BIOURB

DIVERSIDAD BIOCONSTRUCTIVA TRANSFRONTERIZA, EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SU ADAPTACIÓN A LA ARQUITECTURA Y URBANISMO MODERNO

MANUAL PRÁCTICO DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS BIOCLIMÁTICAS PARA LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Junta de Castilla y León

BIOURB

DIVERSIDAD BIOCONSTRUCTIVA TRANSFRONTERIZA,
EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SU ADAPTACIÓN A LA
ARQUITECTURA Y URBANISMO MODERNO

MANUAL PRÁCTICO DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS BIOCLIMÁTICAS PARA LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Junta de
Castilla y León

Ninguna parte de este manual puede ser reproducida, grabada en sistema de almacenamiento o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea eléctrico, mecánico, reprográfico, magnético o culaquier otro, sin autorización previa y por escrito del EREN.

Edita:

Junta de Castilla y León

Consejería de Economía y Hacienda - Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN)

Colaboración:

ESTUDIO DE ARQUITECTURA - MANUEL FONSECA GALLEGO

INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE CASTILLA Y LEÓN (ICCL)

Diciembre 2015

Depósito legal: LE 26-2016

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

LISTADO DE ALTERNATIVAS

01. GEOTERMIA

02. MURO DE INERCIA

03. CUBIERTA CAPTADORA

04. INVERNADEROS ADOSADOS

05. GALERÍAS ACRISTALADAS

06. MUROS TROMBE

07. ALEROS Y SOPORTALES

08. CUBIERTA VERDE

09. PARED VEGETAL

10. REFRIGERACIÓN EVAPORATIVA

BIBLIOGRAFÍA

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

En el presente manual, el Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN) ha pretendido recoger una serie de alternativas correspondientes a las soluciones constructivas bioclimáticas presentadas en el *Catálogo de soluciones constructivas bioclimáticas para la minimización de la demanda energética en los edificios*, publicado en el ámbito del Proyecto europeo BIOURB (Diversidad Bioconstructiva Transfronteriza, Edificación Bioclimática y su adaptación a la Arquitectura y Urbanismo Moderno), cofinanciado por el programa de Cooperación Transfronteriza, POCTEP (2007-2013).

En el marco de dicho proyecto, el presente manual continúa el trabajo ya avanzado de anteriores publicaciones como:

- *Manual de Diseño Bioclimático Urbano. Manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas.*
- *Diversidad bioconstructiva transfronteriza, edificación bioclimática y su adaptación a la arquitectura y urbanismos modernos. Edificios, Poblaciones y Sistemas bioclimáticos.*
- *Manual para la conservación y rehabilitación de la diversidad bioconstructiva*.

El concepto del manual desde su inicio ha sido incorporar el aspecto bioconstructivo que complemente el enfoque bioclimático. Para ello en el desarrollo de las propuestas aquí recogidas, se ha tenido en cuenta la utilización de materiales constructivos naturales, elaborados mediante procesos de transformación sencillos o de bajo impacto ambiental.

La contribución a la reducción de la demanda energética de las diferentes soluciones constructivas estudiadas no es independiente, tal y como ha quedado demostrado en el proyecto BIOURB, de otros factores propios del edificio que tiene en muchos casos importancia decisiva y que deben ser considerados de forma global por parte del técnico que se propone utilizar estas soluciones bioconstructivas como parte de la estrategia energética del edificio que proyecta.

Estos Parámetros Característicos del Edificio son: Superficies de huecos y su distribución por orientaciones, Compacidad del edificio y Coeficiente de Pérdidas Térmicas por la envolvente.

La arquitectura popular atesora una sabiduría y experiencia centenarias. En ella se ha recogido una diversidad de estrategias bioclimáticas cuya experimentación y validación se ha desarrollado durante siglos. Por consiguiente no debería perderse un legado tan excepcional, intentando recuperar dicha experiencia en nuestras construcciones actuales, reinventándola con materiales y soluciones constructivas modernas, aplicadas a cualquier proyecto por humilde que sea.

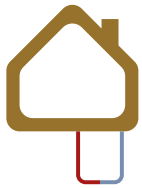
Es nuestro deber como constructores del futuro minimizar el enorme gasto energético que produce la edificación mediante soluciones pasivas sostenibles menos agresivas con el medio ambiente que las asumidas actualmente.

Esperamos que el presente manual sea un documento de consulta para todo tipo de profesionales que permita tomar decisiones desde el propio germen del concepto proyectual hasta el detalle constructivo que sostenga la correcta culminación de una verdadera arquitectura sostenible, al fin y al cabo arquitectura inteligente.

LISTADO DE ALTERNATIVAS

1. GEOTERMIA

1.1. CONSTRUCCIÓN ENTERRADA (SÓTANO)
1.2. TERRENO RECONFORMADO (ENTERRADO SOBRE RASANTE)
1.3. CONSTRUCCIÓN SEMIENTERRADA
1.4. POZO CANADIENSE (CONDUCTOS DE AIRE ENTERRADOS)
1.5. CONDUCTOS INTERCAMBIADORES EN CIMENTACIÓN



2. MURO DE INERCIA

2.1. MURO DE INERCIA
2.2. MURO DE INERCIA CON SATE
2.3. MURO DE INERCIA DOBLE CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA

3. CUBIERTA CAPTADORA

3.1. CUBIERTA CON DESVÁN Y ABERTURAS PRACTICABLES
3.2. CUBIERTA VENTILADA
3.3. DOBLE CUBIERTA VENTILADA
3.4. CUBIERTA CAPTADORA CON CONDUCTOS

4. INVERNADERO ADOSADO

4.1. INVERNADERO SIN PROTECCIÓN
4.2. INVERNADERO CON TOLDO
4.3. INVERNADERO CON PERSIANA
4.4. INVERNADERO CON LAMAS SUPERIORES

5. GALERÍA ACRISTALADA

5.1. GALERÍA SIN PROTECCIÓN
5.2. GALERÍA CON VUELO
5.3. GALERÍA CON TOLDO
5.4. GALERÍA CON LAMAS HORIZONTALES ORIENTABLES

6. MURO TROMBE

6.1. MURO TROMBE
6.2. MURO TROMBE CON VENTILACIÓN AL EXTERIOR
6.3. MURO TROMBE VENTILADO CON PROTECCIONES SOLARES

7. ALEROS Y SOPORTALES

7.1. ALERO SEPARADO DE LA PARED
7.2. ALERO CON CIERRE LATERAL SEGÚN ORIENTACIÓN
7.3. BALCÓN
7.4. SOPORTAL

8. CUBIERTA VERDE

8.1. CUBIERTA VEGETAL EXTENSIVA EN CONTINUACIÓN CON EL TERRENO NATURAL

8.2. CUBIERTA VEGETAL EXTENSIVA AISLADA

8.3. CUBIERTA INTENSIVA

8.4. CUBIERTA VEGETAL ALJIBE

9. PARED VEGETAL

9.1. PARED VEGETAL EXTENSIVA DE DOBLE PIEL

9.2. PARED VEGETAL MODULAR DIRECTA

9.3. PARED VEGETAL MODULAR CON CÁMARA DE AIRE

9.4. PARED VEGETAL SIN SUSTRATO

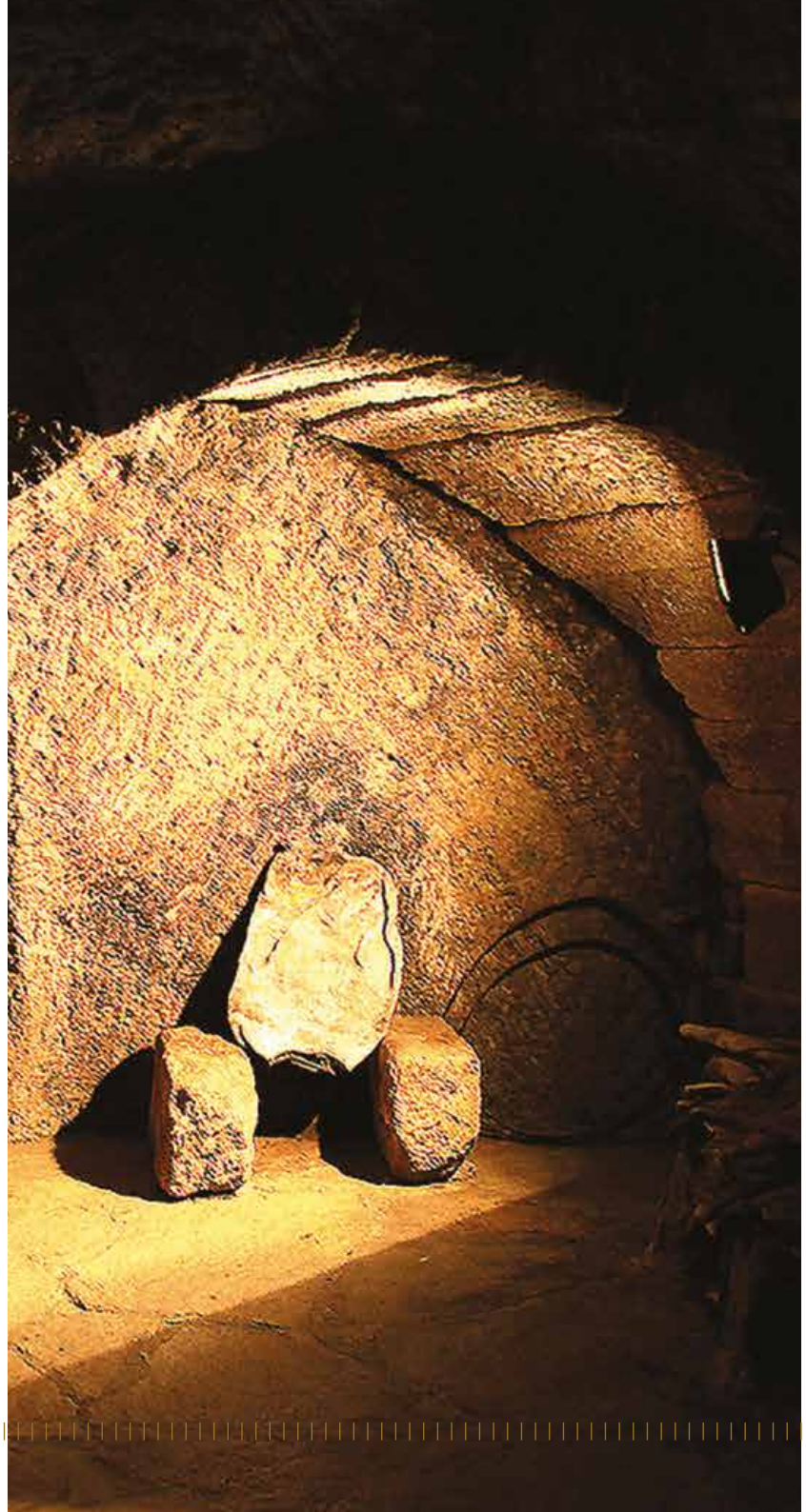
10. REFRIGERACIÓN EVAPORATIVA

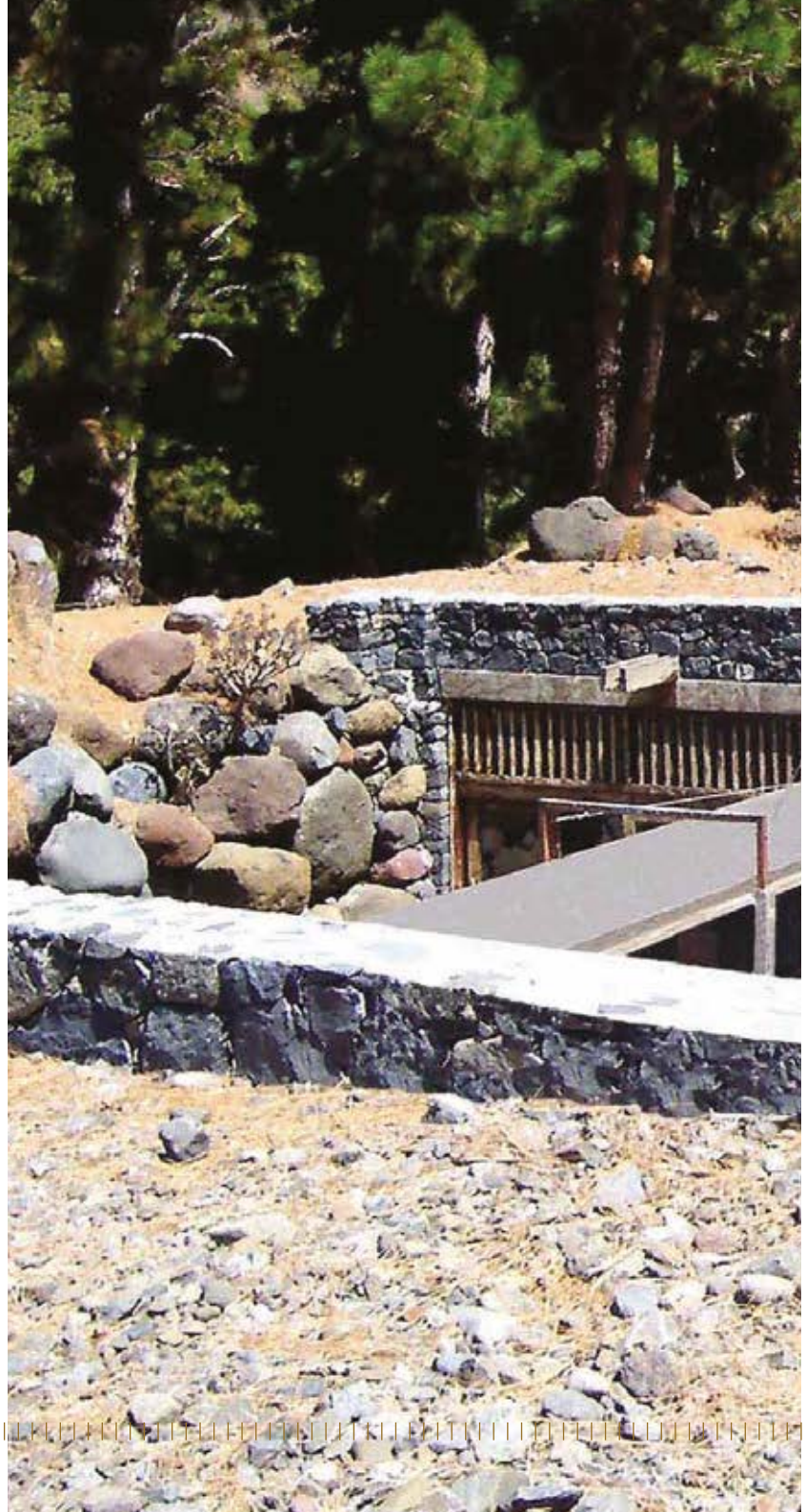
10.1. LÁMINA DE AGUA / CUBIERTA INUNDABLE

10.2. CELOSÍA CERÁMICA HUMEDECIDA EN HUECO

10.3. EMPARRADO / CELOSÍA CON DIFUSOR DE AGUA

1. GEOTERMIA





1. GEOTERMIA

El aprovechamiento de la inercia térmica del subsuelo se realiza en diferentes partes del mundo desde las primeras moradas de los homínidos en cuevas hace milenios. En la región transfronteriza también se ha utilizado mediante la construcción de bodegas, o espacios semienterrados de edificios. Los espacios más subterráneos, exentos de luz natural, excavados en la tierra o en la roca, se emplean frecuentemente para la conservación de alimentos y de vinos.

El subsuelo tiene la particularidad de presentar una temperatura casi constante durante todo el año, siendo esta de aproximadamente 14ºC a partir de tres metros de profundidad. Estas temperaturas constantes pueden ser aprovechadas en espacios edificados bajo tierra para refrescar en verano o calentar en invierno.

Más allá de la vivienda enterrada, la climatización por geotermia aprovecha esta propiedad física del terreno, haciendo atravesar el aire de admisión de la casa a través de elementos del subsuelo, de gran masa térmica, acondicionando el aire a su paso mediante intercambio de calor con estos elementos.

Las soluciones tradicionales de explotación de la temperatura constante del suelo y su inercia térmica constatan sus beneficios. Ya sea en tareas de rehabilitación o en nuevas construcciones es posible beneficiarse de esta propiedad del terreno mediante estrategias como las que se presentan a continuación.

1.1. CONSTRUCCIÓN ENTERRADA (SÓTANO)

1.2. TERRENO RECONFORMADO (ENTERRADO SOBRE RASANTE)

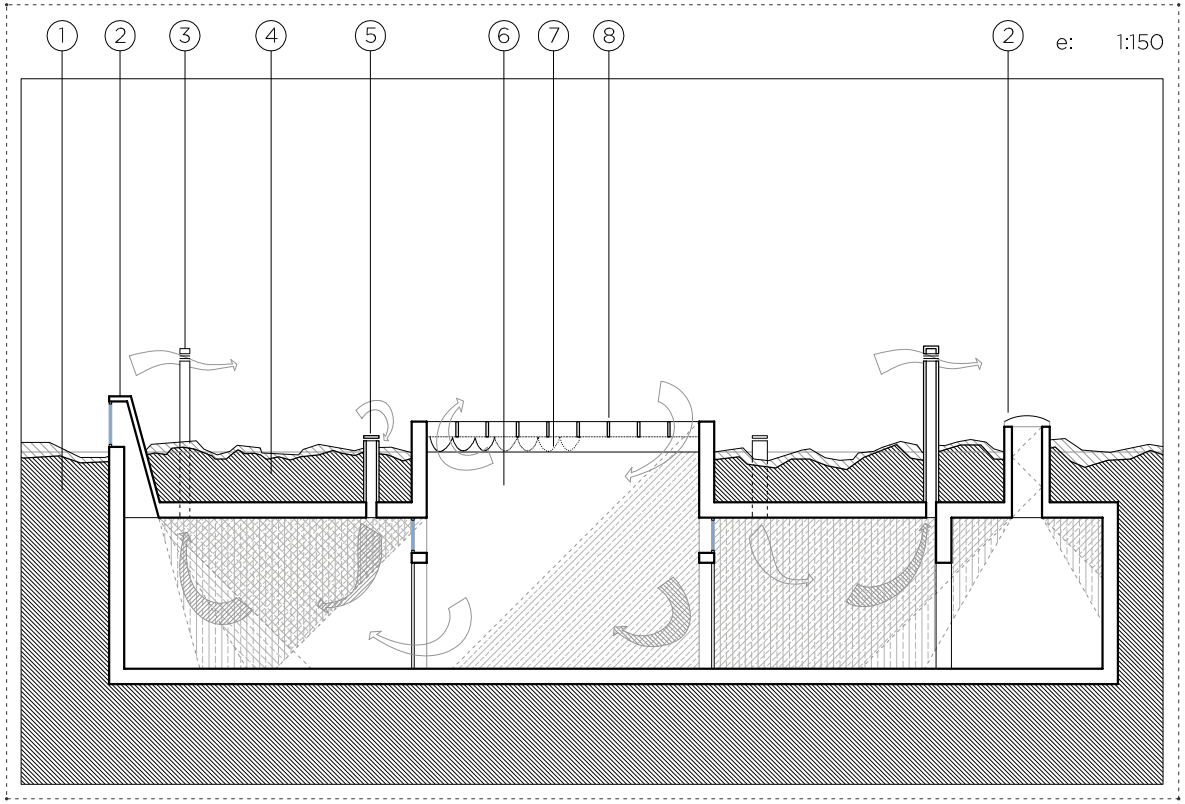
1.3. CONSTRUCCIÓN SEMIENTERRADA

1.4. POZO CANADIENSE (CONDUCTOS DE AIRE ENTERRADOS)

1.5. CONDUCTOS INTERCAMBIADORES EN CIMENTACIÓN

1.1. CONSTRUCCIÓN ENTERRADA (SÓTANO)

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Las construcciones enterradas son el mejor ejemplo de aprovechamiento de la inercia térmica ya que una parte de sus cerramientos cuentan con tanta masa como terreno tienen alrededor, produciendo una fluctuación térmica prácticamente nula. El efecto de la inercia térmica será proporcional a la profundidad, siendo menor cuanto más superficial sea la construcción.

En invierno la temperatura en espacios subterráneos suele ser menor a la de confort. Habrá que acondicionar el espacio aunque con un aporte energético menor al que tendría una construcción en superficie.

RECOMENDACIONES

Debido a la humedad natural que contiene el terreno habrá que realizar un esfuerzo especial para lograr ventilar estos espacios para evitar patologías e inconvenientes producidos por la humedad. Los métodos habituales de ventilación son los huecos y las chimeneas, siendo de especial interés la solución de chimeneas con diferente altura para producir un diferencia de presión.

Deberá analizarse la necesidad o no de aislamiento térmico según la profundidad de la construcción, siendo a veces necesario sólo en la cubierta. En caso de usar aislamiento térmico nunca se realizaría hacia el interior, ya que se perdería el efecto de la inercia térmica del terreno.

A pesar de ejecutar una correcta impermeabilización será conveniente estudiar el nivel freático del lugar por si resultase demasiado alto.

COMPONENTES

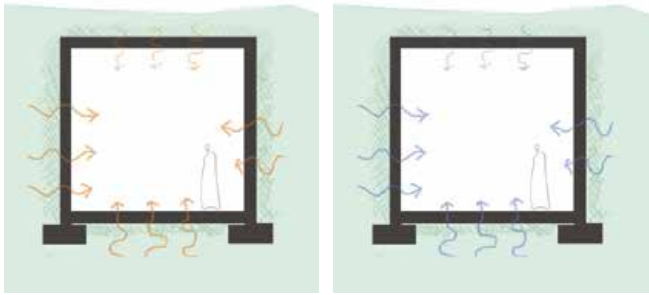
1. Terreno natural
2. Lucernario
3. Chimenea de extracción de aire
4. Terreno reconformado
5. Toma de aire exterior (con filtro)
6. Patio
7. Elemento de sombreamiento móvil
8. Celosía

COEFICIENTES

Espesor del muro / cubierta (m)	0.40 - 0.55
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.90 - 1.30
Capacidad de almacen. térmico [MJ/m3·K]	1.46 - 2.50

ESTIMACIÓN COSTE

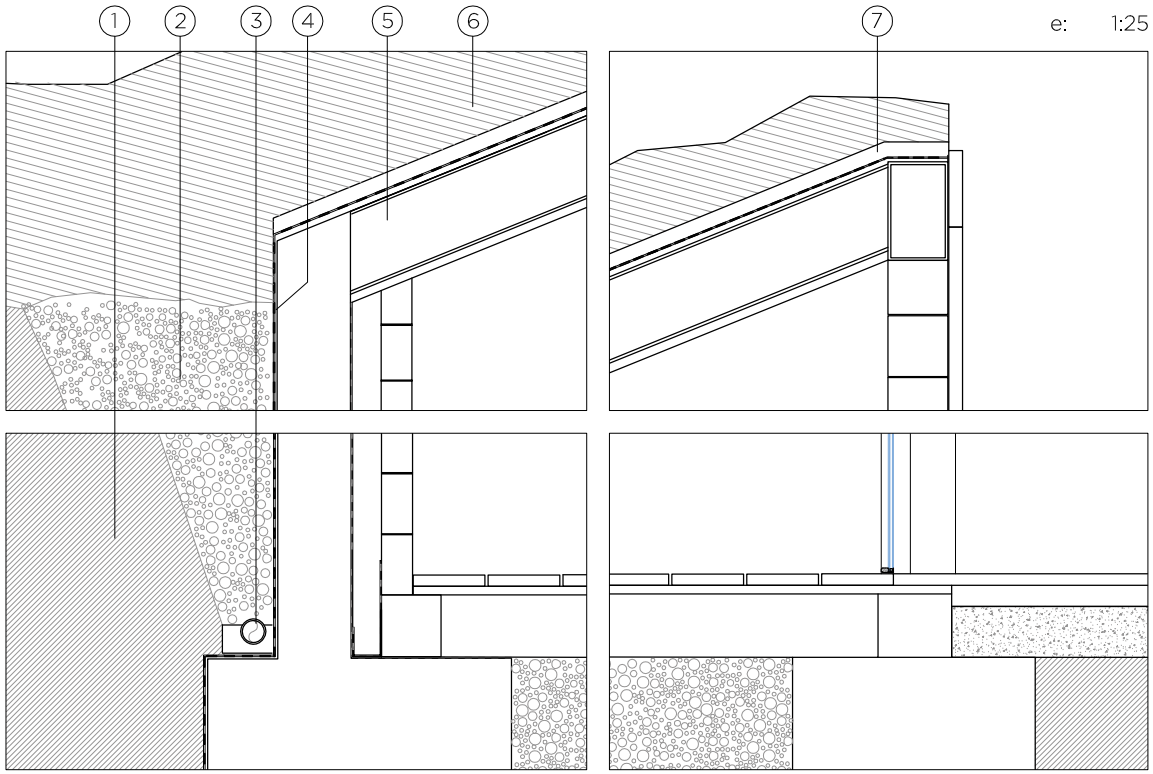
195,4 – 234,5 €/m2



Unión Europea FEDER Invertimos en su futuro
biourb
EREN
Junta de Castilla y León

1.2. TERRENO RECONFORMADO (ENTERRADO SOBRE RASANTE)

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

No siempre es necesario disponer de una profundidad importante para el aprovechamiento de la inercia térmica del terreno. Podemos utilizar parte la tierra proveniente de la excavación de la cimentación para enterrar el edificio o parte de él.

Los edificios bajo terreno reconformado, o construcciones artificiales recreadas, en términos de J. Neila, son por tanto edificios enterrados de manera artificial que emplean los recursos técnicos y constructivos necesarios para hacerlos habitables. La racionalidad y la sostenibilidad de este sistema radican en la utilización del propio terreno extraído en el lugar, y por tanto carecerá de toda lógica usar esta solución si requiere traer tierra de otra localización.

RECOMENDACIONES

Las precauciones a tener en cuenta con este tipo de construcciones son las mismas que para los edificios enterrados, puesto que el terreno artificial que colocamos alrededor y sobre el edificio pasado un tiempo se comportará como terreno natural.
Habrá que tener especial cuidado en la ejecución del drenaje y de la impermeabilización, tanto de paredes como suelos.
Si introducimos huecos en la parte superior de la superficie enterrada, además de cuidar la estanquidad y aislamiento de dichos huecos, será conveniente que sean practicables para ventilar estos espacios.

COMPONENTES

1. Terreno natural existente
2. Relleno compactado sobre lecho de grava filtrante
3. Conducto poroso para drenaje
4. Lámina impermeabilizante autoprotegida
5. Muro de inercia multicapa
6. Terreno de relleno reconformado procedente de otras excavaciones y compactado
7. Aislamiento térmico por el exterior del muro de inercia

COEFICIENTES

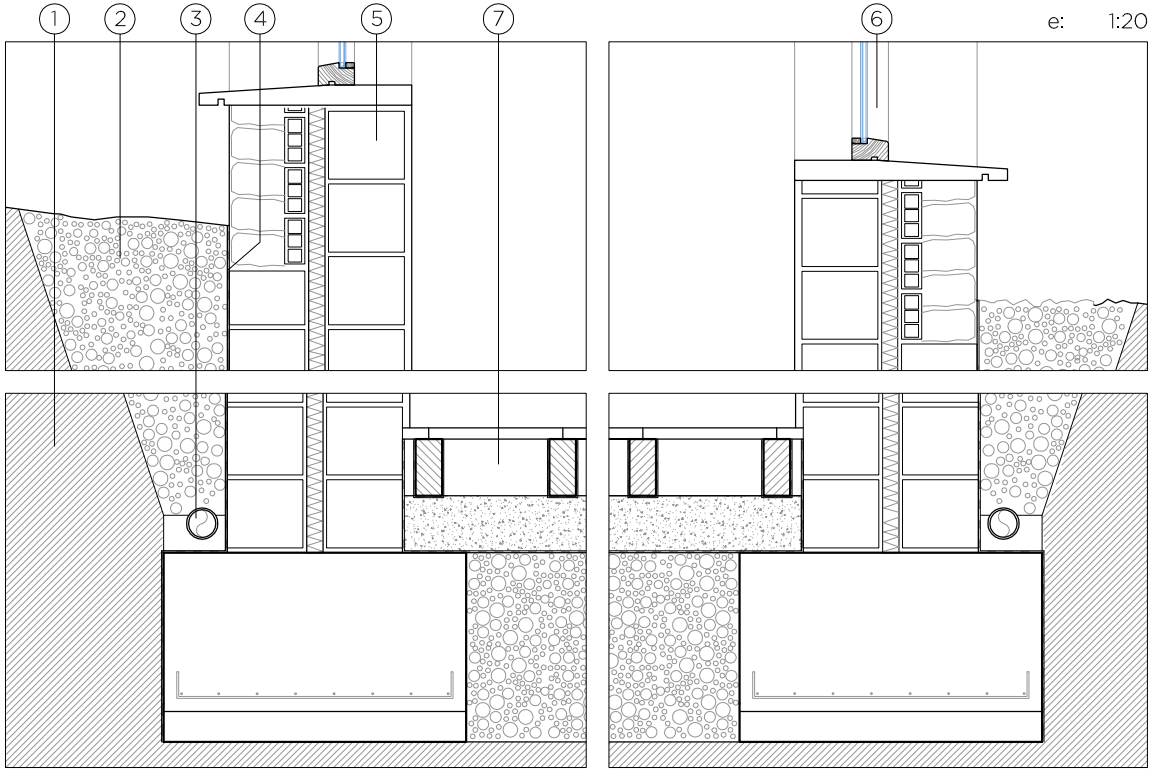
Espesor del muro / cubierta (m)	0.40 - 0.55
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.90 - 1.30
Capacidad de almacen. térmico [MJ/m3·K]	1.46 - 2.50

ESTIMACIÓN COSTE

280,9 – 337,1 €/m2

1.3. CONSTRUCCIÓN SEMIENTERRADA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Los edificios semienterrados presenta la ventaja de aprovechar la inercia térmica que ofrece el terreno a la vez que resuelven de manera natural el problema de la diferencia de nivel. Estos espacios pueden ser utilizados como espacios no vivideros (almacenamiento por ejemplo). Sin embargo, si introducimos aberturas en la parte superior, además de conseguir las necesarias condiciones de iluminación y ventilación, la inercia del terreno proporciona a estos espacios de unas cualidades de confort muy favorables para determinadas épocas del año.

RECOMENDACIONES

Siempre que sea posible conviene situar la fachada en contacto con el exterior a Norte.
Puesto que estamos construyendo espacios enterrados habrá que tener especial cuidado con la ejecución de la impermeabilización, tanto de paredes como suelos, y el drenaje.
Será necesario aislar las paredes y forjados que separan los espacios vivideros de la vivienda de los espacios semienterrados.
Si introducimos huecos en la parte superior de la superficie enterrada, además de cuidar la estanquidad y aislamiento de dichos huecos, será conveniente que dichos huecos sean practicables para ventilar estos espacios.

COMPONENTES

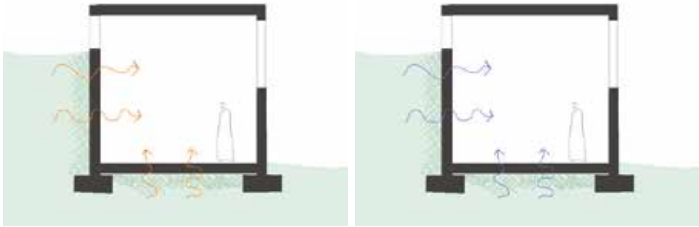
1. Terreno natural
2. Relleno compactado sobre lecho de grava filtrante
3. Conducto poroso para drenaje
4. Lámina impermeabilizante autoprotegida
5. Muro de inercia multicapa
6. Hueco para ventilación cruzada
7. Forjado sobrelevado ventilado

COEFICIENTES

Espesor del muro / cubierta (m)	0.40 - 0.55
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.90 - 1.30
Capacidad de almacen. térmico [MJ/m3·K]	1.46 - 2.50

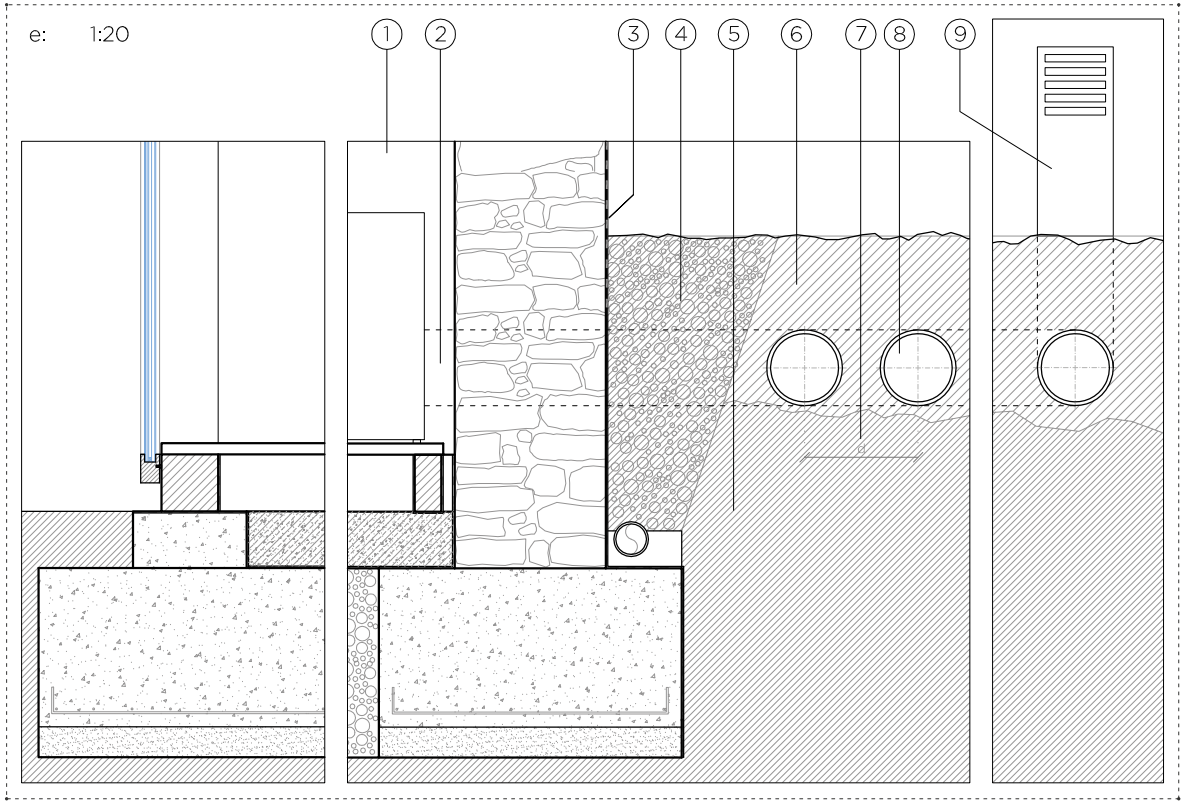
ESTIMACIÓN COSTE

280,9 – 337,1 €/m2



1.4. POZO CANADIENSE (CONDUCTOS DE AIRE ENTERRADOS)

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Para sacar partido a la diferencia de temperatura entre el terreno y el ambiente exterior (en invierno flujo energético inverso al de verano) puede utilizarse una red de conductos enterrados que hagan circular aire cediendo o tomando a su paso calor del terreno para introducirlo al edificio a una temperatura diferente a la del ambiente exterior. Este salto de temperatura producirá importantes ahorros a la hora de climatizar el aire procedente del exterior. Dichos conductos deben conectar con un equipo de climatización (con o sin recuperador) que aclimate el aire a la temperatura de consigna interior.
Este sistema supone un mayor ahorro en relación con la normativa vigente que obliga a introducir un flujo constante de aire exterior que, sin la existencia de dichos conductos, habría que aclimatar con un salto mayor de temperatura.

