dos edificios a través do acristalamiento contribúe ao sobrequecemento dos espazos interiores. Isto pode conducir á instalación de sistemas de aire acondicionado que precisan elevados consumos de enerxía eléctrica para o seu funcionamento.

### MELLORA BUSCADA

Limitar as ganancias térmicas producidas pola enerxía solar transmitida ao interior dos edificios a través do acristalamiento.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A utilización de sistemas de protección solar nas xanelas dos edificios contribúe eficazmente a diminuír as ganancias térmicas que se producen a través do acristalamiento nos meses do verán.

Os sistemas de lamas, toldos, persianas ou parasoles situados na parte exterior da carpintería impiden a incidencia directa da radiación solar sobre os vidros, evitando o sobrequecemento dos espazos interiores.

Para que as persianas ou os estores actúen como elementos de protección solar deben estar colocados pola parte exterior das xanelas, doutro xeito non evitarán a transmisión da enerxía solar térmica ao interior.

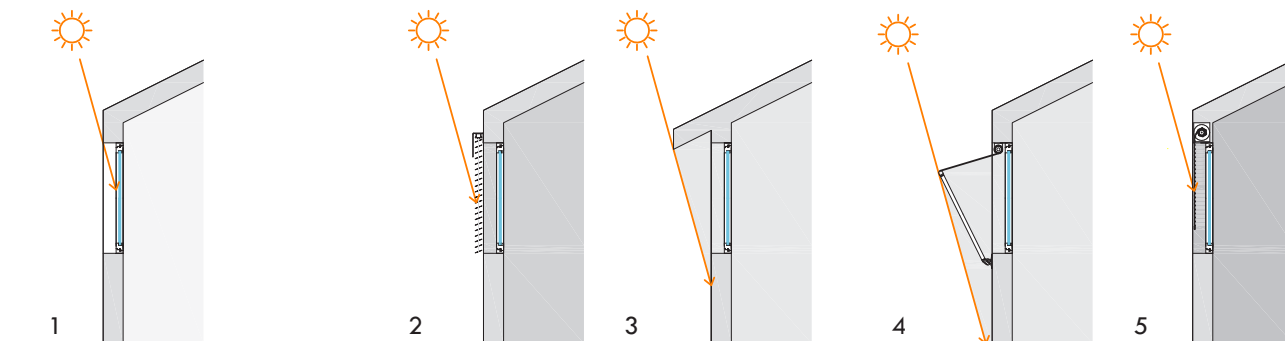
É recomendable que os sistemas de protección solar non sexan fixos de modo que o seu uso se pode adaptar ás necesidades de cada época do ano, o que permite no inverno as ganancias térmicas gratuítas achegadas pola radiación solar.

A utilización de sistemas de sombreamento polo exterior no verán pode producir reducións no consumo de refrixeración dun 20 %.

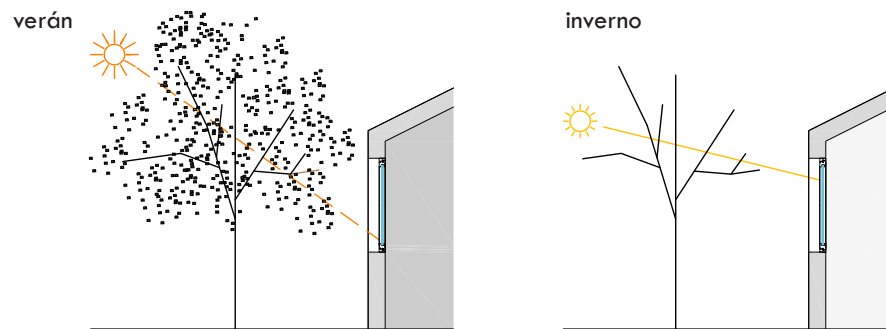


Lamas exteriores como sistema de protección solar nun edificio con grandes ventás orientadas ao oeste.

1. Ventás a faces interiores
2. Veneciana exterior
3. Vertentes pronunciadas
4. Toldos
5. Persiana exterior



Distintos sistemas de sombreamento polo exterior.



Utilización do arboredo como elemento de control solar.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento da protección solar: diminución das ganancias térmicas a través do acristalamento no verán.
- Incremento do illamento térmico das xanelas.
- Diminución do consumo enerxético de refrixeración no verán de entre un 10 % e un 20 %.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub> producidas polo uso de combustibles fósiles.

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

Recoméndase a utilización de elementos de protección solar polo exterior en todas as zonas en orientacións sur e oeste. Este tipo de medidas son imprescindibles nas zonas 5 e 6 (de maneira especial na provincia de Ourense).

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: vidros. Elección do acristalamento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocos: marcos con rotura de ponte térmica.

## RE 4.5.3.

# Rehabilitación de ocos fronte ao sol no verán Vidros con factor solar mellorado

Minimizar as ganancias térmicas a través do acristalamento

CTE - DB HE 1: Limitación da demanda enerxética

UNE EN ISO 10077 - Comportamento térmico de ventás, portas e persianas

UNE EN 410 - Vidro na edificación. Determinación das características luminosas e solares dos acristalamentos

### ÁMBITO

Durante o verán, a radiación solar que penetra ao interior dos edificios a través do acristalamento contribúe ao sobrequecemento dos espazos interiores. Isto pode conducir á instalación de sistemas de aire acondicionado que precisan elevados consumos de enerxía eléctrica para o seu funcionamento.

### MELLORA BUSCADA

Limitar as ganancias térmicas producidas pola enerxía solar transmitida ao interior dos edificios a través do acristalamento.

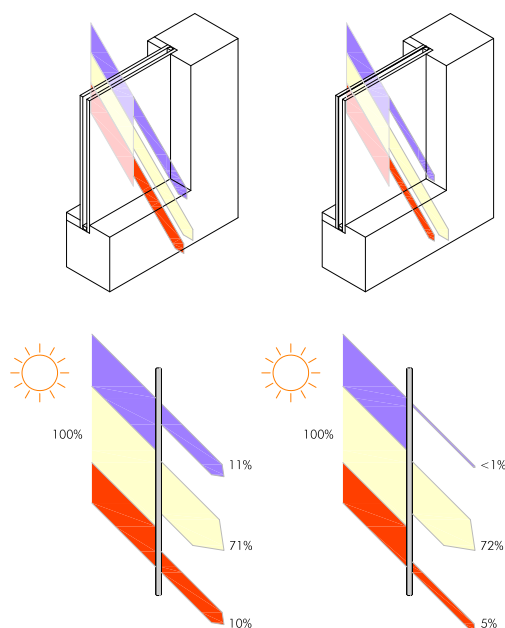
### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Existen diversos tipos de vidros de control solar que poden utilizarse en composicións sinxelas ou dobres, formando parte de sistemas de vidro con cámara. Estes vidros limitan as ganancias térmicas por soleada a través dos ocos, o que pode mellorar ademais a transmitancia térmica cando se combinan con outros vidros formando unidades de vidro illante (UVA). O principal parámetro que caracteriza os vidros de control solar é o factor de transmisión da enerxía solar total ou factor solar (g), que é a fracción da radiación solar incidente transmitida totalmente polo vidro ao interior do edificio. O valor do factor solar oscila entre 0,10 e 0,50 para os diferentes tipos de vidros dispoñibles no mercado. Canto menor é o valor do factor solar menor é a cantidade de enerxía transmitida a través do vidro ao interior.

Na disposición de vidros de control solar terase en conta a orientación e a existencia doutros elementos que fan sombra sobre as xanelas, xa que en posicións non expostas á soleada intensa resultan innecesarios. Así mesmo, terase en conta que a utilización deste tipo de vidros reduce as achegas por soleada no inverno, polo que deberán valorarse outras alternativas que permitan beneficiarse destas achegas gratuítas, como poden ser os parasoles móbiles e as persianas exteriores.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento da protección solar: diminución das ganancias térmicas a través do acristalamento no verán.
- Incremento do illamento térmico das xanelas.
- Diminución do consumo enerxético e das emisións de CO<sub>2</sub>.



Energía solar que penetra no edificio con vidros convencionales e con control solar.

### CONSIDERACIÓNS XEOGRÁFICAS

Recoméndase a utilización de elementos de protección solar en todas as zonas en orientación sur e oeste. Este tipo de medidas son imprescindibles nas zonas 5 e 6 (de maneira especial na provincia de Ourense).

### FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: vidros. Elección do acristalamento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramentos de ocós: marcos con rotura de ponte térmica.

RG 4.5.2. Rehabilitación de ocós fronte ao sol no verán. Sistemas de protección exterior.







MELLORA DE  
EFICIENCIA DAS  
INSTALACIÓNS

## RE 5.1.

# Captación de enerxía con módulos fotovoltaicos integrados en membranas para a impermeabilización de cubertas

Producción de enerxía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos

CTE - DB HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de enerxía eléctrica  
UNE EN 60904 - Dispositivos fotovoltaicos

### ÁMBITO

O aproveitamento das superficies da cubertas para a instalación de paneis solares fotovoltaicos permite a produción de enerxía eléctrica, que pode ser utilizada no propio edificio ou dirixida á rede eléctrica.

### MELLORA BUSCADA

Utilización da enerxía solar para a produción de enerxía eléctrica, o que implica a diminución do consumo de electricidade procedente da utilización de combustibles fósiles e, por tanto, a redución de emisións de CO<sub>2</sub> á atmosfera.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

A solución convencional para a instalación de placas fotovoltaicas nas cubertas dos edificios consiste na montaxe sobre paneis fixados con subestruturas de perfís metálicos ás vertentes de cuberta. Esta solución ten varios inconvenientes: os perfís de apoio poden constituir puntos de entrada de humidade ao interior do edificio; non se aproveita a totalidade da superficie da cuberta, debido ás sombras que uns paneis proxectan sobre os contiguos e, por último, os paneis poden sufrir danos producidos polo vento. Os sistemas de módulos fotovoltaicos integrados en láminas para a impermeabilización de cubertas constitúen un avance significativo sobre os sistemas antes citados. Estes sistemas están formados por láminas sintéticas; por exemplo, láminas a base de poliolefinas flexibles (FPO) e módulos fotovoltaicos flexibles.

O proceso construtivo consiste na colocación da lámina nun sistema non adherido, mediante fixacións mecánicas e solapamentos con unións mediante soldadura por aire quente. Unha vez que a lámina está totalmente colocada e se realizaron as probas de estanquidade, realízase a colocación dos módulos fotovoltaicos, que se sitúan sobre a lámina e fíxanse mediante unións soldadas por aire quente.



