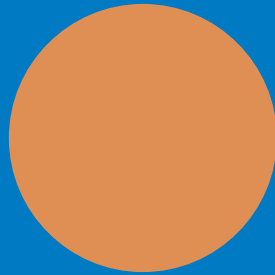
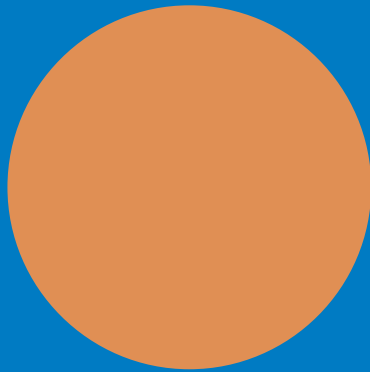
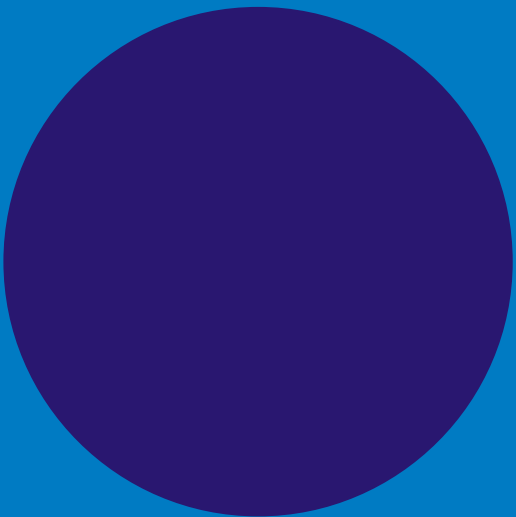


Guía de acciones en Edificios y de los buenos usos en Aislamientos Térmicos

Bioclimáticas





CONTENIDOS

Introducción

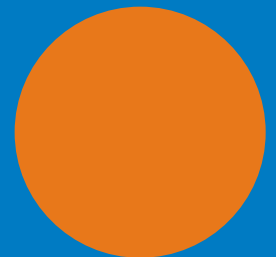
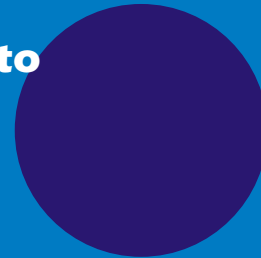
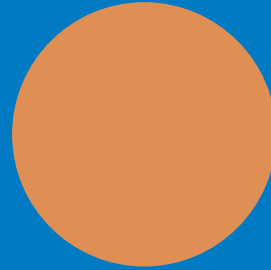
Conceptos

Planeamiento urbano

Planificación del emplazamiento

Forma de la edificación

componentes



01

Introducción



Cuando hablamos de arquitectura bioclimática no nos referimos a un tipo de arquitectura específico, con un diseño determinado y una estética identificable. La arquitectura bioclimática es una filosofía aplicable a todo el concepto de arquitectura y lo que pretende es conseguir que los objetos resultantes de la misma se adecuen a su entorno desde los orígenes de su concepción. El elemento arquitectónico así diseñado se integrará en el lugar adaptándose física y climáticamente a su entorno; materiales, colores, soluciones constructivas, serán valorados también desde una perspectiva de ahorro de energía y de adaptación al medioambiente, y todo ello sin dejar de lado requerimientos estéticos, funcionales o de cualquier otra índole, a tener en cuenta en cualquier creación arquitectónica.

La arquitectura bioclimática es un proceso continuo y cíclico, desde el inicio del proyecto, su concreción física durante la obra y el transcurso de su vida útil. Por tanto no existe un prototipo de vivienda bioclimática. Los modelos a seguir serán tan diversos como los que podamos plantear en una arquitectura convencional acorde al lugar y al medioambiente que imposibilita adoptar la misma solución con condiciones geográficas diferentes.

El clima es, sin discusión alguna, uno de los factores que más peso tiene entre los considerados en la arquitectura bioclimática. En este sentido se puede considerar que el clima de Tenerife tiene una única estación, la primavera. Esto se debe en gran medida a los vientos alisios, cuya humedad principalmente se condensa en las zonas de medianías del norte y nordeste insular, constituyendo amplios mares de nubes que preferentemente se disponen entre los 600 y 1.800 metros de altura; otro factor que influye en la acción suavizadora del clima que por latitud correspondería, es la corriente marina fría de canarias, principal garantía de que las aguas que bañan las costas y playas isleñas disfruten de unas temperaturas envidiables, incluso, en ocasiones, por encima de las ambientales. Y por último, la propia orografía de la isla.

A grandes rasgos, el clima de Tenerife es moderado, templado y muy suave en cualquier estación del año. No hay periodos de mucho frío pero tampoco los hay de calor asfixiante. Las temperaturas medias fluctúan entre los 17-18 °C en invierno y los 24-25 °C en la estación estival, aunque estos sean valores relativos y generales.

Bajo estas condiciones, en las costumbres de las islas se adoptaron y desarrollaron, pautas en la edificación, que consiguieron una vivienda flexible a las condiciones impuestas por el clima y la orografía, lo que se concreta en una sabia elección de los lugares de asentamiento, una disposición variada de los edificios, aislados o agrupados, protección respecto a los elementos y búsqueda de localizaciones favorables para el aprovechamiento solar y de la brisa. Pero estas pautas han sido poco a poco abandonadas en beneficio de modelos edificatorios apenas ajustados al entorno. Este cambio de comportamiento contribuye a explicar parte del deterioro ambiental que hoy sufre el archipiélago. Hoy en día, casi exclusivamente es en el medio rural donde se ha conseguido preservar ciertos esquemas de construcción que tiene en cuenta estas pautas, como restos de las costumbres edificatorias. Estas técnicas son las que se deben rescatar junto a otras más innovadoras para conseguir vencer las inclemencias del clima, que como ya hemos mencionado, en nuestra isla no son muy extremas y de esta manera contribuir a un desarrollo en el que primen las buenas prácticas, el uso racional de los recursos y la eficiencia energética.

Con un fin similar al de la arquitectura bioclimática, se están promulgando nuevas iniciativas y legislación como el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**. La elaboración de este código se recogía en la Ley de la Ordenación de la Edificación (LOE), de diciembre de 1999 y además dado que la Directiva 2002/91/CE, sobre eficiencia energética de los edificios entra en vigor el 4 de enero de 2006, España, como el resto de los Estados de la Unión Europea, ha debido adaptar su reglamentación nacional a la nueva Directiva. Y el CTE es una de las principales herramientas para tal objetivo.

El CTE contempla las seis Exigencias Básicas definidas en la LOE:

1. Seguridad estructural.
2. Seguridad en caso de incendio.
3. Seguridad de uso.
4. Salubridad.
5. Protección frente al ruido.
6. Ahorro de energía.

Cada Exigencia se desarrolla en un articulado que contiene los principios básicos y el objetivo perseguido. El desarrollo técnico se confía a los llamados Documentos Básicos (DB), donde se establecen los procedimientos que hacen posible el cumplimiento del Código, incluyendo una serie de valores límite de las prestaciones del edificio.



En cuanto a la exigencia de ahorro de energía, se ha elaborado un Documento Básico que tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía". Tanto el objetivo del requisito básico "Ahorro de energía", como las exigencias básicas se establecen el artículo 15 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

Conceptos



Clima

El clima se puede definir como el conjunto de condiciones atmosféricas de carácter cíclico anual que caracterizan una zona o región.

Las condiciones atmosféricas a considerar para identificar un tipo de clima son: la temperatura del aire, la humedad relativa, la radiación solar recibida, la cantidad de precipitaciones y la dirección e intensidad del viento.

Se puede hacer una clasificación climática en tres grandes grupos o tipos de clima: cálidos, fríos y templados. Estas clasificaciones climáticas orientan sobre los parámetros ambientales de grandes áreas geográficas, pero es imprescindible analizar dentro de ellas el microclima del lugar que puede hacer variar las condiciones climáticas y en consecuencia de diseño del edificio.

" Clima **cálido** - Temperaturas agradables incluso en los meses fríos pudiendo distinguir entre climas cálidos secos o húmedos, el primero con humedad muy baja y precipitaciones casi nulas (zonas desérticas cercanas al ecuador) y el segundo con un alto grado de humedad y precipitaciones fuertes e irregulares (zonas subtropicales marítimas).

" Clima **frío** - Su parámetros característicos son la alta latitud, bajas temperaturas, reducida radiación solar y vientos desagradables procedentes de los polos.

" Clima templado - Es el tipo de clima más complejo por la variabilidad de sus parámetros, aunque en general la radiación solar es intensa, los veranos secos y los inviernos lluviosos y más fríos en el interior que en las zonas costeras. Dentro de este tipo de clima se incluye el clima mediterráneo. Nuestro país a causa de su geografía es una de las zonas mediterráneas con mayor variedad de climas.

Cartas Bioclimáticas

Los Diagramas bioclimáticos también denominados cartas bioclimáticas son sistemas de representación gráfica de las relaciones entre las diferentes variables térmicas que influyen en la sensación del confort térmico.

Básicamente se trata de diagramas psicrométricos, es decir relacionan temperatura y humedad, sobre los que se establecen las condiciones de confort en función de los índices térmicos.

Una de las cartas bioclimáticas más habituales es la Carta Bioclimática de Olgay. Esta carta es un diagrama de condiciones básicas donde el eje de abscisas representa la humedad relativa y el de coordenadas la temperatura. Dentro de este diagrama se localiza una zona denominada de confort con cuyos valores temperatura-humedad del cuerpo humano tiene una sensación térmica agradable.

Cada zona dispone de una carta bioclimática específica, dependiendo de las condiciones particulares de temperatura y humedad, representativa del clima. Sobre dicha carta se pueden estudiar las desviaciones respecto a la zona de confort y cómo actuar para volver a la misma.