RECOMENDACIONES

Aunque esta solución es muy económica, será necesario disponer de una extensión considerable de terreno para el paso de la tubería.
Es recomendable enterrar la tubería por lo menos entre 1 y 2 metros para garantizar temperaturas constantes. A estas profundidades y con la longitud adecuada de conducto se consiguen temperaturas de aire cercanas a la media anual del aire exterior (alrededor de los 15 ° C).
Hay que prestar especial atención a las condiciones higiénicas de los conductos. Por ello es recomendable colocar filtros a la entrada y salida de éstos, así como usar materiales inertes para su ejecución.

COMPONENTES

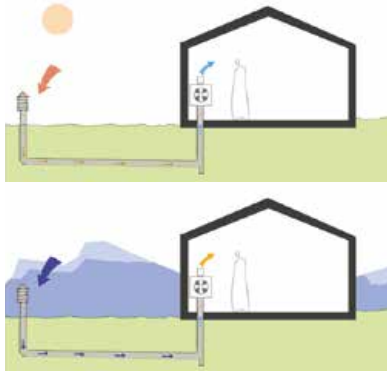
1. Equipo de ventilación con recuperación de calor
2. Entrada del conducto al edificio
3. Lámina impermeabilizante autoprotegida
4. Relleno compactado sobre lecho de grava filtrante con conducto poroso para drenaje
5. Terreno natural
6. Terreno compactado
7. Distancia entre conductos (según cálculo)
8. Red longitudinal de conductos enterrados
9. Toma de aire exterior con filtro

COEFICIENTES

Se reflejan al final del manual en el apartado anexos. *(1)

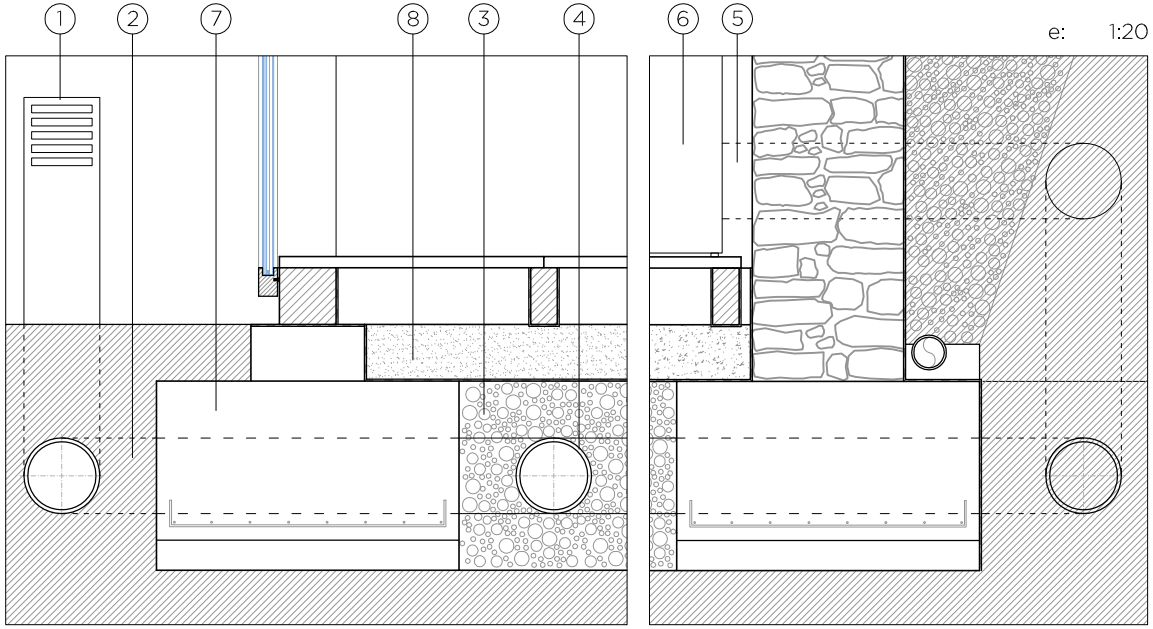
ESTIMACIÓN COSTE

124,7 – 149,6 €/m2



1.5. CONDUCTOS INTERCAMBIADORES EN CIMENTACIÓN

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Una variación del sistema anterior sería la utilización de la masa de material bajo el edificio para realizar un intercambio energético similar al producido con el terreno en el sistema de pozo canadiense. Con este sistema aprovechamos la excavación realizada previamente para cimentar el edificio, haciendo pasar unos conductos por un lecho de grava que rellena el espacio bajo el forjado de sótano del edificio. La ventaja frente al sistema anterior es que no necesitamos una superficie de parcela importante, solamente el espacio para la toma de aire exterior (chimenea)

Se trata por tanto de un sistema de intercambio y acumulación de energía bajo el propio edificio de manera pasiva. El único aporte activo sería el del equipo usado para mover el aire por los conductos. El aporte energético en el climatizador sería igualmente necesario en un sistema de ventilación convencional.

RECOMENDACIONES

Es preferible usar grava como material de relleno alrededor de los conductos porque proporciona un mejor intercambio de calor que, por ejemplo, la tierra o el hormigón.

Las precauciones a tener en cuenta serán prácticamente las mismas que para el sistema anterior. El equipo necesario para el intercambio energético al interior también será el mismo.

COMPONENTES

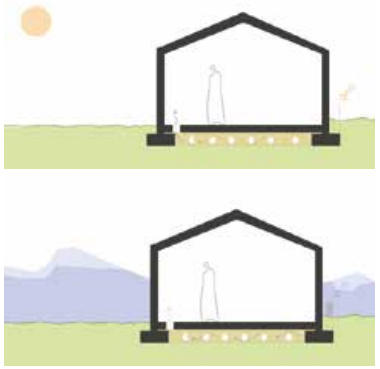
1. Toma de aire exterior con filtro
2. Conductos transversales
3. Lecho de grava o cantos rodados
4. Red longitudinal de conductos
5. Entrada del conducto al edificio
6. Equipo de ventilación con recuperación de calor
7. Zapata
8. Forjado

COEFICIENTES

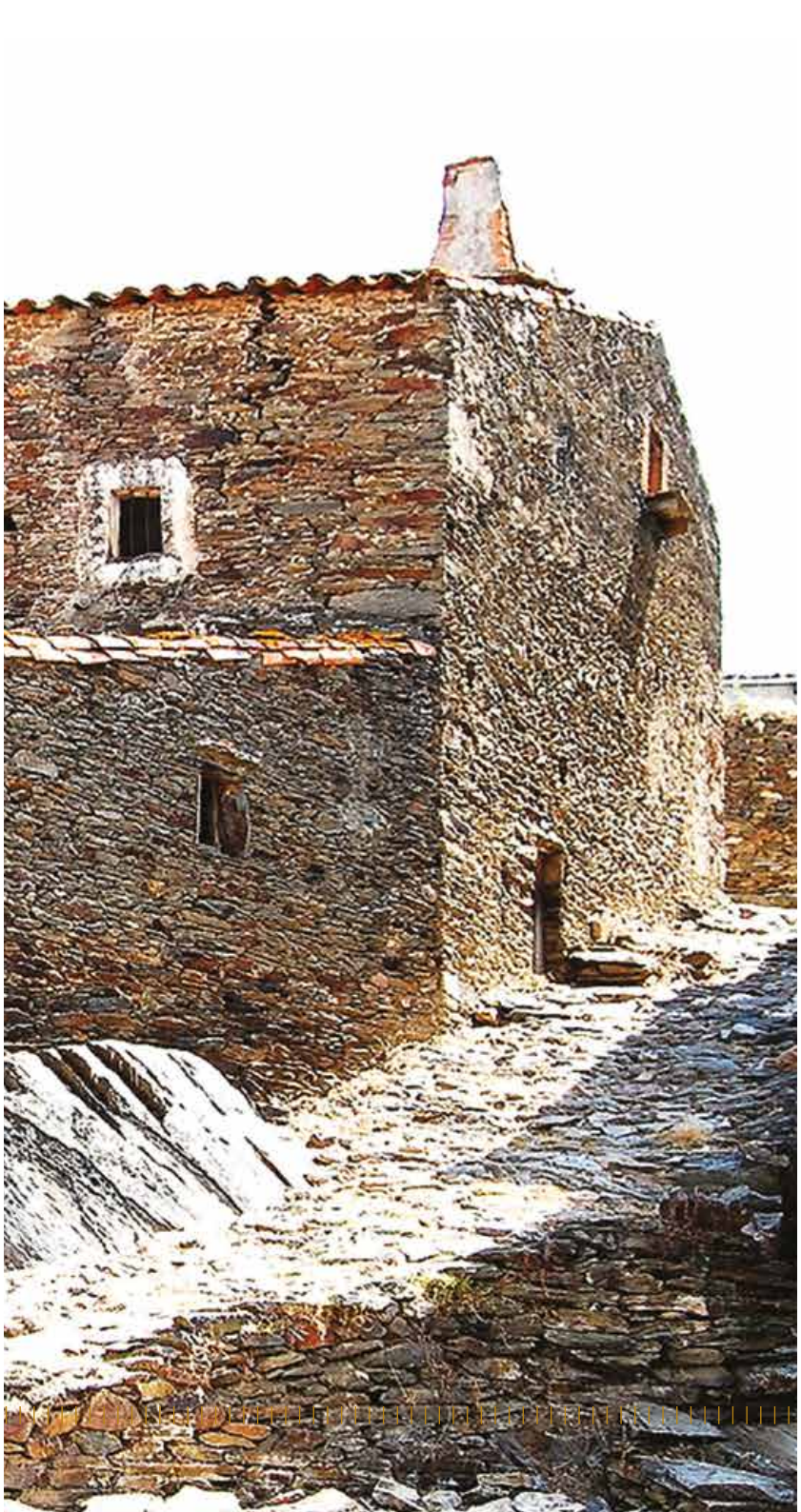
Se reflejan al final del manual en el apartado anexos. *(1)

ESTIMACIÓN COSTE

248,4 – 298,0 €/m2



2. MURO DE INERCIA



2. MURO DE INERCIA

El sistema de construcción denominado muro de inercia presenta una elevada masa térmica, es decir, una alta capacidad de almacenamiento de calor para liberarlo durante un período de tiempo determinado.

Además de contribuir en la estabilidad de los edificios y en la protección contra el agua, las paredes con elevada masa poseen una gran capacidad de aislamiento acústico y contribuyen, en gran medida, al equilibrio de las temperaturas en el interior de los edificios.

En la región transfronteriza están constituidos generalmente por piedras irregulares de pequeña dimensión asentadas con mortero (albañilería ordinaria) trabadas mediante materiales de pequeñas dimensiones, introduciendo ripias, ladrillo o tejas en los intersticios de las mismas para aumentar la estabilidad de las paredes. Normalmente se reviste con una argamasa de revoco constituida por cal, barro, raíces de plantas, paja, barrillo o arena, entre otros componentes.

La masa de los elementos constructivos asume un papel fundamental en el confort térmico de los usuarios de los edificios, especialmente cuando existen grandes variaciones térmicas diarias. El elevado espesor de las paredes con gran inercia térmica posee una alta capacidad de almacenamiento del calor difiriendo su transmisión en el tiempo. El proceso de almacenamiento y de reemisión del calor puede llegar a durar varios días.

Como caso particular del uso de un material de elevada inercia en la región cabe resaltar las construcciones en adobe. El adobe como material de construcción se ha usado principalmente en paredes interiores, paredes divisorias de sótanos, trasteros, almacenes y corrales. La ejecución de paredes interiores mediante mampostería de adobe permite almacenar energía en el interior de los espacios del edificio amortiguando las amplitudes térmicas. De este modo se garantiza una temperatura media confortable durante la mayor parte del año.

2.1. MURO DE INERCIA

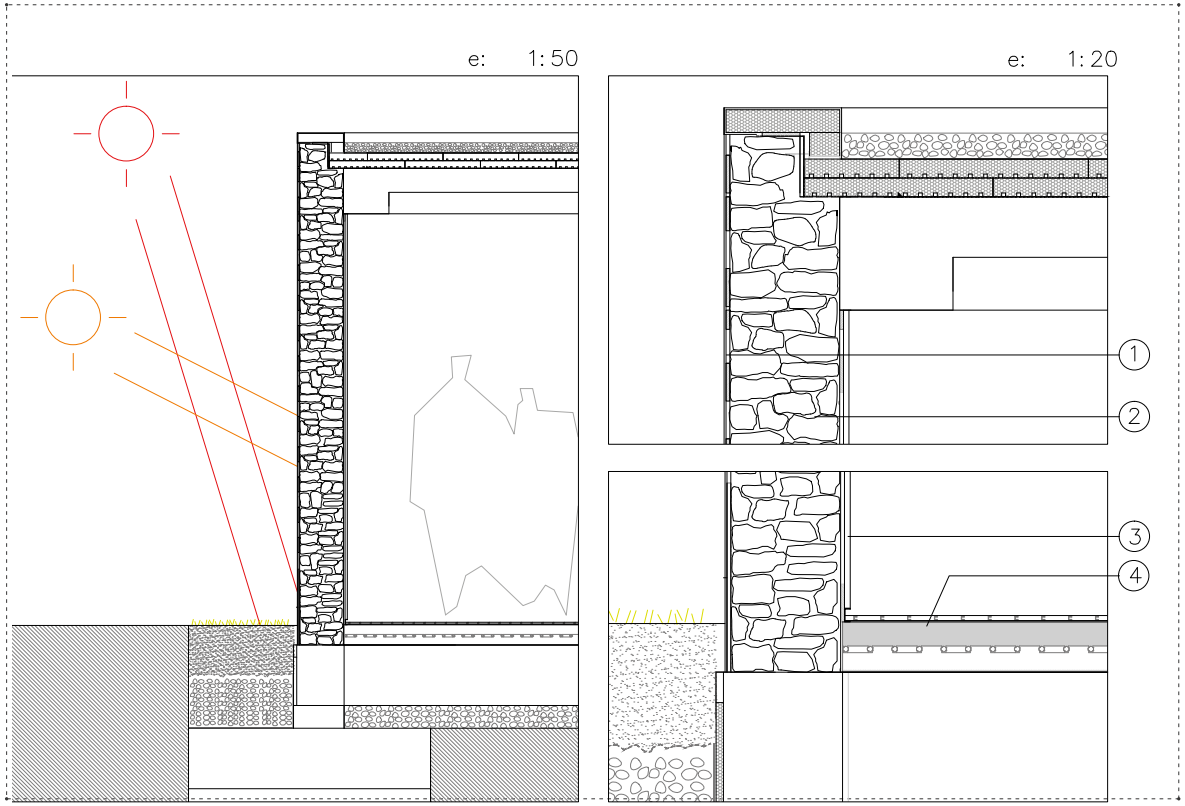
2.2. MURO DE INERCIA CON SATE

2.3. MURO DE INERCIA DOBLE CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA

2.4. MURO DE INERCIA CON CELOSÍA CORREDERA

2.1. MURO DE INERCIA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

El sistema de muro de inercia se basa en la construcción de cerramientos de alta inercia, es decir, de alto aislamiento capacitivo. La acumulación de energía en la propia masa del edificio es el sistema bioclimático óptimo ya que se aprovecha la inversión en la construcción del edificio sin que suponga un coste adicional.

El sistema de muro de inercia planteado consta de dos hojas, una exterior con un acabado tradicional (mampostería de piedra o fábrica cerámica) con argamasa por su cara interna, y otra interior de mayor masa (tapial, adobe, cannabric, termoarcilla, etc.) revocada por el interior con un mortero de cal. Además del aporte de inercia térmica el muro tiene otras propiedades acústicas o higrotérmicas de interés.

RECOMENDACIONES

En el uso de este tipo de medidas pasivas para reducir el consumo de energía de las instalaciones térmicas y para alcanzar el confort deseado en el interior de los edificios, destacamos el uso de materiales con gran inercia o capacidad calorífica para la construcción de elementos constructivos bioclimáticos, como podrían ser el agua, el granito, la tierra seca y el adobe o el acero (capacidad calorífica entre 500 y 1000 Kcal/m³°C). Otros materiales que tienen también una capacidad calorífica aceptable son la madera, el ladrillo o el hormigón (entorno a 400 Kcal/m³°C).

COMPONENTES

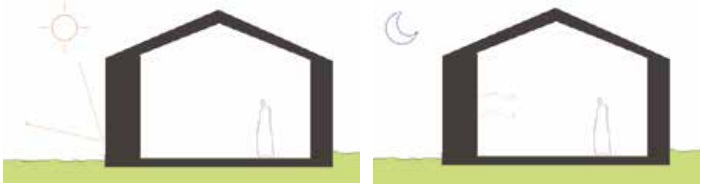
1. Acabado exterior de revoco de mortero de cal o similar
2. Muro con inercia (2P de termoarcilla, fábrica de ladrillo, hormigón,...)
3. Enlucido y guarnecido de yeso o trasdosado de pladur
4. Pavimento con inercia (cerámico, pétreo)

COEFICIENTES

Absortancia solar del muro	0.36 - 0.7
Espesor del muro de inercia (m)	0.42 - 0.54
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.72 - 1.82
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1,46 - 2.51

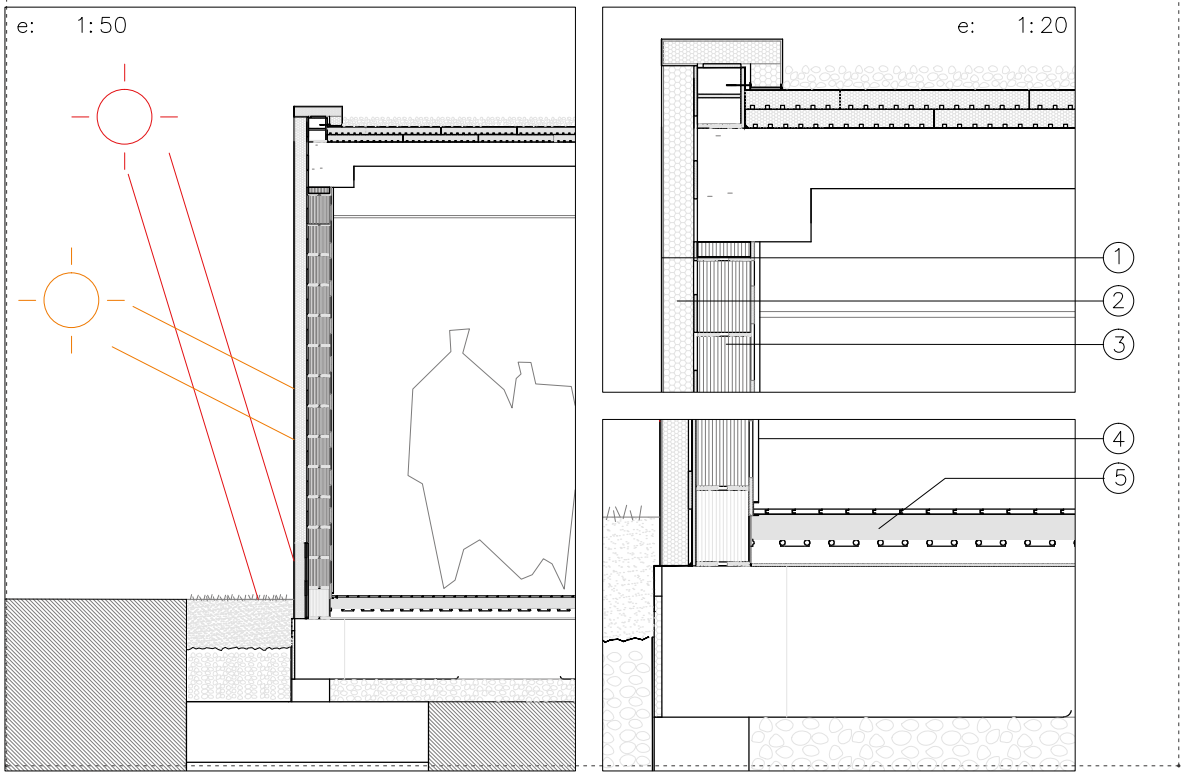
ESTIMACIÓN COSTE

67,08 – 133,31 €/m2



2.2. MURO DE INERCIA CON SATE

DETALLE CONSTRUCTIVO



COMPONENTES

1. Acabado exterior de revoco de mortero de cal o similar
2. Aislamiento térmico por el exterior, SATE (lana de roca o similar)
3. Muro con inercia (1P de termoarcilla, fábrica de ladrillo, hormigón,...)
4. Enlucido y guarnecido de yeso o trasdosado de pladur.
5. Pavimento con inercia (cerámico, pétreo)

COEFICIENTES

Absortancia solar del muro	0.35 - 0.5
Espesor del muro de inercia (m)	0.27 - 0.58
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.37 - 0.49
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.7 - 2.1

ESTIMACIÓN COSTE

106,17 – 155,54 €/m2

DESCRIPCIÓN

El sistema constructivo de muro de inercia con SATE pretende combinar las ventajas del muro de mayor masa con las ventajas de un buen aislamiento. La masa térmica queda hacia el interior del edificio sirviendo como colchón térmico regulador de la oscilación térmica diaria, mientras que el aislamiento por el exterior evita las pérdidas del muro hacia la calle.

El aislamiento estará protegido mediante un enfoscado o un revoco más tradicional en función del tipo de aislante utilizado y los requerimientos estéticos locales (ordenanzas municipales o costumbres locales). El tipo de unión del aislamiento al muro también variará según la composición de ambos.

El acabado interior de la vivienda se elegirá en función de la hoja interior del muro, pudiendo tratarse de un enfoscado y enlucido de mortero, tendido y enlucido de yeso o trasdosado con panel de cartón yeso, y pintado finalmente.

RECOMENDACIONES

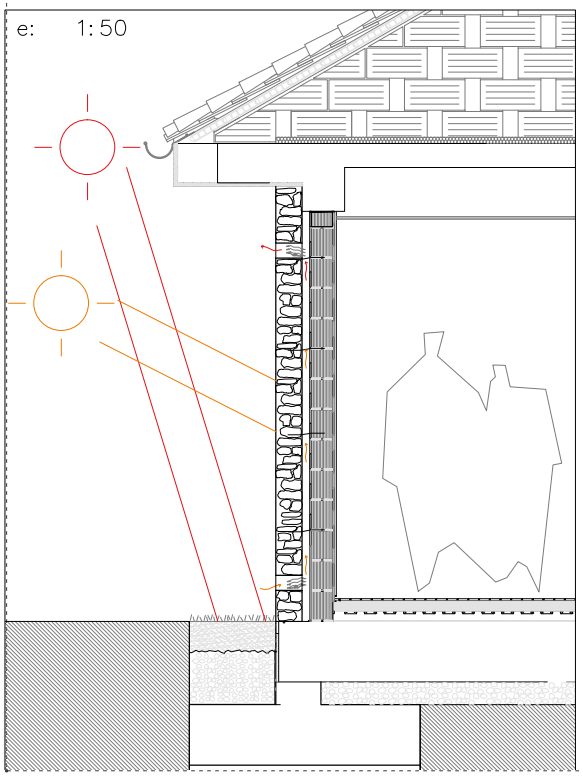
El sistema de aislamiento por el exterior puede aplicarse tanto en edificios de nueva construcción como en intervenciones de rehabilitación sin necesidad, en este último caso, de desalojar las viviendas. Se adapta tanto a condiciones climáticas suaves como a las más severas. La industria ofrece una gran variedad de materiales de aislamiento, y sus diversos espesores permiten garantizar el cumplimiento de las condiciones del Documento Básico sobre Ahorro Energético del Código Técnico, para cualquier clima.

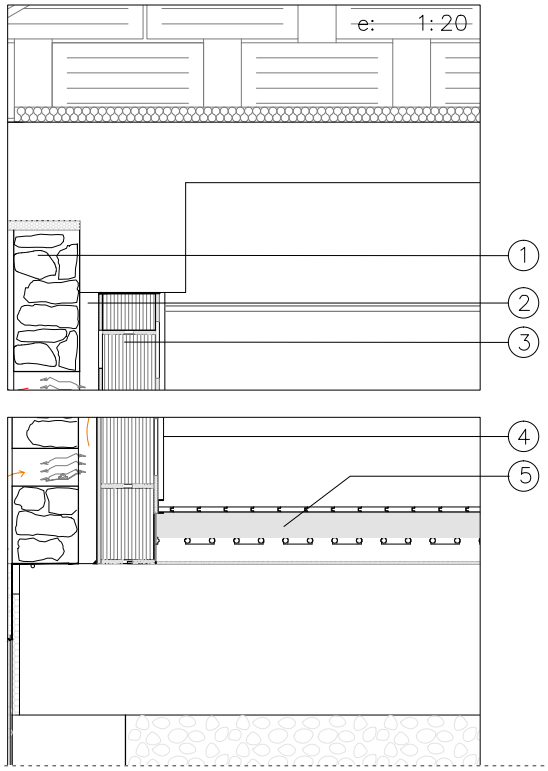
Los materiales aislantes (capacidad calorífica inferior a 40 Kcal/m^3°C) usados que cuentan con una capacidad calorífica aceptable son la lana mineral, el EPS y el poliuretano, o la celulosa que se utiliza como aislamiento térmico.

Unión Europea FEDER Invertimos en su futuro
biourb
EREN
Junta de Castilla y León

2.3. MURO DE INERCIA DOBLE CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA

DETALLE CONSTRUCTIVO





COMPONENTES

1. Acabado de piedra local (caliza, arenisca, pizarra)
2. Ventilación de la cámara de aire de 3-10 cm
3. Muro con inercia (termoarcilla, fábrica de ladrillo, hormigón,...)
4. Enlucido y guarnecido de yeso o trasdosado de pladur.
5. Pavimento con inercia (cerámico, pétreo)

COEFICIENTES

Absortancia solar del muro	0.7 - 0.87
Espesor del muro de inercia (m)	0.49 - 0.61
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.66 - 1.34
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.54

ESTIMACIÓN COSTE

98,08 – 147,45 €/m2

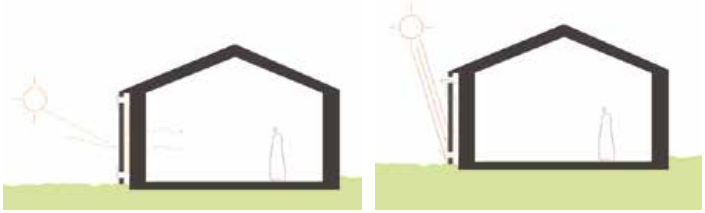
DESCRIPCIÓN

El sistema constructivo de muro de inercia con cámara de aire ventilada pretende añadir un grado de mejora al muro de inercia sencillo permitiéndole cierta flexibilidad estacional. Este sistema incorpora una cámara de aire entre las dos hojas del muro y unos huecos con compuertas en la parte inferior y superior de la hoja externa. Dichas compuertas se mantendrán cerradas en el periodo de invierno funcionando la cámara como aislante, mientras que en verano se abrirán para permitir la ventilación natural de la cámara por convección a medida que se caliente el aire que ésta contiene.

Este sistema surge sobre todo como alternativa en las localidades donde existen ordenanzas restrictivas sobre el acabado exterior de los edificios pudiendo incorporar una fachada ventilada convencional con un acabado exterior tradicional. Mientras se trate de edificios de baja altura las compuertas pueden ser manuales, economizando la solución, accionadas únicamente al comienzo y final de la temporada cálida del año.

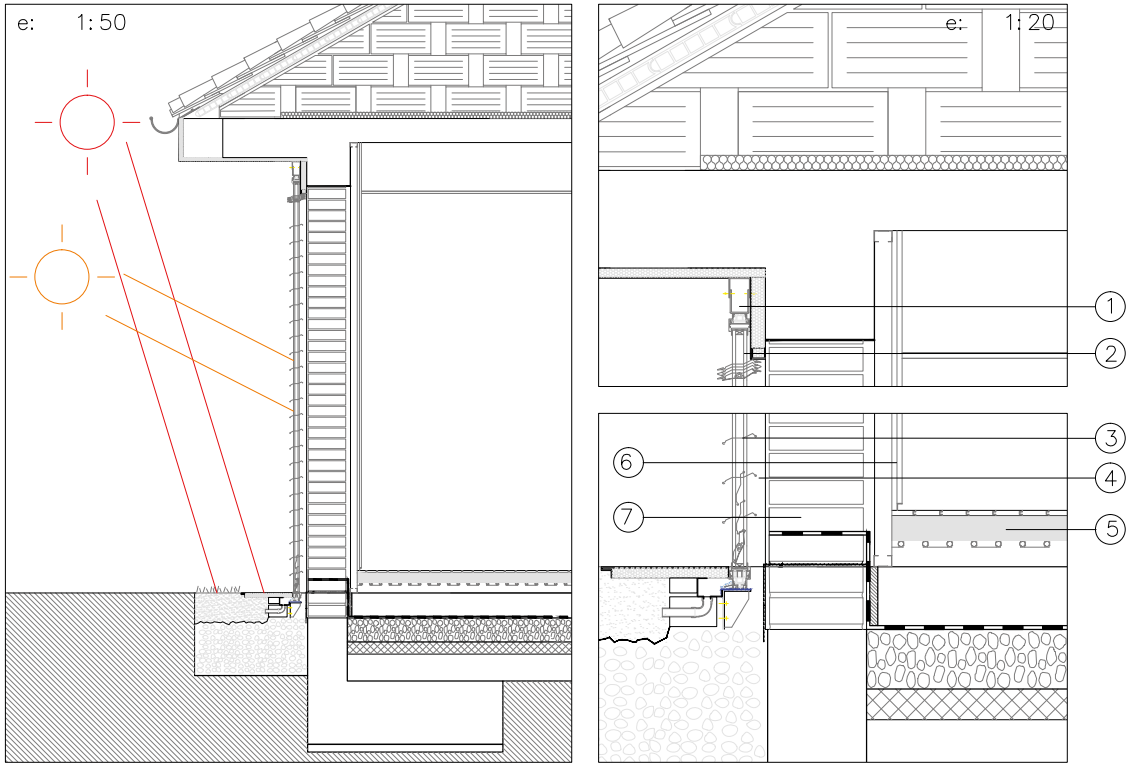
RECOMENDACIONES

Algunas de las ventajas del sistema de muro de inercia con cámara de aire ventilada serían: ahorro energético que puede oscilar entre 25-40%, ya que facilita el aislamiento térmico, acústico y contra el fuego, así como la impermeabilización. También posibilita la dispersión de la humedad y facilita la instalación, ejecución y desmontaje para su sustitución de elementos del revestimiento.



2.4. MURO DE INERCIA CON CELOSÍA CORREDERA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

El sistema de muro de inercia con una corredera de lamas orientables al exterior pretende añadir un grado de mejora al muro de inercia sencillo permitiéndole cierta flexibilidad estacional. Este sistema incorpora una cámara de aire entre la hoja corredera y la parte externa del muro. Las lamas se mantendrán en una posición favorable en condiciones de invierno permitiendo la entrada del soleamiento a la cara exterior del muro de inercia, mientras que en verano se orientarán de tal forma que los rayos solares no incidan y por consiguiente que se caliente el muro.

El muro de inercia planteado consta de una hoja de un pie de unos 25 cm de gran masa (tapial, adobe, fábrica de ladrillo, termoarcilla, etc.) posiblemente revocada por el exterior con un mortero de cal. Además del aporte de inercia térmica el muro tiene otras propiedades acústicas o higrotérmicas de interés.

RECOMENDACIONES

Este sistema puede aplicarse tanto en edificios de nueva construcción como en intervenciones de rehabilitación sin necesidad, en este último caso, de desalojar las viviendas.
Entre las múltiples ventajas que se obtienen al contar con el muro sombreado mediante lamas están: ahorro energético que puede oscilar entre 15-20%, ya que facilita el aislamiento térmico o acústico; posibilita la dispersión de la humedad; y facilita de instalación, ejecución y desmontaje para la sustitución de elementos del revestimiento.

COMPONENTES

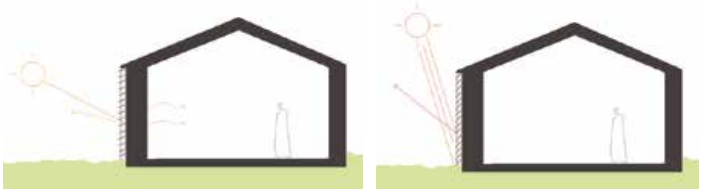
1. Elemento de fijación para carpintería de corredera
2. Mecanismo de carpintería de corredera de lamas orientables (aluminio, PVC, madera)
3. Lamas orientables con fijo vertical
4. Cámara de aire entre corredera y muro exterior
5. Pavimento con inercia (cerámico, pétreo)
6. Trasdosado de pladur o enlucido y guarnecido de yeso
7. Muro con inercia (termoarcilla, fábrica de ladrillo, hormigón,...)

COEFICIENTES

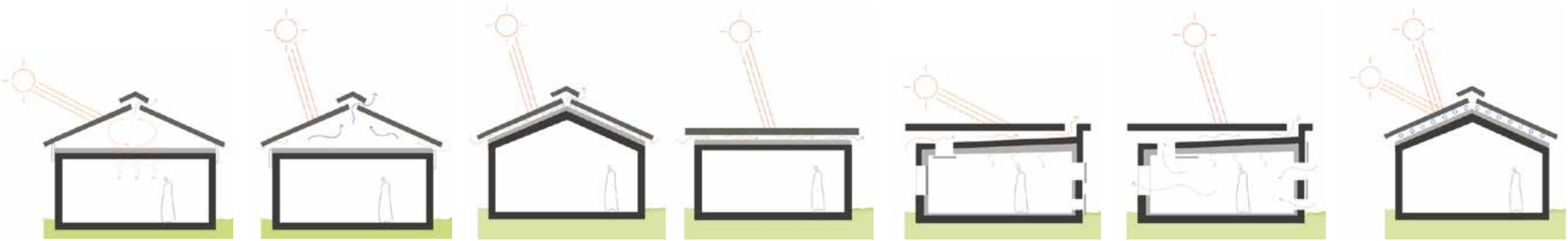
Absortancia solar del muro	0.36 - 0.7
Espesor del muro de inercia (m)	0.42 - 0.70
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.72 - 1.82
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	0.72 - 0.82

ESTIMACIÓN COSTE

106,17 – 155,54 €/m2



3. CUBIERTA CAPTADORA



3. CUBIERTA CAPTADORA

Las cubiertas inclinadas revestidas con tejas, características de la región transfronteriza, cumplen con la función para la que fueron concebidas de protección del edificio contra las inclemencias meteorológicas como la lluvia, el viento o la nieve.

El tejado a dos aguas es el más abundante en la región debido sobre todo a su simplicidad y racionalidad de ejecución.

Se han encontrado numerosos ejemplos de cubiertas a dos aguas en las cuales el plano mayor presenta orientación sur y el menor presenta orientación norte. Esta circunstancia responde a un enfoque bioclimático, ya que orientar hacia el sur el plano mayor permite maximizar las ganancias solares reduciendo al mismo tiempo la superficie orientada a norte y por tanto las consiguientes pérdidas.

La teja de arcilla y la pizarra han sido los materiales más utilizados en la construcción de coberturas tradicionales, presentando buena adaptación a la estructura ligera de soporte en madera, bajo peso, gran durabilidad, buen comportamiento frente a las amplitudes térmicas, impermeabilidad y elevada resistencia mecánica.

La cubierta, el elemento con mayor exposición a la radiación solar, tiene un gran potencial como herramienta de control climático. Por ello es una de las piezas fundamentales de la arquitectura bioclimática.

Aunque no es propiamente el objetivo de este manual hay que resaltar el potencial de la energía solar para ser utilizada como productora de energía térmica y eléctrica a través de sistemas térmicos y fotovoltaicos, respectivamente. Los sistemas captadores de energía solar se presentan como una medida que incorpora beneficios directos a los usuarios de los edificios, que se manifiestan en ahorros energéticos y en el aumento del confort térmico de éstos a lo largo de toda la vida del edificio. Las cuberturas de los edificios son el lugar ideal para la implementación de estos sistemas solares.