Instalación de membrana fotovoltaica en cuberta.

### **MELLORA LOGRADA**

- Producción de enerxía eléctrica mediante paneis solares fotovoltaicos.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub> debidas ao uso de combustibles fósiles.
- Integración dos paneis solares na superficie da cuberta.
- Incremento da superficie de aproveitamento por eliminación de zonas de sombra.

### **FICHAS RELACIONADAS**

RI 5.2. Enerxía solar térmica: auga quente sanitaria, calefacción e climatización.

## RE 5.2.

# Energía solar térmica: auga quente sanitaria, calefacción e climatización

Aforro enerxético mediante a utilización de enerxía solar térmica

CTE - DB HE 4: Contribución solar mínima de auga quente sanitaria  
UNE EN 12975-1 - Sistemas solares térmicos e compoñentes. Captadores solares

### ÁMBITO

A obrigatoriedade da utilización da enerxía solar térmica para a produción dunha porcentaxe da auga quente sanitaria consumida nos edificios vén recollida no DB HE 4 do Código técnico da edificación. Ademais, esta fonte de enerxía renovable pode ser tamén utilizada para a produción de enerxía de calefacción, climatización de piscinas e refrixeración mediante sistemas de absorción.

### MELLORA BUSCADA

Redución do consumo de enerxía procedente de combustibles fósiles e, por conseguinte, redución de emisións de CO<sub>2</sub> á atmosfera.

### SOLUCIÓN CONSTRUTIVA

Os sistemas de enerxía solar para a produción de auga quente sanitaria, calefacción ou quecemento da auga de piscinas poden adoptar diversas configuracións en función do tipo de edificio ao que serven, do número de usuarios e do destino da enerxía producida. Porén, en liñas xerais, en todas as instalacións pódense distinguir os seguintes compoñentes: colectores solares, intercambiador, acumulador, sistema de regulación e sistema de apoio.

Os colectores solares son a parte principal do sistema. Son os encargados de captar a radiación solar e de utilizala para queantar o fluído que circula polo seu interior. Os tipos de captadores habituais en edificación son os paneis planos e os tubos sen carga, estes últimos cun maior rendemento e versatilidade para a súa integración arquitectónica, ao poder ser instalados tanto en horizontal coma en vertical.

Xeralmente, a auga de consumo non circula polos colectores, e é necesario un intercambiador no que se transmite a calor do circuíto primario —o fluído que circula polos captadores— á auga de consumo. Nas instalacións máis sinxelas o intercambiador pode estar incluído no acumulador (serpentín polo que circula o fluído do circuíto primario). En sistemas con consumos elevados adóitanse utilizar intercambiadores externos.

Dado que o consumo de auga quente sanitaria ou de calefacción xeralmente non coincide coas horas de maior radicación solar, será necesario adecuar a capacidade de produción dos captadores solares á demanda e dispor de depósitos de inercia nos que almacenar a auga quente producida pola instalación ata o momento da súa utilización.

O sistema de regulación encárgase do control da instalación solar, actuando sobre a bomba de circulación en función da temperatura do acumulador e da temperatura establecida na regulación.



Colector solar plano.

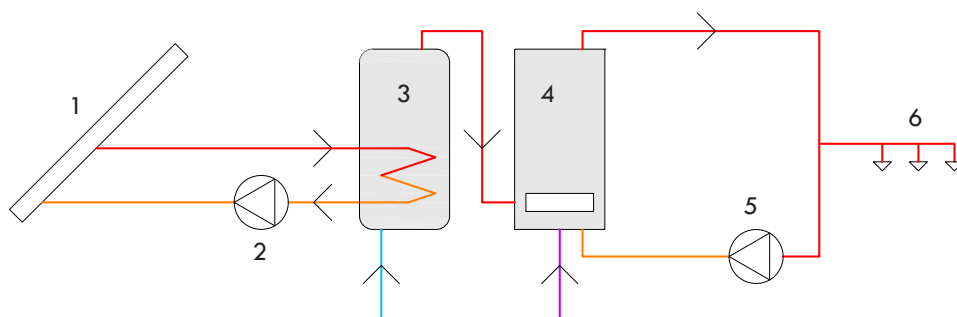


Captador solar de tubos de baleiro.

As instalacións solares han de incluír un sistema de apoio que entrará en funcionamento nos momentos en que o sistema solar non poida cubrir a totalidade da demanda, ben debido a causas climáticas ou a picos de consumo; por este motivo, o sistema de apoio deberá dimensionarse como se o sistema solar non existise.

A utilización da enerxía solar térmica para calefacción non produce rendementos tan elevados como a súa utilización para a produción de auga quente sanitaria, debido a que os meses do ano en que é necesaria a calefacción son os de menor radiación solar. No entanto, a súa utilización pode producir aforros significativos, sobre todo en sistemas de calefacción de baixa temperatura, como o chan radiante, ao ser o seu rango de temperaturas de traballo (30-40 °C) máis adecuado para a temperatura máxima de produción de auga quente dos paneis planos (60 °C).

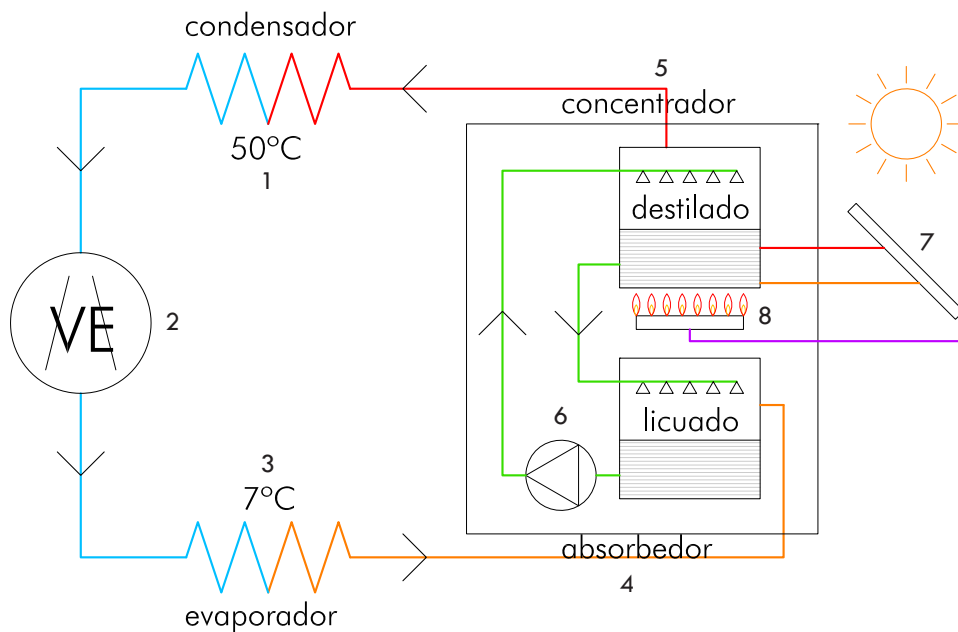
1. Paneis solares
2. Bomba de circulación
3. Depósito acumulador de inercia
4. Caldeira
5. Bomba de circulación
6. Puntos de consumo



Esquema de instalación de calefacción e AQS con enerxía solar.

A utilización da enerxía solar térmica en sistemas de climatización supón unha aplicación especialmente interesante, dado que as necesidades de refrixeración coinciden cos períodos do ano de maior radiación solar. Neste caso, os sistemas de refrixeración utilizados baséanse no ciclo de absorción, consistente na capacidade que teñen algunhas substancias de absorber un fluído refrixerante. As combinacións absorbente-refrixerante máis habituais son bromuro de litio-auga e auga-amoníaco, e é o primeiro o que ten unha maior eficiencia enerxética en aplicacións de climatización de edificios.

1. Condensador
2. Válvula de expansión
3. Evaporador
4. Absorbedor
5. Xerador ou concentrador
6. Bomba de circulación
7. Paneis solares
8. Queimador de apoio



Esquema de sistema de refrixeración por absorción.

### MELLORA LOGRADA

- Aforros de entre un 50 e un 80 % da enerxía anual de auga quente sanitaria.
- Aforros arredor do 25 % da enerxía de calefacción.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub> debidas ao uso de combustibles fósiles.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.1. Captación de enerxía con módulos fotovoltaicos integrados en membranas para impermeabilización de cubertas.



## RE 5.3.

# Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de baixa temperatura

Incrementar o rendemento das instalacións de calefacción y AQS.

RITE - Regulamento de instalacións térmicas nos edificios

### ÁMBITO

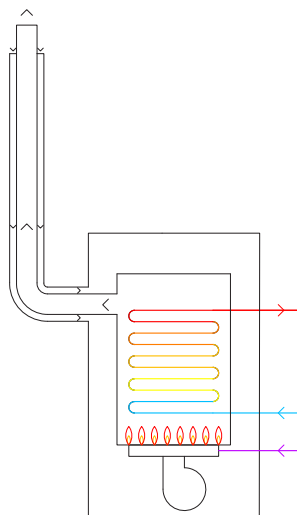
A pesar de que na actualidade as instalacións de calefacción incorporan sistemas de regulación que combinan termóstatos de ambiente con válvulas de 3 e 4 vías, para adecuar a temperatura da auga de impulsión á demanda de calefacción existente no edificio, nas caldeiras convencionais, a temperatura de retorno (entrada de auga na caldeira) límitase a uns 60 °C, para evitar que se produzan condensacións no seu interior que, combinadas con determinados produtos da combustión, poidan dar lugar a substancias ácidas altamente corrosivas. Por este motivo, a temperatura de impulsión non pode reducirse por debaixo de determinados límites, o que produce consumos de enerxía excesivos cando non se require que a caldeira funcione á máxima potencia, situación habitual cando no exterior non se alcanzan as temperaturas mínimas de cálculo.

### MELLORA BUSCADA

Incrementar o rendemento das caldeiras de calefacción e a produción de auga quente sanitaria, diminuíndo o consumo de enerxía e as emisións de gases de efecto invernadoiro.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

As denominadas caldeiras de baixa temperatura teñen a vantaxe, respecto ás caldeiras convencionais, de que incorporan sistemas que evitan que se produza condensación ácida con temperaturas de retorno de entre 35 e 40 °C, polo que poden adaptar a temperatura de impulsión ás necesidades de calefacción do edificio e chegar a baixar ata os 40° C, cando a temperatura exterior é máis suave. Isto supón unha importante mellora do rendemento respecto ás caldeiras convencionais, que normalmente impulsan auga a temperaturas que roldan os 80 °C, independentemente da temperatura exterior.



