

**Metodología** para el  
**diseño y ejecución** de una  
arquitectura sostenible  
en Madrid



Universidad  
de Alcalá

Escuela de ARQUITECTURA

**TFG** Carlos Albaladejo Molina

Universidad de Alcalá  
Junio de 2015

Trabajo Fin de Grado en Fundamentos de la Arquitectura y el Urbanismo del alumno  
Carlos Albaladejo Molina

Atendiendo al Estatuto del Estudiante Universitario (BOE 31-12-2010) en su artículo 7 sección 1 apartado x), se reconoce el derecho a la propiedad intelectual del presente trabajo a su autor material.

Impreso el 30 de Julio de 2015 en Madrid.

**Metodología** para el  
**diseño y ejecución** de una  
arquitectura sostenible  
en Madrid

**TFG** Carlos Albaladejo Molina

Tutor: Antonio Baño Nieva

Departamento de Arquitectura  
Área de construcciones arquitectónicas

Antonio, por tu cercanía  
Alberto, por tu interesante visión  
Berta, por tu ayuda incondicional

# INTRODUCCIÓN

*“No puedo imaginar otra perspectiva deseable en el futuro que una forma de vida ecológica, en la que la arquitectura retornaría a la idea inicial del funcionalismo, derivado de la biología y arraigaría nuevamente en su substrato cultural y regional. Esta arquitectura implicaría una tarea paradójica, hacerla contemporáneamente más primitiva y más refinada... La arquitectura sostenible significa que el edificio es más un proceso que un producto”*

**Juhani Pallasmaa**

La arquitectura sostenible es el reto de la vuelta a los orígenes. La arrogancia del ser humano ha conducido a una sociedad donde es más importante producir que procesar. Cualquier argumentación sobre una arquitectura reflexiva, consciente de pasado, presente y futuro se ve irremediabilmente aplastada ante la voracidad cortoplacista del mundo actual. Llegados a este punto, casi resulta más pedagógico preguntarse qué no es arquitectura sostenible.

Arquitectura sostenible no es promulgar leyes que separen los nuevos emplazamientos urbanos de los existentes como mínimo a 1 kilómetro de distancia. Arquitectura sostenible no son modelos expansivos de crecimiento de las ciudades, donde éstas se crean única y exclusivamente en términos de obtención de las mayores plusvalías posibles. Arquitectura sostenible no es explotar al máximo la edificabilidad, aun a costa de acristalamientos criminales de balcones con el único objetivo de vender más metros cuadrados útiles a incautos compradores. Arquitectura sostenible no es producir en masa edificios inconscientes de su emplazamiento, orientación y materialidad. Arquitectura sostenible no es contemplar el programa como algo alejado al proceso proyectual, como un pequeño anexo final a gusto del político de turno. Arquitectura sostenible no es la reverencia absoluta a la expresión plástica y morfológica de la arquitectura con el consiguiente desprecio a los otros dos preceptos de Vitrubio, en una clara y muy común confusión entre arquitectura y escultura. Arquitectura sostenible no es, en definitiva, entender el edificio como un objeto aislado sino como una pieza que configura un mecanismo superior a él.

Por lo tanto, la demanda de un cambio de paradigma es esencial para asegurar el futuro, no solo de la arquitectura sino del planeta. Muchos arquitectos actuales ya consideran que la atención a la sostenibilidad no debe corresponderse a una especialidad de la arquitectura, sino que es materia intrínseca a la hora de proyectar. Para ellos forman parte de las reglas básicas de composición, como una de tantas variables que, a la hora de enfrentarse al papel en blanco, el arquitecto debe escoger, para integrar dentro del proyecto. Un conocimiento metódico de diversas estrategias básicas de sostenibilidad puede ayudar al arquitecto, pero no debe coartar su libertad compositiva. El encanto del proceso proyectual no es dar pie a soluciones tipo, sino integrar unas determinadas variables y convertirlas en constantes, dotando al proyecto de coherencia interna. Poner el foco en lo sostenible se convierte así en una eclosión de nuevas posibilidades, eliminando el sometimiento de unos paradigmas previos que se quedaron obsoletos en el momento en el que nos dimos cuenta que nuestras acciones tienen consecuencias a futuro.

No es posible actuar con nostalgia de tiempos en los que el arquitecto se comprendía desde su papel solitario rodeado de colaboradores subsidiarios. Las distancias con el resto de miembros de la conversación se han acortado en el cambio de paradigma. La interdisciplinariedad se concibe como un respeto a los conocimientos del otro profesional, lejos de un recelo en cuanto a sus intenciones impositivas. Las luchas con el experto en paneles solares para dilucidar que tiene mayor impacto a la hora de pensar en sostenible han acabado. El arquitecto debe encontrar su papel de integrador de conocimientos que es, en definitiva, su principal activo. Esta profesión debe dejar de mirarse a sí misma, y empezar a venderse como la única capaz de constituir procesos que generen un resultado que realmente merezca la pena el esfuerzo invertido.

Sin embargo, el cambio de paradigma no es ni mucho menos inmediato. Precisa de un reseteo colectivo que solo será posible tras el paso de varias generaciones de arquitectos. Aunque, como es usual, las demandas de la sociedad van un paso por delante del ritmo de adaptación de sus profesionales. Este manual se concibe desde el intento de acelerar este proceso. Una vez asumido que los criterios y medidas que evalúan la sostenibilidad de un proyecto tardarán en incorporarse plenamente a las estrategias proyectuales que demanda la arquitectura contemporánea, el objetivo se basa en dotar de unos conocimientos básicos a los profanos en la materia, expandiendo de manera claramente intencionada su concepción de la arquitectura. Y para comenzar en la tarea, es preciso puntualizar el impacto del sector de la construcción y de los edificios en la sostenibilidad del planeta.

Hoy en día, podemos considerar la mayor amenaza que la humanidad afronta, y quizás la mayor que nunca haya afrontado, es el cambio climático pro-

ducido por la emisión de gases invernadero. El calentamiento global trae consigo numerosas consecuencias, como la reducción de agua potable marcada por la disminución del régimen de lluvias, la desertificación de zonas que actualmente gozan de una elevada biodiversidad, el trágico aumento del nivel de agua del mar, etc. Y en el cómputo global de emisiones de CO<sub>2</sub>, se ha demostrado que la tercera parte están relacionadas con algún momento del ciclo de vida de un edificio. A pesar de ello, cuando se plantea la reducción de emisiones todavía se pone el foco en la producción de energías renovables que en la disminución de la demanda energética y de las emisiones producidas en los procesos de fabricación de materiales, en su traslado, en la puesta en obra o incluso en el derribo del edificio. Por ello, la concepción del proceso edificatorio y de vida útil del edificio requiere una nueva sistematización desde el punto de vista del desgaste energético que el ritmo de vida actual conlleva, para una racionalización del mismo. Este hecho deja de ser cuantificable desde el punto de vista económico, por lo que ha de ser integrado en una nueva contabilidad energética o de emisiones, donde la sensatez del arquitecto sea medida en otras unidades, como KWh/m<sup>2</sup> o KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

En definitiva, y a pesar de la gran complejidad que supone esta nueva pata sobre la que se deberá asentar la arquitectura del siglo XXI, podemos generar una serie de ideas clave sobre las que se articulará el discurso del presente manual, sin menoscabo de cuantas tengan una componente más específica o didáctica. Estas líneas son:

- El estudio adecuado de la densidad urbana, y sus consecuencias negativas generadas tanto por la alta densidad, generadora de congestión, como de la dispersión urbana, tremendamente insostenible.
- Complejidad y variedad de morfologías atendiendo a las necesidades climáticas, programáticas y de orientación en las tipologías edificatorias, como requerimiento necesario para la sostenibilidad urbana.
- Concepción del edificio desde el punto de vista energético, con proyectos de bioclimatismo y adaptación al clima y al entorno. Integración de aportes energéticos basados en las energías renovables que, unidos a una baja demanda energética del edificio, dará lugar a consumos cercanos al cero.
- Propuestas de usos mixtos por compatibilidad en base a umbrales ambientales, y flexibilidad temporal y espacial para su mejor aprovechamiento y rendimiento. Para ello es fundamental eliminar las ordenanzas monofuncionales, creando barrios autosuficientes con multitud de usos.

-Sistemas de zonas verdes y espacios libres estructurantes de la vida urbana, adecuados en cantidad y calidad a los requerimientos sociales particularizados de cada emplazamiento, permitiendo zonas ambientalmente equilibradas y de bajo mantenimiento (buscando la biodiversidad y la plantación de especies autóctonas aclimatadas a las condiciones del clima)

-Optimización de las redes de abastecimiento e infraestructuras urbanas, cuantificadas y localizadas según criterios de eficiencia.

-Equipamientos integrados con la red de espacios libres y zonas verdes, con diversidad de uso según edad, en tiempo, etc. Para optimizar sus instalaciones en el tiempo y en el espacio.

-Reducción y reutilización de residuos sólidos urbanos en todas las escalas, desde la basura doméstica a los escombros generados en obra y en demoliciones.

Finalmente, el objeto de este manual será la consecución de una metodología para el diseño sostenible (en otras palabras, sensato) de una arquitectura pensada a futuro para el entorno urbano de Madrid. Esto acotará las variables climáticas y permitirá una mayor concreción en los criterios y medidas que evalúan la sostenibilidad (sensatez) del proyecto arquitectónico.

## Análisis

Para comenzar a definir lo que serán las pautas que encaucen el desarrollo de un proyecto sostenible, es conveniente comenzar aportando una visión panorámica y generalizada de los aspectos que influyen en la arquitectura sostenible. Por un lado, la definición de los parámetros de confort higrotérmico asociados al clima de Madrid, y la descripción del confort lumínico, acústico y de renovación del aire nos permitirá ajustar las necesidades de acondicionamiento de los edificios desde el punto de vista de la eficiencia energética, con el objetivo de procurar una gran calidad de los espacios interiores.

Pero el concepto de sostenibilidad no se queda ahí, sino que expande los límites tradicionales del edificio y traspasa a la escala urbana, cuyos factores son fundamentales para evaluar la calidad ambiental de una propuesta arquitectónica, al igual que su programa de uso, que deberá estar cargado de sensatez y eficacia. Por último, la gestión de recursos como el agua, la energía, los residuos o los materiales de construcción se podrán incorporar al proyecto sostenible, enriqueciéndolo y dotándolo de coherencia en relación al futuro del planeta.



# 1. El clima de Madrid

En arquitectura bioclimática, los factores determinantes de un clima son la temperatura seca, el viento y la humedad. Estas son las constantes a tener en cuenta en el análisis de unas condiciones climáticas concretas, ya que para el cálculo de las condiciones de confort la vestimenta y la actividad metabólica dependerán en gran medida del uso y las condiciones del proyecto, además de otros factores culturales y sociales.

En definitiva, asumir unas determinadas condiciones climáticas es el primer paso e irrenunciable para proyectar en sostenible. Por lo tanto, y dado el carácter específico del manual en el entorno climático de Madrid, pasamos a describir sus factores más determinantes.

Madrid se caracteriza climáticamente por:

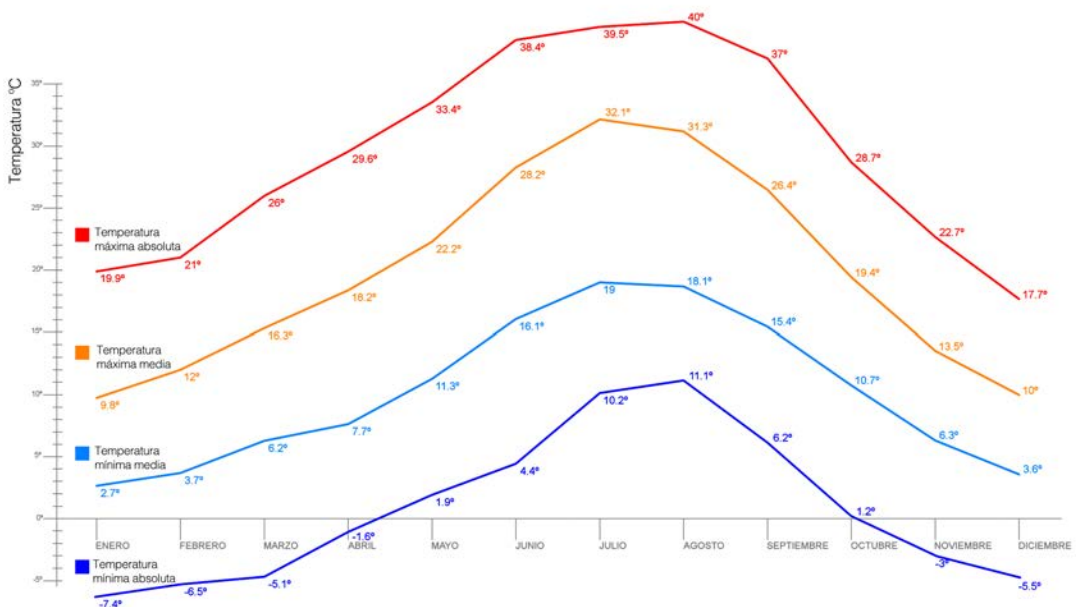
- La presencia de inviernos fríos en contraste con veranos calurosos
- Poca humedad ambiental en las épocas estivales, y moderada en las invernales.
- Presencia de vientos fríos procedentes del suroeste, que

se canalizan por las variaciones de la topografía.

-El efecto de la isla térmica, determinante en el confort ambiental tanto de los espacios exteriores como de las edificaciones.

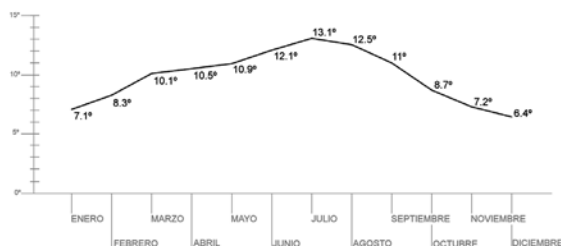
## La temperatura seca de Madrid

Los acusados contrastes entre las estaciones de invierno y verano son característicos del clima madrileño, produciéndose situaciones de excesivo frío y calor seco, respectivamente. Nota aparte merecen los reducidos periodos de confort, asociados a las estaciones de primavera y otoño. Se trata de un clima continental-mediterráneo con temperaturas medias mensuales muy diferenciadas entre el invierno y el verano, oscilando anualmente hasta en 30°C (desde los 2,7°C de la temperatura mínima de media invernala a los 32,8°C de media estival). Además, se presentan temperaturas máximas que muchos días de verano superan los 35°C y temperaturas mínimas por debajo de los 2°C en invierno.



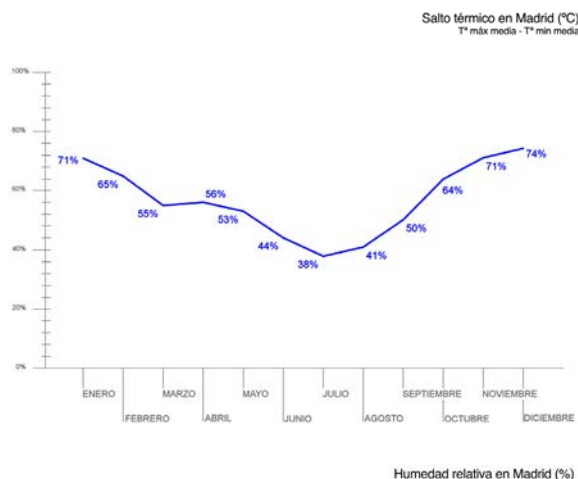
Temperaturas en Madrid (°C)

También es significativa la oscilación térmica diaria, con unas amplitudes medias mensuales más acusadas en los meses de verano (de hasta 16°C en julio), y menores en invierno (en torno a 7°C).



Es un clima seco, con una humedad relativa media del 50%, que registra los valores mínimos en verano con un 37% y máximos en invierno con un 71%.

El cielo está casi siempre despejado, con pocos días nublados y altos valores de irradiación solar.

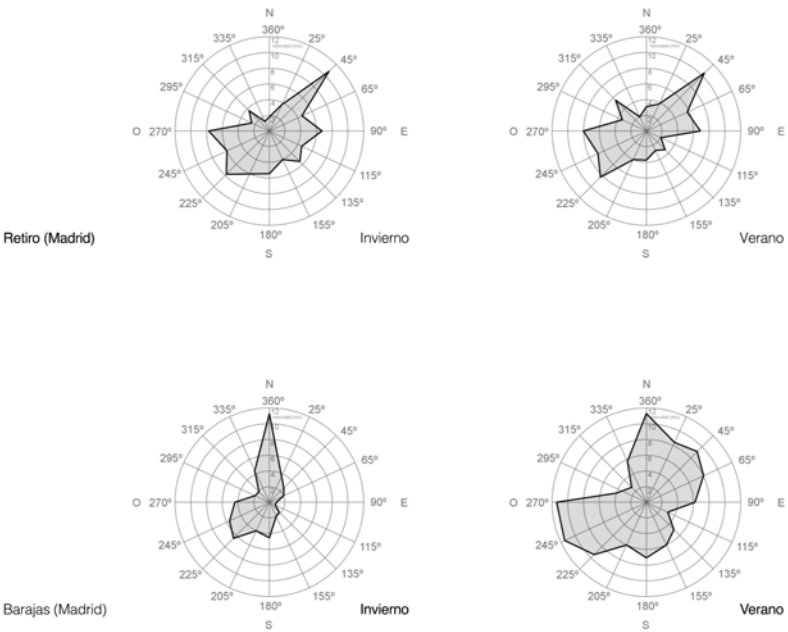


## Características del viento en la ciudad de Madrid

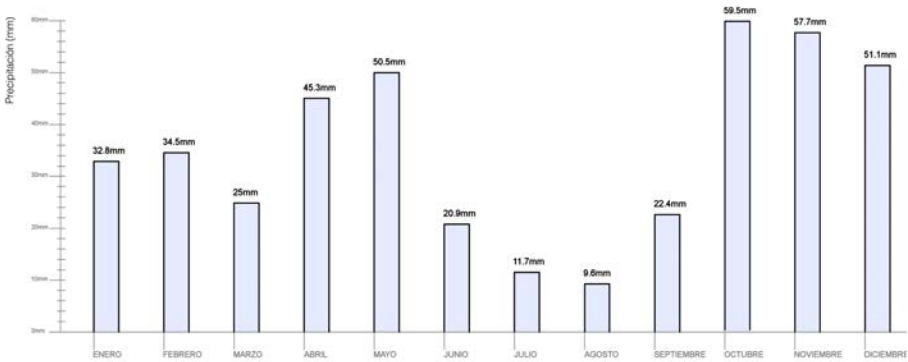
La orografía de la Comunidad de Madrid es muy variada, lo que supone una predisposición de vientos irregular, que van de los forzados en la sierra por la orientación de las cumbres, a los de componente noreste – suroeste en las llanuras sur de la región. Por ello, debemos hablar de régimen local de vientos, que corresponderán a una orografía cercana a la escala local, muy influenciada por valles y riberas fluviales.

Por citar el ejemplo más característico, el de la ciudad de Madrid, la vaguada del río Manzanares se presenta como elemento diferenciador entre las dos riberas, presentando la del este un importante desnivel con respecto al cauce del río. La vaguada de la Castellana y la del arroyo del Abroñigal (actual M-30), estructuran la geomorfología base del territorio, modificada por los procesos de expansión urbana.

Combinando las características orográficas del terreno con los datos de viento disponibles, se concluye la hipótesis de que los vientos son distribuidos tomando la ribera del Manzanares como eje central, dividiéndose a su vez en ambas riberas. Las rosas de los vientos registran 16 rumbos, que resumidos en los meses de invierno y verano dan los siguientes resultados, para el centro de Madrid (Retiro) y su periferia (Barajas)



Rosa de los vientos de Madrid



Precipitaciones en Madrid (°C)

## El clima y el microclima madrileño

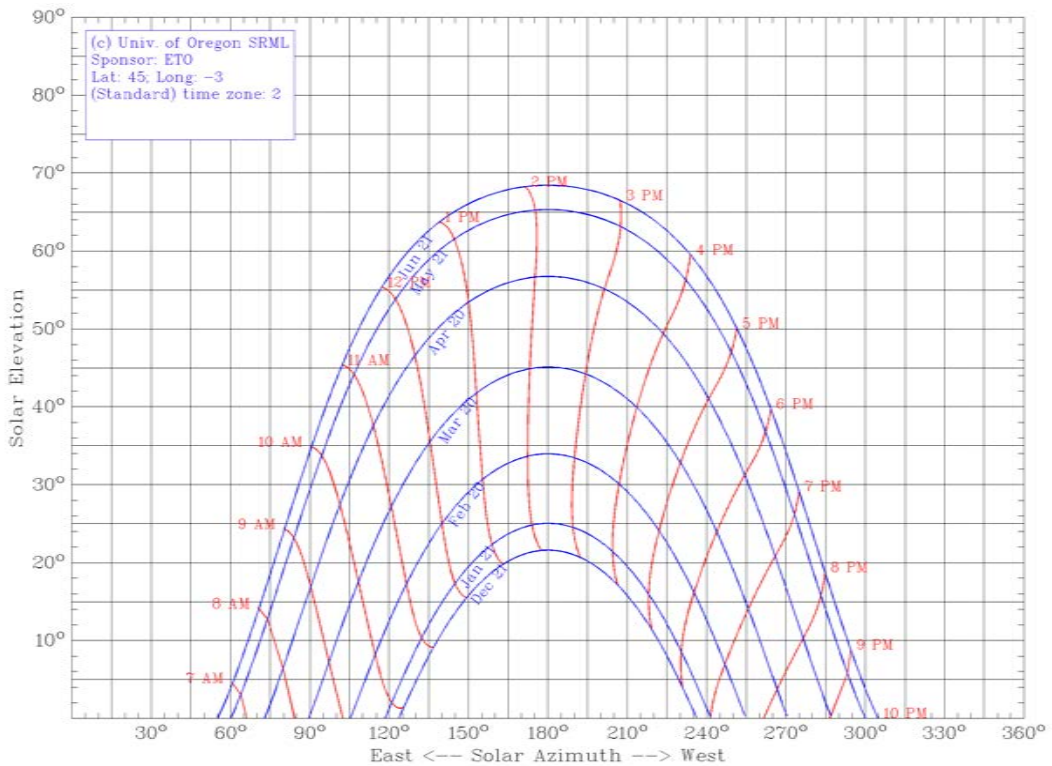
Las condiciones particulares de temperatura y humedad en Madrid, considerando sus peculiaridades urbanas y orográficas, derivan hacia unas matizaciones con respecto al clima general mediterráneo-continental, que son las siguientes:

**-Presencia de numerosos meses infracalentados:** A lo largo de todo el año tipo de temperaturas, en casi todos los meses hay algunas horas en las que hace falta calor. En verano, aun así, este hecho puede solventarse mediante edificios con la masa térmica suficiente para almacenar el calor absorbido durante el día.

**-Grandes oscilaciones térmicas diarias:** Desde abril a octubre, las condiciones climáticas del día cambian bruscamente con respecto a la noche, en ocasiones drásticamente (salto térmico de 17°C en Agosto. Por lo tanto, las estrategias bioclimáticas deben ser lo suficientemente ambiguas para poder contemplar los dos casos extremos incluso en el mismo día. Por ello se crean diferencias entre las necesidades de la mañana y de la tarde, siendo las primeras más frescas y las segundas más calurosas. Este hecho puede ser aprovechado en invierno mediante captadores solares, y neutralizado en verano con la adecuada protección solar.

**-En verano, entre junio y agosto** es necesaria la ventilación como estrategia fundamental para el acondicionamiento interior de las edificaciones.

**-Sombreamiento exterior de los acristalamientos:** Entre mayo y septiembre, los huecos acristalados deben estar protegidos de la radiación solar directa. Obsérvese que son casi cinco meses. En este sentido, además es determinante la orientación de las fachadas, ya que desde los 45° hasta los 120° de acimut existe un arco en el cual el sobrecalentamiento de la fachada es excesivo. La carta solar de Madrid refleja este hecho, produciéndose elevaciones solares de ángulos muy altos en verano, en contraste con los ángulos más bajos en invierno.



Carta solar de Madrid

### La isla térmica

Este fenómeno es propio de las grandes ciudades, aunque en Madrid se ve acentuado por las grandes diferencias térmicas entre la noche y el día. Los mapas realizados de isoterma han puesto de manifiesto la existencia de esta isla térmica con diferencias de temperaturas de 6 a 9°C. En Madrid a su vez existe gran diferencia térmica entre tres elementos urbanos:

- Las superficies asfaltadas almacenan mucho calor por el día y lo emiten lentamente por la noche.

- En las edificaciones el fenómeno de almacenamiento y disipación de calor se ve atenuado, debido a las diferencias del material de fachada y de cubierta. Las cubiertas

de pizarra o metálicas tienen un comportamiento similar al de las superficies asfaltadas.

-Las zonas verdes aparecen como espacios templados, frescos o fríos, según las características de la vegetación, tipo de acabados superficiales, densidad, etc.

Por lo tanto, esta isla térmica provoca temperaturas más altas en las zonas donde, por norma general, no exista gran cantidad de vegetación o haya una gran extensión de superficie impermeabilizada. Este hace que las condiciones en la ciudad de Madrid en invierno sean más favorables que en la periferia, mientras que en época estival se agravan las consecuencias de las altas temperaturas, y por lo tanto las estrategias de confort higrotérmico tendrán más relevancia.

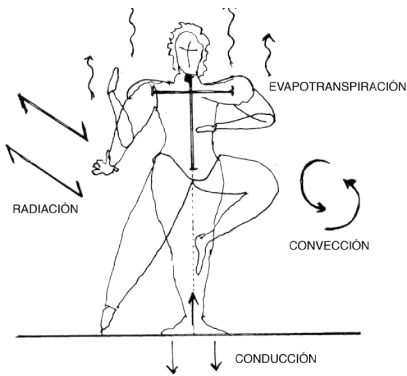


## 2. El estudio del confort

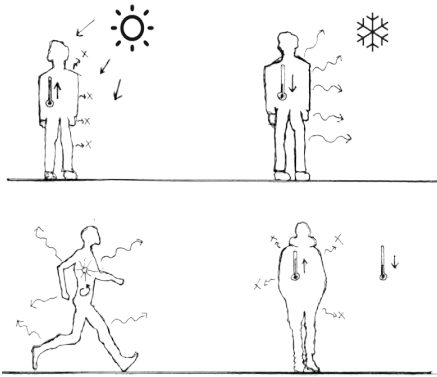
Un edificio que sea considerado respetuoso con el medio ambiente no puede realizarse a costa de una disminución del confort de sus usuarios. Ahorrar energía no deberá significar, en pocas palabras, pasar frío o calor, sino que las condiciones de confort (higrotérmico, lumínico, acústico y de calidad del aire) deberán ser estudiadas de forma más meticulosa, ya que no se deposita toda la carga del acondicionamiento del edificio en sistemas mecánicos, que consumen gran cantidad de recursos. Se trata, en definitiva, de incluir en el diseño parámetros que garanticen un adecuado confort pensando en el ahorro de los recursos naturales.

### **El confort higrotérmico**

Para entender qué se entiende por confort higrotérmico, es necesario en primer lugar estudiar los mecanismos de transmisión de calor entre el ser humano y su entorno, lo que establecerá unas pautas para determinar en qué situaciones se entienden de la comodidad de un usuario en términos higrotérmicos. Estas formas de transmisión de calor pueden verse alteradas en función de varios factores, como son el arropamiento o la actividad metabólica.



Los mecanismos a través de los cuales el cuerpo humano intercambia calor con el entorno pueden clasificarse en cuatro procesos principales: radiación, conducción, convección y evaporación. Se estima que el cuerpo humano puede llegar a perder 2/5 partes de su calor a través de la radiación, 2/5 partes por convección y 1/5 parte por evaporación, sin embargo, estas proporciones pueden cambiar si se producen variaciones en las condiciones térmicas.



La convección y la radiación pueden generar pérdidas o ganancias térmicas, dependiendo si el entorno está a menor temperatura que el cuerpo o viceversa. Sin embargo, las transferencias por convección y radiación dependen de la superficie de intercambio y de la resistencia de los elementos interpuestos (como la ropa o el tejido muscular), pero, sobre todo, de la diferencia de temperatura entre la piel y el entorno.

En situaciones de calor, es decir, cuando la temperatura ambiente comienza a elevarse, disminuye la velocidad de disipación del calor corporal, por lo que aumenta la temperatura interna (sensación de calor) y el cuerpo comienza a generar una serie de estrategias para disipar su calor sobrante. En primer lugar, dilata las venas superficiales para aumentar su superficie y con ello transmitir más calor al entorno, esto es, interviniendo la convección y la radiación. Si esto no es suficiente, comienza la exudación para que, al evaporarse el sudor depositado en la piel, el cuerpo pierda el calor empleado en el cambio de estado. Si la exudación no es suficiente, se pueden llegar a situaciones más extremas.

Por el contrario, en situaciones de frío, es decir, cuando la temperatura ambiente comienza a descender, cesa la producción de sudor, se contraen las venas superficiales y se reduce la temperatura de la piel para disminuir las pérdidas por convección y radiación. Si esto no resulta suficiente el cuerpo comienza a generar una actividad metabólica involuntaria, el ti-

ritar, para generar más calor interno.

En definitiva, el cuerpo humano siempre buscará un equilibrio térmico entre el entorno y sí mismo, traducido en unas pérdidas de calor con mayor o menor velocidad. Si el ambiente es caluroso, las estrategias se basarán en aumentar la transferencia de calor entre el cuerpo y el exterior, y viceversa si se trata de un ambiente exterior frío.

Como ya se ha adelantado, el metabolismo humano es un factor clave en la balanza térmica. Se define metabolismo como la suma de las reacciones químicas que se producen en el cuerpo humano para mantener la temperatura corporal a  $36,7^{\circ}\text{C}$ , y compensar la pérdida de calor hacia el ambiente. La producción de la energía metabólica depende del grado de actividad física, por lo tanto, del programa del proyecto. Generalmente en los edificios el grado de actividad metabólica no influye en el confort higrotérmico, sin embargo, en aquellos casos donde los usuarios desarrollen una actividad física, este hecho puede alterar el confort, por lo que el diseño deberá tener en cuenta este aspecto. Por ejemplo, un gimnasio o una instalación deportiva no precisarán de un alto consumo de calefacción en invierno, por lo que el aislamiento térmico puede ser clave para la retención del calor generado por los usuarios. Sin embargo, en verano debe prevverse la forma correcta de disipación de todo el calor generado, para asegurar un adecuado confort.

El arropamiento es otro de los factores que intervienen en el intercambio térmico entre el ser humano y el exterior, y se trata, en definitiva, de un aislamiento térmico que se coloca en el cuerpo con el objetivo de disminuir el flujo de calor entre su cuerpo y el entorno. En invierno las personas suelen ir más arropadas que en el verano, por lo que las temperaturas de confort en el interior de los edificios son ligeramente más bajas en época invernal que en época estival.

Por último, la humedad relativa, esto es, la cantidad de humedad en el aire, influye en la pérdida de calor porque permite un mayor o menor grado de evaporación. Humedades muy altas generan sensaciones de calor mayores a temperaturas que, en condiciones secas, pueden considerarse confortables. Sin embargo, una baja humedad relativa se considera perjudicial para la salud humana, como sucede en el caso del clima de Madrid.

Todas estas condiciones que afectan al confort del ser humano en un determinado clima se resumen en los diagramas de confort. El confort humano es una medida en gran parte estadística, por lo que cada persona puede estar cómoda o no con una situación higrotérmica determinada. Sin embargo, cuando se habla de condiciones extremas, el porcentaje de personas insatisfechas roza el 100%.

Estos diagramas muestran, para un amplio abanico de temperatura y humedad que forma la base psicométrica, dónde se encuentran las condiciones de confort. Si superponemos las temperaturas y humedades en cada mes del año en un clima determinado, encontraremos en qué meses del año se encuentra el confort térmico, y en qué meses son necesarias unas determinadas estrategias bioclimáticas o de acondicionamiento convencional. Para ello, el diagrama más utilizado, el de Givoni, se divide en las siguientes áreas:

- Zona 1:** El área de bienestar, no son necesarias medidas de acondicionamiento al ser la temperatura y humedad asumibles para el confort del ser humano.
- Zona 2:** Área de bienestar asumible, las mismas condiciones que en la zona uno, aunque en ella el porcentaje de personas que pueden declararse insatisfechas puede aumentar.
- Zona 3:** Inclusión de la masa térmica: Al tratarse de zonas no muy calientes y húmedas, no existen apenas intercambios de humedad por lo que conviene que los edificios cuenten con cerramientos pesados que almacenen el calor y lo disipen lentamente al interior.
- Zona 4:** Enfriamiento evaporativo: Son zonas calientes y secas, por lo que la mejor forma de lograr condiciones de confort es buscar la evaporación de agua que aumente la humedad y la sensación de frescor
- Zona 5:** Ventilación natural permanente: Son zonas calientes y húmedas, por lo que es necesario evacuar el exceso de humedad para que permita la evaporación del calor humano.

FASE I 2. El estudio del confort

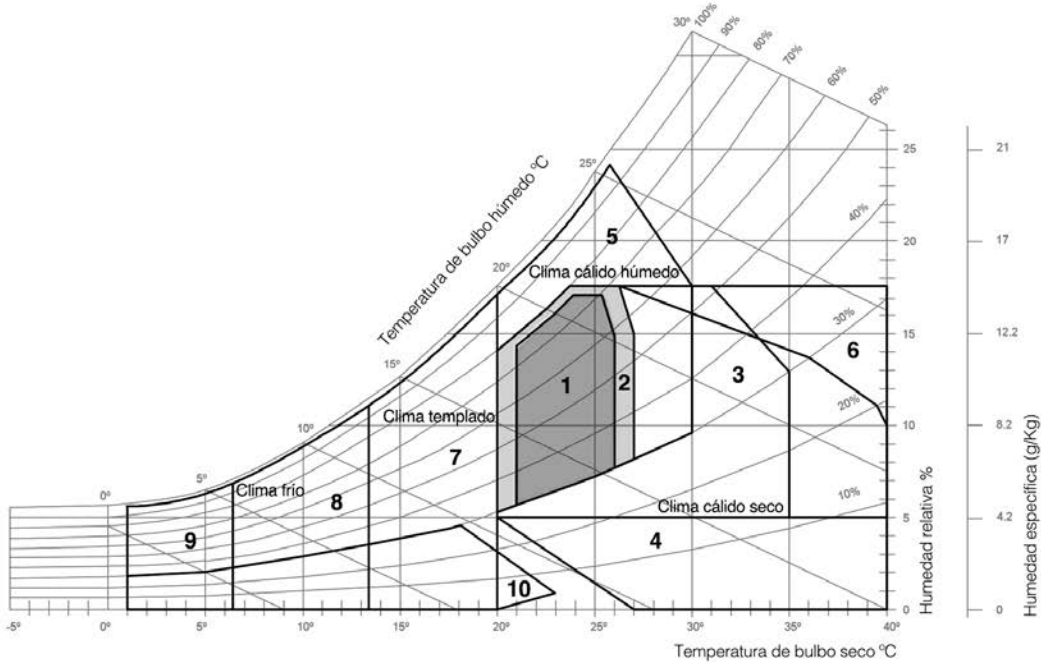


Diagrama de Givoni - confort higrotérmico

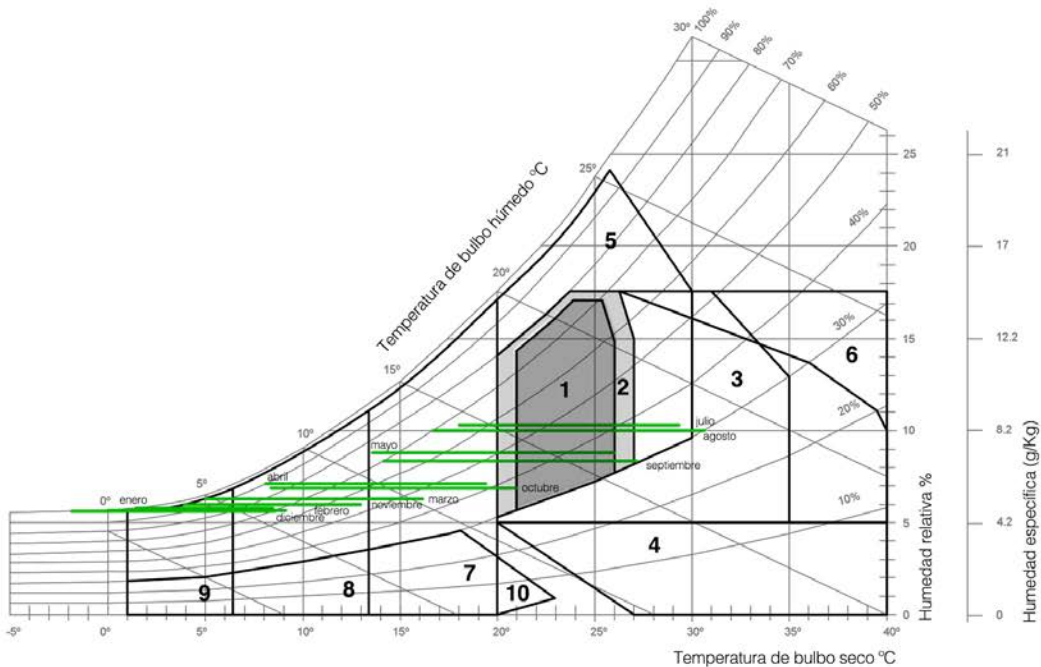
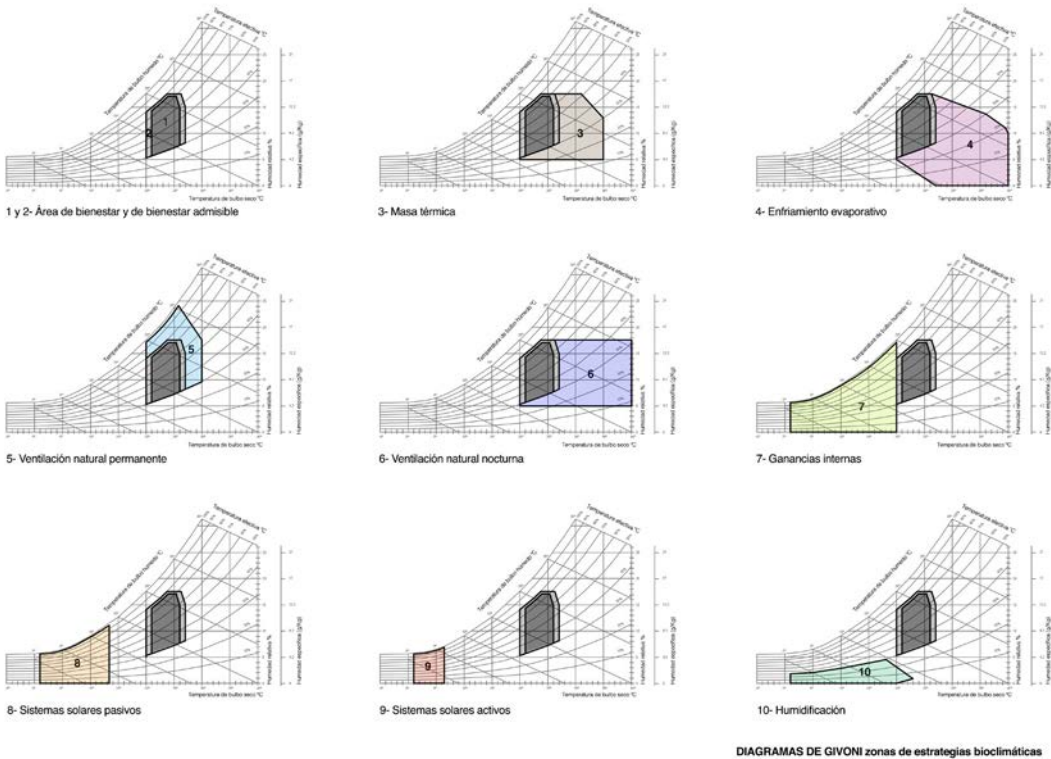


Diagrama de Givoni - confort higrotérmico  
Datos climáticos de Madrid



**-Zona 6:** Ventilación natural nocturna: Son zonas tan calientes en verano que únicamente el viento fresco de la noche pueda ayudar a disipar el calor almacenado durante el día. Son además, zonas secas ya que en ellas las diferencias térmicas entre el día y la noche es más acusada. Esta estrategia debe combinarse de una gran inercia térmica, que permita reducir el calor almacenado durante el día, para disiparlo durante la noche.

**-Zona 7:** Ganancias internas: es una zona de frío moderado en la que la energía que falta para alcanzar el confort se obtiene simplemente por el calor generado por el ocupante, la iluminación y demás equipos, siempre combinado de un abundante aislamiento térmico.

**-Zona 8:** Sistemas solares pasivos: Zona de mayor frío que la anterior, pero que puede obtener el calor necesario mediante sistemas de captación solar.

**-Zona 9:** Sistemas solares activos: Zona de mayor frío que la anterior donde los captadores solares adquieren mayor relevancia.

**-Zona 10:** Técnicas de humidificación: Condiciones de baja humedad donde es necesario aplicar estas técnicas, aunque no represente alcanzar condiciones térmicas de bienestar.

**-Zona 11 y 12:** Técnicas de acondicionamiento convencional. El calor y el frío es tan intenso que es necesario recurrir a estos métodos.

Por lo tanto, el valor que indique el climograma al colocarlo sobre el diagrama de confort, nos dará una idea de las estrategias a seguir para garantizar el adecuado bienestar de los usuarios. Estas estrategias pueden ser únicas, para climas con escasa variedad térmica durante el año, o variadas, para climas con una gran diversidad de situaciones térmicas. Por ejemplo, en climas especialmente cálidos y húmedos, el diagrama indicará un predominio de la ventilación natural permanente. O en climas especialmente fríos, las ganancias solares son fundamentales en el diseño arquitectónico. Todo esto ha dado lugar a una serie de invariantes arquitectónicos, cuyo estudio resulta francamente interesante para analizar los procesos de adaptación del ser humano a los distintos climas, y el ingenio de la construcción tradicional para dar respuesta a las necesidades de confort higrotérmico del hombre.

Adaptando el climograma, y el diagrama de bienestar a la ciudad de Madrid, encontramos una diversidad climática entre el centro de la ciudad, la periferia, los barrios de bloque aislado, los ensanches, etc. Aunque un análisis más detallado de las estrategias resultantes del diagrama nos indica que se trata, como ya se ha avanzado, de un clima con una enorme variedad y complejidad para abarcarse con una simple estrategia para todo el año, sino que dependerá de muchos más factores como el uso, el emplazamiento, la época del año o el momento del día. No obstante, se pueden resumir en los siguientes preceptos:

-Es necesaria una aportación de radiación máxima a lo largo del día durante los meses de enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre.

-En el mes de abril, puede ser suficiente con las cargas internas en las primeras horas de la tarde.

-A primeros del mes de mayo se amplían las horas cu-

biertas por cargas internas durante la mañana y a finales de la tarde, y, desde las 13:00 hasta las 18:00 se puede alcanzar el confort. Durante la noche y hasta las 11:00 de la mañana se puede seguir necesitando la aportación de calor.

-A mediados de mayo y hasta junio, se alcanza el bienestar de casi todas las personas durante, al menos, el 25% de las horas del día. Durante la noche y hasta las 10:00 de la mañana siguiente se necesita la aportación de calor radiante, previa su acumulación diurna.

-En junio, la zona de bienestar se traslada a la mañana y a últimas horas de la tarde, siendo las horas centrales de bienestar extendido, con necesidad de disipación de calor.

-De mediados de junio hasta mediados de agosto se entra en un nuevo panorama, en el que aparecen unas horas centrales con exceso de calor que podrían cubrirse con ventilación, siempre y cuando se haya evitado por completo la radiación solar directa de los huecos desde las 10:00 de la mañana. Por lo tanto, es precisa la protección exterior de los huecos en las fachadas este, sur y oeste.

-En el mes de septiembre se repite una situación similar a la de mayo, pero también con necesidad de sombra y calor por la noche.

Como resumen, se puede concretar que en Madrid a lo largo del año siempre hay algunas horas en las que hace falta calor, aunque si corresponden a días en los que hará calor en la tarde, puede compensarse con el calor del día almacenada en los muros con una suficiente inercia térmica. En los meses de verano hará falta indiscutiblemente la ventilación, preferiblemente cruzada en los edificios, además de una protección de los huecos de mayo a septiembre. Todo ello empieza a conformar unas estrategias deliberadamente concisas en el proyecto arquitectónico sostenible en Madrid.

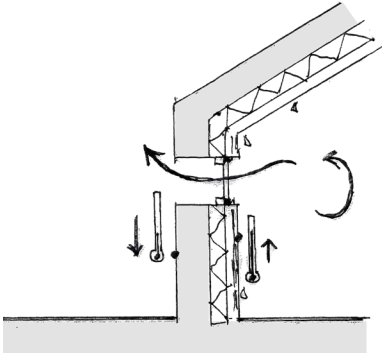
## El confort en la calidad del aire

La ventilación en los espacios arquitectónicos sustituye las condiciones derivadas del consumo de CO<sub>2</sub> por los usuarios del edificio, los olores corporales provocados por la transpiración, el sobrecalentamiento que se produce en verano como consecuencia de la radiación solar, o las cargas interiores por ocupantes o sistemas de ventilación. Estas condiciones se corrigen con la entrada de aire más limpio del exterior, aunque quizás en las condiciones deseables. Aunque una ventilación excesiva siempre conlleva un gasto energético, la renovación insuficiente del aire puede llevar problemas de salubridad. Aun así, en ocasiones la ventilación forma parte de las estrategias de acondicionamiento climático, por lo que adquiere especial relevancia en el diseño arquitectónico, para asegurar una correcta ventilación cruzada.

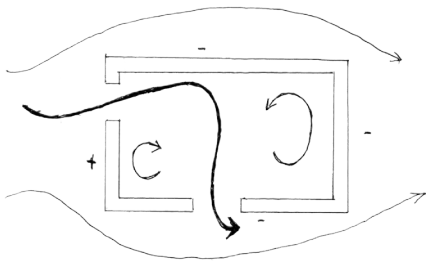
Pretender que los edificios sean más herméticos para ahorrar energía afecta a la calidad del aire, pues se produce menor ventilación accidental y eso aumenta el polvo y la concentración de emisiones en el aire. Incluso una ventilación incorrecta producirá altas concentraciones de mohos, ácaros y compuestos orgánicos volátiles (de niveles muy altos en la ciudad de Madrid). Para ello, en climas donde la ventilación natural conlleve un gasto energético prohibitivo, será necesario acudir a sistemas de renovación de aire con bombas recuperadoras de calor, ya que estos aparatos bien instalados y mantenidos aportan un caudal de renovación del aire para evitar estos problemas, además de no suponer una pérdida energética considerable. En este caso cabe mencionar la eficacia del estándar *passivhaus*, que considera al edificio como un ente hermético, que regula su ventilación a través de estos sistemas mecánicos que, junto a un gran aislamiento térmico, proporciona un bienestar alto a sus usuarios, tanto higrotérmico como en cuanto a la salubridad.