3.1. CUBIERTA CON DESVÁN Y ABERTURAS PRACTICABLES

3.2. CUBIERTA VENTILADA

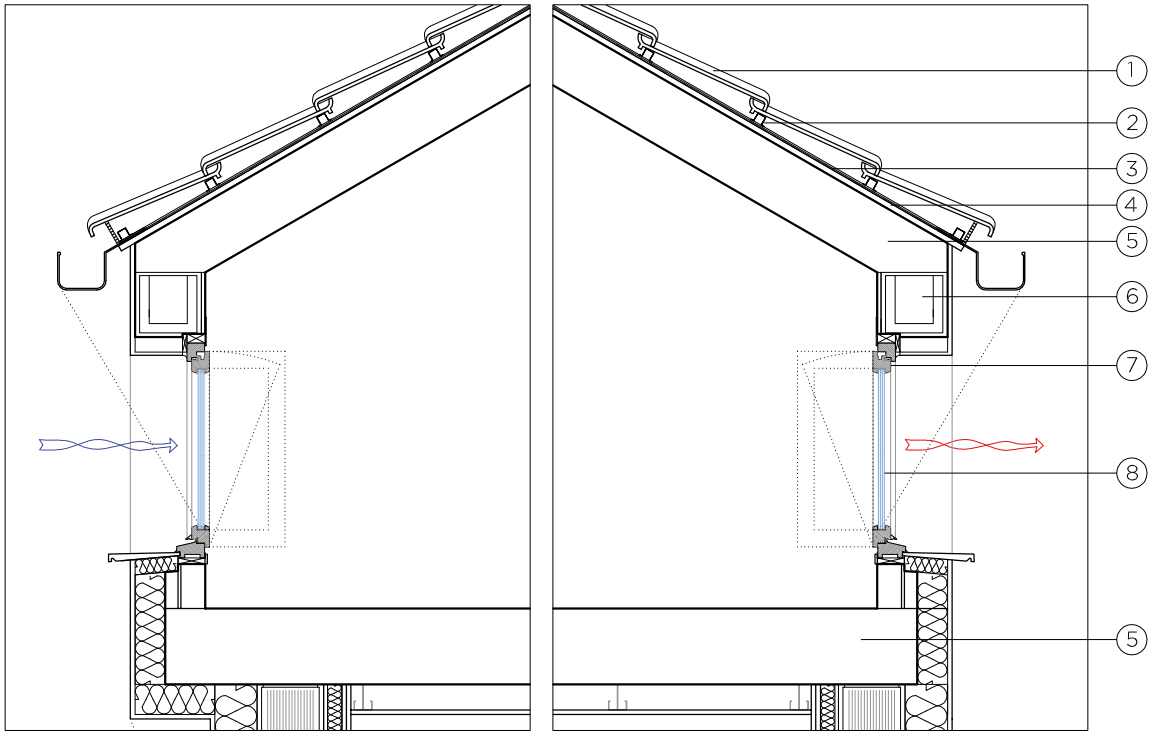
3.3. DOBLE CUBIERTA VENTILADA

3.4. CUBIERTA CAPTADORA CON CONDUCTOS

3.1. CUBIERTA CON DESVÁN Y ABERTURAS PRACTICABLES

DETALLE CONSTRUCTIVO

e: 1:25



DESCRIPCIÓN

Este sistema se basa en el uso que se hacía tradicionalmente de los desvanes o sobrados como espacios de almacenamiento y que servían como colchones térmicos, funcionando los propios productos almacenados como acumuladores de calor en invierno. Estos espacios poseen la particularidad de efectuar el control climático de forma pasiva.

Se plantea introducir unas aberturas en los lados opuestos del desván de manera que en invierno puedan estar cerradas y seguir funcionando como colchón térmico, mientras que en verano se abrirían para producir una ventilación cruzada y evitar el sobrecalentamiento.

RECOMENDACIONES

Para mejorar el comportamiento energético del sistema sería conveniente que el tiro de la chimenea atravesara el espacio del desván para calentarlo y que este calor pudiese volver a ser distribuido por la vivienda.

Para aumentar la capacidad de captación de las cubiertas en invierno, sería conveniente que los materiales de acabado (tejas, pizarras, etc.) tuvieran una alta absortancia, tal y como se produce en la arquitectura tradicional. Pendiente sugerida 0º-40º.

COMPONENTES

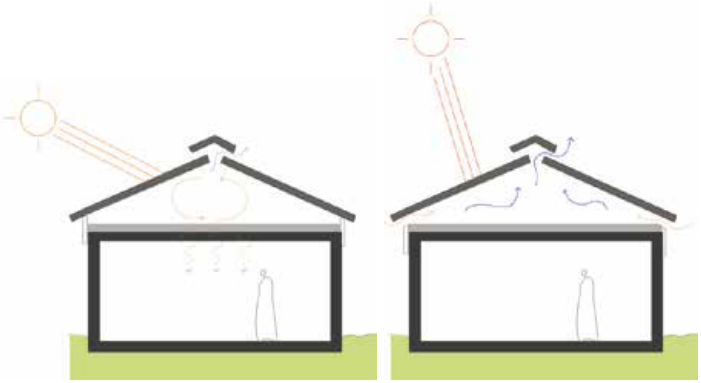
1. Teja cerámica (curva, plana o mixta)
2. Rastrel horizontal (madera o perfil metálico)
3. Lámina impermeabilizante reflectante y transpirable (Dupont Tyvek o similar)
4. Panel hidrófugo e=20 mm.
5. Forjado
6. Dintel ventana
7. Carpintería de ventana oscilobatiente (preferiblemente de madera)
8. Vidrio doble con cámara

COEFICIENTES

Absortancia solar de la cubierta	0.70 - 087
Espesor de la cubierta (m)	0.30 - 0.32
Transmitancia térmica [W/m2·K]	1.85 -2.04
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.67

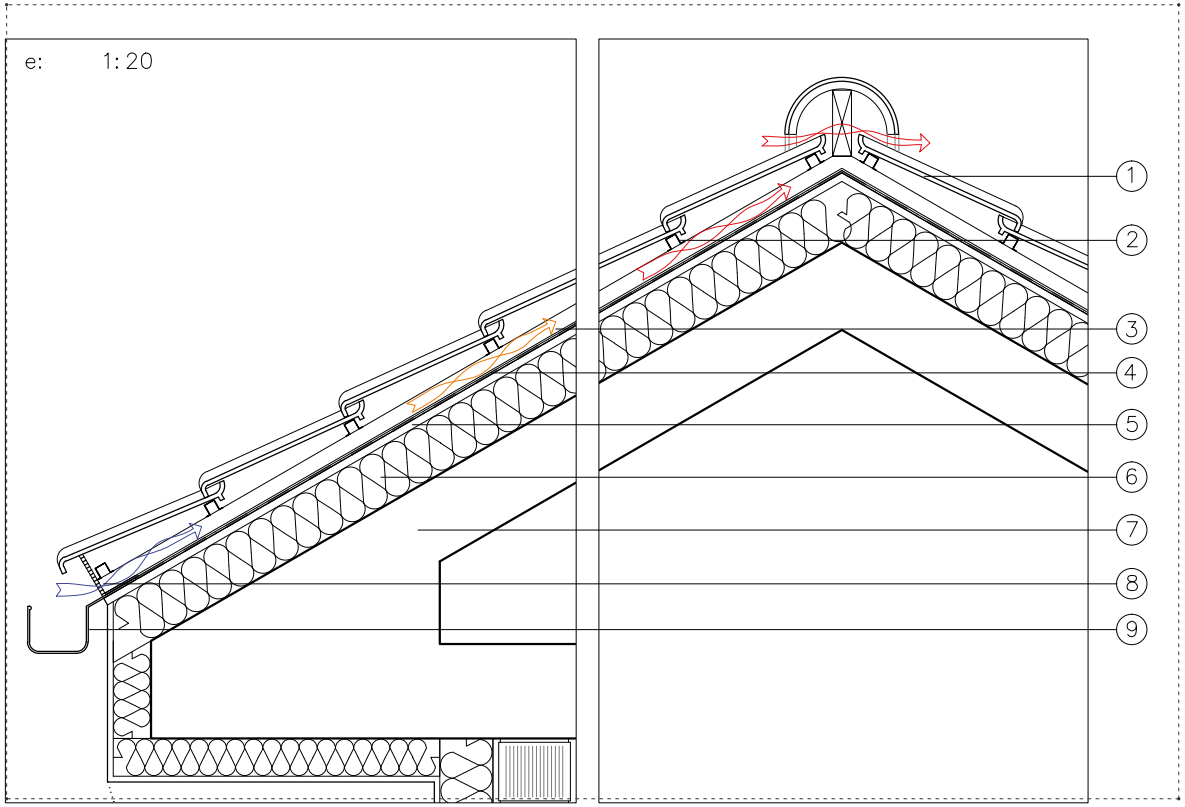
ESTIMACIÓN COSTE

137,42 – 300,27 €/m2



3.2. CUBIERTA VENTILADA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

El sistema de cubierta ventilada está concebido para evitar el recalentamiento de la cubierta mediante la ventilación de la cámara de tal modo que el calor absorbido por la capa exterior se elimine con la ventilación y se cree una cubierta interior sombreada. Si las aberturas se dimensionan correctamente (mínimo 100 mm), el calor generado en su interior al absorber el elemento de cobertura la radiación solar se diluirá en el aire alcanzándose en la cámara una temperatura similar a la del ambiente exterior.
Para no perder el efecto aislante de la cubierta será necesario incorporar suficiente aislamiento entre la cámara de aire de la cubierta y el forjado superior del último piso (mínimo 60 mm).
La forma más sencilla de establecer esta ventilación es mediante cubiertas inclinadas con faldones sobre tabiquillos que dejan una cámara de espesor variable no habitable. Sin embargo también es posible utilizar la ventilación en cubiertas planas o en cubiertas inclinadas de una hoja, pudiendo aprovechar el espacio bajo cubierta en este último caso.

RECOMENDACIONES

Para evitar el sobrecalentamiento de la cubierta (en las localidades donde sean más duras las condiciones de verano que las de invierno) convendría utilizar un color claro en la capa exterior de la cubierta. Para optimizar el funcionamiento del sistema se puede utilizar una barrera radiante, con una baja emisividad y una alta reflectancia, sobre el aislamiento. Sin embargo habrá que usar una barrera microperforada para permitir el paso del vapor de agua. Pendiente sugerida 0 º-40 º.

COMPONENTES

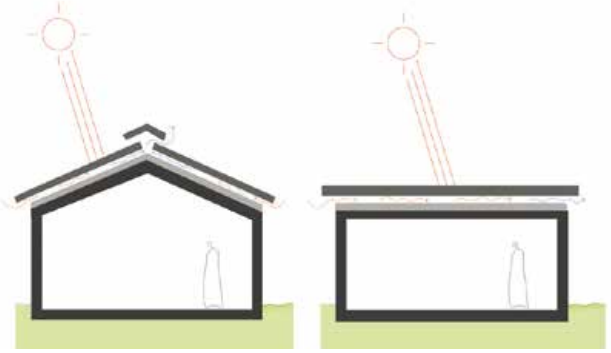
1. Teja cerámica (curva, plana o mixta)
2. Rastrel horizontal (madera o perfil metálico)
3. Listón vertical (madera o perfil metálico)
4. Lámina impermeabilizante reflectante y transpirable (Dupont Tyvek o similar)
5. Panel hidrófugo e=20 mm.
6. Aislamiento térmico rígido (mínimo 60 mm).
7. Forjado
8. Rejilla de entrada de aire (mínimo 100 mm).
9. Canalón

COEFICIENTES

Absortancia solar de la cubierta	0.70 - 087
Espesor de la cubierta (m)	0.45 - 0.47
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.305 -0.325
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.67

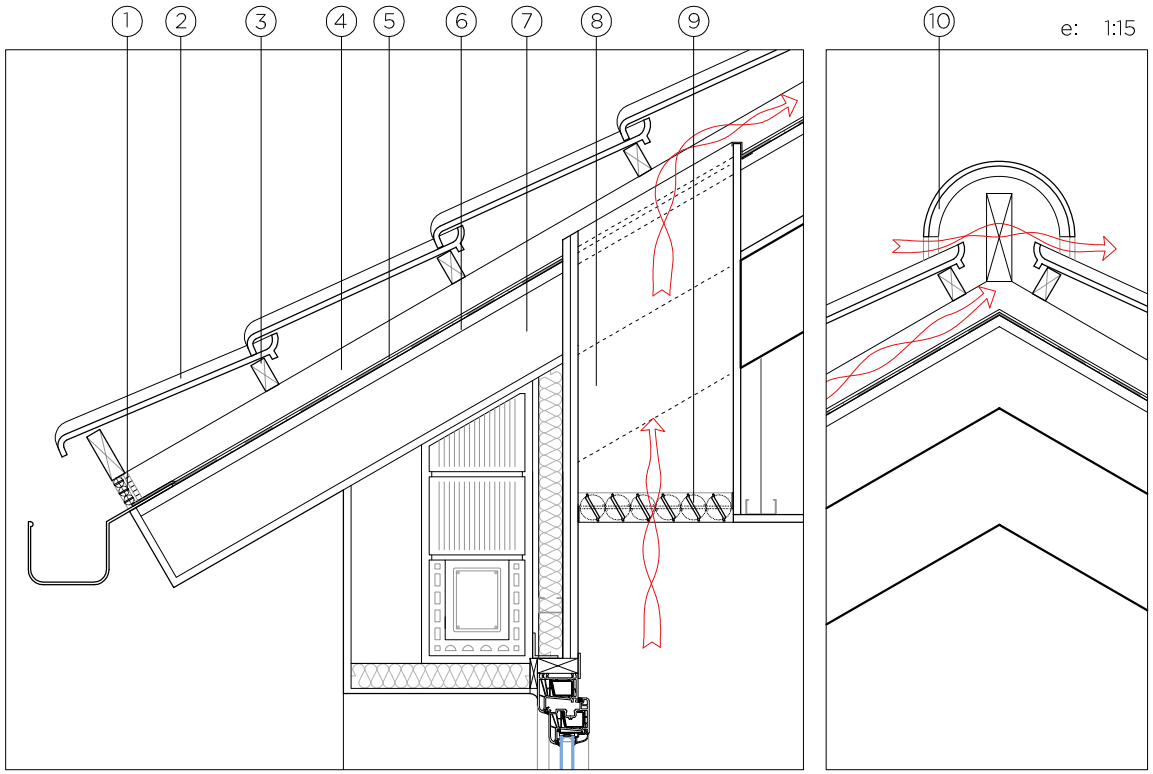
ESTIMACIÓN COSTE

53,05 – 191,35 €/m2



3.3. DOBLE CUBIERTA VENTILADA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

El sistema de doble cubierta ventilada está concebido para evitar el recalentamiento de la cubierta mediante la ventilación de la cámara de tal modo que el calor absorbido por la capa exterior y el generado en el interior de la vivienda, se elimine con la ventilación y la diferencia de altura y se cree una cubierta interior sombreada. Si las aberturas están correctamente dimensionadas, el calor generado en su interior al absorber el elemento de cobertura la radiación solar generará una corriente ascendente alcanzándose en la cámara una temperatura similar a la del ambiente exterior.

Situando los puntos de conexión del interior de la vivienda con la ventilación de la cubierta, el aire caliente estatificado en los techos tendrá una tendencia natural a escaparse por ellas. Para facilitar y acelerar este efecto, el exterior de la cubierta tiene expuesto al sol el material cerámico, de pizarra,... para provocar un recalentamiento de esa zona y de las masas de aire que se encuentren en esa zona.

RECOMENDACIONES

Para que el efecto sea mayor puede pintarse exteriormente de negro o recubrirse con una cámara de aire y un vidrio para provocar un efecto invernadero. El efecto más rápido lo tendríamos si colocáramos un acabado metálico, debido a la conductividad del metal, pero aunque su capacidad de acumulación es alta, el enfriamiento posterior es excesivamente rápido. Por tanto, la mejor opción es optar por materiales cerámicos, como tejas, o de pizarra, para que de esta forma, los efectos de succión por el recalentamiento se mantengan horas después de que deje de dar el sol. Pendiente sugerida 0 º-40 º.

COMPONENTES

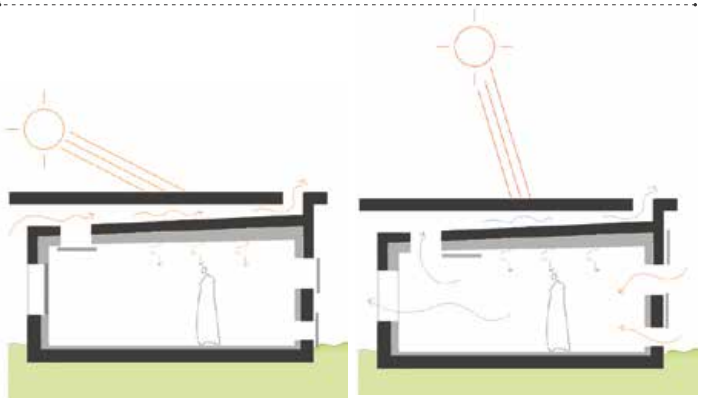
1. Rejilla orientable de entrada de aire (anti-pájaros)
2. Teja cerámica (curva, plana o mixta)
3. Rastrel horizontal (madera o perfil metálico)
4. Listón vertical (madera o perfil metálico)
5. Lámina impermeabilizante reflectante y transpirable (Dupont Tyvek o similar)
6. Panel hidrófugo e=20 mm.
7. Aislamiento térmico rígido
8. Hueco en cubierta para ventilación
9. Rejilla para extracción de aire con posibilidad de cierre hermético
10. Caballete de teja curva ventilada

COEFICIENTES

Absortancia solar de la cubierta	0.70 - 087
Espesor de la cubierta (m)	0.54 - 0.64
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.52 - 0.57
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.46 - 1.6

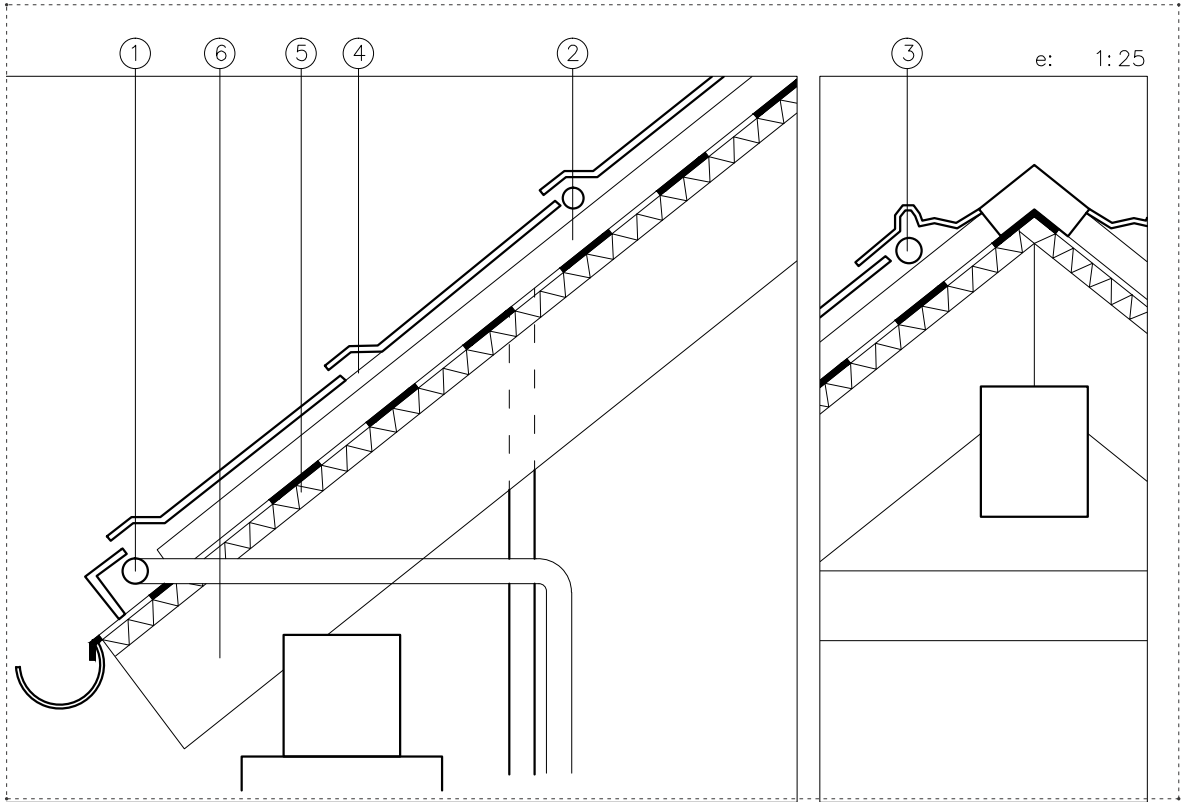
ESTIMACIÓN COSTE

88,64 – 226,94 €/m2



3.4. CUBIERTA CAPTADORA CON CONDUCTOS

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Un sistema de cubierta captadora con conductos de agua en la parte inmediatamente inferior el acabado exterior de cubierta (teja cerámica, pizarra, metálica), se compone al igual que una cubierta convencional de una estructura de cubierta sobre la que se extiende una cobertura impermeable térmicamente aislada, y sobre ella un conjunto de tuberías que conectan con el suministro de agua en fontanería para después subir a la cubierta. De esta forma, la tubería situada bajo el acabado con gran capacidad de almacenamiento de calor como la teja cerámica o la pizarra, se calienta distribuyendo mediante una red de tuberías a toda la cubierta.

De tal modo que el calor absorbido por la capa exterior y el generado en el interior de las tuberías impide que en condiciones de invierno, se creen grandes diferencias de temperatura entre las condiciones en el interior de la vivienda y el cerramiento de cubierta.

RECOMENDACIONES

Para que el efecto sea mayor puede pintarse exteriormente de negro o recubrirse con una cámara de aire y un vidrio para provocar un efecto invernadero. El funcionamiento más efectivo tendríamos si colocáramos un acabado metálico, debido a la conductividad del metal, pero aunque su capacidad de acumulación es alta, el enfriamiento posterior también sería rápido. Por lo tanto, la mejor opción es optar por materiales cerámicos, como tejas, o de pizarra, para que de esta forma, los efectos de recalentamiento se mantengan horas después de que deje de dar el sol. Pendiente sugerida 0 º-40 º.

COMPONENTES

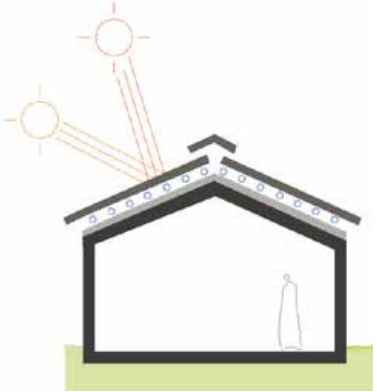
1. Tubería de distribución
2. Tubería unión colectora de calor
3. Tubería general
4. Resalto para captación de calor por ambos lados
5. Cobertura impermeable térmicamente aislada
6. Estructura de cubierta

COEFICIENTES

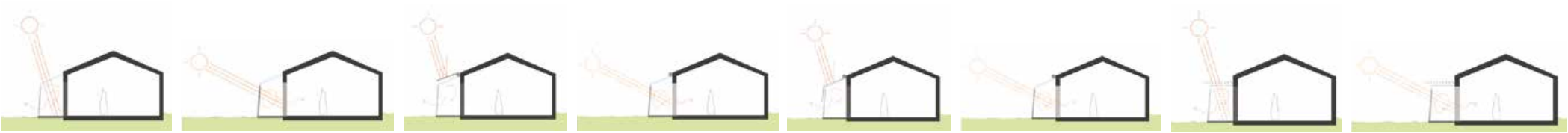
Absortancia solar de la cubierta	0.70 - 08
Espesor de la cubierta (m)	0.50 - 0.70
Transmitancia térmica [W/m2·K]	0.50 - 0.60
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.80 - 2.05

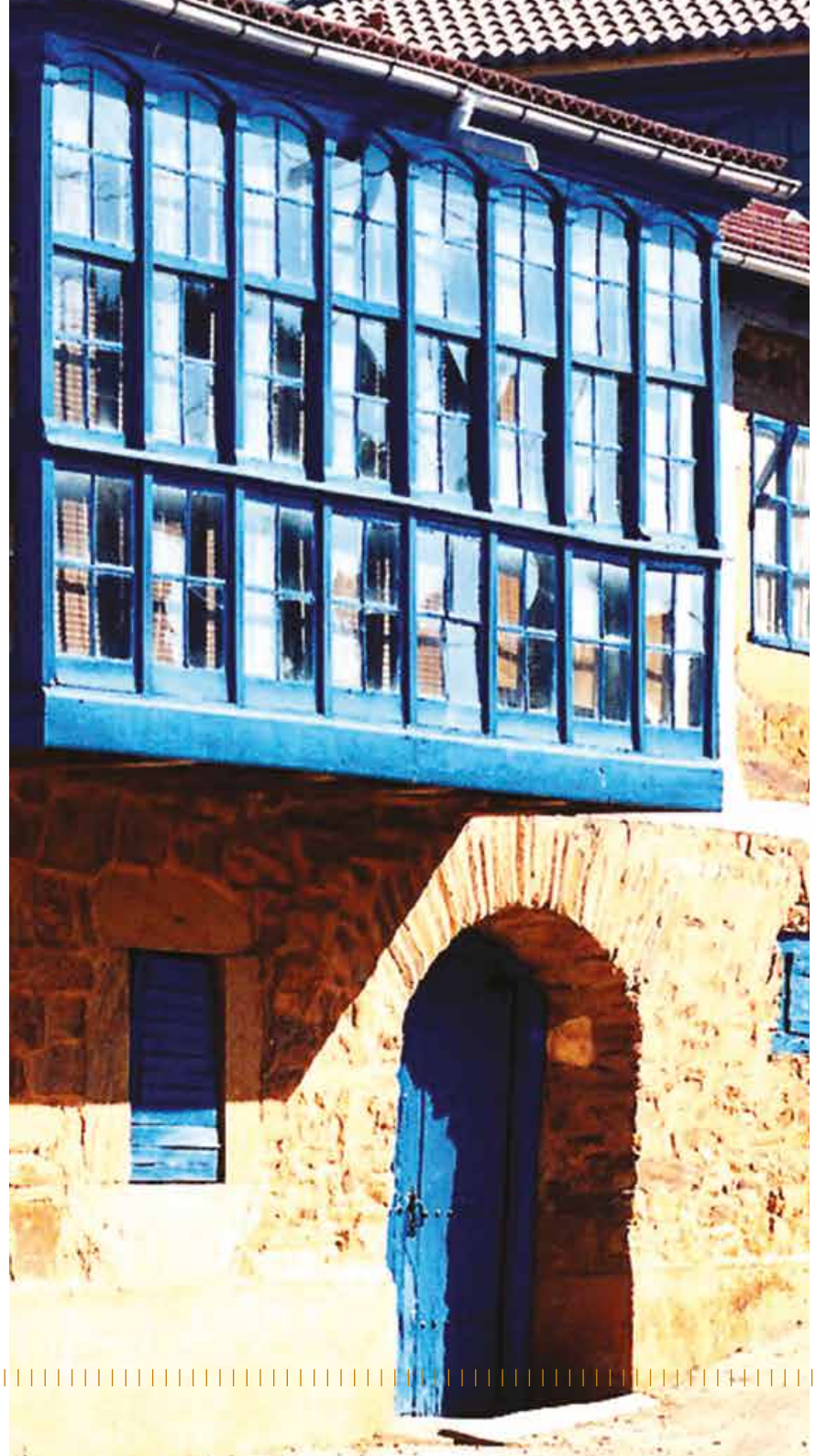
ESTIMACIÓN COSTE

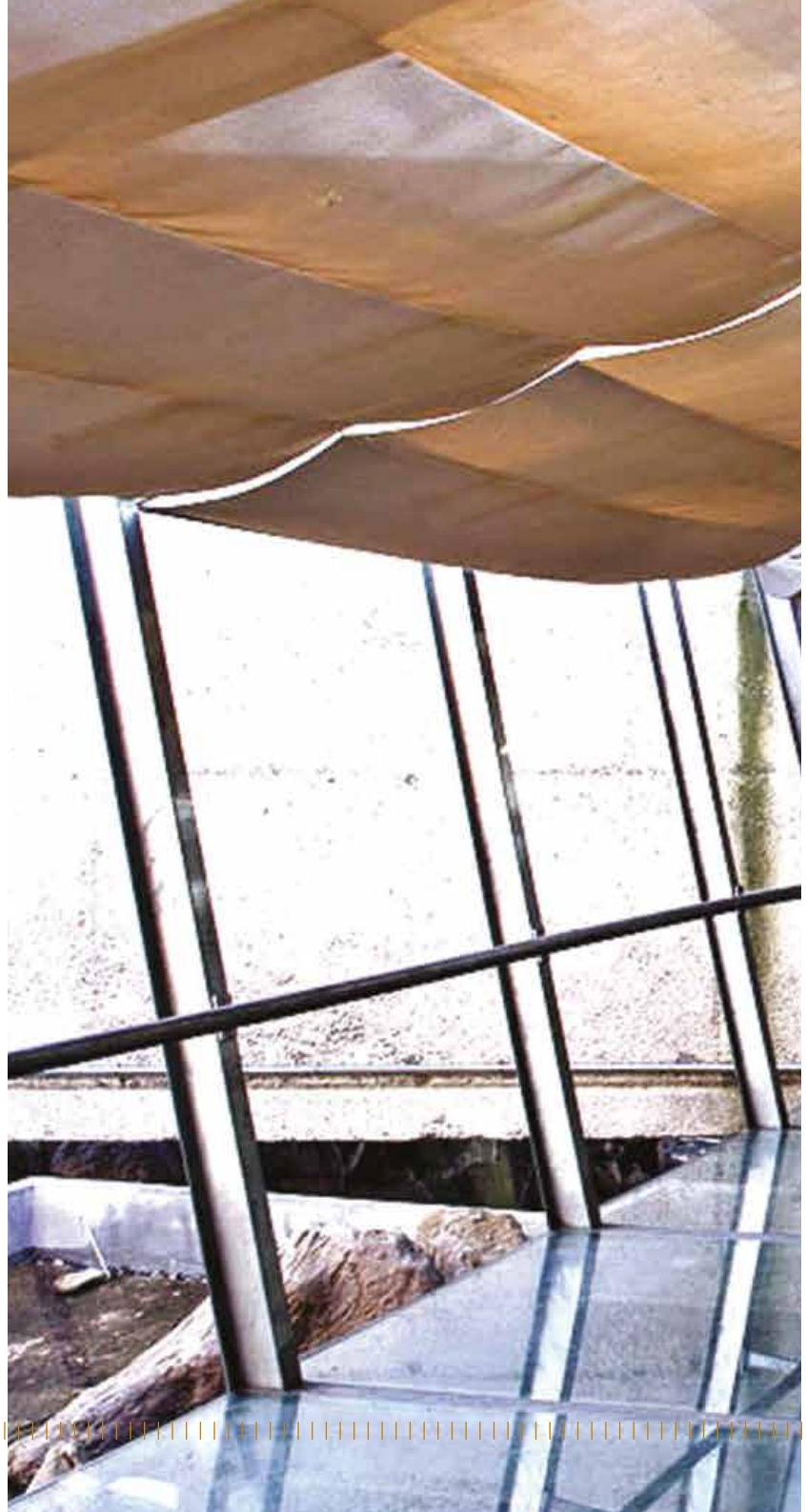
75,73 – 218,07 €/m2



4. INVERNADERO ADOSADO







4. INVERNADERO ADOSADO

Un invernadero o galería adosada a un edificio es un volumen constructivo relativamente cerrado, parcial o totalmente acristalado, y que comparte uno o varios cerramientos verticales del edificio. En documentos anteriores del proyecto BIOURB se ha definido un volumen cerrado como aquel cuyas entradas de aire exterior no provocan un intercambio del aire interior superior a 5 renovaciones/hora.

En este documento se ha hecho una distinción entre galería acristalada e invernadero adosado, más por un sentido pedagógico que porque exista una diferencia relevante. Se ha considerado como invernadero adosado aquel espacio acristalado cuya cobertura es diferente a la del resto del edificio, de otro material, opaco, translúcido o transparente. Por otro lado se ha considerado como galería acristalada aquel espacio acristalado dentro del edificio cuya cobertura es la misma que éste; serían espacios con mayor integración en el edificio y por tanto menos expuestos. Tanto las galerías acristaladas como los invernaderos adosados tienen la particularidad de ser espacios transitables e incluso en ocasiones estanciales. Por tanto deberán tener una dimensión adecuada para dicha función.

El invernadero adosado es una solución bioclimática basada en la captación solar mediante el efecto invernadero. Este fenómeno físico consiste en el calentamiento de los vidrios por el sol, que emite radiaciones en todas las longitudes de onda. La mayor parte están dentro del rango de la luz visible que pasa al interior del invernadero de cristal. Parte de la energía proporcionada por el sol será absorbida por los materiales que se encuentran en este espacio al calentarse, liberando posteriormente radiación infrarroja. Tal radiación tiene una longitud de onda grande que, al no pasar a través del vidrio, eventualmente queda atrapada en el espacio aumentando su temperatura. Mediante aberturas (puertas, ventanas o compuertas) este calor pasa a los espacios estanciales de la vivienda. También los muros de separación entre el invernadero y el edificio irán liberando de manera diferida el calor acumulado durante el periodo de captación.

Si hay transmisión de calor por convección, conviene que las aberturas estén colocadas estratégicamente. Es una buena solución colocar huecos en la parte superior de las paredes de manera que el aire caliente pase a los espacios habitables y otros situados en la parte inferior para que el aire frío de los mismos circule hacia el invernadero. Sin embargo hay que prever la posibilidad de cerrar dichas aberturas en verano.

Conviene también tener en cuenta el componente ecológico de los materiales que se utilicen. La madera tiene la ventaja de ser un elemento natural disponible en la región, y aconsejable también por su baja conductividad térmica, así como la piedra, que además de ser otro recurso abundante, tiene un excelente comportamiento debido a su gran masa y su consecuente inercia térmica.