Esquema de caldeira de baixa temperatura.

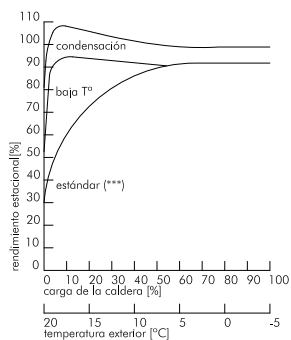


Gráfico de rendementos en función do tipo de caldeira e da porcentaxe de carga da caldeira.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do rendimento da caldeira ata o 95 %.
- Diminución do consumo enerxético con aforros que poden chegar ao 15 % respecto das caldeiras estándar.
- A caldeira regula a temperatura en función da demanda enerxética real.
- Non se producen corrosións no interior da caldeira.
- Son moi adecuadas para sistemas que funcionan a baixa temperatura como o chan radiante.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.4. Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de condensación.

Incrementar o rendemento das instalacións de calefacción e AQS

RITE - Regulamento de instalacións térmicas nos edificios.

UNE EN 677 - Caldeiras de calefacción central que utilizan combustibles gasosos. Consumo calorífico nominal  $\leq 70$  kW

UNE EN 15417 - Caldeiras de calefacción central que utilizan combustibles gasosos.  $70$  kW  $<$  Consumo calorífico nominal  $\leq 1000$  kW

UNE EN 15034 - Caldeiras de calefacción de condensación para combustibles líquidos.

### ÁMBITO

Nas caldeiras convencionais, o vapor de auga que se produce no proceso de combustión é expulsado a través da cheminea ao exterior. Este vapor de auga contén enerxía térmica, denominada calor latente. O desenvolvemento de sistemas que permiten recuperar esta enerxía para ser utilizada nos sistemas de calefacción supón un incremento no rendemento da instalación e, por tanto, un menor consumo enerxético.

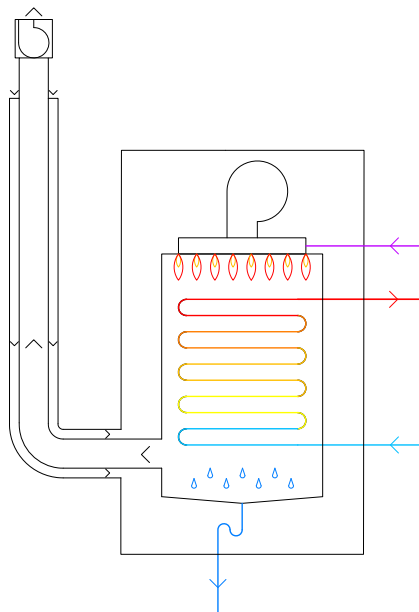
### MELLORA BUSCADA

Incrementar o rendemento das caldeiras de calefacción e produción de auga quente sanitaria, o que diminúe o consumo de enerxía e as emisións de gases de efecto invernadoiro.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

As caldeiras de condensación incorporan sistemas que permiten recuperar a enerxía térmica contida no vapor de auga producida no proceso de combustión.

Durante a combustión, os compoñentes combustibles, principalmente carbono e hidróxeno, reaccionan co osíxeno do aire xerando calor e gases que son expulsados á atmosfera, fundamentalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e vapor de auga. Nas caldeiras de condensación, os gases da combustión fanse pasar a través do serpentín antes de ser expulsados ao exterior. Se se mantén a temperatura da parede de intercambio por debaixo da temperatura de orballo, conséguese que o vapor de auga dos gases de combustión se condensen, cedendo calor (calor latente) á auga do circuíto. Para que isto suceda estas caldeiras preparan a auga a unha temperatura máxima de 60-70 °C, fronte aos 90 °C habituais nas caldeiras convencionais. Dado que para que se produza a condensación a temperatura dos gases ten que ser inferior á necesaria para que estes se evacúen de forma natural (uns 140 °C), estas caldeiras incorporan un ventilador para facilitar a súa expulsión.



Esquema de caldeira de condensación.

### MELLORA LOGRADA

- Incremento do rendemento da caldeira ata o 109 %.
- Diminución do consumo enerxético con aforros que poden chegar ao 30 % respecto das caldeiras convencionais.
- Non se producen corrosións no interior da caldeira.
- Son adecuadas para sistemas que funcionan a baixa temperatura como o chan radiante.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.3. Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de baixa temperatura.

Incrementar a eficiencia enerxética das instalacións de iluminación

CTE - DB HE 3: Eficiencia enerxética das instalacións de iluminación

REBT - Regulamento electrotécnico de baixa tensión

UNE EN 12464 - Iluminación nos lugares de traballo

UNE EN 60598 - Luminarias

## ÁMBITO

A aplicación da normativa europea no ámbito da iluminación motivou a desaparición do mercado das lámpadas incandescentes e das lámpadas halóxenas máis ineficientes, debido ao seu baixo rendemento. A adecuada elección e o correcto deseño dos sistemas de iluminación poden supor importantes aforros no consumo de enerxía eléctrica.

## MELLORA BUSCADA

Incrementar a eficiencia enerxética das instalacións de iluminación, para así diminuír o consumo de enerxía eléctrica e as emisións de gases de efecto invernadoiro.

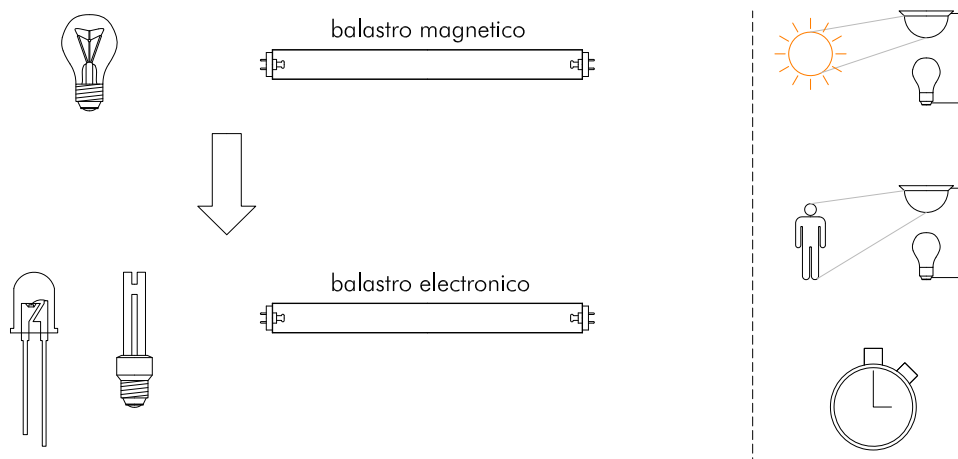
## SOLUCIÓN TÉCNICA

No deseño dos sistemas de iluminación e na elección das luminarias para empregar nestes deben terse en consideración os seguintes aspectos:

- Determinación dos niveis de iluminación axeitados á actividade que se vai desenvolver en cada espazo.
- Definición do índice de reprodución cromática e temperatura de cor das lámpadas que se vaian utilizar en función das necesidades de cada local.
- Utilización de luminarias que garantan o máximo aproveitamento da luz emitida polas lámpadas e que eviten o cegamento.
- Elección de lámpadas de alta eficiencia enerxética (eficiencia luminosa  $\geq 90$  lum/W), valorando na súa elección a relación prezo/vida útil (vida útil mínima: 12.000 horas).
- Definición das lámpadas que se deben utilizar pola súa capacidade lumínica e non pola súa potencia.
- Utilización de balastros electrónicos en lugar dos balastros electromagnéticos tradicionais, que pode supor aforros no consumo de enerxía da lámpada dun 25 %.
- Realización de instalacións con sistemas de regulación, acendidos discriminados, mecanismos de arranque e apagamento automático e sistemas de regulación da luz artificial mediante sensores de luz natural, para que a iluminación se adapte ás necesidades da actividade desenvolvida en cada momento e a cada local concreto.



Distintos modelos de luminarias LED.



Incremento da eficiencia enerxética substituíndo lámpadas convencionais por lámpadas de baixo consumo, LED e utilizando células fotoeléctricas, detectores de presenza e temporizadores.

### MELLORA LOGRADA

- A utilización de lámpadas de alta eficiencia enerxética pode supor un aforro no consumo de enerxía de ata un 80 % respecto do consumo das lámpadas tradicionais de incandescencia.
- A incorporación de sistemas de regulación mediante sensores de luz natural, acendido mediante detectores de presenza e temporizadores, combinado coa utilización de balastros electrónicos regulables, pode supor aforros de enerxía de ata un 75 % respecto ao das instalacións convencionais con balastros electromagnéticos, sen sistemas de regulación.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.9. Uso de electrodomésticos respectuosos co medio ambiente (coeficientes).

Incrementar a eficiencia enerxética dos ascensores

Regulamento de aparellos elevadores

ITC-AEM 1 - Ascensores

UNE EN ISO 25745-1 - Eficiencia enerxética dos ascensores, escaleiras mecánicas e plataformas móbiles

VDI 4707 - Eficiencia enerxética dos ascensores (Verain Deutscher Ingenieure)

### ÁMBITO

A elección adecuada de compoñentes da instalación de ascensor, tanto se se trata de obra nova coma da renovación ou substitución de ascensores existentes, pode supoñer importantes aforros enerxéticos no consumo da instalación.