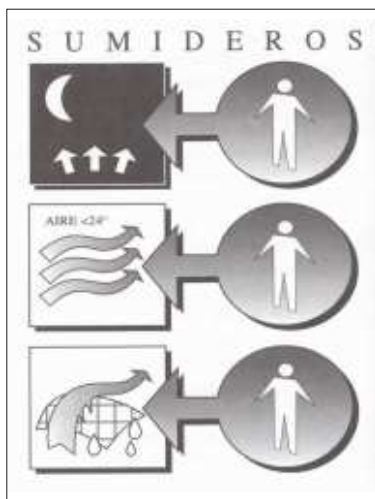
Mecanismos de transmisión del calor

El calor es una energía que se transmite de unos cuerpos a otros mediante tres tipos de mecanismos diferentes:

" **Conducción** - La conducción es la manera de transferir calor desde una masa de temperatura más elevada a otra de temperatura inferior por contacto directo. El coeficiente de conducción de un material mide la capacidad del mismo para conducir el calor a través de la masa del mismo. Los materiales aislantes tienen un coeficiente de conducción pequeño por lo que su capacidad para conducir el calor es reducida, de ahí su utilidad.

" **Convección** - La transmisión de calor por convección es un intercambio de calor entre el aire y una masa material que se encuentran a diferentes temperaturas. El transporte del calor se produce por movimientos naturales debidos a la diferencia de temperaturas, el aire caliente tiende a subir y el aire frío baja, o bien mediante mecanismos de convección forzada.

" **Radiación** - Es un mecanismo de transmisión de calor en el que el intercambio se produce mediante la absorción y emisión de energía por ondas electromagnéticas, por lo que no existe la necesidad de que exista un medio material para el transporte de la energía. El sol aporta energía exclusivamente por radiación.



Usos de la energía local

Inercia **térmica**

La inercia térmica es la capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente, disminuyendo de esta forma la necesidad de aportación de climatización.

La inercia térmica o capacidad de almacenar energía de un material depende de su masa, su densidad y su calor específico. Edificios de gran inercia térmica tienen variaciones térmicas más estables ya que el calor acumulado durante el día se libera en el período nocturno, esto quiere decir que a mayor inercia térmica mayor estabilidad térmica.

La inercia térmica es un concepto clave en las técnicas bioclimáticas ya que la capacidad de acumulación térmica de las soluciones que conforman un elemento arquitectónico es básica para conseguir el adecuado nivel de confort y la continuidad en las instalaciones de climatización.

La inercia térmica conlleva dos fenómenos, uno de ellos es el de la amortiguación en la variación de las temperaturas y otro es el retardo de la temperatura interior respecto a la exterior.

Un ejemplo de gran inercia térmica es el suelo, cuyo efecto climático puede ser utilizado ya que amortigua y retarda la variación de temperatura que se produce entre el día y la noche. El semienterramiento de edificios puede llegar a aprovechar la capacidad de acumulación calorífica del suelo.

Tipos de **radiación solar**

La radiación solar se puede manifestar de tres formas distintas dependiendo de cómo se recibe en los objetos:

- " Radiación **directa**: Es la que procede directamente del sol.
- " Radiación **difusa**: Es la que se recibe de la atmósfera debido a la dispersión de la radiación solar en la misma.
- " Radiación **reflejada**: Es la que se refleja en la superficie terrestre.

Las superficies horizontales reciben más radiación difusa que reflejada y las superficies verticales más reflejada que difusa.

Trayectoria **solar**

La trayectoria solar es un concepto dependiente de la variabilidad del ángulo que forma el eje de rotación de la tierra, que no siempre es perpendicular, con el plano de su trayectoria de traslación con respecto al sol. La inclinación de este eje es lo que produce las estaciones del año, las variaciones en horas solares y el ángulo de la radiación solar.

Calor de **vaporización**

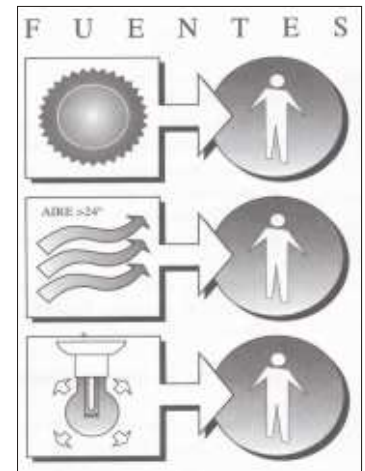
El agua durante el proceso de evaporación, paso de estado líquido a gaseoso, necesita absorber una cierta cantidad de calor de su entorno inmediato lo que resulta en un enfriamiento del mismo. El calor absorbido recibe el nombre de calor de vaporización. Un efecto parecido producen las plantas que transpiran permanentemente eliminando el agua en forma de vapor. El agua y las plantas por esta razón producen una sensación de frescor.

Muro **Trombe**

El muro trombe es un elemento constructivo situado entre una zona exterior y un espacio que deseamos climatizar actuando en realidad como un colector de la energía del sol.

El muro trombe está conformado por dos hojas separadas entre sí por medio de una cámara de aire de unos 10 cm. La hoja o cara exterior del muro es de material transparente, vidrio o plástico, habitualmente de un color oscuro para lograr una mayor absorción de la energía solar. Después de la cámara de aire se sitúa un material de alta inercia térmica como ladrillo, piedra, etc. En la parte superior e inferior del muro se localizan orificios de ventilación que permiten la circulación del aire caliente de unos espacios a otros.

Su funcionamiento se basa en la captación de la energía solar a través de la superficie transparente que produce el calentamiento del aire en la cámara interior. Este aire se distribuye por convección desde los orificios superiores de ventilación al interior de las estancias, expulsándose el aire frío por las aberturas inferiores. Una parte del calor generado es absorbida por el muro interior por conducción trasladándose también al espacio interior.



Usos de la energía local

Aislamiento **térmico**

El aislamiento térmico tiene como objetivo el dificultar las transmisiones de calor del interior al exterior y viceversa para evitar las pérdidas de calor en periodos fríos y la ganancia del mismo en épocas cálidas.

El aislamiento es fundamental tanto en los muros como en los huecos acristalados que también deben ser aislados, con por ejemplo, un doble acristalamiento.

En el caso de los muros se localiza normalmente en su hoja exterior para mantener la inercia térmica del interior y hay que hacer especial hincapié en la reducción de los puentes térmicos que suelen tener menor resistencia térmica.

Puente **térmico**

El puente térmico es una junta entre materiales de diferentes características que produce una discontinuidad en la capa aislante que puede producir pérdidas de calor.

Ventilación **natural**

La ventilación natural es un mecanismo utilizado en climas cálidos para eliminar el exceso de calor de los espacios interiores. Se consigue normalmente mediante aperturas en muros exteriores opuestos que contribuyen a la formación de corrientes de aire cruzadas. Para conseguir que la ventilación natural sea óptima los muros abiertos deberán estar orientados a la zona de viento dominante del entorno.

La ventilación, sin embargo debe realizarse de una manera controlada para que la pérdida de calor que produce sea admisible con la sensación de confort. Las juntas de las aperturas de muros para ventilar también deben ser tratadas para evitar las infiltraciones de aire sobre todo en momentos de mucho viento.

Confort **térmico**

El confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 el confort térmico "es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico".

El confort térmico depende de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, y otros específicos internos como la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo.

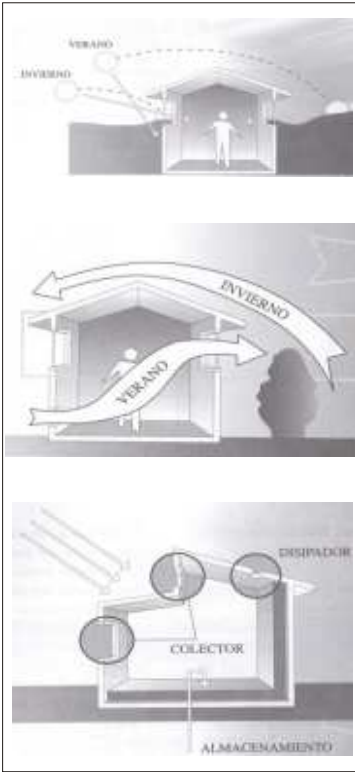
Para llegar a la sensación de confort, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo conservando de esta forma nuestra temperatura normal, es decir se alcanza el equilibrio térmico.

A continuación exponemos algunos intervalos de valor de los parámetros de confort externos que interactúan entre sí para la consecución del confort térmico y que se encuentran representados en las Cartas bioclimáticas:

- " Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C
- " Temperatura radiante media superficies del local: entre 18 y 26 °C
- " Velocidad de aire: entre 0 y 2 m/s
- " Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %

Metabolismo

El metabolismo es la suma de las reacciones químicas que ocurren en el cuerpo para mantener la temperatura corporal a 36.7°C y para compensar las pérdidas de calor hacia el entorno. La producción de energía metabólica (calor) depende del nivel de actividad física. La ropa dificulta el intercambio de calor entre la superficie de la piel y la atmósfera circundante. La temperatura de la piel es función del metabolismo, la ropa y la temperatura ambiental. La temperatura interna del cuerpo no es constante. La temperatura del aire ambiente afecta a las pérdidas de calor del cuerpo humano



Uso de estrategias pasivas

por convección y evaporación.

Humedad **relativa**

La humedad relativa es la cantidad de humedad en el aire como porcentaje de la humedad máxima que puede contener éste a esa temperatura y presión. Afecta a las pérdidas de calor al permitir un mayor o menor grado de evaporación. Excepto en situaciones extremas la influencia de la humedad relativa en la sensación de confort térmico es relativamente pequeña. En regiones templadas, por ejemplo, elevando la humedad relativa desde 20% a 60% permite reducir la temperatura menos de 1°C mientras que tiene un pequeño o ningún efecto en el confort térmico.

Temperatura **radiante**

Temperatura radiante es el promedio de las temperaturas superficiales de los elementos que cierran un espacio. Influencia tanto las pérdidas de calor por radiación del cuerpo como las pérdidas, por conducción, cuando el cuerpo está en contacto con la superficie. Los edificios pobremente aislados tienen frías superficies interiores y para compensarlo se necesitan altas temperaturas en el aire. Un incremento en la temperatura radiante significa que las condiciones de confort se pueden conseguir a menor temperatura, y una reducción de 1°C en la temperatura del aire puede ahorrar hasta un 10 % en el consumo de energía. Así el aislamiento ahorra energía no sólo reduciendo las pérdidas de calor del edificio sino también reduciendo la temperatura del aire. La velocidad del aire no reduce la temperatura pero causa una sensación de enfriamiento a través del calor perdido por convección y por el incremento de la evaporación. Dentro de los edificios la velocidad del aire es generalmente inferior a 0.2m/s.