Cuando sea conveniente una ventilación natural, cabe destacar la importancia del diseño y la orientación del edificio con el fin de conseguirla. La forma más eficaz de renovar el aire interior de forma natural es procurando una ventilación cruzada. Las condiciones exteriores de paisajismo, la colocación y tamaño de los huecos y la orientación a favor de vientos predominantes son factores clave para el diseño de espacios arquitectónicos con una ventilación natural adecuada. En este sentido, los

edificios en el clima de Madrid requieren de estas estrategias para asegurar una adecuada ventilación nocturna que, junto a la inercia térmica de los cerramientos ya comentada, asegure unas correctas condiciones higrotérmicas en condiciones de verano.



Cómo evitar las condensaciones



La ventilación natural

Además, una correcta renovación del aire impide el desarrollo de condensaciones superficiales, que son aquellas que se producen en la superficie de los materiales cuando tienen una temperatura inferior a la del rocío del ambiente. Este problema es achacable tanto a la excesiva humedad del ambiente, que hace que la temperatura del rocío suba, como a la baja temperatura de los materiales del cerramiento. Para evitar las condensaciones superficiales basta, por lo tanto, actuar sobre uno de los condicionantes, es decir, procurar un suficiente aislamiento térmico al muro para que no llegue a tener una temperatura lo suficientemente baja, o por otro lado garantizar una ventilación que disipe el exceso de humedad que provoca estas condensaciones. En definitiva, una correcta ventilación puede por sí misma eliminar el riesgo de aparición de condensaciones superficiales.

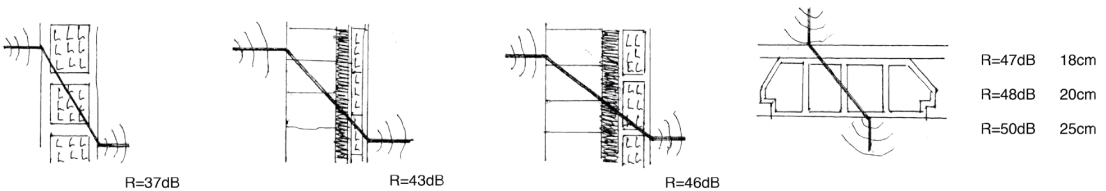
## El confort acústico

Aunque no esté íntimamente relacionado el confort acústico con el proyecto sostenible, sí que garantiza una calidad de los espacios interiores adecuada, al asegurar por un lado el aislamiento acústico a ruidos que puedan generar molestias (provengan estos del interior o del exterior del edificio), y por otro la inteligibilidad de la palabra o el sonido, diseñando espacios desde el punto de vista acústico. La normativa española incluye la calidad acústica dentro de las exigencias técnicas de la edificación, por lo que se utiliza ésta como referente para diseñar y construir espacios con un adecuado confort acústico.

El aislamiento acústico es la atenuación que sufre el sonido al atravesar un elemento constructivo. Este aislamiento, cuando se trata de ruido aéreo viene indefectiblemente unido a la masa del elemento constructivo en cuestión. Los cerramientos pesados, por lo tanto, son acústicamente más aislantes que sus equivalentes más ligeros. En este esquema se pueden apreciar los valores de atenuación acústica, expresados en dB, que presentan algunos elementos constructivos. Además, la transmisión del ruido puede establecerse no solamente por el cerramiento, sino a través de múltiples puentes acústicos, como son los falsos techos o suelos, los conductos de aire, las rendijas de ventilación, los tubos de instalaciones, etc, por lo que se debe tener especial cuidado al colocar éstos, o, llegado el caso, instalar medidas de protección como deflectores acústicos en rejillas o el sellado de ciertos elementos constructivos.

Los propios elementos del edificio también pueden generar ruido, por lo que la colocación de estos y su geometría es fundamental para evitar la contaminación acústica. Las tuberías de desagüe no deberían tener giros a 90°, ni pasar por dormitorios o salas de estar. Además deben estar instaladas en las particiones verticales u horizontales de forma que no puedan transmitir ni ruido ni vibración a estos elementos, mediante absorbentes acústicos adecuados. Los cuartos de instalaciones deben estar correctamente aislados a su vez, mediante la regla de la masa ya descrita anteriormente: a mayor masa de partición mayor aislamiento.

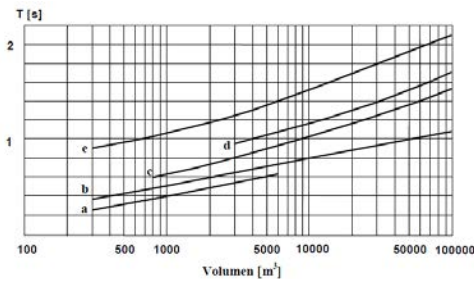
Sin embargo, el acondicionamiento acústico se trata de la búsqueda de la correcta propagación de las ondas sonoras. Esto depende en gran parte de la morfología de los espacios y de los materiales de acabado, que harán que las ondas viajen directamente del emisor al receptor, y no se vean reflejadas o dispersas (lo que se conoce como reverberación). Esta reverberación es un factor clave que variará dependiendo del uso y



El aislamiento acústico en los elementos constructivos

tamaño de la sala, por ejemplo, la música requiere unos tiempos de reverberación más altos que la palabra; o una sala de 300 m<sup>2</sup> no aceptaría una reverberación tan alta como podría asumir una de 1000m<sup>2</sup>.

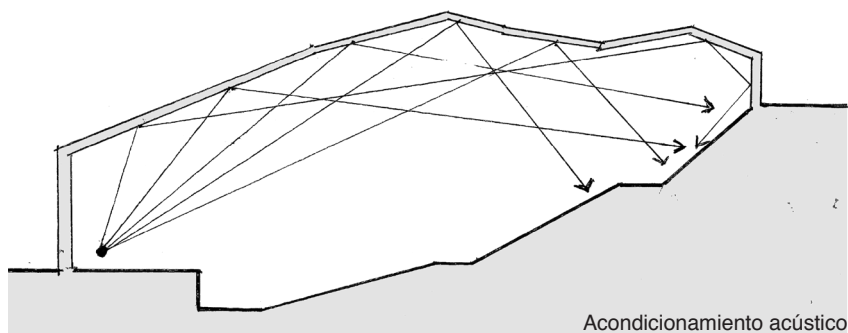
La reverberación en un espacio acústico puede disminuir o mejorarse dependiendo de la morfología de esta. Espacios trapezoidales en planta o con techos cóncavos mejoran la inteligibilidad de un punto A a una zona B, que suele ser el caso buscado en los auditorios. Además, unos materiales absorbentes (de textura esponjosa) en paredes, techos o incluso en el mobiliario reducen la dispersión de las ondas sonoras, por lo que el receptor las recibe de forma más directa.



Tiempos de reverberación óptimos

- a) Estudios de sonido
- b) Conferencias
- c) Aulas
- d) Salas de conciertos
- e) iglesias

Incluso en el diseño de exteriores se puede incluir el confort acústico. Si el proyecto incluye una zona cercana de emisión de ruidos molestos, la vegetación puede constituir un freno al avance de las ondas sonoras, así como pantallas acústicas o movimientos de tierra. La propia morfología de los edificios también puede mejorar las condiciones acústicas, un claustro es un ejemplo claro de ello, ya que su propia forma y distribución de las estancias impiden la invasión del ruido procedente del exterior.



## El confort lumínico

La luz siempre ha estado vinculada al bienestar y la salud, ya que los ambientes luminosos se han considerado más sanos y confortables que los oscuros. La luz natural en los espacios los otorga de gran calidez, al contrario, su ausencia puede ocasionar consecuencias psicológicas negativas. La calidad de la luz de un espacio dependerá de su cantidad, distribución y su calidad.

La luz en cantidades bajas o demasiado altas puede ser perjudicial para la realización de determinadas tareas. Por lo tanto, los usos de cada espacio arquitectónico requerirán una iluminación concreta, que no deberá variar de forma excesiva en unos determinados rangos. Del mismo modo, la distribución de la luz también es un factor fundamental en cuanto al confort lumínico. Cuando hay demasiada diferencia entre los niveles de luz natural cerca de las ventanas y lejos de ellas, el usuario experimenta una sensación de incomodidad que puede llevarle a accionar mecanismos de iluminación artificial. La distribución eficaz de la iluminación llevará a unos contrastes adecuados entre el objeto iluminado y su entorno inmediato, y una reducción de los efectos por deslumbramiento. En este sentido, la iluminación indirecta es más adecuada para usos que no requieran una concentración directa en un objeto o campo reducido, mientras que la iluminación directa es estrictamente necesaria en caso contrario.

El diseño teniendo en cuenta los aspectos de confort lumínico debe basarse en el aprovechamiento del mayor número de horas de iluminación natural. Para ello, el tratamiento del hueco es fundamental. Ventanas pequeñas y a alturas excesivas pueden provocar una distribución errónea de la luz, aunque grandes ventanales producen el efecto contrario, distribución uniforme aunque en ocasiones de gran cantidad de iluminancia, que puede ser contraproducente en el uso que tendrá el espacio. La orientación además garantiza una iluminación mayor en orientaciones a sur que a norte, por lo que los espacios vivideros de una vivienda o de otro tipo de edificio deberían aprovecharlo para la distribución interior. Si a pesar de ello las características de un espacio le dotan de una pobre iluminación, los lucernarios, atrios acristalados, claraboyas o conductos de luz pueden ser capaces de recibir iluminación natural y conducirla hasta los

espacios donde sea necesaria. Estas estrategias se incorporan de forma común al diseño arquitectónico para adecuar las condiciones del confort lumínico.

El clima de Madrid aporta un número de horas de sol más que suficientes para garantizar una correcta iluminación natural a lo largo del año. Como ya se tratará más adelante en uno de los criterios de evaluación del proyecto sostenible, las ordenanzas urbanísticas de “derecho al sol” se están extendiendo en nuestro país, de forma que las edificaciones y la orientación y tamaño del viario público garanticen que, al menos, los edificios cuenten con 3 horas de sol por la mañana el 21 de diciembre. Esto reduce enormemente el consumo de energía pero, además, aporta una calidad lumínica a los espacios muy importante. Es necesario, a su vez, coordinar el diseño lumínico con el energético, ya que una entrada excesiva de radiación solar en determinadas orientaciones y huecos puede ser perjudicial para el consumo energético del mismo. En Madrid, la protección de huecos a sur y oeste es fundamental en los meses estivales para un adecuado confort térmico. En estos casos, la iluminación suele pasar a un segundo plano, garantizando la misma por métodos de iluminación indirecta, o por luz tamizada por los elementos de protección de huecos.

### 3. El entorno

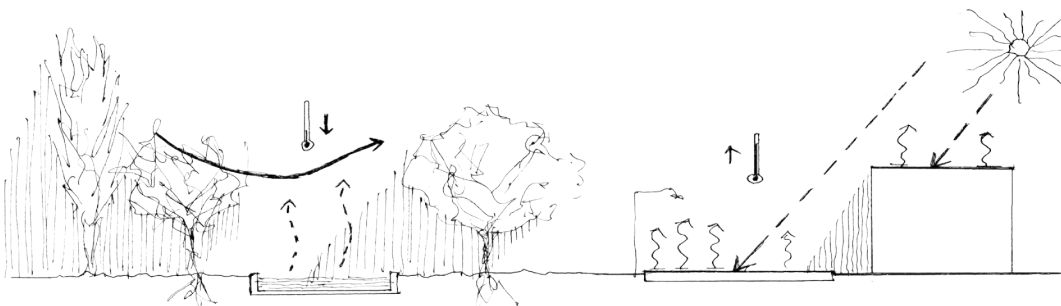
No solo el edificio en sí influye en la sostenibilidad del planeta, también entra en juego las características del emplazamiento a distintas escalas, de parcela, de barrio, urbana... y de los parámetros climáticos, de usos del suelo, de movilidad, etc. Aunque en este campo es complicada la intervención directa del arquitecto, sí que puede modificar con el proyecto diversos aspectos que no solo afecten a la calidad del edificio sino de su entorno inmediato. Una buena elección del emplazamiento y unas estrategias de adaptación o modificación del mismo pueden llegar a ser claves en la arquitectura sostenible.

#### **La escala urbana**

La forma urbana es el resultado de una compleja interacción de presiones e influencias interdependientes: climáticas, económicas, sociales, políticas, estratégicas, estéticas, técnicas y normativas. Por desgracia, en los últimos años hemos visto una primacía de las influencias políticas y económicas que han dado lugar a ciudades fantasma, barrios sin vida propia y segregación urbana difícil de reestructurar. Por tanto, los arquitectos casi nunca tienen la capacidad de tomar decisiones sobre la ubicación del proyecto en el tejido urbano. En muchos casos, el empla-

zamiento ya habrá sido seleccionado antes que el arquitecto aborde el proyecto. Sin embargo, a escala de barrio, los arquitectos pueden tener la capacidad decisoria en el proceso de planificación, y estas decisiones pueden conllevar consecuencias importantes en lo que se refiere a la sostenibilidad, como el ahorro de recursos energéticos y la utilización de fuentes de energía más respetuosas con el medio ambiente. Para analizar las posibilidades que podemos encontrar en una zona urbana o emplazamiento en cuanto a mejora de las condiciones de sostenibilidad es necesario atender a diversos factores condicionantes, como son la densidad urbana, los usos del suelo, los transportes, el microclima, etc.

En cuanto al clima de las ciudades, es necesario establecer la diferencia que existe con respecto al de su territorio circundante. Existe una relación clara entre las formas, espacios urbanos y el grado de eficiencia de las edificaciones con el microclima creado dentro de una ciudad. A escala de manzana o de barrio, ciertas decisiones pueden mejorar el microclima local, como la protección de los vientos o de la excesiva radiación solar. Debido a todo ello, la temperatura en las ciudades es más alta que en sus alrededores, debido al efecto llamado “isla de calor” (que existe en la ciudad de Madrid) provocado por la emisión de calor y contaminantes de los edificios, sistemas de transporte e industrias (que además contribuyen a la contaminación del aire), el almacenamiento del calor por parte de los pavimentos urbanos impermeables y la imposibilidad de paso del viento en numerosas ocasiones debido a los edificios. Sin embargo, el viento es de mayor turbulencia y velocidad en las ciudades, aunque no de la entidad suficiente como para poder disipar el calor. Además, los edificios en cierta medida pueden obstruir la luz solar directa, aunque en condiciones estivales esto puede ser considerado una ventaja, normalmente lleva implícito una pérdida de iluminación natural directa.



En la ciudad de Madrid podemos encontrar multitud de estrategias a escala urbana que mejoran la eficiencia energética de la ciudad. Los espacios abiertos y plazas, por ejemplo, son elementos estructurantes de la ciudad que generan una vía de escape a la densidad urbana, del mismo modo que permiten la ventilación en el verano, mejorando el confort térmico y se resguardan en las épocas más frías. El sombreado de las calles es también fundamental, su morfología deberá permitir una radiación solar directa suficiente en invierno, y una protección solar en verano que puede venir dada por la vegetación de hoja caduca. Además, está demostrada la eficiencia de la evotranspiración en verano en Madrid, ya que al tratarse de un clima cálido y seco, las lagunas y fuentes con la evaporación del agua que acumulan provocan una sensación térmica de frescor en los ciudadanos, muy eficaz para combatir el calor en las épocas estivales.

Otros factores que inciden en la ciudad sostenible son el transporte y las zonas verdes. En primer lugar, en la ciudad contemporánea, y debido al bajo coste del transporte por carretera junto con la segregación del suelo en zonas de uso especializadas (residencial, industrial, comercial...) han fomentado que los asentamientos se hayan esparcido por el territorio y ha exigido que los ciudadanos realicen muchos desplazamientos diarios. En la actualidad, el coche es el menos eficiente de los transportes y la arquitectura sostenible debe contemplar medidas que reduzcan su uso. A escala local, la planificación detallada de los accesos al transporte público y la creación de caminos peatonales y carriles bici que conecten con los sistemas urbanos son fundamentales. Las zonas urbanizadas deberían estar a distancias cómodas (unos 250 m) del transporte público. Las rutas para ciclistas y peatones deberán ser continuas, razonablemente directas y libres del tráfico, ruido o contaminación. Con ello se pretende lograr una eficiencia a la hora de elegir el medio de transporte más eficaz para realizar los desplazamientos por parte de los ciudadanos.

Por último, un aspecto importante de la planificación urbana sostenible es la creación de zonas verdes a distintas escalas que puedan modificar el microclima local (la temperatura, el viento, la humedad...) para lograr espacios urbanos más confortables, y que podrán distribuirse en forma de corredores verdes, formando una red que abarque toda la ciudad. Las zonas de juegos y los parques y jardines públicos en las zonas urbanas,

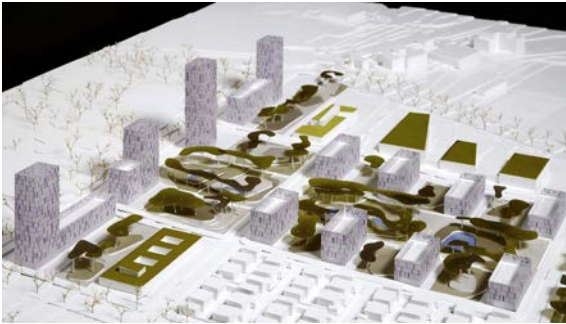
así como los espacios multiusos al aire libre en las periferias, reducen la contaminación, crean zonas adecuadas para el desarrollo de la flora y la fauna y mejoran la salud social, física y psicológica de los ciudadanos.

Para el adecuado diseño de espacios urbanos, es necesario implementar una serie de estrategias que reduzcan los efectos adversos que encontramos en las ciudades contemporáneas, que pueden ser:



-Una red de transporte público eficaz y sostenible, con planes de movilidad que incorporen la coexistencia de medios de transportes no contaminantes, como la bicicleta para desplazamientos cortos.

-Unas ordenanzas que garanticen un mínimo de iluminación natural en los edificios. En Madrid, la distribución de calles deberá propiciar la orientación norte-sur, que se entiende bioclimáticamente como la más eficiente.



EcoBarrios. Urbanismo sostenible

-Usos del suelo que garanticen una coexistencia de usos, y reduzcan los desplazamientos entre barrios, al ser estos autosuficientes en cuanto a comercio, residencia, lugares de empleo, de ocio, culturales... (ver capítulo 4: el programa sostenible)

-Tender a la mínima impermeabilización del suelo, garantizando unas zonas verdes estructurantes, para generar microclimas que contrarresten los efectos climáticos de las ciudades.

## La elección y análisis del emplazamiento

En la mayoría de los proyectos, el solar ya ha sido elegido antes de contratar al arquitecto. Cuando no es así, y el arquitecto participa en el proceso de selección, el objetivo es transferir a esta decisión el enfoque sostenible sobre el microclima, los usos del suelo, el transporte, las zonas verdes, la densidad urbana y la energía que se consume que anteriormente se aplicaba a la escala urbana.

En esta selección tendrá que tenerse en cuenta ciertas condiciones, como la posibilidad de utilización de energías alternativas, si cuenta con un buen asoleo, las condiciones del terreno, el fácil acceso al transporte público, a los servicios auxiliares como comercios o equipamientos, la conveniencia o no de la urbanización del terreno, etcétera.

Si la selección es la adecuada se pasará al análisis del emplazamiento, que permitirá al arquitecto sacar partido del potencial en cuanto a vistas, luz del sol, drenaje natural, vegetación, vientos dominantes, sombreado y otros factores, al tiempo que se evitan o reducen los daños al propio solar y a las zonas circundantes. Es, para ello, necesario entender el lugar a una micro escala, analizando datos climáticos, topografía, construcciones vecinas (para analizar sombreados y oportunidades de aprovechamiento de estructuras o materiales), la vegetación más común, los tipos de suelos, el efecto de la topografía en el asoleo (un terreno inclinado a sur permite recibir más radiación solar), las vistas que se pueden potenciar, la movilidad de personas y vehículos, las sombras que puedan proporcionar colinas o vegetación adyacente, la dirección de los vientos y sus posibilidades de aprovechamiento para una ventilación natural, y en definitiva, todos aquellos aspectos que puedan ser incorporados en el proceso del proyecto arquitectónico.

La relevancia de este aspecto es clave, ya que facilita enormemente la tarea proyectual, teniendo en cuenta una serie de factores que el arquitecto utilizará para dar una respuesta que sea más eficiente, ingeniosa, respetuosa con el medio ambiente y eficaz para los usuarios del edificio.



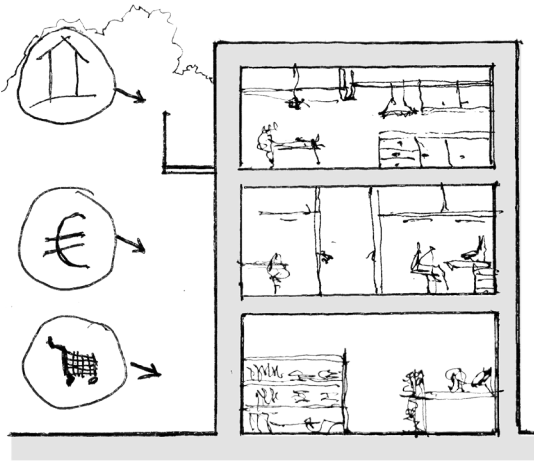
## 4. El programa de uso

### El programa sostenible

Los elementos constitutivos del programa de necesidades de un proyecto determinan su objetivo y su uso. Los requerimientos en función del tipo de espacios, superficie, confort, usos permitidos y actividades a desarrollar afectarán a la posibilidad o imposibilidad de preservar recursos, reducir las molestias o favorecer la vida colectiva. Por lo tanto, un modelo programático en los edificios contemporáneos coherente con la necesidad de preservación del planeta se plantea desde el punto de vista de la máxima eficiencia de espacios y de la reducción de los desplazamientos por parte de los usuarios. En ese sentido, los aspectos más importantes a analizar en la evaluación de un programa de usos sostenible son:

#### 1- La diversidad y densidad de usos

La diversidad de usos a la escala del edificio o del barrio es un criterio fundamental del desarrollo sostenible de la ciudad. La coexistencia en el mismo barrio de diferentes usos (espacios de encuentro, trabajo, ocio, comercio, educación o formación)



permite minimizar la necesidad de desplazamientos y, por lo tanto, reducir de forma considerable las emisiones de gases de efecto invernadero. Minimiza los tiempos de desplazamiento, el riesgo de accidentes y aporta un uso cotidiano a los espacios públicos, y, por lo tanto, cierta seguridad a los habitantes y usuarios de los diferentes edificios. En consecuencia, su calidad de vida mejora considerablemente.

A su vez, hay que buscar la máxima densidad para rentabilizar las infraestructuras existentes y evitar la dispersión urbana. También deben evitarse las densidades bajas, aunque den una imagen de confort y positiva a posibles usuarios. El ejemplo de las urbanizaciones y las viviendas aisladas es muy instructivo en este sentido: movilizan gran cantidad de suelo e infraestructuras para un número muy reducido de habitantes por metro cuadrado. A la inversa, una densidad demasiado elevada puede tener efectos muy negativos en el entorno, por lo que no existe una densidad ideal sino que cada emplazamiento y cada programa deben considerarse y adaptarse el uno en función del otro con el objetivo de alcanzar la densidad óptima.

## 2- El impacto social de los edificios

La cohabitación de diferentes clases sociales y culturales garantiza que todo el mundo participe en la vida pública. Evita la segregación social en el entorno y minimiza los riesgos de conflictos sociales, pues favorece la integración y la comunicación entre diferentes culturas, clases sociales y franjas de edad. Facilita los intercambios y la ayuda mutua sin menoscabar las diferentes identidades culturales. Por lo tanto, el arquitecto debe emplazar y dotar de un programa lo suficientemente amplio para acoger a la mayor parte de segmentos sociales, con el objetivo de compartir espacios públicos.

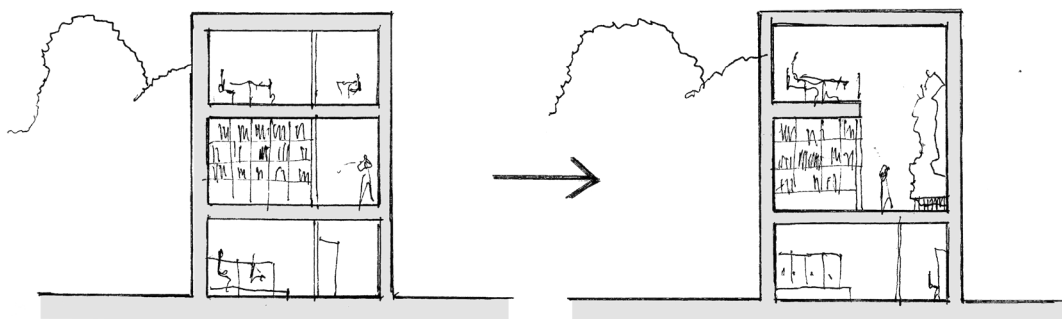
Sin embargo, esto no significa que todos los usos sean compatibles en una zona determinada. Los nuevos programas

refuerzan, agravan o por el contrario, mejoran una situación urbana. Cada cambio en el paradigma social de un área urbana deberá llevar consigo una consideración y modificación de la oferta urbana, con el objetivo de aportar los nuevos servicios que los futuros usuarios demanden. En definitiva, aportar una conciencia superior al proyecto sobre su emplazamiento, y estudiar el efecto que causa el programa de un edificio sobre su entorno inmediato.

### 3- La flexibilidad del programa

Uno de los factores esenciales de un edificio responsable en términos ecológicos es su durabilidad en el tiempo. Además de adoptar medidas para garantizar la perdurabilidad del edificio en cuanto a su materialidad, el programa debería alentar su adaptación a otros usos, los de las generaciones futuras, que hoy desconocemos. Las exigencias programáticas deben ser compatibles con los diferentes usos del edificio. El fomento de espacios muy especializados pueden suponer un freno a la hora de dar respuesta a necesidades futuras.

Además, en el momento de analizar el programa, es importante detectar aquellos espacios cuyas funciones pueden ser compartidas por diversos usuarios. A través del hecho de compartir se pretende fomentar una economía del espacio y, por lo tanto, de recursos, así como la posibilidad de crear lugares de intercambio y comunicación entre los diferentes habitantes o usuarios.



## Estrategias de sostenibilidad según el programa de usos

El presente manual divide los criterios y medidas de evaluación de sostenibilidad según su aplicación en distintos usos arquitectónicos. Estos usos se dividen en: Unifamiliar, Multirresidencial, Equipamiento y Oficinas. Esta división se debe a que los procedimientos y estrategias sostenibles tienen distinto impacto dependiendo del uso, además de una complicada aplicabilidad práctica para ciertos criterios. Por lo tanto, a la hora de proyectar, se debe tener en cuenta cuales son las medidas más adecuadas para cada uso del edificio, así como las medias de aplicación más costosas, que generan gasto económico o de recursos innecesario. En líneas generales, estas son las estrategias de sostenibilidad indicadas para cada uso:

**-Unifamiliar:** Para viviendas unitarias, lo fundamental es garantizar la prevalencia de criterios y estrategias pasivas que, con el propio diseño, sean capaces de generar un proyecto respetuoso con el medio ambiente y sin necesidad de integrar medidas más sofisticadas. La iluminación natural, el aprovechamiento del sol, el uso de materiales ecológicos y la protección frente al ruido y la adecuada ventilación deberían ser suficientes para garantizar una calidad ambiental suficiente, sin entrar en medias más complejas.

**-Multirresidencial:** En este caso, es necesario sumar ciertas medidas de gestión de un edificio con muchas viviendas, como por ejemplo medidas propias de usos con mayor densidad de ocupación o dedicadas a la gestión eficiente de suministros como el agua o la energía.

**-Oficinas:** Para edificios de uso terciario, los criterios de sostenibilidad se alejan de aquellos específicos para usos residenciales, que requieren una estancia continuada para centrarse en aquellas medidas de aplicabilidad en usos esporádicos. La flexibilidad de los sistemas de climatización, de calidad del ambiente interior y la garantía de generar espacios adecuados para el trabajo toman protagonismo.

**-Equipamiento:** En este caso, y al tratarse de edificios públicos, las exigencias medioambientales son mucho mayores, y los criterios y medidas de aplicación ambiental son más concretos y detallados, llegándose a profundizar ampliamente en la relación del edificio con su entorno, la reducción de emisiones nocivas y la mejora del confort de los usuarios.



## 5. La gestión de los recursos

Tan importante como asegurar unos mínimos de calidad en los espacios interiores y exteriores del proyecto, deberá ser la gestión de los recursos, íntimamente ligada con los conceptos de sostenibilidad e impacto medioambiental. La propia arquitectura puede constituir un elemento de ahorro de agua, energía o recursos, siendo estas estrategias efectivas a lo largo de la vida útil del edificio.

### Los residuos

Los desperdicios domésticos y comerciales, la basura de las calles, los escombros de la construcción, los residuos procedentes de procesos industriales y de otros tipos, y los fangos fecales, causan problemas medioambientales. A pesar de que los sistemas de tratamiento de la mayoría de países tienden a reducir al mínimo los impactos locales, su eliminación final tiene consecuencias importantes, como la contaminación del suelo, el aire y el agua en el ámbito regional y global. Las estrategias contemporáneas de residuos cuentan con un sistema de gestión basado en cuatro pilares: Reducir la producción de residuos en origen, clasificación de los residuos, reutilizar o reciclar y eliminar los residuos de forma segura.

El arquitecto y su equipo pueden ayudar a fomentar prácticas sostenibles entre los propietarios y usuarios del edificio mediante la creación de espacios seguros y adecuados para almacenar distintos tipos de residuos, un primer paso necesario para poder reciclarlos o eliminarlos de forma segura y eficiente. Sin embargo, el momento en el que el papel del arquitecto incide directamente en la generación de residuos es en la fase de construcción. Reducir la generación de residuos mediante un uso cuidadoso de los materiales y su clasificación para su posterior reciclaje o reutilización es responsabilidad del constructor. Sin embargo, el desarrollo de prácticas más sostenibles para el tratamiento de los residuos procedentes de la construcción y de la demolición depende mucho de que existan instalaciones adecuadas de tratamiento y un mercado para los materiales reciclados.

Por lo tanto, un proyecto cuidado y una buena gestión pueden reducir los residuos de la obra. Una vez ocupado el edificio, es importante que cuente con instalaciones para almacenamiento, recogida y eliminación de los residuos. Los métodos de eliminación dependen en gran medida de la existencia de lugares adecuados, del coste del transporte, de factores socioeconómicos y de las condiciones locales. Los objetivos para fomentar una gestión sostenible de los residuos son los siguientes:

- Proyectar con medidas estándar para reducir cortes de piezas en obra y exigir al constructor que reutilice los recortes siempre que sea posible.

- Aplicar los requisitos de manipulación, almacenamiento y protección de los materiales.



- Realizar un cálculo meticuloso de las mediciones a la hora de realizar un pedido de material.

- Especificar la separación, almacenamiento y recogida o reutilización de materiales reciclables, incluyendo embalajes.

- Las instalaciones para manipular residuos deberían proporcionar espacio suficiente para el tratamiento in situ; deben ser cómodas tanto para el usuario como para el servicio de recogida, y los niveles de higiene, sanidad y servicio se cuidarán especialmente.

- Proporcionar espacios para contenedores separativos en las viviendas, o generales para edificios multirresidenciales.

- Considerar las instalaciones para el almacenamiento de residuos como una parte integrante del edificio.

- Establecer, en la medida de lo posible, planes para la reutilización de residuos orgánicos dentro de la propia parcela, como el compostaje.

## El agua

El uso despreocupado del agua provoca diversos problemas medioambientales, tanto en el abastecimiento para su consumo como en el posterior tratamiento de las aguas de escorrentía y residuales en zonas urbanizadas. Según la mayor parte de normativas, casi toda el agua que se utiliza en los edificios debe ser potable. El agua procede del entorno natural y, por lo tanto, casi siempre supone una reducción de las reservas de los acuíferos subterráneos y superficiales. Su tratamiento requiere plantas especializadas, con el consiguiente consumo de materiales y energía tanto para su construcción como para su funcionamiento. Después de ser utilizada, los sistemas de alcantarillado transportan el agua para que sea tratada de nuevo, antes de devolverla, mas o menos limpia, al entorno natural.

Además, los pavimentos urbanos impermeables aceleran la escorrentía de las aguas pluviales, reduciendo la evaporación y erosionando las zonas ajardinadas y las riberas de los cursos naturales, lo que significa que se necesita más construcción (sumideros, alcantarillados...) para evitar inundaciones. Durante las tormentas, el agua de escorrentía suele mezclarse con aguas fecales no tratadas en los aliviaderos, haciendo que se viertan con-

taminantes al medio ambiente. Incluso en zonas donde el agua es abundante, los efectos de estos hechos sobre los hábitats naturales y la biodiversidad pueden ser profundos y duraderos. El proyecto de arquitectura debería reducir a mínimos el consumo de agua y el impacto ambiental de las nuevas construcciones, proporcionando un entorno donde el agua de lluvia pueda volver a ser asumida por el medio. Además, la evacuación adecuada del agua contribuye a mejorar la salud y el medio ambiente. Si el drenaje de las aguas superficiales no es adecuado, pueden producirse inundaciones periódicas, que suponen un riesgo para la salud y el medio ambiente. Para ello se contemplan los siguientes objetivos:



- Utilización de sanitarios y otros electrodomésticos con dispositivos de ahorro de agua.
- Los esquemas separativos de aguas fecales y grises deben formar parte del proyecto, para que así estas últimas puedan ser reutilizadas dentro de la parcela.
- Las zonas ajardinadas deben estar compuestas por especies vegetales que requieran riego mínimo.
- La planificación del emplazamiento y el proyecto deberían incorporar medidas para la recogida y el almacenamiento de aguas pluviales para su uso en el exterior.
- El proyecto y la construcción de los sistemas de drenaje deberían respetar los principios de salubridad. Los drenajes de aguas pluviales en superficie no se filtren al suelo y contaminen el suministro.
- Los materiales para los sistemas de fontanería deberían seleccionarse por su resistencia frente a la corrosión y durabilidad.

## La energía

Un proyecto sostenible significa que uno de sus objetivos principales es que la contaminación resultante del consumo de energía sea mínima, y esto se puede lograr por tres caminos diversos, que se complementan entre sí:

- Utilizando principios pasivos que reduzcan el consumo de energía del edificio.

- Complementando las fuentes de energía convencionales con fuentes renovables, como la energía solar, eólica o la derivada de la biomasa.

- Cuando sea necesario utilizarlos, especificar los sistemas convencionales de generación de energía basada en fuentes no renovables más eficientes y menos contaminantes.

En un edificio convencional, la cantidad de energía consumida (y su procedencia) sigue siendo el punto de preocupación más relevante desde el punto de vista medioambiental. Sin embargo, como ya se ha avanzado previamente, la arquitectura sostenible busca desde la integración en el proyecto de arquitectura generar las estrategias necesarias para garantizar un impacto mínimo de los edificios en el medio ambiente.

Las fuentes de energía renovables pueden integrarse en el proyecto de la mayoría de los edificios nuevos o existentes, lo que conlleva una reducción del consumo de CO<sub>2</sub> para calefacción y refrigeración, reduciendo así el impacto ambiental de los edificios. A su vez, las medidas de ahorro energético deben ser complementarias a la implantación de energías renovables, previendo desde la fase de proyecto la colaboración con los proveedores de energía que incorporen soluciones energéticamente eficientes para el edificio y la parcela. Para ello hay que tener en cuenta los siguientes objetivos:

- Minimizar la demanda energética para calefacción, refrigeración e iluminación mediante la utilización de sistemas y tecnologías pasivas, que se encuentran íntimamente relacionadas con las condiciones climáticas y de confort, mencionadas anteriormente.

-Utilizar sistemas y colectores que garanticen la adecuada renovación del aire minimizando la pérdida energética, como sistemas de intercambio o bombas de recuperación de calor.

-Integrar módulos y células fotovoltaicas de tamaño y potencia punta adecuados en las cubiertas y/o fachadas orientadas a sur para producir electricidad y gestionar su uso.

-Utilizar sistemas y colectores solares para calentar el agua para necesidades higiénicas básicas y para la calefacción de espacios a baja temperatura.

-Estudiar la inclusión de otros sistemas generadores de energía renovable, como las calderas de biomasa.

-Utilizar energía fuera de las horas punta de consumo siempre que sea posible, aprovechando las propiedades térmicas del edificio y las tecnologías adecuadas.

-Las instalaciones eléctricas deberían incorporar sistemas de gestión y optimización de la carga eléctrica.

-Los sistemas de calefacción y refrigeración deberían incorporar sistemas de control integrado.

-La iluminación artificial debería utilizar lámparas y balastros de alta eficiencia, y sistemas de control automáticos.



## Los materiales de construcción

Los criterios para la selección de materiales y componentes incluyen el coste, la estética, el rendimiento y la disponibilidad. Para especificar de forma respetuosa con el medio ambiente tanto los materiales y componentes del edificio como los procesos de puesta en obra, es necesario añadir la energía incorporada en el proceso de fabricación del material a los impactos ambientales locales y globales. En especial, los materiales provenientes de zonas cercanas reducen emisiones en su desplazamiento, y permite incentivar la economía local. Madrid cuenta con una amplia variedad de productores de materiales, destacando los pétreos, la cal y yesos, y las fábricas de arcilla cocida.

La elección de los materiales y los componentes ejerce además un efecto muy importante sobre el rendimiento energético. La energía incorporada de una estructura de hormigón puede ser alta, pero si está pensada para aprovechar la calefacción y la refrigeración solar pasiva, puede producir una reducción equivalente en el consumo de energía a pocos años de su puesta en uso. Otros componentes, como ventanas de baja emisividad e instalaciones eficaces de calefacción e iluminación, tienen un efecto tan importante sobre la eficiencia energética que compensa con creces cualquier otro impacto que resulte de su fabricación o eliminación.

El proyecto arquitectónico debería considerar la selección de los materiales y el desmantelamiento del edificio al final de su vida útil como aspectos clave del proceso, reduciendo así al mínimo el uso de recursos, la generación de emisiones, y facilitando la reutilización y el reciclaje. Los objetivos en este sentido son:

- Escoger los materiales teniendo en cuenta sus efectos ambientales
- Las fachadas y los tabiques interiores deberían poder ser retirados o sustituidos sin que afecten a la estructura
- Proyectar de modo que los materiales y componentes sean duraderos

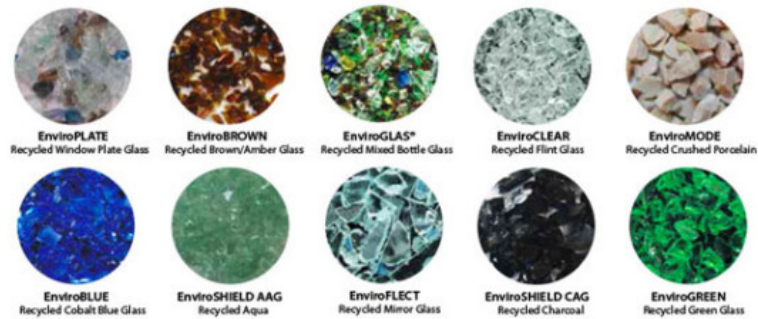
-Proyectar para permitir cambios en el uso del edificio a lo largo del tiempo.

-Incorporar un método para el desmantelamiento del edificio y la reutilización o reciclaje de sus componentes mediante la separación de sus elementos al final del ciclo de vida.

-El proyecto debería centrarse en facilitar el mantenimiento de los sistemas y componentes para conseguir una baja emisividad y una larga vida útil.

-El proyecto incluirá, en la medida de lo posible, materiales cuya producción se encuentre en un entorno inmediato.

-Exigir al constructor que utilice materiales de limpieza ecológicos durante la construcción y limpieza final.







## Criterios y medidas





En este apartado del manual se encontrará la aplicación práctica de las distintas estrategias que pueden ser incluidas en el proceso de proyecto y que garantizarán la consecución de una verdadera arquitectura sostenible con su entorno, y con el planeta. Estas estrategias están agrupadas en una relación de criterios y medidas que serán aplicables en función de las condiciones climáticas y del uso del edificio.

En cuanto a la diferenciación climática de los criterios y medidas, se exponen en el presente manual todas las estrategias que se pueden aplicar, indistintamente de la situación climática del proyecto, aunque se hará mayor hincapié en aquellas especialmente aplicables al clima de Madrid

Con lo que respecta a la diferenciación por uso, a continuación se proponen unos itinerarios en función del programa del proyecto (unifamiliar, residencial, oficinas o equipamiento). Estos itinerarios llevarán a los criterios y medidas de aplicación en cada caso, a medida de checklist que constituye una ayuda al proceso proyectual.

# 1. Criterios por uso del edificio

En esta tabla se pueden observar a qué uso de edificio y fase de proyecto pertenecen cada uno de los criterios de sostenibilidad, desarrollados posteriormente.

Uso del edificio		Fase del proyecto								
		Emplazamiento	Diseño	Diseño y Construcción	Construcción	Construcción e Instalaciones	Instalaciones	Instalaciones y Uso y Gestión	Uso y Gestión	
UNIFAMILIAR		A4 A12 F1	D11	A13 B1 C5 C6 C7 C8 C9 D5 D6 D7	B5 C10	C3	B2 B3 B4 C2 C4	B2 B3 B4 C2 C4	A5	
		A4 A12 F1	A2 A3 A6 D11	A7 A9 A10 A11 B1 C11 D5 D6 D7 D8 E6 F2 F3 F4	B5 C1 C12 D9	C3	B2 B3 B4 C2 C4	A2 A3 A5 D10 E3 F6 F7	A8	
OFICINAS TERCIARIO		A4	A6 D11	A7 A9 A10 A11 B1 C11 D5 D6 D7 D8 E6 F4 F5	B5 C1 C12 D9	C3 D3	B2 B3 B4 C2 C4 D1 D2 D4 E1 E2	A5 D10 E3 F6 F7	A8	
EQUIPAMIENTO		A4 A12	A2 A3 A6	A1 A7 B1 C5 C6 C7 C8 C9 C11 D5 D6 D7 D8 D14 F4 F5	B5 C10 C12 C13 C14 D9	C3 D3	B2 B3 B4 C2 C4 D2 D4 D12 D13 E1 E2	A2 A3 A5 D10 E3	A8 E4 E5	

## 2. Criterios por tipo de impacto ambiental

En esta tabla se indica los diversos impactos ambientales asociados a cada uno de los criterios de sostenibilidad, organizados por capítulos.

A Parcela y emplazamiento											
Criterio	Impacto ambiental										
	Cambio climático	Aumento radiación UV	Pérdida de fertilidad	Pérdida de vida acuática	Emisión de fotooxidantes	Cambios en la biodiversidad	Agotamiento de energía	Agotamiento de recursos	Agotamiento de agua potable	Generación de residuos	Pérdida de salud y confort
A1											
A2											
A3											
A4											
A5											
A6											
A7											
A8											
A9											
A10											
A11											
A12											
A13											

**A1:** Gestión de escorrentías. **A2:** Políticas para promover el uso de la bicicleta. **A3:** Políticas de gestión del transporte privado. **A4:** Proximidad al transporte público. **A5:** Clasificación y reciclaje de residuos sólidos urbanos. **A6:** Efecto isla de calor a nivel de suelo. **A7:** Efecto isla de calor a nivel de cubierta. **A8:** Contaminación lumínica. **A9:** Uso de plantas autóctonas. **A10:** Consumo de agua para riego de jardines. **A11:** Uso de árboles para crear zonas de sombra. **A12:** Acceso a equipamiento y servicios públicos. **A13:** Gestión del hábitat

B Energía y Atmósfera

Criterio	Impacto ambiental										
	Cambio climático	Aumento radiación UV	Pérdida de fertilidad	Pérdida de vida acuática	Emisión de fotooxidantes	Cambios en la biodiversidad	Agotamiento de energía	Agotamiento de recursos	Agotamiento de agua potable	Generación de residuos	Pérdida de salud y confort
B1											
B2											
B3											
B4											
B5											
B6											

**B1:** Consumo de energía no renovable durante el uso del edificio. **B2:** Demanda de energía eléctrica en fase de uso. **B3:** Producción de energías renovables en la parcela. **B4:** Emisión de sustancias foto-oxidantes en proceso de combustión. **B5:** Energía no renovable en el transporte de los materiales. **B6:** Emisión de sustancias que reducen el ozono estratosférico.

C Recursos naturales

Criterio	Impacto ambiental										
	Cambio climático	Aumento radiación UV	Pérdida de fertilidad	Pérdida de vida acuática	Emisión de fotooxidantes	Cambios en la biodiversidad	Agotamiento de energía	Agotamiento de recursos	Agotamiento de agua potable	Generación de residuos	Pérdida de salud y confort
C1											
C2											
C3											
C4											
C5											
C6											
C7											
C8											
C9											
C10											
C11											
C12											
C13											
C14											

**C1:** Impacto de los materiales de construcción. **C2:** Consumo de agua potable. **C3:** Retención de aguas de lluvia para su reutilización. **C4:** Recuperación y reutilización de aguas grises. **C5:** Uso de materiales durables. **C6:** Reutilización de materiales. **C7:** Uso de materiales reciclados. **C8:** Uso de materiales obtenidos de recursos sostenibles. **C9:** Índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad. **C10:** Ecoetiquetado del producto. **C11:** Planificación de una estrategia de demolición selectiva. **C12:** Gestión de los residuos de la construcción. **C13:** Uso de adiciones al cemento. **C14:** Prevención de la contaminación en actividades de construcción.

D Calidad del ambiente interior

Criterio	Impacto ambiental										
	Cambio climático	Aumento radiación UV	Pérdida de fertilidad	Pérdida de vida acuática	Emisión de fotooxidantes	Cambios en la biodiversidad	Agotamiento de energía	Agotamiento de recursos	Agotamiento de agua potable	Generación de residuos	Pérdida de salud y confort
D1											
D2											
D3											
D4											
D5											
D6											
D7											
D8											
D9											
D10											
D11											
D12											
D13											
D14											

**D1:** Concentración de CO2 en el aire interior. **D2:** Limitación de la velocidad del aire en la ventilación mecánica. **D3:** Deslumbramiento en las zonas de ocupación no residencial. **D4:** Nivel de iluminación y calidad de luz en los puestos de trabajo. **D5:** Iluminación natural en los espacios de ocupación primaria. **D6:** Protección frente al ruido procedente del exterior. **D7:** Protección frente al ruido generado en otras unidades de uso. **D8:** Protección frente al ruido generado en los recintos de instalaciones. **D9:** Toxicidad en los materiales de acabado interior. **D10:** Realización de un proceso de purga. **D11:** Eficacia de la ventilación en espacios de ventilación natural. **D12:** Confort higrotérmico en espacios de ventilación mecánica. **D13:** Monitorización de la calidad del aire. **D14:** Confort acústico

E Calidad del servicio

Criterio	Impacto ambiental									
	Cambio climático	Aumento radiación UV	Pérdida de fertilidad	Pérdida de vida acuática	Emisión de fotooxidantes	Cambios en la biodiversidad	Agotamiento de energía	Agotamiento de recursos	Agotamiento de agua potable	Generación de residuos
E1										
E2										
E3										
E4										
E5										
E6										

**E1:** Capacidad de control local de los sistemas de climatización. **E2:** Capacidad de control local de los sistemas de iluminación. **E3:** Desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento. **E4:** Disponibilidad de un sistema de gestión del edificio. **E5:** Capacidad de funcionamiento parcial de las instalaciones. **E6:** Eficiencia de los espacios.