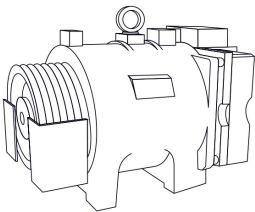
### MELLORA BUSCADA

Incrementar a eficiencia enerxética das instalacións de ascensores, para así diminuír o consumo de enerxía eléctrica e as emisións de gases de efecto invernadoiro.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

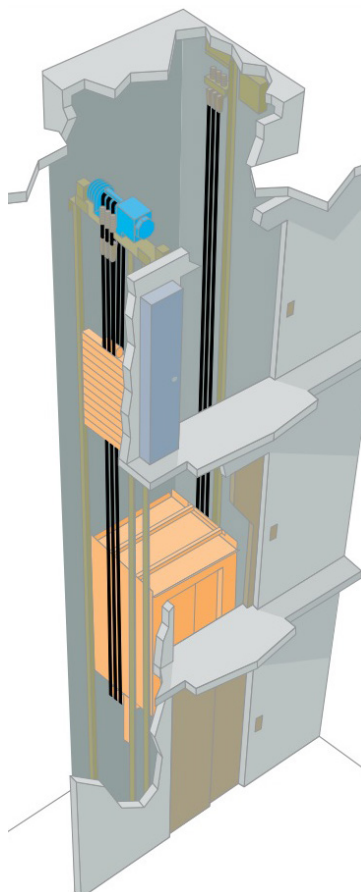
As estratexias desenvolvidas polos fabricantes de ascensores para mellorar a súa eficiencia enerxética baséanse na redución do consumo tanto na situación de funcionamento coma na de repouso, e actúan igualmente sobre o consumo de enerxía principal (motores) e secundaria (iluminación de cabinas):

- A utilización de máquinas de tracción directa, con motores de baixa velocidade e tracción regulada —non necesitan reduutores mecánicos para adecuar a velocidade producida polo motor ao nivel da necesaria polo ascensor— poden producir aforros enerxéticos de entre un 30 e un 40 % respecto aos ascensores con máquinas tradicionais con reduutores de engrenaxes.
- Os ascensores dotados de sistemas de control de movemento (variadores de frecuencia) rexenerativos permiten devolver á rede a enerxía que se xera nos estados favorables de carga (cando o ascensor se move por efecto da gravidade). Nos ascensores con sistemas de control convencionais esa enerxía disípase en forma de calor. Os variadores rexenerativos permiten aforros de entre un 25 e un 30 %.
- Os ascensores con tracción regulada convencionais manteñen o variador de frecuencia con enerxía cando o ascensor non está en movemento. Os sistemas de manobra con función de autoapagado apaga todos os sistemas cando o ascensor non está en uso, o que supón aforros de consumo dun 50 % cando o ascensor se atopa en repouso.
- A utilización de iluminación con lámpadas led na cabina combinada cun sistema de autoapagado permite aforros de consumo de iluminación que poden chegar ao 90 %.



Motor de ascensor de tracción directa.

- Nos casos de ascensores hidráulicos, a incorporación de válvulas de control electrónico combinada coa utilización de iluminación led pode supor un aforro do 40 %. No caso de substitución por sistemas con maquinaria de tracción eléctrica de última xeración, o aforro de enerxía pode chegar ao 80 %.



Esquema de ascensor con motor de tracción directa.

### MELLORA LOGRADA

- Tanto en ascensores novos coma na renovación de instalacións existentes, a utilización de máquinas de tracción directa (gearless), sistemas de manobra con función de aforro de enerxía en repouso e iluminación led en cabina con autoapagado pode supor aforros totais de enerxía dun 50 % respecto ao consumo dos ascensores eléctricos convencionais.
- No caso de ascensores hidráulicos, a substitución do sistema de tracción por máquinas eléctricas de tracción directa pode supor aforros no consumo de enerxía do 80 %.
- As máquinas de tracción directa, sen redutores mecánicos, son máis pequenas e lixeiras que as máquinas eléctricas convencionais (con redutores), o que permite a súa instalación no interior do oco do ascensor, o que evita a necesidade do cuarto de máquinas.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.5. Instalacións de iluminación eficientes: elección do tipo de lámpadas e a súa potencia.



## RE 5.7.

# Aforro no consumo de auga potable

Realizar un consumo racional da auga potable

CTE - DB HS 4: Subministración de auga

### ÁMBITO

A adopción de medidas de aforro no consumo de auga nos edificios é fundamental para reducir o impacto ambiental que a excesiva presión sobre os recursos hídricos pode supor. Así mesmo, estas medidas contribúen á redución do consumo enerxético derivado dos procesos de bombeo e depuración de auga de consumo, e do tratamento das augas residuais.

### MELLORA BUSCADA

Minimizar o consumo innecesario de auga potable que se produce nos edificios.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

A utilización de equipos ou sistemas que aforren auga nas operacións cotiás realizadas nos edificios, combinadas con hábitos de consumo racional, pode producir aforros significativos no consumo de auga potable nos edificios:

- Utilización de inodoros con cisternas de volume reducido de auga (6 litros, fronte aos 13-23 litros das cisternas convencionais) e inodoros con capacidade de elección do tipo de descarga (3 ou 6 litros, segundo o tipo de residuos).
- Instalación de billas monomando que reducen os tempos de regulación da temperatura da auga cada vez que se volve abrir a billa.
- Instalación de billas termostáticos que evitan perdas de auga nos procesos de axuste da temperatura da auga.
- Instalación de dispositivos redutores de caudal e aireadores que reducen o caudal de billas e duchas introducindo aire no chorro de auga. Utilización de espaxedores de ducha de baixo consumo, dotados de sistemas de aireación similares aos existentes para billas.
- Nas instalacións dotadas de caldeiras instantáneas individuais, deberanse utilizar caldeiras que funcionen con caudais mínimos inferiores a 3 litros por minuto, para evitar ter que abrir máis a billa para que se poña en marcha a caldeira ou que esta non arranque cando se utilizan válvulas de aforro.



Dispositivos para reducir o caudal, o que diminúe o consumo de auga.



Billa de ducha  
termostática con  
regulador de caudal.

### MELLORA LOGRADA

- A utilización de inodoros dotados de sistemas de consumo reducido de auga poden diminuír á metade a auga empregada nestes aparellos.
- A utilización de válvulas redutoras de caudal e de dispositivos aireadores poden supor reducións de consumo de auga de entre o 40 e o 70 %.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.8. Xestión da auga de pluviais e das augas grises.

RI 5.9. Uso de electrodomésticos respectuosos co medio ambiente (ecoficientes).

Reutilización de augas pluviais e augas grises coma medio de aforro

CTE - DB HS 4: Subministración de auga

### ÁMBITO

A auga de choiva pódese utilizar para as descargas de inodoros, lavalouzas e para a rega de xardíns.

As augas grises son as augas residuais da ducha, do baño e do lavalouza. Estas augas poden ser reutilizadas, despois de ser sometidas a un tratamento de purificación, para descargas de inodoros, limpeza, rega etc.

### MELLORA BUSCADA

Minimizar o consumo de auga potable substituíndoa por auga de menor calidade —auga de choiva ou augas grises— naqueles usos nos que é admisible o uso de auga de menor calidade (non depurada).

### SOLUCIÓN TÉCNICA

Os sistemas de reutilización de augas pluviais están formados por un depósito no que se almacena a auga de choiva recollida na cuberta do edificio, un sistema de filtrado e unha bomba conectada á rede de tubaxes que conducen a auga aos puntos de consumo. No deseño dos sistemas teranse en conta as seguintes consideracións:

- A capacidade de aforro do sistema depende do tamaño da superficie de recollida de auga de choiva (xeralmente a cuberta do edificio).
- Os sistemas de aproveitamento das augas pluviais non se poden utilizar en edificios dotados de cubertas vexetais, dado o baixo caudal de evacuación que se produce neste tipo de cubertas.
- A rede de condutos do sistema debe ser totalmente independente da rede de abastecemento de auga potable, co obxecto de impedir contaminacións da auga destinada ao consumo humano.
- En períodos de escaseza de choiva pode ser necesario encher o depósito de almacenamento con auga potable. Pola contra, cando a cantidade de auga recollida exceda a capacidade do depósito, a auga sobrante pode ser vertida á rede de saneamento ou filtrada ao terreo.
- A auga de choiva non pode ser utilizada para o consumo no baño ou na ducha para evitar riscos de infección por bacterias como a lexionela.

Os sistemas de reutilización de augas grises son similares aos de reutilización de auga de chuvia, coa diferenza de que a auga reutilizada procede da reciclaxe da auga de bañeiras, duchas e lavalouzas. Os aspectos que convén ter en conta no deseño destes sistemas son os seguintes:

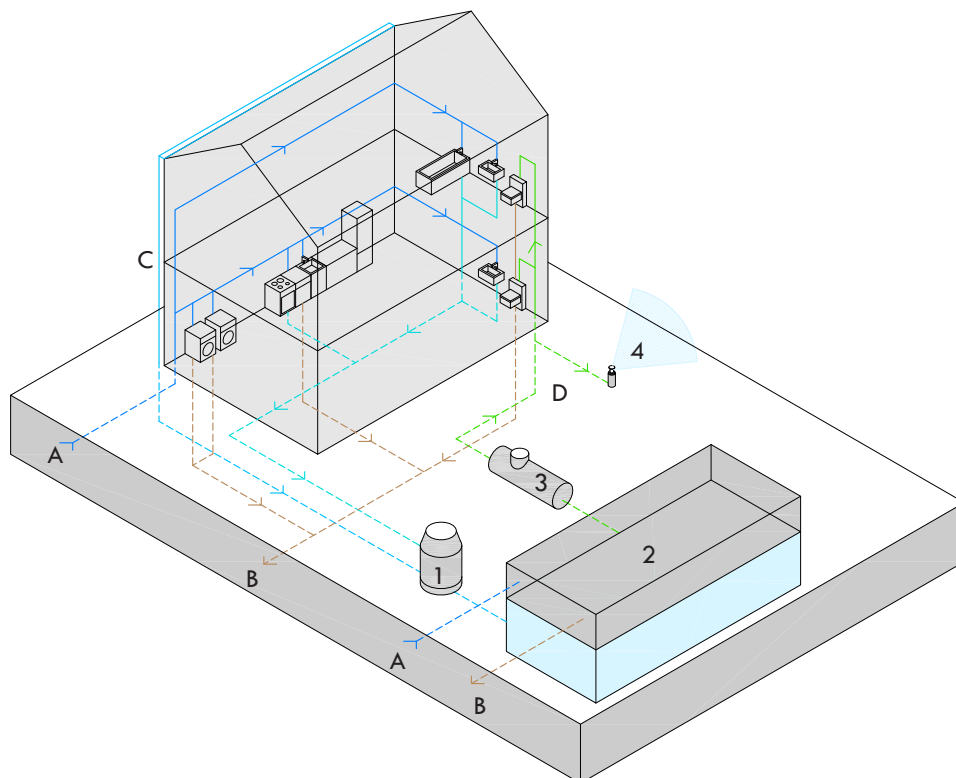
- Deberase controlar o risco derivado da contaminación con microorganismos mediante tratamentos de filtrado e desinfección.
- Do mesmo xeito que ocorre coa reciclaxe da auga de choiva, a rede de augas grises debe ser totalmente independente da de auga potable, e marcaranse as tubaxes para que sexan claramente diferenciáveis.



Tanques de almacenamento de augas grises.



Macrofitas para a depuración de augas grises.



Esquema de sistema de reutilización de augas grises.