Confort **Visual**

Una mala iluminación puede causar esfuerzo visual, fatiga, dolor de cabeza, irritabilidad, errores y accidentes. Unas condiciones confortables de iluminación en un espacio dependen de la cantidad, distribución y calidad de la luz. LA fuente de luz puede ser natural o artificial o una combinación de ambas, pero las ventanas tienen claras ventajas. En colegios, salas de hospitales y fábricas la ausencia de vistas exteriores produce incomodidad psicológica. En oficinas los beneficios psicológicos de las ventanas han resultado ser incluso mayores que los beneficios físicos ya conocidos por los ocupantes.

Casi todos los espacios necesitan luz artificial al oscurecer. Algunos espacios y actividades la necesitarán durante las horas de luz. Cuando ocurre esto, el espectro de la luz artificial debe ser tan cercano al de la luz natural como sea posible.

Niveles de **iluminación**

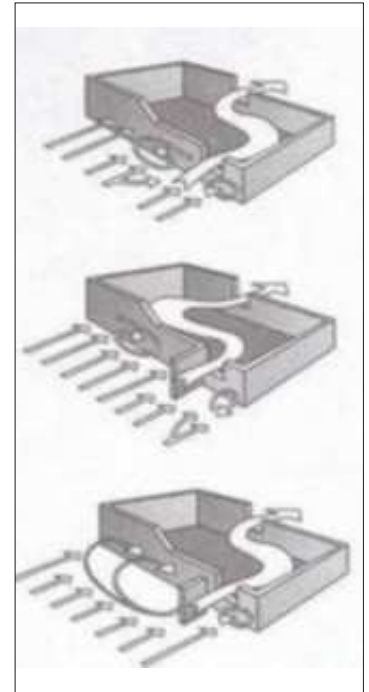
Los niveles de iluminación recomendados para tareas particulares están bien definidos y si están especificados e implementados conforme a los estándares es improbable que causen problemas a los ocupantes. Se establecen los requisitos de iluminación para ocupantes específicos y actividades planeadas para el edificio en referencia a las tablas de iluminación recomendada para distintas actividades, como las guías CIBSE-UK o fuentes equivalentes.

Distribución de la **luz**

La distribución de la luz en el espacio es a menudo más importante que la cantidad de luz. La percepción de claridad está influenciada por la constancia de los niveles de iluminación. Donde hay una gran diferencia entre la luz natural junto a la ventana y a una distancia de ella, la gente situada en la zona relativamente oscura tiende a encender la luz, aunque la iluminación natural en esta zona puede ser funcionalmente adecuada. La percepción de la distribución de la luz puede ser definida en términos de contraste o deslumbramiento.

Contraste

Contraste es la diferencia entre la apariencia de un objeto y la de su fondo inmediato. Para el confort, hay límites en la cantidad de contraste que se puede permitir entre diferentes partes del campo visual. El contraste puede ser definido en términos de luminancia, iluminación o reflectividad comparados con superficies adyacentes. La cantidad y distribución



Condicionantes exteriores de la ventilación

de la luz (y por tanto la cantidad de contraste) en una habitación está influenciada por la reflectividad de las superficies.

Deslumbramiento

El deslumbramiento es un excesivo contraste, normalmente causado por la introducción de una fuente de luz intensa dentro del campo, causando una sensación de fatiga e incomodidad. El resultado para los ocupantes puede ser desde ligeramente perturbante a visualmente cegador. El deslumbramiento se puede causar directamente, indirectamente o por reflexión.

El deslumbramiento directo se produce cuando una fuente de luz de alta luminosidad entra directamente en el campo de visión. Se puede experimentar con fuentes de luz interiores, el sol o el cielo. El deslumbramiento indirecto ocurre cuando la luminancia de las superficies es demasiado alta. El deslumbramiento por reflexión es causado por el reflejo de fuentes de luz en superficies brillantes.

Calidad visual

La calidad visual es difícil de definir, pero incluye dirección, color y variaciones en el tiempo. La luz natural proporciona una excelente calidad en términos de dirección y color aparente. La gente disfruta de la luz natural y de las vistas que aparecen con ella. Tienen tendencia a aceptar mayores variaciones de la intensidad lumínica en espacio iluminados naturalmente que para tolerarlas de sistemas de iluminación artificial.

Calidad del aire interior

Comparado con otros parámetros de confort es el más incierto. Con tal que el aire exterior sea de calidad aceptable los problemas tradicionales de estancamiento y olor pueden ser resueltos normalmente asegurando las adecuadas renovaciones de aire, una distribución eficiente del mismo y el control de las fuentes interiores de contaminación.

Más que la mayoría de los temas medioambientales, la contaminación del aire interior tiene un impacto directo en la salud y, como consecuencia, en la productividad. En los efectos sobre la salud atribuidos a la contaminación del aire interior se incluyen alergias y asma, afecciones infecciosas, cáncer y otros daños genéticos. Los efectos generales, crónicos y leves en edificios están denominados como "síndrome del edificio enfermo". La calidad del aire interior está determinada por la calidad del aire exterior, emisión de contaminantes dentro del edificio y el nivel de ventilación, además de por la eficiencia de las filtraciones y el estándar de mantenimiento de los sistemas mecánicos entre otros factores.

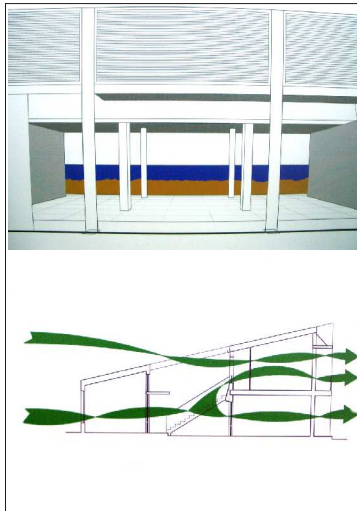
La gente pasa el 8090% de su vida dentro de edificios y el impacto de la exposición continua a los pequeños niveles de emisiones de la amplia variedad de materiales que comúnmente encontramos en los edificios hoy en día es desconocido. La mayor parte de estos contaminantes provienen del propio edificio. Con el incremento del uso de disolventes orgánicos, acabados interiores emisores de VOCs (componentes orgánicos volátiles), agentes limpiadores y aparatos en las oficinas, la contaminación del aire interior se ha convertido en una preocupación seria.

El hacer los edificios más herméticos para conservar la energía tiene un efecto en la calidad del aire. Hay una menor ventilación ocasional y no planificada, y aumenta el polvo y la concentración de emisiones en el aire. Una opinión es que la escasa ventilación crea condiciones insalubres. Otra es que el verdadero problema es el incremento de las fuentes contaminantes en el interior. Según Baker el síndrome del edificio enfermo se observa casi exclusivamente en edificios ventilados mecánicamente (Baker, 1995). Lo que es seguro, sin embargo, es que en espacios insuficientemente ventilados las esporas de moho y el polvo prosperan, y los VOCs alcanzan concentraciones altas. Es conocido también que donde están instalados sistemas mecánicos de ventilación, un ambiente interno saludable se alcanza sólo si el sistema está correctamente instalado, completamente supervisado y con un mantenimiento apropiado.

Estos factores incrementan la necesidad de cuidado en la especificación de materiales y en diseño de los sistemas de ventilación.

Se utilizan tres enfoques principales para controlar los contaminantes del aire interior.

- eliminar las fuentes de contaminación del edificio;
- controlando las emisiones de contaminantes en la fuente;



Condicionantes exteriores de la ventilación

expulsar los contaminantes del edificio a través de la ventilación.

Varias sustancias químicas y materiales tóxicos son usados como materiales de construcción, acabados o productos de consumo. Algunos de estos productos contaminan el aire interior o los abastecimientos de agua; otros causan daños por contacto o ingestión. Esto puede afectar a los trabajadores que los hacen o los instalan en un edificio nuevo, a los usuarios del edificio, y/o a los trabajadores que lo derriban o rehabilitan al final de su vida útil.

El plomo y el amianto son peligros reconocidos. Algunos sintéticos como el PVC pueden también generar emanaciones peligrosas durante su uso. Pinturas, preservativos y adhesivos son fuentes comunes de emanaciones tóxicas para la salud. Información sobre el impacto de las diferentes categorías de materiales sobre la salud y el entorno.

Calidad **Acústica**.

Aunque la calidad acústica no es un tema primordial del diseño sostenible, las estrategias de diseño deben tener en cuenta las consecuencias acústicas. Por ejemplo, la ventilación natural puede suponer ventanas abiertas o huecos de ventilación entre espacios interiores; el ruido obstructor o la pérdida de intimidad acústica nos son consecuencias aceptables. Si la moqueta u otros acabados absorbentes de suelo son eliminados para permitir a la estructura actuar como acumulador térmico, se pueden tomar otras medidas para reducir la transmisión del ruido de impacto y producir suficiente absorción sonora en los espacios ocupados.

Los parámetros estándares medioambientales incluyen niveles aceptables y recomendados de ruido.

Se incluyen dentro de las fuentes de ruidos molestos:

Exterior: ruido del tráfico o pérdida de intimidad acústica al abrir las ventanas (puede entrar en conflicto con los requerimientos de ventilación natural);

Interior: ruidos altos y molestos generados por las actividades dentro del edificio;

Construcción y acabados del edificio: ruido de impacto con superficies duras (Posiblemente resultado de usar la estructura como acumulador térmico);

Instalaciones del edificio: ruido creado por las instalaciones del edificio (por ejemplo ventilación mecánica).

Luz **Natural**

Las ventanas y la luz natural son beneficios para la salud. La ausencia de luz natural puede causar depresión (conocido como Desorden Afectivo Estacional), enfermedades óseas (debido una deficiencia de Vitamina D) y alteraciones en el sueño y la concentración. Hay también evidencias de que la luz natural es particularmente necesaria para los niños.