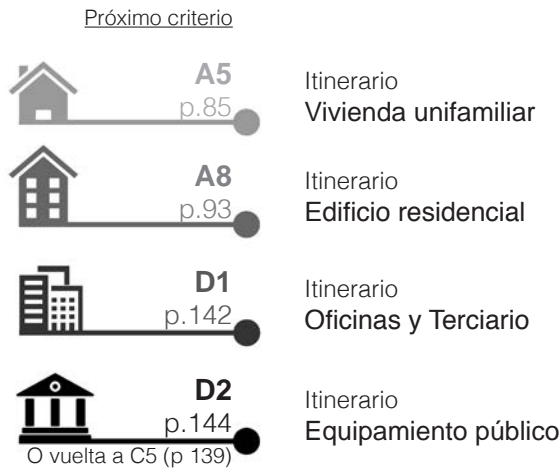
F Aspectos sociales y económicos

Criterio	Impacto ambiental									
	Cambio climático	Aumento radiación UV	Pérdida de fertilidad	Pérdida de vida acuática	Emisión de fotooxidantes	Cambios en la biodiversidad	Agotamiento de energía	Agotamiento de recursos	Agotamiento de agua potable	Generación de residuos
F1										
F2										
F3										
F4										
F5										
F6										
F7										

**F1:** Derecho al sol. **F2:** Acceso a espacios abiertos privados desde las viviendas. **F3:** Protección del interior de las viviendas de las vistas del exterior. **F4:** Acceso universal. **F5:** Acceso visual desde las áreas de trabajo. **F6:** Coste de construcción. **F7:** Coste de uso.

### 3. Itinerarios por uso del edificio

Para facilitar una lectura de las fichas de criterios ordenada según la fase del proceso de proyecto en el que se encuentra, se establecen 4 itinerarios diferentes atendiendo al programa del edificio. Estos itinerarios conducen a las páginas donde se encuentran los criterios a atender en cada fase, y aconsejando la vuelta a criterios anteriores en caso de no poder cumplirlos. Estos son los símbolos que se encontrarán en cada ficha:



En el caso que el criterio no se pueda cumplir, es necesario la vuelta atrás para replantear ciertas decisiones tomadas en el proceso de proyecto, de forma iterativa.

Los itinerarios comienzan en el criterio **A4** (pág. 73)





## Parcela y emplazamiento



La implantación de un edificio en una determinada parcela con su contexto concreto condiciona inevitablemente el potencial de sostenibilidad del mismo. De la misma manera dicha implantación va a tener una serie de efectos en su entorno; por ejemplo, no es lo mismo construir un edificio en una parcela que lleva tiempo urbanizada a hacerlo en una urbanización reciente que ha supuesto la ocupación de nuevos suelos.

Una vez seleccionado el sitio, van a ser fundamentales para minimizar las alteraciones del medio, cómo se implanta el edificio en esa parcela y qué medidas se toman para reducir su impacto. En este sentido es importante tener en cuenta aspectos como la producción de residuos sólidos urbanos, el consumo de agua en la parcela, la influencia de la iluminación artificial exterior, el impacto sobre el microclima urbano, etc.

En el tema de los residuos es clave seguir la regla de las tres erres, siendo crucial respetar el siguiente orden: reducir, reutilizar y reciclar. Es decir lo prioritario es intentar evitar que se generen residuos; una vez el residuo generado es necesario, primar su reutilización directa, y, si ello no es posible, reciclarlo para que se integre de nuevo en la cadena de materias primas para la generación de nuevos elementos “consumibles”.

El acondicionamiento de la parcela que se lleve a cabo va a tener una influencia directa en el medio: la impermeabilización del suelo libre de parcela no sólo alterará los porcentajes de retención, evaporación y escorrentía característicos del mismo, sino que además generará un aumento de la cantidad de agua a evacuar por el alcantarillado. Priorizar el acondicionamiento de zonas verdes es una buena opción siempre y cuando se utilicen plantas autóctonas, no sólo por tener menos necesidades de aporte de agua extra, al estar más adaptadas al clima del lugar, sino, también, porque requieren un menor mantenimiento, son fáciles de plantar, tienen poca exigencia en el uso de productos químicos, fertilizantes, etc.

Finalmente las necesidades de iluminación en el exterior del edificio han de ser cubiertas reduciendo al máximo el impacto que esta situación pueda provocar. En este sentido, la dispersión de la luz producida por el alumbrado de la parcela puede tener efectos negativos sobre el ecosistema del sitio y generar contaminación lumínica. Estos aspectos son mitigables mediante un diseño atento a garantizar los niveles mínimos de iluminación sin influir sobre la visión del cielo.



# Gestión de escorrentías

# A1

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de vida acuática – Cambios en la biodiversidad – Agotamiento agua potable

**OBJETIVO:** Limitar la perturbación y la contaminación de flujos naturales de agua, gestionando el exceso de escorrentía.

**CONTEXTO:** Con el incremento de las zonas urbanizadas, la permeabilidad del terreno disminuye, lo que tiene como resultado un incremento en la escorrentía que finalmente termina siendo recogida por la red de saneamiento. El agua de escorrentía contiene sedimentos y otros contaminantes que tienen un efecto negativo en la calidad del agua. Por otro lado, el transporte y tratamiento de este exceso de agua supone un esfuerzo adicional para las infraestructuras de saneamiento municipales.



Equipamiento

Medida  
**A1**

## 1: Reducción del volumen de escorrentía



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** En el proyecto de ejecución se deberá implantar un Plan de Gestión de la Escorrentía que reduzca los pavimentos impermeables, promueva la infiltración y capture y trate el exceso de escorrentía procedente del 90% de las precipitaciones medias anuales.

**APLICACIONES:** En el caso de Madrid, al contar con una precipitación media anual de 386 mm, se deberán tratar un total de 378 mm, además de lograr reducir el 80% de sólidos totales suspendidos, es decir, los sedimentos y contaminantes que incluyen las aguas de escorrentía.

La mejor manera de minimizar el volumen de escorrentía (y por lo tanto, los tratamientos necesarios para tratarla y eliminar los contaminantes) es reducir la superficie impermeable e incrementar la infiltración. Algunas estrategias para lograr ese objetivo pueden ser:

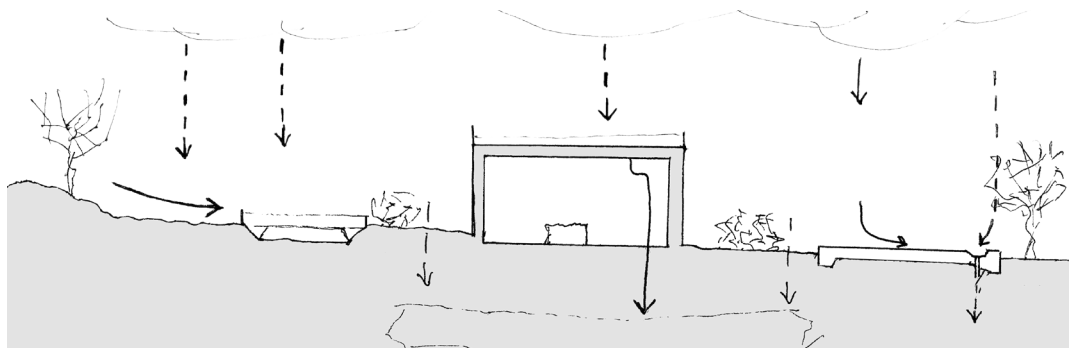
**-Medidas no estructurales:** Este tipo de medidas promueve que el agua de escorrentía se filtre en el suelo. En este proceso, la mayor parte de los contaminantes que arrastra el agua son descompuestos por los microorganismos.



- Cunetas drenantes con vegetación
- Cubiertas ajardinadas
- Pavimentos porosos o de rejilla abierta
- Franjas y cuencas de infiltración
- Franjas de infiltración vegetal

**-Medidas estructurales:** Pueden usarse para recoger el agua de escorrentía de las superficies impermeables y eliminar los contaminantes. El agua se puede reutilizar par riego o para otros usos donde no sea necesaria agua potable.

- Cisternas para recogida de agua de lluvia
- Estanques de retención húmedos



Efectos de la escorrentía en la parcela

Siguiente criterio



# Políticas para promover el uso de la bicicleta

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Agotamiento de energía

# A2

**OBJETIVO:** Evitar el uso indiscriminado de vehículos privados mediante el uso de la bicicleta como método de transporte alternativo.

**CONTEXTO:** El uso del automóvil supone un gran impacto en el medioambiente debido, no sólo a las emisiones de contaminantes al aire, sino también por los impactos negativos que originan la extracción y refinamiento del petróleo. El uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo ofrece un gran número de ventajas: no emite contaminantes a la atmósfera, no necesita combustibles derivados del petróleo, alivia la congestión del tráfico, reduce la contaminación acústica y requiere menos infraestructuras de vías y menos espacio para aparcamiento.

Las bicicletas se usan principalmente para viajes cortos, pero aún así suponen un gran beneficio ambiental porque una gran parte de las emisiones contaminantes de los vehículos se producen en los primeros minutos de conducción. El coste inicial debido a la construcción de espacios de aparcamiento para bicicletas y vestuarios para los usuarios es relativamente bajo dentro de los costes totales del proyecto. En contrapartida, el uso de la bicicleta supone beneficios para la salud, favorece la relación entre los vecinos y permite el disfrute de zonas no disponibles para los usuarios del automóvil.



Residencial



Equipamiento

Medida  
A2

## 1: Reducción del volumen de escorrentía



Diseño



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** El proyecto deberá contar con las siguientes instalaciones:

-**Aparcamientos seguros** para bicicletas y/o local de almacenamiento de las bicicletas a menos de 50 m de todas las entradas al edificio. A continuación se indica el mínimo de plazas a construir, aunque el proyecto debe prever un aumento potencial del 25% de las mismas:

- 1 plaza/ 100m2 construídos: Usos comercial, oficinas, industrial
- 2 plazas/ 100m2 construídos: Uso de vivienda
- 5 plazas/ 100m2 construídos: Uso docente
- 5 plazas/ 100 plazas de aforo: Equipamientos deportivos y culturales
- 1 plaza/ 30 plazas de aforo de circulación: Estaciones transportes.
- 1 plaza/ 10 metros lineales de playa: Franja costera

-**Duchas y vestuarios** en el edificio a menos de 150m de una entrada para un 0,5% de los usuarios del edificio.

**APLICACIONES:** Los aparcamientos, deben estar ubicados preferentemente en los acceso o en el interior de los destinos, sin por ello impedir el movimiento de peatones y personas con movilidad reducida. Además, deben cumplir las siguientes condiciones:

-Deberán ser de fácil acceso desde los carriles bici o viario compartido de acceso al edificio. Deben ser visibles desde el edificio.

-Las maniobras de acceso al aparcabicis no deben suponer situaciones de riesgo con la circulación de vehículos motorizados y de ciclistas.

-Deberá ofrecer un entorno cómodo para los ciclistas, con espacio suficiente para hacer maniobras con la bicicleta, sin riesgo de estropear otras bicicletas y sin la necesidad de hacer grandes esfuerzos.

-Los soportes de las bicicletas deberán estar a una distancia mínima de 1 metro cuando permitan el aparcamiento a los dos lados y a 0,80 m cuando solo se pueda aparcar una bicicleta, para permitir un acceso cómodo.

-La distancia mínima a una pared será de 0,30 m para sistemas de aparcamiento a una sola cara o del 0,90 m para sistemas que permitan el aparcamiento a las dos caras.

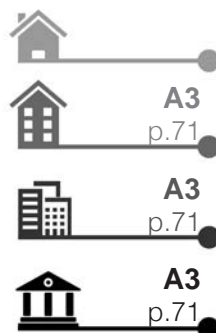
El espacio de aparcamiento deberá estar convenientemente iluminado y ofrecer un diseño integrado en el entorno urbano y arquitectónico, que dé confianza y que haga atractivo el aparcar.

-Las duchas y vestuarios deben cumplir las siguientes condiciones:

- Duchas separadas para hombres y mujeres
- Por cada ducha deberá existir 1m<sup>2</sup> para vestuarios, con perchas para colgar la ropa
- Se deberán contar con taquillas para guardar la ropa, una por cada ducha
- Las duchas no serán exclusivas de los ciclistas



Siguiente criterio



# Políticas de gestión del transporte privado.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Agotamiento de energía

# A3

**OBJETIVO:** Reducir la contaminación y los impactos en el terreno debidos al uso de vehículos con un solo ocupante.

**CONTEXTO:** El tráfico de vehículos contribuye de forma importante al cambio climático y a la contaminación del aire debido a las emisiones de gases de efecto invernadero y los contaminantes generados por la combustión de los motores y por la evaporación del combustible. La reducción del uso del transporte privado supone un ahorro de energía y evita los problemas medioambientales asociados al tráfico a la vez que se reducen los efectos negativos de la extracción y refinamiento del petróleo.

Los espacios dedicados a aparcamiento también tienen impactos negativos en el medioambiente porque las superficies con asfalto incrementan la escorrentía y contribuyen a la creación de islas de calor. Si se reducen los espacios destinados a aparcamiento se pueden minimizar estos efectos y destinar el espacio a zonas ajardinadas. Los combustibles alternativos o los vehículos de bajas emisiones suponen una posibilidad de reducir los contaminantes producidos por los vehículos particulares así como de reducir los efectos negativos para el medioambiente que supone la producción de los combustibles.

Sin embargo, el grado en que los vehículos alternativos producen beneficios ambientales depende del ciclo completo de vida de los combustibles y la tecnología de los vehículos. Por ejemplo, los coches eléctricos no producen gases de efecto invernadero durante su funcionamiento, pero la cantidad de estos gases emitida para producir la electricidad que consumen puede variar mucho dependiendo del sistema de producción de electricidad empleado. Por otro lado, la combustión de algunos de los combustibles alternativos reduce la emisión de ciertos contaminantes, pero aumenta la emisión de otros.



Residencial



Equipamiento

Medida  
A3

## 1: Reducción del número de plazas de aparcamiento



Diseño

**DESCRIPCIÓN:** El número de plazas de aparcamiento en el edificio debe ceñirse exactamente al que indique la normativa, sin aumentar su número.

**APLICACIONES:** En cualquier tipo de proyecto donde la normativa urbanística indiquen un número de plazas de aparcamiento. Se deberá persuadir a los promotores de la inconveniencia de un número de plazas de aparcamiento excesivo

## Reservas especiales de plazas de aparcamiento



Diseño



Uso y gestión

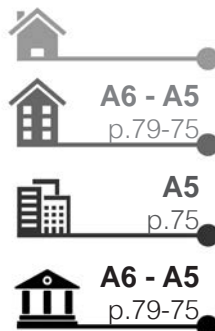
**DESCRIPCIÓN:** Se deberán reservar ciertas plazas de aparcamiento para vehículos eficientes y/o de baja emisión

**APLICACIONES:** Se proporcionará aparcamiento preferente para vehículos de baja emisión y combustible eficiente para el 5% de la capacidad total del aparcamiento de la parcela, entendiendo como aparcamiento preferente aquel que se encuentre lo más próximo posible a la entrada principal del edificio. También se puede contemplar una tarifa reducida de al menos el 20% del precio general para dichos vehículos

A su vez, se instalarán estaciones de servicios para combustibles alternativos o puestos de recarga para vehículos eléctricos para el 3% de la capacidad total de aparcamiento de vehículos de la parcela.



Siguiente criterio



# Proximidad al transporte público

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Agotamiento de energía



**OBJETIVO:** Reconocer y fomentar el desarrollo urbano en las proximidades de las redes de transporte público, ayudando así a reducir las emisiones asociadas al transporte y a las aglomeraciones de tráfico.

**CONTEXTO:** El uso extensivo de automóviles y su excesiva dependencia del petróleo contribuyen a incrementar los problemas medioambientales. Afortunadamente, existen alternativas a este medio de transporte tradicional. El uso del transporte público supone una reducción en la demanda energética necesaria para el transporte y en las emisiones asociadas de gases de efecto invernadero.

La reducción en el uso del automóvil supondría una disminución directa en el consumo de combustible y en la contaminación del aire y el agua. Otra de las ventajas del transporte colectivo es la reducción asociada en las necesidades de infraestructuras. Los aparcamientos y las carreteras afectan negativamente al medioambiente porque las superficies impermeables como el asfalto incrementan la escorrentía y contribuyen la creación de islas de calor en las zonas urbanas. Una reducción en estas infraestructuras permitiría reducir estos efectos negativos.

Entre el 30% y el 40% de los desplazamientos que se producen en una ciudad son viajes obligados (trabajo o estudio), por eso la elaboración de un plan de transporte de empresas es la forma más eficaz de actuar sobre la demanda. Además, las empresas privadas y públicas obtienen beneficios debido a la reducción del tiempo de desplazamiento, del estrés de los trabajadores, al uso más racional de la energía y a la “imagen verde” que transmiten a la sociedad.

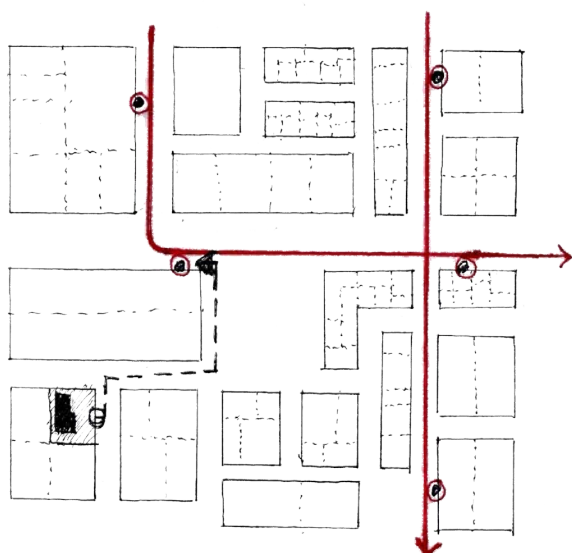


## Medida A4 1: Emplazamiento próximo a la red de transporte público



**DESCRIPCIÓN:** El objetivo es valorar la distancia de la parcela donde se desarrollará el proyecto a cualquier medio de transporte público. Esta distancia no deberá superar los 300 metros, o 5 minutos andando de una estación de tren de cercanías, tren ligero, metro o una parada de autobús

La distancia se debe medir desde la entrada principal del edificio y mediante recorridos peatonales. Las estaciones pueden ser existentes, o planificadas y presupuestadas.



Cercanía al transporte público a menos de 300 metros.

Siguiente criterio



**A12**  
p.91



**A12**  
p.91



**A6**  
p.79



**A12**  
p.91

# Clasificación y reciclaje de residuos sólidos urbanos

**IMPACTO AMBIENTAL:** Generación de residuos



**OBJETIVO:** Garantizar la existencia de locales en el interior o exterior del edificio para la separación, almacenamiento temporal y garantizar el envío de los residuos a los gestores adecuados. Asegurar que los residuos sólidos, orgánicos e inorgánicos sean recogidos, separados y reciclados.

**CONTEXTO:** El objetivo principal del desarrollo sostenible debe ser minimizar las alteraciones al medio, usando de forma coherente los recursos necesarios para una “vida cómoda”, y, de tal forma que, en el caso de generar residuos, se consiga que su efecto sea lo menos desfavorable para el medio o que se logre integrar de nuevo en la cadena de materias primas para la generación de nuevos elementos “consumibles”.

En este criterio se buscan los siguientes objetivos:

- Promover y premiar la existencia de locales en el interior o exterior del edificio para la separación,, almacenamiento temporal, y reciclaje de residuos domésticos.
- Asegurar que los residuos sólidos, orgánicos e inorgánicos sean recogidos, separados y reciclados. Promover una cultura de reutilización y reciclaje.
- Separar los residuos plásticos, cartones-papeles, vidrios y otros para su traslado a plantas de reciclado.
- Incentivar otras medidas innovadoras que aseguren la reutilización de residuos generados por el edificio en el uso y mantenimiento del mismo sin necesidad de traslados.



## Medida A5 1: Cuartos de contenedores de residuos comunes



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Los contenedores de, al menos papel, vidrio, orgánico y envases, deberán estar señalados de manera clara e inteligible así como indicaciones de cuarto de contenedores donde se encuentren.

**APLICACIONES:** En los casos de recogida puerta a puerta, se garantizará la incorporación en el diseño de cuartos de contenedores que alberguen los residuos comunes que se puedan generar. Para la recogida en puntos comunes, se deberá garantizar el transporte hasta dichos contenedores públicos, especialmente para los usos no unifamiliares

Además, como parte del libro del edificio se deberá aportar un documento donde se recojan las medidas municipales de RSU y un plano con la situación de los contenedores de orgánico, papel, vidrio y envases, y del punto limpio más cercano al edificio.

## Medida A5 2:

### Cuartos de contenedores de residuos no comunes



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Previsión de un lugar para el almacenaje de muebles, enseres y otros residuos no peligrosos que se generen de forma puntual durante el uso del edificio hasta su recogida por los servicios públicos, o su traslado a un lugar donde se produzca dicha recogida.

**APLICACIONES:** Se debe garantizar un espacio, separado del cuarto destinado a recogida de basuras donde se puedan almacenar los muebles o enseres por un período de tiempo limitado.



## Medida A5 3:

### Reutilización de los residuos generados en la parcela



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Previsión de un lugar para el almacenaje de muebles, enseres y otros residuos no peligrosos que se generen de forma puntual durante el uso del edificio hasta su recogida por los servicios públicos, o su traslado a un lugar donde se produzca dicha recogida.

**APLICACIONES:** Los residuos orgánicos, y los restos de poda o limpieza de jardines se pueden utilizar para compostaje que pueden servir para abonar las zonas verdes. Para ello se pueden disponer de composteras o almacenes de compostaje, para su uso por parte de los usuarios.

Los residuos de papel generados, especialmente en oficinas y equipamiento, puede ser reutilizados por los propios usuarios, para ello se deben implementar políticas que incluyan la reducción de uso de papel nuevo, tratando como hojas en sucio aquellas que potencialmente puedan considerarse residuos.



#### 4: Instalación de pequeños contenedores diferenciados



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Se prevee la instalación de contenedores de aquellas fracciones de residuos generados habitualmente en el edificio, en cada planta del mismo.

**APLICACIONES:** Se debe garantizar que en cada planta del edificio habrá unos contenedores específicos, válidos y debidamente señalados para la recogida de residuos generados habitualmente en el edificio. En el caso de las oficinas, estos residuos pueden ser papel, envases, etc. En estos contenedores no deberían incluirse los residuos peligrosos, aunque sí en el caso de tóneres o cartuchos de tinta.

#### 5: Otras medidas de gestión de residuos



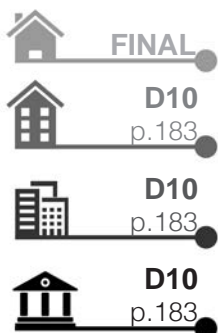
Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Esta medida incluye las que puedan considerarse una innovación o ventaja a la hora de gestionar los residuos generados en la parcela.

**APLICACIONES:** Recogida de información y publicación sobre la cantidad de residuos generados por los usuarios del edificio. De este modo, los usuarios se concienciarán mejor sobre la cantidad de basura que generar y, previsiblemente, tomarán medidas para su reducción.

Solicitar al ayuntamiento competente, alguna mejora en la gestión de RSU, como el acercamiento de contenedores para determinadas fracciones al edificio o la recogida puerta a puerta de alguna fracción no contemplada.

Siguiente criterio





# Efecto isla de calor a nivel de suelo

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Pérdida de fertilidad – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Disminuir el efecto de isla de calor en áreas urbanas mediante la utilización de espacios verdes arbolados y la instalación de elementos de sombreadamiento y protección solar de las superficies de acumulación.

**CONTEXTO:** El efecto de isla de calor se produce en todas las grandes ciudades y se traduce en la existencia de una temperatura más elevada en las zonas urbanas en comparación con la temperatura de las zonas forestales o rurales adyacentes. Este efecto se debe principalmente a la eliminación de la vegetación y su sustitución por calles de asfalto u hormigón, edificios y otras estructuras que presentan una elevada absorción solar debido a su baja reflectancia y gran inercia térmica. Así, la eliminación de las sombras producidas por los árboles y la evapotranspiración de la vegetación que representan el efecto de la refrigeración natural y su sustitución por áreas construidas que almacenan la energía térmica del sol son los causantes de la isla de calor a nivel de suelo.

El efecto isla de calor se traduce en un aumento de las necesidades de refrigeración en edificios situados en áreas urbanas en comparación con otros edificios semejantes implantados en áreas rurales o con un entorno más verde. La energía adicional necesaria para soportar una mayor necesidad de refrigeración genera un aumento de los impactos en el agotamiento del recurso, emisiones a la atmósfera y un coste de operación del edificio.



Residencial



Oficinas



Equipamiento



## Medida A6 1:

### Incentivar las zonas verdes y sombreadas



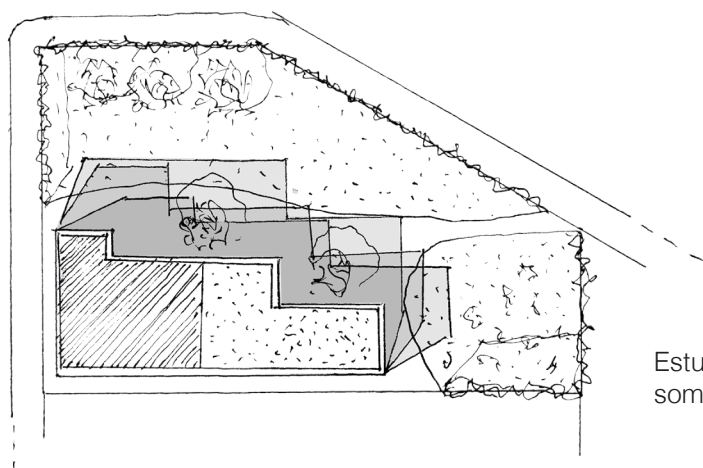
Diseño

**DESCRIPCIÓN:** En el proyecto de ejecución se deberá implantar un Plan de Gestión de la Escorrentía que reduzca los pavimentos impermeables, promueva la infiltración y capture y trate el exceso de escorrentía procedente del 90% de las precipitaciones medias anuales.

**APLICACIONES:** Se considera espacio verde como aquel que no se encuentra impermeabilizado o ejecutado con pavimentación, sea esta impermeable o no. Es decir, aquel ocupado intrínsecamente por vegetación

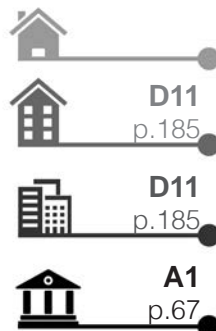
Para conseguir el sombreado de la superficie, se pueden considerar los siguientes elementos de protección:

- En las zonas ajardinadas, la sombra producida por los árboles mayores de 5 años.
- La sombra producida por la estructura de cubierta para paneles solares de producción de energía renovable.
- La sombra producida por estructuras arquitectónicas con un índice de reflectancia solar al menos del 30%.
- Las sombras producidas por elementos de protección, como toldos, brise soleil o lamas.



Estudio de zonas verdes y sombreadas en parcela

Siguiente criterio



# Efecto isla de calor a nivel de cubierta

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Limitar la perturbación y la contaminación de flujos naturales de agua, gestionando el exceso de escorrentía.

**CONTEXTO:** El efecto de isla de calor se produce en todas las grandes ciudades y se traduce en la existencia de una temperatura más elevada en las zonas urbanas en comparación con la temperatura de las zonas forestales o rurales adyacentes. Este efecto se debe principalmente a la eliminación de la vegetación y su sustitución por calles de asfalto u hormigón, edificios y otras estructuras que presentan una elevada absorción solar debido a su baja reflectancia y gran inercia térmica.

A nivel de la cubierta de los edificios, la incorporación de cubiertas vegetales o materiales con alta reflectividad solar en lugares con alta carga térmica de refrigeración hace disminuir este efecto en el edificio que se proyecta. El uso de materiales claros de alta reflectividad y emisividad térmica, permite reducir la ganancia solar de los edificios y, en consecuencia, la demanda de refrigeración en verano.



## Medida A7 1: Cubiertas vegetales o con materiales de alta reflectancia



Diseño

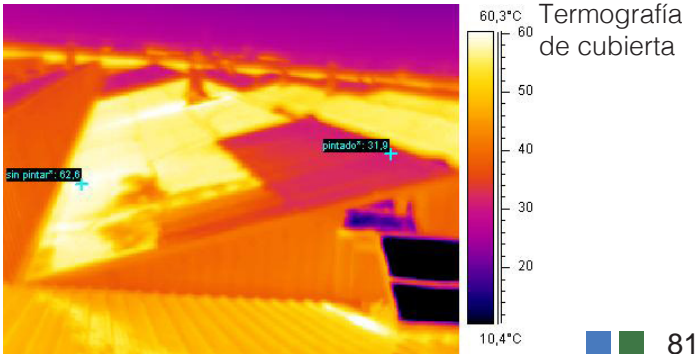
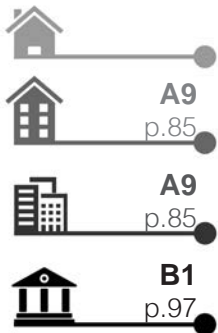


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** El proyecto deberá contar con la ejecución de cubiertas con una superficie realizada con materiales de alta reflectancia o con cubierta vegetal de al menos el 75% de la superficie de la misma, descontando las superficies ocupadas por instalaciones, equipos y las sombreadas por paneles solares

**APLICACIONES:** La instalación de una cubierta vegetal o cubierta aljibe no conlleva más requisitos de los anteriormente expuestos. Si se ha decidido la instalación de una cubierta con materiales de alta reflectancia, se deben considerar aquellos cuyo índice de reflectancia sea del 78% o más, en el caso de cubiertas planas (pendiente inferior al 15%). En el caso de cubiertas inclinadas (pendiente superior al 15%) el índice de reflectancia será igual o superior al 29%.

Siguiente criterio



Termografía de cubierta



# Contaminación lumínica

# A8

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Pérdida de fertilidad – Emisión de fotoxidantes – Agotamiento de energía – Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Reducir el impacto de la contaminación lumínica provocado por la cantidad de luz que se emite por encima del plano horizontal que corta la luminaria de los elementos de alumbrado de la parcela, además de otras emisiones de luz originarias, por ejemplo, del interior de los edificios.

**CONTEXTO:** La contaminación lumínica es el resplandor nocturno que se produce en las ciudades y los centros urbanizados y que no permite gozar de la visión nocturna del cielo. Este fenómeno es debido a la luz artificial de los espacios públicos, carreteras y edificios, que se refleja en las partículas en suspensión (polvo, contaminación, vapor de agua, etc.). En caso de una contaminación importante, se puede crear una nube luminosa por encima de la ciudad.



Residencial



Oficinas



Equipamiento

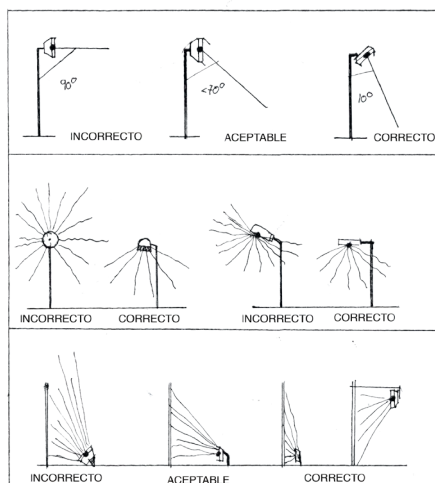
La contaminación lumínica impide una visión de la naturaleza y el cielo de noche del que tenemos derecho a gozar. Sus efectos se agrupan en:

**Económico:** Un gasto energético desmesurado: Sólo en Alemania (1998), un país bastante bien iluminado, la energía derrochada para iluminar las nubes era equivalente a la energía producida por una central nuclear de media potencia. A modo de ejemplo, Cataluña gasta cada año unos 18 millones de euros en iluminación emitida por encima de la horizontal.

**Ecológico:** Agresión a las aves migratorias, la vida marina (iluminación indiscriminada de playas), los insectos, y la fauna nocturna o crepuscular. Además de abuso en el consumo de combustibles fósiles, con la consiguiente emisión de CO<sub>2</sub> que se deriva.

**Social:** Un peligro para peatones y conductores: luces mal orientadas o demasiado potentes deslumbran, hacen perder la agudeza visual y generan zonas de sombra demasiado contrastadas. Por otro lado, se produce frecuentemente el fenómeno de la intrusión lumínica, es decir, la luz exterior que de manera indeseada entra en las viviendas.

La prevención contra la contaminación lumínica significa intentar mantener inalteradas las condiciones y la visión natural del cielo nocturno. En contra de este objetivo, nos encontramos que la iluminación de los centros urbanos responde a exigencias de seguridad y decoro de forma muy poco eficiente y sobredimensionado. La instalación de sistemas eficientes y correctamente posicionados, posibilitan una buena iluminación al mismo tiempo que una buena visión del cielo.



## Medida A8.1:

### Reducción del impacto del alumbrado interior



Instalaciones



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Evitar que se emita luz al exterior desde el interior de los edificios.

**APLICACIONES:** Reducir la potencia de las luminarias de al menos el 50% entre las 23:00 y las 5:00 horas, excluyendo las de emergencias, con una salida visual directa hacia los huecos de la envolvente, sean estos traslúcidos o transparentes. El control del apagado después del horario de ocupación puede ser garantizado a través de un dispositivo manual o un sensor de presencia que permita el apagado automático después de 30 minutos.

Además, todos los huecos de la envolvente con una visual directa a las luminarias interiores deben estar protegidos mediante sistemas con una transimtancia inferior al 10% activado en las horas de no ocupación del edificio, esto es, estores, cortinas o persianas válidas.

## Medida A8.2:

### Reducción del impacto del alumbrado exterior



Instalaciones



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** En esta medida se incluyen las que tengan como objetivo reducir los efectos dañinos de la contaminación lumínica y, al mismo tiempo mejorar la eficiencia energética. Estas son:

-Posicionar las luminarias y, especialmente los focos, con el haz de luz emitiendo por debajo de la horizontal, y dotarlos de apantallamiento. Iluminar lo estrictamente necesario, evitando derroches de energía innecesarios.

-Cuando se desee iluminar elementos verticales, como fachadas, los haces de luz cubrirán estrictamente la superficie a iluminar sin excederla y, a ser posible, se situarán por encima del elemento a iluminar o lo más cercano a ella.

**APLICACIONES:** Reducir la potencia de las luminarias de al menos el 50% entre las 23:00 y las 5:00 horas, excluyendo las de emergencias, con una salida visual directa hacia los huecos de la envolvente, sean estos traslúcidos o transparentes. El control del apagado después del horario de ocupación puede ser garantizado a través de un dispositivo manual o un sensor de presencia que permita el apagado automático después de 30 minutos.

Además, todos los huecos de la envolvente con una visual directa a las luminarias interiores deben estar protegidos mediante sistemas con una transimtancia inferior al 10% activado en las horas de no ocupación del edificio, esto es, estores, cortinas o persianas válidas.

Siguiente criterio



A2

p.69

O vuelta a B2 (p 111)



A2

p.69

O vuelta a B2 (p 111)



E4

p.201

O vuelta a B2 (p 111)

# Uso de plantas autóctonas

# A9

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambios en la biodiversidad

**OBJETIVO:** Promover el uso de plantas autóctonas en los espacios verdes del proyecto.

**CONTEXTO:** Plantas autóctonas son aquellas que son originarias de una zona específica donde viven desde muchas generaciones. Cuando una especie de plantas no es originaria de una región determinada y se introduce posteriormente, la denominación de este tipo de plantas es alóctona.

Las plantas nativas son importantes para la biodiversidad local ya que crecen en comunidad con otras especies vegetales y animales suministrando protección y alimento. Por otra parte estas plantas están adaptadas al clima regional o local con lo que en nuestro clima requieren una menor cantidad de agua.

Algunas de las plantas introducidas interfieren con el hábitat natural perturbando, compitiendo e incluso desalojando a las plantas indígenas. La introducción de especies exóticas invasoras constituye la segunda causa de pérdida de biodiversidad a escala global.

Actualmente se empiezan a considerar la utilización de especies autóctonas en los espacios verdes de las urbanizaciones debido a las innumerables ventajas de su utilización. Este tipo de plantas en jardín requieren bajo mantenimiento, son fáciles de plantar, tienen poca exigencia en el uso de productos químicos, fertilizantes, agua, etc. De esta forma, contribuyen a la calidad ambiental y la sostenibilidad del medio construido.

El uso de plantas autóctonas contribuye al equilibrio ecológico y ayuda a garantizar la supervivencia futura de las mismas y también de otras formas de vida que coexisten con ellas. España es el país con mayor riqueza biológica del continente europeo, pero también sufre un riesgo creciente de pérdida de biodiversidad. La publicación reciente de la nueva lista actualizada de la flora vascular de España nos permite conocer las especies más adecuadas para el emplazamiento elegido.



Residencial



Oficinas



Medida  
A9

## 1: Plantación de especies autóctonas



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Las especies previstas de plantación en la parcela, tanto de arbustos como árboles, u otras especies que formen parte de la jardinería y los parterres, deben ser consideradas especies autóctonas de la zona. Estas especies se adaptan al régimen hídrico, temperatura y suelos del lugar por lo que constituyen un campo interesante de experimentación paisajística.

**APLICACIONES:** Se debe valorar el porcentaje total de superficie ocupada por plantas autóctonas en el cómputo de zonas verdes o ajardinadas. Para valorar si una especie es autóctona, el ministerio de agricultura proporciona una base de datos de especies vegetales en la página web [www.anthos.es](http://www.anthos.es) , pudiendo consultar por localidad o provincia.



Especies autóctonas de Madrid:  
Pequeños arbustos como jara, romero...



Siguiente criterio



# Consumo de agua para riego de jardines

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambios en la biodiversidad – Agotamiento agua potable – Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Promover e incentivar el uso de plantas xerófitas en los espacios verdes, con el objetivo de reducir a la cuarta parte el volumen de agua utilizada para riego, en comparación con un jardín convencional.

# A10



Residencial



Oficinas



## Medida A10 1: Xerojardinería



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La idea principal de la Xerojardinería es hacer un uso racional del agua de riego, evitando el despilfarro en climas como el Mediterráneo o Desértico. Esto es asimilable también al clima de Madrid. La reducción del consumo de agua no es el único objetivo, la Xerojardinería aboga por un mantenimiento reducido, por ejemplo, intentando reducir el uso constante de productos fitosanitarios, de maquinarias que usan combustibles fósiles, aumentar el reciclaje, etc.

**APLICACIONES:** La evaporación (E) es el proceso por el cual el agua es transferida desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Incluye tanto la evaporación del agua directamente desde el suelo o desde las plantas (rocío, escarcha, lluvia interceptada por la vegetación), como las pérdidas de agua a través de las superficies vegetales, particularmente las hojas. Este proceso, denominado transpiración (T), consiste en que el agua absorbida por las raíces, se transfiere a la atmósfera fundamentalmente a través de los estomas situados en las hojas. La dificultad de discriminar E y T en condiciones naturales, obligó a introducir el concepto de evapotranspiración (ET). Por tanto la evapotranspiración constituye la transferencia total de agua desde una superficie vegetada a la atmósfera.

Este concepto será útil a la hora de calcular las necesidades de agua del jardín. Es ahí donde entra en juego el concepto de evotranspiración, ya que las especies consideradas xerófitas cuentan con coeficientes de evotranspiración bajos que, al multiplicar por otros factores, darán un consumo de agua menor. El coeficiente de evotranspiración de cada especie se buscará que se encuentre en un rango entre 0,15-0,3. Algunas especies que cumplen este requisito son las siguientes:

-Frondosas: *Ceratonia siliqua*, *Gleditsia triacanthos*, *Melia azedarach*, *Olea europea*, *Cercis siliquastrum*, *Laurus nobilis*, *Prunus dulcis*, *Quercus suber*

-Coníferas: *Abies pinsapo*, *Cedrus libani*, *Pinus halepensis*, *Cupressus arizonica*, *Cupressus sempervirens*

-Palmeras: *Brahea armata*, *Phoenix dactylifera*, *Butia capitata*, *Phoenix cariensis*

-Arbustos: *Atriplex halimus*, *Colutea arborescens*, *Conitus coggia*, *Arbutus unedo*, *Coronilla valentina*, *Cytisus scoparius*, *Lavandula angustifolia*, *Rhus typhina*, *Tamarix gallica*, *Retama sphaerocarpa*, *Teucrium fruticans*, *Yucca aloifolia*.

-Vivaces: *Arcostaphylos uva*, *Kniphofia uvaria*, *Sedum*, *Stachys bizantina*, *Phlomis fruticosa*, *Senecio cineraria*, *Verbena repens*.

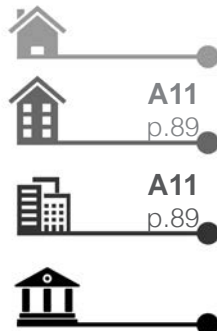
-Gramíneas: *Stipa gigantea*, *Pennisetum clandestinum*.

**EXPERIENCIAS:** Para un buen diseño de un jardín es importante distribuir las plantas agrupando las especies según sus necesidades de agua. Para proteger del sol, se pueden plantar árboles o pérgolas con plantas trepadoras. Setos, masas de árboles, arbustos y trepadoras pueden ser empleados como cortavientos permeables para proteger las plantas del efecto secante del viento. La selección de la planta depende también del tipo de suelo: es más eficaz elegir especies vegetales que se adapten lo mejor posible a las condiciones del lugar y del suelo que ir rectificando unas y otras.



Xerojardinería

Siguiente criterio



# Uso de árboles para crear zonas de sombra

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV– Pérdida de confort

**OBJETIVO:** Disminuir el efecto de la radiación sobre las fachadas del edificio mediante elementos ajenos al propio edificio, para la reducción de la demanda de refrigeración en verano sin que afecte el soleamiento en invierno. Para esto son muy efectivos los árboles o pantallas vegetales siempre que sean de hoja caduca pues varían su transmitancia en función de las estaciones del año.

**CONTEXTO:** En la latitud en la que se encuentra Madrid, la plantación de árboles en las fachadas Este, Sur y Oeste, permite reducir las ganancias solares en verano por la reducción de carga térmica de refrigeración.



Residencial



Oficinas



Medida

## A11 1: Plantación de especies caducas sombreando a fachada



Diseño

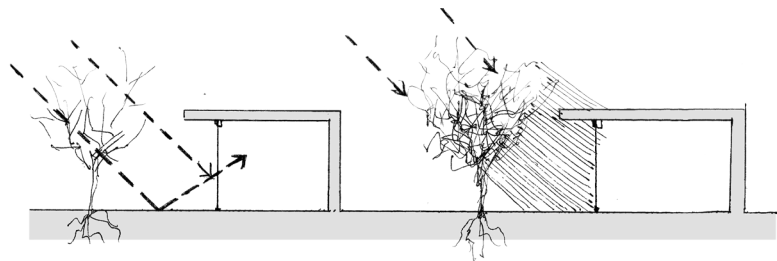
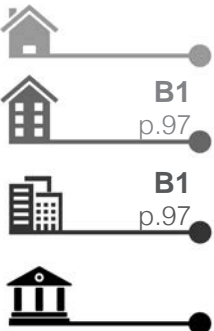


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La plantación de arbolado de hoja caduca permite una protección a la radiación solar en verano alta, a la vez que en invierno permite la penetración de los rayos solares en el edificio, al perder el árbol la hoja. Este hecho es muy significativo, y de especial conveniencia en climas como el de Madrid, con altas temperaturas en verano y bajas en invierno. Para otros climas más calidos, no será necesaria la condición de arbolado de hoja caduca.

**APLICACIONES:** En las fachadas Sur, Este y Oeste, plantación de arbolado de hoja caduca. Esto se debe reflejar a la hora de generar la certificación energética del edificio como un patrón de sombras más, pero que no afecta a invierno. Las especies más adecuadas serán las indicadas en la medida A9.1, en el capítulo de arbolado caduco.

Siguiente criterio



Efecto del sombreamiento de los árboles



# Acceso a equipamiento y servicios públicos

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Agotamiento de energía – Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Promover los desarrollos realizados en zonas urbanas existentes o que a través de los nuevos desarrollos se doten las áreas de equipamientos y servicios para la población.

**CONTEXTO:** La expansión de las ciudades afecta a la calidad de vida porque los ciudadanos cada vez tienen que pasar más tiempo conduciendo. Además, las familias necesitan cada vez más vehículos para poder atender sus necesidades, lo que supone un incremento del presupuesto familiar y del coste para la sociedad. Construir en áreas ya desarrolladas ayuda a restaurar y revitalizar el tejido urbano, creando comunidades más estables e interactivas.

Localizar los nuevos desarrollos a distancia peatonal de servicios básicos existentes supone limitar el crecimiento de la ciudad y reduce los impactos ambientales debidos al transporte, como son la contaminación de aire y las emisiones de gas de efecto invernadero. Facilitar acceso peatonal a estos servicios básicos mejora la productividad de los ocupantes del edificio, reduciendo el tiempo que tienen que pasar conduciendo y buscando aparcamiento. Además, aumentar la actividad física puede mejorar la salud de los ocupantes.



Medida **A12 1:** **Emplazamiento cercano a servicios públicos**

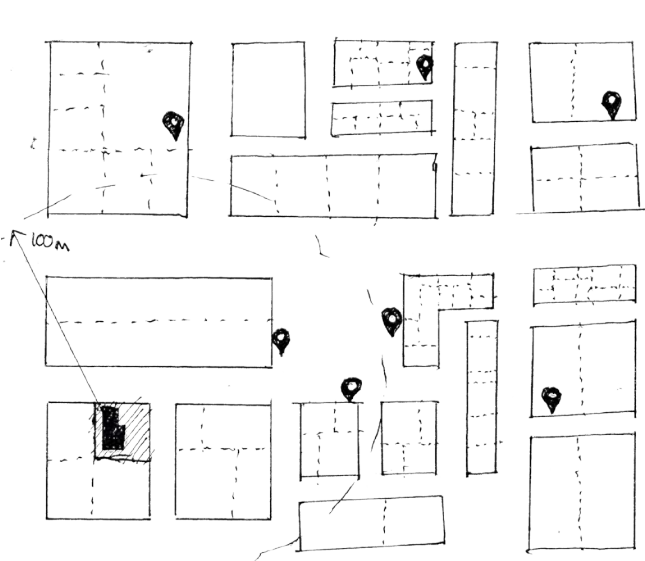


**DESCRIPCIÓN:** El edificio deberá estar situado en una parcela previamente desarrollada, con acceso peatonal a un mínimo de 10 servicios públicos en un radio de 800 metros.