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| A. Circuito de auga de abastecemento (a rede municipal)  | 1. Filtro                   |
| B. Circuito de augas residuais (a rede de fecais)        | 2. Depósito de augas grises |
| C. Circuito de evacuación de augas grises                | 3. Sistema de purificación  |
| D. Circuito de reutilización de augas grises purificadas | 4. Rega                     |

### MELLORA LOGRADA

- A reutilización de augas pluviais e augas grises supón a redución do consumo de auga potable, o que contribúe á conservación deste recurso escaso.
- A reciclaxe de augas grises reduce a xeración de augas residuais, o que contribúe a mellorar a eficiencia das estacións de depuración e ao seu menor consumo de enerxía.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.9. Uso de electrodomésticos respectuosos co medio ambiente (ecoeficientes).

Electrodomésticos que consomen menos enerxía e auga para funcionar

Directiva 2010/30/UE

RD 1390/2011 - Etiquetaxe enerxética

CTE - DB HS 4: Subministración de auga

### ÁMBITO

A Directiva 2010/30/UE establece as condicións da etiquetaxe enerxética de electrodomésticos, televisores e equipos de aire acondicionado. A transposición desta directiva á normativa española a través do Real decreto 1390/2011 regula a indicación do consumo de enerxía, de auga e outros datos técnicos, na información achegada sobre electrodomésticos, para que o usuario poida ter en conta estes parámetros á hora de decidir a súa compra.

### MELLORA BUSCADA

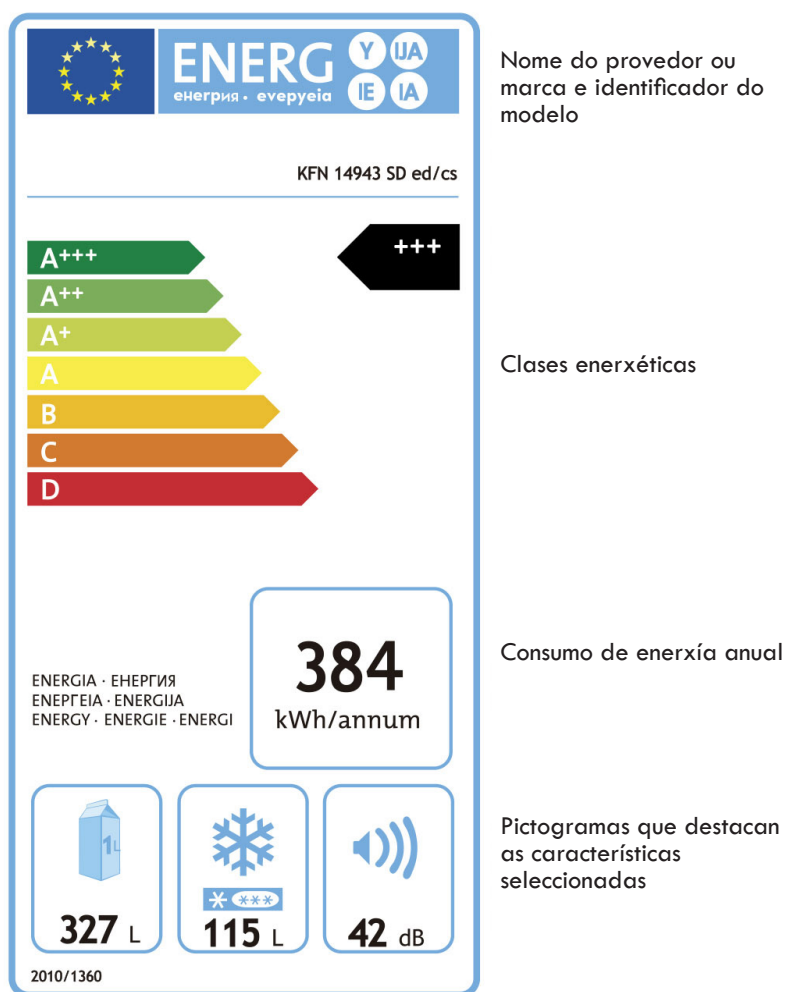
Reducir o consumo de enerxía eléctrica e de auga potable nos electrodomésticos.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

A etiquetaxe enerxética dos electrodomésticos vén definido por unha escala de cores, do verde ao vermello, que se corresponden cunha secuencia de letras, do A ao G, e son os electrodomésticos etiquetados coa cualificación A (verde) os máis eficientes e os G (vermello) os que teñen un maior consumo enerxético. A nova Directiva 2010/30/UE, atendendo aos avances tecnolóxicos producidos desde a posta en marcha da etiquetaxe enerxética en 1995, incorpora tres clases adicionais de eficiencia enerxética: A+, A++ e A+++.

Unha lavadora ou un frigorífico de clase A consomen un 56 % menos enerxía ca un de clase G. Un frigorífico de clase A ++ consome un 45 % menos ca un A e un 76 % menos ca un G. A etiqueta inclúe ademais o gasto de enerxía en kW h ao ano, o consumo de auga en litros anos, no caso de lavadoras e lavalouzas, as emisións de ruído e outros datos técnicos, como capacidade ou volume de almacenamento dos distintos electrodomésticos.

En determinados casos, pode ser interesante a instalación de lavadoras e lavalouzas bitérmicos. Estes electrodomésticos están dotados de dúas tomas de auga, unha para auga fría e outra para auga quente, o que lles permite utilizar a auga quente da rede, en vez de ter que quentala no propio aparello mediante enerxía eléctrica, o que é menos eficiente. Esta medida pode ser especialmente favorable cando o edificio conte cun sistema de produción de auga quente sanitaria mediante enerxías renovables, como é o caso de vivendas dotadas de instalacións con paneis solares térmicos. Neste sentido, o DB HS 4 obriga a instalación de tomas de auga quente para lavadoras e lavalouzas nas vivendas que contén con produción de auga quente sanitaria mediante enerxía solar, de acordo co DB HEI 4.



Etiqueta de eficiencia enerxética dos electrodomésticos.

### MELLORA LOGRADA

- A utilización de electrodomésticos con alta eficiencia enerxética diminúe considerablemente o consumo destes aparellos, que supoñen un 12 % do consumo total das vivendas, o que contribúe a un menor consumo de enerxía eléctrica e á redución de emisións de gases de efecto invernadoiro.
- A utilización de lavadoras e lavalouzas con alta eficiencia contribúe a reducir o consumo de auga potable, o que axuda á protección do medio ambiente e á redución do consumo de enerxía nos procesos de depuración de augas residuais.

### FICHAS RELACIONADAS

- RI 5.2. Enerxía solar térmica: auga quente sanitaria, calefacción e climatización.
- RI 5.5. Instalacións de iluminación eficientes: elección do tipo de lámpadas e a súa potencia.
- RI 5.8. Xestión da auga de pluviais e das augas grises.

Minimizar as perdas enerxéticas producidas pola ventilación

CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior

RITE - Regulamento de instalacións térmicas nos edificios

UNE EN 13779 - Ventilación de edificios non residenciais

UNE EN 308 - Intercambiadores de calor

### ÁMBITO

A necesidade de manter un determinado nivel de calidade do aire no interior dos edificios fai necesario recorrer a sistemas de ventilación que extraian o aire viciado do interior e impulsen aire fresco procedente do exterior.

Non obstante, este proceso supón a perda da enerxía que se empregou en quentar ou arrefriar o aire interior para alcanzar as condicións de confort. As condicións mínimas de ventilación para garantir a calidade do aire interior veñen definidos no DB HS 3 para vivendas e no Regulamento de instalacións térmicas nos edificios para o resto de edificios.

### MELLORA BUSCADA

Minimizar as perdas de calor no inverno e as ganancias no verán que se producen pola renovación do aire do interior dos edificios mediante o uso de sistemas de ventilación.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

Os sistemas de ventilación con recuperación de calor están deseñados para recuperar a calor/frío do aire de ventilación que se expulsa ao exterior. O aire viciado é extraído do interior do edificio mediante un sistema de condutos. Á súa vez, o aire fresco procedente do exterior é levado mediante outros condutos a cada unha das estancias. Os condutos de impulsión e extracción conflúen no recuperador. Este elemento consiste nun intercambiador de calor, no cal os fluxos de aire se cruzan a contraxeito sen mesturarse e prodúcese unha cesión de calor entre o aire de maior temperatura e o máis frío.

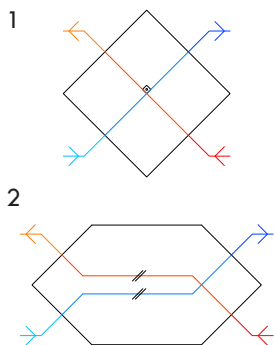
Un sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor para unha vivenda ou un local está formado polos seguintes elementos:

- Rede de condutos de impulsión
- Rede de condutos de extracción
- Caixa de ventilación de impulsión
- Caixa de ventilación de extracción
- Recuperador de calor
- Bocas de impulsión
- Bocas de extracción

O sistema pode incorporar tamén caixas con filtros e silenciadores. Existen recuperadores máis sinxelos que poden instalarse individualmente en cada habitación, sempre que esta conte cunha parede en contacto co exterior.



Unidade de recuperador de calor.

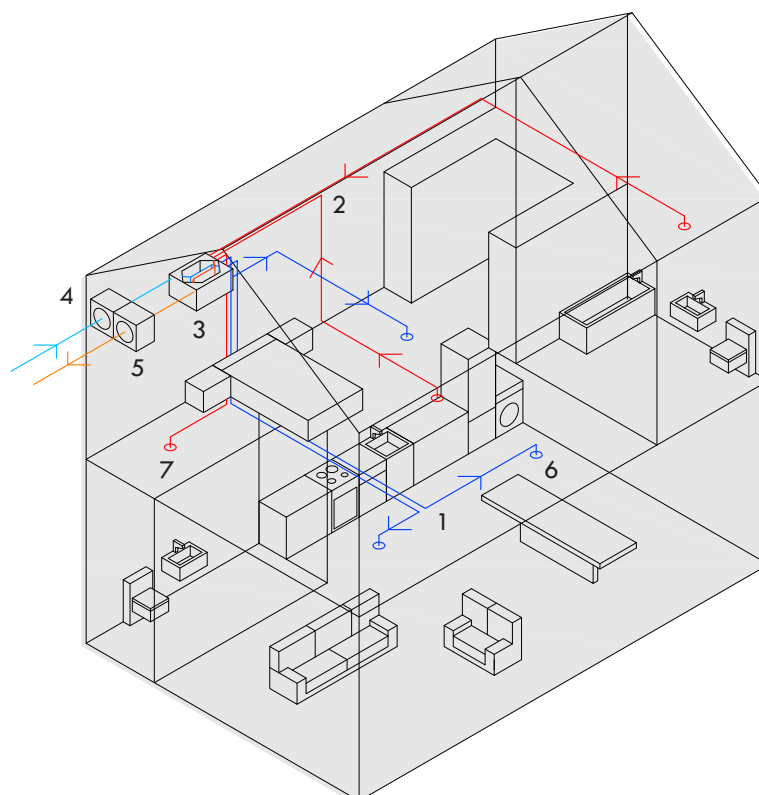


Tipos de intercambiadores.