El Medio **Ambiente**

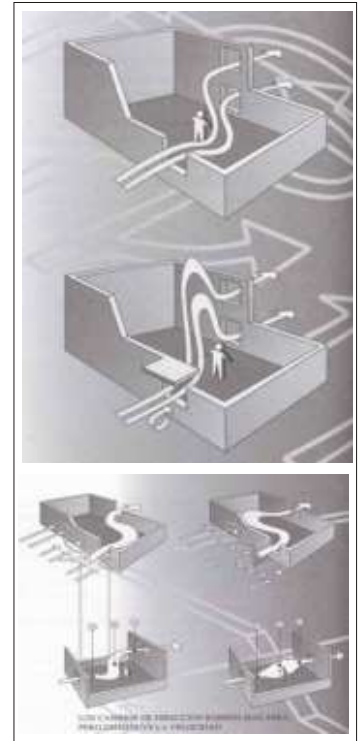
La gama de impactos de los edificios en el medio ambiente es diversa. Problemas originados por los procesos relacionados con la construcción, como el calentamiento global, reducción del ozono, pérdida del hábitat natural y de la biodiversidad, erosión de la tierra y la liberación de contaminantes tóxicos son ahora muy conocidos. Es útil imaginar el edificio propuesto como una entidad nueva, viva y saludable. El edificio es parte integrante del lugar.

Un edificio es una estructura física compuesta de diferentes elementos y también una especie de “maquina viviente”; un lugar donde la gente pasa su vida, los aparatos usan electricidad, la temperatura debe ser regulada, etcétera. Hay dos apartados principales bajo los cuales se debe analizar el impacto de un edificio en el medio ambiente.

1. Como una estructura física, un edificio está muerto, es la simple “suma de sus partes”. Estas partes son individualmente extraídas, manufacturadas, montadas, demolidas, y finalmente eliminadas. Cada parte tiene un conjunto de efectos asociados con estos procesos, y el impacto medioambiental total es la suma de estos efectos.

2. Como una “maquina viviente” el coste al medio ambiente es el funcionamiento del edificio a lo largo de su vida útil: las contribuciones que serán necesarias, como energía y servicios, y las aportaciones, tales como CO₂ y desechos.

Para establecer el verdadero impacto medioambiental de un edificio, se debe realizar un análisis que refleje la importancia relativa de los diferentes elementos y procesos del edificio, y las prioridades para reducir los impactos medioambientales. Esto es conocido como análisis del ciclo vital. La información necesaria para poder llevar a cabo esta



Promoción de la Ventilación: interconexión de áreas, dirección flujos y diseño de huecos.



tarea en un edificio completo es comprensiblemente importante, y tan pormenorizada como para hacerla inviable en la mayoría de las circunstancias. Es posible, sin embargo, analizar componentes o elementos seleccionados del edificio. Aunque la idea de un análisis de principio a fin puede estar fuera del alcance de todos excepto de los especialistas, la comprensión del concepto ayudará a racionalizar la elección.

Aunque varios factores ejercen su influencia en las diferentes etapas de la vida de un edificio, es durante la planificación y construcción cuando casi todos son fijados. Las decisiones en este momento determinan el valor de los recursos y el consumo de energía durante estadios futuros, tales como mantenimiento, renovación, conversión y reestructuración.

Las cuestiones que necesitan ser consideradas se incluyen dentro de 5 categorías: control del consumo de energía- uso de los materiales - uso del agua- tratamiento de los residuos - control acústico.

Energía.

El uso de energía en edificios convencionales impacta en el medio ambiente a través del consumo de recursos no renovables y contribuyendo a la contaminación global con emisiones de CO₂, NOx y SO₂.

Diseñar para la sostenibilidad quiere decir que un objetivo claro del diseño es minimizar los efectos contaminantes del uso de la energía de tres modos:

Usar los principios del diseño pasivo para asegurar que el edificio necesita menos energía.

Complementar las fuentes de energía convencionales con las renovables como solar, biomasa, eólica, etc.

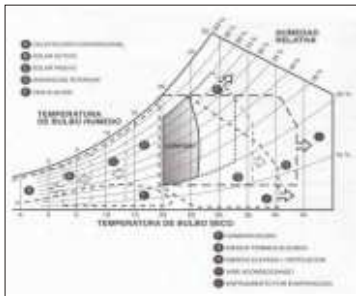
Donde sean empleados sistemas convencionales, especificar los tipos más eficientes y menos contaminantes.

En un edificio convencional, la cantidad de energía consumida para su uso (y su procedencia) continúa siendo el factor principal desde el punto de vista del medio ambiente. Aunque esta situación está cambiando al ser los edificios más eficaces energéticamente.

Materiales

Los criterios de selección de materiales y componentes incluyen el coste, la estética, el rendimiento y la disponibilidad. La especificación en el edificio de unos materiales y modos de ejecución medioambientalmente responsables, significa que se deben añadir consideraciones respecto a la energía empleada y el impacto local y global en el medio ambiente. Los efectos en el interior del edificio y los impactos medioambientales de distintas categorías de materiales son tratados en salud referente a materiales.

La elección de materiales y componentes tiene un rol importante en el rendimiento de la energía. La cantidad de energía empleada en ejecutar una estructura de hormigón es elevada, pero si está diseñada para utilizar calefacción y acondicionamiento solar pasivo, puede producir un ahorro de energía igual al consumo durante varios años. Otros componentes, como ventanas de baja-emisividad e instalaciones de iluminación y calefacción eficaces, son tan importantes para la eficiencia energética como para tener mayor importancia que el incremento del impacto de su manufactura y vertido.



Variables térmicas confort humano

Agua

El uso desprecupado del agua causa varios problemas medioambientales. Esto abarca el abastecimiento de agua para consumo en edificios y el tratamiento de superficies y aguas residuales en zonas edificadas.

Según la mayoría de los códigos de construcción casi toda el agua usada en un edificio debe ser potable. Se obtiene del entorno natural, a menudo reduciendo los niveles de agua subterránea. Su tratamiento precisa la construcción y puesta en marcha de plantas de tratamiento de aguas, con toda la utilización de materiales y energía que esto implica.

Después de su uso, el agua residual debe ser recirculada a través de las alcantarillas para ser tratada antes de ser devuelta, más o menos purificada, al medio ambiente.

Además, las superficies urbanas aceleran la eliminación del agua de lluvia, reduciendo la evaporación natural, causando la erosión del terreno en zonas naturales y en las orillas de las vías fluviales naturales. En condiciones de aumento del agua superficial se mezcla con agua residual, parcial o totalmente intratada, en los sistemas de alcantarillado

desbordándolos y descargando contaminantes en el medio.

Residuos

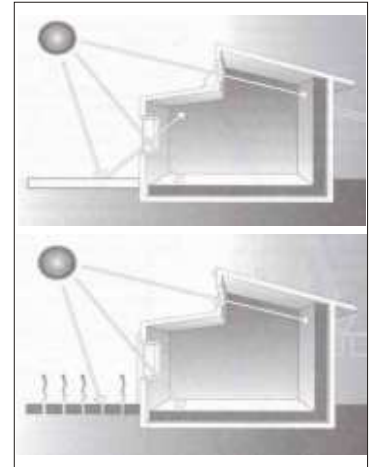
Los desperdicios de viviendas y comercios, la basura de la calle, escombros de la construcción, procesos industriales y otros residuos junto con los fangos de aguas residuales plantean importantes problemas medioambientales. Aunque los sistemas de tratamiento de aguas existentes en la mayoría de países europeos tienden a minimizar el impacto local, los vertidos finales tienen efectos significativos, incluyendo la contaminación de la tierra, de las fuentes de aire y agua a escala regional y global. Se deben tener en cuenta cuatro directrices para el sistema de gestión de residuos:

- reducir los residuos en su lugar de origen.
- clasificar los residuos.
- reutilizar o reciclar
- acumulación segura de los residuos

En el diseño puede contribuir a prácticas sostenibles, planificando un almacenamiento seguro y adecuado para los diferentes tipos de residuos. Esto es preliminar al reciclado o al almacenamiento seguro y eficaz.

Se deben tener en cuenta la generación de residuos en la fase constructiva. La reducción de los residuos mediante un cuidadoso tratamiento de los materiales, y la clasificación para su reutilización y reciclaje está dentro del área de control de los constructores.

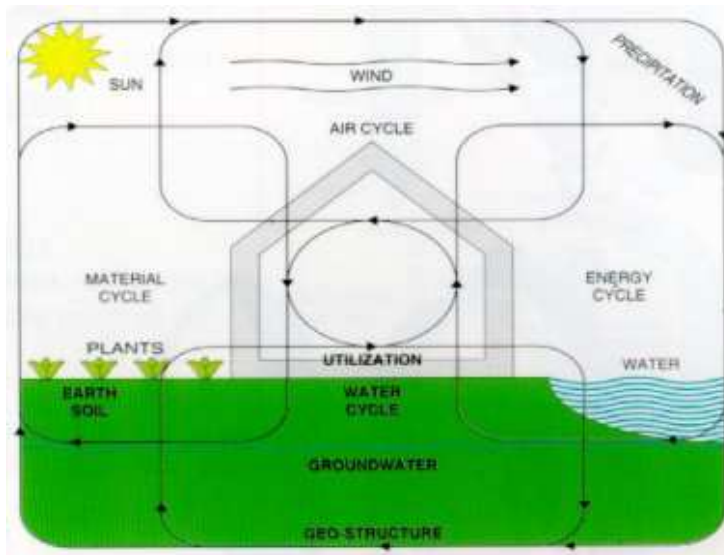
Sin embargo, el desarrollo de prácticas más sostenibles en relación con los residuos de la construcción y demolición depende fuertemente de la existencia de facilidades para su tratamiento y de un mercado de materiales reciclados.



Material Blanco: incremento radiación incidente
Material Oscuro: crea zona templada

Ruido

El incremento de proyectos de alta densidad junto con la mecanización y urbanización significa que el ruido es un serio problema en la mayoría de los asentamientos humanos en el mundo. Los efectos son locales más que globales, pero tienen un impacto significativo en la calidad de vida de las áreas afectadas. La exposición a niveles de ruido elevados pueden producir enfermedades relacionadas con la tensión y pérdida de oído. Las fuentes de ruido molesto están enumeradas en confort, calidad acústica.



Incorporación de residuos a los ciclos naturales



Planeamiento **Urbano**

La planificación urbanística es el resultado de la interacción de factores de tipo climático, económico, social, político, estratégico, estético, técnico y administrativo. Las decisiones tomadas en este campo tienen un impacto considerable en la sociedad en la calidad de vida del individuo y por supuesto en el entorno global.