4.1. INVERNADERO SIN PROTECCIÓN

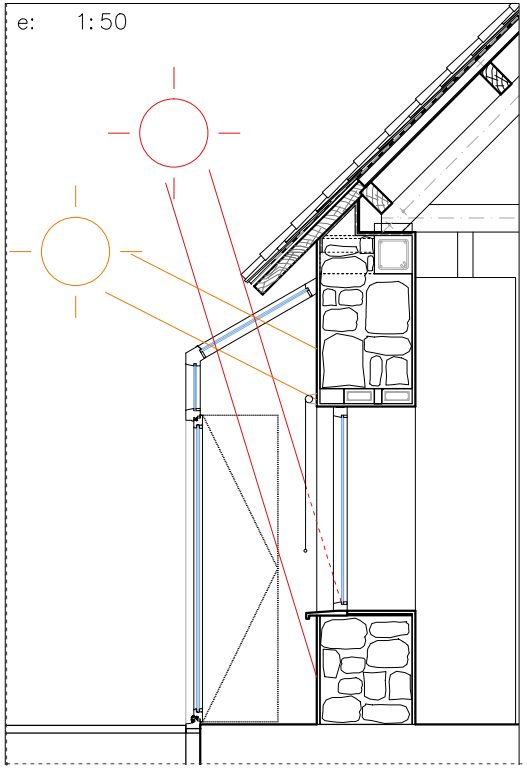
4.2. INVERNADERO CON TOLDO

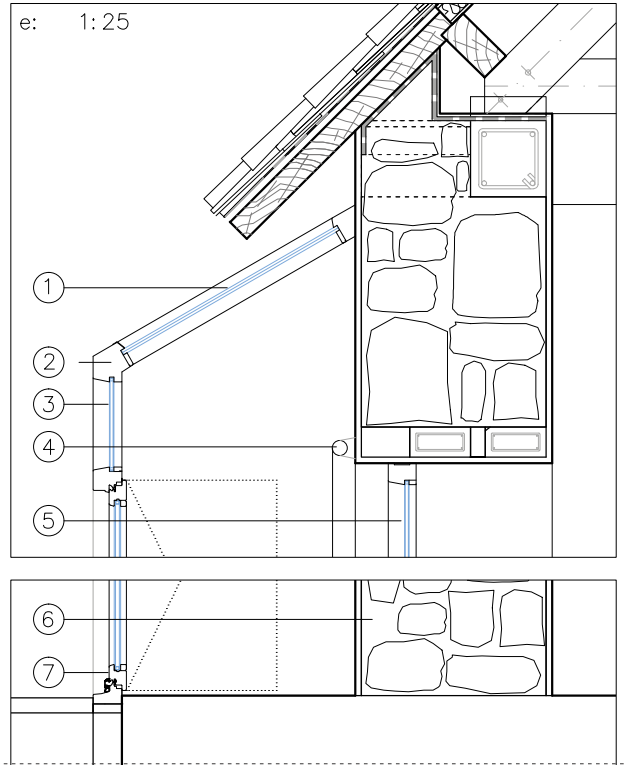
4.3. INVERNADERO CON PERSIANA

4.4. INVERNADERO CON LAMAS SUPERIORES

4.1. INVERNADERO SIN PROTECCIÓN

DETALLE CONSTRUCTIVO





DESCRIPCIÓN

El Invernadero Adosado es una solución bioclimática que consiste en la incorporación de un espacio parcialmente acristalado a la fachada de un edificio. Dicho espacio acristalado estará comunicado con los espacios adyacentes mediante huecos que podrán abrirse en invierno y cerrarse en verano. Además, la superficie de vidrio podrá abrirse al exterior para ventilar y evitar de esta manera el sobrecalentamiento en los meses de mayor calor.
El muro o muros compartidos entre la vivienda y el invernadero deberán tener gran masa térmica que absorba la radiación solar y la transmita hacia el interior.

RECOMENDACIONES

Para optimizar las ganancias de calor el invernadero deberá construirse en la fachada sur, maximizando la captación de la radiación solar. Las orientaciones con una variación de hasta 30° respecto a la orientación sur tendrán un 90% de eficacia frente a la orientación sur pura.
Se deberán evitar dentro de lo posible las superficies de vidrio orientadas al este y oeste ya que reciben poca energía térmica por radiación en el invierno mientras que en verano reciben una cantidad excesiva de ésta.
El color de las paredes influye en su capacidad de almacenamiento. Para los acabados interiores del invernadero (pavimento y muro separador) deberán utilizarse materiales con colores más oscuros ya que absorben más energía térmica
En climas fríos, como el de la región transfronteriza, es recomendable utilizar doble acristalamiento para reducir la pérdida de calor. También deberá mantenerse una ventilación controlada con el fin de evitar condensaciones.

COMPONENTES

1. Vidrio inclinado, simple o doble con cámara
2. Carpintería (preferiblemente madera)
3. Vidrio vertical, simple o doble con cámara
4. Protección para meses sobrecalentados
5. Hueco interior (ventana, puerta o rejilla)
6. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
7. Carpintería hoja abatible (preferiblemente madera

COEFICIENTES

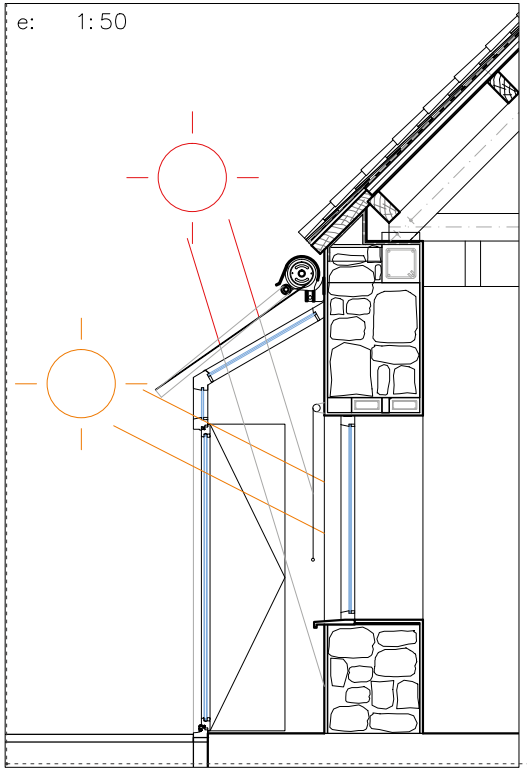
Factor solar vidrio ext.	0.48 - 0.72
Espesor vidrio (m.)	0.006 -0.024
Transmitancia térmica vidrio ext. [W/m2K]	2.8 -5.7
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	Anexos *(2)

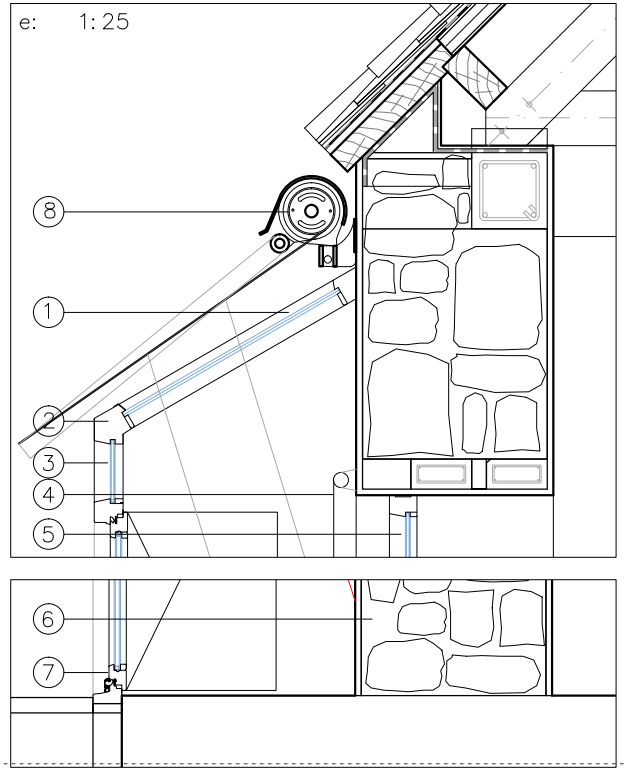
ESTIMACIÓN COSTE

117,13 – 259,98 €/m2

4.2. INVERNADERO CON TOLDO

DETALLE CONSTRUCTIVO





DESCRIPCIÓN

Partiendo de la definición de invernadero sin protección en la tipología 04.01, el mismo aporta la idea básica: atrapar la energía aportada por la radiación solar para calentar una masa de aire.

La incorporación de un toldo proporciona un ambiente a medida, deteniendo el calor antes de que penetre en el interior. Ofrecen una muy buena protección frente a los agresivos rayos UV. Los materiales claros filtran, al menos, el 90 % de la dañina radiación, mientras que las lonas oscuras pueden filtrar incluso hasta el 100 %.

RECOMENDACIONES

El colchón de aire aislante entre la lona del toldo y la ventana protege contra el calor.

Dichos toldos están pensados también para aguantar lluvia torrencial o incluso fuertes nevadas siendo impermeables por ambas caras, lo que permite proteger la fachada inmediata no solo en verano, sino también en los periodos más fríos del año.

Uso de colores claros si se coloca en las fachadas de viviendas, en primer lugar para permitir mayor reflectancia del sol y por motivos estéticos. Es muy recomendable el uso de este tipo de sistemas ya que no se renuncia a la luz solar al estar alejado de la superficie de vidrio.

COMPONENTES

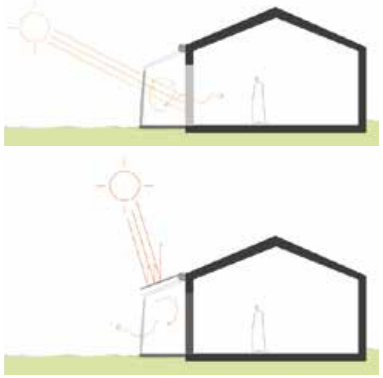
1. Vidrio inclinado, simple o doble con cámara
2. Carpintería (preferiblemente madera)
3. Vidrio vertical, simple o doble con cámara
4. Protección para meses sobrecalentados
5. Hueco interior (ventana, puerta o rejilla)
6. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
7. Carpintería hoja abatible (preferiblemente madera)
8. Toldo adosado a fachada

COEFICIENTES

Factor solar vidrio ext.	0.48 - 0.72
Espesor vidrio (m.)	0.006 -0.024
Transmitancia térmica vidrio ext. [W/m2K]	2.8 -5.7
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	Anexos *(2)

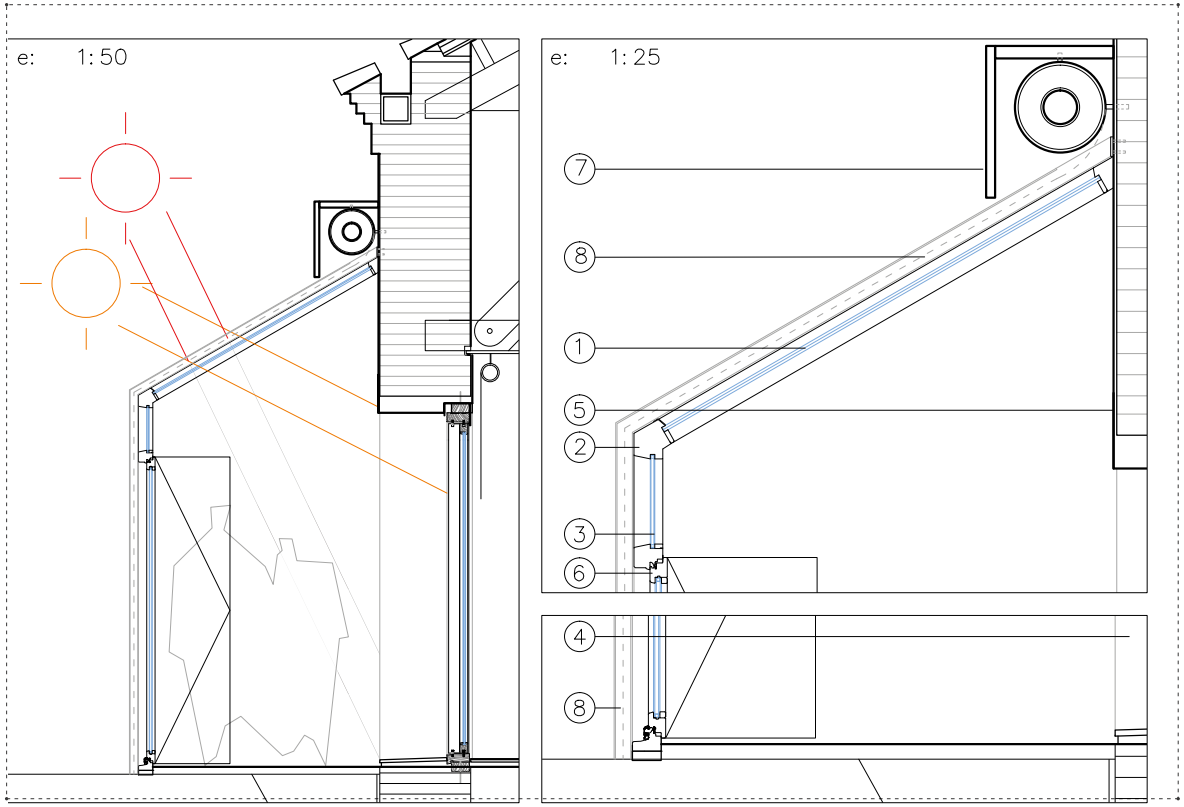
ESTIMACIÓN COSTE

135,05 - 290,20 €/m2



4.3. INVERNADERO CON PERSIANA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Partiendo de la definición de invernadero sin protección en la tipología 04.01, el invernadero necesita de protección solar, pudiendo utilizar protecciones de radiación solar y de transmisión de calor exteriores, como las persianas. En este caso, la cuantificación de la reducción de la carga solar se establece mediante el factor de protección solar (Fps), que es la relación entre la energía que incide sobre una acristalamiento una vez atravesada la protección, y la que incidiría sino existiera esa protección.

Las persianas exteriores bien sean de aluminio o de PVC (con un Fps medio de 0,35, es decir, penetra solamente el 35% de lo que penetraría sin ella), son un elemento indispensable en aquellas ventanas o puertas que ya están instaladas y no disponen de ningún tipo de protección solar o sistema de oscurecimiento.

RECOMENDACIONES

La función principal de las persianas exteriores es crear confort térmico. Es importante persianas bajadas durante las horas en las que la altura solar en época de verano incide en los huecos de fachada. Se evita que el vidrio de las ventanas no se caliente y se conviertan en una fuente de calor.

Dentro de la variedad que existe, podemos destacar aquellas que impiden totalmente el paso de la luz actuando como aislamiento de ventanas al exteriores y añadiendo una cámara de aire extra que amortigua la contaminación sonora del exterior.

COMPONENTES

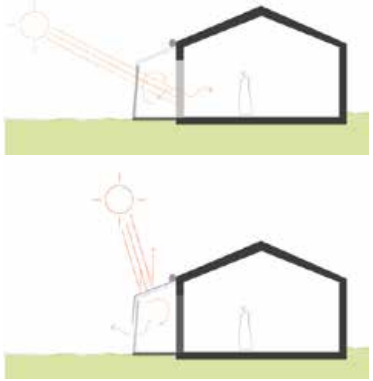
1. Vidrio inclinado, simple o doble con cámara
2. Carpintería (preferiblemente madera)
3. Vidrio vertical, simple o doble con cámara
4. Hueco interior (ventana, puerta o rejilla)
5. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
6. Carpintería hoja abatible (preferiblemente madera)
7. Persiana exterior adosada a fachada
8. Guía lateral para persiana

COEFICIENTES

Factor solar vidrio ext.	0.48 - 0.72
Espesor vidrio (m.)	0.006 -0.024
Transmitancia térmica vidrio ext. [W/m2K]	2.8 -5.7
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	Anexos *(2)

ESTIMACIÓN COSTE

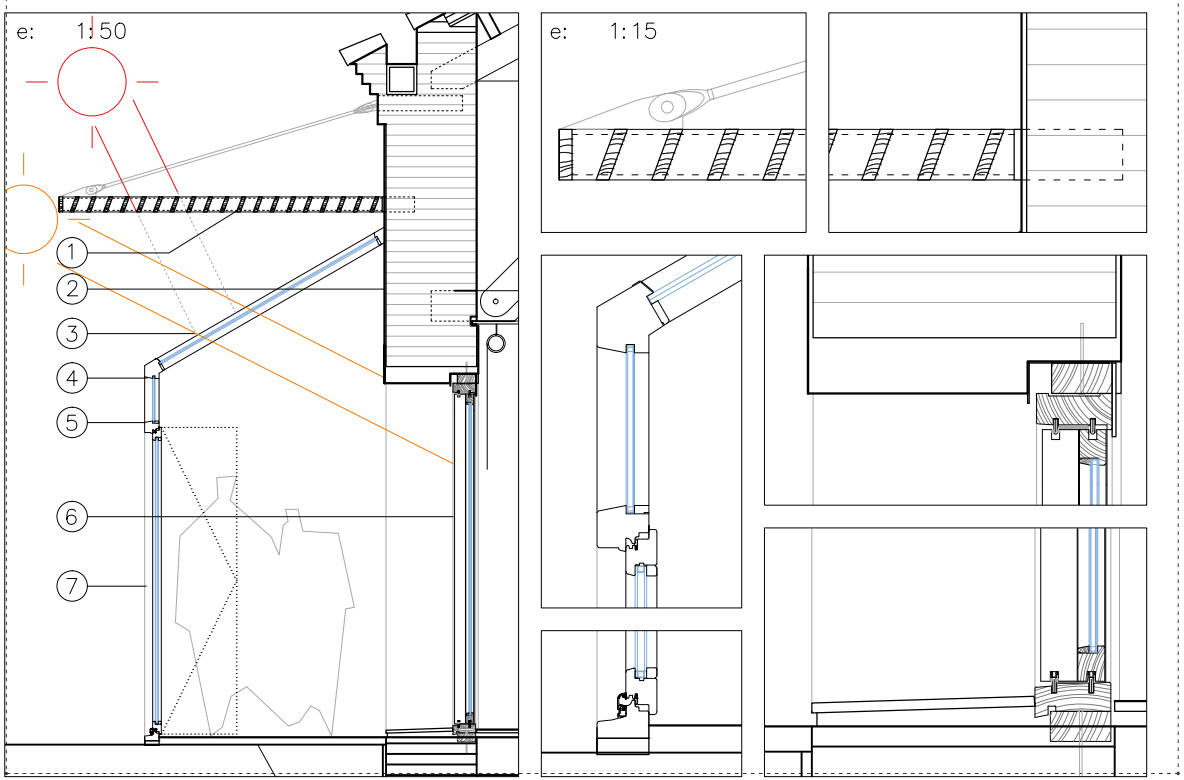
152,26 – 308,64 €/m2



Unión Europea FEDER Invertimos en su futuro
biourb
EREN
Junta de Castilla y León

4.4. INVERNADERO CON LAMAS SUPERIORES

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

El Sistema de Invernadero adosado con lamas superiores añade un grado de mejora tecnológica a la solución. Para solventar el problema de sobrecalentamiento en verano se pueden incorporar unas lamas en la parte superior del invernadero, en posición horizontal o acompañando a la pendiente del vidrio. Dichas lamas podrían ser fijas u orientables, en función de la accesibilidad al sistema y el presupuesto con que contemos. Igualmente las lamas orientables podrían estar incluso motorizadas y automatizadas con un sistema de control solar, orientándose según la necesidad de captación o protección en función de la radiación solar y las temperaturas del invernadero, de la vivienda y del ambiente exterior.

RECOMENDACIONES

Si se van a usar lamas fijas conviene calcular la inclinación óptima para maximizar la captación en invierno y el sombreamiento en verano en función de las coordenadas solares. En el capítulo 2 del libro Arquitectura bioclimática para un entorno sostenible F. Javier Neila explica como dimensionar estos elementos de sombreamiento en función de la localización geográfica.
Aunque siempre que sea posible es más conveniente usar lamas móviles que permiten la flexibilidad en los meses de entretiempo, en los cuales cada año los requerimientos energéticos pueden ser diferentes.

COMPONENTES

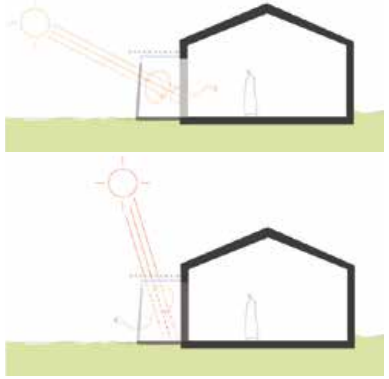
1. Parasol de lamas inclinadas (fijo u orientable)
2. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
3. Vidrio inclinado, simple o doble con cámara
4. Carpintería (preferiblemente madera)
5. Vidrio vertical, simple o doble con cámara
6. Hueco interior (ventana, puerta o rejilla)
7. Carpintería hoja abatible (preferiblemente madera)

COEFICIENTES

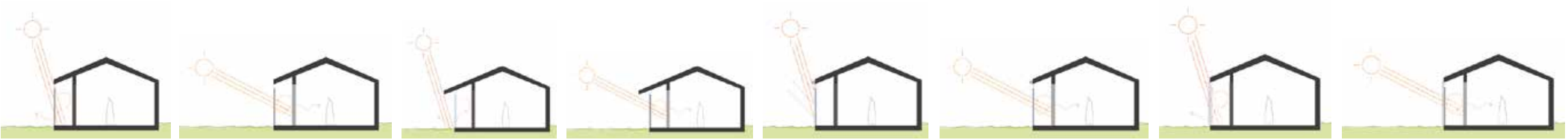
Factor solar vidrio ext.	0.48 - 0.72
Espesor vidrio (m.)	0.006 -0.024
Transmitancia térmica vidrio ext. [W/m2K]	2.8 -5.7
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	Anexos *(2)

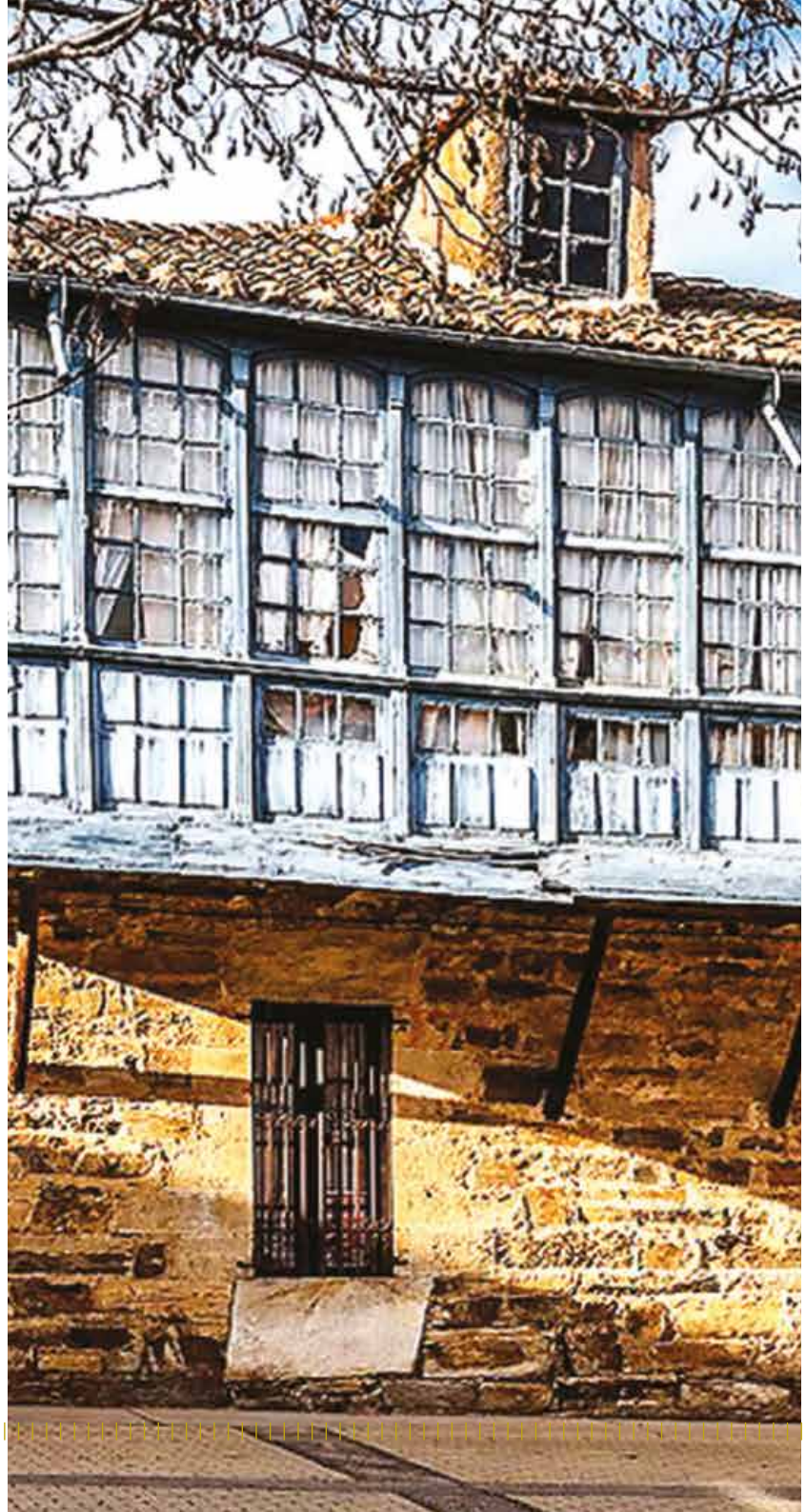
ESTIMACIÓN COSTE

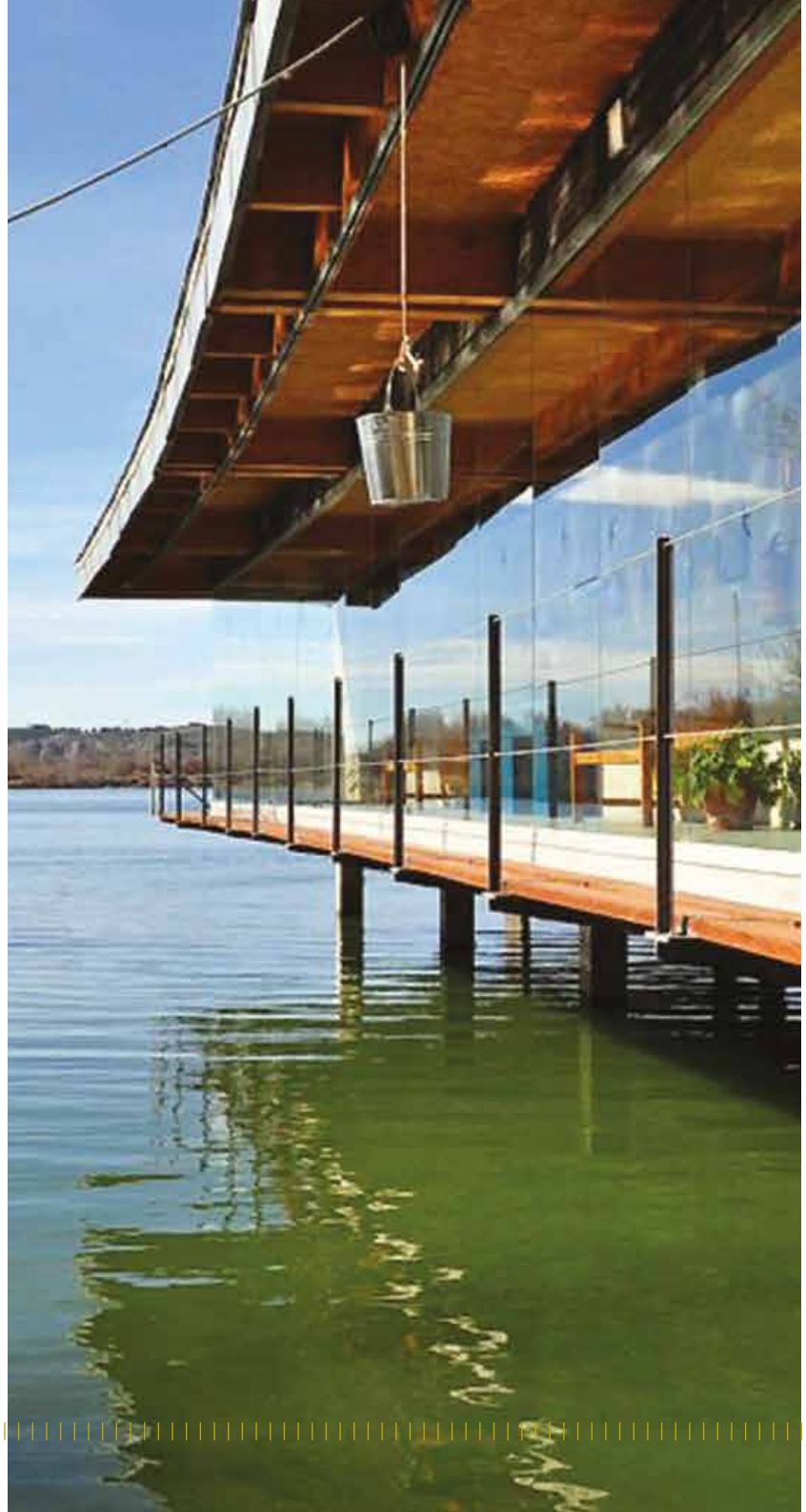
235,65 – 482,49 €/m2



5. GALERÍA ACRISTALADA







5. GALERÍA ACRISTALADA

Una galería acristalada en un edificio, tal y como se describía en el punto anterior, es un volumen constructivo relativamente cerrado, parcial o totalmente acristalado, y que comparte, uno o varios cerramientos verticales del edificio. Se considera un volumen cerrado aquel cuyas entradas de aire exterior no provocan un intercambio del aire interior superior a 5 renovaciones/hora.

Frente al invernadero adosado, en este manual se ha considerado como galería acristalada aquel espacio acristalado dentro del edificio cuya cobertura es la misma que éste. Serían espacios con mayor integración en el edificio y por tanto menos expuestos. Tanto las galerías acristaladas como los invernaderos adosados tienen la particularidad de ser espacios transitables e incluso en ocasiones estanciales. Por tanto deberán tener una dimensión adecuada para dicha función.

Al igual que el invernadero adosado, la galería acristalada es una solución bioclimática basada en la captación solar mediante el efecto invernadero. Este fenómeno físico consiste en el calentamiento de los vidrios por el sol, que emite radiaciones en todas las longitudes de onda. La mayor parte están dentro del rango de la luz visible que pasa al interior de la galería. Parte de la energía proporcionada por el sol será absorbida por los materiales que se encuentran en este espacio al calentarse, liberando posteriormente radiación infrarroja. Tal radiación tiene una longitud de onda grande que, al no pasar a través del vidrio, eventualmente queda atrapada en el espacio aumentando su temperatura. Mediante aberturas (puertas, ventanas o compuertas) este calor pasa a los espacios estanciales de la vivienda. También los muros de separación entre la galería y el edificio irán liberando de manera diferida el calor acumulado durante el periodo de captación.

Si hay transmisión de calor por convección, conviene que las aberturas estén colocadas estratégicamente. Es una buena solución colocar huecos en la parte superior de las paredes de manera que el aire caliente pase a los espacios habitables, y otros situados en la parte inferior para que el aire frío circule hacia la galería para calentarse. Sin embargo hay que prever la posibilidad de cerrar dichas aberturas en verano.

Conviene también tener en cuenta el componente ecológico de los materiales que se utilicen. La madera tiene la ventaja de ser un elemento natural disponible en la región, y aconsejable también por su baja conductividad térmica, así como la piedra o la cerámica, que además de ser otro recurso abundante, tiene un excelente comportamiento debido a su gran masa y su consecuente inercia térmica.

5.1. GALERÍA SIN PROTECCIÓN

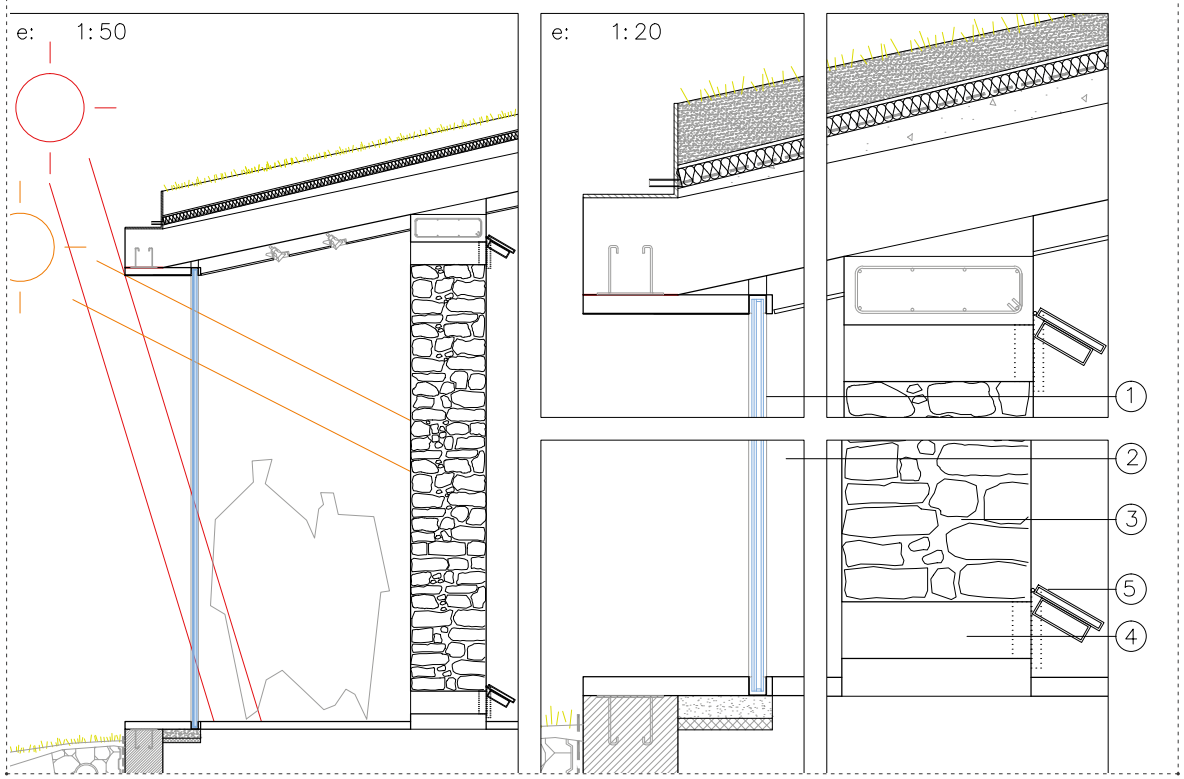
5.2. GALERÍA CON VUELO

5.3. GALERÍA CON TOLDO

5.4. GALERÍA CON LAMAS HORIZONTALES ORIENTABLES

5.1. GALERÍA SIN PROTECCIÓN

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

La solución de galería acristalada está compuesta por una envolvente exterior de vidrio, un espacio habitable intermedio y un muro con cierta inercia y con algunos huecos que lo comunican con los espacios interiores de la vivienda. El funcionamiento del sistema se basa en el fenómeno de efecto invernadero explicado en la introducción de este apartado. La radiación solar incide sobre los acabados interiores de la galería, que después irradian con una longitud de onda menor (infrarroja) que no atraviesa los vidrios y permanece en la galería. Dicho calor se introduce al espacio interior a través de las aberturas (ventanas, puertas o huecos de menor dimensión).

Durante los meses de verano dichas aberturas se cierran de manera que el calor no penetre en la vivienda. Las soluciones tradicionales suelen incorporar sistemas de protección frente a la radiación tales como cortinas o persianas.

RECOMENDACIONES

Es recomendable que los cierres de las aberturas tengan una transmitancia térmica relativamente baja, aunque es difícil llegar a valores como los de los muros.

Resulta conveniente que haya algún elemento de sombreamiento para evitar el sobrecalentamiento en verano. La opción más económica y fácil de implementar son los sistemas de oscurecimiento por el interior (cortinas, estores o persianas). Sin embargo son mucho más eficaces los sistemas colocados por el exterior que se explicarán en los siguientes apartados.