**APLICACIONES:** De los 10 servicios que necesariamente tienen que estar próximos a la parcela, al menos 8 deberán estar en funcionamiento al terminar las obras del edificio. El resto pueden estar planificados, pero con el compromiso de estar operativos en un plazo de un año desde la ocupación del edificio.

Los servicios incluyen, pero no están limitados a:

Banco, Guardería, Parque, Restaurante, Ferretería, Dentista, Centro médico, Teatro, Museo, Lugar de culto, Lavandería, Farmacia, Colegio, Centro de mayores, Centro cívico, Piscina, Negocio de alimentación, Parque de bomberos, Oficina de correos, Peluquería, Biblioteca, Supermercado, Gimnasio, Mercado, Zona verde, Zona de deporte, Zona infantil.



Cercanía de servicios públicos

Siguiente criterio



**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Pérdida de fertilidad – Cambios en la biodiversidad – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Proporcionar un alto grado de espacio abierto sin impermeabilizar en relación con la huella de la vivienda con el fin de promover la biodiversidad.

**CONTEXTO:** Los espacios abiertos proporcionan el hábitat para muchas especies vegetales y animales. Incluso los pequeños espacios abiertos dentro de las ciudades pueden convertirse en refugio de poblaciones de vida salvaje que cada día están más marginados. La existencia de plantas supone la presencia de insectos que, a su vez, pueden ayudar a mantener poblaciones de otras especies superiores dentro de la cadena alimenticia. Por otra parte, los espacios abiertos no impermeabilizados reducen el efecto de isla de calor, incrementan la infiltración del agua de lluvia en el suelo y suponen una conexión con la naturaleza para los habitantes de las ciudades.

Para cumplir este criterio se recomienda reducir la huella del desarrollo, incluyendo no solo el edificio, sino también los espacios dedicados a accesos, aparcamientos, zonas pavimentadas, etc. y dejar parte de la parcela como espacio libre ajardinado. Este tipo de acciones repercute en la conservación del ecosistema, evitando la pérdida o mejorando la funcionalidad de las áreas naturales, de manera que permite un mantenimiento o un aumento de la biodiversidad. Otro beneficio añadido es que se está evitando el aumento de la escorrentía que propicia la impermeabilización del suelo. Una posible alternativa para reducir el espacio ocupado es la disposición de los aparcamientos en el mismo edificio, preferentemente en plantas subterráneas.



## Medida A13 1: Reducción de la superficie de parcela impermeabilizada

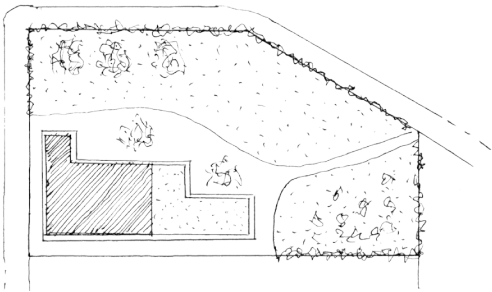


Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Con esta medida se busca el reducir la huella que generan la construcción sobre el terreno, por lo que se establece un techo del 20% de ocupación de la parcela por superficies sin impermeabilizar. Los pavimentos permeables o las cubiertas ajardinadas se encuentran fuera de este porcentaje



## Medida A13 2: Ocupación de superficie construída



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Al mismo modo que la medida anterior, el objetivo es reducir la huella que generan la construcción sobre el terreno, por lo que se establece un techo del 20% de ocupación de la parcela por superficies sin impermeabilizar. Los pavimentos permeables o las cubiertas ajardinadas se encuentran fuera de este porcentaje.

## Medida A13 3: Cubiertas ajardinadas



Diseño



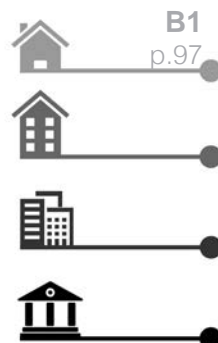
Construcción

**DESCRIPCIÓN:** En proyectos desarrollados en áreas urbanas con elevada densidad, se propone como solución constructiva de la cubierta su ajardinamiento, en un porcentaje superior al 80% de la misma. Con esta medida, además de mejorar el hábitat, se incide en numerosos aspectos como la recuperación de espacios naturales en ciudades frente a la impermeabilización de cubiertas, la reducción de la isla térmica o la mejora de la calidad del ambiente interior de los edificios.

Ejemplo de integración  
de cubierta ajardinada



Siguiente criterio





El consumo de energía y su repercusión en la atmósfera representan los impactos de mayor relevancia en el proceso constructivo. En este aspecto, se ha demostrado que más del 40% de las emisiones contaminantes del planeta son resultado directo de la construcción y utilización de los edificios.

Nuestro sistema energético se apoya principalmente en el uso masivo de combustibles fósiles, por definición no renovables, y responsables de las emisiones de los gases de efecto invernadero y otros gases adversos para la atmósfera. Este apoyo excesivo en las energías no renovables ha generado en España además una elevada dependencia energética del exterior, con un 77% de la energía primaria consumida importada del exterior en 2009. Todo ello acarrea unos importantes riesgos económicos, sociales, ecológicos y físicos.

Para conseguir edificios medioambientalmente eficientes, las estrategias a implantar han de seguir básicamente tres líneas de acción, con una jerarquía en cuanto a su relevancia:

- 1.Reducción de la demanda/carga ambiental.
- 2.Uso de instalaciones eficientes.
- 3.Uso de energías renovables.

El proceso de diseño del edificio ha de orientarse aplicando este protocolo de actuación. Si se quiere reducir lo máximo posible el consumo de energía fósil durante la fase de uso, lo más importante y prioritario es que el edificio demande la mínima cantidad de energía. A continuación el rendimiento de las instalaciones será determinante para conseguir cubrir esa demanda con el menor aporte de energía posible. Finalmente, el aporte de energía necesaria podrá realizarse parcialmente o totalmente a través de energías renovables.



# Consumo de energía no renovable durante el uso del edificio

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Pérdida de fertilidad – Emisión de fotoxidantes – Agotamiento de energía – Riesgos para inversores

# B1

**OBJETIVO:** Promover y premiar la reducción del consumo de energía no renovable necesaria para la climatización del edificio (calefacción y refrigeración) y ACS. Reducir la cantidad de energía no renovable consumida por el uso del edificio, aplicando medidas pasivas de diseño para la reducción de la demanda energética y la eficiencia de los sistemas.

**CONTEXTO:** Casi el 30 % del consumo de energía primaria se debe a los edificios, y por ello las normativas europeas han intentado incidir sobre el consumo energético de las construcciones, en este caso creando una herramienta similar a la ya empleada en el caso de los electrodomésticos.



La trasposición de la Directiva 2002/91/CE, el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. El decreto obliga a clasificar las nuevas construcciones con una etiqueta que informe a los compradores del grado de eficiencia del edificio. Se trata de que cada edificio disponga de una etiqueta con su calificación energética (de la A, que correspondería a los edificios más eficientes, a la G, los edificios menos eficientes) y en la que se incluya su consumo estimado de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas.

## Medida B1 1: Orientación y morfología del edificio



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La planta y la forma del edificio son el resultado de un proceso complejo en el que es necesario sintetizar aspectos funcionales, técnicos y estéticos. El viento, la cantidad y dirección de la luz del sol, el grado de abrigo y de exposición a los elementos, la calidad del aire y el ruido influyen en la relación del edificio con su entorno, y determinan la forma. En este sentido, las estrategias bioclimáticas relacionadas con la calefacción, la refrigeración y la iluminación desde el punto de vista del ahorro energético se deberían combinar en una fase muy temprana del proyecto, donde el arquitecto define la morfología, pudiéndose alcanzar un ahorro energético del 30-40% sin costes extra.

Para ello es fundamental distribuir los espacios tanto en planta como en sección, según las necesidades de calefacción o refrigeración, iluminación y/o ventilación. Ahí entran en juego aspectos como la ventilación cruzada, la orientación norte para espacios con baja demanda de calefacción, etc.

Por lo tanto, siempre que sea posible es preciso situar los espacios que requieran calefacción continuada en las fachadas orientadas a sur, para que se beneficien de la ganancia solar; mientras que a norte los espacios que no requieran calefacción continuada y que actuarán como amortiguadores térmicos. En este sentido, podemos añadir varias prioridades extra a la hora de diseñar la morfología del edificio:

-Los espacios que requieran refrigeración se deberán situar en la fachada norte.

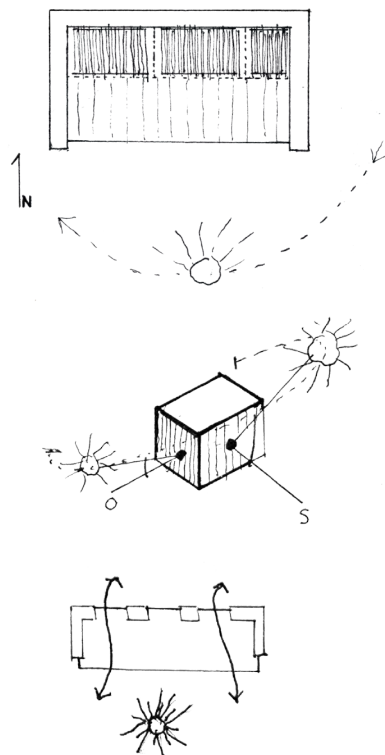
-Los espacios que requieran ganancia solar deberán orientarse con un ángulo inferior a  $15^\circ$  sur.

-Los espacios donde la luz natural es importante deberían estar cerca de los muros o la cubierta.

-La profundidad y la sección del edificio son aspectos clave para permitir la ventilación natural.

Estos hechos requieren de cierta variabilidad dependiendo de la zona climática. Sin embargo, el objetivo será que la forma del edificio permita una menor pérdida de calor en invierno y la menor ganancia posible en verano. La fachada sur de un edificio recibe al menos 3 veces más radiación solar que las fachadas este y oeste, por lo que en invierno esta orientación es fundamental para captar calor. Sin embargo, es preciso protegerla en verano, ya que en climas dispares como en Madrid, es necesario contemplar esta flexibilidad, que en otros climas fríos no sería necesaria.

Una orientación, por lo tanto, Norte-Sur que garantice una alta radiación solar en invierno pero una protección de los huecos en verano, se predispone como el esquema morfológico más eficiente energéticamente en Madrid, ya que además garantizaría una adecuada iluminación natural. Además, habrá que tener en cuenta otros criterios como la ventilación cruzada, o la inercia térmica del cerramiento. Por último, en todos los climas, las viviendas adosadas son las más eficientes, pues solo tienen dos fachadas al exterior y disponen de ventilación cruzada. Con una misma superficie útil, un apartamento consume menos energía que una vivienda adosada, una adosada menos que una pareada, y una pareada menos que una exenta.



## Medida B12: Captación solar



Diseño



Construcción

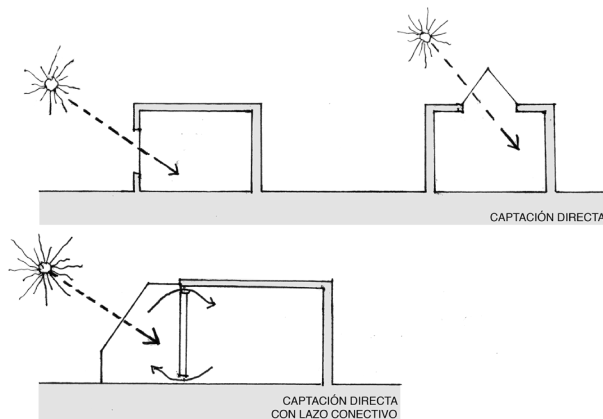
**DESCRIPCIÓN:** Mediante elementos constituyentes del edificio, como son los muros, las ventanas, las galerías acristaladas, etc se puede dar lugar a un sistema de captación, control, acumulación y distribución de energía calorífica, muy útil en los meses de invierno. Esto es posible debido a la aplicación del efecto invernadero, que se basa en el hecho de que parte de la radiación emitida por el sol en forma de ondas, al traspasar el vidrio, se refleja y parte es absorbida por el espacio que delimita el vidrio. Por lo

tanto, la energía no se disipa por completo y un porcentaje se acumula. El vidrio se convierte en una trampa de calor que permite la entrada de calor pero no su salida, emitiendo energía por radiación, y provocando además calentamiento del espacio por convección.

Podemos encontrar varios mecanismos de captación solar, que pueden ser aplicables en climas fríos. Sin embargo, para climas dispares como el de Madrid, es necesario contemplar a su vez un sistema que anule sus efectos en verano. Por ello, se pueden combinar con otras estrategias de disipación del calor llegado el caso, como la ventilación o enfriamientos de diverso tipo. Los mecanismos son:

**-Sistemas de captación directa:**

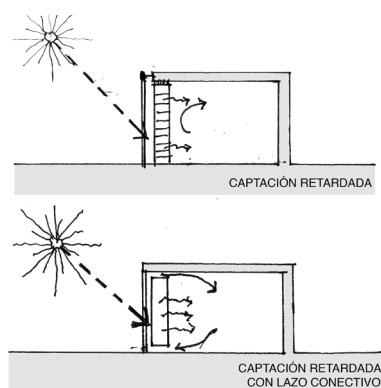
se limitan a la disposición de suficiente superficie acristalada correctamente orientada. Depende por completo de las horas de sol, ya que no incluye elementos almacenadores del calor. En lugares con veranos calurosos hay que resolverlos con sistemas flexibles que permitan además la protección de la radiación directa en verano, dejando pasar la luz.



**-Sistemas de captación retardada por acumulación:** Son elementos verticales u horizontales que reciben y acumulan la radiación solar. Los elementos horizontales reciben más horas de sol, pero los verticales reciben el sol con un ángulo de incidencia más próximo a la perpendicular. Si se trata de una fachada sur, en invierno, el número de horas que recibe soleamiento coincide con el de la cubierta, por lo que resulta la estrategia más ventajosa. En este hecho encontramos el funcionamiento de muros trombe, que mediante una hoja transparente y una hoja interior masiva que funciona como acumulador de calor, disipándolo mediante convección, cumplen con las estrategias de captación solar.

**-Sistemas de captación directa con lazo conectivo:**

Este sistema mejora la distribución del aire caliente captado. Precisa de un espacio intermedio, en el que se produzca la captación de la radiación solar y un elemento que separe de la habitación que se quiere acondicionar (tabique, muro...) pero que deberá disponer de aperturas en la parte inferior y superior del mismo, a través de la cual se crea una corriente de aire donde frío y caliente se alternan para distribuir correctamente el calor. Esto se pone en práctica en las galerías acristaladas, donde el primer espacio es de tránsito y el segundo, vividero.



**-Sistema de captación retardada con lazo conectivo:** Es un sistema similar al anterior, pero añadiendo un elemento de acumulador de calor masivo. Los muros trombe también pueden incluir sistemas de lazo conectivo, constituyéndose así su hoja masiva con aperturas que permitan el movimiento y distribución del aire caliente. Además, en las horas sin indi-

cencia solar, el calor acumulado se disiparía al interior por convección. Es necesario que la superficie exterior del elemento acumulador sea oscura, para así almacenar la mayor cantidad de calor posible.

Además, es fundamental la distribución adecuada del calor por todo el edificio, a través de aperturas o, llegado el caso, con ventilación mecánica. En este sentido, los sistemas de intercambio de calor son capaces de distribuir esta energía generada en los captadores solares. Y senso contrario, si es necesario refrigerar, mover aire frío obtenido, por ejemplo, del subsuelo, puede ayudar a mejorar la sensación térmica en los meses que así lo requieran.

### Medida B13: Protección solar



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Los huecos acristalados son los mayores responsables del sobrecalentamiento de un edificio durante el verano, ya que son los elementos que introducen mayor radiación directa en el interior, provocando una acumulación de calor que es necesario disipar y controlar. Durante el invierno, pueden ser los huecos responsables de un importante ahorro energético, pero esa estrategia se vuelve en contra en climas con grandes diferencias entre el invierno y el verano. Por lo tanto, hay tres estrategias aplicables a los huecos para prevenir el sobrecalentamiento estival:

**-Óptimas orientaciones de los huecos:** Desde la visión exclusiva del verano las orientaciones óptimas son aquellas en las que se recibe la menor radiación a lo largo del día, es decir, a norte. Sin embargo, en muchos climas como el nuestro, durante los inviernos también debe captarse energía, algo imposible a través de un hueco orientado a norte. Por ese motivo hay que contemplar globalmente el problema de la orientación del acristalamiento. Las orientaciones oeste y este son las más desfavorables, ya que se obtienen siempre valores excesivamente altos en verano e insuficientes en invierno. Por lo tanto, los huecos a sur correctamente protegidos son los mas óptimos en climas como el de Madrid.

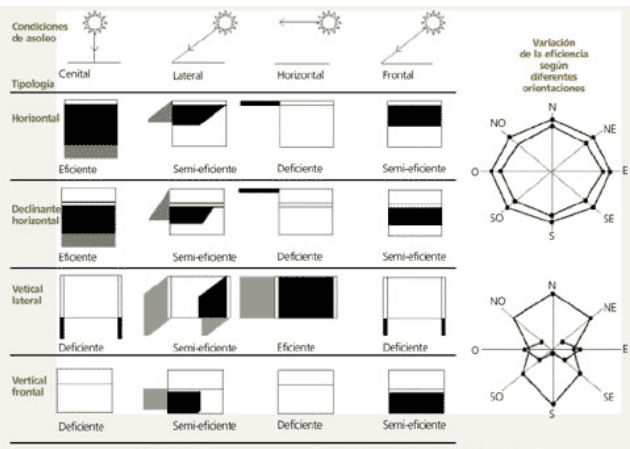
**-Selección de vidrios:** Siempre es preferible la instalación de un vidrio aislante o doble. 1 metro cuadrado de un vidrio de este tipo, aunque de un coste 40% mayor, puede ahorrar 24 kWh al año en Madrid, lo que permite una rápida amortización. Además, es necesario contemplar el factor solar, esto es, la protección ante las altas radiaciones que incidan en el, lo que les hace adecuados para reducir la carga de radiación. El factor solar se mide en porcentaje, esto es, el coeficiente de radiación que penetra a través del vidrio, siendo los más eficientes en época estival los vidrios con bajo factor solar.

**-Protección de huecos:** Las protecciones del hueco acristalado tienen como objetivo mejorar su comportamiento energético. A través de un hueco acristalado a oeste, a las 17:00 en julio, en Madrid, penetra una cantidad de radiación de 488 W/m<sup>2</sup>. A través de un metro cuadrado de muro aislado y pintado de blanco no pasan más de 20 W, por lo que la protección de los huecos acristalados es fundamental. La selección de los distintos tipos de orientaciones viene determinada por la superficie y orientación del acristalamiento, y desarrollándose en paralelo o adyacente al vidrio, y a poca distancia para crear una cámara de aire entre ambos que aporte su resistencia térmica (persianas, contraventanas,

visillos...). Las protecciones según sus orientaciones son:

-A sur, basta con un voladizo horizontal para dejar pasar la luz directa en invierno pero impedirlo en verano. Sin embargo, si se quiere conseguir un sombreado completo será necesario protección por lamas verticales.

-En las fachadas este y oeste, las protecciones horizontales no son efectivas debido al escaso ángulo de elevación solar, por lo que hay que recurrir a protecciones verticales que son efectivas si sobresalen del muro de fachada de forma móvil, buscando la protección según el acimut solar.



Cuadro de protecciones solares

## Medida B1 4: Fachadas y cubiertas ventiladas y ajardinadas



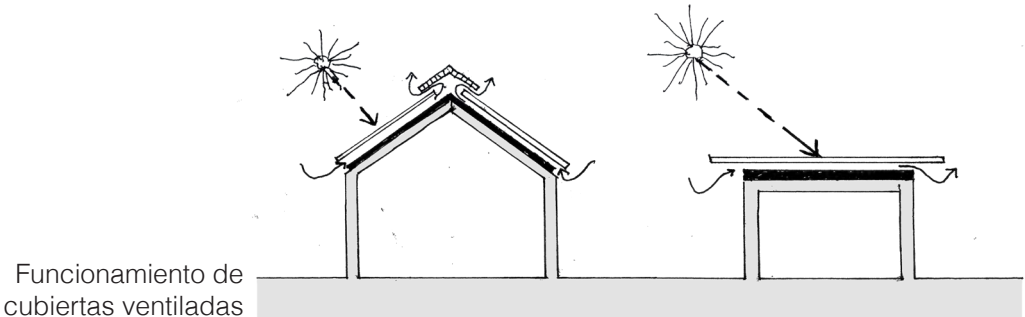
Diseño



Construcción

### Cubiertas ventiladas

La cubierta es el cerramiento que recibe más radiación a lo largo del día. El problema del calentamiento de la cubierta y el posterior sobrecalentamiento de la planta bajo ella es debido a la absorción de la radiación solar, por lo que si no es posible evitarlo con el color o el empleo de materiales reflectantes, se puede acudir a la ventilación, de tal modo que el calor absorbido por la capa exterior se elimine con la ventilación y cree una cubierta interior sombreada. Si ésta se ventila suficientemente, el calor generado en su interior, al absorber el elemento de cobertura (teja, pizarra, etc..) la radiación solar, se diluye con el aire exterior alcanzándose en la cámara una temperatura similar a la del ambiente exterior, siendo para completar el efecto necesario un buen aislamiento entre la cámara de aire y el espacio interior.



Funcionamiento de cubiertas ventiladas

## Cubiertas vegetales

Por su parte, la cubierta vegetal es una cubierta convencional con la adición de un sustrato y de plantas, preferiblemente en cubiertas planas. La cubierta ajardinada comparte las ventajas de la cubierta invertida, ya que el sustrato y la vegetación actúan como aislamiento y como protección del impermeabilizante. Pero no todo son ventajas energéticas, además genera ventajas para el clima de la ciudad mediante la eliminación de sustancias contaminantes y el aporte de oxígeno, la aportación de espacio útil, la protección contra la radiación solar, etc. Además, actúa como aislamiento acústico, se protege la lámina impermeabilizante de la radiación solar y los cambios de temperatura, y se puede utilizar como aljibe de agua de lluvia. Hay varios tipos de cubiertas vegetales, como:

**-Cubierta extensiva:** Tiene una capa vegetal de poco espesor (menor de 10 cm) con plantas autóctonas de bajo porte, en las que el abastecimiento de agua y nutrientes se realiza de forma natural, esto es, un jardín xerófito.

**-Cubierta intensiva:** Tiene una capa vegetal de mayor espesor, con plantas y arbustos de mayor altura.

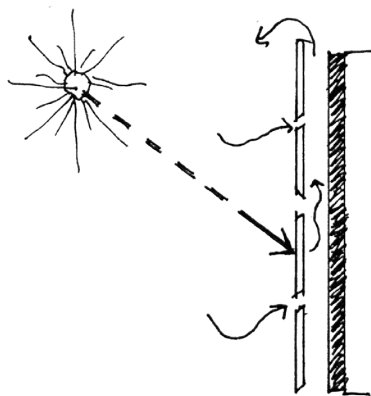
Las cubiertas ajardinadas exigirán una estructura reforzada por el considerable aumento de cargas, y la impermeabilización deberá colocarse sobre un encachado de grava. Una variedad constructiva de las cubiertas ecológicas es la cubierta aljibe, en la que un pequeño depósito acumula una cierta cantidad de agua para asegurar el riego de las plantas en los momentos de sequía mediante una pequeña lámina geotextil que aporta esa agua. Además, el agua actúa como aislamiento térmico, y su exceso puede ser reutilizado en el sistema de aguas grises. Por último, la evaporación del agua generada en la cubierta ajardinada puede contribuir al enfriamiento de su superficie, produciendo espacios agradables en verano.



Cubierta vegetal

## Fachada ventilada

Esta solución constructiva para las fachadas actúa de forma similar que las cubiertas ventiladas y tienen como objetivo, igualmente, eliminar mediante la ventilación el calor absorbido por las láminas exteriores de la fachada cuando reciben el sol. La combinación con el aislamiento es muy positiva, pero exclusivamente si se coloca el aislante en la lámina interior. El aislamiento, a pesar de no ser lo más adecuado contra la radiación solar, sí lo es contra la onda de calor que tiende a penetrar por conducción, y la efectividad del mismo es 3 veces mayor en invierno que en verano, ya que



depende del salto térmico (En Madrid, 24° en invierno frente a 9° en verano). Si además, va acompañado de una correcta inercia térmica, la onda térmica tardará más en penetrar, reduciendo notablemente el sobrecalentamiento. Gracias a la continuidad de la cámara de ventilación de las fachadas ventiladas, además, se puede garantizar un aislamiento continuo en los cantos de forjado, lo que reduce los puentes térmicos.

## Medida B15: El uso de la inercia térmica



Diseño

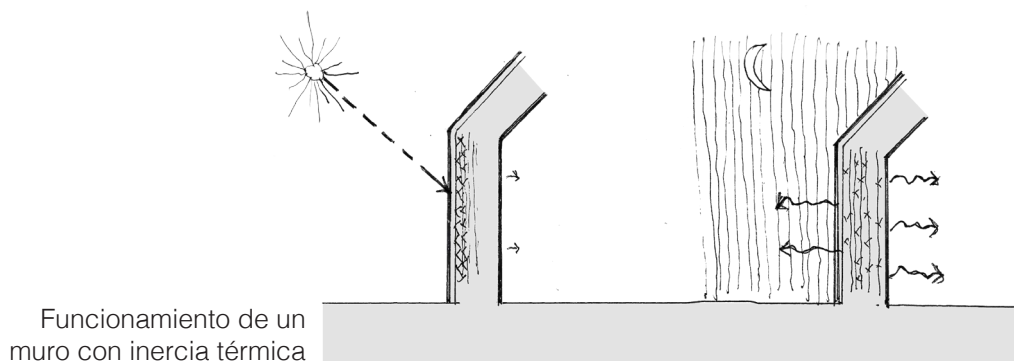


Construcción

### Cubiertas ventiladas

La influencia de la inercia térmica en el bienestar es particularmente importante durante el verano, ya que combate los efectos del sobrecalentamiento, provocada por diversos factores como la entrada de radiación por los huecos (a pesar de estar protegidos) o las cargas caloríficas internas. La inercia térmica es la dificultad que ofrece un cuerpo a cambiar su temperatura. Los cerramientos y locales con mucha inercia acumulan mucha energía. La capacidad de acumulación de energía térmica de un cuerpo (masa térmica), es función de su volumen, densidad, y calor específico. Es conveniente que las superficies expuestas a la radiación tengan una elevada capacidad para acumular calor: materiales con gran masa térmica y alta conductividad como metales, piedras, roca, terreno natural, hormigón armado, etc., y que su velocidad de calentamiento sea alta (metales, piedras, terreno). La acumulación en la masa térmica del edificio producirá la inercia térmica del mismo. Para que un elemento aporte su masa a la estabilidad térmica del local, es necesario que esté dentro de él o que su masa esté en contacto directo con el interior (cerramiento sin aislar o con el aislamiento por el exterior).

La conveniencia de la inercia térmica dependerá de las condiciones climáticas, así como del régimen de uso de las estancias. La acumulación de energía permite repartirla adecuadamente en los períodos de consumo por el desfase que sufre la onda térmica, y evitará el golpe térmico que se produce en los momentos de captación. En locales de uso permanente, es deseable la inercia térmica y el aislamiento debe ir por el exterior; En climas donde la oscilación térmica a lo largo del día es amplia respecto a la exterior, la inercia térmica también es favorable.



Funcionamiento de un muro con inercia térmica

Este es el caso del Madrid, donde la inercia térmica es fundamental junto con la captación solar en invierno para reducir el consumo de calefacción, y con la ventilación cruzada y nocturna en verano para disipar todo el calor acumulado durante el día en los cerramientos, que en la noche se transpasa al interior, en el desfase de la onda térmica.

Los cerramientos masivos son fundamentales para la inercia térmica, aunque ésta se puede encontrar en la hoja interior de fachadas ventiladas, o formando parte de un muro trombe. Los materiales pueden ser piedra, hormigón, fábrica de ladrillo masiva o bloques de termoarcilla, con espesores entre los 25 y 45 centímetros.

## Medida B16: Ventilación natural y forzada

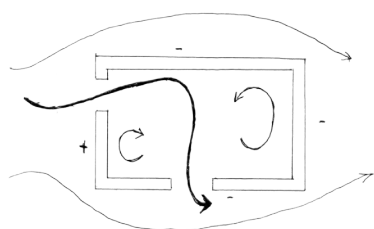


Diseño

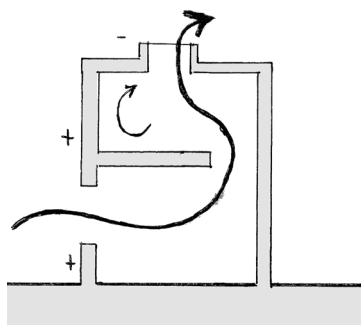


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Ventilar es renovar el aire de un lugar. La ventilación es la corriente de aire que se establece, y sirve para cubrir un conjunto de necesidades higiénicas y de bienestar necesarias para hacer más saludable y agradable la estancia en un espacio abierto o cerrado. La ventilación, además, viene a cubrir las dos necesidades provocadas en los interiores de los edificios mediante dos posibles estrategias, la sustitución del aire y su movimiento. Si bien la primera de ellas es la más importante, dado que corresponde al hecho de renovar el aire viciado o molesto, la segunda, recirculando simplemente el aire sin necesidad de sustituirlo, permite reducir la sensación de calor en un ambiente sobrecalentado al favorecer la evotranspiración.

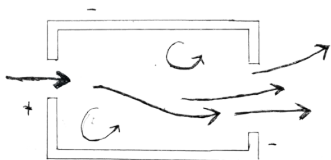


La ventilación natural es aquella que se produce cuando existen diferencias de presión entre el interior y el exterior del edificio. De todas ellas, la ventilación natural cruzada es la más adecuada entre huecos situados en fachadas distintas, preferiblemente opuestas, ya que dos fachadas distintas están necesariamente expuestas a presiones de viento distintas y, por tanto, se establecen diferencias de presión entre los huecos situados en estas fachadas, lo que provoca ventilación natural.

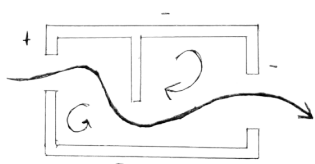


Existen muchos factores que pueden influir en la ventilación cruzada, así como en la movilidad y velocidad del aire:

-Si los huecos están no solamente en planos distintos sino en alturas diferentes la movilidad del aire es mayor, ya que en verano el aire caliente tiende a acumularse en el techo, por lo que abrir huecos en cubierta o cercanos al techo permitirá la evacuación del aire.

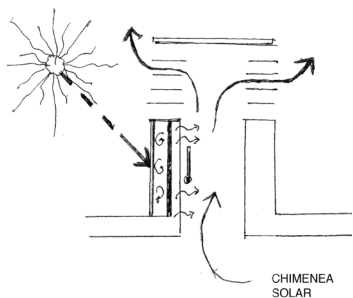


-La **distribución interior** también afectará a la correcta ventilación cruzada. Si la ventilación se establece sin modificar la dirección del aire que atraviesa el edificio de una fachada a otra, su velocidad no disminuirá lo que supone una ventaja.



-El uso de huecos con **tamaños diferentes** afecta a la velocidad del aire. Si el hueco de entrada es mayor que el de salida, el aire disminuirá de velocidad al entrar al edificio por efecto embudo. Ya que esto es una desventaja, el caso contrario constituirá un beneficio para la sensación de enfriamiento, ya que aumenta la velocidad del aire.

En muchas ocasiones, sin embargo, la ventilación natural no funciona correctamente, generalmente porque la velocidad del aire es insuficiente para mover todo el caudal necesario. Por lo tanto es necesario recurrir a refuerzos que hagan la ventilación natural sumamente eficaz, mediante el calentamiento controlado del mismo para provocar su movimiento, es lo que se conoce como ventilación forzada natural. Estos mecanismos pueden ser los siguientes:

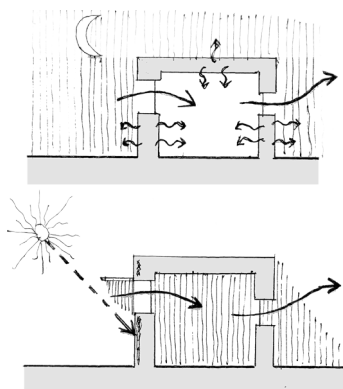


-Los **captadores solares con lazo conectivo**: explicados en la medida B1.2, fuerzan el movimiento del aire mediante el calentamiento del mismo producido por el efecto invernadero. En este sentido, el invernadero y el muro trombe funcionan conjuntamente de día y de noche, para provocar el movimiento de aire deseado.

-Las **chimeneas solares**: Son sistemas de ventilación independientes de las ventanas, que funcionan de forma similar a las chimeneas de humos, salvo que tratan de eliminar el aire caliente. Las chimeneas solares tienen un tramo expuesto al sol para provocar un recalentamiento de la zona que provoca una succión del aire del interior.

-La **ventilación inducida**: resulta más complejo forzar la entrada del aire dentro de un local que extraerlo, no obstante, si se dispone de una boca suficientemente grande, correctamente orientada y a suficiente altura, se puede provocar la ventilación por inducción, ocasionado por los vientos de la zona.

Por último, y como complemento a lo anteriormente descrito, es de especial relevancia la **ventilación nocturna** en climas como el de Madrid, ya que en verano el único momento del día donde la temperatura es suficientemente confortable es durante la noche. Si la vivienda se ventila con el aire de noche, y la vivienda cuenta con la suficiente inercia térmica, el calor acumulado por los cerramientos se disipará, y las paredes de los mismos se enfriarán, manteniendo la temperatura durante casi todo el día. Mediante este proceso se consigue el enfriamiento directo del aire, su acumulación en la masa térmica del edificio e incluso, la reducción de la sensación de calor.





Diseño

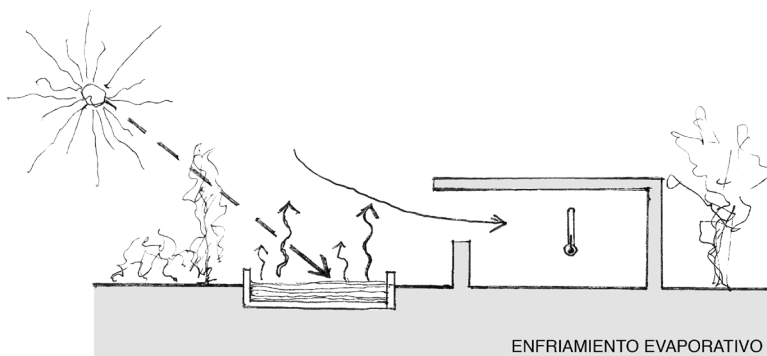


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Las formas de enfriamiento pasivo son limitadas, y se exponen a continuación. Sin embargo, aplicadas conjuntamente con otras medidas pueden dar resultados óptimos.

## El enfriamiento evaporativo

Se trata de un enfriamiento adiabático, es decir, sin intercambios de calor, sino simplemente utilizando parte de la energía sensible del aire y los parámetros para evaporar agua. Para evaporar un gramo de agua son necesarios 2424 J, que aplicados a un metro cuadrado de aire son suficientes para bajar su temperatura 2,2°C. La efectividad del enfriamiento evaporativo es muy alta, pero solamente es aplicable en ambientes muy secos y expuestos a una corriente de aire, por lo que se hace especialmente útil en Madrid. Las lagunas, cortinas de agua en los edificios o los patios con estanques y fuentes generan un descenso de la temperatura que, acompañado con una adecuada ventilación y sombreado pueden trasladar la sensación de frescor por todo el edificio. Así, un edificio rodeado de agua y vegetación que lo sombree y que baje la temperatura del suelo y del aire, seguramente no tendrá grandes necesidades de refrigeración.

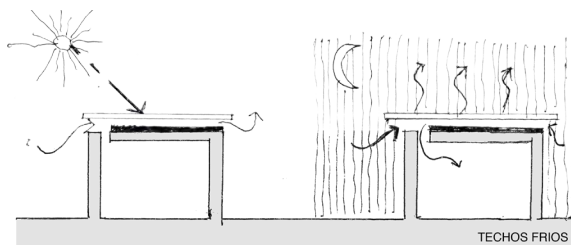


## El enfriamiento radiante

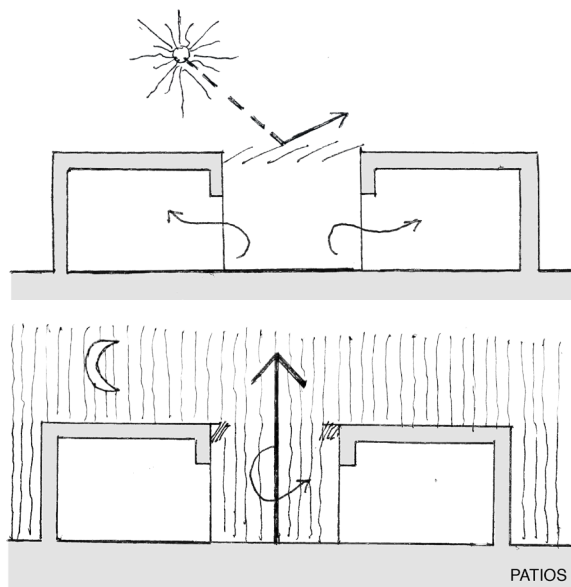
Todos los cuerpos, por el hecho de tener una temperatura distinta del cero absoluto, radian energía. En este sentido, los cuerpos fríos se convierten en sumideros de calor. El más importante para el enfriamiento de los edificios es la bóveda celeste que, en condiciones de verano y por la noche, provoca el denominado enfriamiento radiante, que se basa en enfriar distintos elementos del edificio. Los diversos tipos de enfriamiento radiante pueden ser:

-Techos fríos: Las superficie más adecuada para radiar hacia la bóveda celeste es un techo plano. Si se hace circular por las cubiertas ventiladas un caudal determinado de aire, se obtendrá un enfriamiento del mismo que puede recircularse por el edificio.

-Cubiertas húmedas: Mediante el enfriamiento del agua almacenada en cubierta por la radiación, se consigue un almacenamiento del frío obtenido que se irradiará durante el día en los elementos interior.

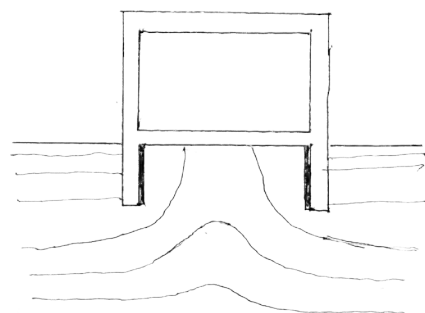


-Pacios: El patio es un fenómeno bioclimático excepcional capaz de intervenir de forma directa o indirecta en el acondicionamiento de los edificios. El efecto de enfriamiento por radiación nocturna puede ser acumulado en el aire. El aire no radia, por lo que para que se enfríe debe ponerse en contacto con una superficie fría, que es la que se habrá enfriado por radiación. Posteriormente deberá ser almacenado donde no se lo lleve el viento de la mañana. Estos lugares son los patios cerrados, donde se embolsa el aire frío nocturno y del que no se escapan por convección al ser pesado, cediendo su frescor a las habitaciones que lo rodean.



## El enfriamiento conductivo

El enfriamiento conductivo se produce cuando los cuerpos pierden calor por conducción, y para ello es necesario contar con superficies frías en torno a alguno de los cerramientos. En los cerramientos enterrados en contacto con el terreno se producen dos efectos distintos: el primero en los paramentos verticales, en los que la profundidad marca la reducción de la temperatura y el segundo en los paramentos horizontales, donde se da el efecto de manta aislante que crea un gradiente horizontal de temperatura desde el borde hasta el centro, que es donde se alcanza el valor mas bajo.



En estos paramentos horizontales, como pueden ser las soleras de los sótanos o de las plantas bajas, se obtiene en su punto central una temperatura que equivale a la que se obtendría en un paramento vertical enterrado a gran profundidad. Para que se pueda conseguir una temperatura casi uniforme en toda la superficie hay que aislar perimetralmente este elemento con bandas verticales, que reduzcan el efecto de borde.

Otro sistema que aprovecha la estabilidad de la temperatura del terreno es el de conductos enterrados. Si a través de un conducto enterrado se hace pasar una corriente de aire durante suficiente tiempo, el fluido alcanzará la temperatura del terreno y podrá impulsarse refrigerado al interior del edificio. Para las condiciones climáticas de Madrid, un conducto de 30 cm de diámetro de cemento centrifugado y una longitud entre 10 y 20 m, enterrado a una profundidad entre 1,5 y 2,0 m, y por el que circule aire a 2 m/s, al final de su recorrido lo impulsará a una temperatura 5°C mas baja de la que entró.

## Medida B18: La continuidad del aislamiento. Criterios passivhaus



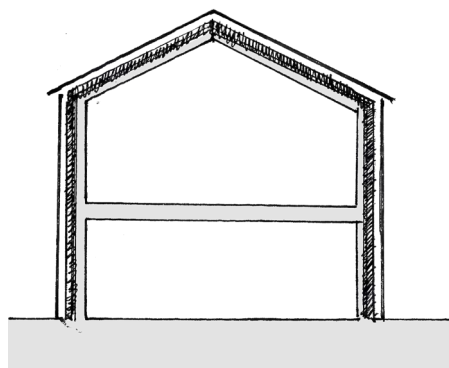
Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Por definición, el aislamiento térmico sirve para aislar el interior del edificio del clima exterior. Resulta muy eficaz cuando la diferencia de temperatura entre exterior e interior es muy elevada, y pierde su interés cuando es muy baja. Así un buen aislamiento es más eficiente en invierno que en verano, pues la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior es siempre mayor en invierno. Sin embargo, entre los arquitectos e ingenieros existe la idea preconcebida de que un aislamiento excesivo perjudica el comportamiento térmico de los edificios en verano, argumentando que cuando la envolvente está altamente aislada, el calor acumulado durante el día tiene más dificultad de disipación por la noche. Esto puede ser cierto en edificios mal orientados, poco protegidos o sin ventilación nocturna. Sin embargo, en edificios bioclimáticos con un adecuado control de las cargas de sobrecalentamiento en verano anula este prejuicio.

Por lo tanto, un generoso aislamiento (10 cm en fachada y 15 cm en cubierta) asegura un comportamiento térmico correcto, siempre y cuando se cumpla con la continuidad del mismo. Una piel aislante continua ininterrumpida minimiza los puentes térmicos y garantiza un confort muy alto en el interior, por lo que debe tenerse especial atención en la continuidad del aislante en los cantos de forjado (las fachadas ventiladas son una solución adecuada para ello) y en otros puntos de conflicto, como son el encuentro con la cubierta, el terreno y los huecos acristalados.



El garantizar un aislamiento continuo, junto con un excesivo afán por la hermeticidad del edificio (en climas cálidos, a veces contradictoria con criterios de confort higrotérmico) forman los pilares del estándar Passivhaus, que son una serie de reglas de estricta aplicación que garantizan un descenso del consumo energético del edificio bastante notable. Sin embargo, este estándar nació en Alemania, por lo que está especialmente desarrollado para climas fríos, aunque actualmente están realizando actualmente estudios de adaptación a climas más cálidos.

Otro de los puntos clave del estándar passivhaus son los intercambiadores de calor, aparatos que aprovechan el calor interior de los edificios para calentar el aire introducido desde el exterior, asegurando así una renovación de aire sin pérdida de calor. Estos aparatos pueden ser aconsejados cuando las cargas interiores del edificio sean suficientes para calefactarlo, y con la ventilación nocturna se asegure un adecuado confort en verano.

## Medida B1 9: Sistemas de calefacción y refrigeración eficientes



Construcción



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Cuando, a pesar de los sistemas de acondicionamiento pasivos, no se alcance el confort térmico suficiente, es necesario recurrir a sistemas mecánicos, pero es necesario que estos sean lo más eficientes posibles. Los sistemas de calefacción y refrigeración radiante proporcionan tanto calor como frío de una manera eficiente: en vez de calentar o refrigerar el aire, modifican la temperatura de las paredes, techo y/o suelo de un espacio. Consiste, normalmente, en un conjunto de tuberías instaladas en la superficie o en el interior de las paredes, el techo o el suelo de un espacio interior. Los tres tipos de sistemas de calefacción y refrigeración radiante son:

**-Sistemas integrados:** el agua circula por tubos de plástico integrados como, por ejemplo, dentro del forjado de hormigón del suelo, del techo o de una pared, lo que permite que la masa térmica del forjado se utilice para moderar las cargas de calefacción o refrigeración.

**-Sistemas de paneles:** consisten en paneles, normalmente de aluminio, con tubos metálicos conectados a su parte posterior. Este sistema tiene una masa térmica mínima, pero proporciona una capacidad de respuesta muy rápida. Se utiliza normalmente en falsos techos.

**-Sistemas de capilares:** consisten en una red de tuberías de plástico de pequeño diámetro instaladas en el enlucido de las paredes o del techo, o integradas en los tableros de cartón yeso. Son muy aconsejables para las rehabilitaciones.

A diferencia de los sistemas convencionales de calefacción, como los que utilizan radiadores de pared, un sistema de calefacción y refrigeración radiante normalmente ocupará una parte importante de la superficie total del espacio, como todo el techo o una pared, lo que significa que el cambio real en la temperatura del aire necesario para producir una mejora en el confort de los ocupantes es relativamente pequeño, por lo que su rendimiento energético es mucho mayor.



Siguiente criterio

 **C5**  
p.139

 **C11**  
p.151  
O vuelta a A6 (p 79)

 **C11**  
p.151  
O vuelta a A6 (p 79)

 **C5**  
p.139  
O vuelta a A1 (p 79)

# Demanda de energía eléctrica en fase de uso

# B2

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Pérdida de fertilidad – Emisión de fotooxidantes – Agotamiento de energía – Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Promover y premiar la reducción del consumo de energía no renovable necesaria para iluminación, electrodomésticos y aparatos eléctricos en vivienda; ascensores, iluminación y electrodomésticos en edificios del sector residencial y el uso de equipos o sistemas mecánicos (ascensores, escaleras mecánicas, equipos de ofimática, etc.) en edificios de oficinas y equipamientos.

**CONTEXTO:** El consumo eléctrico de un hogar medio es de 4190 kWh al año. La distribución media del consumo de energía en los hogares es de: alrededor del 43% utilizado por los electrodomésticos, 11,6% por la iluminación, 3,8% por la cocina, 2% por la refrigeración, el 11,6% para la producción de agua caliente, y el 27% por la calefacción. Disminuir el consumo de energía es fundamental para contribuir a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo además la energía eléctrica la principal responsable de las emisiones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.