La conservación de recursos energéticos y la eficiencia de estos a escala urbana es fundamental para la búsqueda integrada del desarrollo sostenible.

Por eso es fundamental tener en cuenta estas consideraciones, ya que la construcción de los edificios va a estar condicionada desde un principio por el emplazamiento y esto se decide en la urbanización. Se deben considerar los siguientes elementos:

Microclima

El clima urbano es diferente al del territorio circundante, existiendo una estrecha relación entre las formas y los espacios urbanos y es necesario tenerlos en cuenta para conseguir un diseño urbano que sea energéticamente eficiente.

A pequeña escala, los bloques de edificios residenciales pueden mejorar el microclima local, al situarlos de forma que actúen por ejemplo como: protección frente a la exposición excesiva al sol y al viento o para atenuar el ruido, mejorar la estética e incluso contribuir a disminuir la contaminación. Con las diferentes configuraciones se crean diferentes microclimas, que influyen en generar más o menos confort.

Temperatura

Las ciudades tienden a ser considerablemente más cálidas, típicamente, las temperaturas medias diurnas son de 1 a 2 °C superiores. Esto se debe a diferentes factores que contribuyen en conjunto al efecto de "heat island".

El calor generado por edificios, sistemas de transporte e industrias.

La utilización de materiales superficiales densos en suelos y edificios almacenan y conducen el calor más efectivamente que el suelo o la vegetación.

Los edificios impiden la circulación del viento, reduciendo su efecto potencial de enfriamiento.

Hay superficies impermeables, que permiten un rápido drenaje de agua y por tanto, atenúan el efecto de enfriamiento.

Viento

Los edificios y otras estructuras obstaculizan el flujo del viento por lo que el movimiento del aire en las ciudades tiende a ser más lento y además más turbulento. Se ha calculado que la velocidad del viento en una ciudad es la mitad de lo que es en mar abierto.

Luz solar

Los edificios y otras estructuras urbanas obstruyen en cierto modo la luz solar directa. Esto puede ser beneficioso o una desventaja dependiendo de los otros parámetros microclimáticos. En Canarias la exposición o protección del sol de verano puede ser lo más importante.

Calidad del aire

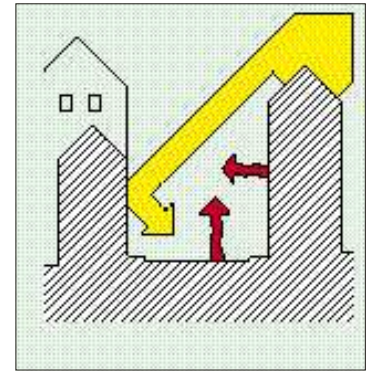
La contaminación atmosférica (CO, CO₂, SO₂, NO_x...) absorbe y dispersa la luz solar, reduciendo la radiación solar directa, pero incrementando la radiación difusa en días nublados. Por tanto debe tenerse en cuenta para el cálculo de las aplicaciones de energía solar y para la ventilación natural. Además, los contaminantes contribuyen a un deterioro más rápido de los materiales de construcción.

La contaminación del aire debe tenerse en cuenta tanto para evitar los efectos negativos, en el diseño y el uso del edificio y en la salud de los ocupantes, como para evitar que el propio edificio contribuya a aumentar esta contaminación. Para ello se debe tener en cuenta:

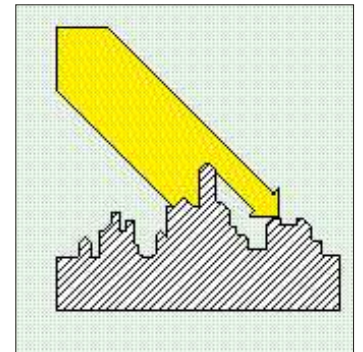
los vientos predominantes en la disposición y orientación de las calles. Colocar los edificios de manera que protejan espacios públicos, a menos que sea necesaria una refrigeración o dispersión de contaminantes atmosféricos.

utilizar las sombras existentes.

los efectos de los materiales de superficie a nivel del suelo. Piedra, ladrillo, hormigón y materiales similares con gran



Los Materiales densos almacenan e irradian calor



La trama urbana atrapa la ganancia solar

capacidad térmica forman un almacén de calor que puede contribuir a aumentar la temperatura del aire. El agua puede tener un efecto de enfriamiento por evaporación, al igual que la vegetación, mediante sombra o evapotranspiración.

Uso del suelo

El buen uso del suelo es uno de los factores que más importancia tiene en la planificación, va a condicionar enormemente el tipo de construcción a realizar y tiene una clara influencia en los factores que condicionan el microclima. Por ejemplo, la tendencia a la zonificación, separando las zonas de residencia, de las de trabajo y de las de ocio, tiene como consecuencia aumentar el uso del transporte y por tanto el incremento de los niveles de contaminación.

Para hacer un buen uso del suelo se deben tener en cuenta consideraciones como:

El desarrollo de construcciones residenciales próximas a escuelas, lugares de trabajo, comercios o centros sociales y de salud, reducen los viajes, permitiendo a los habitantes un acceso más fácil a sus tareas, y a los negocios como trabajadores y como clientes.

En una zona urbana debe haber una amplia mezcla de tipos de casas, para que se pueda encontrar una acomodación interesante desde el punto de vista del precio y de la situación a una distancia relativamente corta del trabajo. Este tipo de áreas puede atraer a un amplio rango de profesiones para el empleo local. Grupos de edades variadas pueden aumentar la demanda de ocio, transporte público y otros servicios.

Las zonas urbanas existentes deben formar parte de una infraestructura accesible, facilitando los servicios y las áreas de explotación. Reutilizar los vacíos urbanos existentes, disminuye los costos de servicio e infraestructura que supone urbanizar una zona nueva y, además, aumenta la cualidad medioambiental y estética en su vecindad inmediata.

Densidad

Generalmente, se argumenta que el desarrollo de estructuras urbanas sostenibles depende de la intensificación y renovación de la trama existente y la aplicación de principios bioclimáticos a todas las actividades que se lleven a cabo en el lugar. Sin embargo, hay argumentos para ambas situaciones, la de alta densidad y la de baja

Grandes densidades pueden significar menos consumo de energía en edificios, menos empleo de espacios verdes y mayor uso del transporte público. También puede tener beneficios socio-económicos. Por ejemplo, la supervivencia comercial de muchos servicios depende de una densidad de población relativamente alta para su clientela base, en definitiva servicios y accesibilidad más eficientes. Sin embargo, puede resultar en impactos negativos como la falta de espacios públicos o la contaminación.

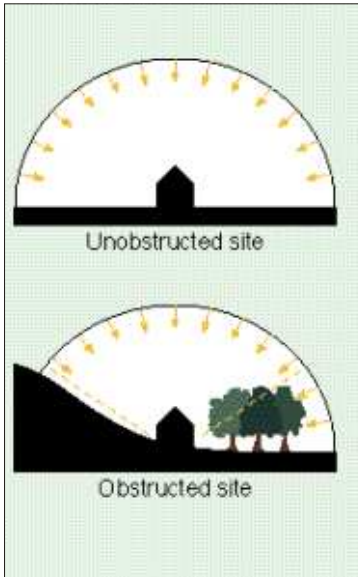
La baja densidad puede aumentar la calidad de vida, permite mayores viviendas y la posibilidad de trabajar desde casa, así como un jardín o espacio verde para plantar verduras o para el compostaje, pero también puede significar un uso ineficiente del transporte.

Cada ciudad debe ser evaluada individualmente por su propio carácter y en su contexto. No hay soluciones universales. Los edificios grandes o altos tienden a usar más energía en el interior, además tienen un impacto más importante e inmediato en el medio ambiente por la sombra, la turbulencia del viento y el resguardo de la lluvia. Reducir el tamaño y la densidad puede mejorar los microclimas pero incrementa los costos de inversión, y la vivienda, por ejemplo, se vuelve menos accesible a personas de renta baja.

Transporte

El uso del suelo, la densidad y los sistemas de transporte urbano dependen mucho unos de otros. Un transporte barato y una zonificación especializada del uso del suelo han favorecido sistemas de asentamientos dispersos. Estos obligan a los ciudadanos a realizar varios desplazamientos diariamente. El coche particular es el que más energía derrocha y la principal fuente de emisiones hoy en día, así que deben adoptarse medidas para reducir su uso.

En el planeamiento es muy importantes tener en cuenta, el acceso al transporte público y la implementación de zonas peatonales y carriles de bicicletas que encajen en los sistemas urbanos. Se considera una distancia adecuada a recorrer caminando hasta el transporte público, aproximadamente 400 m. Para ciclistas y peatones, los recorridos deberían ser continuos, razonablemente rectos y directos, y libres del tráfico principal, ruido o contaminación. Estos sistemas animan a ciclistas y peatones a moverse por los dos motivos: funcional y recreativo.



Efectos de la obstrucción a la disponibilidad de luz natural

Zonas verdes

Estos espacios, reducen la contaminación, además de tener una labor social, como espacios para juegos, jardines, parques públicos y espacios abiertos de múltiple función.

Las zonas verdes en un barrio pueden moderar los microclimas locales. La vegetación y el agua modifican la humedad del aire, la temperatura, el viento, el sol, el ruido y la contaminación. Una estrategia particularmente beneficiosa es conectar las zonas verdes con hábitats naturales mediante enlaces verdes lineales o circulares en una red de dimensiones ciudadanas. Estos enlaces pueden servir también para el libre movimiento de peatones, ciclistas y animales.

Los espacios de recreo y peatonales deben estar protegidos frente al ruido, el tráfico y la contaminación. Mientras que en los márgenes de las autopistas y de las zonas industriales se pueden mantener las zonas marginales no cultivadas que resultan igualmente efectivas para la protección de la flora y la fauna.

Agua y residuos

La correcta gestión de los residuos y la conservación del agua están muy relacionados. Un mal tratamiento de los residuos puede comprometer irremediablemente la calidad del agua, con consecuencias para la población.

El agua potable es un recurso a proteger en todo momento. Se debe evitar diseñar elementos de paisaje que se abastezcan directamente de la red de suministro público y también toda acción que pueda llevar a su contaminación.