1. Intercambiador de fluxos cruzados
2. Intercambiador de fluxos paralelos

Existen varios tipos de intercambiadores. Nos intercambiadores de fluxos cruzados os fluxos de aire de entrada e saída crúzanse en sentido perpendicular. Este tipo de intercambiadores poden alcanzar rendementos do 70 % ao 85 %. Os intercambiadores de fluxos paralelos teñen un funcionamento similar, pero os fluxos circulan paralelos, co que o tempo e a superficie de cesión de calor son maiores e, por tanto, incrementase a capacidade de recuperación. Este tipo de recuperadores poden alcanzar rendementos de ata o 95 %.

A eficiencia do recuperador, ademais do tipo de intercambiador usado, depende das condicións de temperatura e humidade do aire exterior e interior e do caudal que circula por el.



1. Circuito de impulsión
2. Circuito de extracción
3. Recuperador de calor
4. Caixa de ventilación de impulsión
5. Caixa de ventilación de extracción
6. Bocas de impulsión
7. Bocas de extracción

Esquema de ventilación con recuperación de calor.

### MELLORA LOGRADA

- A utilización de recuperadores de calor permite recuperar entre un 70 e un 95 % da enerxía contida no aire de extracción.
- A incorporación de recuperadores de calor aos sistemas de ventilación permite conseguir aforros de enerxía de calefacción de entre un 30 e un 50 %.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.3. Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de baixa temperatura.

RI 5.4. Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de condensación.



## RE 5.11.

# Sistemas de refrixeración pasivos e ventilación natural cruzada

Reducir o consumo de enerxía derivado da utilización de aire acondicionado

CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior

RITE - Regulamento de instalacións térmicas nos edificios

Normas de habitabilidade de vivendas de Galicia (Decreto 29/2010)

### ÁMBITO

No interior dos edificios poden acumularse malos olores procedentes das cociñas, baños e aseos, ou producidos pola respiración e transpiración dos ocupantes. Tamén poden concentrarse elementos nocivos, altamente prexudiciais para a saúde, como monóxido de carbono ou gas radon. No interior das vivendas poden producirse, ademais, concentracións excesivas de vapor de auga procedentes de cociñas e baños, que poden dar lugar a humidades de condensación na superficie interior dos cerramentos. Para evitar todos estes problemas é indispensable contar con sistemas de ventilación que permitan a renovación do aire viciado do interior e a achega de aire fresco procedente do exterior.

Durante o verán, a radiación solar que penetra polas ventás, a transmisión de calor a través de muros expostos e cubertas ou as cargas térmicas xeradas polos propios ocupantes e o equipamento dos edificios xera cargas térmicas, que poden ser combatidas mediante a ventilación natural e o uso de sistemas de refrixeración pasivos.

### MELLORA BUSCADA

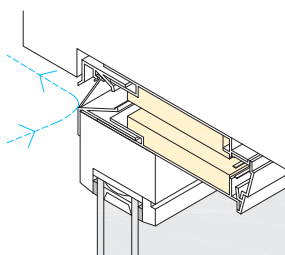
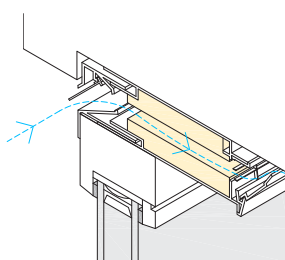
Evitar a necesidade de recorrer ao uso de sistemas de aire acondicionado e, se é o caso, minimizar o consumo de enerxía derivado da utilización deste tipo de instalacións.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

Os sistemas de ventilación natural cruzada consisten en establecer fluxos de aire a través da vivenda que garantan a renovación de aire en cada un dos espazos. A ventilación pódese xerar mediante a previsión de ocos practicables en estancias situadas en zonas con orientacións opostas e a ventilación de baños e cociñas a través de condutos que cheguen á cuberta do edificio, dotados de sistemas de extracción mecánica ou híbrida.

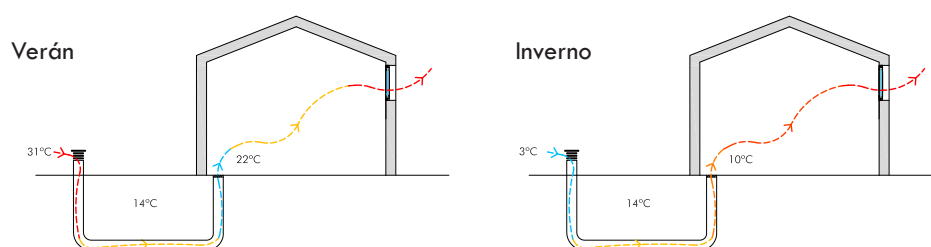
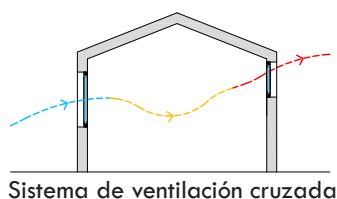
Para que a ventilación cruzada sexa eficaz para combater as cargas térmicas e mellorar as condicións interiores de confort, esta debe realizarse durante as horas máis frescas, preferiblemente durante a noite, na que a temperatura exterior é máis baixa.

Para evitar as molestias producidas polo ruído proveniente das rúas que rodean o edificio, pode recorrerse á instalación de aireadores con dispositivos de atenuación acústica. Estes dispositivos, que poden incorporarse á carpintería das xanelas ou ás caixas das persianas, incorporan no seu interior materiais absorbentes acústicos, co que se conseguen niveis de illamento acústico de entre 35 e 44 dBA.



Aireador de ventá con regulador de presión en posición aberta e pechada.

Outra alternativa para refrixerar mediante a ventilación é utilizar a inercia térmica do terreo para arrefriar o aire de ventilación procedente do exterior. A temperatura do terreo a partir dunha profundidade de entre 1,5 e 2 metros é practicamente constante durante todo o ano, polo que durante o verán é menor que a do aire exterior. Se se fan pasar os condutos de impulsión de aire exterior a través do terreo, pódese reducir a súa temperatura introducindo na vivenda un aire máis frío ca o exterior.



Sistema de ventilación con pozos canadenses.

### MELLORA LOGRADA

- A utilización de sistemas de ventilación natural cruzada durante a noite fan innecesaria a utilización de sistemas de aire acondicionado nas zonas de clima máis benigno, próximas á costa. Nas zonas máis calorosas do interior, a utilización da ventilación nocturna pode supor un aforro enerxético nas instalacións de refrixeración de entre un 30 e un 40 %.



Rede de tubos para pozo canadense.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.10. Calidade do aire interior: inserir recuperadores de calor no sistema de ventilación.

RI 5.12. Sistemas de chimeneas solares para ventilación natural.

Reducir o consumo de enerxía derivado da utilización de aire acondicionado

CTE - DB HS 3: Calidade do aire interior

RITE - Regulamento de instalacións térmicas nos edificios

Normas de habitabilidade de vivendas de Galicia (Decreto 29/2010)

### ÁMBITO

Durante o verán, a radiación solar que penetra polas xanelas, a transmisión de calor a través de muros expostos e cubertas, ou as cargas térmicas xeradas polos propios ocupantes e o equipamento dos edificios xeran cargas térmicas que poden ser combatidas mediante a ventilación natural e o uso de sistemas de refrixeración pasivos.

### MELLORA BUSCADA

Evitar a necesidade de recorrer ao uso de sistemas de aire acondicionado e, se é o caso, minimizar o consumo de enerxía derivado da utilización deste tipo de instalacións.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

As chimeneas solares son sistemas que xeran fluxos de aire no interior de edificio, baseados na convección natural producida pola calor do sol que poden ser utilizados para ventilar e refrixerar.

Aínda que poden adoptar diversas formas, o seu funcionamento é sempre similar. Consisten nun conduto construído con materiais de alta inercia térmica que se pecha cara ao exterior cunha parede de vidro con orientación oeste ou suroeste, para recibir a máxima radiación solar. O conduto conéctase mediante un ou varios ocos co espazo interior do edificio. Ao quentarse o aire, situado no interior do conduto, sobe debido á súa menor densidade, arrastrando o aire máis frío do interior da vivenda cara ao exterior.

Para garantir a ventilación adecuada deben preverse ocos de entrada de aire exterior nas zonas máis afastadas da chimenea solar. Os ocos de entrada e saída de aire deben estar pechados durante as horas máis calorosas do día e abrirense durante a noite para introducir aire máis frío procedente do exterior.

A utilización de chimeneas solares pode tamén combinarse co uso de condutos enterrados que aproveiten a temperatura constante do terreo para refrixerar.

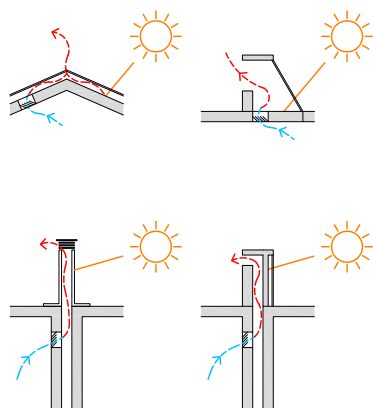
### MELLORA LOGRADA

- A ventilación mediante chimeneas solares que aproveiten o frescor da noite fai innecesaria a utilización de sistemas de aire acondicionado nas zonas de clima máis benigno, próximas á costa. Nas zonas máis calorosas do interior, a utilización destes sistemas de ventilación pode supor un aforro enerxético nas instalacións de refrixeración de entre un 30 e un 40 %.