También es fundamental que el cerramiento de vidrio sea practicable para permitir la ventilación en verano

COMPONENTES

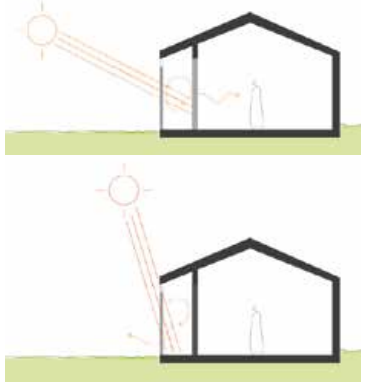
1. Vidrio doble con cámara
2. Galería (dimensión según proyecto)
3. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
4. Huecos para ventilación
5. Compuerta abatible

COEFICIENTES

Factor solar vidrio exterior	0.48 - 0.85
Espesor vidrio (m.)	0.006 - 0.024
Transmitancia térmica vidrio exterior [W/m2K]	2.8 - 5.7
Capacidad almacen. térmico [MJ/m3·K]	Anexos *(3)

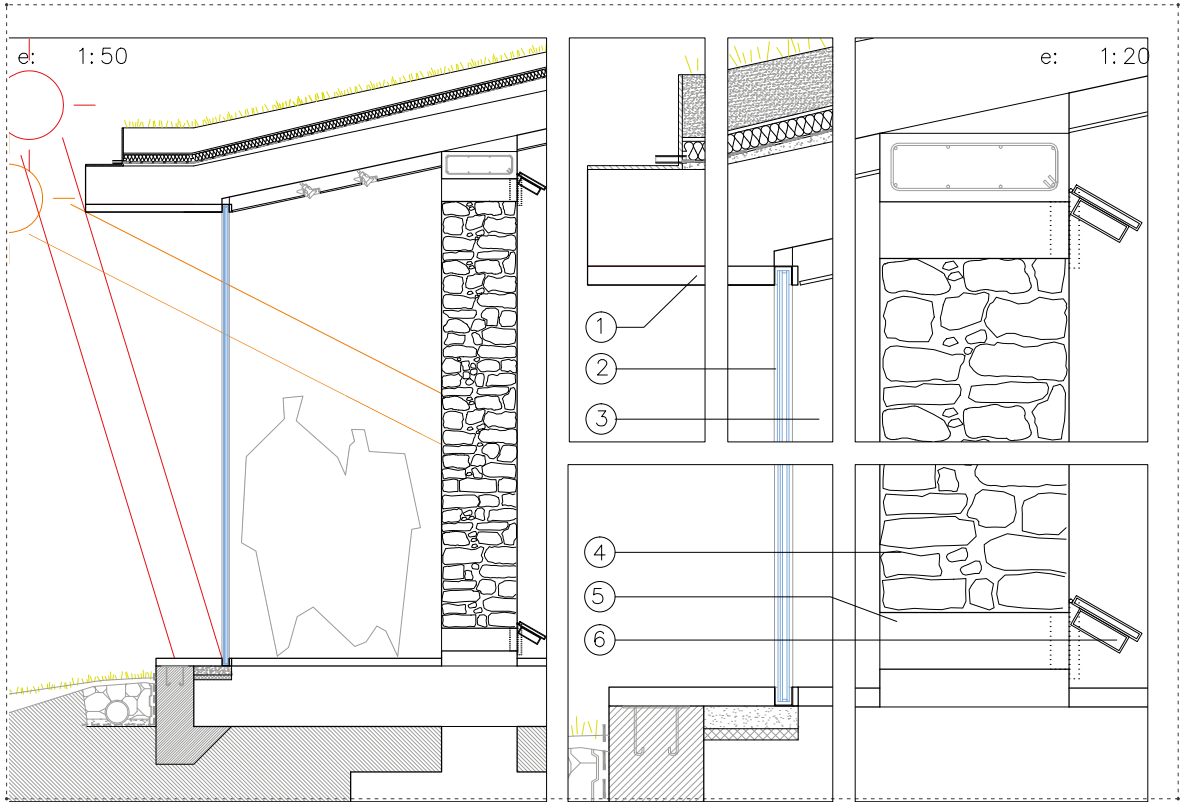
ESTIMACIÓN COSTE

117,13 – 259,98 €/m2



5.2. GALERÍA CON VUELO

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Debido al clima general de la zona transfronteriza, aunque es posible aprovechar durante el período frío la radiación solar captada directamente a través de los acristalamientos, durante el verano es necesario evitarla. Para ello existen mecanismos y sistemas para regular la radiación que incide sobre un cerramiento; pudiendo ser elementos arquitectónicos del propio edificio, tales como apantallamientos fijos.

RECOMENDACIONES

Las protecciones fijas tienen la ventaja de exigir poco mantenimiento y, si han sido correctamente dimensionadas, no se pueden utilizar incorrectamente equivocando sus funciones.

Sin embargo, al contrario de los apantallamientos móviles, no permiten una completa interceptación de la radiación solar directa. Se puede afirmar, en general, que los acristalamientos a sur pueden protegerse simplemente con parasoles horizontales, pero si se quiere conseguir que el sombreamiento se mantenga en las horas en las que el sol incide sesgado sobre esa fachada, habrá que complementarlo con parasoles verticales. En las fachadas este y oeste difícilmente se podrá sombrear los huecos con voladizos horizontales, ya que la altura solar es escasa.

COMPONENTES

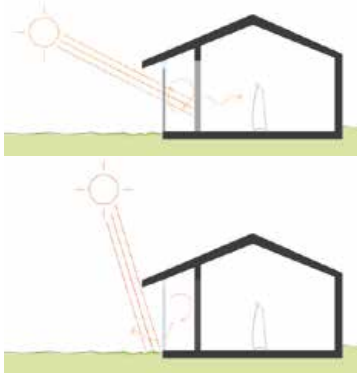
1. Voladizo calculado en función del ángulo vertical de sombra
2. Vidrio doble con cámara
3. Galería (dimensión según proyecto)
4. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
5. Huecos para ventilación
6. Compuerta abatible

COEFICIENTES

Factor solar vidrio exterior	0.48 - 0.85
Espesor vidrio (m.)	0.006 - 0.024
Transmitancia térmica vidrio exterior [W/m2K]	2.8 - 5.7
Capacidad almacen. térmico [MJ/m3·K]	Anexos *(3)

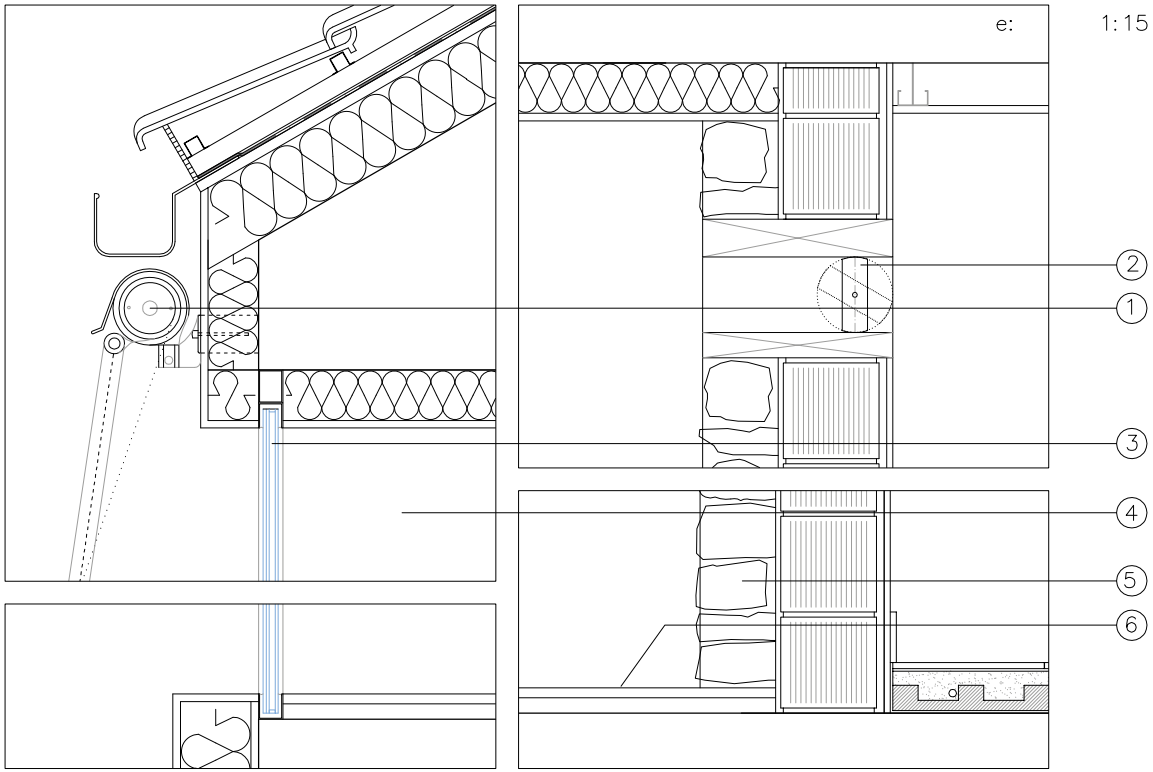
ESTIMACIÓN COSTE

218,71 – 398,90 €/m2



5.3. GALERÍA CON TOLDO

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Partiendo de la definición de galerías sin protección en la tipología 05.01, el efecto invernadero aporta la idea básica, atrapar la energía aportada por la radiación solar para calentar una masa de aire.

La incorporación de un toldo proporciona un ambiente a medida deteniendo el calor antes de que penetre en el interior. Ofrecen una muy buena protección frente a los agresivos rayos UV. Los materiales claros filtran, al menos, el 90 % de la dañina radiación, mientras que las lonas oscuras pueden filtrar incluso hasta el 100 %.

RECOMENDACIONES

Los toldos constituyen uno de los mecanismos más clásicos de apantallamiento móvil exterior. Generalmente pueden ser verticales, horizontales o proyectados. Los apantallamientos móviles son los que permiten una mejor interceptación de la radiación solar en cualquier orientación, ya que adaptan su posición y geometría a cada situación concreta. Son flexibles en función de características variables como la época del año, ocupación o la actividad desarrollada en el local a ocupar.

Los mecanismos graduables son los que proporcionan un mejor resultado, ya que al poder adaptarlos al recorrido solar, que varía según las estaciones, permite conseguir sombra en verano y beneficios caloríficos en invierno.

COMPONENTES

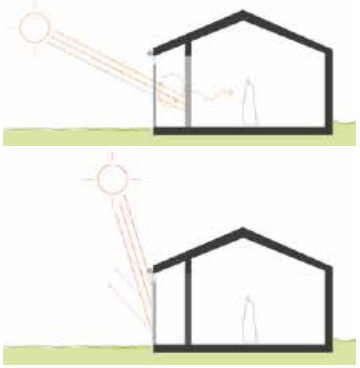
1. Toldo
2. Compuerta abatible
3. Vidrio doble con cámara
4. Galería (dimensión según proyecto)
5. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
6. Pavimento con inercia

COEFICIENTES

Factor solar vidrio exterior	0.48 - 0.85
Espesor vidrio (m.)	0.006 - 0.024
Transmitancia térmica vidrio exterior [W/m2K]	2.8 - 5.7
Capacidad almacen. térmico [MJ/m3·K]	Anexos *(3)

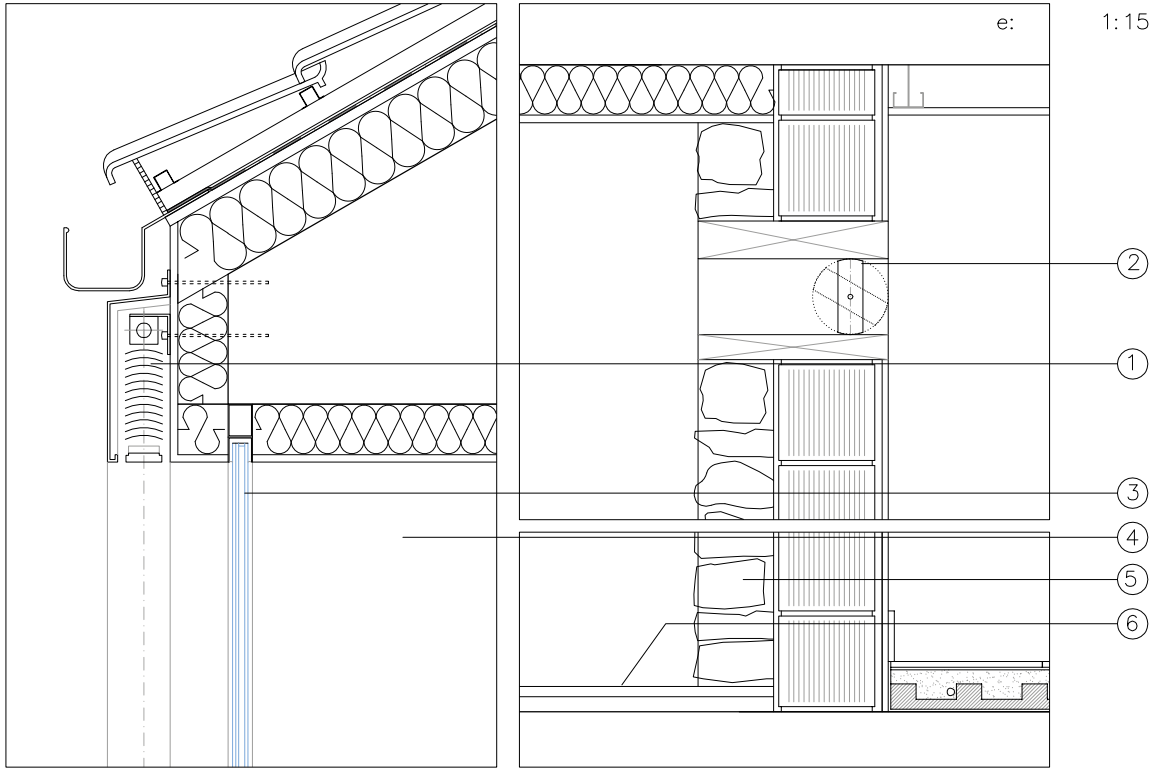
ESTIMACIÓN COSTE

225,06 - 340,56 €/m2



5.4. GALERÍA CON LAMAS ORIENTABLES

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Las lamas de formato esbelto y lineal pueden conformar sistemas de cortasoles o quiebrasoles de lamas continuas.

El sistema de fijación de lamas se realiza mediante una fijación mecánica de la lama al montante soporte, a través una canal interior, consiguiendo un sistema de lamas continuas por delante de la estructura soporte.

La posibilidad de variar la distancia entre lamas permite optimizar su densidad en función de la necesidad de protección solar necesaria para la fachada, son sistemas de lamas que permiten el paso de la luz (luminosidad) pero que, a la vez, impiden, total o parcialmente, la radiación solar directa en el interior del edificio en condiciones de verano.

RECOMENDACIONES

Los materiales más utilizados son el aluminio, la madera y el PVC. En cuanto a la geometría de las lamas, las más comunes son la lama elíptica, la lama tipo Z y la lama arqueada. La lama elíptica, actualmente, es la más utilizada en el campo de la protección solar de fachadas, permitiendo la disposición de las lamas en vertical u horizontal, fijas o móviles, ya sean manuales o mediante motor eléctrico.

Debido al ángulo de incidencia solar, los dispositivos orientables horizontales son recomendables para fachadas con orientación Sur (en el hemisferio norte), para asegurar la protección solar durante el final de la primavera, todo el verano y principio del otoño.

La radiación solar directa con una baja altura solar (Este y Oeste) es más difícil de proteger. Las lamas verticales orientables, si son realmente efectivas, excluyen una gran parte de luz natural y obstruyen la visión, es preferible que sean lamas móviles.

COMPONENTES

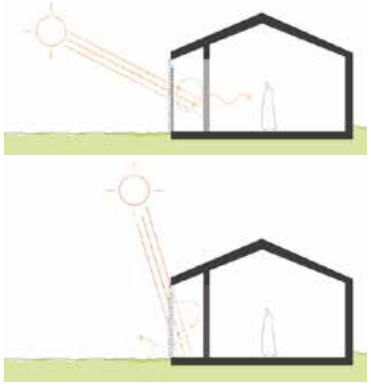
1. Sistema de sombreamiento mediante lamas orientables exteriores
2. Compuerta abatible
3. Vidrio doble con cámara
4. Galería (dimensión según proyecto)
5. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
6. Pavimento con inercia

COEFICIENTES

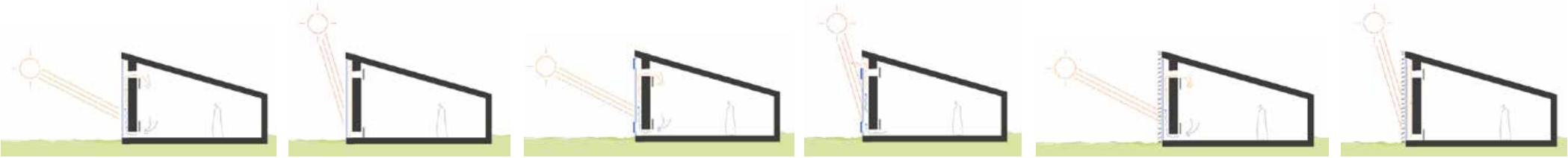
Factor solar vidrio exterior	0.48 - 0.85
Espesor vidrio (m.)	0.006 - 0.024
Transmitancia térmica vidrio exterior [W/m2K]	2.8 - 5.7
Capacidad almacen. térmico [MJ/m3·K]	Anexos *(3)

ESTIMACIÓN COSTE

235,65 – 482,49 €/m2



6. MURO TROMBE



6. MURO TROMBE

Se conocen con el nombre de “Muro Trombe” aquellas soluciones bioclimáticas que incorporan un cerramiento vertical opaco, con espesor y transmitancia variables, en su cara interior y un cerramiento acristalado, simple o múltiple, en su cara exterior. El espacio entre el cerramiento opaco y el acristalado es relativamente pequeño (<0,8 m).

El cerramiento acristalado es muy transparente a la radiación visible, pero es muy poco transparente a la radiación infrarroja, de mayor longitud de onda, emitida hacia el exterior por un muro caliente. De este modo, una gran parte de la radiación solar emitida pasa hacia el interior del edificio.

Un muro trombe se conoce como “no ventilado” cuando el hueco intermedio no presenta comunicación ni con el ambiente exterior ni con el interior del edificio. El muro trombe no ventilado puede disponer de elementos de sombreado, tipo aleros o toldos, que favorezcan el ahorro energético reduciendo el valor de la irradiación solar directa sobre el muro en verano. El efecto de estos elementos no ha sido considerado en los cálculos.

Un muro trombe se conoce como “ventilado” cuando existen orificios de comunicación del hueco intermedio con el interior del edificio, con el ambiente exterior o con ambos.

Para que sea eficaz, los orificios deben ser practicables, pudiendo ser abiertos o cerrados de forma automática o por voluntad del usuario. La ventilación puede ser natural, cuando el movimiento del aire es debido a fenómenos naturales de convección, o forzada, cuando se dispone de elementos mecánicos (ventiladores) que hacen circular el aire. El muro trombe ventilado puede disponer de elementos de sombreado, tipo aleros o toldos, que favorezcan el ahorro energético reduciendo el valor de la irradiación solar directa sobre el muro en verano. El efecto de estos elementos no ha sido considerado en los cálculos.

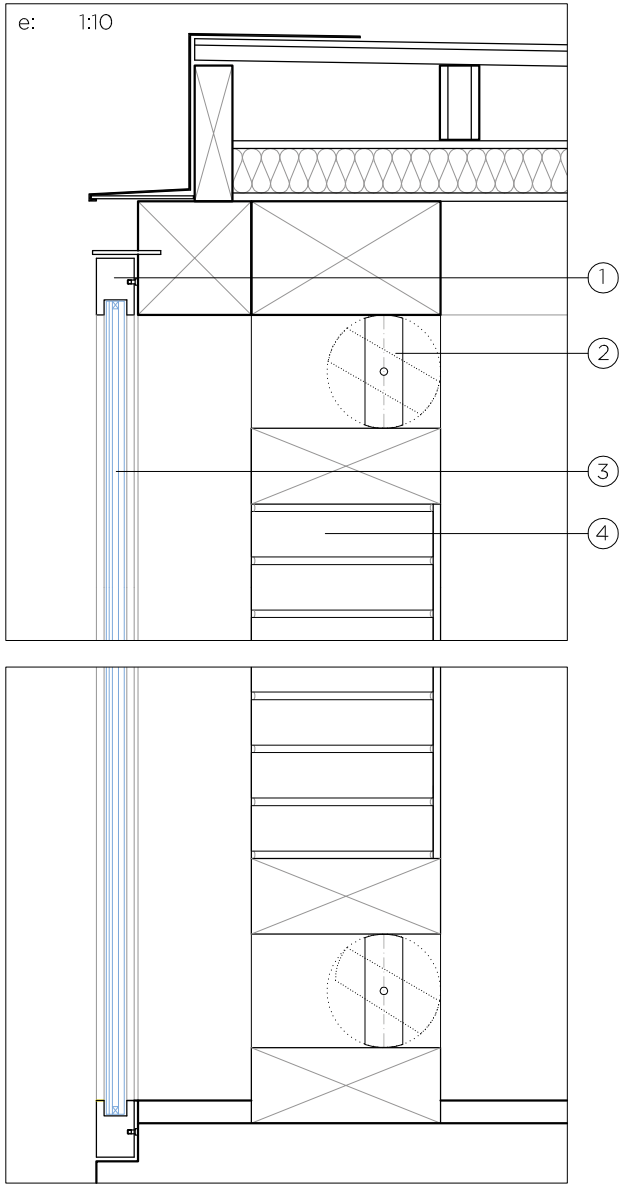
6.1. MURO TROMBE

6.2. MURO TROMBE CON VENTILACIÓN AL EXTERIOR

6.3. MURO TROMBE VENTILADO CON PROTECCIONES SOLARES

6.1. MURO TROMBE

DETALLE CONSTRUCTIVO



COMPONENTES

1. Carpintería de madera
2. Compuerta giratoria para ventilación
3. Vidrio doble con cámara de aire
4. Muro masivo (fábrica de ladrillo, adobe, etc. o mampostería de piedra)

RECOMENDACIONES

Espacios de base rectangular, con espesor inferior a 0,8 m, donde tanto la superficie acristalada principal como el muro en contacto directo con el edificio son verticales y orientados al sur.
La superficie sur del muro trombe tendrá siempre un carácter semitransparente (constituida en su totalidad por elementos vidriados).
Tanto las superficies laterales (este y oeste) como la parte superior e inferior del muro están debidamente cerradas y aisladas. Se consideran nulas las pérdidas a través de estos elementos.

COEFICIENTES

Absortancia solar muro	0.65 - 0.70
Espesor muro Trombe (m.)	0.35 - 0.50
Transmitancia térmica [W/m2K]	1.05 - 1.52
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.46 - 1.67
Factor solar vidrio	0.48 - 0.85

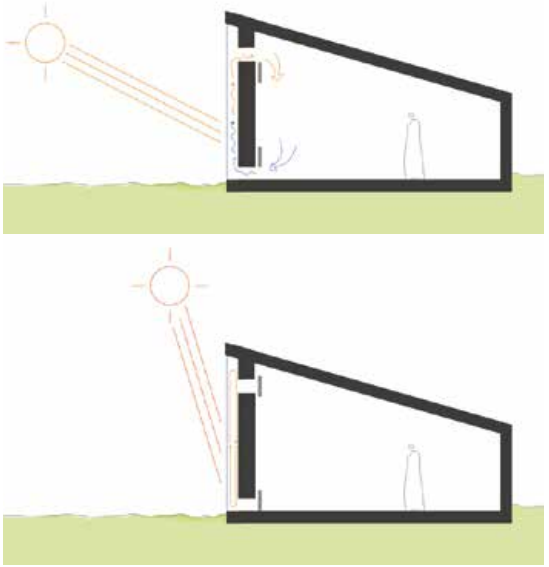
ESTIMACIÓN COSTE

301,59 – 322,68 €/m2

DESCRIPCIÓN

Un muro trombe se conoce como “no ventilado” cuando el hueco intermedio entre el cerramiento vertical opaco (con espesor y transmitancia variables) en su cara interior y un cerramiento acristalado, simple o múltiple, en su cara interior, no presenta comunicación ni con el ambiente exterior ni con el interior del edificio. El muro trombe no ventilado puede disponer de elementos de sombreado, tipo aleros o toldos, que favorezcan el ahorro energético reduciendo el valor de la irradiación solar directa sobre el muro en verano.

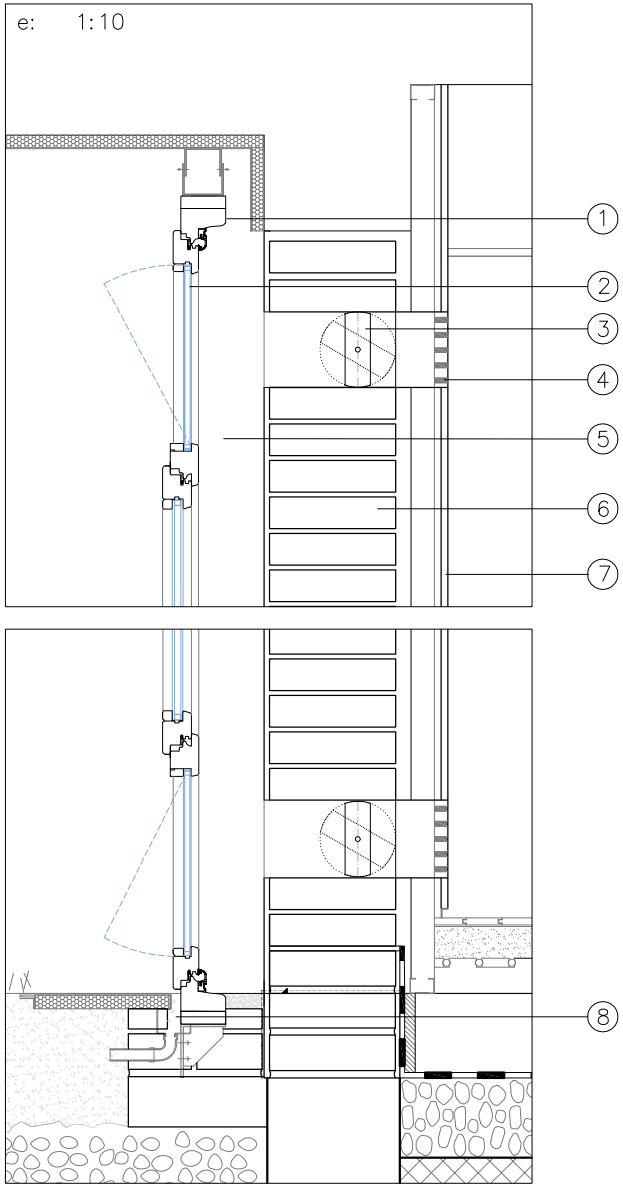
Se basa en la construcción de cerramientos de alta inercia y de alta capacidad de almacenamiento térmico. La acumulación de energía en la propia masa del edificio con una cara exterior al vidrio (tapial, adobe, termoarcilla, fábrica cerámica, etc.) revocada con un mortero de cal oscuro, es el sistema bioclimático óptimo ya que aprovechamos la inversión en la construcción del edificio sin que suponga un coste adicional.



Unión Europea FEDER Invertimos en su futuro
biourb
EREN
Junta de Castilla y León

6.2. MURO TROMBE CON VENTILACIÓN AL EXTERIOR

DETALLE CONSTRUCTIVO



COMPONENTES

1. Carpintería de madera
2. Abertura oscilobatiente, vidrio doble con cámara de aire
3. Compuerta giratoria con ventilación
4. Rejillas de ventilación en trasdosado de pladur
5. Cámara de aire vidrio-muro de inercia
6. Muro con inercia (termoarcilla, fábrica de ladrillo, hormigón,...)
7. Trasdosado de pladur o enlucido y guarnecido de yeso
8. Babero para evacuar agua de lluvia

RECOMENDACIONES

En determinados momentos se produce una ventilación forzada en el interior del muro trombe, de acuerdo a las siguientes condiciones:

- El intercambio de aire entre el muro trombe y el interior del edificio en periodo de calefacción (invierno) se produce sólo cuando la temperatura en el hueco del trombe es superior a la temperatura interna del edificio.
- El intercambio de aire entre el muro trombe y el exterior en periodo de refrigeración (verano) se produce en todo momento.

COEFICIENTES

Absortancia solar muro	0.65 - 0,70
Espesor muro Trombe (m.)	0.35 - 0.50
Transmitancia térmica [W/m2K]	1.05 - 1.52
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.46 - 1.67
Factor solar vidrio	0.48 - 0.85

ESTIMACIÓN COSTE

340,45 - 370,34 €/m2

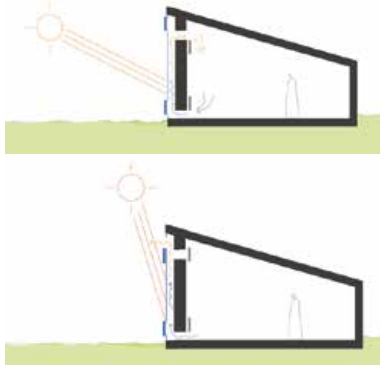
DESCRIPCIÓN

Un muro trombe se conoce como "ventilado" cuando existen orificios de comunicación del hueco intermedio con el interior del edificio, con el ambiente exterior o con ambos. Para que sea eficaz, los orificios deben ser practicables, pudiendo ser abiertos o cerrados de forma automática o por voluntad del usuario. La ventilación puede ser natural, cuando el movimiento del aire es debido a fenómenos naturales de convección, o forzada, cuando se dispone de elementos mecánicos (ventiladores) que hacen circular el aire.

El cerramiento acristalado es muy transparente a la radiación visible, pero es muy poco transparente a la radiación infrarroja, de mayor longitud de onda, emitida hacia el exterior por un muro caliente. De este modo, una gran parte de la radiación solar emitida pasa hacia el interior del edificio.

RECOMENDACIONES / VENTAJAS

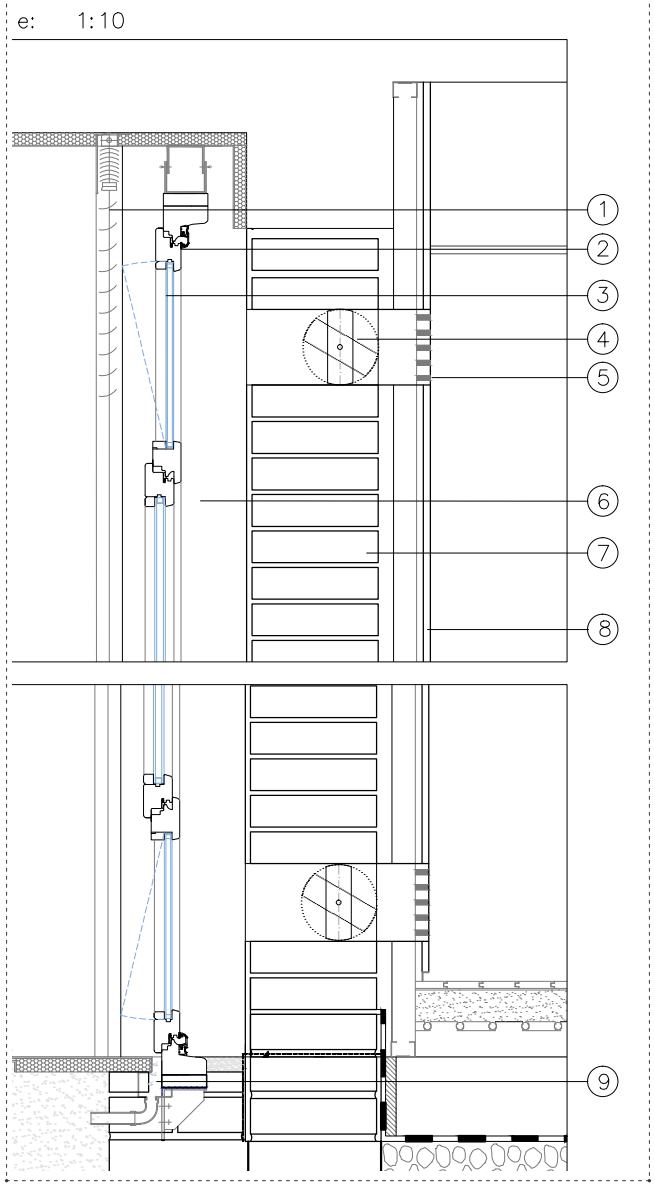
Espacios de base rectangular, con espesor inferior a 0,8 m, donde tanto la superficie acristalada principal como el muro en contacto directo con el edificio son verticales y orientados al sur (constituida en su totalidad por elementos vidriados).



Unión Europea FEDER Invertimos en su futuro
biourb
EREN
Junta de Castilla y León

6.3. MURO TROMBE VENTILADO CON PROTECCIONES SOLARES

DETALLE CONSTRUCTIVO



COMPONENTES

1. Lamas inclinadas (fijas u orientables)
2. Carpintería de madera
3. Abertura oscilobatiente, vidrio doble con cámara de aire
4. Compuerta giratoria con ventilación
5. Rejillas de ventilación en trasdosado de pladur
6. Cámara de aire vidrio-muro de inercia
7. Muro con inercia (termoarcilla, fábrica de ladrillo, hormigón,...)
8. Trasdosado de pladur o enlucido y guarnecido de yeso
9. Babero para evacuar agua de lluvia

RECOMENDACIONES / VENTAJAS

Se pueden considerar algunas variantes como: "muro trombe apantallado", muro trombe con persiana, con protecciones solares horizontales,...que hacen de pantalla aislante y en algún caso, reflectante. El dispositivo está abierto sólo en invierno y sólo mientras el muro trombe recibe la radiación solar directa, permaneciendo cerrado el resto del tiempo. De este modo se consigue un mayor aislamiento del muro y una reducción muy importante de las pérdidas térmicas hacia el exterior en invierno y de las ganancias térmicas desde el exterior en verano.

COEFICIENTES

Absortancia solar muro	0.65 - 0,70
Espesor muro Trombe (m.)	0.35 - 0.50
Transmitancia térmica [W/m2K]	1.05 - 1.52
Capacidad de almacenamiento térmico [MJ/m3·K]	1.46 - 1.67
Factor solar vidrio	0.48 - 0.85

ESTIMACIÓN COSTE

420,11 – 545,19 €/m2

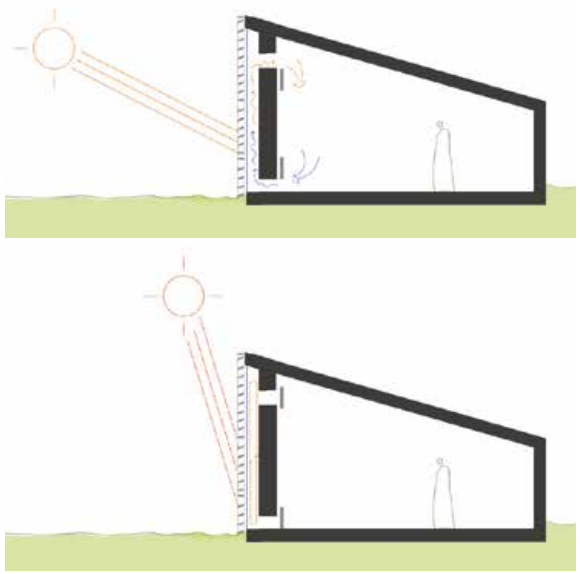
DESCRIPCIÓN

El muro trombe ventilado puede disponer de elementos de sombreado, tipo aleros o toldos, que favorezcan el ahorro energético reduciendo el valor de la irradiación solar directa sobre el muro en verano. El efecto de estos elementos no ha sido considerado en los cálculos.

Por definición, el muro permanece completamente cerrado durante todo el periodo de refrigeración, suponiendo por tanto que sus pérdidas energéticas son nulas.

RECOMENDACIONES / VENTAJAS

Espacios de base rectangular, con espesor inferior a 0,8 m, donde tanto la superficie acristalada principal como el muro en contacto directo con el edificio son verticales y orientados al sur (constituida en su totalidad por elementos vidriados).



7. ALEROS Y SOPORTALES

7. ALEROS Y SOPORTALES

Los aleros y soportales abundan en la arquitectura popular. Su principal función es la de actuar de espacios de transición entre el exterior y el interior del edificio; facilitan la integración del mismo con el entorno, suavizando las diferencias climáticas entre ambos.