Las políticas de diseño deben tener en cuenta, minimizar: la demanda de agua potable; la cantidad de agua residual a tratar mediante procedimientos mecánicos y la producción de residuos sólidos, particularmente los no clasificados. Reduciendo de esta forma los costos del suministro público de agua, de alcantarillado y de tratamiento de residuos.

Los sistemas de tratamientos de agua son fundamentales. Separar las aguas grises de las negras, para ser tratadas después en las depuradoras antes de enviarlas al mar. Además se deben tener sistemas que permitan separar el agua superficial de la residual para su posterior uso o favorecer su vuelta al subsuelo a través de tiras de suelos permeables y estanques recolectores.

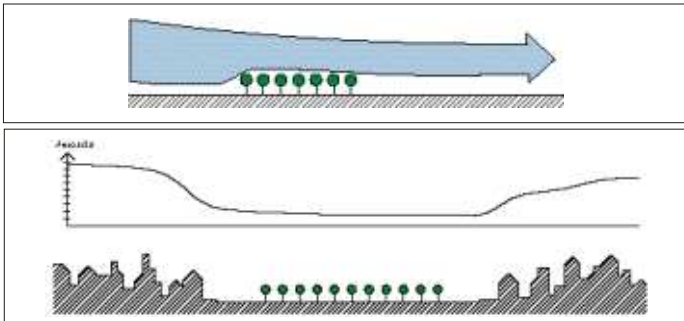
Se debe asegurar la correcta gestión de los residuos, favorecer la clasificación de estos para su reutilización, reciclaje o para el uso más coherente con el medio ambiente.

Para ello se deben implementar aquellos sistemas de recogida selectiva de residuos que más faciliten, esta labor a los ciudadanos.

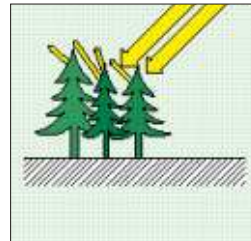
Energía

La eficiencia energética a escala urbana debe favorecerse a través de: el uso del suelo, la densidad, el transporte, el agua, los residuos y dos estrategias adicionales. La primera es garantizar que cada construcción nueva o restaurada minimiza la energía utilizada en su construcción y la que usará lo largo de su vida.

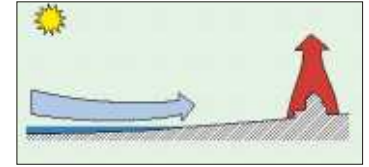
La segunda es usar fuentes de energía renovables, pero esto depende claramente del clima y las condiciones locales: la implementación de energías renovables como la solar térmica, la eólica, la de la biomasa, o la fotovoltaica pueden ser o no opciones viables.



Los cinturones de protección reducen la velocidad del viento
La vegetación absorbe o filtra los contaminantes



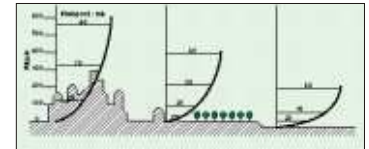
La vegetación modifica la temperatura del aire entorno al suelo



El efecto 'heat island'

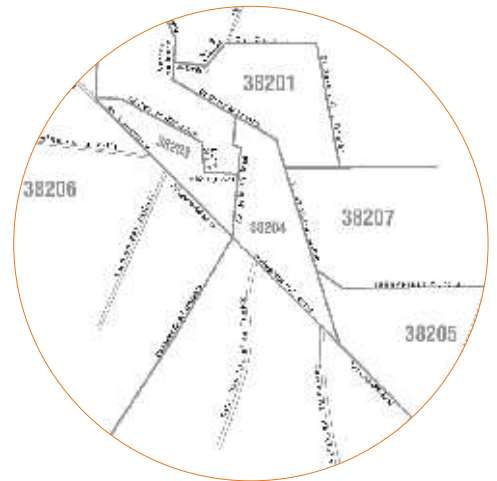


El movimiento del aire en las ciudades es más turbulento que en el campo



La velocidad del viento a una altura dada es inferior en las ciudades que en espacios abiertos

Planificación emplazamiento



'Un buen diseño debe explotar o manipular las características del lugar para reducir el consumo de energía en el edificio. El objetivo es crear las mejores condiciones posibles para el edificio y sus ocupantes, y la interacción más positiva con el medio ambiente en su extensión' (McNicholl, 1996).

La planificación del lugar involucra la evaluación de las características del mismo, muchas veces las características naturales, como por ejemplo el potencial para la instalación de energías renovables, son ignoradas frecuentemente.

Hay un mínimo de relaciones críticas a tener en cuenta: relación entre edificios, entre los edificios y la topografía del lugar; y la armonía general de comportamiento entre edificios, vegetación y las formas naturales y artificiales del terreno. Cuando se diseñan los espacios exteriores e interiores con características bioclimáticas, los edificios y los espacios entre ellos funcionan conjuntamente para regular el medio ambiente interno y externo, mejorando y protegiendo el lugar, así como los ecosistemas y la biodiversidad locales. Se deben considerar varios elementos:

Microclima

Se debes tener en cuenta el microclima de forma que: Este juegue a nuestro favor, para crear las condiciones óptimas en el edificio consumiendo la cantidad mínima de energía. A la vez que también interesa diseñar y colocar los edificios de tal manera que creen espacios exteriores agradables, para ser disfrutados por los ocupantes y viandantes.

Densidad

La cobertura, referirá al tamaño, de la obra se determina normalmente por la interacción entre los objetivos financieros y las ordenanzas locales. Se debe intentar preservar y reforzar lo máximo posible el paisaje y la topografía natural y cuando esto no sea posible, intentar asegurarse de que los nuevos edificios no comprometen las condiciones de las edificaciones cercanas, las calles y espacios urbanos. Se debe recordar que los grandes edificios, además de necesitar más energía para su construcción y uso, tienen un efecto más radical en el microclima local.

Transporte

Las rutas para peatones y bicicletas deben seguir el perfil del terreno con un gradiente máximo de 1:20. Los máximos absolutos son de 1:12 para peatones en distancias muy pequeñas o 1:14 para ciclistas en distancias no superiores a 30m. Al planificar las rutas, se pueden aprovechar los linderos, los miradores y la vegetación existente, para intentar asegurar que, los senderos están lo suficientemente concurridos o vigilados y los usuarios de éstos, seguros.

Los aparcamientos se deben tratar de integrar en el paisaje. Donde se necesite aparcamientos, éstos pueden integrarse en el paisaje general. Las zonas de aparcamiento no necesitan tener una superficie impenetrable, la utilización por ejemplo de bloques perforados o adoquines, permiten el crecimiento de vegetación y por tanto una mejor integración en el paisaje

Zonas verdes

Los jardines y otros espacios verdes proporcionan una relajación física y visual ante el cerramiento del edificio. Donde el espacio está limitado, se puede explorar opciones como: balcones, terrazas, jardines en azoteas o patios.

En las áreas residenciales, los jardines podrían ser utilizados para cultivar comestibles, separándolos en pequeñas parcelas destinadas a este fin.

Los espacios verdes deben diseñarse además para modificar las condiciones climáticas adversas, actuando de protección contra el viento, proporcionando sombra, como aislamiento contra el ruido y la contaminación.

Además se debe explotar al máximo al paisaje natural. Los árboles y la vegetación existentes deben ser protegidos y usados en conjunto con nuevas plantas para crear un microclima deseable. La vegetación natural y endémica tiene muchas ventajas, y la selección de las variedades correctas de árboles, arbustos y hierbas puede reducir enormemente los costos de mantenimiento. Se debe evitar planificar los jardines con estructuras que necesiten riego, y si no es posible prescindir de este, plantear el abastecimiento a partir de agua de lluvia almacenada o de aguas grises.

Plantas endémicas



Aparte de reducir significativamente los costos de mantenimiento, las plantas autóctonas también:

Permiten estabilidad y sostenibilidad del paisaje a largo plazo;

Incrementan la diversidad biológica;

Mejoran la recarga del acuífero por la mayor absorción;

Regeneran la capa orgánica del suelo por descomposición;

Reducen la erosión del suelo con sistemas radiculares de retención del mismo;

Reducen el encharcamiento al eliminar virtualmente las escorrentías;

Preservan y/o restaura las plantas y semillas existentes, manteniendo el material genético;

Mejoran la calidad del aire por la fijación permanente de carbono en el suelo;

Mejoran la calidad del agua al filtrarla y reducen la velocidad de las aguas superficiales;

Reducen los impactos generados en las labores de mantenimiento al eliminar o reducir los herbicidas, pesticidas y fertilizantes, emisiones de motores y riegos.

Aguay Residuos

Actualmente, la mayor parte de los lugares urbanizados tienen sistemas de recogida del agua de lluvia, que la canalizan al alcantarillado, esto suele conllevar que en condiciones de tormenta, el agua de lluvia mezclada con las aguas negras, rebosen el sistema de alcantarillado dando lugar a grandes corrientes de agua.

Favorecer un sistema natural de drenaje, disminuir las superficies impermeables como aparcamientos, accesos y pavimentos, favorecer el almacenamiento de esta agua para su posterior uso, todo esto ralentiza la escorrentía, reduciendo el daño a los terrenos anexos y a los sistemas de alcantarillado. El objetivo a conseguir es que tanta agua de lluvia como sea posible encuentre el camino de vuelta al suelo limpia.

Proveer facilidades de separación, almacenamiento y recolección de residuos sólidos donde sea posible. Los residuos orgánicos pueden compostarse para emplearlos en el paisaje local o, en áreas residenciales, para jardines particulares.

Energía

Se debe utilizar el diseño del edificio de forma que se minimicen las cargas de frío y de calor. El análisis detallado del lugar, y de los parámetros climáticos que afectan al edificio nos va a indicar la mejor posición y orientación del edificio, para tener un confort térmico y proporcionen una buena iluminación natural, de forma que se minimice el gasto energético asociado a estos.

Un uso adecuado del lugar para reducir las cargas de calor o frío en el edificio representa una de las grandes oportunidades en el diseño de la obra. La mejor posición para la construcción se encuentra evaluando las demandas interiores del edificio en relación con los datos recopilados en el curso del análisis detallado del lugar. La orientación ideal para un diseño solar pasivo es una fachada principal orientada al sur. En edificios residenciales, grandes ventanas en la fachada sur permiten al sol penetrar en el edificio en invierno y las aperturas en la fachada norte pueden reducirse al mínimo.