La instalación de lámparas y electrodomésticos eficientes es una de las principales medidas que se pueden aplicar para reducir el consumo eléctrico de los hogares. Así mismo, es fundamental la eficiencia de los sistemas eléctricos en edificios de oficinas, residencial o equipamientos, mediante ascensores y equipos de ofimática eficientes.



## Medida B2 1: Instalación de iluminación eficiente



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** La instalación de iluminación eficiente, junto con la de los electrodomésticos y equipos, es una de las principales medidas que se pueden poner en marcha para reducir el consumo eléctrico de los edificios. Estos sistemas de iluminación proveen luz de buena calidad con el menor consumo de energía posible. Podemos encontrar dos grandes grupos de luminarias de bajo consumo:

-Las lámparas de ahorro energético son fluorescentes compactas electrónicas. La temperatura del color es adaptable, consumen cinco veces menos que las incandescentes, tienen la vida útil de 10000 horas, y tienen dimensiones similares a las lámparas incandescentes y portalámparas de rosca. Permiten la sustitución directa de la convencional.

-Las lámparas LED están formadas por dispositivos electrónicos que emiten luz y menos calor que una bombilla tradicional, por lo que su rendimiento es mucho mayor. Alcanzan una intensidad en lúmenes suficiente para el alumbrado de interiores, y su uso está empezando a extenderse.

**APLICACIONES:** La iluminación representa un 25% del consumo eléctrico de la vivienda. Por eso, es importante prestar atención a su consumo, así como a su durabilidad. En edificios de oficinas o de equipamiento público, este porcentaje aumenta ya que la exigencia de iluminación es mayor, por lo que su instalación adquiere mayor relevancia.



## Medida B2.2: Estrategias de ahorro en la iluminación



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Esta medida engloba todas aquellas estrategias dedicadas a reducir el consumo de los aparatos que consuman energía eléctrica en los edificios, sin incidir en la eficiencia energética de los mismos:

-La instalación de fotocélulas de encendido en edificios de pública concurrencia es eficaz a la hora de evitar un derroche energético, ya que la luz solamente permanecerá encendida si hay usuarios dentro de los espacios a iluminar.

-Instalación de interruptores de accionamiento en tomas de corriente, ya que algunos aparatos eléctricos consumen energía aún estando apagados, lo que se conoce como la función “stand-by”. Este hecho suele afectar a televisores, aparatos de reproducción de música o vídeo, cargadores de móviles u ordenadores...

-Promover emplazamientos con una adecuada orientación con el objetivo de garantizar una iluminación natural. En este sentido, las ordenanzas municipales de “derecho al sol” deben ser promovidas e incentivadas.

## Medida B2.3: Instalación de electrodomésticos eficientes



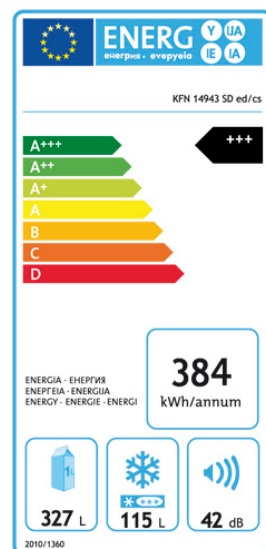
Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** La instalación de electrodomésticos eficientes, junto con la de lámparas eficientes, es una de las principales medidas que se pueden poner en marcha para reducir el consumo eléctrico de los hogares y oficinas. Se ha establecido una escala de evaluación de la eficiencia energética de los electrodomésticos que consiste en una clasificación A-G (según su consumo energético) que permite comparar electrodomésticos del mismo tipo y similares prestaciones. El nivel D y E representa el valor medio de consumo de los electrodomésticos standard, desde allí se fijan los valores A y G. Es obligatorio para lavavajillas, secadoras eléctricas, hornos eléctricos y bombillas. Cada letra que se baja en la escala, a partir de la A, supone un

incremento del consumo energético de alrededor de un 12% más que la letra que le precede. Así, podremos decir que una lavadora “clase A” consume hasta un 38% menos que una de iguales prestaciones y de clase C, y hasta un 58% menos que una de clase D.

También existen en el mercado lavadoras y lavavajillas “bi-térmicos”, que tienen 2 entradas de agua: la fría y la caliente, de manera que el agua caliente puede llegar de la red de ACS, calentada por energía solar térmica.

**APLICACIONES:** El equipamiento habitual de una vivienda: frigorífico, lavadora, lavavajillas y televisor representa casi el 50% del consumo eléctrico de la vivienda. El ahorro para una vivienda con equipamiento eficiente respecto a la misma con aparatos poco eficientes, puede ser de hasta un 40%; si además se sustituyese el calentamiento del agua de lavadoras y lavavajillas, el ahorro puede ser del 50%.



## Medida B24:

### Ascensores y escaleras mecánicas eficientes



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Hay una serie de factores que afectarán al consumo del conjunto de ascensores y/o escaleras mecánicas de un edificio. En primer lugar, es necesario un buen diseño del sistema de transporte vertical que se ajuste a las necesidades de desplazamiento y que evite su sobredimensionado. Para cada ascensor y escalera, la eficiencia energética del equipamiento estará muy condicionada por el motor y su sistema de control, pero además hay otros aspectos a contemplar: la fricción entre las partes en movimiento, la velocidad, la carga a transportar, el peso de la cabina, el sistema de iluminación de la cabina, mantenimiento, la frecuencia de uso, etc.

**APLICACIONES:** En la actualidad los ascensores de tracción eléctricos con frecuencia y tensión variables (VVVF) son los más eficientes. Por ello es recomendable utilizar este tipo de ascensores cuando sea posible, sobre todo para velocidades superiores a 1 m/s. Los ascensores eléctricos VVVF, sin engranajes, con motor de imanes permanentes y cintas planas de alta resistencia, se consideran ascensores de última generación. El ahorro energético de este tipo de ascensores ronda el 35% y el 45%. Si, además, se equipa a la cabina con un sistema de iluminación con detector de presencia y debajo consumo tipo LEDs, los ahorros pueden ser aún más significativos.

## Medida B25: Equipos de ofimática eficientes



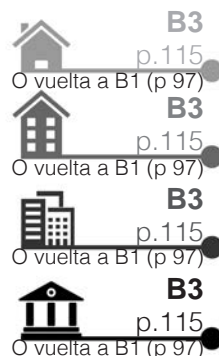
Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Los ordenadores eficientes cuentan con un sistema de clasificación de su eficiencia energética, la escala ENERGY STAR cuya última versión es la 5.0. Por un lado se establecen unos requisitos de eficiencia para la fuente de alimentación y, por otro, se determinan unos consumos de energía al año máximos calculados conforme al consumo típico de energía (TEC), según un modelo de uso típico, que establece unos consumos máximos de en función de la clase de equipo. Los requisitos para ordenadores de mesa y ordenadores portátiles, y monitores son los siguientes:



- Mejor eficiencia (categoría A) ordenador de mesa: 148kWh
- Mejor eficiencia (categoría A) ordenador portátil: 40kWh
- Mejor eficiencia (categoría A) monitor 17': 25kWh
- Mejor eficiencia (categoría A) monitor 19': 37kWh
- Mejor eficiencia (categoría A) monitor 22': 38kWh

Siguiente criterio



# Producción de energías renovables en parcela

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Pérdida de fertilidad – Emisión de fotooxidantes – Agotamiento de energía – Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Promover y premiar la reducción del consumo de energía no renovable a partir de la instalación de sistemas que permitan la generación de energía mediante fuentes renovables. El modo de conseguir los objetivos de este criterio pasa por la integración en el edificio o parcela de sistemas de producción de energía a través de fuentes renovables que excedan las exigencias mínimas establecidas por el CTE.

**CONTEXTO:** Existen actualmente diversas tecnologías que permiten el aprovechamiento de las energías renovables para la producción de calor y frío o electricidad en el edificio o la parcela. Las más utilizadas son los colectores solares térmicos para el calentamiento de agua; los sistemas de aprovechamiento de biomasa para el calentamiento del aire o del agua y los paneles fotovoltaicos y turbinas eólicas para la generación de electricidad. Otra fuente renovable es la energía geotérmica, utilizada directamente o en combinación con bomba de calor.

La energía renovable tiene sus limitaciones como una producción no constante, no poder hacer frente a las fluctuaciones de la demanda y un alto coste inicial de instalación. Por esa razón introducir energía renovable sin operar previamente sobre la reducción de la demanda y la eficiencia es contraproducente y poco sostenible.

# B3

Unifamiliar



Residencial



Oficinas



Equipamiento



## Medida B3

### 1: Instalación de equipos de energía solar fotovoltaica



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Los paneles fotovoltaicos transforman la radiación solar en corriente eléctrica. Para aprovechar la energía captada, debido a su difícil almacenamiento, y a las elevadas pérdidas que supone, estos sistemas de captación se conectan a la red eléctrica, vendiendo la electricidad en horas de producción, y comprándola en las horas de uso. Los sistemas aislados se utilizan en lugares alejados de la red para que la vivienda sea autosuficiente. Las instalaciones pueden ser explotadas por particulares, o inversores públicos y privados.

**APLICACIONES:** Se componen de células fotovoltaicas encapsuladas con silicio como material base. Pueden ser células monocristalinas, policristalinas y de silicio amorfo. Sin embargo, las diferentes tecnologías permiten una gran variedad de posibilidades y prestaciones. En definitiva, permite cubrir las necesidades de consumo eléctrico de la vivienda, esencialmente de iluminación. Si cubre un 100% del consumo de electricidad, supondría alrededor de un 25% del consumo total estándar en la vivienda. Además, España es un país con un gran potencial de energía solar, al tener una media de días soleados al año

elevada. En el caso de la ciudad de Madrid, esta media permite con creces el correcto funcionamiento y regularidad de un sistema de energía solar.

**LIMITACIONES:** Los momentos de captación y producción no coinciden con los de consumo, y la energía eléctrica es difícil de almacenar. Normalmente la máxima insolación se produce en las horas centrales del día, cuando hay menos necesidad de iluminación. Los sistemas de almacenamiento con baterías tienen bajo rendimiento por lo que las pérdidas son elevadas. A lo largo del año, la máxima captación solar se produce en verano, cuando el consumo en las viviendas suele ser menor.

Por lo tanto, es difícil determinar las demandas de electricidad de los hogares, las cuales varían notablemente dependiendo de los equipamientos y según los patrones de uso. El óptimo rendimiento del sistema dependerá de factores como la inclinación, orientación. La mejor integración arquitectónica puede no coincidir con la buena instalación.



## Medida B3 2: Instalación de equipos de energía solar térmica



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Los equipos de energía solar térmica funcionan de la siguiente manera: los colectores solares aprovechan la radiación solar para calentar el líquido que transfiere el calor, mediante un intercambiador, al agua caliente sanitaria y al agua que circula por el sistema de calefacción. Desde la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, es obligada la cobertura del 60% de la demanda de agua caliente sanitaria para la vivienda mediante la captación solar. Su funcionamiento se basa en el almacenamiento de la energía en acumuladores de agua, y después redirigida a los puntos de consumo.

**APLICACIONES:** La energía la produce un recurso inagotable y sin emisiones contaminantes, como es el Sol. Además, la energía se produce donde se consume, evitando pérdidas por transporte. Además, España es un país con un gran potencial de energía solar, al tener una media de días soleados al año elevada. En el caso de la ciudad de Madrid, esta media permite con creces el correcto funcionamiento y regularidad de un sistema de energía solar.

**LIMITACIONES:** Los momentos de captación y producción no coinciden con los de consumo, por lo tanto se deben proyectar instalaciones de almacenamiento de calor o acumuladores. Normalmente la máxima insolación se produce en las horas centrales del día, cuando hay menos necesidad de agua caliente o calefacción. El óptimo rendimiento del sistema dependerá de factores como la inclinación, orientación. La mejor integración arquitectónica puede no coincidir con la buena instalación.



Instalaciones

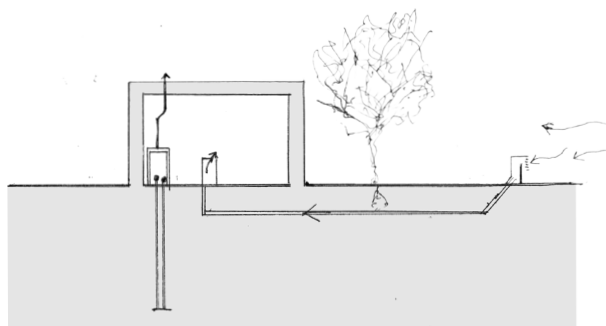
**DESCRIPCIÓN:** La energía solar no es la única fuente renovable que se puede incorporar a las edificaciones. Dependiendo de la ubicación, el microclima de la parcela, la zona climática o las posibilidades de obtención de combustibles sostenibles, se puede valorar la implementación en el proyecto de los siguientes sistemas:

**-Energía eólica:** El aprovechamiento de este tipo de energía es contraproducente para proyectos de poca envergadura, aunque si la zona eólica es aprovechable puede ser incluido en rascacielos o grandes edificios de oficinas y equipamiento.

**-Energía de biomasa:** Es posible producir calor y/o electricidad a partir de distintos tipos de residuos, como aquellos procedentes de la agricultura, la explotación forestal y los sistemas de saneamiento. Si se dispone de acceso a alguno de estos combustibles se puede contemplar la instalación de una caldera de biomasa (Medida B4.1). Un tipo de estas muy extendido son las calderas de pellets.



**-Energía geotérmica:** Este tipo de energía puede ser utilizada para la refrigeración, ya que la temperatura de la tierra es inferior a la del aire exterior durante la mayor parte del año, pudiendo almacenarse el calor procedente del edificio en el subsuelo. Mediante uno o dos tubos del diámetro y la longitud adecuadas, se puede suministrar aire al interior de estos, para así hacerlo circular de forme abierta o cerrada para provocar el descenso de la temperatura del aire entrante. Para ello son necesarios ventiladores mecánicos.



Energía geotérmica

Siguiente criterio



**B4**

p.119



**B4**

p.119



**B4**

p.119



**B4**

p.119



# Emisión de sustancias fotooxidantes en el proceso de combustión

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Pérdida de fertilidad – Emisión de fotooxidantes

# B4

**OBJETIVO:** Promover e incentivar la reducción de emisiones de productos foto-oxidantes precursores de la creación de ozono troposférico. El modo de conseguir los objetivos de este criterio pasa por la instalación de calderas que generen baja emisión de NOx en la fase de uso del edificio.

**CONTEXTO:** El ozono no se emite directamente a la atmósfera, sino que es el producto de una serie de reacciones químicas que experimentan ciertos contaminantes en presencia de la luz solar. Estos contaminantes se denominan precursores del ozono troposférico, y son principalmente compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO), y en menor medida el metano (CH4).

Cuando los hidrocarburos sin quemar (HC) se exponen a la radiación solar, en presencia de NOx, reaccionan formando oxidantes (ozono) que reciben el nombre genérico de smog fotoquímico. El smog fotoquímico es distinto del smog “Londinense”. Este último es una combinación de niebla y humo formada en atmósfera reductora a consecuencia de las emisiones de SO2 de industrias y calefacciones.



## Medida B4 1: Uso de calderas con baja emisión de fotooxidantes



**DESCRIPCIÓN:** En los edificios las emisiones de las sustancias foto-oxidantes son provocadas principalmente por las calderas para la calefacción y producción de agua caliente sanitaria. Una de las soluciones más efectivas es optar por un tipo de caldera con bajas emisiones de NOx. Existe una clasificación de estas calderas en función de sus emisiones:

- Clase 1: NOx < 260 mg/kWh para quemadores de fuel, y NOx < 250 mg/kWh para quemadores de gas.
- Clase 2: NOx < 200 mg/kWh para quemadores de fuel, y NOx < 185 mg/kWh para quemadores de gas.
- Clase 3: NOx < 150 mg/kWh para quemadores de fuel, y NOx < 120 mg/kWh para quemadores de gas.
- Clase 4: NOx < 100 mg/kWh para quemadores de gas
- Clase 5: NOx < 70 mg/kWh para quemadores de gas

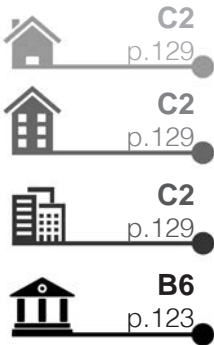


**APLICACIONES:** Para alcanzar el objetivo de reducción de las emisiones de sustancias foto-oxidantes, es necesario instalar calderas que generen emisiones inferiores a 70 mg/kWh, es decir, calderas de quemadores de gas de clase 5, u otro tipo de calderas más sostenibles como son:

**-Calderas de condensación:** Es una caldera que produce agua a baja temperatura (40-60º) con un alto rendimiento y con bajas emisiones de foto-oxidantes. Está diseñada para utilizar el calor latente liberado por la condensación del vapor de agua contenido en los procesos de combustión. Estas calderas necesitan un desagüe para los restos de la condensación. Este tipo de calderas pueden suponer un ahorro de hasta el 27,5% del consumo de calefacción.

**-Calderas de biomasa:** Son equipos diseñados para ser alimentados con biomasa, que consiste en la utilización de la materia orgánica de origen biológico reciente para fines energéticos, como residuos vegetales, de la industria, de cultivos, etc. El caso de calderas de biomasa más extendido son las calderas de pelets, ya que son más eficientes y compactas que el resto de calderas de biomasa. Estos sistemas pueden alcanzar rendimientos entre el 85% y el 92%. El combustible utilizado, además, es renovable y respetuoso con el medio ambiente, ya que el balance de contaminación por dióxido de carbono es nulo.

Siguiente criterio



# Energía no renovable en el transporte de los materiales

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Pérdida de fertilidad – Emisión de fotoxidantes – Agotamiento de energía – Riesgos para inversores

# B5

**OBJETIVO:** Reducir la cantidad de energía no renovable utilizada en el transporte de los materiales de construcción incentivando el uso de materiales locales. Se evalúa el transporte de la puerta de la fábrica hasta la obra ya que el transporte desde la extracción del material hasta la fábrica está contemplado, según la actual normativa, en los EDP (DAP en sus siglas en castellano) de los materiales.

**CONTEXTO:** El 80% de la energía empleada es generada por los combustibles fósiles, que constituyen el principal recurso energético. En los últimos 40 años las reservas de petróleo se han ido agotando poniendo el problema de los recursos energéticos como la principal preocupación mundial, lo que hace indispensable el uso eficiente y evitar el derroche de los combustibles fósiles.

El sector del transporte depende principalmente de los combustibles fósiles, y es el primer responsable de las emisiones de gases efectos invernadero. De cara a la fase de proyecto, el uso de materiales locales es la principal medida aplicable para reducir el consumo en el transporte y las emisiones asociadas. La disponibilidad de obtener productos locales depende mucho del lugar de proyecto y de la existencia de fabricantes y de la adaptabilidad del proyecto al uso de productos locales.

Los resultados del proyecto de investigación llevado a cabo en el sur de Francia, en que se compara la calidad ambiental de un edificio convencional de hormigón con uno de adobe producido con tierra procedente del mismo sitio de proyecto, demuestran que la energía de los materiales para el edificio de hormigón es superior al 270% de la utilizada para el edificio de adobe. Esa diferencia alcanza el 640% para el transporte de los materiales en obra. Para la evaluación del criterio se considera los costes energéticos del transporte desde la puerta de la fábrica al pie de obra, ya que los impactos generados en la producción del material (de la cuna a la puerta) se contemplan en el criterio C20.



## Medida B5 1: Utilización de materiales locales



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La medida tiene como objetivo el alto porcentaje en coste de los materiales empleados de producción local sobre el total de los materiales empleados en el proyecto. Se consideran materiales de producción local los producidos en un radio de 200 km del emplazamiento de la obra

**APLICACIONES:** El resultado debe ser de un 60% o más de materiales locales en el proyecto de ejecución



Siguiente criterio

 **C10**  
p.149

 **C1**  
p.127

 **C1**  
p.127

 **C10**  
p.149

# Emisión de sustancias que reducen el ozono estratosférico

IMPACTO AMBIENTAL: Cambio climático

**OBJETIVO:** Reducir la contribución de los refrigerantes con un elevado potencial de efecto invernadero al cambio climático y a la destrucción de la capa de ozono y fomentar la instalación de sistemas eficientes y energías renovables.

**CONTEXTO:** Algunos refrigerantes utilizados en los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado resultan muy dañinos para la capa de ozono al ponerse en contacto con la atmósfera. Otros contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático global. La relación entre el cambio climático y la reducción de la capa de ozono es extremadamente compleja y aún no ha sido estudiada en su totalidad.



Equipamiento

Medida B6 1: **Sistemas de climatización respetuosos con el ozono**



**DESCRIPCIÓN:** Para reducir los peligros de las fugas de refrigerantes a la atmósfera y así minimizar los impactos negativos en la capa de ozono y en el cambio climático se recomiendan las siguientes estrategias:

- Fomentar el uso de los refrigerantes según normativa vigente y sancionar las infracciones según RD 833/1988 sobre residuos tóxicos o peligrosos.
- Diseñar sistemas de climatización y ventilación energéticamente eficientes, exigiendo un rendimiento mínimo en los equipos de aire acondicionado según el etiquetado energético propuesto por los países miembros de la Unión Europea.
- Seleccionar refrigerantes que no dañen la capa de ozono y no tengan un elevado potencial de efecto invernadero.

Siguiente criterio



- Mantener adecuadamente los equipos de climatización y ventilación, para evitar las fugas de refrigerantes a la atmósfera.
- Promocionar sistemas de detección de fugas de refrigerante en los equipos de aire acondicionado.

**APLICACIONES:** Los refrigerantes empleados en climatización deberán tener un Potencial de Calentamiento Global inferior a 1700, con el objetivo de reducir las emisiones de sustancias nocivas para la capa de ozono.





Muchos de los recursos naturales utilizados en la edificación son no renovables, pues existen en una cantidad limitada en el planeta o tienen una tasa de regeneración menor a la tasa de explotación. Con el patrón de consumo actual nos situamos al borde del agotamiento de recursos, siendo la edificación uno de los mayores dilapidadores de los mismos. Por todo ello hay que buscar alternativas y estrategias que reduzcan drásticamente su consumo.

El agua dulce es un recurso escaso y su distribución no es homogénea. La escasez del agua potable la sufren sobre todo los países áridos y del tercer mundo que no tienen los medios necesarios para su tratamiento y distribución. El problema de la buena gestión del agua afecta tanto a nivel local como mundial, ya que este recurso es fundamental para la vida y el desarrollo de todos los seres vivos, incluido el hombre.

La principal estrategia frente al agua debe ser la reducción del consumo, principalmente mediante la implementación de medidas de ahorro y eficiencia. Por otro lado, para muchos usos domésticos, la calidad del agua no exige la tipificación de “apta para el consumo humano”, esto sucede con el empleo de la lavadora, el lavavajillas, la limpieza de la casa, la cisterna del inodoro y el riego en general. Según qué casos, el agua de lluvia y las aguas grises, con un tratamiento previo adecuado, pueden reemplazar perfectamente al agua potable. La ventaja en la aplicación de estos sistemas es obvia en cuanto al ahorro de agua que se genera, pero además se evita la potabilización de un volumen de agua considerable, produciéndose de esta manera un segundo ahorro significativo.

Los materiales utilizados en la edificación suponen cerca del 60% de los materiales extraídos del planeta y tienen un alto peso en los impactos ocasionados al medio ambiente por el edificio a lo largo de su ciclo de vida. Estos impactos se generan en todas las transformaciones sufridas, desde su extracción como materia prima, hasta su salida de fábrica como material preparado para usarse en obra.

Para reducir los impactos que los materiales generan, no sólo es necesario promover la reutilización de materiales en el diseño y la construcción del edificio, sino, también, diseñar y construir el edificio pensando en su fase de deconstrucción de modo que los materiales empleados puedan ser reutilizados en futuros edificios. Además de reducir los impactos por materiales nuevos empleados en la construcción, con esta medida se reduce considerablemente la producción de residuos de la construcción.

Igualmente importante es la selección de materiales que, por sus características, generan pocos residuos como por ejemplo los productos industriales y prefabricados.



# Uso de materiales de construcción de bajo impacto ambiental

# C1

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Pérdida de fertilidad – Pérdida de vida acuática – Emisión de fotooxidantes – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Reducir los impactos asociados a la producción de los materiales de construcción mediante la elección de materiales con bajos impactos durante su proceso de extracción y transformación así como mediante el uso de materiales reutilizados o reciclados

**CONTEXTO:** Los materiales utilizados en la edificación suponen un alto peso en los impactos ocasionados al medio ambiente por el edificio a lo largo de su ciclo de vida. Estos impactos se generan en todas las transformaciones sufridas, desde su extracción como materia prima hasta su salida de fábrica como material preparado para usarse en obra.



Residencial



Oficinas



## Medida C1

### 1: Elección de materiales con largo ciclo de vida



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Es necesario tener en cuenta que el ciclo de vida del material sea lo más largo posible, incluso que permita su reutilización una vez finalizado el ciclo de vida del propio edificio. Para ello no sólo es importante la elección del material, sino también su puesta en obra, que permita recuperar el material al final del ciclo de vida. Además, se puede ahorrar en la cantidad de materiales, evitando sobredimensionar la estructura, o racionalizando los módulos y las dimensiones de los elementos constructivos para evitar el derroche de material.

## Medida C1

### 2: Elección de materiales con bajo impacto ambiental



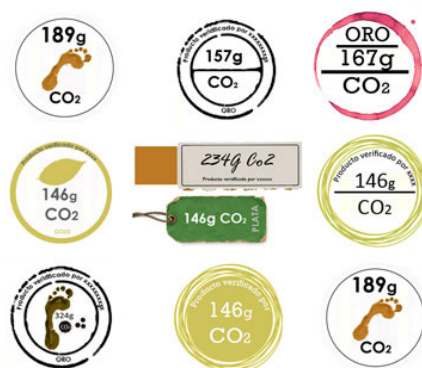
Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La elección de materiales con bajos impactos se puede comprobar tanto en los productos con certificación ambiental, como las maderas provenientes de bosques sostenibles, como en los propios EPD de los materiales donde se reflejan los impactos asociados a un producto.



**DESCRIPCIÓN:** En el sector de la construcción, la reutilización consiste en el aprovechamiento de materiales o elementos de construcción que se encuentran al final del ciclo de vida de un edificio, para ser utilizados en una nueva construcción (o en la rehabilitación de otro edificio). La reutilización se diferencia del reciclaje en que, al contrario que éste, el material reutilizado no sufre ninguna transformación antes de ser nuevamente puesto en obra, únicamente el traslado. La reutilización supone, pues un menor impacto al medio ambiente incorporado al material a analizar, de hecho en la fase que contempla este criterio se considera un impacto nulo. De este modo, la reutilización de materiales es una prioridad en la construcción sostenible.

Sellos de materiales de bajo impacto ambiental



Siguiente criterio



**C12**

p. 153

**C12**

p. 153

# Consumo de agua potable



**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de vida acuática - Agotamiento agua potable  
– Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Reducir el consumo de agua potable en la fase de uso del edificio, mediante medidas de ahorro y eficiencia.

**CONTEXTO:** El agua dulce es un recurso escaso y su distribución no es homogénea. La escasez del agua potable la sufren sobre todo los países áridos y del tercer mundo que no tienen los medios necesarios para su tratamiento y distribución. El problema de la buena gestión del agua afecta tanto a nivel local como mundial, ya que este recurso es fundamental para la vida y el desarrollo de todos los seres vivos, incluido el hombre. En el ranking mundial de recursos de agua, España se coloca en el puesto 39o del mundo, pero en la cola en cuanto a uso eficiente, lo que significa un despilfarro de su uso en los hogares, en la agricultura y en la industria.



El agua tiene un valor a la vez económico, ecológico y social, y todas las actuaciones deben de tener en cuenta esa triple dimensión. La innovación tecnológica permite un mayor ahorro y eficiencia en el uso del agua, así como mayor garantía en la calidad y suministro de la misma. La mejora de la eficiencia del agua, se justifica además por otras razones:

**-Económicas:** es más barato actuar en la gestión de la demanda del consumo final, ya que con poca inversión se puede conseguir un gran ahorro; actuar en la oferta supone un coste económico más elevado, porque serían necesarios más embalses, ETAPs, red de suministro, EDARs, etc.

**-Calidad:** reduciendo el consumo de agua potable, se reduce también la demanda de las fuentes de abastecimiento de agua y, por tanto, éstas podrán ser de mayor calidad.

**-Ecológica:** además de ser el agua un recurso limitado, asociado al uso del agua hay un gasto energético importante para la captación, tratamiento, suministro y depuración.

**-Social:** la gestión de los recursos hídricos genera muchos enfrentamientos entre regiones, comunidades y comarcas.

La aplicación de las medidas de ahorro nos permite consumir menos sin tener que renunciar a los servicios hidráulicos. En los hogares, el consumo directo del agua representa solo el 2% del total, el 60-65% es debido a baños y servicios y entre el 30-35% es lo que se consume en la cocina. Además de una buena educación de los usuarios, con la instalación de sencillos aparatos eficientes, como aireadores o perlizadores de grifos, duchas eficientes, inodoros con cisterna de doble descarga, etc. podemos reducir el consumo a la mitad.

## 1: Utilización de aparatos sanitarios eficientes



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Un inodoro convencional emplea entre 9 o 10 litros para cada descarga. El uso de cisternas con dispositivos que permiten interrumpir la descarga, consigue un uso más racional del agua. La normativa europea limita la capacidad de las cisternas a 9 litros, aunque varios importantes fabricantes han lanzado al mercado modelos de 6 litros de volumen y con pulsador de corte de descarga a 3 litros, o bien doble pulsador. El éxito de estos modelos se basa en la capacidad del sifón de arrastrar con menos agua.

**APLICACIONES:** Se puede conseguir un considerable ahorro de agua sin reducir las prestaciones. Muchos de los sistemas permiten reutilizar un inodoro antiguo y convertirlo en ahorrador de agua, mediante la sustitución única del mecanismo antiguo, tras una fácil instalación.

Además de los sistemas de doble descarga o de interrupción de descarga existen los sistemas de descarga presurizada: Fluxores o fluxómetros. Hay fluxores temporizados, pensados para sitios públicos de alto tránsito que se accionan mediante un grifo de cierre automático de manera que la presión de descarga proviene directamente de la red, por lo que la limpieza es mucho más efectiva y al no haber depósito de agua adosado al inodoro, se gana en espacio y se evitan obstrucciones de los conductos.

## 2: Instalación de reductores de caudal en grifos y duchas



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Los reductores de caudal son dispositivos que se acoplan a las griferías domésticas, y reducen el flujo pero mantienen la presión. Los reductores de caudal se presentan con diferentes estrategias: algunos mezclan el agua con aire reduciendo su flujo: la boquilla y el difusor consiguen un aumento de la velocidad de circulación de agua y una depresión que facilita la entrada de aire por aspiración. También hay otros que disponen de una válvula de retención en su interior que salta cuando el caudal de agua es superior a un valor determinado de l/min. Otros más simples son reductores de caudal fijo mediante una junta de goma que disminuye la sección y aumenta la presión.

**APLICACIONES:** En el caso de las regaderas, duchas fijas, móviles y/o de teléfono, las cifras en las que ha de encuadrarse el consumo, según las normativas, tiene que ser menos de 10 litros por minuto para presiones de trabajo de 1 a 3 bar de presión dinámica del circuito y de 12 litros por minuto si la presión está comprendida entre 3 y 5 bar. A las duchas normales se les pueden aplicar sistemas que reducen el consumo, con un aumento de coste no significativo, al igual que al resto de grifos y tomas de agua del edificio.



## Medida C2 3: Riego por goteo



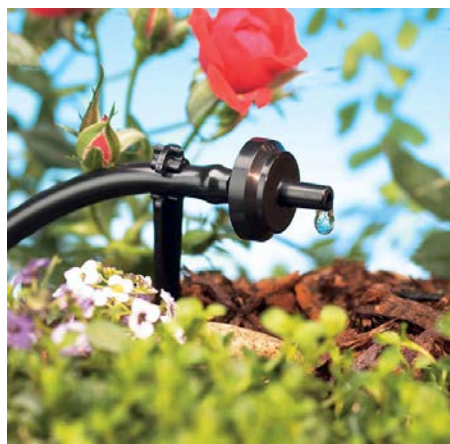
Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** El riego localizado es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular. Características: la utilización de pequeños caudales (entre 2-8 l/h) a baja presión, y la localización del agua en la proximidad de las plantas. Los elementos que componen una instalación automática de riego por goteo son:

- Programador:** Corrientemente se dedica una o varias estaciones o fases para el goteo y las demás para los aspersores y difusores.
- Electroválvulas:** Cada sector de riego lleva una electroválvula que se abre y se cierra según le ordena el programador. Cada sector de goteo llevará su electroválvula correspondiente.
- Arquetas:** Las electroválvulas van dentro de arquetas. Hay arquetas individuales y otras más grandes que pueden alojar 3, 4, 5 electroválvulas en paralelo. Por ejemplo, un jardín podría tener en la misma arqueta 4 electroválvulas: una para un sector de aspersores, dos para sendos sectores de difusores y una para riego por goteo.
- Reductor o regulador de presión:** Los emisores de riego por goteo necesitan poca presión de agua para funcionar. Si la red de agua tiene demasiada presión, para evitar que los goteros salgan disparados, se instalan los reductores o reguladores de presión. Se pueden sustituir por una llave de paso colocada antes de la electroválvula, pero se controla con menos exactitud.
- Filtro:** Situado al inicio del sector de riego, el filtro de agua evita obstrucciones de los goteros.
- Tuberías:** Suele bastar con tuberías de 32 y 25 mm de diámetro de polietileno (PE). A éstas se le conectan los ramales de goteo, habitualmente tubería de 16 mm.
- Piezas especiales:** Tés, codos, enlaces, llaves, empalmes, tapones, etc.
- Emisores o goteros** que pueden estar integrados en la propia tubería, o de botón, para pinchar en tubo. Pueden ser autocompensantes, que regulan el caudal que emiten, compensando las diferencias de presión que se establecen entre los diferentes puntos del circuito de riego.

**APLICACIONES:** El sistema de riego por goteo tiene una eficiencia del 90% con respecto al 70% del riego de aspersión, y se pueden utilizar en todo tipo de jardines, a pesar de que su coste puede ser prohibitivo para pequeñas superficies ajardinadas.

Siguiente criterio





# Retención de aguas de lluvia para su reutilización

**IMPACTO AMBIENTAL:** Agotamiento agua potable – Riesgos para inversores



**OBJETIVO:** Promover e incentivar el almacenamiento y reutilización de las aguas de lluvia en el caso de que la pluviometría de la zona lo haga viable.

**CONTEXTO:** El agua de lluvia es un recurso que históricamente en nuestro país ha desempeñado un papel muy importante hasta el siglo XIX. Cuando a principios del siglo XX las canalizaciones de agua empezaron a irrumpir de forma masiva en ciudades, pueblos y villas, el agua de lluvia pasó a un segundo plano reservado casi exclusivamente a situaciones muy especiales.

Aproximadamente en nuestro país la media de lluvia anual ronda los 600 litros por m<sup>2</sup>, siendo en Madrid ligeramente más baja, de 530 litros por m<sup>2</sup>. Suponiendo un edificio con una cubierta de 100 m<sup>2</sup> y un aprovechamiento del 80% del agua de lluvia, tendríamos 48.000 litros de agua gratuitos cada año.

El agua de lluvia presenta una serie de ventajas. Por una parte es un agua extremadamente limpia en comparación con las otras fuentes de agua dulce disponibles. Por otra parte, es un recurso esencialmente gratuito y totalmente independiente de las compañías suministradoras. Además, precisa de una infraestructura bastante sencilla para su captación, almacenamiento y distribución. Para muchos usos domésticos, la calidad del agua no exige la tipificación de "apta para el consumo humano", esto sucede con el empleo de la lavadora, el lavavajillas, la limpieza de la casa, la cisterna del inodoro y el riego en general. En estos casos el agua de lluvia puede reemplazar perfectamente al agua potable. Además al ser un agua muy blanda nos proporciona un ahorro considerable de detergentes y jabones.



## 1: Almacenamiento del agua de lluvia



Construcción



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Para el diseño de los equipos de captación es preciso recordar que el agua de lluvia suele captarse en unos meses y que debe conservarse para ser utilizada durante el periodo posterior hasta la nueva época de lluvias. Por ese motivo, el empleo del agua de lluvia se combina con otra fuente de suministro de agua como puede ser la de red. Esta duplicidad de calidades de agua, implica la necesidad de un sistema eficiente de gestión de ambos tipos de aguas. Aquí es preciso hacer una aclaración importante.

El diseño básico de recogida de aguas pluviales consta de los siguientes elementos:

**-Cubierta:** En función de los materiales empleados tendremos mayor o menor calidad del agua recogida.

**-Canalón:** Para recoger el agua y llevarla hacia el depósito de almacenamiento. Antes de las bajantes se aconseja poner algún sistema que evite entrada de hojas y similares.

**-Filtro:** Necesario para hacer una mínima eliminación de la suciedad y evitar que entre en el depósito o cisterna.

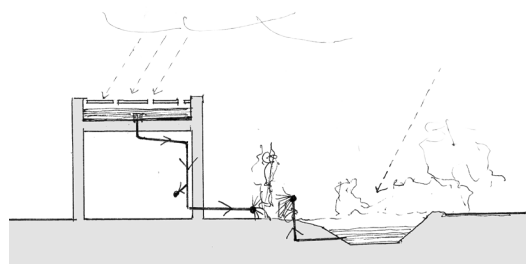
**-Depósito:** Espacio donde se almacena el agua ya filtrada. Su lugar idóneo es enterrado o situado en el sótano de la casa, evitando así la luz (algas) y la temperatura (bacterias). Es fundamental que posea elementos específicos como deflector de agua de entrada, sifón rebosadero antioedores, sistema de aspiración flotante, sensores de nivel para informar al sistema de gestión, etc.

**-Bomba:** Para distribuir el agua a los lugares previstos. Es muy importante que esté construida con materiales adecuados para el agua de lluvia, e igualmente interesante que sea de alta eficiencia energética.

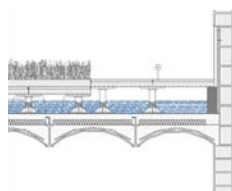
**-Sistema de gestión agua de lluvia-agua de red:** Mecanismo por el cual tenemos un control sobre la reserva de agua de lluvia y la conmutación automática con el agua de red. Este mecanismo es fundamental para aprovechar de forma confortable el agua de lluvia.

**-Sistema de drenaje de las aguas excedentes, de limpieza, etc.** que puede ser la red de alcantarillado, o el sistema de vertido que disponga la vivienda.

**APLICACIONES:** El sistema más adecuado para la implementación de un almacenamiento eficaz del agua de lluvia son las cubiertas aljibe, cuya dimensión estará íntimamente asociada a la de la cubierta. Sin embargo, en el clima de Madrid, con lluvias muy estacionalizadas y no muy abundantes, es posible que no sea necesario cubrir el total de la superficie de la cubierta con el aljibe, sino una determinada proporción. Este aljibe puede ser utilizado junto con el sistema de recogida de aguas grises, para su posterior reutilización programada en dicho sistema.



Recogida de aguas



Cubierta aljibe

Siguiente criterio



# Recuperación y reutilización de aguas grises

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de vida acuática – Agotamiento agua potable – Riesgos para inversores

# C4

**OBJETIVO:** Promover e incentivar una correcta reutilización de las aguas consumidas por el edificio.

**CONTEXTO:** Las aguas grises son aquellas que provienen de los desagües de los aparatos sanitarios de aseo personal, tales como bañeras, duchas, lavabos o bidés, no siendo aptas sanitariamente para el consumo humano, pero cuyas características organolépticas y de limpieza de sólidos en suspensión permiten su distribución por conducciones y mecanismos de pequeño calibre para usos auxiliares como riego, evacuación de inodoros, limpieza de vehículos, etc.

Actualmente el agua potable se utiliza para consumos que podrían satisfacerse con aguas de calidad inferior, por ejemplo se usa la misma agua para la preparación de los alimentos en la cocina que para el inodoro del baño. Las aguas de las duchas y los lavabos pueden ser tratadas y reutilizadas para su uso como aguas de riego, para la limpieza o para los inodoros. La reutilización de aguas grises, ayuda a conseguir una disminución importante en el gasto de agua potable con lo que protegemos las reservas de agua y reducimos la carga de las aguas residuales.

Los sistemas para la reutilización de las aguas grises tienen aplicación en viviendas unifamiliares, comunidades de vecinos, instalaciones deportivas como campos de fútbol o piscinas, hoteles y universidades. Estos sistemas, constan de unas tuberías independientes por donde circulan las aguas grises hasta llegar a unos depósitos, donde se lleva a cabo un tratamiento de depuración. Gracias a la depuración, el agua se puede reutilizar para alimentar las cisternas de los inodoros, para el riego del jardín o la limpieza de los exteriores, aunque no para el consumo humano.

Los beneficios de la reutilización de las aguas grises incluyen un menor uso de las aguas potables, un menor caudal a las fosas sépticas o plantas de tratamiento, una purificación altamente efectiva, una solución para aquellos lugares en donde no puede utilizarse otro tipo de tratamiento, un menor uso de energía y químicas por bombeo y tratamiento, la posibilidad de sembrar plantas donde no hay otro tipo de agua, o la recuperación de nutrientes que se pierden.

Algunos de los inconvenientes de los sistemas de reutilización de aguas es que no pueden utilizarse en cualquier lugar, puesto que es necesario un espacio suficiente que permita desarrollar el proceso del tratamiento del agua y que reúna las condiciones climáticas adecuadas. Hay que tener en cuenta que aunque las aguas grises normalmente no son tan peligrosas para la salud o el medio ambiente como las aguas negras, provenientes de los retretes, poseen cantidades significativas de nutrientes, materia orgánica y bacterias,



Unifamiliar



Residencial



Oficinas



Equipamiento

por lo que si no se realiza un tratamiento eficaz previo a su descarga o reutilización, causan efectos nocivos a la salud, contaminación del medio y mal olor.

## Medida C4.1: Recuperación de aguas grises para los inodoros



Instalaciones

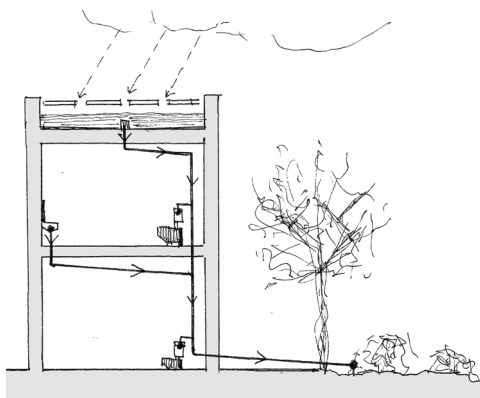
**DESCRIPCIÓN:** Al reutilizar las aguas grises para las cisternas conseguiríamos un ahorro de unos 50 litros por persona y día. Si consideramos una familia media de 4 personas, esto supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, aproximadamente el 25 % del consumo diario de la vivienda. Si este sistema se implanta en hoteles, campings o instalaciones deportivas, estaríamos hablando de cifras aún más importantes, en torno al 30% de ahorro de agua potable. El sistema a implantar en viviendas unifamiliares requiere la conexión de los desagües de duchas y bañeras a un circuito

-Uno físico, mediante unos filtros que impiden el paso de partículas sólidas: estos filtros tiene que ser de tamaño adecuado para retener aquellas partículas que pueden aparecer en los desagües.

-Otro tratamiento químico, mediante la cloración del agua con hipoclorito sódico con un dosificador automático, que la deja lista para ser reutilizada. Para devolver el agua hacia las cisternas se utilizan bombas de bajo consumo que conducen el agua desde el depósito cuando las cisternas, tras su uso, deben ser llenadas de nuevo.

**APLICACIONES:** En función del número de personas que habitan la vivienda o de los usuarios de las instalaciones, se calcula el tamaño del depósito, para llegar a un equilibrio entre el espacio utilizado y la capacidad del mismo. Para viviendas unifamiliares o multifamiliares, depósitos de 0,5 ó 1 m<sup>3</sup> son los más habituales y para instalaciones hoteleras se suele instalar de uno o varios depósitos de 25 m<sup>3</sup>. Generalmente son de fibra de vidrio, siendo el lugar habitual de ubicación el sótano de la vivienda.

Si, por falta de espacio, el depósito se tiene que instalar en la zona alta de la vivienda, las aguas grises irían a un bote sifónico y desde éste, mediante una bomba, se elevaría el agua hasta el depósito, distribuyéndose después por gravedad hasta las cisternas. Si por algún motivo no hay aporte de aguas grises o existe un consumo muy alto en los inodoros, el depósito tiene un mecanismo de boyas y válvulas que suple esta carencia tomando agua de la red de abastecimiento general. Si, por el contrario, es muy alta la producción de aguas grises y produce un sobrellenado del depósito, éste dispone de un rebosadero que recoge y lleva el sobrante hasta la red general de desagües.





Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Las aguas grises utilizadas correctamente pueden ser abonos de gran valor para la horticultura. Contienen fósforo, potasio y nitrógeno, que convierte a las aguas grises en una fuente de contaminación para lagos, ríos y aguas, sin embargo pueden utilizarse de manera beneficiosa por sus nutrientes para el riego de las plantas. Hay varios sistemas para tratar las aguas grises destinadas al riego, dependiendo del uso final que se le vaya a dar.

**APLICACIONES:** Los denominados “filtros jardinera” consisten en una trampa que retiene las grasas que provienen principalmente de la cocina. Posteriormente, se dirige este agua pre-tratada hacia una jardinera impermeable, donde se siembran plantas de pantano, las cuales se nutren de los detergentes y la materia orgánica, evaporan el agua y así la purifican. Gracias a este proceso se puede llegar a rescatar hasta un 70% del agua, que a su vez puede ser utilizada para irrigación. El sistema de “acolchado” consiste en dirigir el agua gris hacia zanjas rellenas de un acolchado, compuesto normalmente de corteza de árbol triturada, paja u hojas, que se encarga de tratar las aguas y de paso aumentar la riqueza del suelo al seguir un proceso de compostaje.

Siguiendo criterio

 **A5**  
p.75 ● O vuelta a C3 (p 135)

 **A8**  
p.83 ● O vuelta a C3 (p 135)

 **D1**  
p.163 ● O vuelta a C3 (p 135)

 **D2**  
p.165 ● O vuelta a C3 (p 135)



## Uso de materiales durables

# C5

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Pérdida de fertilidad – Pérdida de vida acuática – Emisión de fotooxidantes – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Incentivar el uso de materiales durables que reduzcan las necesidades de mantenimiento y reposición.

**CONTEXTO:** El impacto ambiental producido por la industria de la Construcción a la luz de la Revolución Industrial constituye la deuda aún pendiente que han de afrontar las sociedades industrializadas con vistas a este nuevo milenio; lo cierto es que la Revolución Industrial supone un gran cambio en las técnicas empleadas en la producción de los materiales de construcción, dado que hasta entonces, los materiales eran naturales, propios de la biosfera, procedentes del entorno inmediato, de fabricación simple y adaptados a las condiciones climáticas del territorio donde se llevaba a cabo la edificación.