Además también sirven de protección frente a la lluvia y el viento si se situaban en la planta baja. Se generan así espacios aptos para el ocio cuando la climatología no acompaña.

Suelen estar orientados hacia el sur, con lo que, además de todo lo anterior, son utilizados de manera estratégica para el aprovechamiento de la radiación solar: dejan pasar el sol en invierno y evitan su entrada en verano, produciendo además sombra sobre los huecos a los que protegen.

Para el dimensionamiento de estos elementos, es vital el conocimiento del recorrido anual del sol; mediante su estudio se configura el alero o soportal de manera que su comportamiento frente a la radiación solar en las distintas estaciones sea lo más eficiente posible.

Es recomendable incluir elementos de asoleamiento en los huecos, para contrarrestar la baja resistencia a la radiación solar que presentan los vidrios. Estos elementos se aconseja que sean móviles y ajustables según la época del año, así podrían ser persianas, lamas orientables, elementos deslizantes, etc. Si estos elementos además son de colores claros, reflejarán parte de la radiación, lo que contribuirá a aumentar el confort térmico dentro del edificio.

7.1. ALERO SEPARADO DE LA PARED

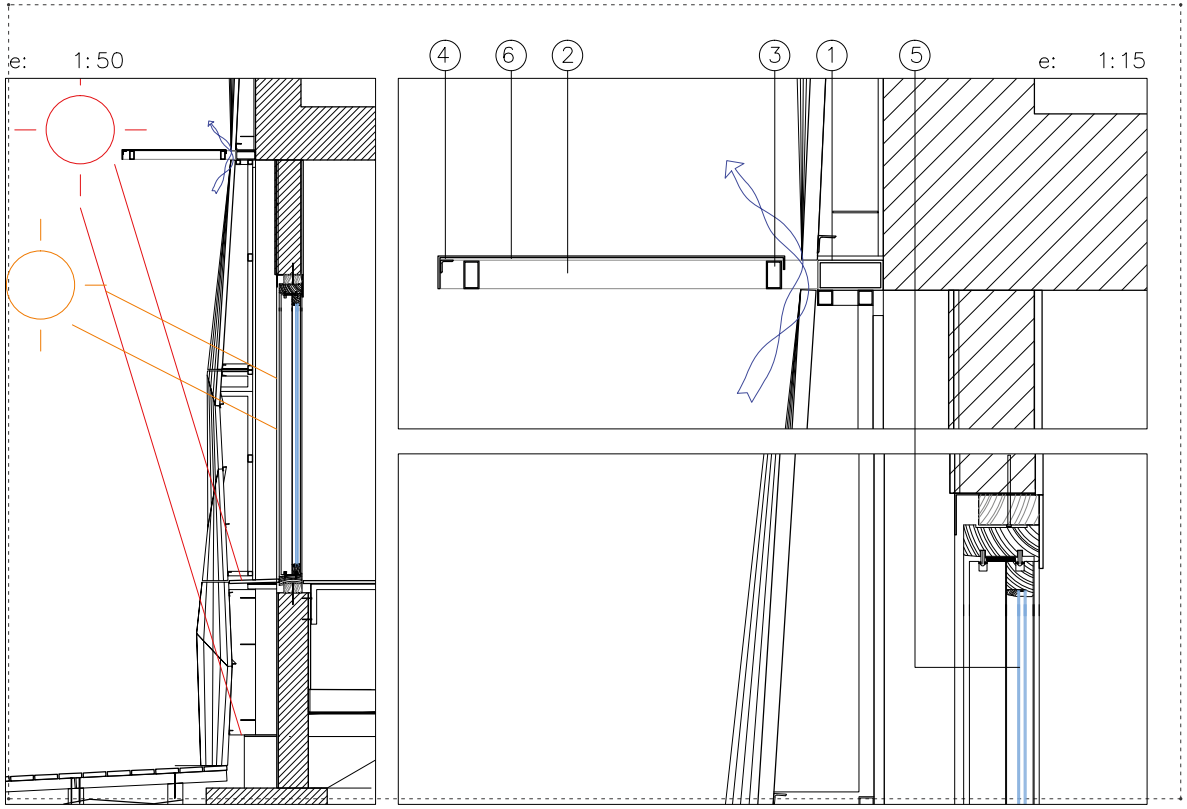
7.2. ALERO CON CIERRE LATERAL SEGÚN ORIENTACIÓN

7.3. BALCÓN

7.4. SOPORTAL

7.1. ALERO SEPARADO DE LA PARED

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Este sistema está concebido para la protección solar de los huecos en fachada.

En verano se necesita limitar el aporte solar al interior del edificio, mientras que en invierno debe permitir la entrada de la luz del sol para disminuir la carga térmica de espacios interiores.

Para conseguir esto se colocará el elemento horizontal sobre un hueco de fachada, separado de éste la distancia necesaria para que en invierno pueda entrar el sol. Para el dimensionado de estos elementos se recurre a la geometría solar.

Para evitar el sobrecalentamiento de la fachada el alero se separa de la misma para permitir la ventilación, disipando el calor.

RECOMENDACIONES

Se dejará el espacio de separación entre alero-fachada suficiente para garantizar la ventilación de la misma.

Se recomienda que tanto el alero como el acabado de fachada sea de color claro para que refleje parte de la radiación recibida.

Además sería recomendable incluir elementos de asoleamiento para contrarrestar la baja resistencia a la radiación solar del vidrio.

COMPONENTES

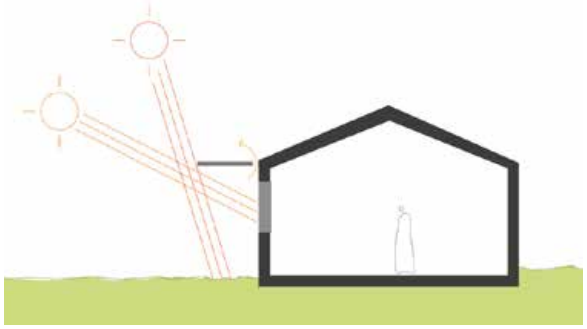
1. Perfil rectangular de acero galvanizado
2. Viga para sujeción de alero fijado a perfil tubular (madera, metal...)
3. Perfil cuadrado de acero galvanizado en caliente
4. Perfil lam. LPN de acero galvanizado en caliente
5. Carpintería (madera, aluminio...) con doble acristalamiento
6. Revestimiento de alero (chapa acero galvanizado, listones madera...)

COEFICIENTES

Porcentaje de sombreamiento de alero/soportal	20-70
Altura solar (º)	Inverno:26º Verano:72º
Orientaciones óptimas	Sur, Este

ESTIMACIÓN COSTE

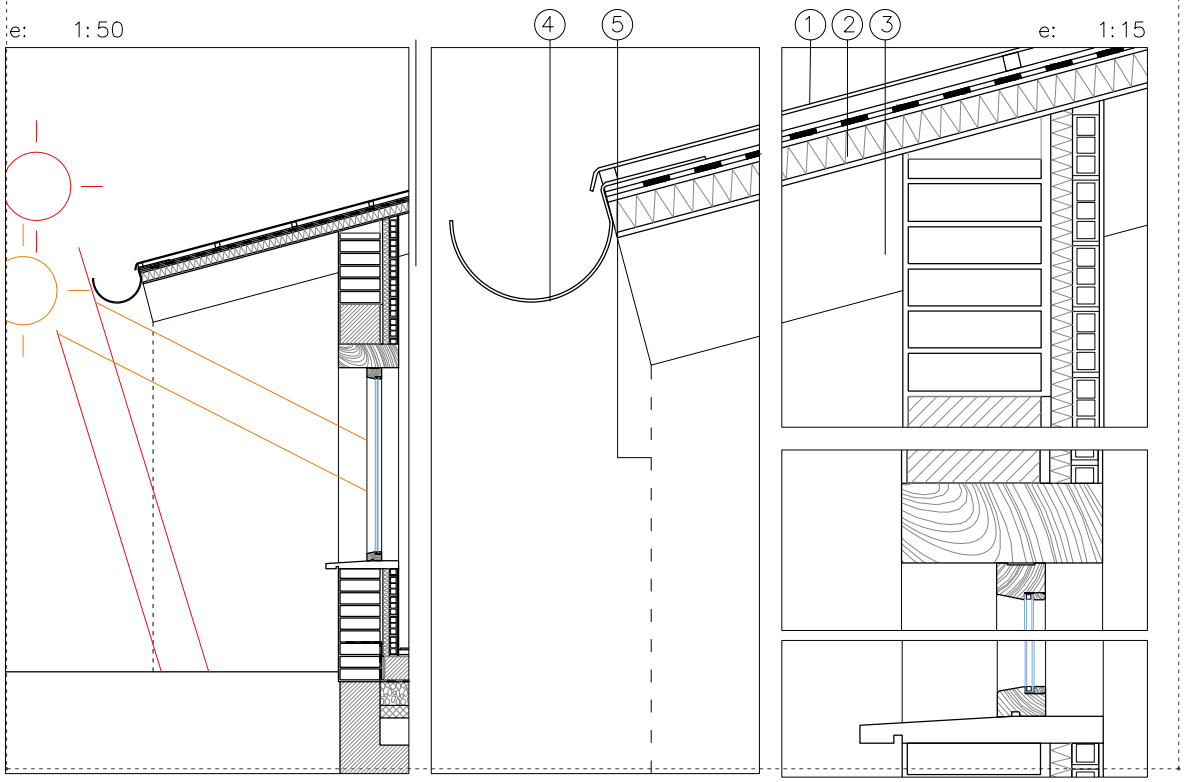
126,28 – 201,32 €/m2



Unión Europea FEDER Invertimos en su futuro
biourb
EREN
Junta de Castilla y León

7.2. ALERO CON CIERRE LATERAL SEGÚN ORIENTACIÓN

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Este sistema está concebido para la protección solar de los huecos en fachada. En verano se necesita limitar el aporte solar al interior del edificio, mientras que en invierno debe permitir la entrada de la luz del sol para disminuir la carga térmica de espacios interiores.

Para conseguir esta estrategia, se colocará el elemento horizontal sobre un hueco de fachada, muchas veces consistirá en una prolongación de la cubierta, separado de éste la distancia necesaria para que en invierno pueda entrar el sol.

Además de la protección superior se realiza, en función de la orientación de la fachada, protecciones laterales de los huecos en fachada. Si además éstas se encuentran separadas de la fachada, sería posible la ventilación del espacio protegido.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que tanto el alero como el acabado de fachada sea de color claro para que refleje parte de la radiación recibida.

Además sería recomendable incluir elementos de asoleamiento para contrarrestar la baja resistencia a la radiación solar del vidrio

Se recomienda la presencia de plantas para aprovechar la refrigeración evaporativa.

COMPONENTES

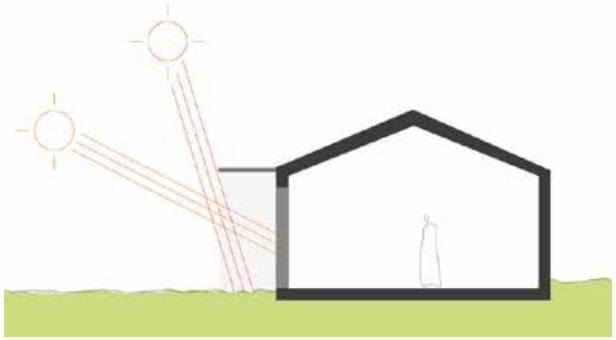
1. Acabado de cubierta (chapa, teja ...)
2. Cubierta (panel sandwich, impermeabilización+aislante...)
3. Estructura de cubierta (madera, acero, hormigón...)
4. Canalón perimetral de cubierta (cobre, acero...)
5. Posible cierre lateral (madera, hormigón, piedra...)

COEFICIENTES

Porcentaje de sombreamiento de alero/soportal	20-70
Altura solar (º)	Inverno:26º Verano:72º
Orientaciones óptimas	Sur, Este

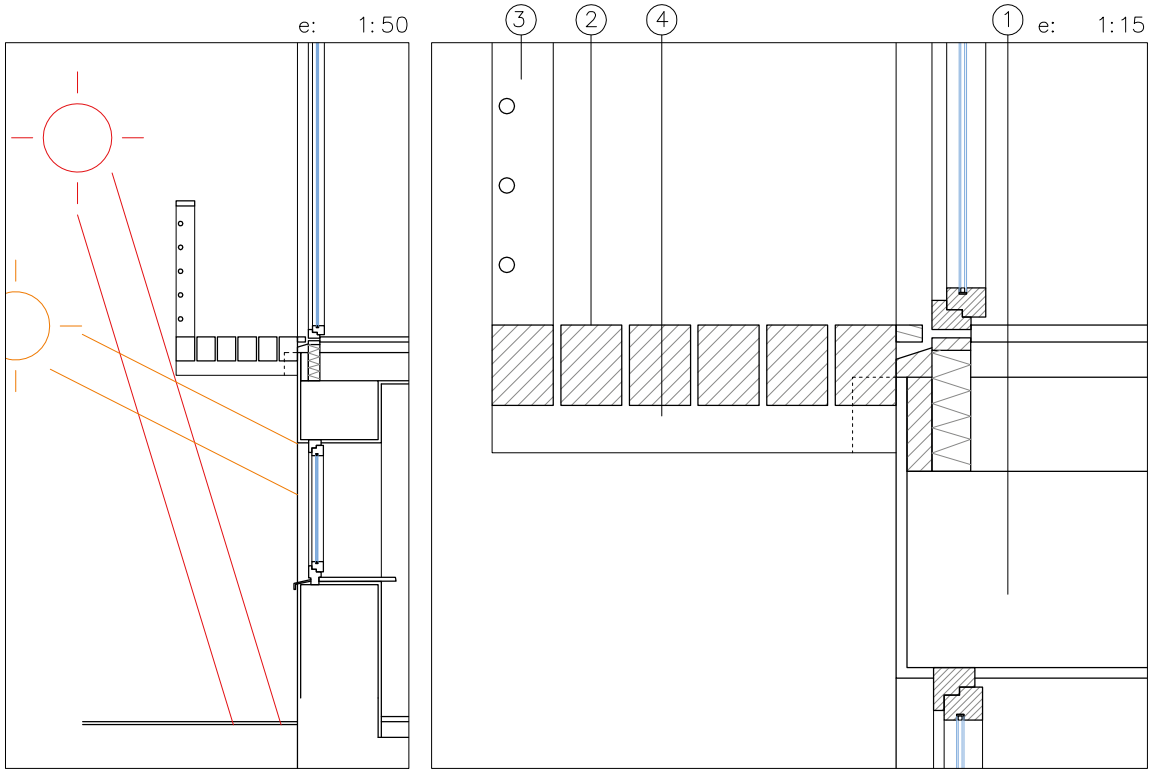
ESTIMACIÓN COSTE

77,25 – 184,75 €/m2



7.3. BALCÓN

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Cuerpo adosado a la fachada del edificio, este sistema está concebido para la protección solar de los huecos en fachada en la planta inferior, permitiendo el uso del voladizo como terraza o similar.

Suele realizarse con elementos ligeros que permitan la estabilidad de la estructura. Además se añaden protecciones frente a caídas para garantizar la seguridad del usuario.

El voladizo está separado de la fachada la distancia necesaria para que en invierno pueda entrar el sol y en verano éste proyecte sombra sobre los huecos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que tanto estructura como acabados sean de color claro para permitir el reflejo de parte de la radiación solar.

Es aconsejable utilizar sistemas constructivos ligeros que garanticen la estabilidad del voladizo sin modificar en exceso la imagen del edificio.

COMPONENTES

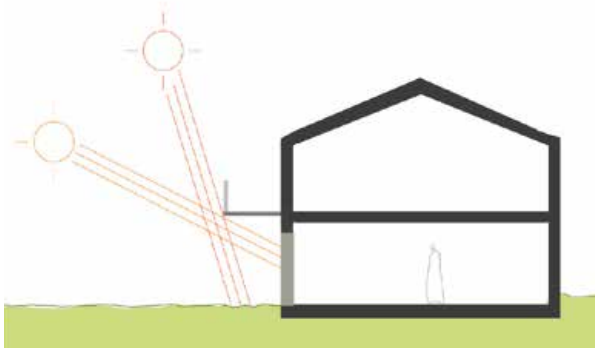
1. Muro fachada
2. Balcón: secciones de madera , estructura metálica, acabado superficial, etc
3. Barandilla:madera, perfiles metálicos...
4. Viga para soporte de balcón (madera, acero, hormigón...)

COEFICIENTES

Porcentaje de sombreamiento de alero/soportal	20-70
Altura solar (º)	Inverno:26º Verano:72º
Orientaciones óptimas	Sur, Este

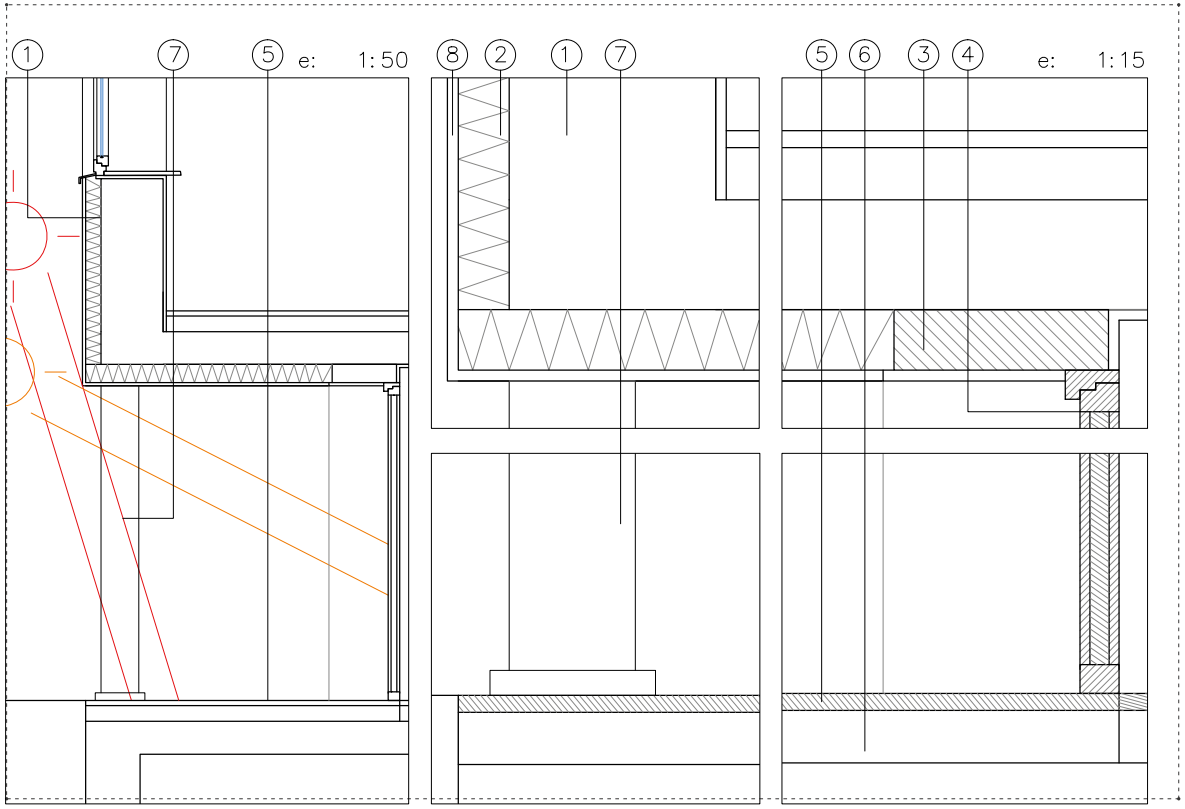
ESTIMACIÓN COSTE

224,34 - 270,46 €/m2



7.4. SOPORTAL

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Espacio de transición embebido en la edificación, situado en la entrada de la misma. Espacio resguardado del sol y del viento, situado en planta baja, muchas veces utilizado como zona de estancia por su estabilidad térmica.

La orientación de este espacio es vital para su buen funcionamiento, ya que debe limitar el acceso del sol en verano y permitir su entrada en invierno.

Se trata de un espacio que actúa como colchón térmico entre el exterior y el interior del edificio, sirviendo a su vez como protección de los huecos de acceso a la vivienda, por lo que se situará preferentemente al sur.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que tanto estructura como acabados sean de color claro para permitir el reflejo de parte de la radiación solar.

Se recomienda evitar los desniveles entre interior y exterior para evitar caídas.

COMPONENTES

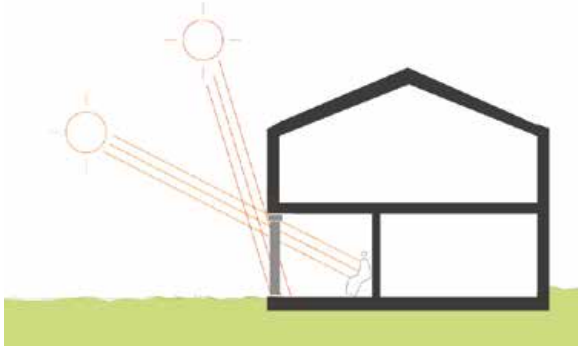
1. Muro de fachada
2. Capa de aislamiento + impermeabilizante
3. Cargadero para puerta de entrada
4. Puerta de entrada a edificio
5. Pavimiento exterior de piedra o similar
6. Capa de compresión de hormigón
7. Soporte de fachada
8. Revoco exterior

COEFICIENTES

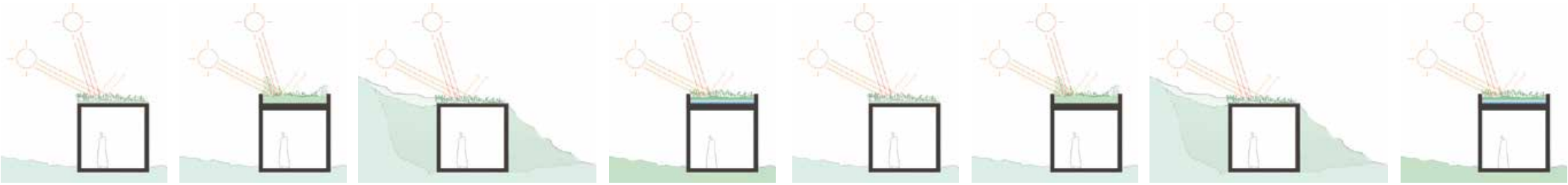
Porcentaje de sombreamiento de alero/soportal	20-70
Altura solar (º)	Inverno:26º Verano:72º
Orientaciones óptimas	Sur, Este

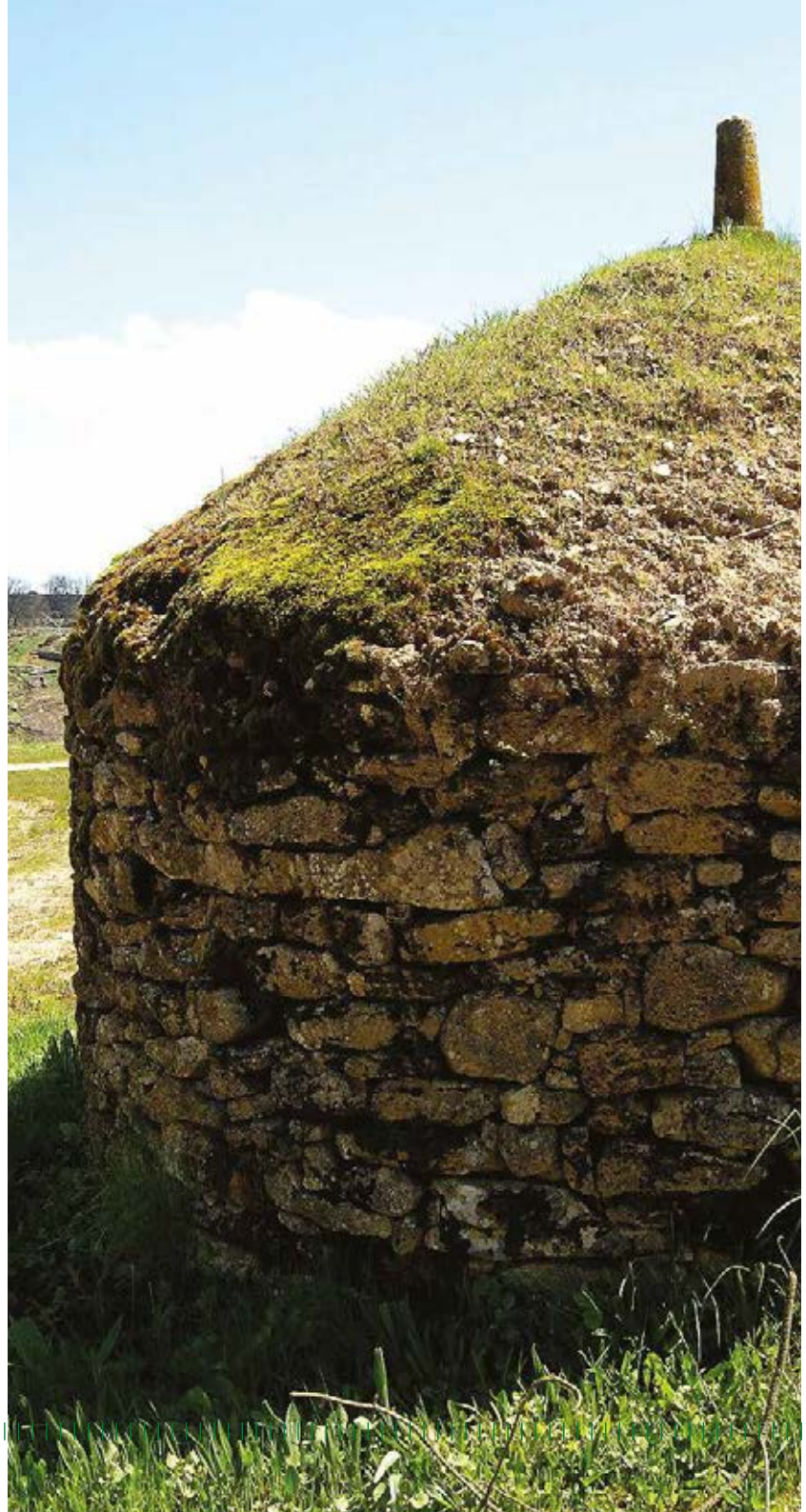
ESTIMACIÓN COSTE

- €/m2



8. CUBIERTA VERDE





8. CUBIERTA VERDE

El techo verde es un sistema constructivo que combina la inercia térmica de la cubierta con la refrigeración evaporativa

La cubierta vegetal, aunque no sea tan frecuente en la arquitectura popular de la región como otras soluciones bioclimáticas, gracias a los avances tecnológicos producidos en los últimos años, es un sistema con un gran potencial.

El crecimiento desmedido de nuestras ciudades está produciendo una pérdida de espacios verdes y de biodiversidad, provocando a su vez un aumento de temperatura, como consecuencia de la absorción de la energía solar por parte de los edificios (fenómeno conocido como "isla de calor") y un aumento del riesgo de inundaciones como consecuencia de la impermeabilización del suelo.

Las cubiertas vegetales desempeñan un papel importante en la mejora del microclima urbano mitigando estos problemas. Atenúan el efecto de la isla de calor, promueven la biodiversidad (siempre y cuando se utilicen diferentes especies autóctonas) y aumentan la superficie de almacenamiento de agua, que irá drenando de manera más lenta y diferida en el tiempo.

Además de las cuestiones estéticas, los techos verdes surgen principalmente relacionados con cuestiones medioambientales y energéticas. Se componen de vegetación, sustrato, impermeabilización, aislamiento y elemento portante. El aire, el agua retenida por la vegetación y el sustrato tienen una influencia significativa en la mejora del aislamiento térmico y en la atenuación de las oscilaciones térmicas.

La vegetación utilizada para los techos verdes debe ser elegida en función de las condiciones climáticas y de las características físicas del edificio. La vegetación presenta características muy específicas en función de la especie en cuestión. Por tanto deberán tenerse en cuenta, entre otras, variables como el tiempo de crecimiento, la necesidad de luz y la exposición al sol, la necesidad de regado, el tipo de suelo y sustrato, la resistencia al viento, las necesidades de la poda, el tipo de hoja, el tipo de flor y la profundidad de las raíces.

La integración y armonía con la naturaleza de las cubiertas verdes nos produce un efecto tranquilizador y nos hace reflexionar sobre el respeto por el medio ambiente.

8.1. CUBIERTA VEGETAL EXTENSIVA EN CONTINUACIÓN CON EL TERRENO NATURAL

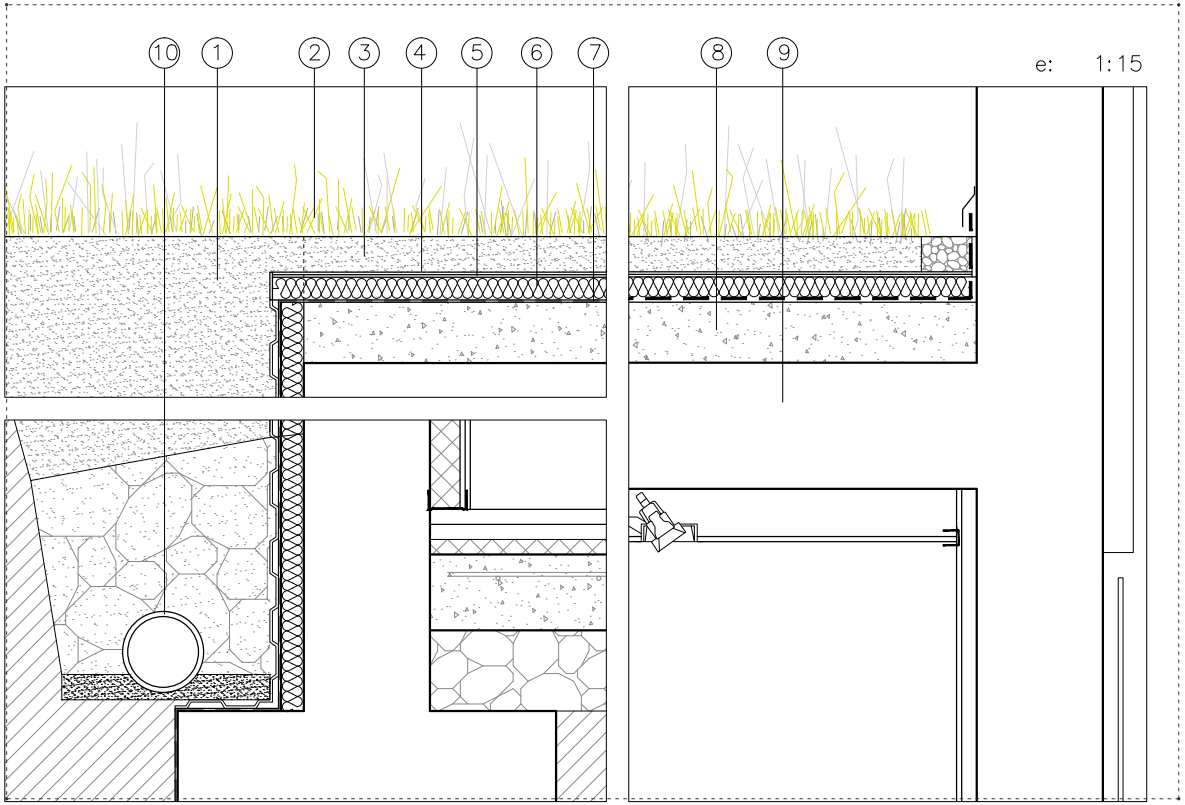
8.2. CUBIERTA VEGETAL EXTENSIVA AISLADA

8.3. CUBIERTA INTENSIVA

8.4. CUBIERTA VEGETAL ALJIBE

8.1. CUB. VEG. EXTENSIVA EN CONTINUACIÓN CON EL TERRENO NATURAL

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

La cubierta vegetal extensiva es un revestimiento ligero compuesto por un sustrato fino, de menos de 15 cm de espesor, en el que se usan plantas de pequeño porte tales como hierbas o musgos. No suelen ser accesibles al público y requieren poco mantenimiento y casi nula irrigación.

Son las más utilizadas en edificios ya que su mantenimiento es mínimo, añaden poca carga adicional sobre la estructura y el coste de instalación es bajo. Son una alternativa muy razonable para grandes superficies en las que se pueden desarrollar plantas de manera espontánea.

En esta alternativa de sistema la cubierta se plantea como continuación de un terreno natural prediciendo una mayor integración paisajística.

RECOMENDACIONES

Hay que prestar un especial cuidado en la ejecución y mantener una buena planificación para evitar problemas futuros tales como fugas, daños estructurales o vegetación podrida.

Las especies vegetales deberán elegirse con criterios de xerojardinería, es decir, especies locales de bajo mantenimiento con buena adaptabilidad estacional.

COMPONENTES

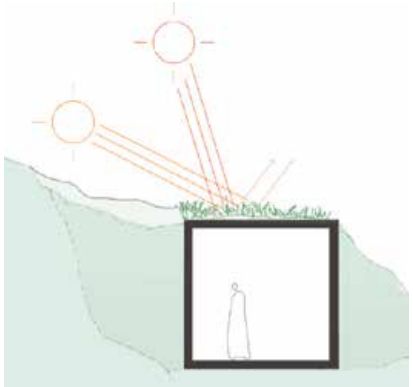
1. Terreno natural
2. Especies vegetales locales de bajo mantenimiento
3. Tierra vegetal e=70-150 mm
4. Separador (filtro de polipropileno o pliéster)
5. Capa drenante y membrana resistente a las raíces
6. Aislamiento de placas rígidas de poliestireno extrusionado o similar, e=50-100 mm
7. Impermeabilización de pintura de poliester armada con fibra de vidrio
8. Hormigón de pendientes e=25-120mm
9. Estructura portante
10. Tubo drenante

COEFICIENTES

Absortancia solar	0.3 - 0.9
Transmitancia térmica	0.39 - 0.51
Coeficiente reductor evapotranspiración	0 - 1
Espesor cubierta [m.]	0.50 - 0.65
Irradiación solar evitada kWh/m2mes	0.45 - 231,4

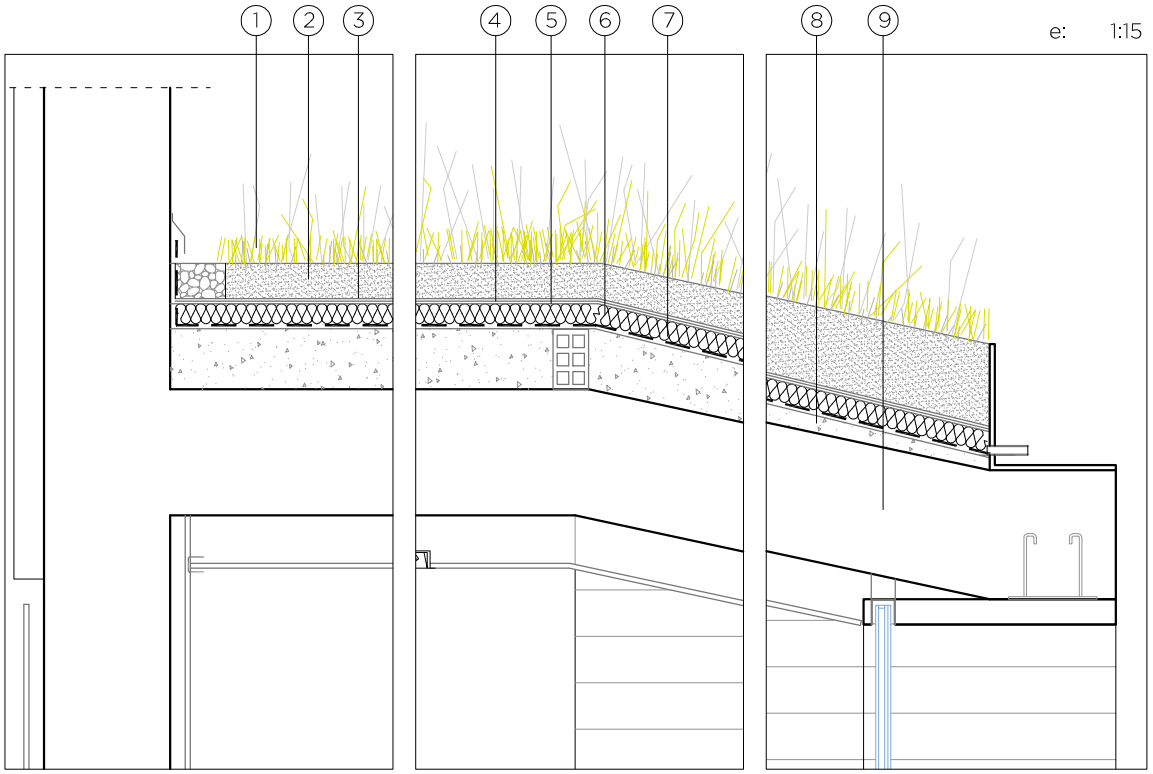
ESTIMACIÓN COSTE

59,27 – 86,77 €/m2



8.2. CUBIERTA VEGETAL EXTENSIVA ELEVADA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

A diferencia de la alternativa anterior (en continuidad con el terreno), ésta se plantea como solución para una cubierta aislada o exenta, que es el caso más frecuente en nuestras ciudades. Se trata de una cubierta extensiva y tiene por tanto las mismas características que la anterior: sustrato con espesor menor a 15 cm. con plantas de bajo porte, accesible al público y con requerimientos de mantenimiento y riego escasos.