En edificios no residenciales la luz natural ganada por grandes ventanas en la fachada norte puede equilibrar las pérdidas de calor a través de ésta y debe prevenirse el sobrecalentamiento sombreando las fachadas sur. En esos edificios las ventanas en las fachadas este y oeste son frecuentemente la causa del sobrecalentamiento y son difíciles de sombrear de forma eficiente. En ambos casos es prudente colocar los edificios en la zona con más horas de sombra durante la estación cálida. Las pendientes orientadas al sur reciben más sol que un suelo inclinado al norte. Colocar los edificios más altos al norte, de manera que no le den sombra a los bajos. Cuando se evalúe la ganancia solar potencial, tener en cuenta cualquier sombra o sombra parcial de los árboles, y la radiación térmica de los edificios, muros y superficies adyacentes.

La topografía del lugar afectará a la velocidad y dirección del viento. En muchas zonas, el viento sopla predominantemente en una dirección y el diseño debe intentar evitar o reducir esto sin reducir la ganancia solar. La velocidad y dirección del viento se pueden modificar por nuevas formas del terreno, estructuras y vegetación y la forma

de los edificios individuales puede diseñarse para bloquear o desviar el viento

Para obtener el confort térmico, es primordial favorecer la refrigeración, orientar adecuadamente el edificio, usar las ventanas para minimizar el sobrecalentamiento solar y aprovechar cualquier sombra existente. Pero no se debe olvidar las necesidades de luz diurna. Los colores pálidos son más efectivos para reflejar la radiación solar y, consecuentemente, mantener las temperaturas superficiales, pero pueden provocar deslumbramientos. Para enfriar, lo mejor es minimizar el uso de absorbentes de calor y materiales reflectores junto a los edificios y/o protegerlos de la radiación directa.

Usar vegetación en forma de árboles o enredaderas, y plantar tapizantes favorecerán la bajada de temperatura gracias a la sombra y la evapotranspiración. Se debe considerar también el uso de agua para refrigerar por evaporación.

En la estación fría, será útil dirigir el flujo predominante de viento usando la forma del edificio, la vegetación y la topografía para canalizar rachas frías, ya que los edificios suelen tener una baja inercia térmica y se enfría con relativa facilidad.

Ventilación

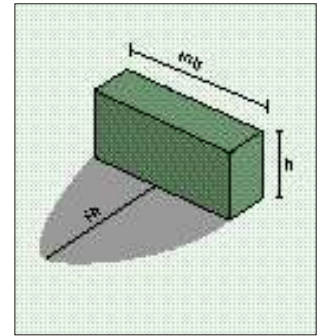
Se puede ver limitada por la calidad del aire o por el ruido, en caso que no existan estos limitantes se debe tener en cuenta como uno de los principales factores a utilizar para conseguir el confort térmico.

El sonido es reflejado por los objetos circundantes y las superficies duras. Se reduce mediante distancia y barreras (como muros, edificios y arceles de tierra), y se absorbe en cierto grado por superficies blandas en suelos y paredes.

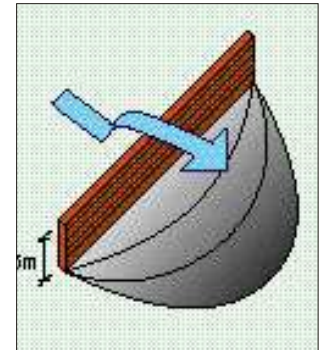
Los árboles pueden tener una doble función en este aspecto. Cinturones de protección densos actúan como barreras de sonido y, además, absorben CO₂ y pueden eliminar hasta un 75% de polvo, plomo y otras partículas del aire.

Luz natural

La cantidad disponible de luz natural en el edificio se verá afectada por el emplazamiento de las construcciones en el terreno, la cantidad de sombras, los acabados externos y el paisaje. Las superficies claras en el suelo y edificios vecinos incrementarán la cantidad de luz disponible en el interior. También la posición de los árboles en relación con los edificios debe considerarse cuidadosamente, porque reducen la transmisión de luz.



Barrera sólida: máxima zona resguardada



Áreas de resguardo calculadas tras un cortavientos permeable





Forma de la edificación

El diseño del edificio resulta de un proceso complicado, en el que se tienen en cuenta las consideraciones funcionales, técnicas y estéticas. El viento, la radiación solar, la calidad del aire y las condiciones de ruido definirán la relación del edificio con el exterior y afectarán a la forma y diseño de la cubierta externa. Estrategias bioclimáticas para favorecer el confort térmico, el aprovechamiento de la luz natural y el control energético deben ser consideradas como prioritarias por el arquitecto. Simplemente con la forma y orientación correctas se puede reducir el consumo energético un 30-40% sin costos adicionales.

Es importante determinar desde un principio la forma y la distribución espacial, ya que los cambios una vez que el edificio está construido son difíciles si no imposibles y muy costosos. Por ello se debe zonificar y orientar los espacios, en plano, teniendo en cuenta sus necesidades de calefacción, refrigeración, iluminación y ventilación, de manera que se minimice la demanda energética del edificio.

Los espacios que requieran calefacción continua se colocaran de forma que su fachada quede orientada al sur, de manera que puedan beneficiarse de la ganancia solar y protegerlos del norte con espacios que no la necesiten. Para un rendimiento óptimo del calor solar pasivo, luz natural y enfriamiento natural, los espacios de ganancia de calor deberían estar todos orientados como máximo a 15° del sur directo.

Por otro lado, los espacios que necesitan enfriamiento deben localizarse en las fachadas norte. Los espacios donde la luz natural es importante deben poder disponer de paredes que den al exterior o a la azotea de la edificación. Para la ventilación natural, la profundidad y sección del edificio son críticos.

Conseguir estos objetivos para cada espacio, mientras se satisfacen igualmente las demandas funcionales habituales de cada edificio no es fácil e influye significativamente en su forma. En términos de calefacción y enfriamiento, el diseño óptimo de un edificio es el que pierda una cantidad mínima de calor en la estación cálida y gane un mínimo en la estación fría. Esto, evidentemente, variará en función de la zona climática en la que se localice el edificio.

Un edificio alargado en su eje este-oeste expone una mayor superficie al sur, ganando un máximo de calor en los meses de invierno, y las caras este y oeste pequeñas, para una máxima ganancia de calor en verano. La fachada sur de un edificio recibe por lo menos el triple de radiación solar en invierno que la este y oeste. En verano, la situación se invierte. Tanto en invierno como en verano, la cara norte recibe muy poca radiación. Consiguientemente, un edificio alargado en su eje este - oeste representa la mejor opción en cualquier clima para minimizar los requerimientos de calefacción en invierno o de enfriamiento en verano, pero la extensión de este alargamiento dependerá del clima.

Las unidades anexas como viviendas adosadas o casas terreras son las más eficientes porque por lo menos dos de sus muros son externos, existiendo la oportunidad de ventilación cruzada. Para un determinado tamaño del terreno, los apartamentos usan menos energía que las casas terreras, éstas a su vez, consumen menos que las parcialmente aisladas y, por último, las viviendas aisladas son las que más consumen. Dos elementos formales usados frecuentemente en edificios convencionales, el espacio solar y el atrio, pueden ser de gran utilidad en el diseño solar pasivo.

En edificaciones de uso familiar, crear pequeños invernaderos domésticos utilizando fachadas o balcones acristalados, ha demostrado ser un elemento práctico y versátil de calefacción solar.

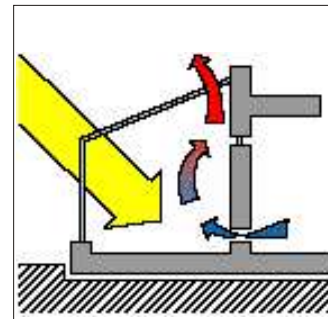
El atrio tiene el poder de transformar funcional y climatológicamente un espacio que podría ser considerado como un lugar sin importancia y sin vida en un lugar confortable, ameno y funcional, útil para todo tipo de desarrollo. Por esta razón, el recubrimiento de espacios abiertos entre edificios utilizando techos acristalados se ha convertido en algo habitual, pero la demanda de explotación para reducir la calefacción, el enfriamiento o la iluminación tiende a pasarse por alto. Un atrio correctamente diseñado mejorará el confort interior y reducirá el tiempo de amortización (3.40).

La mayoría de los edificios, pasan tanto una estación cálida como una fría, por lo que tienen que tener algún sistema de ajuste que le permita cambiar las condiciones. Además, en muchos sitios las condiciones de microclima crean sus propios conflictos, como por ejemplo una exposición severa a los vientos en la fachada sur. Además, en los terrenos reducidos, las dificultades en los límites de los mismos o las normas locales pueden añadir restricciones de diseño para conseguir una respuesta óptima al clima.

Finalmente, las consideraciones energéticas por sí solas nunca pueden determinar la forma del edificio, hay que diseñar de manera flexible y adaptable para facilitar la reutilización en el futuro, pero no hay que olvidar que también en términos de impacto ambiental, la expresión "lo pequeño es bonito" es una guía útil. Donde el enfriamiento es la necesidad dominante, deben aplicarse las siguientes estrategias:

Baja proporción de superficie frente a volumen;

Reducción de la superficie orientada al sol;



Un espacio solar afectará a la energía solar y reducirá la pérdida de calor

Previsión de salientes, arcadas, celosías y marquesinas para dar sombra a la cubierta del edificio ;

Aislamiento de la cubierta del edificio, particularmente el techo;

Control de la ventilación e infiltración cuando las temperaturas exteriores del aire son altas;

Provisión de chimeneas solares para favorecer la ventilación de pila donde las temperaturas externas sean lo suficientemente frías;

Colocación de aperturas en las caras en sombra del edificio o de manera que capturen los vientos predominantes.;

Uso de espacios amortiguadores en las fachadas sur;

Uso de la masa térmica para almacenar el calor producido por ganancia solar de esta manera se reduce el sobrecalentamiento interior.

Uso de patios para formar reservas de aire frío cerca de los edificios e introducir luz natural a los niveles inferiores del edificio;

Uso de agua para enfriamiento por evaporación.