Unifamiliar



Equipamiento



El resultado de este cambio se traduce, en primer lugar, en un gran aumento de la distancia entre la obtención de materias primas y la ubicación de su elaboración o construcción; en segundo lugar, en el agotamiento de los recursos naturales próximos; y finalmente, en el aumento de la emisión de contaminantes derivados de la industria de la Construcción.

Asimismo, la gran demanda de materiales de construcción a mediados del siglo XX comporta la necesidad de extraer y procesar gran cantidad de materias primas, elaborar nuevos materiales y el tratamiento de una elevada cantidad de residuos de construcción y demolición, con el coste energético que ello representa.

No obstante, el reto a superar por la industria de la Construcción, en cualquiera de sus tipologías, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos los que más repercuten sobre el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos.

Es necesario señalar que, por lo que atañe a España, los esfuerzos por emplear materiales con menor impacto ambiental para su uso en la edificación con alta eficiencia energética, durabilidad, recuperabilidad y recursos renovables, es fundamental para alcanzar unas prácticas sostenibilistas en el sector de la edificación.



Aislantes reciclados



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Los materiales con largo ciclo de vida son aquellos que cuenten con una durabilidad, al menos, igual a la vida útil de la estructura, y con pocas necesidades de mantenimiento (que no suponga la aplicación de ningún producto adicional como pinturas, barnices, productos hidrófugos, etc.)

**APLICACIONES:** Los materiales con largo ciclo de vida pueden ser incorporados en distintos elementos constructivos, como son la cubierta, fachada, particiones interiores y acabados interiores. No se incluye en ellos la estructura ya que ésta siempre cumplirá con su propia vida útil. Un correcto porcentaje de materiales durables puede ser el 20% con respecto al total utilizados en la fase de construcción del edificio.

Siguiente criterio



# Reutilización de materiales

# C6

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Pérdida de fertilidad – Pérdida de vida acuática – Emisión de fotoxidantes – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Incentivar la reutilización de materiales reduciendo el consumo de materias primas y los impactos asociados al proceso de fabricación o reciclado.

**CONTEXTO:** El impacto ambiental producido por la industria de la Construcción a la luz de la Revolución Industrial constituye la deuda aún pendiente que han de afrontar las sociedades industrializadas con vistas a este nuevo milenio; lo cierto es que la Revolución Industrial supone un gran cambio en las técnicas empleadas en la producción de los materiales de construcción, dado que hasta entonces, los materiales eran naturales, propios de la biosfera, procedentes del entorno inmediato, de fabricación simple y adaptados a las condiciones climáticas del territorio donde se llevaba a cabo la edificación.



El resultado de este cambio se traduce, en primer lugar, en un gran aumento de la distancia entre la obtención de materias primas y la ubicación de su elaboración o construcción; en segundo lugar, en el agotamiento de los recursos naturales próximos; y finalmente, en el aumento de la emisión de contaminantes derivados de la industria de la Construcción.

Asimismo, la gran demanda de materiales de construcción a mediados del siglo XX comporta la necesidad de extraer y procesar gran cantidad de materias primas, elaborar nuevos materiales y el tratamiento de una elevada cantidad de residuos de construcción y demolición, con el coste energético que ello representa.

No obstante, el reto a superar por la industria de la Construcción, en cualquiera de sus tipologías, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos los que más repercuten sobre el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos.

Por supuesto, la reutilización de materiales supone una importante reducción de los impactos producidos en el proceso constructivo, tanto en lo que respecta a la reducción del consumo de materias primas, como lo que respecta a consumo de energía y emisión de contaminantes durante el proceso de fabricación o reciclado del producto.





Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Los materiales excedentes en una determinada fase de obra pueden ser reutilizados en otra distinta. Esto conlleva, además de un considerable ahorro económico, una reducción del impacto ambiental del material ya que se reduce consumo en su transporte, fabricación y desechado.

**APLICACIONES:** Los materiales reutilizados pueden ser incorporados en distintos elementos constructivos, como son la cubierta, fachada, particiones interiores y acabados interiores. Un correcto porcentaje de materiales reciclados puede ser el 20% con respecto al total utilizados en la fase de construcción del edificio. Para contabilizar este porcentaje, se puede acudir al ahorro económico que esto supone

Siguiente criterio



# Uso de materiales reciclados

# C7

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Pérdida de fertilidad – Pérdida de vida acuática – Emisión de fotoxidantes – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Incentivar el uso de materiales reciclados que reducen el consumo de materias primas.

**CONTEXTO:** El impacto ambiental producido por la industria de la Construcción a la luz de la Revolución Industrial constituye la deuda aún pendiente que han de afrontar las sociedades industrializadas con vistas a este nuevo milenio; lo cierto es que la Revolución Industrial supone un gran cambio en las técnicas empleadas en la producción de los materiales de construcción, dado que hasta entonces, los materiales eran naturales, propios de la biosfera, procedentes del entorno inmediato, de fabricación simple y adaptados a las condiciones climáticas del territorio donde se llevaba a cabo la edificación



El resultado de este cambio se traduce, en primer lugar, en un gran aumento de la distancia entre la obtención de materias primas y la ubicación de su elaboración o construcción; en segundo lugar, en el agotamiento de los recursos naturales próximos; y finalmente, en el aumento de la emisión de contaminantes derivados de la industria de la Construcción.

Asimismo, la gran demanda de materiales de construcción a mediados del siglo XX comporta la necesidad de extraer y procesar gran cantidad de materias primas, elaborar nuevos materiales y el tratamiento de una elevada cantidad de residuos de construcción y demolición, con el coste energético que ello representa.

No obstante, el reto a superar por la industria de la Construcción, en cualquiera de sus tipologías, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos los que más repercuten sobre el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos.

Por supuesto, el reciclado de materiales supone una importante reducción de los impactos producidos en el proceso constructivo en lo que respecta a la reducción del consumo de materias primas. En cuanto a la reducción del consumo de energía y emisión de contaminantes durante el proceso de reciclado del producto, esto depende de cada producto y no en todos los casos es significativo, aunque por regla general sí lo sea.



## Medida C7 1: Elección de materiales reciclados



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** El reciclado es un proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, sea éste el mismo en el que fue generado u otro diferente. Hay varios productos susceptibles de poder adquirirse de fuentes recicladas, como son:

-**Los plásticos**, ya que estos pueden fundirse de nuevo para usarlos como materia prima adicional, alternativa o sustituta. Una de las formas de reciclaje del plástico es en forma de perfiles, fabricados mediante un proceso de extrusión de una mezcla de residuos de plástico

-**El caucho**, ya que puede volver a ser conformado en losetas mediante los residuos de caucho triturados y seleccionados. Estos gránulos de caucho se mezclan con pigmentos y resinas de poliuretano, y pueden ser utilizados como amortiguadores y absorbentes acústicos, como pavimentos antideslizantes o insonorizantes.

-**Los aislantes naturales** como el corte, la celulosa, o las fibras vegetales, ya que son elaborados con materias primas naturales de origen vegetal que poseen menor huella ambiental y que evitan las emisiones durante la vida útil de los edificios. Su proceso de producción conlleva menos emisiones que el resto de aislantes, y pueden ser reciclados indefinidamente.

**APLICACIONES:** Un correcto porcentaje de materiales reciclados puede ser el 20% con respecto al total utilizados en la fase de construcción del edificio.

Siguiente criterio



# Uso de productos obtenidos de recursos sostenibles

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Pérdida de fertilidad – Pérdida de vida acuática – Emisión de fotoxidantes – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Incentivar el uso de materiales procedentes de recursos sostenibles.

**CONTEXTO:** El impacto ambiental producido por la industria de la Construcción a la luz de la Revolución Industrial constituye la deuda aún pendiente que han de afrontar las sociedades industrializadas con vistas a este nuevo milenio; lo cierto es que la Revolución Industrial supone un gran cambio en las técnicas empleadas en la producción de los materiales de construcción, dado que hasta entonces, los materiales eran naturales, propios de la biosfera, procedentes del entorno inmediato, de fabricación simple y adaptados a las condiciones climáticas del territorio donde se llevaba a cabo la edificación.



Unifamiliar



Equipamiento



El resultado de este cambio se traduce, en primer lugar, en un gran aumento de la distancia entre la obtención de materias primas y la ubicación de su elaboración o construcción; en segundo lugar, en el agotamiento de los recursos naturales próximos; y finalmente, en el aumento de la emisión de contaminantes derivados de la industria de la Construcción.

Asimismo, la gran demanda de materiales de construcción a mediados del siglo XX comporta la necesidad de extraer y procesar gran cantidad de materias primas, elaborar nuevos materiales y el tratamiento de una elevada cantidad de residuos de construcción y demolición, con el coste energético que ello representa.

No obstante, el reto a superar por la industria de la Construcción, en cualquiera de sus tipologías, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos los que más repercuten sobre el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos.

Es necesario señalar que, por lo que atañe a España, los esfuerzos por emplear materiales con menor impacto ambiental para su uso en la edificación con alta eficiencia energética, durabilidad, recuperabilidad y recursos renovables es fundamental para alcanzar unas prácticas sostenibilistas en el sector de la edificación.



## Medida C5 1: Utilización de materiales locales



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Los productos procedentes de recursos sostenibles deben cumplir con alguno de estos dos requisitos:

-Deben ser procedentes de materias primas rápidamente renovables, consideradas como aquellas especies vegetales que tengan un periodo de renovación inferior a 5 años, y las lanas u otras fibras de origen animal que no impliquen la muerte del mismo para su obtención.

-Los procedentes de procesos de extracción sostenibles, que para ello deberán disponer de un certificado reconocido que avale la sostenibilidad del proceso de producción. La correcta evaluación del comportamiento ambiental de los productos debe hacerse teniendo en cuenta todo el ciclo de vida. La Declaraciones Ambientales de Productos de Construcción (DAPc) son un tipo de certificación que aporta información cuantitativa, de manera objetiva, contrastable y desglosada de los distintos impactos ambientales que puede ocasionar un producto desde la extracción o adquisición de las materias primas necesarias para su fabricación, durante la fabricación (la cantidad de energía utilizada), y hasta su disposición final en vertedero o central de reciclaje una vez acabada su vida útil (cantidad de residuos generados, etc).

**APLICACIONES:** Los materiales obtenidos de recursos sostenibles pueden ser incorporados en distintos elementos constructivos, como son la cubierta, fachada, particiones interiores y acabados interiores. Un correcto porcentaje de materiales sostenibles puede ser el 5% con respecto al total utilizados en la fase de construcción del edificio.

Siguiente criterio



C9

p.147



C9

p.147

# Índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio climático – Aumento radiación UV – Pérdida de fertilidad – Pérdida de vida acuática – Emisión de fotooxidantes – Cambios en la biodiversidad – Agotamiento de energía

**OBJETIVO:** Valorar e incentivar la incorporación de medidas sostenibles en la estructura del edificio, de acuerdo con el ICES definido en la EHE 08

**CONTEXTO:** La Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) introduce nuevas medidas encaminadas a ejecutar estructuras sostenibles. El Anejo 13 establece criterios para evaluar la contribución de las estructuras de hormigón a la sostenibilidad definiendo un índice específico para tal fin (ICES), obtenido a partir de otro índice de sensibilidad medioambiental (ISMA), de manera que sea posible estimarlos cuando así lo decida la Propiedad.

# C9

Unifamiliar



Equipamiento



Medida  
C9

## 1: Evaluación del ICES



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** El ICES evalúa el grado de sostenibilidad de la estructura. El proyecto deberá incluir una adecuada selección de la solución estructural y de los materiales, una ejecución cuidadosa conforme al proyecto, un control adecuado de la ejecución y la explotación, así como un uso y mantenimiento apropiados, conforme a los criterios especificados en la EHE.

**APLICACIONES:** Se considera un nivel del ICES adecuado si éste se encuentra entre 0.80 y 1.00.

Medida  
C9

## 2: Aumento de la vida útil de la estructura



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La principal estrategia para garantizar una adecuada sostenibilidad de la estructura es el aumento de su vida útil, que se define como el periodo de tiempo, a partir de la finalización de su ejecución, durante el que debe mantener los requisitos de seguridad y funcionalidad de proyecto y un aspecto estético aceptable. Durante ese periodo requerirá una conservación de acuerdo con un plan de mantenimiento preestablecido.

La propiedad es la que fija un periodo de vida útil de la estructura; para ayudarla en esta tarea la Instrucción EHE-08 recomienda unos valores función del tipo de importancia de la estructura. En el caso de las estructuras de hormigón, la normativa actual vigente en España especifica una vida útil mínima de 50 años para los edificios de viviendas y de oficinas.

A medida que se prolonga la vida útil garantizada para la estructura, se disminuye la necesidad de reponer los materiales constituyentes de la misma, al evitarse la necesidad de construir un nuevo edificio. Esto redundará en una disminución de los impactos iniciales, que son amortizados durante un periodo más largo de tiempo.

**APLICACIONES:** Las principales estrategias para garantizar una adecuada vida útil de la estructura son:

**-Recubrimientos:** En el caso de los espesores de recubrimiento estos se hacen depender no sólo de la resistencia característica del hormigón y del tipo de ambiente, sino también del tipo de cemento utilizado y de la vida útil prevista en proyecto. Si se utilizan medidas especiales de protección de las armaduras frente a la corrosión (recubrimientos epoxi, galvanización, protección catódica, etc.) se admite reducir los espesores de recubrimiento de los ambientes más agresivos (III y IV) a los valores correspondientes a la clase IIb.

**-Medidas especiales de protección:** Otras medidas de protección son las aplicadas directamente sobre el hormigón en forma de mortero de revestimiento, como puede ser en el caso de los forjados unidireccionales. Para estos casos, se prevé poder contar con la contribución del mortero a los efectos de considerar un espesor equivalente de hormigón, siempre que se consiga que sea un revestimiento compacto, impermeable, definitivo y permanente, su espesor no rebase los 20 mm, y cumpla una serie de especificaciones establecidas en el Anejo 9 de la Instrucción.

Siguiente criterio



# Ecoetiquetado del producto

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambios en la biodiversidad – Agotamiento de energía – Generación de residuos

**OBJETIVO:** Incentivar el uso de Ecoetiquetado de producto Tipo I o Tipo III

**CONTEXTO:** Las etiquetas ecológicas o ecoetiquetas son símbolos que se otorgan a aquellos productos cuya producción y reciclado producen un menor impacto sobre el medio ambiente debido a que cumplen una serie de criterios ecológicos definidos previamente por el análisis de su ciclo de vida.

Los orígenes de las ecoetiquetas se pueden encontrar en la creciente conciencia global de proteger el medio ambiente por parte de los gobiernos, las empresas y el público en general. Inicialmente y sobre todo en los países desarrollados, algunas empresas reconocieron que esa conciencia global podía generar una ventaja competitiva para ciertos productos. Entonces se incluían etiquetas con expresiones tales como “reciclable”, “baja energía” y “contenido reciclado”.

Estas etiquetas atraían a los consumidores que las veían como una forma de reducir los impactos ambientales a través de sus hábitos de consumo. Sin embargo, se inducía a la confusión, ya que al no existir unas guías estándar y de investigación a cargo de terceras partes, los consumidores no podían asegurar la veracidad de las afirmaciones realizadas en los productos. A fin de solventar este problema comunicativo entre la sociedad y el mercado en materia de consumo respetuoso con el medio ambiente, se definieron oficialmente tres tipos de mecanismos diferentes.

# C10

Unifamiliar



Equipamiento



Medida  
**C10**

## 1: Identificación de ecoetiquetas en los materiales



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La medida se basa en el análisis de las ecoetiquetas de los productos y la incentivación del uso de los mismos, siempre que cumplan con unos requisitos determinados. Hay 2 tipos de etiquetas ecológicas:

-Las etiquetas tipo I (también conocidas como ecoetiquetas) son sistemas voluntarios de calificación ambiental que identifican y certifican de forma oficial que ciertos productos o servicios tienen una menor afección sobre el Medio Ambiente. La normativa ISO aplicable para este tipo de etiquetas es la ISO 14024. Básicamente, una ecoetiqueta es una etiqueta que identifica las preferencias globales de un producto dentro de una categoría de producto basada en consideraciones de ciclo de vida. De esta manera se reconocen las principales características medioambientales del producto de manera más sencilla que la

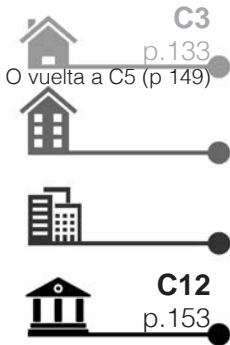
cuantificación medioambiental de datos. Las ecoetiquetas son otorgadas por una tercera parte imparcial, que ejerce como entidad certificadora. Los productos ecoetiquetados satisfacen importantes criterios medioambientales. Quedan excluidos explícitamente los alimentos, bebidas y productos farmacéuticos, así como las sustancias o preparados peligrosos o que están fabricados mediante procedimientos perjudiciales para las personas o el medio ambiente.

-La etiqueta tipo III se define como un inventario de “datos medioambientales cuantificados de un producto con unas categorías de parámetros prefijadas, basados en la serie de normas ISO 14040, referentes a análisis de ciclo de vida. Ello no excluye información medioambiental adicional suministrada dentro de un programa de declaración medioambiental de tipo III”.

**APLICACIONES:** El objetivo es el uso de un número alto de productos que cuenten con ecoetiquetas, dando preferencia a las de Tipo III o DAP que a las de Tipo I



Siguiente criterio



# Planificación de una estrategia de demolición selectiva

**IMPACTO AMBIENTAL:** Generación de residuos

# C11

**OBJETIVO:** Incentivar los diseños que contemplen y prevean un plan de demolición selectiva al final del ciclo de vida del edificio, que permita reutilizar el máximo de materiales posible, así como facilitar el reciclado del resto.

**CONTEXTO:** Los materiales utilizados en la edificación suponen un alto peso en los impactos ocasionados al medio ambiente por el edificio a lo largo de su ciclo de vida. Estos impactos se generan en todas las transformaciones sufridas, desde su extracción como materia prima hasta su salida de fábrica como material preparado para usarse en obra.

En el sector de la construcción, la reutilización consiste en el aprovechamiento de materiales o elementos de construcción que se encuentran al final del ciclo de vida de un edificio, para ser utilizados en una nueva construcción (o en la rehabilitación de otro edificio). La reutilización se diferencia del reciclaje en que, al contrario que éste, el material reutilizado no sufre ninguna transformación antes de ser nuevamente puesto en obra, únicamente el traslado. De este modo, la reutilización de materiales es una prioridad en la construcción sostenible. Los materiales utilizados en la edificación llevan incorporada una “carga ambiental”, que procede de todas las transformaciones que han sufrido hasta su recepción en la obra.

Para reducir los impactos a estos materiales, no sólo es necesario el promover la reutilización de materiales en el diseño y la construcción del edificio, sino, también, el diseñar y construir el edificio pensando en su fase de deconstrucción de modo que los materiales empleados puedan ser reutilizados en futuros edificios. Además de reducir los impactos por materiales nuevos empleados en la construcción, con esta medida se reduce considerablemente la producción de residuos de la construcción que, aunque pueden ser reciclados en su gran mayoría, para ello se necesita aporte de energía y nuevos materiales en su transformación, lo que genera nuevos impactos al medio ambiente.

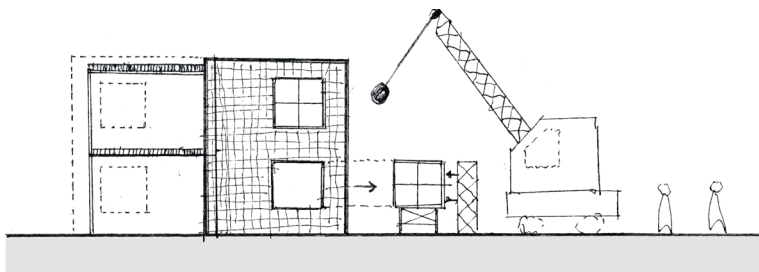


Residencial

Oficinas

Equipamiento

Demolición selectiva



## Medida C111: Plan de demolición selectiva



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** El plan de demolición selectiva deberá cumplir los siguientes aspectos:

-Se realizará un listado de todos los materiales empleados en el edificio con el esquema empleado en las mediciones. En este listado se indicará si el material se puede reutilizar al final del ciclo de vida del edificio o bien se deberá reciclar. En caso de que exista algún material que no permita su reutilización o reciclado, se indicará.

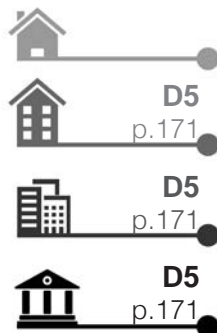
-Justificar para los materiales susceptibles de ser reutilizados cómo deberán recuperarse dichos materiales en el momento de demolición o desmantelamiento del edificio. En qué estado deben llegar al final del ciclo de vida para permitir su reutilización y a qué usos podrán destinarse dichos materiales.

-En el caso de los materiales reciclables, se indicará cómo deben separarse durante el proceso de demolición o desmantelamiento. Igualmente se indicará si deben tener algún tratamiento específico durante este proceso. Se hará especial mención a todas las secciones que deberán contemplarse durante la demolición o desmantelamiento.

-En caso de materiales que no permitan su reutilización o reciclado, se deberá justificar debidamente por qué ha sido necesario emplear dichos materiales en el edificio y la imposibilidad de sustituirlos por otros que sí permitan su reutilización o reciclado. Si se trata de residuos peligrosos, se deberá indicar claramente qué tratamiento deberán seguir durante el proceso de demolición o desmantelamiento para evitar posibles impactos negativos.

**APLICACIONES:** El plan deberá asegurar la reutilización de al menos, el 10% de los materiales en coste, obtenido del precio de contrata del material descontando la mano de obra. Además se deberá asegurar el reciclado del resto de los materiales, excepto aquellos que se haya demostrado su necesidad de incorporación al edificio y su incapacidad de ser reutilizados o reciclados.

Siguiente criterio



# Gestión de los residuos de la construcción

**IMPACTO AMBIENTAL:** Generación de residuos

# C12

**OBJETIVO:** Reducir los residuos generados durante la obra del edificio, con el uso de elementos prefabricados e industriales, o empleando procesos de obra controlados que minimicen la producción de residuos. Se consideran en este criterio únicamente los residuos generados durante la fase de construcción, no se entra a analizar la previsión de los residuos que se generarán durante la demolición o desmantelamiento del edificio.

**CONTEXTO:** Los materiales utilizados en la edificación suponen un alto peso en los impactos ocasionados al medio ambiente por el edificio a lo largo de su ciclo de vida. Estos impactos se generan en todas las transformaciones sufridas, desde su extracción como materia prima hasta su salida de fábrica como material preparado para usarse en obra.

Residencial



Oficinas



Equipamiento



En el sector de la construcción, la reutilización consiste en el aprovechamiento de materiales o elementos de construcción que se encuentran al final del ciclo de vida de un edificio, para ser utilizados en una nueva construcción (o en la rehabilitación de otro edificio). La reutilización se diferencia del reciclaje en que, al contrario que éste, el material reutilizado no sufre ninguna transformación antes de ser nuevamente puesto en obra, únicamente el traslado. De este modo, la reutilización de materiales es una prioridad en la construcción sostenible.

Los materiales utilizados en la edificación llevan incorporada una “carga ambiental”, que procede de todas las transformaciones que han sufrido hasta su recepción en la obra. Para reducir los impactos a estos materiales, no sólo es necesario el promover la reutilización de materiales en el diseño y la construcción del edificio, sino, también, el diseñar y construir el edificio pensando en su fase de deconstrucción de modo que los materiales empleados puedan ser reutilizados en futuros edificios. Además de reducir los impactos por materiales nuevos empleados en la construcción, con esta medida se reduce considerablemente la producción de residuos de la construcción que, aunque pueden ser reciclados en su gran mayoría, para ello se necesita aporte de energía y nuevos materiales en su transformación, lo que genera nuevos impactos al medio ambiente.



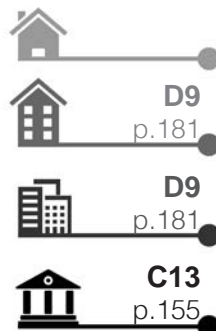


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** El objetivo de la medida es la elaboración de un plan de gestión de residuos de la construcción, que contemple el correcto reciclado de los residuos en obra, tanto embalajes como materiales sobrantes, u otros residuos que puedan generarse. Este estudio deberá cumplir con determinados requisitos que aseguren la reutilización de materiales, y facilite el adecuado traslado a plantas de reciclaje especializadas del resto.

**APLICACIONES:** Un correcto plan de gestión de residuos en obra deberá garantizar el reciclado de al menos el 75% del total de los residuos generados.

Siguiente criterio



# Uso de adiciones al cemento

C13

**IMPACTO AMBIENTAL:** Emisión de fotoxidantes – Generación de residuos – Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Incentivar el uso de hormigones con alto contenido en adiciones que reduzcan la energía incorporada al proceso de fabricación.

**CONTEXTO:** Los cementos y materiales que emplean cemento en su composición admiten ciertos materiales suplementarios tales como las cenizas volantes, las escorias y el humo de sílice. Éstos permiten a la industria del cemento utilizar centenares de millones de toneladas de subproductos que, de otra forma, serían residuos con sus consiguientes cargas para el medio ambiente.

Por otro lado, su utilización reduce el consumo de cemento portland por unidad de volumen de hormigón. El cemento portland tiene un elevado consumo de energía y emisiones asociadas a su producción. Este consumo energético se ve disminuido al reducir la cantidad de cemento necesaria en la producción de hormigón u otro material.



Equipamiento

## Medida C13 1: Utilización de materiales locales



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** El objetivo es obtener un alto porcentaje en adiciones sobre el total de los materiales empleados en el proyecto. Sólo están admitidas como adiciones al hormigón, las cenizas volantes (procedentes de la combustión de carbón en las centrales térmicas) y la microsílíce ( subproducto de la fabricación del ferrosilicio).En el caso de cenizas volantes, la máxima cantidad es de 35% del peso de cemento en hormigón armado y del 20% en el caso de hormigón pretensado. Para la microsílíce, el máximo porcentaje a utilizar es del 10% (tanto en armado como en pretensado). Sin embargo, en hormigón armado es posible utilizar conjuntamente un 10% de la microsílíce y un 20% de cenizas volantes.

Siguiente criterio



C14  
p.157

**APLICACIONES:** Con todo ello, el porcentaje adecuado de adiciones en el hormigón deberá estar comprendido entre el 20% y el 40%



Adiciones al cemento



# Prevención de la contaminación en actividades de construcción

**IMPACTO AMBIENTAL:** Emisión de fotooxidantes – Generación de residuos – Riesgos para inversores

# C14

**OBJETIVO:** Reducir la contaminación procedente de las actividades de construcción mediante medidas que controlen la erosión del terreno, la generación de polvo, la contaminación atmosférica y la contaminación acústica.

**CONTEXTO:** La pérdida de la tierra vegetal es la consecuencia más significativa de la erosión. La tierra vegetal es biológicamente activa y contiene materia orgánica y nutrientes para las plantas. La pérdida de este tipo de tierra reduce la capacidad del suelo para mantener la vida vegetal, regular el flujo de agua y mantener la biodiversidad de microbios e insectos que controlan las enfermedades y las plagas. La pérdida de nutrientes, la compactación del suelo y la disminución de la biodiversidad pueden reducir gravemente la vitalidad de la vegetación, lo que puede ocasionar otros problemas ambientales, como una mayor necesidad de riego y de pesticidas, incremento en el uso de fertilizantes, etc.

La erosión del terreno también puede afectar a la calidad del agua. La escorrentía procedente de zonas desarrolladas arrastra contaminantes, sedimentos y exceso de nutrientes que son arrastrados hasta los cauces de recogida natural de las aguas. El nitrógeno y el fósforo procedentes de estas escorrentías aceleran la eutrofización de las aguas, provocando el crecimiento de plantas no deseadas en los sistemas acuáticos, incluyendo algas que alteran la calidad del agua y las condiciones del hábitat, lo que puede llegar a reducir la población de animales y vegetación autóctonos.

Además, los sedimentos en las corrientes de agua aumentan su turbidez, dificultando la penetración de la luz solar. Esto implica que se reduce la fotosíntesis de la vegetación acuática, lo que supone una disminución en los niveles de oxígeno y, por tanto, la reducción de la vida acuática.

El polvo producido por las actividades de construcción también tiene impacto en la salud humana y en el medioambiente. Las partículas de polvo entran en las vías respiratorias y en los pulmones con facilidad y se han relacionado con numerosos problemas como el asma, la disminución de la capacidad pulmonar y otros problemas respiratorios. Por otra parte, las partículas de polvo pueden recorrer largas distancias y llegar a depositarse en masas de agua, donde aumentan la acidez de lagos y arroyos y modificando el balance de nutrientes. La maquinaria empleada durante la obra puede ser una fuente de emisión de ruidos muy molesta, por lo que resulta ser otro de los aspectos importantes a cuidar durante el proceso de ejecución del edificio.



Equipamiento



## Medida **C14.1:** Control de la erosión



**DESCRIPCIÓN:** Dentro del plan de prevención de la contaminación, se deberá incluir un apartado para el control de la erosión, que deberá describir las medidas a implantar para lograr los siguientes objetivos:

-Prevenir la pérdida de suelo durante la construcción debido a la escorrentía y a la erosión producida por el viento. La tierra vegetal se puede retirar y almacenar para su posterior reutilización.

-Prevenir la sedimentación en canales de recepción de agua y corrientes.

-Prevenir la contaminación de aire con polvo y partículas en suspensión.

## Medida **C14.2:** Medidas para evitar la generación de polvo



**DESCRIPCIÓN:** En los trabajos realizados en entorno urbano se deberán tomar medidas dirigidas a minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera, como son:

-La emisión de polvo debida a las excavaciones y a la carga y descarga de escombros y materiales se puede reducir mediante el riego frecuente con camión cuba.

-Realizar riegos periódicos en los viales no pavimentados, zonas de trabajo y áreas de acopio. Entre los meses de junio y octubre la frecuencia deberá ser como mínimo de dos riegos semanales.

-Limpieza periódica de las vías afectadas por el barro inducido por la maquinaria de obra. Se deberá disponer de un sistema de lavado de ruedas de manera que los camiones y máquinas no ensucien las vías cercanas al salir de la obra.

-Los acopios de materiales se deberán realizar en zonas resguardadas por los vientos.



### 3: Reducción de la contaminación atmosférica



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Los trabajos en entorno urbano se llevarán a cabo minimizando las emisiones de humos a la atmosfera, mediante el uso de maquinaria con emisiones reducidas de contaminantes, garantizando que las emisiones de gases y partículas de la maquinaria de obra se encontrarán dentro de los límites legalmente establecidos, para lo que se realizarán las inspecciones reglamentarias y se controlará el adecuado mantenimiento de los sistemas incorporados a las máquinas para limitar las emisiones.

Además, se procurará realizar un uso racional de la maquinaria, manteniendo los motores apagados en tanto en cuanto no se esté realizando ninguna tarea.

### 4: Reducción de la contaminación acústica



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** En función de la zona donde se localice la obra, no se podrán superar los siguientes niveles de ruido, regulados por la Directiva 2000/14/CE sobre emisiones de ruido en el medio ambiente por equipos destinados a uso exterior. Las medidas previstas para paliar la contaminación acústica en el entorno de la zona de obras se basan en los siguientes principios fundamentales:

**-Control de los niveles acústicos de la maquinaria y medios auxiliares.** Se deberá utilizar maquinaria homologada, cuyos niveles de ruidos no sobrepasarán los 100-125 débase prohibirá el uso de sirenas, cláxones u otros medios sonoros de señalización, excepto en aquellas labores en que su uso sea necesario para la prevención de accidentes (tales como señales de aviso).

**-Optimización de la gestión de la maquinaria y medios auxiliares.** Una correcta planificación de los trabajos puede resultar una medida preventiva muy adecuada para paliar la contaminación acústica. Evitar la simultaneidad de actividades ruidosas y la concentración de equipos en un mismo punto es resultado de una apropiada gestión de los medios

Siguiente criterio







## Calidad del ambiente interior



Las personas pasamos un buen porcentaje de nuestro tiempo en el interior de los edificios, por lo que la calidad del ambiente interior de los mismos es fundamental para el bienestar y la productividad. Se engloba en esta categoría un grupo de criterios que tratan de asegurar el confort higrotérmico, el confort visual, el confort acústico y la calidad del aire del ambiente interior.

Las fuentes de contaminación en un edificio que condicionan su calidad del aire interior están constituidas principalmente por los ocupantes y sus actividades. Además, los materiales de construcción y acabados, mobiliario, decoraciones y productos químicos de limpieza, emiten al aire sustancias contaminantes. Durante la fase de proyecto es aconsejable seleccionar materiales que no pongan en riesgo la salud de los ocupantes durante la fase de uso. Los estudios indican que el 96% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) en los espacios interiores son emitidos por los materiales de acabado y de los muebles. Especial atención respecto al contenido en COV merecen las pinturas y barnices, los adhesivos y sellantes y los compuestos de madera y fibras vegetales.

Una vez reducidas las posibilidades de emisión de los materiales de acabado interior, es deseable la eliminación de los contaminantes emitidos por los mismos, previo a la ocupación del edificio. Para ello es necesario realizar un proceso de purga, durante unos diez días, y el cumplimiento con unos caudales mínimos de ventilación, que elimine los contaminantes existentes en el aire.

Finalmente, es fundamental contar con un sistema de ventilación, natural o mecánica, que sea capaz de eliminar tanto los contaminantes emitidos por los materiales, como los bioefluentes debidos al metabolismo humano. Todo esto sin que ello vaya en detrimento del confort térmico para el usuario, ni que se incremente de manera injustificada el consumo energético.

La iluminación es esencial para el confort visual en el interior de los edificios, y las leyes al respecto son cada vez más restrictivas. La iluminación natural constituye una alternativa válida para la iluminación de interiores y su aporte es valioso no solo en relación a la cantidad sino también a la calidad de la iluminación. En relación a la iluminación artificial, el ojo humano está adaptado a la iluminación natural y a sus cambios a lo largo del día y del año, y, además, no emplea combustibles fósiles y, por tanto, ahorra energía.

Por ello, en primer lugar, el diseño debe procurar optimizar la orientación de las plantas de los edificios para permitir, dentro de las posibilidades de los terrenos, el acceso de luz natural a la mayoría de los locales. A partir de ahí, los huecos de fachada diseñados para el aprovechamiento de la luz natural han de cumplir tres grandes funciones: proteger frente al sol directo, proteger del deslumbramiento y redireccionar la luz natural.

La configuración del edificio y las soluciones constructivas adoptadas son clave para alcanzar el confort acústico en su interior. El edificio debe protegerse frente al ruido aéreo, al ruido de impactos, y al ruido exterior, a la vez que se hace un tratamiento adecuado para evitar la transmisión del ruido y vibración de las instalaciones.



# Concentración de CO<sub>2</sub> en el aire interior

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

# D1

**OBJETIVO:** Promover e incentivar una buena calidad del aire en los espacios de ocupación primaria mediante una renovación adecuada del aire

**CONTEXTO:** Las fuentes de contaminación en un edificio están constituidas principalmente por los ocupantes y sus actividades. Además, los materiales de construcción y acabados, mobiliario, decoraciones y productos químicos de limpieza, emiten al aire sustancias contaminantes que pueden constituir un riesgo para la salud de los ocupantes.

El CO<sub>2</sub> es un buen detector de bioefluentes humanos, por eso se usa el valor de concentración de CO<sub>2</sub> como valor de referencia para la calidad del aire en aquellos lugares donde, por las actividades desarrolladas, no se emitan gases tóxicos y la principal causa de contaminación sea el metabolismo humano. Recientes estudios demuestran que elevados niveles de CO<sub>2</sub> en el aire interior pueden provocar dolor de cabeza, y una sensación general de cansancio.

La cantidad de CO<sub>2</sub> producida por un individuo depende de la dieta y de la actividad. Para un individuo sedentario que come una dieta normal, la generación de CO<sub>2</sub> es de 0,019 m<sup>3</sup>/h (0,0053 l/sg). Los valores de ventilación más comunes en edificios de oficinas son tres veces el mínimo mencionado, esto es 25 m<sup>3</sup>/h por persona (El valor establecido por el RITE es de 45 m<sup>3</sup>/h).



Oficinas



Medida  
D1

## 1: Ventilación e instalación de detectores de CO<sub>2</sub>



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** El método principal para la disminución de la carga de contaminantes en los locales interiores es la dilución con aire exterior. Con la ventilación se introduce aire fresco con baja concentración de contaminantes, y se extrae aire viciado, con el fin de capturar, eliminar o diluir las sustancias contaminantes emitidas.

Sin embargo el aumento del caudal de ventilación puede suponer un consumo energético prohibitivo, causado por el aumento de la cantidad de aire exterior que se tiene que acondicionar antes de introducirlo en los ambientes interiores. La colocación de sondas

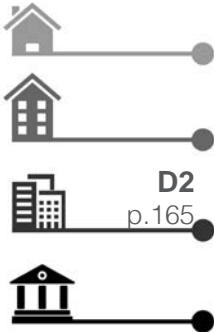
y detectores de CO<sub>2</sub>, que regulan el caudal del aire según las necesidades, permiten asegurar óptimas condiciones de calidad del aire sin derroches de energía. Además, estas sondas pueden ir asociadas con elementos de recuperación de calor, por lo que se garantizaría una adecuada ventilación con pérdidas energéticas minimizadas.

**APLICACIONES:** Los contaminantes tienden a concentrarse en la zona de emisión, que puede ser puntual o difundida. En caso del CO<sub>2</sub> se considera difundida en el espacio de ocupación y a una altura media que va de los 0,80 m a los 1,80 m del suelo, por esa razón se aconseja la colocación de los sensores de medición a una altura comprendida en esta franja.



Detector de CO<sub>2</sub>

Siguiente criterio



# Limitación de la velocidad del aire en la ventilación mecánica

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort



**OBJETIVO:** Incentivar la limitación de la velocidad del aire en los sistemas de ventilación mecánica de los espacios de ocupación primaria, sin comprometer el nivel de calidad del aire y del confort.

**CONTEXTO:** El propósito de un sistema de calefacción, refrigeración y ventilación de un espacio es conseguir condiciones de confort para los ocupantes. La percepción del ambiente térmico depende de muchos factores: los ambientales, del entorno exterior e interior y de la percepción de los ocupantes, incluidos factores socio-culturales. Los principales elementos que influyen en la sensación de confort son la temperatura (radiante y superficial), la humedad, la velocidad del aire y parámetros personales (vestimenta y actividad desarrollada). Por lo tanto, la velocidad del aire en un espacio puede provocar sensación de molestia, o mejorar el confort en condiciones de verano.



Oficinas



Equipamiento

## Medida D2 1: Limitación de la velocidad del aire

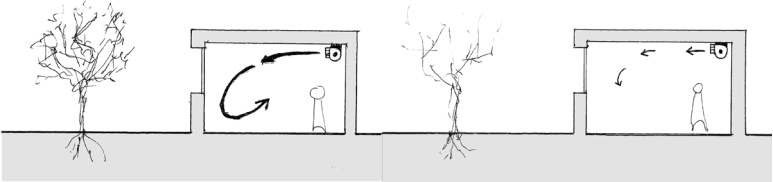
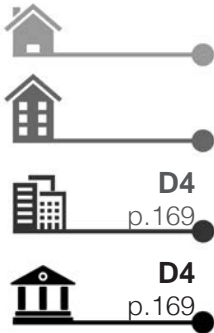


Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Los equipos de ventilación mecánica deberán controlar la velocidad del aire para evitar sensaciones de molestias. Las condiciones de velocidad máxima y recomendada se encuentran en el RITE, que se evalúa a partir de lo que se denomina “Zona ocupada”, definido como el volumen destinado dentro de un espacio para la ocupación humana.

**APLICACIONES:** Aunque se pueden producir molestias en la ventilación mecánica, sobre todo en la calefacción, en condiciones de verano se produce el caso contrario. Incrementar la velocidad del aire por encima de los niveles permitidos puede mejorar los niveles de confort. Por ejemplo, la normativa ISO contempla aumentar esta velocidad por encima de 0,8 m/s para una actividad sedentaria, pero limitándola al control individual del usuario.

Siguiente criterio





# Deslumbramiento en las zonas de ocupación no residencial

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort



**OBJETIVO:** Reducir el deslumbramiento debido a la luz natural, así como al sistema de iluminación instalado en las áreas principales de ocupación. El deslumbramiento tiene especial importancia en aquellos lugares donde la estancia es prolongada o donde la tarea es de mayor precisión.

**CONTEXTO:** Se define como deslumbramiento al contraste entre la iluminación de las superficies y la de la escena o contexto visual. El deslumbramiento puede ser muy perjudicial para la salud, ya que afecta a la visión, la percepción del contraste y la velocidad de la visión; además de provocar cansancio visual, fatiga y falta de confort.

Los fenómenos de deslumbramiento se producen generalmente cuando las luminarias se han posicionado demasiado bajas, mal orientadas o se produce una gran reflexión de las superficies de trabajo. Para condiciones normales de visión, los ángulos críticos, donde es más probable que se produzca deslumbramiento, abarcan la  $\gamma$  de 45º a 85º desde la vertical de la luminaria (menos si las dimensiones del local son tales como para que la luminaria más lejana sea visible solo a un ángulo más pequeño).

Para la medición del deslumbramiento provocado por la iluminación artificial se usa el U.G.R. (Unified Glare Rating) un índice unificado internacional, desarrollado por la CIE (Commission International de l'Eclairage) como un valor en función de las luminarias, su disposición, las características del ambiente y la posición del observador, comprendido entre 10 y 30 contado de 3 en 3 unidades. Cuanto más bajo menor es el deslumbramiento. Este parámetro es el utilizado para la medida de las exigencias para la limitación del deslumbramiento en las oficinas en la normativa española.



Oficinas



Equipamiento

## Medida D3

### 1: Reducción del efecto del deslumbramiento



Construcción

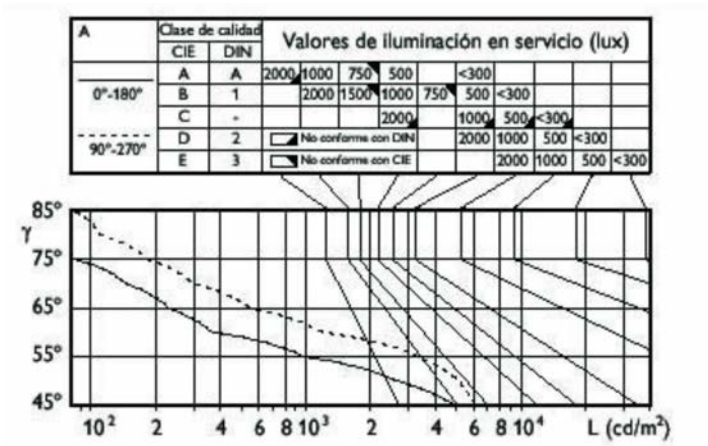


Instalaciones

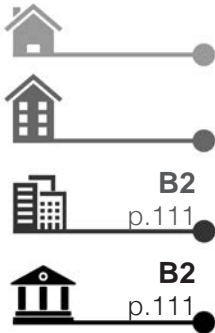
**DESCRIPCIÓN:** Se puede catalogar el deslumbramiento producido por fuentes de iluminación artificiales o naturales. En las oficinas iluminadas mediante luminarias empotradas o adosadas al techo de forma regular, es posible limitar el deslumbramiento utilizando el Sistema de Curva de Luminancia. Este método facilita límites de luminancia media de las luminarias para diferente "Clase de Calidad" en limitación del deslumbramiento y en el margen de ángulo crítico de 45º a 85º.

Aparte del deslumbramiento causado por la iluminación artificial, es importante considerar el deslumbramiento provocado por la luz natural. Las ventanas aportan un tipo de luz variable a lo largo del día y de buena calidad. Todo eso permite un confort visual para el trabajador, siempre y cuando no exista deslumbramiento por el sol.

**APLICACIONES:** En oficinas, el valor mínimo de UGR recomendado por la norma del Sistema de Curvas para puesto de trabajo es de 19, por lo tanto será necesario controlar el deslumbramiento para ajustarlo al dato. Mientras que para evitar el deslumbramiento producido por fuentes de iluminación natural hay que disponer de sistemas de protección como persianas, rejillas, mamparas o cristales tintados de baja emisividad.



Siguiente criterio



# Nivel de iluminación y calidad de luz en los puestos de trabajo

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

# D4

**OBJETIVO:** Promover e incentivar que los sistemas de alumbrado suministren iluminación adecuada y de calidad en los lugares de trabajo.

**CONTEXTO:** La iluminación juega un papel fundamental en el desarrollo de las actividades sociales, comerciales y de producción. La tecnología moderna permite que los sistemas se adapten a las exigencias específicas de cada lugar y con mayor eficiencia. En los lugares de trabajo, donde los usuarios permanecen muchas horas, es importante que el nivel de iluminación sea adecuado al tipo de actividad que se desarrolla.

Cuando sea posible, debe primarse el uso de la luz natural frente a la artificial, ya que es más tolerable por el ojo y permite una mejor distinción de los colores. La UNE-EN 12464-1 define los parámetros recomendados para los distintos tipos de áreas, usos y tareas desarrolladas en ellas. El cumplimiento de esta norma permite diseñar espacios con alto de confort visual.



Oficinas



Equipamiento

## Medida D4 1: Ajuste de los niveles de iluminación a los valores recomendados



Instalaciones

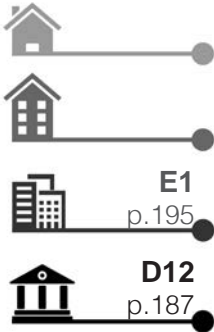
**DESCRIPCIÓN:** Los requisitos de iluminación para distintas salas y actividades aparecen en la norma UNE-EN 12464-1. En ella los valores de iluminancia mantenida, y el Índice de reproducción cromática son valores mínimos establecidos teniendo en cuenta las condiciones psico-fisiológicas, de confort visual y el bienestar, ergonomía visual, experiencias prácticas, seguridad y economía.

**APLICACIONES:** Se deberá incluir un proyecto de luminotecnia a la hora del dimensionado de instalaciones lumínicas y eléctricas. En esta fase de diseño es recomendable establecer un nivel de iluminación inicial superior al valor de iluminancia mantenido recomendado, ya que con el tiempo el nivel de iluminación va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como la suciedad acumulada en luminarias, techos y suelos.