Las capas de tierra y drenaje además de ser suficientes para la vida vegetal y la protección de la impermeabilización, deberán dimensionarse de acuerdo a los cálculos de inercia y amortiguamiento térmico.

RECOMENDACIONES

Aunque se trata de la solución de una cubierta de bajo mantenimiento, habrá que prever una toma de agua y una vía de acceso para el mantenimiento periódico.

Habrá que prestar un especial cuidado en la ejecución y mantener una buena planificación para evitar problemas futuros tales como fugas, daños estructurales o vegetación podrida.

Las especies vegetales deberán elegirse con criterios de xerojardinería, es decir, especies locales de bajo mantenimiento con buena adaptabilidad estacional.

COMPONENTES

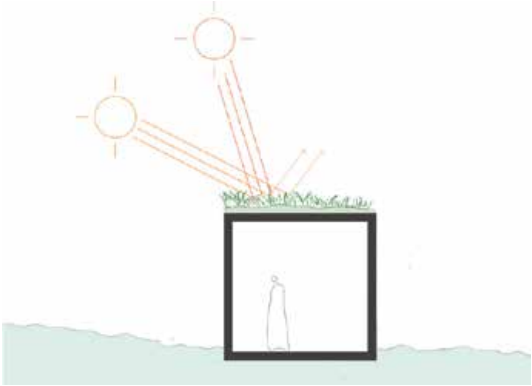
1. Especies vegetales locales de bajo mantenimiento
2. Tierra vegetal e=70-150 mm
3. Separador (filtro de polipropileno o pliéster)
4. Capa drenante (placa sintética rígida, áridos de canto rodado o arcilla expandida
5. Membrana resistente a las raices
6. Aislamiento de placas rígidas de poliestireno extrusionado o similar, e=50-100 mm
7. Impermeabilización de pintura de poliester armada con fibra de vidrio
8. Hormigón de pendientes e=25-120mm
9. Forjado de losa de hormigón armado

COEFICIENTES

Absortancia solar	0.3 - 0.9
Transmitancia térmica	0.39 - 0.51
Coeficiente reductor evapotranspiración	0 - 1
Espesor cubierta [m.]	0.50 - 0.65
Irradiación solar evitada kWh/m2mes	0.45 - 231,4

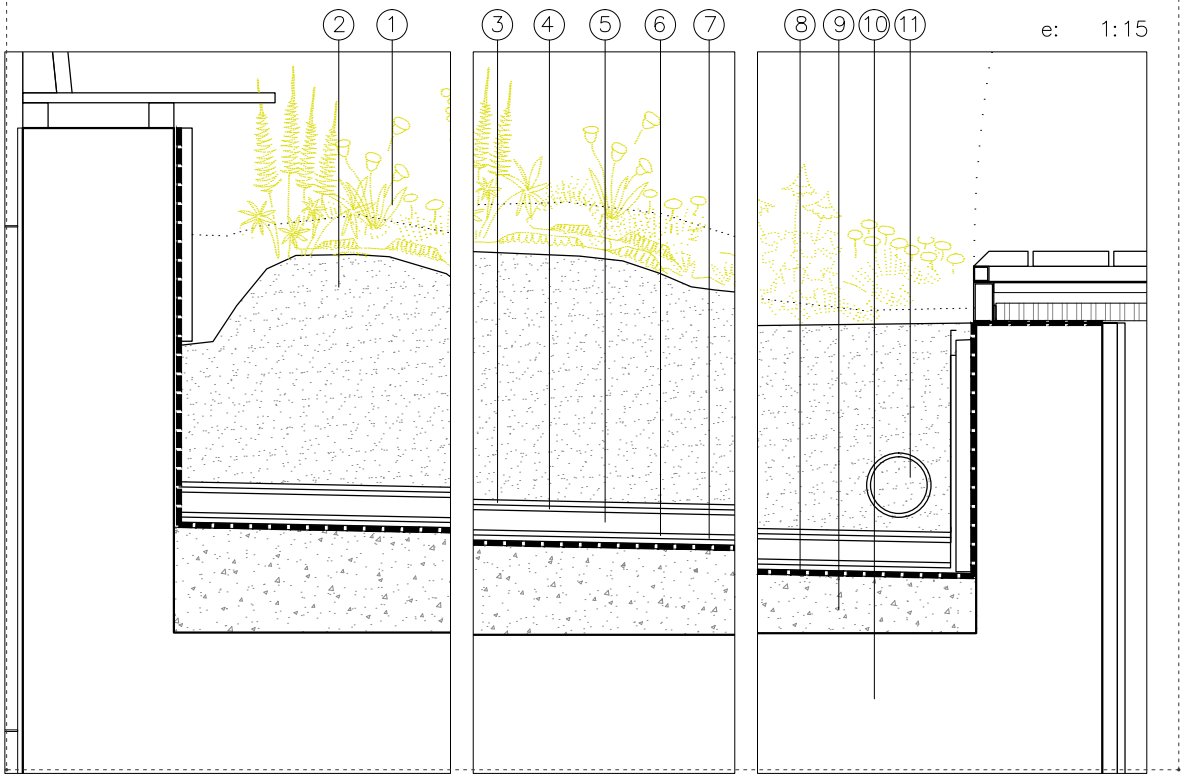
ESTIMACIÓN COSTE

74,33 – 89,20 €/m2



8.3. CUBIERTA INTENSIVA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

Las cubiertas intensivas son más pesadas que las extensivas, son generalmente accesibles al público y cuentan con capas de sustrato mayores, con espesores mayores de 15 cm. Gracias a ello permiten utilizar una gran variedad de especies de plantas de tamaño medio, arbustos, arboles, etc. Este tipo de cubiertas requieren un mantenimiento regular y sistemas de riego.

Como tienen mayor peso que las intensivas, la estructura tiene que estar correctamente dimensionada. La capa de sustrato, además de contribuir a la maximización del aislamiento térmico de la cobertura, protege la capa de impermeabilización de los agentes externos.

Los techos intensivos son más caros que los extensivos, tanto en la instalación inicial como en la fase de explotación, pero como se trata de espacios accesibles para el público, puede compensar la inversión. Además de sus propiedades aislantes la vegetación existente en esta cubierta producirá refrescamiento en los usuarios gracias al efecto de la evapotranspiración.

RECOMENDACIONES

Puesto que estas cubiertas acogerán plantas de mayor tamaño y será más difícil su reparación, habrá que tener todavía más cuidado en la ejecución de la impermeabilización y colocar capas anti-raíces de buena calidad para evitar daños. Habrá que tener especial cuidado en la selección de plantas para escoger aquellas especies que puedan causar menores daños al sistema constructivo o tengan menor consumo de agua.

COMPONENTES

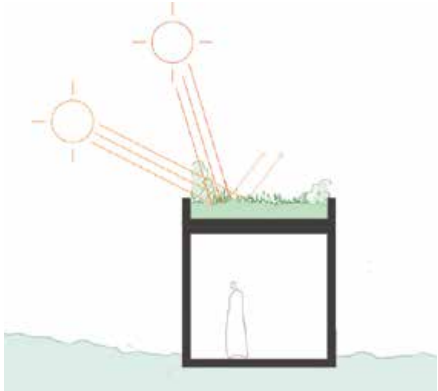
1. Plantas para ajardinamiento
2. Tierra vegetal procedente de terreno original (>40 cm.)
3. Malla de reparto de cargas (tipo Zincolit o similar)
4. Fieltro geotextil filtrante
5. Capa drenante (tipo floradrain FD40 o similar)
6. Manta protectora y retenedora
7. Lámina antirraíces
8. Impermeabilización de pintura reforzada con fibra de vidrio (dos manos)
9. Hormigón ligero de formación de pendientes
10. Forjado
11. Tubo de drenaje

COEFICIENTES

Absortancia solar	0.3 - 0.9
Transmitancia térmica	0.39 - 0.51
Coeficiente reductor evapotranspiración	0 - 1
Espesor cubierta [m.]	0.50 - 0.65
Irradiación solar evitada kWh/m2mes	0.45 - 231,4

ESTIMACIÓN COSTE

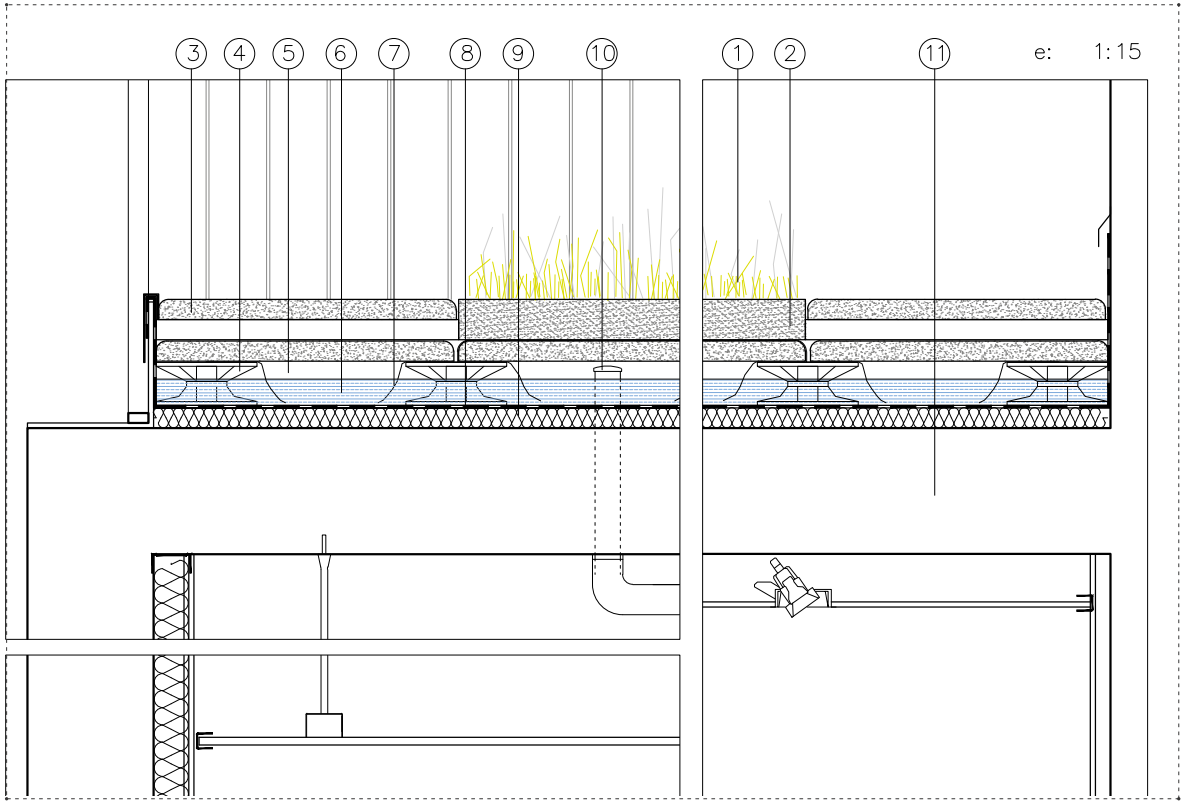
135,46 – 147,40 €/m2



Unión Europea FEDER Invertimos en su futuro
biourb
EREN
Junta de Castilla y León

8.4. CUBIERTA VEGETAL ALJIBE

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN

El sistema de cubierta vegetal aljibe es un sistema de cubierta invertida y ajardinada extensiva, que prevé el almacenaje de agua de forma permanente con el fin de abastecer de forma autónoma a la vegetación. De esta manera cumple una cuádruple función de almacenamiento y regulación de agua, aislamiento térmico, sombreamiento mediante la vegetación y refrescamiento por evapotranspiración.

La capa de sustrato está colocada sobre una losa de hormigón poroso (filtrón), apoyada sobre plots. El sistema cuenta con un fieltro absorbente que está en contacto por un lado con el sustrato, por encima de la losa de hormigón, y por otro con la lámina de agua. De esta manera se mantiene la irrigación continua del sustrato optimizando el uso del agua.

RECOMENDACIONES

Hay que proveer a la cubierta con rebosaderos para la evacuación del agua en días de excesiva lluvia, así como de un sistema de recarga automática para mantener un nivel mínimo de agua en épocas de sequía.

Al tratarse de una cubierta inundable habrá que tener especial cuidado en la ejecución de la impermeabilización así como realizar las correspondientes pruebas de estanqueidad.

Deberán elegirse especies vegetales, mediante criterios de xerojardinería, adecuadas para las condiciones concretas del sistema.

COMPONENTES

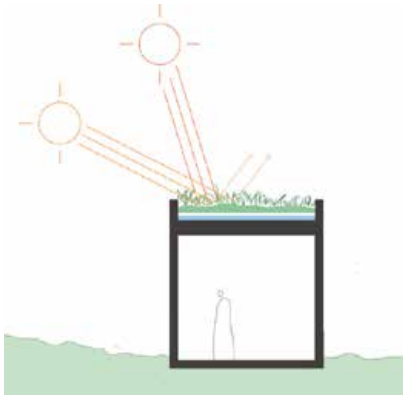
1. Especies vegetales locales de bajo mantenimiento
2. Tierra vegetal o sustrato ecológico e=70-150 mm
3. Losa de hormigón poroso (filtrón)
4. Soportes regulables
5. Cámara de aire
6. Lámina de agua
7. Fieltro absorvente
8. Membrana impermeable resistente a raices
9. Aislamiento de placas rígidas de poliestireno extrusionado o similar, e=50-100 mm
10. Rebosadero
11. Forjado

COEFICIENTES

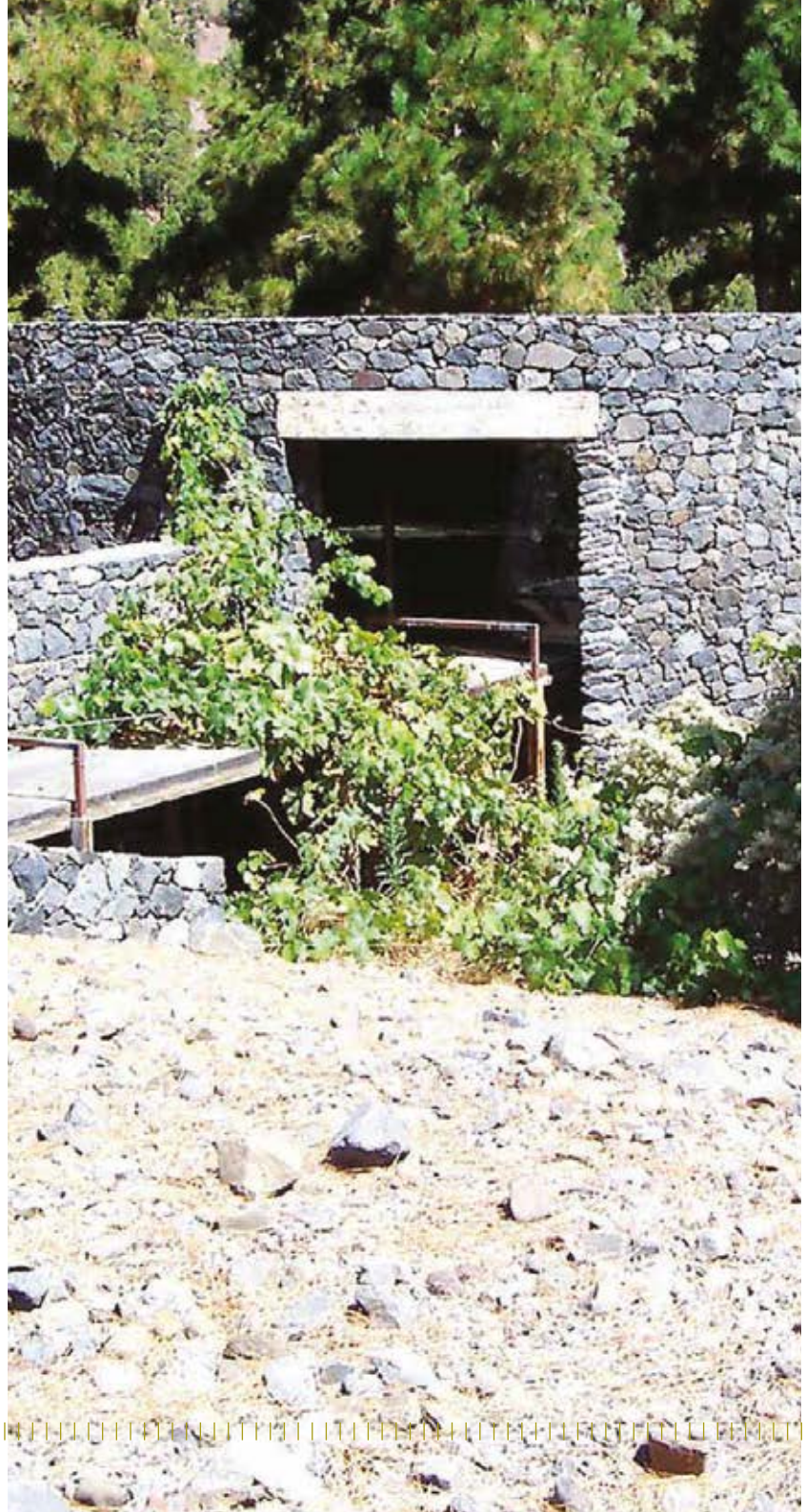
Absortancia solar	0.3 - 0.9
Transmitancia térmica	0.39 - 0.51
Coeficiente reductor evapotranspiración	0 - 1
Espesor cubierta [m.]	0.50 - 0.65
Irradiación solar evitada kWh/m2mes	0.45 - 231,4

ESTIMACIÓN COSTE

156,77 – 169,71 €/m2



9. PARED VEGETAL



9. PARED VEGETAL

En edificación bioclimática, se entiende por muro vegetal cualquier elemento de este tipo próximo a un cerramiento exterior del edificio que se interpone total o parcialmente entre la irradiación solar y el propio cerramiento, evitando así que una parte importante de la radiación incida sobre el mismo y disminuyendo la entrada de calor hacia el interior del edificio debido a este fenómeno.

Todas las estructuras de fachadas vegetales se colocan de manera independiente a la envolvente del edificio en cuestión, y sirven para que las plantas se desarrollen y crezcan cubriendo los paramentos del edificio, pero sin llegar a asociarse a la superficie del mismo.

Por otro lado el resto de fachadas están compuestas por paneles prevegetados, módulos verticales o fieltros geotextiles plantados y fijados a la envolvente mediante marcos estructurales. Por lo que el sistema en este caso, forma parte de la envolvente del edificio, sustentando y conteniendo la vegetación, con plantas realmente plantadas que crecen en el sistema.

En la región transfronteriza están constituidas generalmente por fachadas vegetales tradicionales, las plantas crecen desde el suelo donde tienen sus raíces. Las plantas utilizan una superficie vertical, como una pared, para apoyarse, pero no reciben ningún tipo de humedad y nutrientes de ella. Los ejemplos más comunes incluyen a los edificios cubiertos de hiedra.

Durante los meses de verano las plantas pueden dar sombra a las fachadas con sol y proporcionar una refrigeración de los edificios debido a la evapotranspiración. Esto conduce a una reducción en la temperatura máxima de la pared, que a su vez ayuda a reducir el sobrecalentamiento solar del edificio. Esta es más efectiva en fachadas orientadas al sur que están al sol durante la mayor parte del día, y las del oeste con exposición de tarde. En el invierno, las plantas pueden proporcionar aislamiento (en función del espesor) mediante el mantenimiento de una capa de aire entre la planta y la pared, lo que reduce la convección en la superficie de la pared.

Además cabe destacar que las fachadas vegetales pueden también desempeñar un papel en la reducción de la contaminación atmosférica, atrapando las partículas y la concentración de determinados contaminantes en sus tejidos.

9.1. PARED VEGETAL EXTENSIVA DE DOBLE PIEL

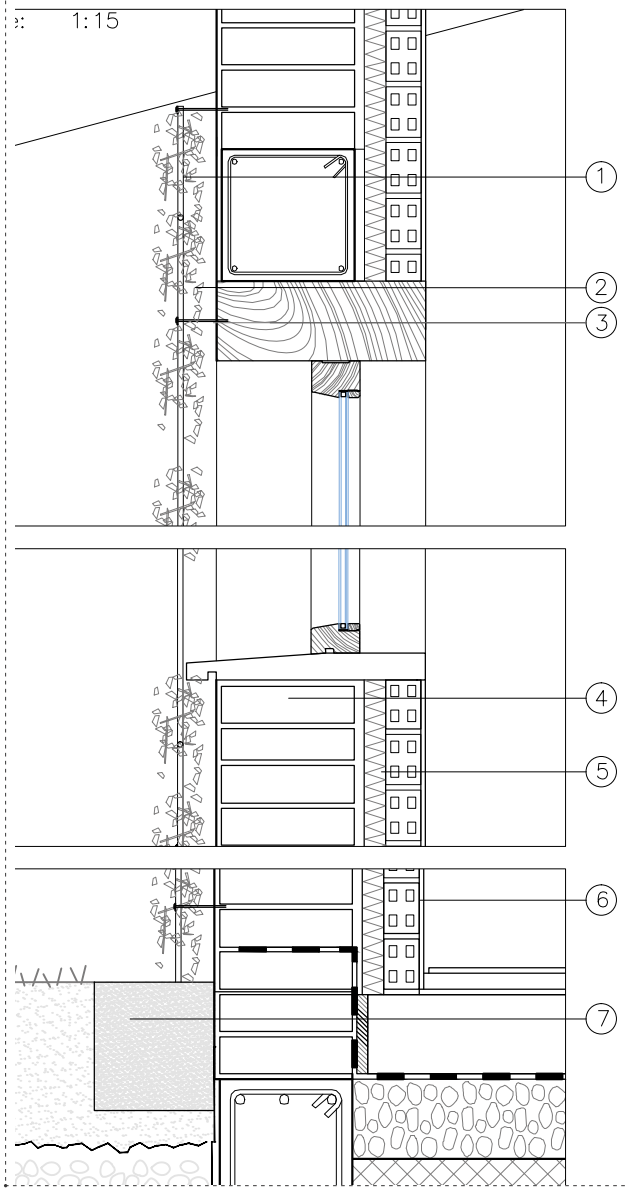
9.2. PARED VEGETAL MODULAR DIRECTA

9.3. PARED VEGETAL MODULAR CON CÁMARA DE AIRE

9.4. PARED VEGETAL SIN SUSTRATO

9.1. PARED VEGETAL EXTENSIVA DE DOBLE PIEL

DETALLE CONSTRUCTIVO



COMPONENTES

1. Sistema de cables en forma de rombos o enrejado rectangular
2. Vegetación de plantas trepadoras
3. Anclajes de acero inoxidable al muro de ladrillo, piedra, termoarcilla,..
4. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
5. Aislamiento térmico por el interior
6. Trasdosado de LHD con enlucido y guarnecido de yeso al interior
7. Maceta en el terreno para alojar tierra vegetal

COEFICIENTES

Absortancia solar		0.3 - 0.9
Transmitancia térmica [W/m2K]		(existente)
Porcentaje mensual de cobertura		30 - 90
Espesor del cerramiento/cubierta (m)		0.34 - 0.60
Factor corrector por orientación	Sur	0.85
	Este	0.65
	Oeste	1.10
	Norte	0.85

ESTIMACIÓN COSTE

54,55 – 75,31 €/m2

DESCRIPCIÓN

Este sistema está basado en las fachadas vegetales tradicionales, pero con la diferencia que se utilizan superficies verticales, como enrejado de acero inoxidable, alambres, mallas con dos disposiciones más diferenciadas, la ortogonal o bien formando rombos.

Sirve como apoyo estructural para el crecimiento de las plantas. El objetivo es crear una segunda piel o pantalla entre la piel del edificio y el ambiente exterior.

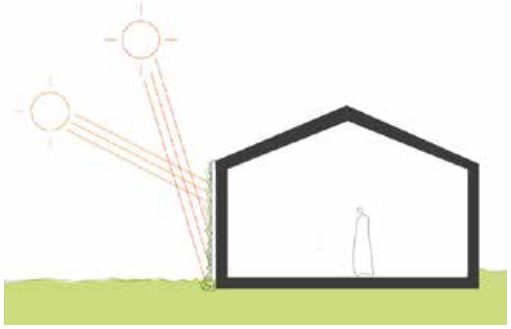
El sistema de acero inoxidable es altamente resistente a la corrosión, requiere poco mantenimiento, posee un largo ciclo de uso y es 100% reciclable.

RECOMENDACIONES / VENTAJAS

Aunque hay que realizar podas periódicas de las enredaderas, el mantenimiento de este sistema comparado con otros sistemas es relativamente barato. Estos sistemas pueden incorporar el riego por goteo vertical, sensores y monitorización remota, que permite el riego automáticamente cuando es necesario. Los cables y los accesorios al estar realizados en acero inoxidable son resistente a la intemperie.

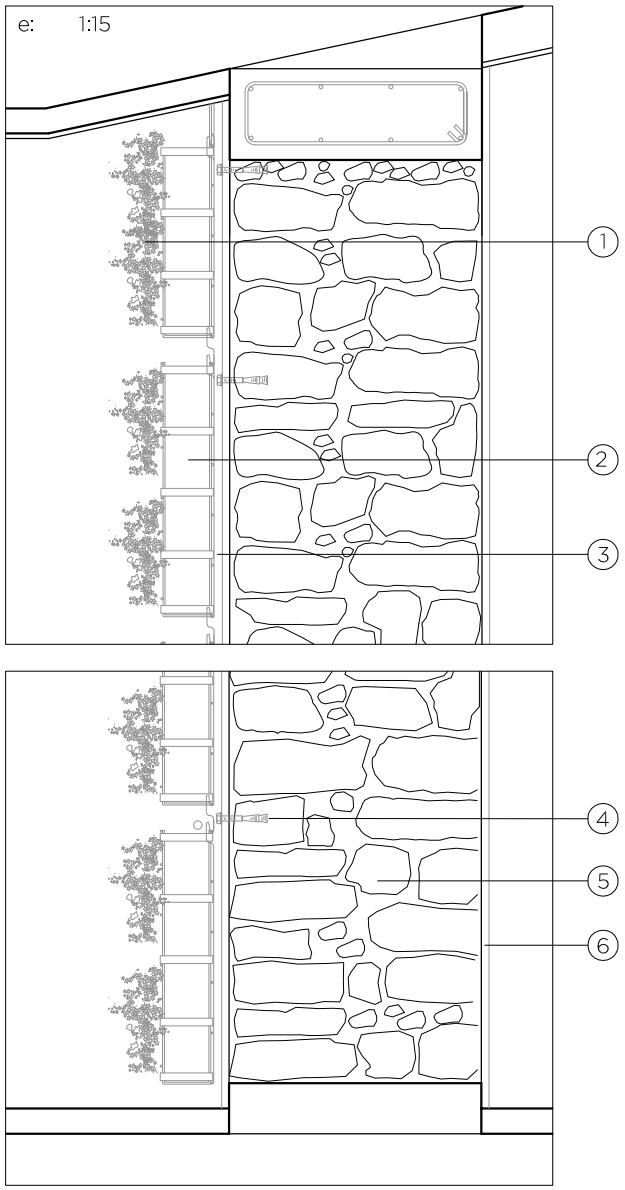
Es un sistema fácil de instalar y montar, flexible y ajustable en lo que respecta a las diferentes especies de plantas y las cargas mecánicas previstas.

Se recomienda realizar este tipo de fachadas en las orientaciones sur y oeste, con mayor exigencia en condiciones de verano por la incidencia solar directa.



9.2. PARED VEGETAL MODULAR DIRECTA

DETALLE CONSTRUCTIVO



COMPONENTES

1. Vegetación autóctona (tipo Sedum, predominantemente)
2. Paneles vegetados modulares, aprox. 60x60 cm
3. Estructura metálica de anclaje al muro de ladrillo, piedra, termoarcilla,...
4. Anclaje vertical encajado en el muro
5. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
6. Enlucido y guarnecido de yeso o trasdosado de pladur al interior

COEFICIENTES

Absortancia solar	0.3 - 0.9
Transmitancia térmica [W/m2K]	0.37 - 0.48
Porcentaje mensual de cobertura	30 - 90
Espesor del cerramiento/cubierta (m)	0.32 - 0.65
Factor corrector orientación	Ficha 9.1

ESTIMACIÓN COSTE

285,59 – 342,71 €/m2

DESCRIPCIÓN

La fachada de paneles vegetados se compone de módulos de 60 x 60 cm en cajas metálicas con base de poliestireno extruido. Son fácilmente desmontables a través de una sencilla estructura metálica de anclaje, complementada por un soporte vertical alojado en el cerramiento.

El riego por goteo es automático y consiste en aplicar pequeñas cantidades de agua en zonas localizadas. Se compone de tuberías de distribución de polipropileno (tubos gotero 16 mm de diámetro); de las que, mediante conexiones tipo injerto, se obtienen salidas de microtubo de 4 mm, ubicados en la parte superior de cada panel vegetal.

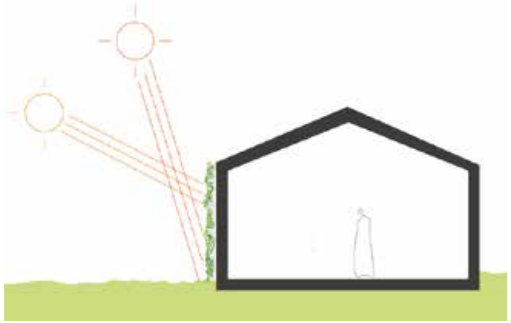
RECOMENDACIONES / VENTAJAS

Con este tipo de sistema se pueden utilizar plantas ya desarrolladas por lo que se pueden sustituir plantas dañadas muertas sin esperar a que se desarrollen en la fachada.

Este sistema presenta unos buenos beneficios ecológicos como son el aislamiento acústico y térmico, protección de edificios y gestión de aguas.

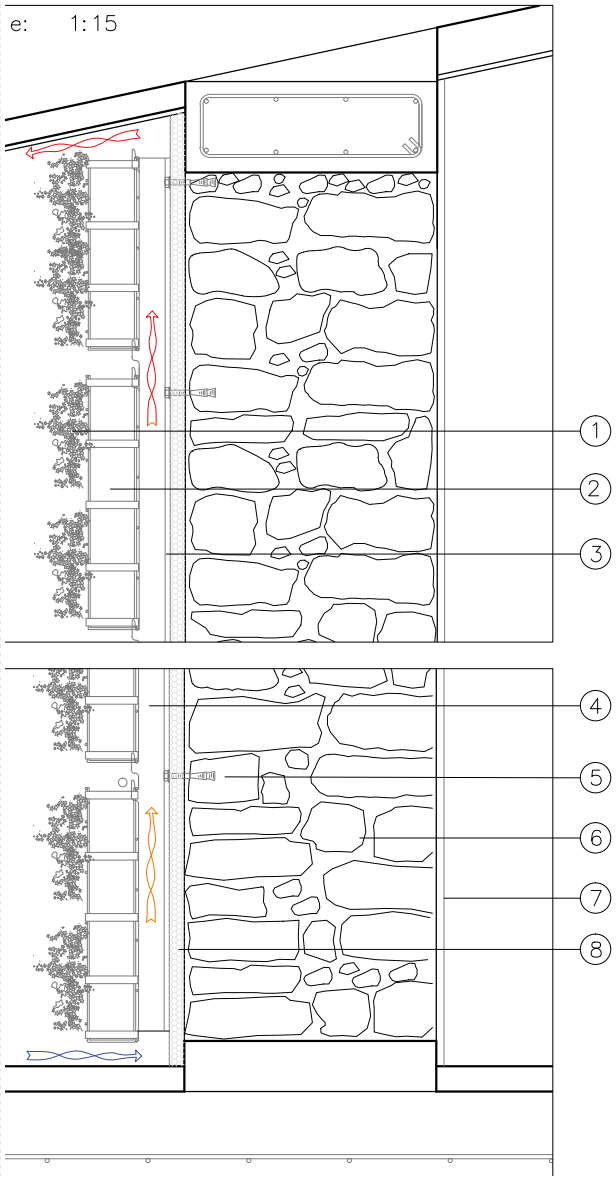
Los hongos y bacterias incluidas en el sustrato actúan sobre la contaminación, pues aprovechan o metabolizan las distintas partículas y los metales pesados.

Se recomienda realizar este tipo de fachadas en las orientaciones sur y oeste, más exigidas en condiciones de verano por la incidencia solar directa.



9.3. PARED VEGETAL MODULAR CON CÁMARA DE AIRE

DETALLE CONSTRUCTIVO



COMPONENTES

1. Vegetación autóctona (tipo Sedum, predominantemente)
2. Paneles vegetados modulares, aprox. 60x60 cm
3. Estructura metálica de anclaje al muro de ladrillo, piedra, termoarcilla,...
4. Cámara de aire 50-80 mm
5. Anclaje vertical encajado en el muro
6. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
7. Enlucido y guarnecido de yeso o trasdosado de pladur al interior
8. Aislamiento exterior

RECOMENDACIONES / VENTAJAS

Presenta beneficios ecológicos como son el aislamiento acústico y térmico, protección de edificios y gestión de aguas.

Los hongos y bacterias incluidas en el sustrato actúan sobre la contaminación, pues aprovechan o metabolizan las distintas partículas y los metales pesados.

Se recomienda realizar este tipo de fachadas en las orientaciones sur y oeste, más exigidas en condiciones de verano por la incidencia solar directa.

COEFICIENTES

Absortancia solar	0.3 - 0.9
Transmitancia térmica [W/m2K]	0.42 - 0.62
Porcentaje mensual de cobertura	30 - 90
Espesor del cerramiento/cubierta (m)	0.40 - 0.72
Factor correción orientación	Ficha 9.1

ESTIMACIÓN COSTE

299,14 – 358,97 €/m2

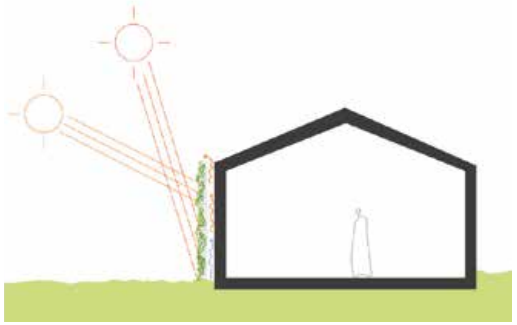
DESCRIPCIÓN

La fachada de paneles vegetados se compone de módulos de 60 x 60 cm en cajas metálicas con base de poliestireno extruido. Son fácilmente desmontables a través de una sencilla estructura metálica de anclaje, complementada por un soporte vertical alojado en el cerramiento. A fin de optimizar energéticamente la fachada, una cámara de aire de 50-80 mm se incluye entre los paneles vegetales y la capa de aislante fijada en la superficie más exterior del muro.