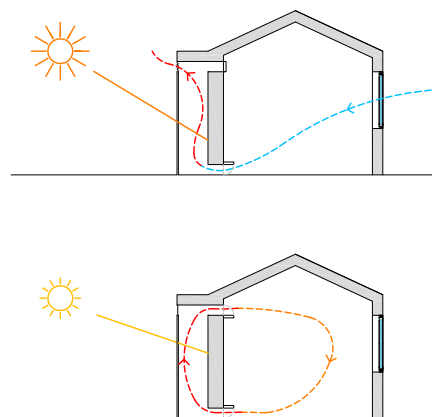


Chimenea solar con efecto invernadoiro.

A utilización de chimeneas solares en combinación con condutos de aire enterrados pode facer innecesaria as instalacións de climatización, mesmo nas zonas con veráns máis cálidos.



Esquemas de diferentes tipos de chimeneas solares en cuberta.



Chimenea solar en fachada e funcionamento alternativo no inverno como muro Trombe.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.10. Calidade do aire interior: recuperadores de calor no sistema de ventilación.

RI 5.11. Sistemas de refrixeración pasivos e ventilación natural cruzada.

Reducir a emisión de gases de efecto invernadoiro

RITE - Regulamento de instalacións térmicas nos edificios  
UNE EN 303-5 - Caldeiras especiais para combustibles sólidos  
Documento biomasa edificios IDAE

## ÁMBITO

A enerxía procedente da combustión da biomasa está considerada como unha enerxía renovable, ao estimarse que as emisións de CO<sub>2</sub> producidas na súa combustión se compensan co CO<sub>2</sub> absorbido polas árbores e as plantas, dos que procede, durante todo o seu ciclo de crecemento.

Se se ten en conta a totalidade do ciclo de vida do combustible, a biomasa, ao producirse preto dos lugares de consumo, xera menos emisións derivadas da súa extracción e transporte, co que as súas emisións de monóxido de carbono (CO) e dióxido de xofre (SO<sub>2</sub>) —composto responsable da choiva ácida— resultan inferiores ás producidas pola combustión de gasoil ou gas natural.

## MELLORA BUSCADA

Reducir as emisións de gases de efecto invernadoiro producidas pola utilización de combustibles fósiles.

## SOLUCIÓN TÉCNICA

O termo biomasa abarca unha ampla variedade de materiais susceptibles de ser utilizados como combustibles nos sistemas de calefacción e produción de auga quente sanitaria: achas, pellets, serraduras, cortiza, ósos de oliva, cascas de froitos secos etc.

O uso de biomasa formada por elementos homoxéneos de tamaño mediano ou pequeno posibilita o funcionamento automático ou semiautomático das caldeiras, co que se eliminan as incomodidades derivadas do uso tradicional da biomasa a nivel doméstico.

Os pellets son un dos produtos derivados da compactación da biomasa máis utilizados. Teñen a forma de pequenos cilindros de diámetros comprendidos entre 6 e 12 mm e lonxitudes de entre 10 e 30 mm. Fábranse a partir de residuos da industria da madeira, como labras e serraduras. Tamén é posible a utilización de residuos de poda agrícola ou de limpeza forestal. Os pellets subministranse en sacos ou, de maneira máis cómoda, a granel mediante camións cisterna dotados de sistemas de transporte pneumático, que permiten abastecer os depósitos de biomasa de maneira similar ao abastecemento de gasóleo a domicilio.

As caldeiras de biomasa están deseñadas especificamente para a utilización deste tipo de combustibles, e existe no mercado unha ampla gama de modelos e potencias que van das caldeiras destinadas ao uso doméstico en vivendas unifamiliares ás utilizadas para edificios de vivendas, edificios públicos ou comerciais. Tamén existen tamén grandes instalacións de tipo industrial para a produción centralizada de calefacción e auga quente sanitaria a nivel de distrito.

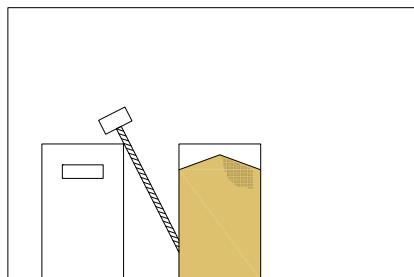


Estelas

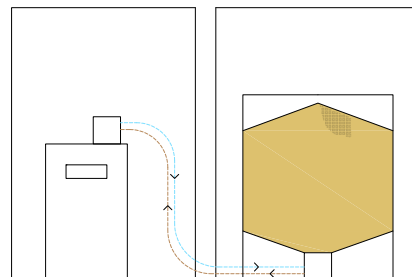


Pellets

Sistemas de alimentación de caldeiras de pellets.



Alimentación mediante parafuso sen fin.  
1. Caldeira  
2. Parafuso sen fin  
3. Moega

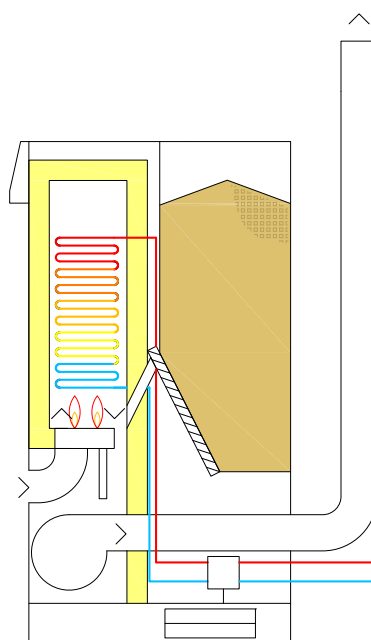


Alimentación mediante sistema pneumático.  
1. Caldeira  
2. Sistema pneumático de alimentación  
3. Moega

Un sistema de calefacción con biomasa consta dos seguintes elementos:

- Almacén de combustible: silo ou moega
- Sistema de alimentación: parafuso sen fin, sistema pneumático ou por gravidade
- Caldeira
- Cheminea
- Sistema de regulación e control
- Sistemas de distribución de calor: similar ao utilizado con caldeiras convencionais de gas ou gasóleo.

As caldeiras compactas, deseñadas para uso doméstico, incorporan sistemas de acendido eléctrico, sistemas de limpeza automática, que minimizan a necesidade do baleirado do cinceiro e sistemas de regulación que poden incluír o telecontrol.



Esquema de caldeira compacta para uso doméstico.



Inserible de biomasa para a mellora da eficiencia en fogares abertos existentes.

Os rendementos deste tipo de caldeiras sitúanse entre o 85 e o 92 %. Un aspecto que convén ter en conta é que as emisións de partículas producidas polas caldeiras de biomasa son superiores ás das caldeiras de gas natural ou gasoil, polo que se han de instalar aquelas que presenten un nivel de emisións máis baixo. A norma UNE EN 303-5 establece as máximas emisións permitidas en función da clasificación da caldeira.

### MELLORA LOGRADA

- A utilización de biomasa presenta a vantaxe, respecto doutros combustibles, do seu balance neutro de emisións de CO<sub>2</sub>, ao compensarse as emisións co absorbido polas plantas durante todo o seu ciclo de vida.
- Mellora na cualificación enerxética do edificio ao producir un menor volume de emisións de CO<sub>2</sub>.
- A biomasa procede dos residuos xerados pola industria de transformación da madeira, das actividades agrícolas e forestais, co que aproveita uns residuos que doutro xeito terían que ser eliminados.
- O aproveitamento da biomasa contribúe á conservación dos bosques ao fomentar a súa limpeza e evitar queimas de residuos, que poden dar orixe a incendios forestais.
- Potenciación da actividade no medio rural e creación de postos de traballo.
- Diminución das emisións de CO<sub>2</sub> debidas ao transporte de combustibles fósiles.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.3. Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de baixa temperatura.

RI 5.4. Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de condensación.

RI 5.14. Sistemas de bombas de calor apoiadas por captación xeotérmica.

## RE 5.14.

# Sistemas de bombas de calor apoiadas por captación xeotérmica

Diminuír o consumo enerxético de calefacción e auga quente sanitaria

RITE - Regulamento de instalacións térmicas nos edificios

UNE EN 14511 - Acondicionadores de aire, arrefriadoras de líquido e bombas de calor con compresor accionado electricamente para a calefacción e a refrixeración de locais

### ÁMBITO

A alta inercia térmica do terreo fai que a súa temperatura a partir duns cinco metros de profundidade permaneza constante ao longo de todo o ano. En España, esa temperatura sitúase ao redor dos 14 °C, de modo que durante o verán a temperatura do terreo é inferior á temperatura ambiente e durante o inverno é superior.

As bombas de calor xeotérmicas aproveitan esta circunstancia transvasando calor entre terreo e edificio para calefactar durante o inverno, no verán invértese o ciclo e trasládase a calor dos edificios ao terreo para refrixerar.

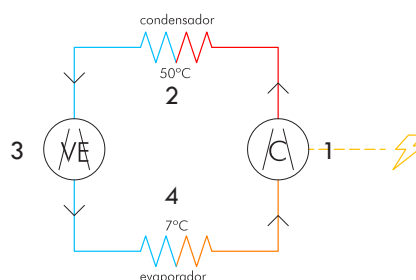
### MELLORA BUSCADA

Aproveitamento da enerxía xeotérmica para reducir os consumos de calefacción, refrixeración e produción de auga quente sanitaria, o que reduce así mesmo as emisións de CO<sub>2</sub> á atmosfera.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

As bombas de calor, do mesmo xeito que as máquinas de refrixeración por compresión, baséanse no ciclo de Carnot. A máquina consiste nun circuíto polo que circula o fluído que transporta a calor, captando a calor nun lado do circuíto e cedéndoo no outro. O circuíto consta dos seguintes elementos:

- Compresor: o fluído chega ao compresor procedente do evaporador en estado gasoso a baixa presión. No compresor auméntase a presión do fluído e aumenta tamén a súa temperatura.
- Condensador: o condensador é un intercambiador de calor no que se cede a calor absorbida no evaporador. No condensador, o fluído pasa de gas a líquido, cedendo calor e manténdose a alta presión.
- Válvula de expansión: ao pasar a través da válvula de expansión, o fluído perde presión reducindo bruscamente a súa temperatura.
- Evaporador: o evaporador é un intercambiador de calor similar ao condensador. Nel o fluído pasa de líquido a gas absorbendo calor. Despois de pasar polo evaporador, o fluído volve ao compresor, para volver iniciar o ciclo.