CLASES DE LOCAL Y TAREAS	ILUMINANCIA MEDIA (lux)		
	mínimo	recomendado	óptimo
<b>ZONAS GENERALES DE EDIFICIOS</b>			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes archivos	100	150	200
<b>CENTROS DOCENTES</b>			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
<b>OFICINAS</b>			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de procesos de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
<b>COMERCIOS</b>			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salas de muestras	500	750	1000
<b>INDUSTRIA ( en general)</b>			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
<b>VIVIENDAS</b>			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Valores de iluminancia  
recomendados

Siguiente criterio



# Iluminación natural en los espacios de ocupación primaria

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

# D5

**OBJETIVO:** Promover e incentivar un nivel adecuado de iluminación durante el día en todos los espacios de ocupación primaria.

**CONTEXTO:** La iluminación natural constituye una alternativa válida para la iluminación de interiores y su aporte es valioso no solo en relación a la cantidad sino también a la calidad de la iluminación. En relación a la iluminación artificial, la iluminación natural presenta las siguientes ventajas:

-No emplea combustibles fósiles ya que es proporcionada por una fuente de energía renovable; el Sol en forma directa o a través de la bóveda celeste;

-Ahorra energía; una iluminación natural bien diseñada puede cumplir con los requisitos de iluminación de un local interior donde se realicen tareas visuales de complejidad media entre 60-90% de las horas de luz natural, lo que tiene un potencial de ahorro de energía eléctrica de hasta un 90% en edificios de uso predominantemente diurnos, como por ejemplo escuelas, oficinas, industrias, etc.;

-Puede proporcionar niveles de iluminación más elevados en las horas diurnas, que los obtenidos por un sistema de luz artificial. Con un buen diseño de la iluminación natural, se pueden obtener 1000 lux de iluminancia homogénea interior;

-La luz solar directa del sol, introduce menos calor por lumen que la mayoría de las fuentes de iluminación artificial eléctrica. Además puede contribuir favorablemente en las necesidades de calefacción en invierno si los huecos se diseñan de forma que la ganancias solares excedan a las pérdidas de calor;

-El ojo humano está adaptado a la luz natural y a sus cambios, tanto a lo largo del día como del año.

Sin embargo, el efecto de la luz natural en el rendimiento de las tareas depende de cómo se distribuye la misma. En este sentido, los sistemas de iluminación natural han de cumplir tres grandes funciones: protección frente al sol directo, proteger del deslumbramiento y redireccionar la luz natural.



## 1: Diseño del proyecto garantizando la iluminación natural



Diseño

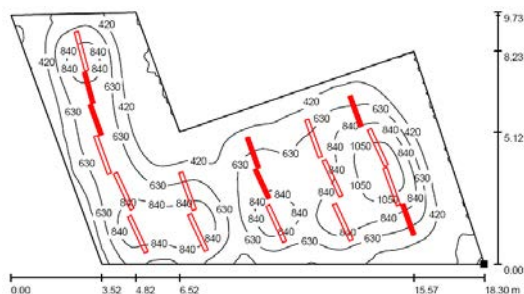
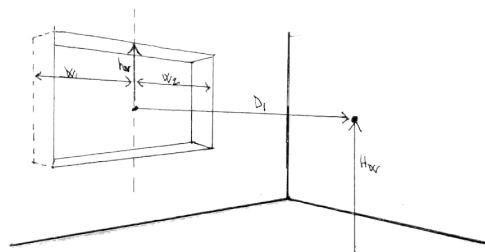


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** El objetivo es alcanzar un nivel mínimo de iluminancia o factor de luz natural, y un cierto grado en la uniformidad en la distribución de ésta, que evite grandes contrastes y deslumbramientos. Esto se evalúa mediante programas informáticos como ecotec o DiaLux, ambos capacitados para cualquier emplazamiento, orientación o morfología

**APLICACIONES:** La cuantificación de la cantidad de luz natural se realiza a través del factor de luz natural, esto es, el porcentaje de espacios con una iluminación natural garantizada, y se cuantifica por la iluminancia en el plano de trabajo de referencia, que es un plano ficticio, horizontal, vertical o con una determinada inclinación (dependiendo del uso del local, por ejemplo, auditorios), formando una matriz de puntos equidistantes y posicionada a una altura correspondiente a la actividad desarrollada (0,8 m en oficinas)

Se establece como valores de DF (factor de luz natural) aceptables de un 1% en viviendas, y del 2% en oficinas y equipamientos. En resumen, se podrán alcanzar estos valores si no existen obstrucciones exteriores, la profundidad (P) de la habitación es menor o igual a 2,5 veces  $H_w$ , la relación entre la superficie de ventana por encima del plano de trabajo ( $A_w$ ) y superficie útil de la estancia ( $A_f$ ) es mayor del 20% y la longitud de la ventana ( $L_w$ ) es, al menos, 0,6 la longitud de la estancia (L)



Esquema iluminancia

## 2: Techos y paredes blancos o muy claros



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** En los espacios interiores la distribución de luz que entra depende de la reflexión de las superficies. El factor de reflexión de las paredes es más sensible con la luz del día que con la iluminación artificial, debiendo pintarse las paredes con colores claros a fin de obtener un gran factor de reflexión. Así, se aprovecha más la luz natural, reduciendo el gasto en electricidad y mejorando las condiciones de confort para los ocupantes.

**APLICACIONES:** Si se usan materiales de color blanco o muy claro se obtienen valores medios de reflexión de 0,7 para el techo, 0,5 para las paredes y 0,3 para el suelo, contra un 0,3; 0,1 y 0,1 respectivamente para superficies de colores oscuros.

### Medida D5 3: Estante de luz



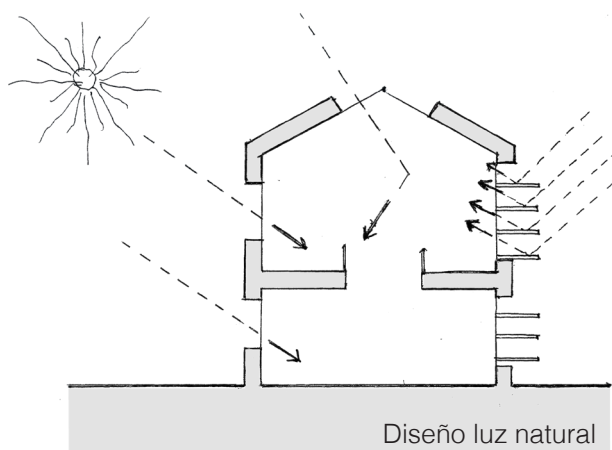
Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Es un sistema de aprovechamiento de la luz natural por las fachadas laterales. Está generalmente colocado horizontalmente por encima del nivel de los ojos, en un elemento vertical de entrada de luz, dividiéndolo en una sección superior y otra inferior. Protege las zonas interiores próximas a las aberturas contra la radiación solar directa y dirige la luz que incide sobre la superficie superior al techo interior. Proporciona así sombra en verano y hace la distribución luminosa interior más uniforme.

**APLICACIONES:** Permite aprovechar de la luz natural en las fachadas laterales, mejorando y uniformando la distribución de la luz en el espacio interior. Es muy útil en las fachadas norte porque reduce la luz solar directa y en consecuencia el deslumbramiento. Puede aplicarse a todo tipo de edificios, pero, sobre todo, se aprovechan mejor en los espacios amplios donde la distancia entre el punto de luz y la pared opuesta es grande.



Siguiente criterio





**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort – Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Promover e incentivar el aislamiento acústico de la envolvente entre el exterior y los recintos protegidos.

**CONTEXTO:** El ruido, además de los efectos psicosomáticos clásicos, es en gran parte responsable de enfermedades cardiovasculares y del sistema digestivo, además de representar un coste social elevado aunque de difícil cualificación. Estudios recientes demuestran que una de las principales cualidades que el público valorea a la hora de adquirir una vivienda es su nivel de confort acústico.

Los usuarios de un edificio están afectados por diferentes tipos de ruidos, que se pueden clasificar entre aéreos (generados en el interior o exterior del edificio), de impacto o los provocados por las instalaciones. El CTE tiene actualmente incorporado un documento sobre protección al ruido, con unas medidas a priori suficiente para el adecuado confort acústico de los edificios.



## Medida D6 1: Aumento del aislamiento acústico exigido



Diseño

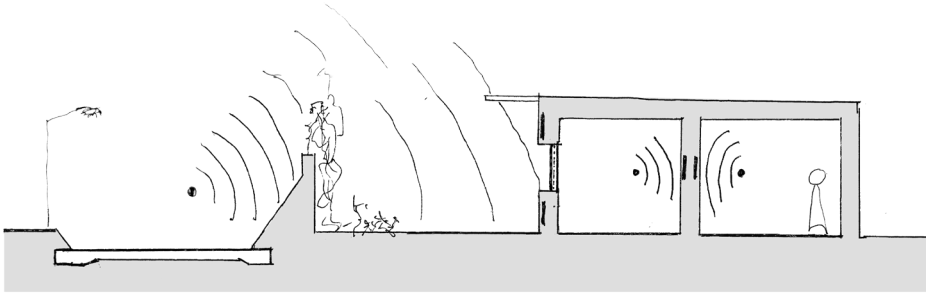


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La medida más eficaz a la hora de proteger del ruido exterior es proyectar con cerramientos masivos, ya que la masa de los materiales es un factor clave a la hora de garantizar un adecuado confort acústico. El DB-HR del CTE incluye una definición de los distintos tipos de espacio y sus necesidades de protección, por ejemplo, las zonas no habitables no requieren protección acústica, o diversas estancias en el interior del edificio pueden llegar a necesitar protección acústica la una de la otra.





**APLICACIONES:** La medida es efectiva siempre y cuando se aumenten en 6 dB el valor mínimo exigido de aislamiento acústico entre el interior de un recinto protegido y el exterior, de acuerdo a la práctica de calidad muy alta del sistema de calificación acústica.

Este dato es alcanzable, como ya se ha indicado, mediante la masividad de los cerramientos aunque también es posible actuar sobre el paisaje, creando barreras de sonido con elementos físicos o vegetales. Se comercializan además un gran número de pantallas acústicas, aunque su integración en el proyecto es más complicada.



Diversos métodos para lograr el confort acústico frente al ruido exterior

Siguiente criterio

- 
**D7**  
 p.177
- O vuelta a F1 (p.175)
- 
**D7**  
 p.177
- 
**D7**  
 p.177
- 
**B6**  
 p.123

# Protección frente al ruido interior



**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort – Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Promover e incentivar el aislamiento acústico frente a un ruido aéreo y de impacto entre los recintos protegidos y recintos pertenecientes a otras unidades de uso

**CONTEXTO:** El ruido, además de los efectos psicosomáticos clásicos, es en gran parte responsable de enfermedades cardiovasculares y del sistema digestivo, además de representar un coste social elevado aunque de difícil cualificación. Estudios recientes demuestran que una de las principales cualidades que el público valorea a la hora de adquirir una vivienda es su nivel de confort acústico.

Los usuarios de un edificio están afectados por diferentes tipos de ruidos, que se pueden clasificar entre aéreos (generados en el interior o exterior del edificio), de impacto o los provocados por las instalaciones. El CTE tiene actualmente incorporado un documento sobre protección al ruido, con unas medidas a priori suficiente para el adecuado confort acústico de los edificios.

El ruido se transmite tanto a través del aire como a través de los sólidos. La transmisión entre los sólidos genera lo que se llama efecto “transmisiones laterales” o sea la transmisión indirecta del ruido entre un espacio y el contiguo a través de los elementos constructivos unidos al cerramiento de separación sin ser ellos mismos elemento de separación entre los locales considerados. Los elementos estructurales perturbados por ondas acústicas o vibraciones pueden transformarse en vehículo transportador de ruido a otras estancias. Es muy importante el aislamiento entre las estructuras y los focos de ruido, como por ejemplo las instalaciones, bajantes y tuberías.



## Medida D7

### 1: Aislamiento acústico entre distintas unidades de uso



Diseño

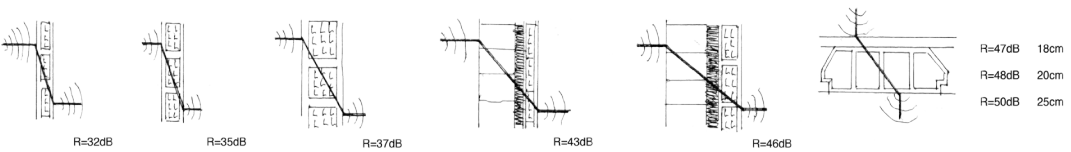


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** El CTE – DB HR define las diferentes unidades de uso en cuanto al aislamiento acústico en un edificio como dos recintos cuya protección acústica debe ser individualizada, garantizándose un aislamiento efectivo entre ellas. El ejemplo más común son las viviendas en un edificio residencial, pero pueden darse casos de aislamientos acústicos entre interiores en equipamientos, usos docentes u oficinas. El CTE indica unos métodos constructivos para alcanzar este aislamiento. A parte de la masividad





de la tabiquería, adquiere especial relevancia las uniones entre estructura y elementos verticales, con bandas elastoméricas que ayuden a reducir el ruido de impacto, limitación de suelos y techos técnicos que actúen como puentes acústicos, protección acústica por los conductos de ventilación, uso de materiales absorbentes en pavimentos para evitar ruido de impacto, absorbentes acústicos entre tabiquerías para el ruido aéreo, etcétera. Todo ello con el objetivo de reducir el valor de aislamiento impuesto por la normativa.

**APLICACIONES:** La medida es efectiva siempre y cuando se obtenga una reducción del ruido equivalente a 60 dB en cuanto al ruido aéreo, y de 50 db del ruido de impacto entre recintos protegidos pertenecientes a diferentes unidades de uso.



Aislamiento de distintas configuraciones de cerramiento y tabiquería

Siguiente criterio

-  **B5**  
p.121
-  **D8**  
p.179
-  **D8**  
p.179
-  **D8**  
p.179

O vuelta a D1 (p 163)

# Protección frente al ruido generado en los recintos de instalaciones

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort – Riesgos para inversores

# D8

**OBJETIVO:** Promover e incentivar el aislamiento acústico frente a un ruido aéreo y de impacto entre los recintos de instalaciones y los recintos protegidos.

**CONTEXTO:** El ruido, además de los efectos psicosomáticos clásicos, es en gran parte responsable de enfermedades cardiovasculares y del sistema digestivo, además de representar un coste social elevado aunque de difícil cualificación. Estudios recientes demuestran que una de las principales cualidades que el público valorea a la hora de adquirir una vivienda es su nivel de confort acústico.

Los usuarios de un edificio están afectados por diferentes tipos de ruidos, que se pueden clasificar entre aéreos (generados en el interior o exterior del edificio), de impacto o los provocados por las instalaciones. El CTE tiene actualmente incorporado un documento sobre protección al ruido, con unas medidas a priori suficiente para el adecuado confort acústico de los edificios.

El ruido se transmite tanto a través del aire como a través de los sólidos. La transmisión entre los sólidos genera lo que se llama efecto “transmisiones laterales” o sea la transmisión indirecta del ruido entre un espacio y el contiguo a través de los elementos constructivos unidos al cerramiento de separación sin ser ellos mismos elemento de separación entre los locales considerados. Los elementos estructurales perturbados por ondas acústicas o vibraciones pueden transformarse en vehículo transportador de ruido a otras estancias. Es muy importante el aislamiento entre las estructuras y los focos de ruido, como por ejemplo las instalaciones, bajantes y tuberías.



Residencial



Oficinas



Equipamiento



Medida  
D8

## 1: Aislamiento acústico en cuartos de instalaciones



Diseño



Construcción

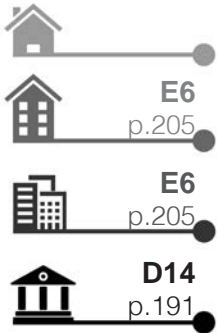
**DESCRIPCIÓN:** Los espacios y cuartos de instalaciones, según el CTE DB-HR se consideran recintos de especial protección, por lo que las exigencias de aislamiento acústico aumentan. Además del aislamiento convencional a partir de tabiquería masiva y con aislante, se podrá alcanzar la mejor práctica por otros medios diferentes al aislamiento a ruido aéreo y de impacto que recoge el CTE, como pueden ser técnicas de reducción de ruido (en capsulados, amortiguamientos, materiales absorbentes, etc) así como el empleo de equipos más silenciosos.

**APLICACIONES:** La medida es efectiva siempre y cuando se obtenga una reducción del ruido equivalente a 65 dB en cuanto al ruido aéreo, y de 45 db del ruido de impacto entre el recinto protegido de instalaciones y otros recintos del edificio que requieran una protección acústica.



Aislamiento de un cuarto

Siguiente criterio



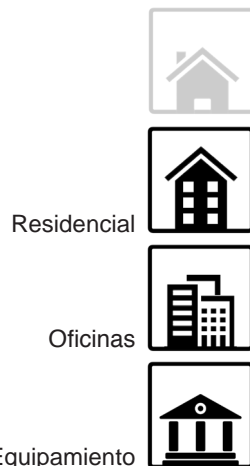
# Toxicidad en los materiales de acabado interior

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

# D9

**OBJETIVO:** Promover e incentivar el uso de materiales de acabado que no pongan el riesgo la salud de los ocupantes y la eliminación previa la ocupación de los contaminantes emitidos por los materiales de terminación interior para reducir los problemas de calidad del aire interior del edificio resultantes del proceso de construcción.

**CONTEXTO:** Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno. Tienen un origen tanto natural (COV biogénicos) como antropogénico (debido a la evaporación de disolventes orgánicos, a la quema de combustibles, al transporte, etc.). Participan activamente en numerosas reacciones, en la troposfera y en la estratosfera, contribuyendo a la formación del smog fotoquímico y al efecto invernadero. Además, son precursores del ozono troposférico.



Los estudios indican que el 96% de las partículas orgánicas volátiles (COV) en los espacios interiores son emitidas por los materiales de acabado y de los muebles. La selección de materiales con bajas emisiones de contaminantes, la buena ventilación de los espacios interiores y un adecuado proceso de purga del edificio antes de la ocupación reducen sensiblemente los riesgos para la salud de los ocupantes. La definición dada en la Directiva Europea 2004/42/CE sobre emisiones de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) de pintura y barnices, indica que un COV es un compuesto orgánico cuyo punto de ebullición, a presión normal de 101.3 kPa es menor o igual a 250oC.

Los COV pueden tener origen en diversas fuentes como la quema de combustibles, numerosos procesos industriales y productos de utilización doméstica como detergentes, productos de cosmética, aerosoles, pinturas y barnices, colas y resina, etc. Estos compuestos son muchas veces liberados a la atmósfera accidentalmente y son responsables de impactos ambientales significativos. De acuerdo con la Directiva 2004/42, las pinturas y barnices utilizados en la construcción generan emisiones significativas de COV que contribuyen a la formación a nivel local y regional de oxidantes fotoquímicos (smog). El contenido en la atmósfera de COV liberado por las actividades humanas que procede de pinturas y barnices es inferior al 3% de acuerdo con el estudio realizado por McMillan y publicado por el British Coating Federation Ltd, por lo que la cantidad de COV liberado por los materiales de acabado utilizados en los edificios representan un impacto más significativo sobre la calidad del ambiente interior de los edificios y la salud de sus ocupantes



# Realización de un proceso de purga

# D10

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

**OBJETIVO:** Promover y premiar la eliminación previa a la ocupación de los contaminantes emitidos por los materiales de terminación interior para reducir los problemas de calidad del aire interior del edificio resultantes del proceso de construcción.

**CONTEXTO:** Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno. Tienen un origen tanto natural (COV biogénicos) como antropogénico (debido a la evaporación de disolventes orgánicos, a la quema de combustibles, al transporte, etc.). Participan activamente en numerosas reacciones, en la troposfera y en la estratosfera, contribuyendo a la formación del smog fotoquímico y al efecto invernadero. Además, son precursores del ozono troposférico.

Los estudios indican que el 96% de las partículas orgánicas volátiles (COV) en los espacios interiores son emitidas por los materiales de acabado y de los muebles. La selección de materiales con bajas emisiones de contaminantes, la buena ventilación de los espacios interiores y un adecuado proceso de purga del edificio antes de la ocupación reducen sensiblemente los riesgos para la salud de los ocupantes.



Residencial



Oficinas



Equipamiento

## Medida D10 1:

### Requisitos del proceso de purga



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** El proceso de purga es posible realizarlo previo a la ocupación, o de forma simultánea a ella. En todo caso, se realizará siguiendo unos requisitos mínimos, siendo estos más exigentes dependiendo del grado de ocupación en la vida útil del edificio

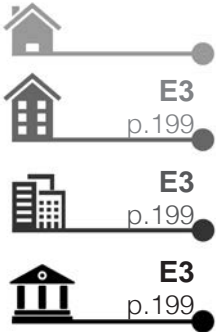
**APLICACIONES:** Las condiciones del proceso de purga son las siguientes:

-De forma previa a la ocupación (residencial y equipamiento): Ventilando con 4200 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de superficie, (equivalente a 280 horas con un caudal resultante 5 renovaciones/h para un edificio con 3 metros de altura entre forjados), manteniendo en el interior unas condiciones de temperatura de 15oC y de 60% de humedad. Este proceso suele durar unos 10 días aproximadamente.

-De forma simultánea a la ocupación (residencial y equipamiento): Ventilando con aire exterior 1000 m<sup>3</sup> por m<sup>3</sup> de superficie previo a la ocupación y, una vez ocupado, debe ser ventilado como mínimo a un caudal de 5.5 m<sup>3</sup> /h/ m<sup>2</sup> o el exigido por RITE, aquel que sea superior. Durante cada día del periodo de purga, la ventilación debe iniciarse tres horas antes de la ocupación y continuar con la ventilación durante la ocupación hasta alcanzar los 4.200 m<sup>3</sup> por m<sup>3</sup> de superficie.

-En edificios de oficinas: Ventilando con aire exterior 1000 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de superficie previo a la ocupación y una vez ocupado, debe ser ventilado como mínimo a un caudal de 5.5 m<sup>3</sup> /h m<sup>2</sup> o el exigido por RITE, aquel que sea superior. Durante cada día del periodo de purga, la ventilación debe iniciarse tres horas antes de la ocupación y continuar con la ventilación durante la ocupación hasta alcanzar los 4.200 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de superficie.

Siguiente criterio



# Eficacia de la ventilación en espacios de ventilación natural

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort



**OBJETIVO:** Promover e incentivar la eficiencia de la ventilación natural en edificios de viviendas. Los edificios de viviendas, deben disponer, por normativa de un sistema de ventilación híbrido o mecánico, el objetivo de este criterio es garantizar una correcta ventilación sin necesidad de activar los medios mecánicos y, además, poder incrementar el caudal de ventilación fijado en la normativa siempre que el usuario lo desee.

**CONTEXTO:** La ventilación natural es la generada de forma espontánea mediante corrientes de aire producidas por el viento al abrir los huecos existentes en el cerramiento de los edificios. Para que la ventilación natural sea lo más eficaz posible las aperturas de huecos deberían localizarse en fachadas opuestas transversales a la dirección del viento dominante.



De acuerdo con el CTE-HS, sección 3 “Calidad del aire interior”, por razones de higiene y confort de los ocupantes, se exige un caudal de ventilación mínimo para los locales (tabla 2.1 del CTE-HS, sección 3 “Calidad del aire interior”) teniendo en cuenta las características y tipo de local. El método de cálculo establecido en HS se basa en la presunción de que el edificio o cada tipo de local dispone de las características constructivas o dispositivos apropiados para garantizar, por medio de la ventilación natural, mecánica o híbrida una tasa mínima de aire exterior.

Según las condiciones del sistema de ventilación, las viviendas deben disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrida o mecánica. Cuando se concibe una estrategia de ventilación natural, ésta puede ser tan eficaz como un sistema de ventilación mecánica, con todas las ventajas asociadas, como el confort, el consumo energético, etc. No obstante, es preciso establecer la eficiencia de los sistemas de ventilación natural para garantizar en los sistemas híbridos la mínima utilización del sistema mecánico.

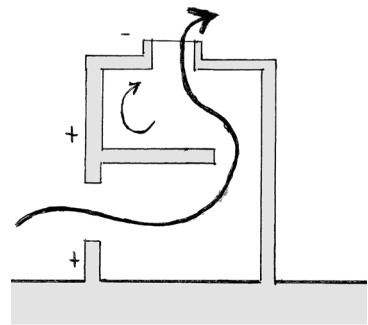
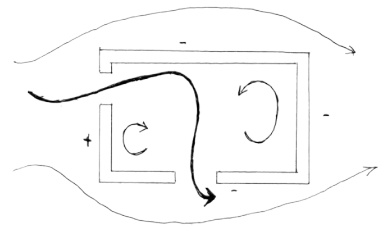
## Medida D11 1: La ventilación natural cruzada



**DESCRIPCIÓN:** Se considera que una vivienda o estancia disfruta de ventilación cruzada siempre que disponga de ventanas en fachadas con distintas orientaciones, de modo que tengan distintas presiones de viento. Este es el método más acertado para garantizar una correcta renovación de aire, enfriamientos de calor latente, etc. Aunque en algunos casos puntuales será imposible garantizarla, por lo que se puede evaluar la ventilación unilateral, producida cuando se disponen huecos al exterior en la misma fachada. Este último caso no garantiza una correcta renovación del aire, por lo que es de imperativo tender hacia la ventilación cruzada.





**APLICACIONES:** Los requisitos a cumplir en el caso de evaluar la correcta ventilación cruzada son:

- La distancia recorrida por la corriente de aire entre dos aberturas de fachadas opuestas es como máximo 5 veces la altura libre entre plantas. La distancia debe medirse desde el centro de cada ventana y considerar el recorrido efectivo del aire de modo que pase por el centro de las puertas que debe atravesar. La distancia será la mínima posible.
- El área de las superficies que pueden ser abiertas debe ser como mínimo el 5% de la superficie útil del local. Este requisito se calculará para cada habitación por separado, es decir, la superficie de huecos al exterior de una estancia debe ser, al menos, el 5% de la superficie útil de dicha estancia.



Eficacia de la ventilación natural

Siguiente criterio

-  **A13**  
p.93
-  **A7**  
p.81
-  **A7**  
p.81
-  **A7**  
p.81

# Confort higrotérmico en espacios de ventilación mecánica

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

# D12

**OBJETIVO:** El objetivo de este criterio es garantizar un medioambiente termo-higrotérmico confortable que fomente la productividad y garantice el bienestar a los ocupantes.

**CONTEXTO:** Mantener un nivel aceptable de confort higrotérmico de los ocupantes debe considerarse una necesidad para cualquier edificio o espacio con una ocupación regular. Se ha demostrado que las personas que están confortables son más productivas y generalmente, más felices. Cuando el diseño de la envolvente y los equipos de HVAC no buscan el conseguir rangos de confort adecuados, las pérdidas económicas se multiplican, tanto por la elección de sistemas de mayor capacidad que la necesaria, como por los altos consumos durante el uso del edificio.



Equipamiento

Los criterios de confort exigidos por la Normativa Española se recogen en el CTE-HE2 Rendimiento de las instalaciones térmicas, que remite al RITE. Este reglamento especifica, en el apartado IT1.1.4.1 sobre “exigencias de calidad térmica del ambiente” y el apartado IT1.1.4.2 de “exigencia de calidad del aire interior”, las condiciones de confort higrotérmico que debe contemplar el espacio interior de un edificio. Existen seis factores primarios que deben considerarse cuando se definen las condiciones de confort higrotérmico: factor metabólico, aislamiento de la vestimenta, temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire y humedad.

## Medida D12 1: Ajuste de condiciones higrotérmicas interiores



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** Para ajustar unos rangos de temperatura y humedad satisfactorios y sensatos para espacios con ventilación mecánica, primero se fijan unas condiciones de actividad metabólica y arropamiento, que dependerá tanto del uso del espacio como de la época del año.

**APLICACIONES:** Se ajustarán las condiciones higrotérmicas de la siguiente manera:

-**Temperatura:** Para una actividad metabólica de 1.2 met, con un grado de vestimenta de 0.5 CLO en verano y 1 CLO en invierno, y un P.P.D. (porcentaje estimado de insatisfechos) entre el 10 y el 20% PPD, los valores estarán comprendidos entre:

-Condiciones de Verano: 23-25°C

-Condiciones de Invierno: 21-23°C

**-Humedad relativa:** Para una actividad metabólica de 1.2 met, con un grado de vestimenta de 0.5 CLO en verano y 1 CLO en invierno, y un P.P.D. (porcentaje estimado de insatisfechos) entre el 10 y el 20% PPD, los valores estarán comprendidos entre:

-Condiciones de Verano: 45-60%

-Condiciones de Invierno: 40-50%

**-Velocidad del aire:** Para las condiciones de actividad metabólica y el grado de vestimenta indicados en el apartado anterior, se calculan las velocidades según el sistema de difusión definido en el proyecto, resultando los valores para un caso concreto de un edificio de oficinas de:

-Para difusión por mezcla:  $V=0.17$  m/s

-Para difusión por desplazamiento:  $V=0.17$  m/s

Siguiente criterio



# Monitorización de la calidad del aire

# D13

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

**OBJETIVO:** Proporcionar sistemas de seguimiento y control del sistema de ventilación para aumentar el confort y bienestar de los ocupantes.

**CONTEXTO:** Las fuentes de contaminación en un edificio están constituidas principalmente por los ocupantes y sus actividades. Además, los materiales de construcción y acabados, mobiliario, decoraciones y productos químicos de limpieza, emiten al aire sustancias contaminantes que pueden constituir un riesgo para la salud de los ocupantes. El CO<sub>2</sub> es un buen detector de bioefluentes humanos, por eso se usa el valor de concentración de CO<sub>2</sub> como valor de referencia para la calidad del aire en aquellos lugares donde, por las actividades desarrolladas, no se emitan gases tóxicos y la principal causa de contaminación sea el metabolismo humano.

Equipamiento



Recientes estudios demuestran que elevados niveles de CO<sub>2</sub> en el aire interior pueden provocar dolor de cabeza, problemas a la vista y una sensación general de cansancio. El método principal para la disminución de la carga de contaminantes en los locales interiores es la dilución con aire exterior. Con la ventilación se introduce aire fresco con baja concentración de contaminantes, y se extrae aire viciado, con el fin de capturar, eliminar o diluir las sustancias contaminantes emitidas.

Sin embargo el aumento del caudal de ventilación puede suponer un consumo energético prohibitivo, causado por el aumento de la cantidad de aire exterior que se tiene que acondicionar antes de introducirlo en los ambientes interiores. La colocación de sondas y detectores de CO<sub>2</sub>, que regulan el caudal del aire según las necesidades, permite asegurar óptimas condiciones de calidad del aire sin derroches de energía. Los contaminantes tienden a concentrarse en la zona de emisión, que puede ser puntual o difundida. En caso del CO<sub>2</sub> se considera difundida en el espacio de ocupación y a una altura media que va de los 0,80 m a los 1,80 m del suelo, por esa razón se aconseja la colocación de los sensores de medición a una altura comprendida en esta franja.

Medida  
D13

## 1: Instalación de medidores de CO<sub>2</sub>



Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** La medida se basa en la instalación de un sistema de control de la contaminación en los espacios de alta ocupación y con ventilación mecánica.

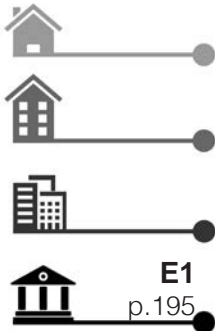
**APLICACIONES:** El sistema de control estará compuesto por sensores instalados en las zonas de ocupación, correctamente posicionados a una altura entre 90 y 180 cm y debe estar conectado al sistema de control de la ventilación o con un sistema de alarma sonora y visual que avise si se ha superado el valor de concentración establecido.

Otra opción consiste en la instalación de medidores de concentración de CO2 en el retorno de los conductos de aire como el que muestra la figura.

Medidores de CO<sub>2</sub>



Siguiente criterio



# Confort acústico

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

**OBJETIVO:** Promover y incentivar el confort acústico en el interior de los edificios, en función de los usos a los que se vaya a dedicar el edificio.

**CONTEXTO:** El entorno acústico en el interior de los edificios es fundamental para el buen desarrollo de las tareas que en ellos se realizan. El grado de confort acústico que se alcance, no sólo va a depender del ruido que sea susceptible de entrar al recinto, tanto proveniente del exterior como de espacios adyacentes, sino que además dependerá en gran medida del control del sonido que se ejerza en el propio espacio. Es necesario contar con unas buenas condiciones acústicas de sonoridad que aumenten el confort acústico interno del local. Un parámetro muy importante en este sentido es el tiempo de reverberación, que dependerá a su vez de los coeficientes de absorción acústica de los materiales de acabado.

# D14



Equipamiento

Medida  
D14

## 1: Ajuste de los tiempos de reverberación



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** A parte de valorar el aislamiento acústico, también adquiere especial importancia para el acondicionamiento de espacios interiores la llamada “acústica postiva” que tiene como objetivo ajustar los tiempos de reverberación al uso de la sala. El tiempo de reverberación es un efecto sonoro que depende de dos factores:

-**La morfología arquitectónica:** Las secciones y plantas de los espacios ayudan a la distribución más correcta de la forma sonora. Por ejemplo, las plantas trapezoidales y la sección cóncava en el techo es la forma más adecuada para reducir el tiempo de reverberación y asegurar un traslado del sonido más correcto del emisor al receptor.

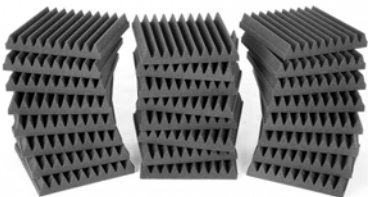
-**La absorción acústica:** Numerosos materiales abosrbentes pueden ser incluídos en los acabados arquitectónicos, para así reducir la reverberación.

**APLICACIONES:** Se exigen los siguientes valores límite de tiempo de reverberación: En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:

- a) El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,7 s.
- b) El tiempo de reverberación en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,5 s.
- c) El tiempo de reverberación en restaurantes y comedores vacíos no será mayor de 0,9 s.

Para limitar el ruido reverberante en las zonas comunes los elementos constructivos, los acabados superficiales y los revestimientos que delimitan una zona común de un edificio de uso residencial o docente colindante con recintos habitables con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que el área de absorción acústica equivalente, A, sea al menos 0,2 m<sup>2</sup> por cada metro cúbico del volumen del recinto.

Los recintos y edificios destinados a espectáculos, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., y las aulas y salas de conferencia cuyo volumen sea mayor a 350 m<sup>2</sup>, están fuera del ámbito de aplicación del HR. Estos recintos deben ser objeto de un estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico.



Aborsrbentes acústicos

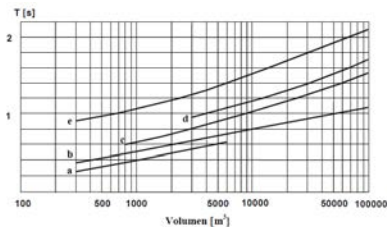
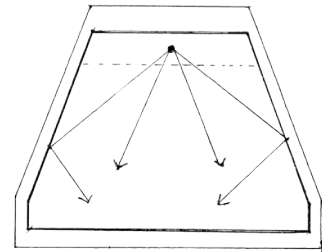
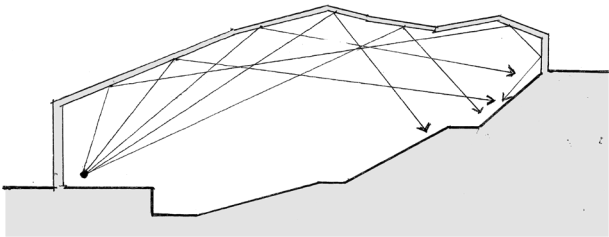


Figura 4.2. Tiempo de reverberación óptimo en función del volumen de una sala (según L. L. Beranek). (a) Estudios de radiodifusión para voz. (b) Salas de conferencias. (c) Estudios de radiodifusión para música. (d) Salas de conciertos. (e) Iglesias.

Tiempos de reverberación



Acondicionamiento acústico por morfología

Siguiente criterio



F4

p.215



Es fundamental asegurar una buena calidad del servicio en el edificio que atienda a las necesidades de los usuarios y que garantice un funcionamiento óptimo del mismo durante su uso

El funcionamiento real de un edificio puede diferir mucho de las condiciones con las que se ha concebido. Tan importante es el diseño del edificio con criterios de sostenibilidad, como asegurar que todas las estrategias implementadas funcionen como se han proyectado. Es por esto que es tan importante elaborar un plan de gestión que asegure el buen mantenimiento del edificio, y que las condiciones de eficiencia previstas en el diseño se prolonguen en el tiempo a lo largo de toda la fase de uso del edificio.

Cuando una instalación térmica precisa de proyecto, la normativa obliga a incluir en éste un “Manual de Uso y Mantenimiento” en el que se especifiquen las instrucciones de uso y mantenimiento de acuerdo con las características específicas de la instalación, que contendrá las instrucciones de seguridad, manejo y maniobra, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética de la instalación proyectada.

Por otro lado, los edificios deben ser diseñados pensando en rentabilizar al máximo el espacio de que se dispone. La racionalidad en la distribución de los espacios internos es muy importante porque implica un ahorro de material de construcción, ya que no se edifican volúmenes sobredimensionados para aquellos usos que no generan beneficios.



# Capacidad de control local de los sistemas de climatización

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort



**OBJETIVO:** Promover e incentivar la buena zonificación de los sistemas de calefacción y refrigeración, y que los ocupantes tengan el control fácil y accesible en cada uno de los espacios relevantes del edificio.

**CONTEXTO:** Una buena zonificación térmica del edificio, de forma que permita contemplar los efectos del soleamiento, cargas internas, etc., y el control de la temperatura en las distintas áreas del edificio para ajustarse a la demanda de los usuarios afectados, permite aumentar la calidad ambiental de los espacios de trabajo y la satisfacción térmica de los usuarios.

La zonificación debe contemplar, al menos, la discriminación entre una banda perimetral del edificio de 7 metros de ancho y la zona central



Oficinas



Equipamiento

## Medida E1 1: Zonificación térmica del edificio



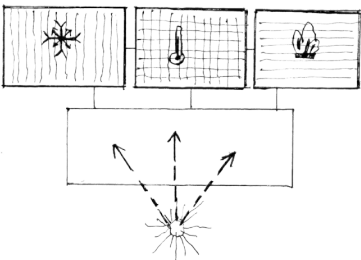
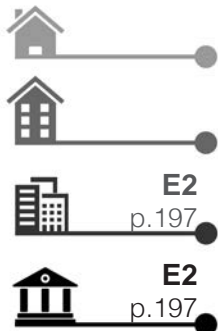
Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** La zonificación térmica del edificio incluye, además de la sectorización del edificio en función de las cargas de climatización previstas (dependiendo del soleamiento, uso, sistemas pasivos, etc..) un sistema de control termostático. El sistema de control debe poder modificar la temperatura y caudal de salida de aire, para adaptarse a las condiciones de orientación, ganancia solar o exposición al sol, en cada zona diferenciada.

**APLICACIONES:** Aunque la sensación de confort sea subjetiva, existen unos rangos de temperatura en los que, para la mayoría de las personas, se encuentra el confort:

- En invierno dicho rango se encuentra entre los 19 y 21°C
- En verano el rango es de 22 a 26°. Además, una diferencia con la temperatura exterior de más de 12° no es saludable.

Siguiente criterio

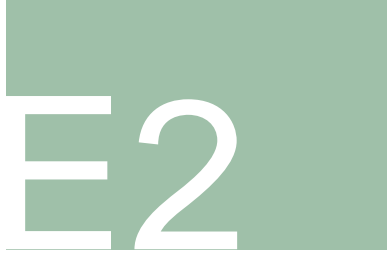


Cada espacio tiene diferentes necesidades de climatización



# Capacidad de control local de los sistemas de iluminación

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort



**OBJETIVO:** Promover e incentivar la buena zonificación de la iluminación y que los ocupantes tengan el control personal y accesible en cada uno de los puestos de trabajo individuales.

**CONTEXTO:** La existencia de zonas de control de iluminación, que permitan disponer de niveles de iluminación diferentes en las distintas áreas del edificio tanto para ajustarse al aprovechamiento de la iluminación natural como para discriminar diferentes necesidades lumínicas de los usuarios, permite aumentar la calidad ambiental de los espacios de trabajo. Igualmente, una buena zonificación y control de la iluminación permiten reducir el consumo de electricidad y reducir las cargas internas.



Oficinas



Equipamiento

Medida  
**E2**

## 1: Zonificación lumínica del edificio

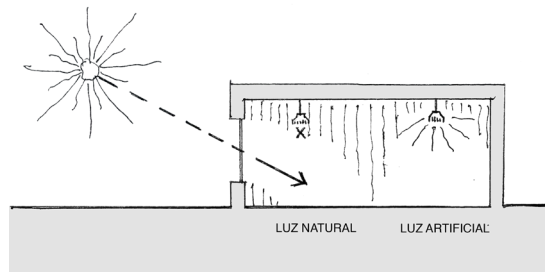
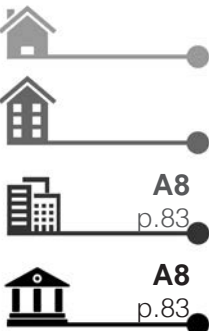


Instalaciones

**DESCRIPCIÓN:** La sección HE 3 del Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE, Eficiencia de las Instalaciones de Iluminación, pide cierto grado de zonificación en función de la luz natural. En su apartado 2.2 exige que cada zona disponga de un sistema de regulación y control. A su vez, se exigen sistemas que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana en una serie de casos, y en todas las situadas bajo un lucernario.

**APLICACIONES:** Aparte de esta zonificación obligatoria es recomendable contar con un control personal de la iluminación en puestos de trabajo individuales, pues permite además adaptar el nivel de iluminación a las necesidades de la tarea y del usuario. Esta estrategia permite a su vez que el nivel de iluminación general del espacio en el que se sitúa el puesto de trabajo sea más bajo y que el nivel de iluminancia adecuado se alcance de forma individual para cada puesto.

Siguiente criterio





# Desarrollo e implementación de un plan de gestión y mantenimiento

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

# E3

**OBJETIVO:** Promover la elaboración de un plan de mantenimiento del edificio detallado, completo e inteligible por los usuarios finales que sea extensible a toda la vida útil del edificio.

**CONTEXTO:** El Código Técnico de la Edificación, establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones para satisfacer los requisitos básicos de salubridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de Noviembre, de Ordenación de la Edificación, LOE. En este sentido se establecen unas exigencias básicas que deben cumplirse en el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.



Residencial



Oficinas



Equipamiento



La vida útil de un edificio de viviendas se establece en 50 años, un período de tiempo en que el buen mantenimiento del edificio es un aspecto fundamental para reducir los costes y los consumos generados por el edificio durante su fase de uso. Es por esto que, en el proyecto del edificio, tan importante como un buen diseño del mismo para que su funcionamiento sea eficiente, lo es el elaborar un plan que asegure el buen mantenimiento del edificio y que las condiciones de eficiencia previstas en el diseño se prolonguen en el tiempo a lo largo de toda la fase de uso del edificio.

## Medida E3

### 1: Explicación de las estrategias de reducción del consumo



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Dentro del apartado de “características del edificio” del libro del edificio, se recoge una descripción detallada de las estrategias adoptadas para lograr una reducción de los consumos y una mejora de la calidad del ambiente interior. Esta descripción debe ser perfectamente entendible de cara a que si se realizan posteriores reformas en el edificio, se puedan tener en cuenta estas estrategias respetándolas o mejorándolas, pero impidiendo que sean anuladas por desconocimiento.

## Medida E3

### 2: División de instrucciones de uso



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Las instrucciones de uso deberán estar divididas en, instrucciones para el usuario e instrucciones para el personal de mantenimiento. En cada uno de los dos casos la información incluida debe ser completa, inteligible y claramente pensada y dirigida para aquel actor al que vaya dirigido. En estos documentos deben quedar claramente descritos los métodos de uso de las medidas de ahorro que se hayan adoptado en el edificio.

## Medida E3 3:

### Encargado del mantenimiento del edificio



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Se prevee una figura que gestione el mantenimiento del edificio, y que tenga plenos conocimientos sobre la gestión de las instalaciones, del propio edificio y de las estrategias y medidas pasivas de ahorro energético.

## Medida E3 4:

### Contrato de suministro de materiales



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** El plan de mantenimiento y gestión deberá contemplar un contrato con todos los proveedores de materiales e instalaciones para asegurar el mantenimiento de los mismos durante toda la fase de uso del edificio. Además, se deberá garantizar el mantenimiento de los materiales y sistemas instalados en el edificio, para ello basta con indicar, por parte del fabricante, la vida útil prevista de su producto y un compromiso que asegure la reparación o sustitución del mismo durante un máximo de 10 años, si la vida útil del producto es inferior a esta, se cubrirá únicamente el periodo de dicha vida útil.

**sofrafá Declaración de Prestaciones**  
Nº 01-01

**1. Nombre y Código de identificación:**  
**GEOMEMBRANA PEAD ALVATECH 5002**  
Lote: "ver etiqueta de producto"

2. Fabricante: **SOFRAFÁ, S.A.**  
Dirección: **Parque Catalunya, 12 04710 Sta. Nª del Aguilón - 01. 43000 (Almeria) ESPAÑA**

3. Uso previsto: **Barreos geométricos utilizados como membranas de impermeabilización frente a fluidos en la construcción de edificios y puentes, canales, tanques y otras superficies, secundarios, vertederos de residuos sólidos, aplicaciones de transferencia o recipientes de confinamiento.**

4. Sistema de evaluación y notificación de la conformidad de las prestaciones: **2.4**

5. Organismo Notificado:  
• AENOR en 0009  
• Evaluación del Control de Producción en Fábrica  
• Sistema 2.4  
• Certificado del Control de Producción en Fábrica: **0009/CFP/AM/0015 del 01-07-2013**

Características técnicas	Prestaciones					Especificaciones técnicas
	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm	3.5 mm	
Resistencia a la tracción (MPa) (23°C)	≥ 10.0 N/mm² (≥ 1.3 kN/cm²)					EN 13741:2005 EN 13742:2004 EN 13481:2005 EN 13482:2006 EN 13493:2006
Resistencia al estiramiento (MPa)	≥ 1.0	≥ 1.5	≥ 2.0	≥ 2.5	≥ 3.0	
Resistencia a la tracción (kN)	≥ 3.0 x 10³ (≥ 3.0 x 10³) / g					
Resistencia al agua (MPa)	≥ 0.2 x 10³ (≥ 0.2 x 10³) / g					
Resistencia a la tracción (MPa)	≥ 0.2 x 10³ (≥ 0.2 x 10³) / g					
Resistencia a la tracción (MPa)	≥ 0.2 x 10³ (≥ 0.2 x 10³) / g					
Resistencia a la tracción (MPa)	≥ 0.2 x 10³ (≥ 0.2 x 10³) / g					
Resistencia a la tracción (MPa)	≥ 0.2 x 10³ (≥ 0.2 x 10³) / g					
Resistencia a la tracción (MPa)	≥ 0.2 x 10³ (≥ 0.2 x 10³) / g					
Resistencia a la tracción (MPa)	≥ 0.2 x 10³ (≥ 0.2 x 10³) / g					

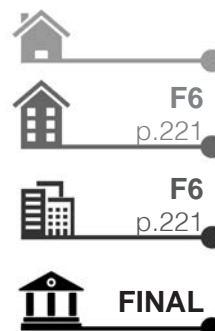
• Las prestaciones del producto identificado en el punto 1 son conformes con las prestaciones declaradas en el punto 5.  
• La presente declaración de prestaciones se emite bajo la única responsabilidad del fabricante indicada en el punto 2.  
• Firmado por y en nombre del fabricante por:

Vicente Ceges  
Director  
01-Ejeto a 1 de Julio de 2013



Ficha de materiales y libro del edificio

Siguiente criterio



# Disponibilidad de un sistema de gestión del edificio

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort – Riesgos para inversores

# E4

**OBJETIVO:** Promover y premiar la reducción del consumo de energía en el edificio mediante la utilización de un sistema de gestión energética. Promover la elaboración de un plan de gestión energético del edificio detallado, completo e inteligible por los usuarios finales que sea extensible a toda la vida útil del edificio. Reconocer y fomentar la instalación de sistemas de medición que faciliten el control del consumo de energía.