Durante los meses fríos, se produce una menor dispersión del calor; mientras que en verano, la corriente que se produce en la cámara evita que se genere un recalentamiento del cerramiento y, por consiguiente, un aumento de la temperatura interior. El aislamiento tras los paneles optimiza el aprovechamiento de la masa portante, evita humedades y reduce las condensaciones intersticiales evitando la aparición de puentes térmicos.

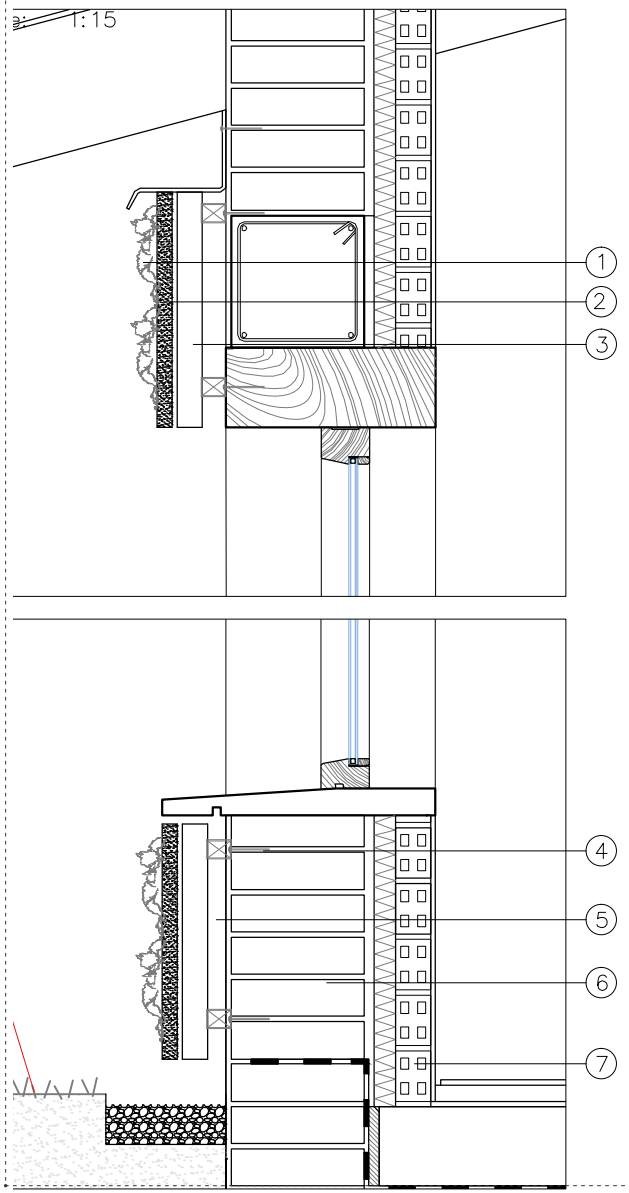
Las especies vegetales que se aplican son principalmente autóctonas. El riego es por goteo y está constituido por tuberías de 16 mm ubicadas en la parte superior de cada panel vegetal.

Con este tipo de sistema se pueden utilizar plantas ya desarrolladas por lo que se pueden sustituir plantas muertas sin tener que esperar luego a que se desarrolle en la fachada.



9.4. PARED VEGETAL SIN SUSTRATO

DETALLE CONSTRUCTIVO



COMPONENTES

1. Vegetación autóctona (independientes unas de otras)
2. Capa superior de polifieltro fitorgenerante de 3 mm de espesor
3. Panel aminoplástico de 10 mm de espesor
4. Tornillería de acero inoxidable de 5 mm y taco
5. Enrastrelado de aluminio de 40x20x2 mm sobre fachada previemente impermeabilizada
6. Muro con inercia (mampostería de piedra o fábrica de ladrillo, adobe, BTC, etc.)
7. Trasdosado de ladrillo hueco doble con enlucido y guarnecido de yeso al interior

COEFICIENTES

Absortancia solar	0.3 - 0.9
Transmitancia térmica [W/m2K]	0.50 - 0.68
Porcentaje mensual de cobertura	30 - 90
Espesor del cerramiento/cubierta (m)	0.40 - 0.55
Factor corrector orientación	Ficha 9.1

ESTIMACIÓN COSTE

320,59 – 384,71 €/m2

DESCRIPCIÓN

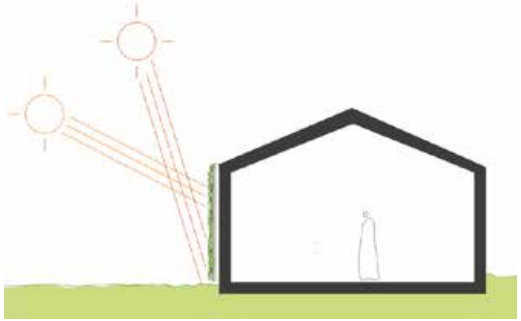
Este tipo de sistemas consiste en la instalación de unas láminas donde se propicia el crecimiento vegetal y un sistema de riego con agua totalmente automatizada y con capacidad de recirculación de agua. Para la colocación de las láminas será necesario la instalación de un enrastrelado de aluminio de 40x20x2 mm sobre la fachada previamente impermeabilizada. Dicho enrastrelado estará sujetado mediante tornillería de acero inoxidable de 5 mm y taco, posteriormente se colocará una capa de panel aminoplástico de 10 mm de espesor sujetada mediante remaches de aluminio de alta tracción cada 40 cm y capa superior de polifieltro fitogenerante de 3 mm de espesor. Sobre todo este conjunto se realizará la plantación de especies acorde al lugar y climatología local.

RECOMENDACIONES / VENTAJAS

Estos tipos de sistemas son los más ligeros del mercado, unos 30Kg/m2, frente a los 150 Kg/m2 de los otros sistemas. Son plantas independientes cada una de ellas ubicadas en una especie de bolsitas creadas en el fieltro permitiendo por tanto la sustitución individual de cada una.

En un sistema de cultivo hidropónico se elimina la tierra de las plantas ya que estas son alimentadas mediante fertilizantes incluidos dentro del riego, evitando la aparición de insectos por la inclusión en el goteo de productos naturales que evitan su aparición.

Se recomienda realizar este tipo de fachadas en las orientaciones sur y oeste, más exigidas en condiciones de verano por la incidencia solar directa.



10. REFRIGERACIÓN EVAPORATIVA

23

10. REFRIGERACIÓN EVAPORATIVA

El enfriamiento evaporativo o latente es un enfriamiento adiabático, es decir, sin alterar el cómputo total de energía de un ambiente, sino simplemente utilizando parte de la energía sensible del aire y los paramentos para evaporar el agua, energía que se mantiene en el ambiente en el calor de vaporización necesario para este proceso y que se recupera cuando se invierte el fenómeno.

Para evaporar un gramo de agua son necesarios 2424 J, que, aplicados a un metro cúbico de aire son suficientes para bajar su temperatura 2,2º C. La efectividad del enfriamiento evaporativo es muy alta, pero tiene también grandes limitaciones: es necesario un ambiente suficientemente seco y exponer el agua a una corriente de aire como ocurre en casos como en una lámina de agua, una cubierta inundable,...

Evaporar un gramo por segundo representa generar una potencia de enfriamiento de 1 g/s = 2424 J/s = 2424 W (2,42 kW de potencia de enfriamiento). En un local con una carga de refrigeración de 100W/m2 esa potencia cubriría una superficie reducida de 24 m2, pero si el local estuviera protegido del sobrecalentamiento y se hubiera podido reducir su carga solamente 40 W/m2, esa misma potencia cubriría una superficie de 60 m2, lo que nos indica que la efectividad de los sistemas casi siempre es función del edificio al que se quiere aplicar.

El empleo de vegetación es también muy adecuado, ya que no solo sirve para evaporar el agua a través de las hojas, sino que, incluso, se encarga de aportar el agua a través de su sistema de raíces. Un árbol es capaz de evaporar 500 kg de agua al año por cada metro cuadrado de superficie exterior; eso supone 1212 MJ/m2 y año, que equivale a una potencia de enfriamiento medio de 40 W/m2 de superficie vegetal.

10.1. LÁMINA DE AGUA / CUBIERTA INUNDABLE

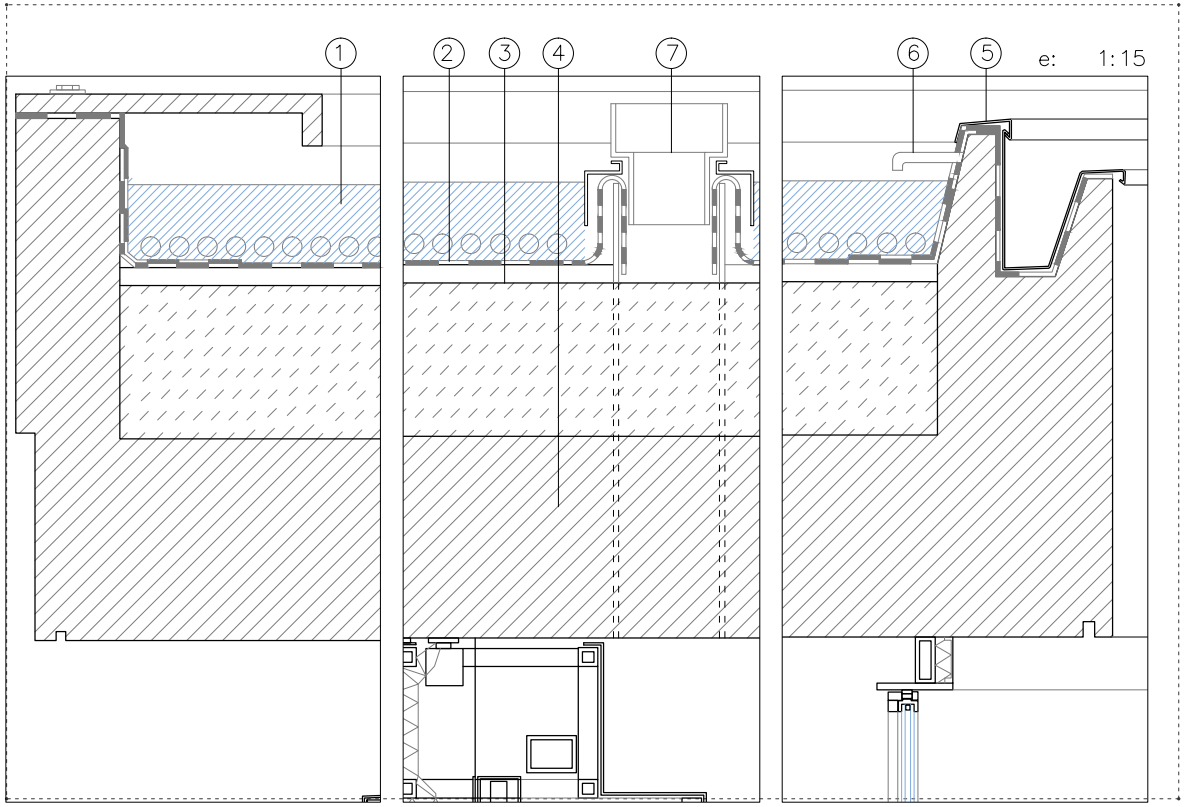
10.2. CELOSÍA CERÁMICA HUMEDECIDA EN HUECO

10.3. EMPARRADO / CELOSÍA CON DIFUSOR DE AGUA

10.4. MACETA CON DIFUSOR BAJO VENTANA

10.1. LÁMINA DE AGUA / CUBIERTA INUNDABLE

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN / RECOMENDACIONES

Estanques

El empleo de fuentes, estanques o vegetación es aplicable al ambiente exterior, pero no hay que olvidar que el calor que se siente en el interior del edificio es consecuencia de las características microclimáticas que rodean el edificio. Un edificio rodeado de vegetación que lo sombree y que baje la temperatura del suelo y del aire, seguramente no tendrá grandes necesidades de refrigeración.

Técnicamente, para que el agua se evapore bien es necesario alcanzar un nivel de pulverización alto; se evapora muy bien el agua de un surtidor y mucho peor la de un estanque. El empleo de vegetación es también muy adecuado, ya que no solo sirve para evaporar el agua a través de las hojas, sino que, incluso, se encarga de aportar el agua a través de su sistema de raíces.

Cubierta fría

La superficie más adecuada para radiar hacia la bóveda celeste es un techo plano. Las superficies más emisivas en el infrarrojo serán las más adecuadas. Las emitancias más altas, del orden de 0,90 a 0,98, se obtienen casi con cualquier tipo de superficie o acabado, con excepción de los acabados plateados o espejados, en los que puede bajar hasta el 0,05, o los metálicos pulidos que alcanzan 0,25.

Para aprovechar la radiación nocturna durante el resto del día es necesario utilizar una sustancia donde acumular el frío obtenido. Lo más sencillo suele ser agua confinada en bolsas negras y dispuestas sobre la cubierta.

COMPONENTES

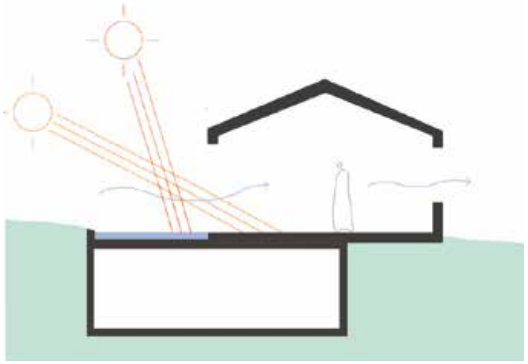
1. Agua con lecho de grava 10mm
2. Lámina impermeabilizante
3. Mortero de nivelación+Hormigón aireado
4. Forjado de cubierta
5. Chapa de remate acero inoxidable
6. Válvula de llenado
7. Desagüe para vaciado y limpieza

COEFICIENTES

Absortancia cubierta	0,80 - 0,90
Transmitancia térmica [W/m2K]	0,86 - 1,05
Espesor cubierta [m.]	0,80 - 1,00

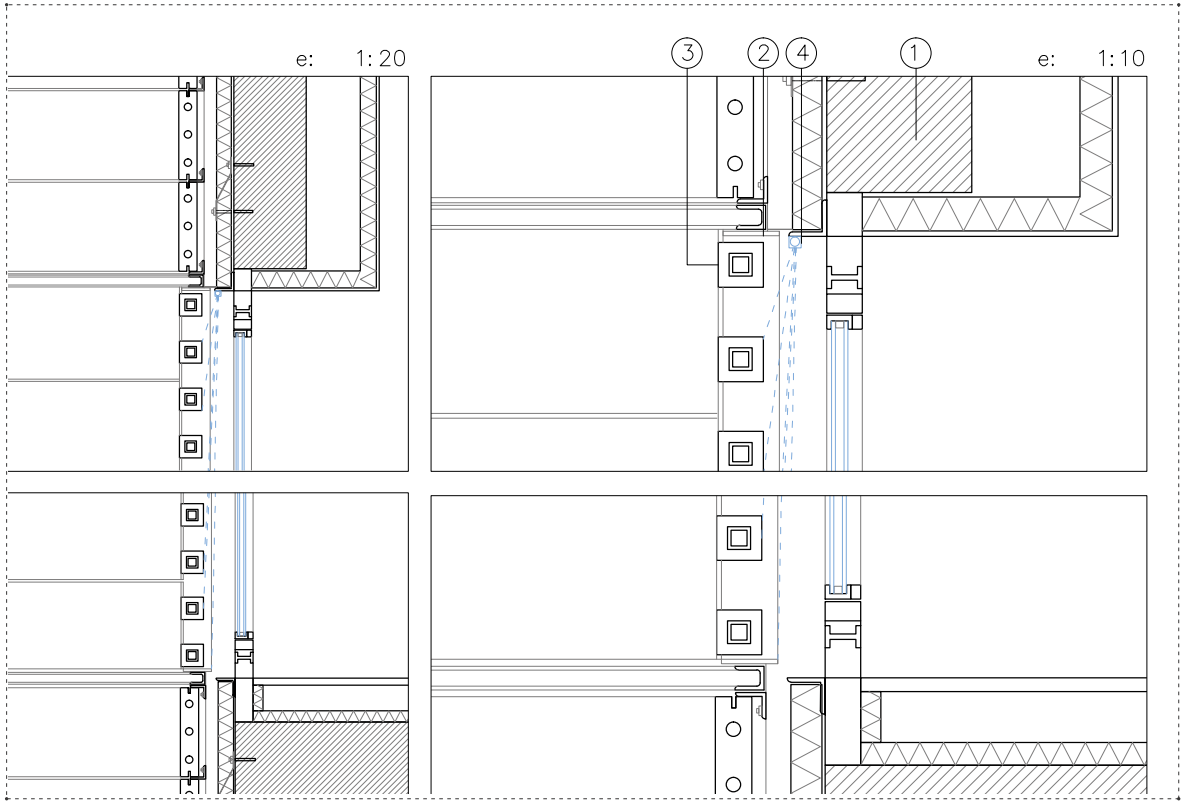
ESTIMACIÓN COSTE

70,97 – 92,26 €/m2



10.2. CELOSÍA CERÁMICA HUMEDECIDA EN HUECO

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN / RECOMENDACIONES

El acondicionamiento mediante enfriamiento evaporativo implica, o bien pulverizar agua líquida en el aire o bien forzar al aire a circular en contacto con agua. Los soportes generadores del "microclima" consisten en una celosía cerámica bien cilíndrica o rectangular hueca (situada frente a los huecos de ventana) de material poroso que es continuamente humedecida. El aire que entra en contacto con la cerámica disminuye su temperatura y aumenta su humedad.

La pared cerámica intercambia calor y humedad con el aire tanto por su superficie exterior como por la interior, si bien interiormente el intercambio será normalmente superior al existir permanentemente un flujo forzado que recorre la superficie interior del cilindro.

RECOMENDACIONES

Se ha elegido la cerámica como elemento exterior de la celosía, por su porosidad y resistencia, su escasa huella ecológica (se puede realizar con productos reciclados o de deshecho) y su carácter tradicional dentro de la arquitectura popular española.

Se supone la geometría simplificada del detalle adjunto. Se recomienda que ambas superficies de la cerámica estén completamente mojadas, además de la inercia térmica correspondiente a la masa del pilar.

Aparte de todo ello, hay que fijarse en la direcciones de los vientos predominantes de la zona en la que se aplique, lo que favorecerá al buen resultado de la estrategia, así como la orientación adecuada.

COMPONENTES

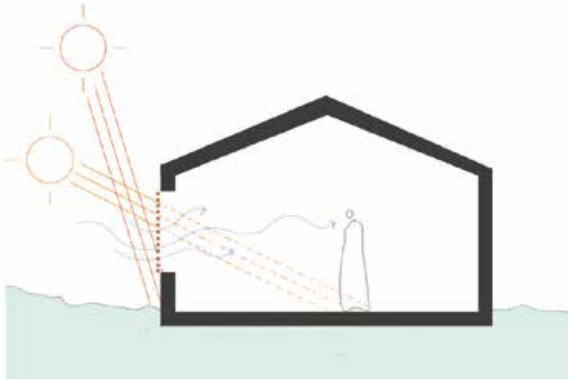
1. Muro fachada
2. Bastidor para fijación de celosía cerámica acero inoxidable
3. Pieza cerámica 470.60.60
4. Difusor de agua nebulizada a celosía cerámica

COEFICIENTES

Absortancia solar	0,70 - 0,90
Densidad cerámica mojada [kg/m3]	2050 - 2200
Calor espec. cerámica mojada [J/Kg·K]	1100 - 1120
Porcentaje de sombream. de celosía	20 - 70

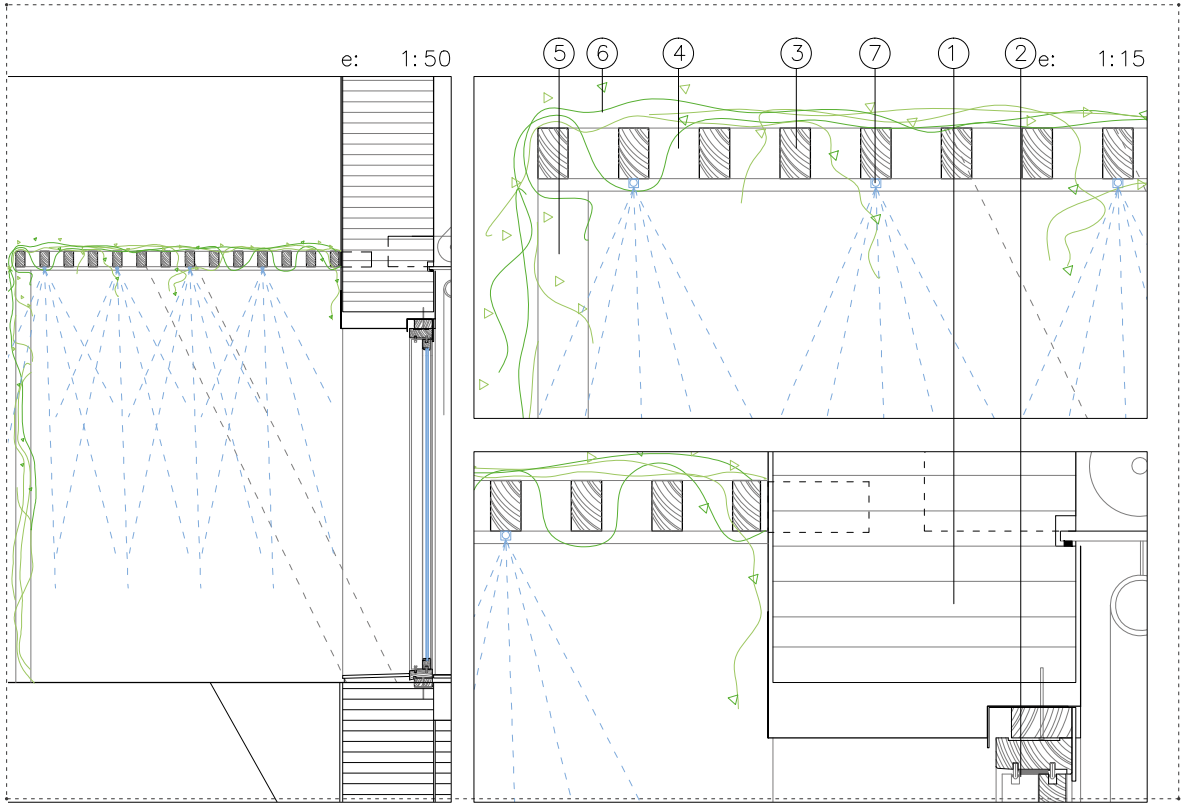
ESTIMACIÓN COSTE

164,13 – 213,37 €/m2



10.3. CELOSÍA / EMPARRADO CON DIFUSOR DE AGUA

DETALLE CONSTRUCTIVO



DESCRIPCIÓN / RECOMENDACIONES

Un nebulizador de agua es un aparato que permite reducir la temperatura del ambiente, mejorar la calidad del aire, aumentar el confort y la salubridad, y, por último, controlar el nivel de humedad relativa presente en el aire mediante agua. Por un lado, hay que tener en cuenta que estos nebulizadores consiguen un incremento notable de la productividad al mejorar el nivel de confort. Además de esto, el nebulizador consigue suprimir completamente el polvo y es muy idóneo para aquellos lugares de trabajo en los que tienda a haber una cantidad importante de electricidad estática.

La aplicación de este sistema con emparrado vegetado tiene efectos en la temperatura en hasta 12°C y el incremento del grado de humedad relativa.

RECOMENDACIONES

Otros efectos deseables son la supresión de aerosoles contaminantes o la generación de una bruma ultrafina con fines decorativos.

Si al proceso de nebulizar el agua incorporamos una corriente de aire con un ventilador, conseguiremos reducir aún más la sensación de calor ya que contribuimos a la evaporación del sudor de nuestro cuerpo.

COMPONENTES

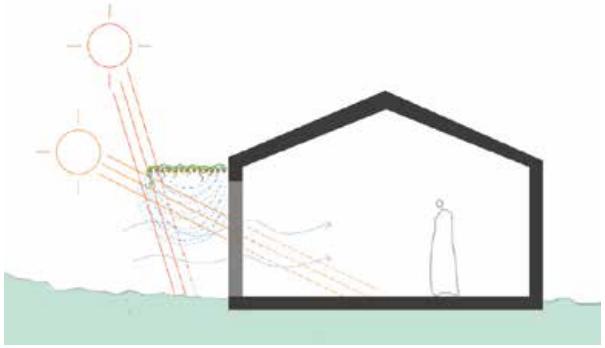
1. Muro con inercia (mampostería, piedra etc.)
2. Hueco interior con carpintería de madera y doble acristalamiento
3. Emparrado de madera exterior tratado en autoclave. Listones 50x100mm
4. Viga de madera /metal para soporte de listones fijada a fachada
5. Pilar para soporte de emparrado
6. Vegetación sobre emparrado (trepadoras poco tupidas)
7. Difusor de agua nebulizada fijado a emparrado

COEFICIENTES

Coeficiente reductor evapotranspiración	0-1
Porcentaje mensual de cobertura vegetación	30-90

ESTIMACIÓN COSTE

170,13 – 221,17 €/m2



BIBLIOGRAFÍA

BESTRATEN CASTELLS, S.C., HORMIAS LAPERAL, E. y ALTEMIR MONTANER, A., OTHERS 2011. Construcción con tierra en el siglo XXI. Informes de la Construcción, vol. 63, no. 523, pp. 5-20. ISSN 1988-3234, 0020-0883. DOI 10.3989/ic.10.046.

BORNHORST, D. 1999. Arquitectura, ciencia y Tao: Dao (Tao)–el Camino–la Unión del universo con el ser humano: el nuevo pensar holístico, ecológico y bio-cibernético,« más allá de espacio-tiempo,» en la ciencia y en el diseño. S.l.: Ediciones Ecologia y ArTitectura.

COROMINAS, J. 2012. Comparativa de las características térmicas de nueve cerramientos. Ecohabitar nº33.

FLORES, C., FLORES, C. y ARTES GRÁFICAS GRIJELMO, B. 1973. Arquitectura popular española. S.l.: Aguilar.

FLORES, M., HERNÁNDEZ, R., REY, M., VELASCO, G. y TEJERO, G., OTHERS 2011. Acondicionamiento de Espacios con Enfriamiento Evaporativo mediante Ladrillos Cerámicos. Ingeniería mecánica, tecnología y desarrollo, vol. 4, no. 1, pp. 001–014.

GAUZIN-MÜLLER, D., FAVET, N. y MAES, P. 2002. Arquitectura ecológica: 29 ejemplos europeos. S.l.: Gustavo Gili.

GRANADOS, H. 2006. Principios y estrategias del diseño bioclimático en la arquitectura y el urbanismo, eficiencia energética. S.l.: s.n.

HALACY, D.S. y CANALEJAS, M.E.M. 1978. Tierra, agua, viento y sol: nuestras alternativas energéticas. S.l.: Ediciones Tres Tiempos.

HALACY, D.S. y LANDES, D. 1975. La nueva era de la energía solar. S.l.: Marymar.

JOVÉ SANDOVAL, F. 2006. La vivienda excavada en tierra: el barrio del Castillo en Aguilar de Campos; patrimonio y técnica constructiva. Valladolid: Univ. de Valladolid. Arquitectura y urbanismo, 62. ISBN 978-84-8448-394-6.

KNIE, C., BELMONTE, A., BERTHOMIEU, B. y MADRID, S., OTHERS 2010. Diseño de un edificio autosuficiente y« low cost» para autoconstrucción.

MAZRIA, E. y FLORENSA, R.S. 1983. El libro de la energía solar pasiva. S.l.: Gustavo Gili.

MINKE, G. 2005. Techos verdes: sencillo y eficaz: planificación, ejecución, consejos prácticos. S.l.: s.n.

NEILA GONZÁLEZ, F.J. 2009. Arquitectura bioclimatica en un entorno sostenible. Madrid: Editorial Munillaleria. ISBN 978-84-89150-64-5.

RAMÓN, F. 1980. Ropa, sudor y arquitecturas. S.l.: s.n.

RESTANY, P. 2001. Hundertwasser. S.l.: Taschen.

RESTANY, P. y HUNDERTWASSER, F. 1999. Hundertwasser: el pintor-rey con sus cinco pieles: el poder del arte. S.l.: Taschen.

SABADY, P.R. 1982. Arquitectura solar: concepto, cálculo y ejecución de edificaciones solares. S.l.: Ceac.

SOUTULLO CASTRO, S. 2012. Evaluación teórica y experimental de una torre de viento evaporativa para acondicionamiento térmico de espacios abiertos.

VELASCO ROLDÁN, L. 2011. El movimiento del aire condicionante de diseño arquitectónico. Ministerio de Fomento.

YÁÑEZ PARAREDA, G. 2008. Arquitectura solar e iluminación natural: conceptos, métodos y ejemplos. Madrid: Munilla-Lería.

YÁÑEZ PARAREDA, G.Y. 1988. Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural. S.l.: s.n.

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

Pag. 1 (Portada): Centro de Interpretación de Can Marroig. Parc Natural de ses Salines d'Eivissa i Formentera. Formentera (Illes Balears).

Pag. 10 Izquierda: Fermoselle (Zamora).
Pag. 10 Derecha: Centro de Servicios. Parque Nacional de la Caldera de Taburiente. Isla de La Palma (Islas Canarias).

Pag. 18 Izquierda: Ahigal de los Aceiteros (Salamanca).
Pag. 18 Derecha: Punto de Información. Parque Nacional de Garajonay. Isla de La Gomera (Islas Canarias).

Pag. 26 Izquierda: Pereruela (Zamora).
Pag. 26 Derecha: Centro de Interpretación de Can Marroig. Parc Natural de ses Salines d'Eivissa i Formentera. Formentera (Illes Balears).

Pag. 34 Izquierda: Santa Coloma de Somoza (León).
Pag. 34 Derecha: Centro de Educación Ambiental "El Campillo". Parque Regional del Sureste. Rivas-Vaciamadrid (Madrid).

Pag. 42 Izquierda: Santa Coloma de Somoza (León).
Pag. 42 Derecha: Centro de Educación Ambiental "El Campillo". Parque Regional del Sureste. Rivas-Vaciamadrid (Madrid).

Pag. 50 Izquierda: Santa Coloma de Somoza (León).
Pag. 50 Derecha: Centre d'Interprétration du Patrimoine Archéologique. Dehlingen (France).

Pag. 56 Izquierda: Atenor (Portugal).
Pag. 56 Derecha: Centro de Educación Ambiental "El Campillo". Parque Regional del Sureste. Rivas-Vaciamadrid (Madrid).

Pag. 64 Izquierda: Arribes de Duero (Salamanca).
Pag. 64 Derecha: Centro de Educación Ambiental "El Campillo". Parque Regional del Sureste. Rivas-Vaciamadrid (Madrid).

Pag. 72 Izquierda: Ahigal de los Aceiteros (Salamanca).
Pag. 72 Derecha: Centro de Servicios. Parque Nacional de la Caldera de Taburiente. Isla de La Palma (Islas Canarias).

Pag. 80 Izquierda: Villarino de los Aires (Salamanca).
Pag. 80 Derecha: Centro de Interpretación "El Valle". Parque Regional El Valle y Carrascoy. La Alberca (Murcia).

ANEXOS

1. GEOTERMIA *(1)

- Parámetros característicos del terreno:
  - Conductividad Térmica
    Basalto, Arcilla M., Arenisca, Granito, Cuarcita 9 – 2,2 W/mK
  - Densidad aparentes del terreno
    Suelo arenoso 1,5 – 1,7 g/cm3
    Suelo arcilloso 1,1 – 1,3 g/cm3
  - Calor específico del terreno
    Los componentes minerales del suelo tienen calores específicos muy semejantes, en torno al 1,9 MJ·m-3·ºC-1, que se diferencian claramente de los calores específicos de la materia orgánica (2,47 MJ·m-3·ºC-1) y el agua (4,19 MJ·m-3·ºC-1), así el calor específico de un suelo variará notoriamente según su contenido en humedad. Los suelos húmedos se calentarán más lentamente que los secos, pero mantendrán más el calor, reduciendo las variaciones de temperatura en el suelo.

- Parámetros característicos del sistema:
  - Número de conductos
    Se calcula entre uno 1 y 2 tramos de conductos para una vivienda de unos 200 m2.
  - Índice de rugosidad
    Se suelen utilizar conductos de hormigón centrifugado o de polipropileno.
  - Radio interior del conducto
    Conductos entre 125 – 180 mm de diámetro. Pueden llegar a ser de 300 mm.
  - Longitud del conducto
    Puede haber tramos de entre 10 – 20 m en una vivienda de unos 200 m2.
  - Posición horizontal o vertical
    Tramos horizontales a la vivienda mediante conductos rectangulares.
  - Profundidad
    Se estima una profundidad de unos 1,50 – 2,00 m.

- Parámetros de funcionamiento
  - Número de días de utilización en invierno
    Se considera un rango de utilización de 80 a 100 días en invierno.
  - Número de días de utilización en verano
    Se considera un rango menor de utilización que en condiciones de inverno, por lo tanto, se establece un intervalo de 50 a 60 días.

ANEXOS

4. INVERNADERO ADOSADO *(2)
5. GALERÍA ACRISTALADA *(3)

Al igual que sucede con el comportamiento de un muro trombe la absortancia del muro común de la galería con los espacios interiores, pensado para absorber el calor en los meses de invierno, tendrá un intervalo según los materiales de:

- Fábrica de ladrillo: 0,7
- Bloque de termoarcilla 0,36
- Bloque de hormigón 0,6

- Porcentaje de huecos en el muro común
  Este parámetro puede ir desde 0 - 100%, siendo el 0% el valor óptimo de cálculo. Sin embargo el valor más típico que nos encontramos en las edificaciones es un intervalo entre 30 – 50% de huecos en el muro común.

- Porcentaje de huecos en muros laterales de la galería
  Las características de los huecos laterales son idénticas a las del vidrio exterior colocado en orientación sur.
  Por lo tanto este parámetro, al igual que pasa con el anterior, puede ir desde 0 - 100%, siendo el 0% el valor óptimo de cálculo. Sin embargo el valor más típico que nos encontramos en las edificaciones es un intervalo entre 30 – 50% de huecos en los muros laterales.

- Infiltraciones. Entradas de aire exterior no forzado hacia galería
  Los valores que se recogen como normales para las entradas de aire exterior no forzado hacia la galería o invernadero adosado se encuentran entre 0 – 3 por hora. Dejando un valor típico de 1/h para regímenes normales de uso.

- Intercambio de aire forzado en la galería
  Se consideran los valores válidos para edificios con coeficientes de transmisión térmica inferiores a los exigidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su opción simplificada (0.66 W/m2K en la zona climática D2). Pudiendo llegar a unos límites de 0 a 10 intercambios por hora, se establece un valor típico de unas 5 circulaciones forzadas de aire por hora.

PROGRAMA
COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA
ESPAÑA ~ PORTUGAL
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA
2007 – 2013

Unión Europea
FEDER

Invertimos en su futuro

biourb
diversidad bioconstructiva

INSTITUTO DE LA
CONSTRUCCIÓN DE
CASTILLA Y LEÓN

EREN
ENTE REGIONAL DE LA ENERGÍA
DE CASTILLA Y LEÓN

Junta de
Castilla y León