1. Compresor
2. Condensador
3. Válvula de expansión
4. Evaporador

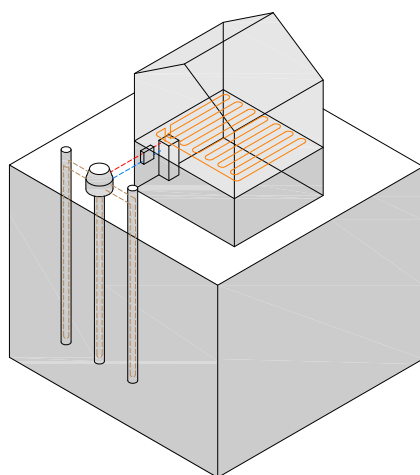
Esquema de bomba de calor.



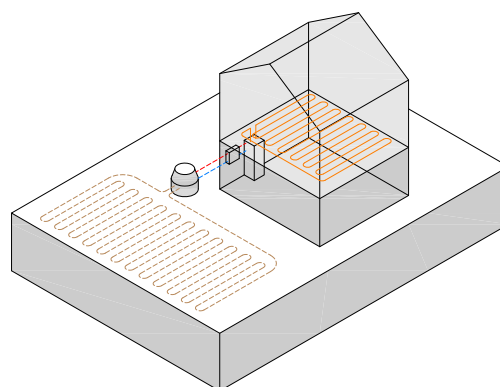
Dependendo de se o que se sitúa no interior do edificio é o condensador ou o evaporador, poderase ceder calor ao edificio (calefacción: bomba de calor) ou sacar calor do interior do edificio (refrixeración: aparello de aire acondicionado). Existen bombas de calor reversibles que permiten inverter o sentido do circuíto achegando calor no inverno e refrixeración no verán. As bombas de calor aire-auga transvasan calor do aire exterior á auga do sistema de calefacción e auga quente sanitaria. No entanto, cando a temperatura exterior é moi baixa o rendemento do equipo descende significativamente, e pode darse o caso de que non sexa capaz de cubrir a demanda.

As bombas de calor xeotérmicas absorben a calor do terreo, que ao manter unha temperatura constante duns 14 °C durante todo o ano está sempre por encima das mínimas do ambiente exterior, o que lles permite manter uns altos rendementos, mesmo cando a temperatura exterior cae por debaixo dos 0 °C.

As bombas de calor reversibles, en situación de verán, transfiren calor do interior dos edificios ao terreo que, neste caso, se atopa a unha temperatura inferior á do ambiente.



Esquema de captación xeotérmica mediante pozos.



Esquema de captación xeotérmica mediante tubos horizontais.



Colocación de tubos para captación en pozo.

A eficiencia das bombas de calor defínese a través do seu coeficiente de rendemento (COP), que é o cociente entre a potencia calorífica e a potencia eléctrica media que consome. En situación de refrixeración, a eficiencia mídese a través do coeficiente de eficiencia enerxética (EER), que é o cociente entre a potencia frigorífica total e a potencia eléctrica media consumida polo aparello.

Os coeficientes de rendemento COP (Coefficient of performance) das bombas de calor xeotérmicas sitúanse en valores comprendidos entre 4 e 5; é dicir, que por cada kW h de electricidade consumido produce entre 4 e 5 kW h de enerxía térmica, o que supón un rendemento moi superior ao dunha caldeira de gas (95 %). Estes rendementos tan elevados débense a que as bombas de calor non xeran calor por si mesmas, senón que a absorben e trasladan desde un foco exterior.



Colocación de captación superficial.

A captación xeotérmica pode realizarse mediante pozos verticais de entre 50 e 100 m de profundidade ou mediante tendidos horizontais situados a unha profundidade de entre 1 e 2 metros.

Dado que a eficiencia do sistema mellora canto menor é a diferenza entre o foco frío, do que se extrae calor e o foco quente, no que se cede, as bombas de calor están especialmente indicadas para sistemas de calefacción de baixa temperatura, como chan radiante ou ventiloconvectores.

### MELLORA LOGRADA

- Redución do consumo de enerxía para calefacción e auga quente sanitaria de ata un 70 % respecto das caldeiras convencionais de gas ou gasóleo.
- Redución das emisións de CO<sub>2</sub>.

### FICHAS RELACIONADAS

RI 5.3. Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de baixa temperatura.

RI 5.4. Tecnoloxías de calefacción de alta eficiencia enerxética: caldeiras de condensación.

RI 5.13. Caldeiras de biomasa para AQS e calefacción.

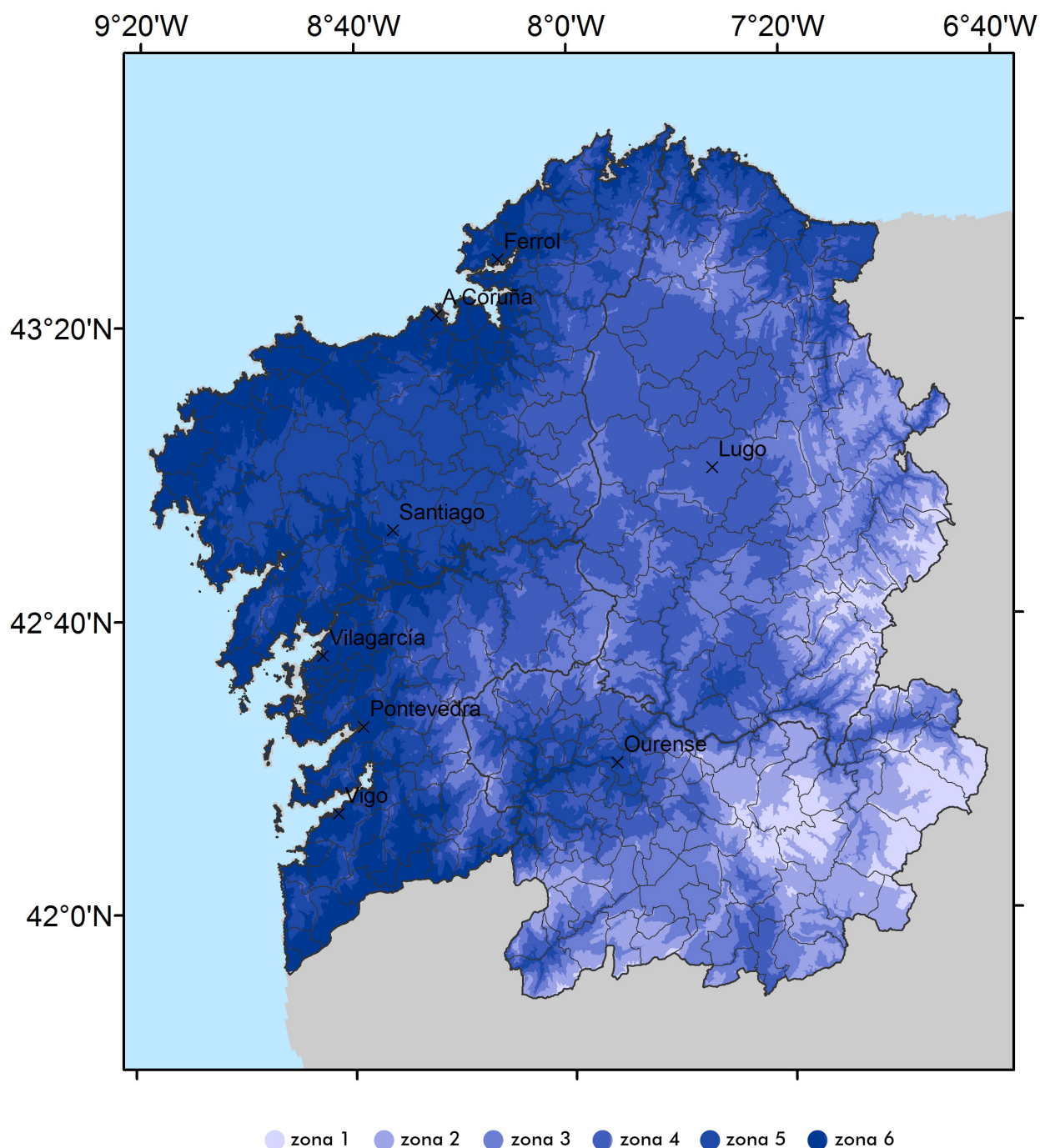


## **Anexo: Mapas climáticos**

No mapa da páxina seguinte reflíctese a división en zonas climáticas en función do índice de termicidade invernal, zonas ás que se refiren as táboas de espesores orientativos de illamento térmico que figuran nas fichas de rehabilitación enerxética.

Os espesores de illamento térmico que se indican nas táboas de cada unha das fichas de rehabilitación son valores orientativos que non exclúen a necesidade de realizar as comprobacións necesarias para xustificar o cumprimento do Código técnico da edificación e de calquera outra normativa que puidese ser aplicable.

## Índice de termicidade invernal



Índice de termicidade invernal (It): suma en décimas de grao das temperatura media anual, a temperatura media das mínimas do mes máis frío e a temperatura media das máximas do mes máis frío. Este índice pondera a intensidade do frío.

$$It = ( T + m + M ) \times 10$$



O *Manual de recomendacións para a rehabilitación de vivendas en Galicia fronte ao cambio climático* foi elaborado, por encargo e orientación do **Instituto Galego de Vivenda e Solo**, polo grupo de traballo **HABACO**.

Por parte do **IGVS** participaron:

**Director do proxecto:** Ricardo Valencia Hentshel  
**Coordinadora do proxecto:** María José Paniagua Mateos  
**Técnicos de apoio:** Alberto Balea Filgueiras  
Susana Orgaz López

Por parte do **grupo HABACO** participaron:

**Director do proxecto:** Joaquín Fernández Madrid  
**Coordinador do proxecto:** Alberto Redondo Porto  
**Técnicos de apoio:** Santiago Pintos Pena  
María Jesús Dios Viéitez  
Jorge Rodríguez Álvarez

Este manual forma parte da capitalización dun traballo previo, relativo ás vulnerabilidades e potencialidades da vivenda en Galicia fronte ao cambio climático, realizado dentro de **Adaptaclima**, un proxecto máis amplo, creado por algúns socios da Eurorrexión Sudoe, liderados e coordinados polo IGVS e sufragado con fondos Feder.

A análise do cambio climático esperable e o seu impacto na vivenda en Galicia conclúe cunha serie de actuacións de difusión dos resultados, co fin de reducir os impactos daquel nas vivendas existentes ou nas que se vaian construír. Este manual ten como propósito proporcionarlles a propietarios, usuarios e técnicos unhas ferramentas alcanzables e sinxelas que lles permitan acometer as necesarias actuacións de rehabilitación das súas vivendas, para acomodalas ás novas condicións ambientais, dentro dos retos de eficiencia enerxética e consumo mínimo marcados para os países europeos.