**CONTEXTO:** En grandes edificios, el diseño de un sistema de gestión energética permite optimizar en cada momento la demanda y la fuente de energía más adecuada así como la forma óptima de acometer la demanda, reduciendo por tanto la cantidad de energía no renovable consumida por el uso del edificio y priorizando el consumo de la energía renovable.



Equipamiento

## Medida E4

### 1: Implementación de sistemas de gestión energética



Instalaciones



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** En grandes edificios, el diseño de un sistema de gestión energética permite optimizar en cada momento la demanda y la fuente de energía más adecuada así como la forma óptima de acometer la demanda, reduciendo por tanto la cantidad de energía no renovable consumida por el uso del edificio.

**APLICACIONES:** Se deberán instalar sistemas de medición independientes y accesibles para controlar el consumo final de energía de los siguientes sistemas:

- Calefacción
- Agua caliente sanitaria
- Humidificación
- Refrigeración
- Iluminación
- Ventilación
- Otros sistemas consumidores de energía que se consideren apropiados. Dependiendo del tipo de edificio, estos sistemas pueden incluir, por ejemplo, piscinas de hidroterapia,

instalaciones de cocina, frigoríficos, instalaciones de laboratorio, equipo de servicios de esterilización, los sistemas de transporte (ascensores y escaleras mecánicas, por ejemplo) estudios de teatro y salas de cine con equipos de iluminación de gran tamaño, etc.

En la documentación de proyecto se deberá presentar la documentación técnica (memorias y planos) de estos sistemas con la siguiente información:

- Energía que consumen cada uno de los sistemas y sus potencias. Sistemas de medición para cada instalación. Tipo y localización de cada sistema de medición.
- Si es de aplicación, el alcance del BMS (Building Management System) y su capacidad de control de energía.

Equipos de gestión y control energéticos



Siguiente criterio



# Funcionamiento parcial de instalaciones

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort – Riesgos para inversores



**OBJETIVO:** Promover e incentivar la eficiencia energética del edificio a través del uso parcial del mismo de acuerdo a sus necesidades de uso.

**CONTEXTO:** Cuando se parcializan las unidades productoras de frío y/o calor en el sistema de climatización se está fraccionando la potencia de los equipos, adaptando así la producción a la demanda. Esto tendrá sentido siempre y cuando esta fragmentación propicie regímenes de potencia lo más cercanos posible al del máximo rendimiento.



Equipamiento

## Medida E5 1: Capacidad de funcionamiento parcial

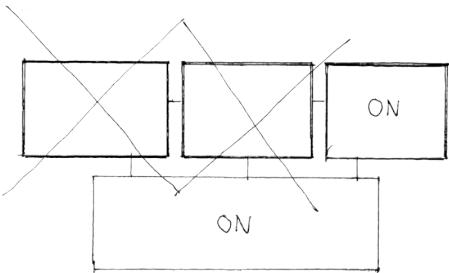


**DESCRIPCIÓN:** La medida se basa en la presencia de un sistema de climatización que permita un funcionamiento parcial según zonas de uso.

**APLICACIONES:** El sistema de climatización (calefacción y refrigeración) debe estar proyectado en zonas compartimentadas para permitir el encendido y apagado diferenciado según las necesidades. Las zonas de compartimentación se realizarán según lo siguiente:

- Agrupar zonas en las que el uso de los espacios condicionará un funcionamiento simultáneo de la climatización.
- Para los edificios docentes, los auditorios, aulas magnas, etc. deberán estar provistos de un sistema de climatización individual para permitir su funcionamiento solo en los días de uso.

Siguiente criterio





**IMPACTO AMBIENTAL:** Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Incentivar un diseño que distribuya el espacio de forma eficiente y funcional, aprovechando la superficie disponible para zonas de ocupación y usos primarios, y reduciendo la superficie empleada en elementos de construcción y/o elementos de distribución o que no respondan al uso del edificio.

**CONTEXTO:** Los edificios deben ser diseñados pensando en rentabilizar al máximo el espacio de que se dispone. Esto facilita la recuperación de la inversión realizada ya que se reducen o evitan los espacios que no generan beneficios. Estos espacios pueden ser cuartos de instalaciones, en este caso la normativa asegura una superficie adecuada y de calidad para que cumplan su función, por lo que ajustarse a estas superficies no implican una reducción de sus prestaciones. Otro caso son los espacios de distribución, en ellos, la normativa también regula sus dimensiones mínimas para que cumplan su función con la eficacia y seguridad necesarias.



Residencial



Oficinas



## Medida E6

### 1: Eficiencia de espacios en edificios residenciales



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Se debe evaluar la ratio de la superficie total construida sobre la rasante, sobre la superficie útil funcional.

**APLICACIONES:** En edificios residenciales, se considera Superficie Útil Funcional (SUF) la superficie útil destinada a viviendas. Esto es, no se considerarán los espacios comunes como portales, escaleras, descansillos, etc. Por supuesto, también están fuera de este cómputo cuartos de uso distinto a viviendas como los de instalaciones, basuras, cuartos de comunidad, gimnasios, etc. Se considerarán, para definir las superficies, los criterios indicados en la normativa urbanística vigente para el edificio objeto. El procedimiento de evaluación para este criterio se establece de la siguiente manera:

- Calcular la superficie construida total sobre rasante (SCTSR)
- Calcular la Superficie Útil Funcional (SUF)
- Calcular la ratio de superficie útil funcional  $RSUF = SCTSR / SUF$

Se considera como práctica habitual en edificios multiresidenciales, un RSUF de 1,40. Como mejor práctica, se plantea un RSUF del 1,20.



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Se debe evaluar la ratio de la superficie total construída sobre la rasante, sobre la superficie útil funcional.

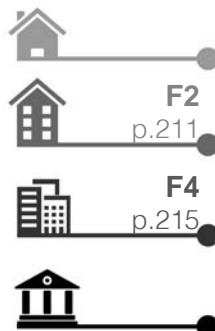
**APLICACIONES:** En edificios de oficinas, se considera Superficie Útil Funcional (SUF) la superficie útil destinada a espacios de trabajo, considerando como tales los despachos, oficinas, salas de reuniones, etc. Pero no las áreas de distribución, aseos, cuartos de instalaciones... Se considerarán, para definir las superficies, los criterios indicados en la normativa urbanística vigente para el edificio objeto.

El procedimiento de evaluación para este criterio se establece de la siguiente manera:

- Calcular la superficie construida total sobre rasante (SCTSR )
- Calcular la Superficie Útil Funcional (SUF)
- Calcular la ratio de superficie útil funcional  $RSUF = SCTSR / SUF$

Se considera como práctica habitual en edificios de oficinas, un RSUF de 1,25. Como mejor práctica, se plantea un RSUF del 1,15.

Siguiente criterio





A parte del aspecto medioambiental, la sostenibilidad también desarrolla, dentro de todos sus estudios y esfuerzos, una consciencia social y económica, convirtiéndose así en una práctica completa y eficiente. Por ejemplo, los esfuerzos dirigidos al aprovechamiento de la luz natural no significan solamente estrategias de ahorro energético, sino que también están orientados a la mejora de la vida de los usuarios, permitiéndoles una conexión con el exterior, mejorando así la calidad de vida.

Cuando se habla de mejorar la calidad de vida, es importante destacar que esta calidad de vida debe ser aplicada a cualquier usuario. En este sentido es fundamental aplicar los criterios del “Diseño para Todos” y el “Diseño Universal”, que se distinguen del diseño tradicional por dirigir sus acciones al desarrollo de productos y entornos de fácil acceso para el mayor número de personas posible, sin la necesidad de adaptarlo o rediseñarlo de una forma especial.

Por otro lado, el derecho al sol y la conexión con el exterior mediante espacios privados son fundamentales. Todo ello sin descuidar, la necesaria privacidad e intimidad en el interior de las viviendas.

En cuanto a los aspectos económicos, la construcción sostenible está diseñada para tener una vida útil larga, ser flexible y adaptable a posibles cambios y ser saludable, por tanto, los costes económicos de todo su ciclo de vida son inferiores a los de la construcción usual. La eficiencia energética y la introducción de medidas para la reducción del consumo de agua, permiten obtener un ahorro en los gastos de operación del edificio. Igualmente la mejora de la calidad interior del edificio conlleva un aumento de la productividad y de la salud de los usuarios, reduciendo las enfermedades y las bajas laborales, lo que significa un claro beneficio económico.



**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

**OBJETIVO:** Promover un diseño sostenible que asegure un soleamiento directo a las áreas habitadas principales de las viviendas durante las horas centrales del día a lo largo de todo el año.

**CONTEXTO:** Los edificios y las viviendas deben ser diseñados teniendo en cuenta el mejorar las condiciones de salubridad y confort. Un aspecto importante, especialmente en las viviendas, es el acceso de luz solar directa en el interior de las estancias. Si la orientación de las viviendas permite el acceso a la radiación solar, es muy sencillo dotar a los huecos de mecanismos que regulen y controlen esta radiación, permitiendo su acceso en invierno y evitándolo en verano, cuando puede suponer un problema de sobrecalentamiento. La radiación no sólo aporta calor al interior de las viviendas sino que, también, permite un ambiente más saludable en invierno controlando la aparición de ácaros. Además es fuente de confort ya que la luz solar directa fomenta un buen estado de ánimo en la gente.



Las ordenanzas de “derecho al sol” se están extendiendo en nuestro país, entre otras cabe destacar la de Torrejón de Ardoz y la Ordenanza Bioclimática de Tres Cantos. En ambas se pretende asegurar un número mínimo de horas en las que el sol entre directamente en determinados espacios de las viviendas. Aunque todavía no hay un valor establecido en el número de horas y en la forma de contabilizarlas, si se reconoce el “derecho al sol” como un factor que incrementa la calidad de las viviendas.

Medida

F1

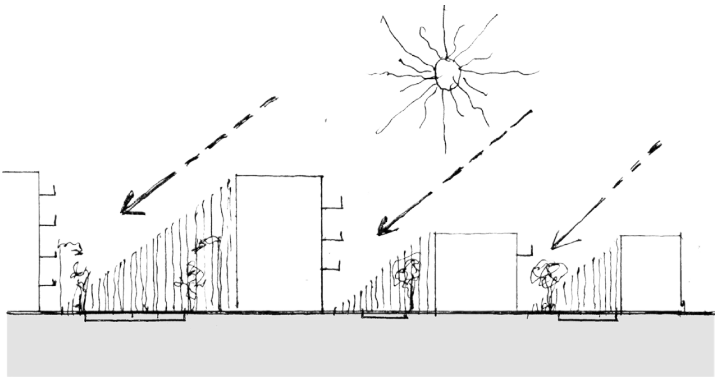
1: Ordenanzas de derecho al sol







**DESCRIPCIÓN:** El objetivo es que a partir de la ordenación urbanística, se establezcan criterios para que los edificios adquieran una morfología que garantice el soleamiento de sus estancias principales (salón y dormitorio principal) de al menos 2 horas entre las 10:00 y las 14:00 del día 22 de diciembre.

**APLICACIONES:** Para evaluar este hecho es necesario es necesario realizar un estudio de soleamiento de la vivienda, incluyendo sus obstrucciones solares. En edificios multirresidencial, se considera una práctica habitual que el 30% de las viviendas cumplan esta condición, aunque la mejor práctica alcanza al total de las viviendas.

Ordenanzas de  
derecho al sol



Siguiente criterio

-  **D11**  
p.185
-  **A2**  
p.69
- 
- 

# Acceso a espacios abiertos privativos desde las viviendas

**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort



**OBJETIVO:** Promover e incentivar la creación de espacios abiertos privados en las viviendas (terrazas, patios, etc) con una calidad suficiente.

**CONTEXTO:** Los edificios y las viviendas deben ser diseñados teniendo en cuenta el mejorar las condiciones de confort. Dentro de este objetivo se considera que, el acceso a espacios abiertos privados desde las viviendas mejora la calidad de vida.

El acceso directo a espacios libres desde las viviendas fomenta una relación del habitante con el ambiente exterior, haciéndole más consciente de la climatología exterior, facilitándole el disponer de plantas de exterior y dotándole de un espacio, incorporado a la vivienda, donde pueda estar en un ambiente abierto. Incluso si este espacio es de dimensiones reducidas, el poder salir a un pequeño balcón a “tomar el aire” supone una mejora en las condiciones de habitabilidad de una vivienda. Es, por tanto, una medida que aumenta la calidad de vida de los habitantes de una vivienda.



Residencial



## Medida F2 1: Terrazas y balcones en las viviendas



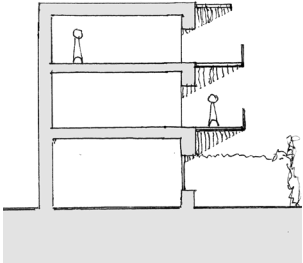
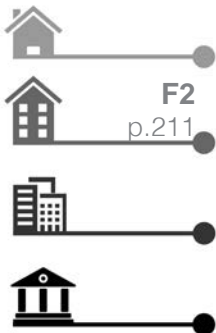
Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** La práctica habitual es que all menos el 25% de las viviendas cumplan el requisito de acceso directo a espacios abiertos privados. Sin embargo, el boom inmobiliario propició que estos espacios se cerrasen para ganar metros cuadrados habitables que poder vender. Los cerramientos de terrazas sin tener en cuenta la orientación no funcionan desde el punto de vista bioclimático y sostenible. Es necesario volver a incorporar estos espacios en los proyectos de arquitectura.

Siguiente criterio



**APLICACIONES:** Los espacios abiertos privados computables, son aquellos que se encuentran totalmente abiertos por, al menos uno de sus lados y con unas dimensiones mínimas de 0,5 x 1 metro. Quedan excluidos espacios como los tendedores, donde, aunque se consideren abiertos, existen unas protecciones que impiden las vistas del exterior.



# Protección del interior de las viviendas de las vistas del exterior

IMPACTO AMBIENTAL: Pérdida de confort



**OBJETIVO:** Promover un diseño que asegure la intimidad en el interior de las viviendas.

**CONTEXTO:** Los edificios y las viviendas deben ser diseñados teniendo en cuenta la mejora de la calidad de vida de los usuarios. Dentro de este objetivo se considera que, asegurar la intimidad de las personas en el interior de sus viviendas, mejora la calidad de vida.

La privacidad e intimidad en el interior de las viviendas es una necesidad de sus habitantes. Cuando las viviendas no son capaces de procurar esta intimidad por exponer sus ventanas a miradas exteriores, los habitantes se protegen mediante barreras que impidan la visión desde el exterior. Estas barreras (por ejemplo cortinas) acaban impidiendo disfrutar de otras ventajas que pudiera ofrecer la vivienda como, luz solar directa, una correcta ventilación natural, etc. Resulta, pues, ventajoso plantearse un diseño de las viviendas que asegure la intimidad de las personas en su interior. Es, por tanto, una medida que aumenta la calidad de vida de los habitantes de una vivienda.



Residencial



## Medida F3 1: Garantizar la privacidad de las viviendas



Diseño

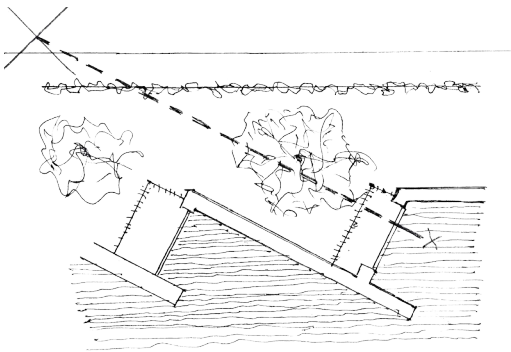
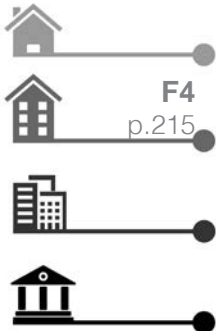


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Además de las protecciones de la privacidad ofrecidas por el mobiliario, desde el diseño se debe garantizar la imposibilidad de vistas directas entre el interior de las viviendas y el exterior, a través por ejemplo de sistemas de protección solar, morfología de la planta del proyecto, arbolado o por estudios de geometría.

**APLICACIONES:** Se puede considerar que una estancia goza de intimidad si el porcentaje de su superficie que sea observable desde el exterior no supere el 10%

Siguiente criterio





**IMPACTO AMBIENTAL:** Pérdida de confort

**OBJETIVO:** Permitir o mejorar el acceso y usos de los servicios y equipamientos para todas las personas.

**CONTEXTO:** La legislación urbanística y de edificación ha venido haciendo hincapié en la eliminación de barreras arquitectónicas. En urbanismo se definen como Barreras arquitectónicas o Barreras a la accesibilidad aquellos obstáculos físicos que impiden a las personas con discapacidad física el libre acceso y uso de los espacios. La ley en vigor, la 51/2003, se basa en los principios de vida independiente, normalización y accesibilidad universal, diseño, para todos, diálogo civil y transversalidad de las políticas en materia de discapacidad.

A estos efectos, se entiende por:

a) **Vida independiente:** la situación en la que la persona con discapacidad ejerce el poder de decisión sobre su propia existencia y participa activamente en la vida de su comunidad, conforme al derecho al libre desarrollo de la personalidad.

b) **Normalización:** el principio en virtud del cual las personas con discapacidad deben poder llevar una vida normal, accediendo a los mismos lugares, ámbitos, bienes y servicios que están a disposición de cualquier otra persona.

c) **Accesibilidad universal:** la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible. Presupone la estrategia de “diseño para todos” y se entiende sin perjuicio de los ajustes razonables que deban adoptarse.

d) **Diseño para todos:** la actividad por la que se concibe o proyecta, desde el origen, y siempre que ello sea posible, entornos, procesos, bienes, productos, servicios, objetos, instrumentos, dispositivos o herramientas, de tal forma que puedan ser utilizados por todas las personas, en la mayor extensión posible.

En la Edificación se distinguen 3 tipos de espacios:

-**Espacio adaptado:** Un espacio, instalación o servicio se considera adaptado si se ajusta a los requerimientos funcionales y dimensiones que garanticen su utilización autónoma y con comodidad por las personas con limitación, movilidad o comunicación reducida.

-**Espacio practicable:** Un espacio, instalación o servicio se considera practicable cuando, sin ajustarse a todos los requerimientos que lo consideren como adaptado, no impide su utilización de forma autónoma a las personas con limitación o movilidad reducida.



Residencial



Oficinas



Equipamiento



-**Espacio convertible:** Un espacio, instalación o servicio se considera convertible cuando, mediante modificaciones de escasa entidad y bajo coste, que no afecten a su configuración esencial, puede transformarse en adaptado o, como mínimo, en practicable.

## Medida F4.1: Acceso libre a todo el edificio



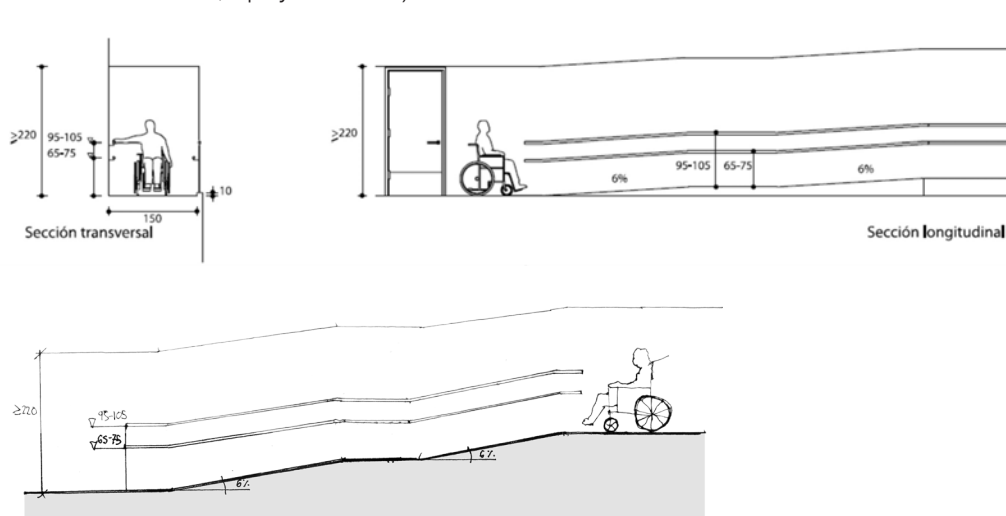
Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Se proveerá el libre acceso mediante itinerarios practicable a personas con movilidad reducida a todos los espacios habitables del edificio, excepto los cuartos de instalaciones.

**APLICACIONES:** Para garantizar este hecho, es necesario revisar y seguir fehacientemente la normativa de accesibilidad del DB-SUA del código técnico de la edificación, con especial atención a las dimensiones de rampas y su inclinación, a las dimensiones mínimas de cuartos de aseo, y a los espacios libres de tránsito y sus medidas (puertas, pasillos..), además de cumplir las exigencias en cuanto a elementos de apoyo a la movilidad (barrandillas, apoyaderos...).



## Medida F4.2: Acceso libre a todo el edificio en viviendas



Diseño



Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Se proveerá el libre acceso mediante itinerarios practicable a personas con movilidad reducida a todas las viviendas del edificio, al menos hasta las salas de estar.

**APLICACIONES:** Para garantizar este hecho, es necesario revisar y seguir fehacientemente la normativa de accesibilidad del DB-SUA del código técnico de la edificación, con especial atención a las dimensiones de rampas y su inclinación, a las dimensiones mínimas de cuartos de aseo, y a los espacios libres de tránsito y sus medidas (puertas, pasillos..).

## Medida F4.3: Medidas específicas para discapacitados visuales y auditivos



Construcción



Instalaciones

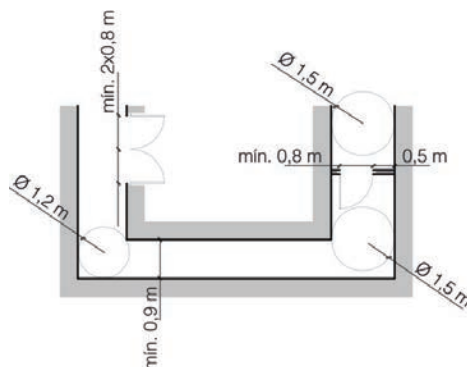
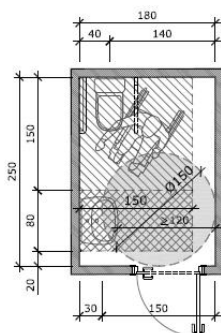
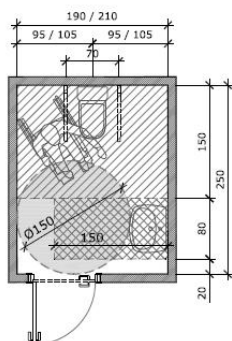


Uso y gestión

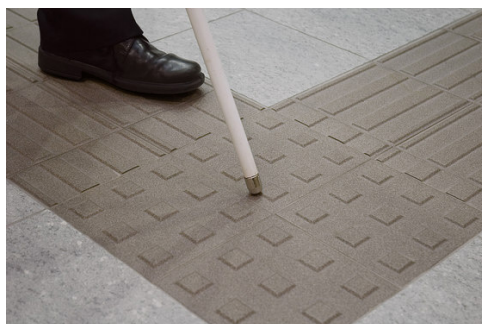
**DESCRIPCIÓN:** Se proveerá una señalización específica para personas con discapacidad visual y auditiva

**APLICACIONES:** En el caso de las personas con discapacidad visual, una de las ayudas a la circulación en los edificios más útiles son los cambios de pavimentación, que indican los recorridos, bifurcaciones, avisan del comienzo de escaleras y rampas y de los obstáculos que puedan aparecer. Estos recorridos deberán ir acompañados de planos e indicaciones en braille.

Para las personas con discapacidad auditiva, se proveerá una señalización específica en aquellos servicios que lo requieran (por ejemplo, telefonía).



Pavimento para discapacitados visuales



Siguiente criterio





# Energía no renovable en el transporte de los materiales

IMPACTO AMBIENTAL: Pérdida de confort



**OBJETIVO:** Promover e incentivar el diseño de los espacios interiores que no limiten el acceso a las vistas del exterior.

**CONTEXTO:** El acceso a las vistas de exterior y a la luz natural mejora la calidad de vida en los espacios interiores, reduce los riesgos para la vista y rompe la monotonía, facilitando el descanso necesario en el lugar de trabajo. Trabajos desarrollados en este ámbito demuestran que la productividad aumenta en los edificios que tienen acceso a la visión del exterior.

Además la visión del exterior permite una conexión entre el edificio y su entorno, mejorando la integración de los diferentes elementos del barrio. Los trabajadores que pueden desarrollar su actividad en un lugar de calidad son más productivos, con menos absentismo y mejora la calidad de vida general.



Oficinas



Equipamiento

## Medida E5 1: Espacios con visual directa al exterior



Diseño

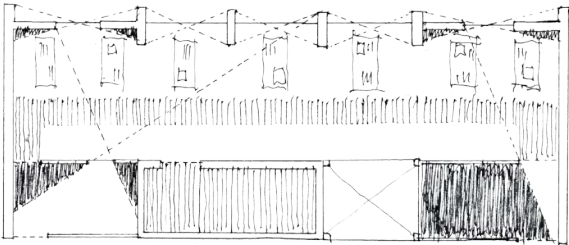


Construcción

**DESCRIPCIÓN:** Para valorar la medida se establece el cálculo del porcentaje de superficie de las áreas de ocupación frecuente que tiene ancesso a la visión del exterior sobre el total de las áreas de los espacios de ocupación frecuente como despachos y oficinas diáfanas. Se excluyen del cálculo las áreas de ocupación puntual como salas de reuniones, archivos, etc.

**APLICACIONES:** El diseño de la planta del proyecto y de los huecos debe garantizar que el porcentaje anteriormente descrito se sitúe cercano al 90%. Para calcularlo, es necesario determinar la superficie útil del espacio de trabajo, y compararla con la superficie del espacio de trabajo que tiene una línea directa de vistas hacia la ventana. La línea de vistas puede atravesar dos superficies acristaladas, pero no áreas de paso con puertas opacas. No se consideran aquellos huecos cuyas vistas tengan un obstáculo a menos de 7 metros, y tampoco aquellos huecos que no permitan una visión horizontal a una altura media de 140 cm.

Siguiente criterio



Análisis de zonas de iluminación natural en planta



**IMPACTO AMBIENTAL:** Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Promover un diseño sostenible que no implique un incremento en el coste de construcción sobre el de un edificio convencional.

**CONTEXTO:** El diseño sostenible, conocido también como “verde” o de alta eficiencia, permite obtener beneficios económicos y sociales a la vez de reducir los impactos ambientales.

**-Beneficios económicos:** La construcción sostenible está diseñada para tener una vida útil larga, ser flexible y adaptable a posibles cambios y ser saludable, por tanto los costes económicos de todo su ciclo de vida son inferiores a los de la construcción usual. La eficiencia energética y la introducción de medidas para la reducción del consumo de agua, permite obtener un ahorro en los gastos de operación del edificio. Por ejemplo, las estrategias de arquitectura pasiva solar permite que los equipos de calefacción sean de potencias inferiores, igualmente, la potencia de los equipos de refrigeración se reducen, no sólo por las medidas pasivas, sino también por la reducción de cargas internas debido, por ejemplo al uso de un sistema de iluminación eficiente.

**-Beneficios para los usuarios:** El aprovechamiento de la luz natural, la mejora de la calidad del aire, el mayor control térmico y otras medidas de calidad ambiental incrementan el confort de los usuarios. Esto conlleva un aumento de la productividad y de la salud, reduciendo las enfermedades y las bajas laborales. La integración de medidas de sostenibilidad reduce el riesgo de que se sufra el síndrome del edificio enfermo.

**-Beneficios para el entorno:** Los edificios sostenibles deben suponer durante su fase de construcción, un menor impacto en el entorno, tanto en la erosión del suelo como en la contaminación de aguas tanto superficiales como subterráneas. El tratamiento sostenible de los espacios exteriores implica una mayor permeabilidad del terreno, lo que se traduce en la reducción de la cantidad de agua de lluvia enviada a la red de saneamiento. El coste y la eficiencia de las infraestructuras para el suministro de agua potable, energía y alcantarillado se reduce cuando se ha planteado la implantación de un proyecto con parámetros de sostenibilidad. A pesar de las ventajas anteriormente descritas, que suponen una clara reducción de los costes de un edificio sostenible a lo largo de su vida útil, la idea generalizada entre promotores, constructores y usuarios, es que este tipo de edificios son más caros. La experiencia está demostrando, no obstante, que ni siquiera la construcción del edificio tiene por qué suponer un coste superior al de la construcción de un edificio estándar.



Residencial



Oficinas



El argumento más extendido para rechazar la implementación de medidas sostenibles en los nuevos edificios es el incremento de coste inicial, las voces que rechazan la edificación sostenible, hablan de un sobre-coste que ronda el 30% del coste habitual. Esto no se corresponde con la realidad tal y como nos están demostrando los, cada vez más numerosos ejemplos de edificación sostenible, donde los sobrecostes se deben a un incremento notable de las calidades tanto de los acabados como de las instalaciones respecto de un edificio convencional. Esto, sin embargo no es necesario en edificios de calidad media que pueden incorporar medidas de sostenibilidad que aseguren una alta eficiencia y confort sin que el coste de construcción sea superior al de otro edificio convencional de calidad similar.

Los materiales y sistemas de construcción sostenibles, han ido bajando el precio en respuesta al incremento de demanda, lo que les ha facilitado su incorporación al mercado de la construcción. Son cada vez más demandados tanto por los arquitectos e ingenieros, como por los promotores y usuarios.

El coste de la incorporación de medidas sostenibles dependerá de un amplio abanico de factores (emplazamiento, orientación, medidas bioclimáticas, clima local, etc.). En general estos tienen una influencia muy pequeña en el coste total final y pueden, sin embargo, suponer una mejora sustancial en el comportamiento ambiental del edificio.

Medida **F6** 1: Reducción del coste de construcción



**DESCRIPCIÓN:** Para garantizar un proyecto sostenible tanto ambiental como económicamente, se debe garantizar que el coste de ejecución material por metro cuadrado del proyecto sostenible sea entre un 15% y un 5% superior al coste de referencia de mercado, que se obtiene al multiplicar 1,1 por el coste de referencia por metro cuadrado que indiquen las bases de datos de construcción existentes, como la de los colegios oficiales.



Siguiente criterio



# Coste de uso

**IMPACTO AMBIENTAL:** Riesgos para inversores

**OBJETIVO:** Promover un diseño sostenible que suponga una reducción del coste durante la fase de explotación del edificio en los consumos cuantificables del mismo.

**CONTEXTO:** Para realizar un análisis económico correcto es necesario contemplar todas las fases del ciclo de vida. En este criterio nos vamos a centrar en los costes que representan aquellos consumos producidos durante la fase de uso de un edificio que son fácilmente cuantificables.

Teniendo en cuenta que la vida útil atribuida a los edificios residenciales ronda los 50 años, es fácil concluir que los gastos de uso y mantenimiento representan una parte importante del coste total del ciclo de vida del edificio. Por esto, en ocasiones, un incremento del coste de construcción puede revertir en grandes ahorros de los costes totales a medio o largo plazo. Según los estudios realizado por Kats y Gregory, la relación entre el incremento de costes en la construcción del edificio y el ahorro conseguido durante la fase de uso es de 1 a 10 en edificios residenciales. Esto, naturalmente, depende de la eficiencia del diseño del edificio y de que el incremento del gasto se realice en los elementos que van a repercutir en el ahorro de costes durante el uso.



Residencial



Oficinas



## Medida F7

### 1: Reducción del coste de uso



Uso y gestión

**DESCRIPCIÓN:** Para la reducción del coste de uso del edificio, es necesario en primer lugar hacer una estimación del gasto del edificio durante su vida útil, para después compararlo con la inversión realizada para generar un proyecto sostenible según las medidas y criterios indicadas a tal efecto. Durante la fase de uso de un edificio, por lo tanto, existen estos dos tipos de costes:

**-Costes cuantificables:** son aquellos que pueden ser fácilmente documentados mediante las facturas para su pago, por ejemplo agua, gas, electricidad, comunidad (en este recibo se incluirían la gestión de residuos, mano de obra de mantenimiento, etc.). Los gastos de comunidad sólo se pueden evaluar durante la fase de uso al no haber valores estimativos de los mismos que puedan aplicarse en la fase de diseño.

**-Costes difícilmente cuantificables:** son aquellos más difíciles de documentar y que sólo pueden ser estimados en base a posibles escenarios. Como ejemplo de estos costes tenemos los costes de mantenimiento, los costes económicos aplicables a la calidad del ambiente interior o a los impactos ambientales.

**APLICACIONES:** El objetivo, al ser los costes cuantificables los únicos posibles de prever, es que la inversión realizada en el coste de construcción, en comparación con los costes cuantificables de uso, sea amortizable en un plazo entre 10 y 20 años, dependiendo de la voluntad del inversor. En todo caso, se considera un éxito del diseño sostenible la amortización, y debe ser vendida como tal ante los inverosres y promotoras inmobiliarias.

Siguiente criterio



O vuelta a cualquiera



O vuelta a cualquiera







## Conclusiones

*“Está el hoy abierto al mañana,  
mañana al infinito.  
Ni el pasado ha muerto,  
ni están el ayer ni el mañana escritos”.*

Antonio Machado

El verdadero papel del arquitecto en el proyecto sostenible no es otro que asumir como propios todos los criterios y medidas e incorporarlos al proceso de diseño, de ejecución o de gestión del edificio, según corresponda. Es una tarea que requiere cierta capacidad creativa y organizativa, propia del profesional, ya que el proyecto no debe considerarse como una suma de medidas y estrategias, sino como la cohesión de todas ellas en un ente que las abarque, las asimile y aporte una respuesta en forma de proyecto arquitectónico. Por lo tanto, no existe la receta perfecta para la consecución de una arquitectura sostenible, sino que cada profesional debe aportar su propuesta en base a su interpretación de los criterios y las estrategias antes dispuestas. El proceso, además, no llega a ser completamente lineal, sino que en algunas fases del proyecto será necesario volver atrás, para corregir o modificar decisiones tomadas en cuenta con anterioridad, formando una evolución iterativa, de ida y vuelta. En este escenario, por lo tanto, se hace imposible asumir la totalidad de los criterios, sino que habrá que ser selectivos, y llegado el caso renunciar a alguno de ellos de manera justificada. Ese será el nuevo proceso de proyecto que incorpora la arquitectura sostenible.

Sin embargo, el reto a futuro es mayúsculo. ¿Cuál será el devenir de la arquitectura en los próximos 10 años? ¿Cómo asumirá todos estos retos? Lo dividiremos en varios temas a tratar:

### **La sostenibilidad y la libertad compositiva**

Una parte de los arquitectos españoles se muestran recelosos a la hora de colocar los requerimientos de sostenibilidad, ahorro energético y respeto por el medio ambiente en el lugar que le corresponde a la arquitectura contemporánea. El temor parece ser una supuesta renuncia a la libertad formal y compositiva del arquitecto. Sin embargo, en nuestra profesión siempre han existido limitaciones formales, en mayor o menor forma respetadas. Lo único que está variando con la irrupción de la preocupación por la sostenibilidad son dichas limitaciones: coeficientes de forma, orientaciones, etc. Por lo tanto, la composición formal puede ser igual de potente con este nuevo cambio de paradigma, ya que la definición formal a futuro irá hacia decisiones sensatas y razonadas, dejando de un lado la deriva formalista de la arquitectura, considerando a esta una escultura.

Esto nos indica que no existe una contraposición entre los edificios que emocionan y los edificios sostenibles. Simplemente, los arquitectos contarán con más formación antes si quiera de trazar la primera línea del proyecto, tomando la sostenibilidad como una función integrada en el proceso arquitectónico. ¿O acaso alguien es capaz de imaginar un edificio sin estructura? Nadie duda que la estructura emociona (Gracias a arquitectos como Frei Otto y su legado). La función sostenible deberá estar tan interiorizada como la función estructural en el momento del proyecto arquitectónico. En caso contrario, un amplio campo donde se pueden desarrollar todos los aspectos morfológicos con total libertad compositiva, y sin ninguna restricción (esas que, al fin y al cabo, engrandecen el oficio del arquitecto) puede ser el diseño de espacios virtuales. O de esculturas. La arquitectura construida circula por otros caminos.

Por lo tanto, muchos manuales de arquitectura consideran la sostenibilidad como la tendencia compositiva arquitectónica por excelencia en nuestros días, de forma análoga a lo que supuso el postmodernismo más de medio siglo atrás. El proceso ha sido el siguiente: la demanda de una mayor sensatez y compromiso a futuro en las soluciones arquitectónicas ha generado una morfología, y esta deriva en una corriente arquitectónica. La diferencia radica en que ahora se trata de un tema de pura supervivencia. El planeta y nuestra existencia humana está en juego, y la aportación que puede hacer la arquitectura a un futuro sostenible, aunque pequeña, es fundamental.

## **Materiales de construcción y su futuro**

El avance de la técnica y de las preocupaciones por el futuro del planeta, curiosamente, no variarán en exceso la tradición existente en los materiales de construcción, ya que los materiales tradicionales lo son, precisamente, por su sencillez extractiva, por su gran volumen de existencias en el planeta y por sus buenas prestaciones de resistencia y rigidez. Sin embargo, ciertos campos del construir arquitectónico y de sus materiales si tienen margen de mejora. Los aislamientos térmicos, por ejemplo, deberán aumentar su eficiencia, al igual que el hormigón y su compleja química, que constituye un campo de investigación abierto. La verdadera revolución la veremos en la configuración constructiva, y el diseño de sistemas más sensatos, elaborados y eficientes.

## **La supuesta homogeneización de la arquitectura**

Un argumento muy extendido reacio a la idea de sostenibilidad en la arquitectura (la definición arquitectura sostenible es banal, ya que ésta se debe entender intrínseca a la arquitectura en sí) expone que si construimos con un mismo objetivo de ahorro energético y de mínimo impacto ambiental, produciremos arquitectura sustancialmente similar. Pero esto se debe a un error de concepto, como es el confundir la composición arquitectónica con las limitaciones formales. La arquitectura romana era muy limitada en cuanto a recursos formales, básicamente se reducía al arco y la columna, con el apoyo constructivo de los “opus” propios de las fábricas de ladrillo. Sin embargo, su calidad compositiva es innegable. En el futuro de la arquitectura habrá necesariamente un número mayor de limitaciones formales, pero ello no implica una menor calidad compositiva. Sencillamente, el arquitecto trabajará con más rigor, lo que deberá traducirse en edificios muy sostenibles y muy emocionantes.

## **La ciudad actual y el arquitecto**

El urbanismo y el diseño urbano no existe como tal en este país. Las decisiones urbanas se controlan desde el poder privado, manejando edificabilidades y otros parámetros de forma abstracta, lo que los convierte en difícilmente modificables. Por el contrario, la idea de ciudad sostenible se basa en la densidad y en el rigor en el planeamiento. Actualmente, los arquitectos solo podemos aconsejar en un uso sensato de recursos urbanos y edificatorios, ya que no existe una relación estrecha entre arquitectura y poder. Sin embargo, sí es posible hacer arquitectura desde la política. Y es que la normativa, aunque en muchos casos arcaica y desvencijada, si tiene un poder transformador en las ciudades y en los edificios. Por ello, un arquitecto ajeno a los debates y discusiones políticas que se presentan en

la sociedad actual es un arquitecto aislado y anacrónico.

### **El poder transformador de la normativa en sostenibilidad**

Afortunadamente, el discurso sobre la sostenibilidad, el ahorro de energía y el respeto al medio ambiente han calado en la sociedad, haciéndola más mentalizada sobre el futuro del planeta, hasta el punto que el Papa de la Iglesia Católica, en su última encíclica exhorta al mundo en la protección de los recursos naturales. Sin embargo, aún hay aspectos cuestionables en el camino a la implantación en la práctica constructiva. Se genera mucho debate sobre el método más adecuado para la consecución de una verdadera arquitectura sostenible. La normativa sobre ahorro energético ha supuesto en principio un acierto, ya que indica el objetivo al que se debe alcanzar en términos de ahorro energético sin imponer el cómo, lo que dota de una gran libertad compositiva al arquitecto. Éste, dependiendo de múltiples factores, escogerá e incorporará al proyecto de entre las estrategias bioclimáticas y sostenibles que se encuentren en su imaginario, aquellas más adecuadas. En definitiva, este ha sido el leitmotiv del manual: Dotar a los arquitectos de dicha reserva de estrategias, agrupadas en una metodología, para la consecución de una arquitectura sostenible. El siguiente paso, quizás, será la incorporación normativa de la arquitectura pasiva. Lo veremos en los próximos años.

Recuerden: en 2018 todos los edificios públicos, y en 2020 el resto de edificios de nueva planta, deberán diseñarse siguiendo estándares de consumo energético casi cero (NZEB).

## Manuales

-ASQUINI, Lucio. OLEOTTO, Eleonora, BASSI, LARA. "Efficienza energetica e sostenibilità". Monfalcone, 2010, EdicomEdizioni

- Qualità dell'ambiente interno (p 75-110)
- Appendice: Schede di valutazione dei materiali sostenibili

-JOURDA, Françoise-Hélène. "Pequeño manual del proyecto sostenible". Barcelona, 2008, ed. Gustavo Gili

- El programa de necesidades sostenible (p10-16)

-NEILA GONZÁLEZ, Francisco Javier. "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible". Madrid, 2004, ed. Munilla-Lería

- Condiciones de diseño luminoso (p 179-187)
- Condiciones de diseño acústico (p 20210-219)
- Adaptación del cuerpo humano a su ambiente (p 227-239)
- Calidad y composición del aire. Eliminación de condensaciones (p 257)
- Estrategias de diseño bioclimático en invierno (p 261-280)
- Estrategias de diseño bioclimático en verano (p 285-331)

-NEILA GONZÁLEZ, Francisco Javier. "Acondicionamiento ambiental y habitabilidad del espacio arquitectónico". Madrid, 2013, ed. Munilla-Lería

- Ambiente higrotérmico (p 36-74)
- Clima y arquitectura (p 133-158)

-NUÑEZ CARRASCO, Rodrigo. "Bioclimática, sostenibilidad y ahorro de energía: Manual de técnicas de acondicionamiento térmico". Madrid, 2012, Ediciones CEU

- Sistemas pasivos de calentamiento, enfriamiento y ventilación (p 69-79)
- Inercia térmica (p 30-32)

-OLGYAY, Victor. "Arquitectura y clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas". Barcelona, 1998, ed. Gustavo Gili

- Interpretación bioclimática (p 14-31)
- Orientación sol-aire (p 53-62)
- Control solar (p 63-77)
- Efectos del viento y ventilación (p 94-112)

-SOLANAS, Toni. "Vivienda y sostenibilidad en España". Barcelona, 2008, ed. Gustavo Gili

- "Nulla esthetica sine etica" Joan Sabaté
- "Entre fascinados y escépticos" Juan Herreros

-VVAA. “Un Vitrubio ecológico. Principios y prácticas del proyecto arquitectónico sostenible”. Barcelona, 2008, ed. Gustavo Gili

- Confort, salud y medio ambiente (p 38-56)
- Estrategias de sostenibilidad (p 59-74)
- Elementos: componentes y materiales (p 107-137)

-VVAA. “Guía del estándar Passivhaus. Edificios de consumo energético casi nulo”. Madrid, 2014, Consejería de economía y hacienda de la Comunidad de Madrid.

- Los edificios pasivos
- Qué son los puentes térmicos y como se evitan
- La envolvente opaca y el aislamiento.

-VVAA. “Buenas prácticas en arquitectura y urbanismo para Madrid. Criterios bioclimáticos y de eficiencia energética”. Madrid, 2009, Ayuntamiento de Madrid.

- Fundamentos bioclimáticos para la ciudad de Madrid (p 31-50)
- Buenas prácticas bioclimáticas en la escala urbana (p 52-118)

-WASSOUF, Micheel. “De la casa pasiva al estándar Passivhaus. La arquitectura pasiva en climas cálidos”. Barcelona, 2014, ed. Gustavo Gili

- Criterios de la arquitectura pasiva (p 30-42)

## **Conferencias y eventos**

-6ª CONFERENCIA ESPAÑOLA PASSIVHAUS. 20 y 21 de Noviembre en Hotel Auditorium, Madrid.

## **Métodos de evaluación sostenible**

-Guía para evaluadores acreditados VERDE. Residencial y oficinas. Abril 2013, Green Building Council España.

-Guía para evaluadores acreditados VERDE. Vivienda unifamiliar. Junio 2012, Green Building Council España.

-Guía para evaluadores acreditados VERDE. Equipamiento. Octubre 2012, Green Building Council España.

-Manual de usuario HADES, Herramienta de ayuda al diseño para una edificación más sostenible. Septiembre 2011, Green Building Council España.

<b>Introducción</b>	5
<b>FASE I: Análisis</b>	9
1. El clima de Madrid	11
2. El estudio del Confort	19
3. El entorno	33
4. El programa de uso	39
5. La gestión de los recursos	45
<b>FASE II: Criterios y medidas</b>	55
1. Criterios por uso del edificio	56
2. Criterios por tipo de impacto ambiental	57
3. Itinerarios por uso del edificio	63
<b>Criterios</b>	
A. Parcela y emplazamiento	65
B. Energía y atmósfera	95
C. Recursos naturales	125
D. Calidad del ambiente interior	161
E. Calidad del servicio	193
F. Aspectos sociales y económicos	207
<b>FASE III: Conclusiones</b>	227
<b>Bibliografía</b>	231



En la edición de este TFG, y debido a las páginas impresas con papel reciclado, se ha evitado:

- La emisión de **2 Kg** de residuos
- La emisión de **1 Kg** de CO<sub>2</sub> a la atmósfera
- El ahorro de **64 litros** de agua
- El consumo de **6 KW** de energía
- El consumo de **4 Kg** de madera

**TFG** Carlos Albaladejo Molina