Cerramiento

El rendimiento energético de un edificio esta relacionado directamente con el diseño del cerramiento. Un cerramiento bien diseñado y construido debe soportar el viento, la humedad y la lluvia, permitir la entrada de luz y aire, conservar el calor y proveer seguridad e intimidad. Además, el cerramiento debe permitir aprovechar los efectos del clima, captar y almacenar calor, redireccionar la luz, redirigir el viento y favorecer la producción de energía en los sistemas de producción de energía instalados en él.

Aparte de las aperturas de ventilación que debería tener, las áreas opacas de paredes, suelos y techos son elementos estáticos. Incluyen funciones térmicas como calefacción y enfriamiento mediante resguardo y aislamiento y reduciendo los bajones bruscos de temperaturas gracias a la masa térmica, así como funciones acústicas y de producción de energía.

Los elementos acristalados del edificio deben ser dinámicos para responder a cambios de corta o larga duración en las condiciones internas y externas favoreciendo la calefacción mediante el uso controlado de la captación solar y enfriamiento mediante sombras y ventilación. Además de cumplir con funciones básicas como iluminación con luz natural, permitir vistas y comunicación con el exterior.

Estrategias sostenibles para el diseño del cerramiento

Adaptarse a la orientación. El mundo entorno a la edificación no es simétrico. Modificar el recubrimiento para responder a los problemas y oportunidades presentados por diferentes orientaciones de las fachadas.

Mantener caliente el material de construcción. Colocar el aislamiento tan cerca como sea posible de la cara exterior del recubrimiento. Esto le permite contribuir a la masa térmica del edificio y ayuda a equilibrar las fluctuaciones de temperatura internas y externas, aumentando la temperatura radiante del interior.

Diseño perdurable. Tener en cuenta las especificaciones para asegurar la larga vida y el bajo mantenimiento, a la vez que para minimizar el uso de energía y materiales a lo largo de la vida del edificio.

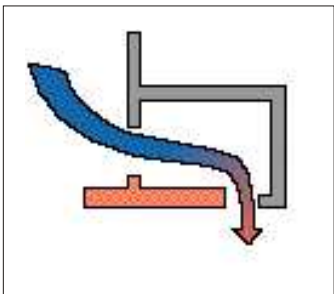
Simplificar. Hacer lo posible desde el punto de vista arquitectónico antes que proveer a las instalaciones de sistemas de afinado para el control del medio ambiente interno.

Elementos macizos y opacos

Los elementos macizos del cerramiento del edificio pueden llevar a cabo funciones tanto de calentamiento como de enfriamiento mediante el uso de la masa térmica, aislamiento y protección del ambiente interno de las infiltraciones de aire.

Calefacción y enfriamiento

Tanto para funciones de calentamiento como de enfriamiento, las propiedades térmicas de una pared opaca pueden ser controladas por:



Colocar aperturas para capturar los vientos predominantes

Conductividad térmica y capacidad de almacenamiento térmico de material masa térmica.

Aislamiento térmico.

Buen acabado de los detalles.

Masa térmica

Una alta masa térmica es deseable para estabilizar las temperaturas diurnas y para refrigeración nocturna, pero puede incrementar los costos de calefacción;

La masa térmica se incrementa maximizando la superficie, el incremento de la anchura es relativamente poco efectivo;

La masa térmica no debe ser aislada térmicamente del aire que circula (por ejemplo, bajo un suelo levantado o sobre un falso techo);

Debería proveerse sistemas de enfriamiento nocturno seguros y controlables donde se pretende emplear la masa térmica para moderar las temperaturas diurnas.

Paredes

Los materiales de las paredes pueden clasificarse en términos de baja o alta masa térmica. Por ejemplo, las construcciones de ladrillos tienen buenas cualidades de inercia térmica, que reducen la respuesta del edificio a cambios en las condiciones externas y limitan las oscilaciones de temperatura interna. Los ladrillos de arcilla, bloques de hormigón y la tierra compacta son ejemplos de buenas cualidades de masa térmica.

La construcción con baja masa térmica consiste en estructuras de madera o acero y paneles de revestimiento ligeros. Esto permite una rápida respuesta térmica a los cambios en las condiciones externas y produce grandes oscilaciones de temperatura. La construcción con marcos de madera, que es un ejemplo de este tipo, se está extendiendo y aceptando cada vez más, prestándose para altos niveles de aislamiento.

En edificios ocupados por el día, la masa térmica absorberá calor durante el día y lo soltará durante la noche, reduciendo los picos en las temperaturas diurnas. El confort térmico depende tanto de la temperatura radiante media como de la temperatura del aire, y la temperatura superficial de los elementos térmicos masivos será inferior que los picos de la temperatura del aire, contribuyendo a aumentar el confort.

Suelos

Los suelos de madera tienen menos energía interna que los suelos de hormigón, una capa de hormigón, siempre que no esté cubierta con un acabado ligero, puede actuar como almacenamiento térmico.

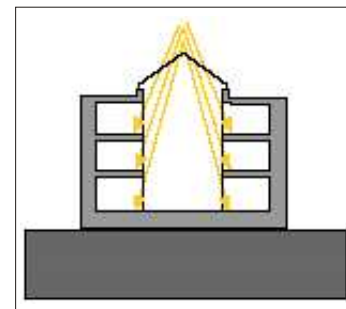
Aislamiento

Los muros, techos y otras partes opacas de un edificio tienen que tener un aislamiento térmico, tanto para reducir la pérdida de calor como para mantener las superficies internas a una temperatura superior que la que sería de no existir el aislamiento, de esta manera se aumenta los niveles de confort.

Reducir las pérdidas de calor incrementando los niveles de aislamiento es la medida de conservación más efectiva, pero no hay que olvidar que la ley de rendimientos decrecientes tiene aplicación en el espesor del aislamiento. Por ejemplo, los ahorros conseguidos al aumentar el espesor de 4 a 6 cm es comparable a los ahorros cuando se pasa de 6 a 12 cm.

Muros

El aislamiento debe colocarse en la parte externa de un muro, en la interna o dentro del muro, sin alterar las propiedades generales del aislamiento. Los patrones de ocupación, el tiempo de respuesta del sistema de calefacción y sus controles, así como la masa térmica ideal del edificio determinarán la posición apropiada.



Captación solar por el atrio

Aislamiento interno

El aislamiento interno separará del espacio a la masa térmica de las paredes, y reduce el tiempo de respuesta y la energía requerida para mantener la habitación en los niveles de confort. Debe existir masa térmica disponible en otros elementos, que amortiguarán las fluctuaciones de temperatura. De otra manera, la aplicación sólo es apropiada para edificios calentados de manera intermitente.

La desventaja del aislamiento interno es que es propensa a determinados problemas como los puentes térmicos o la condensación.

Aislamiento externo

Una mayor capacidad térmica interna disponible como resultado de localizar el aislamiento en el exterior del edificio significa que se reducen las fluctuaciones en la temperatura del aire, pero el espacio tardará más en calentarse y enfriarse. De esta manera, la aplicación es más apropiada para edificios calentados continuamente

Aislamiento de cavidades

El aislamiento de las cavidades de las paredes es una manera estándar de construcción. La cavidad puede ser aislada parcialmente o completamente, dependiendo de los detalles de la construcción y del clima. El aislamiento de la cavidad hace posible cierta inercia térmica en el interior de la pared y reduce sensiblemente el riesgo de condensación en el edificio. También reduce el problema de los puentes térmicos.

Techos

La posición del aislamiento en el techo ofrece ventajas y desventajas similares a las mencionadas en los muros

Los tejados inclinados están aislados generalmente justo sobre el nivel del techo, dejando el espacio del ático sin calefacción (si no está ocupado). Este espacio está bien ventilado para que el riesgo de condensación sea bajo. El aislamiento puede mejorarse fácilmente añadiendo otra capa.

Los tejados planos pueden ser de dos tipos: el sistema de tejado frío se ventila encima del aislamiento, mientras que el de tejado caliente, la capa aislante está inmediatamente debajo el recubrimiento del tejado y no está ventilada. El tejado caliente se recomienda y tiene menores riesgos de condensación, pero al igual que el aislamiento externo, las capas del acabado en el límite del aislamiento estarán sujetas a grandes fluctuaciones de temperatura, así como a estrés térmico y movimiento.

Pisos

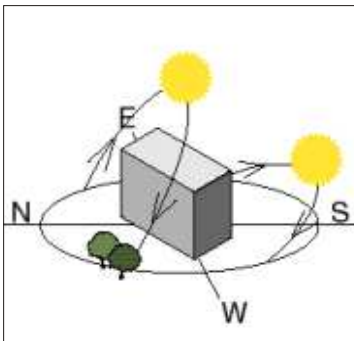
Las pérdidas de calor a través del suelo no son constantes en toda el área del suelo, siendo mayor en los bordes, por ello, aislar los bordes del piso tendrá un efecto igual de bueno que aislar todo el piso y para el cálculo del valor térmico para el piso debe tener en cuenta tanto el tamaño como las condiciones del borde del piso. Además en el calculo, el acabado del suelo se considera como la combinación de los espacios de aire y el aislamiento general sobre la estructura del suelo.

Elementos traslúcidos

Calefacción

Los materiales de aislamiento transparentes pueden admitir luz natural pero sin la pérdida de calor asociada a las cristalerías tradicionales. Además, su composición permite ganancia solar útil, pero se debe tener cuidado para evitar problemas de sobrecalentamiento.

Luz natural



Respuesta a la orientación

Los materiales de aislamiento transparente colocados en lugar del cristal en una estructura convencional pueden reemplazar a las ventanas tradicionales donde haga falta luz pero no visión. Hay varias categorías de aislamientos transparentes, y la transmisión de luz varía de un 45-80% con una reducción de aproximadamente un 8% por cada hoja protectora de cristal empleada. Los valores de aislamiento térmico son mucho mejores que para el cristal

Elementos transparentes

En el diseño de cristaleras y ventanas se han realizado grandes avances técnicos en los últimos años, gracias a la aparición de nuevos materiales. Actualmente, es posible especificar el diseño de una cristalera para lograr determinados requerimientos de captación y conservación de calor, transmisión de luz y dirección de ésta.

Un buen diseño de ventanas significa encontrar un equilibrio entre funciones opuestas, como por ejemplo, permitir ganancia solar pero evitar un calentamiento solar excesivo, proveer suficiente luz solar sin excesos, permitir ventilación controlada dentro del edificio sin provocar mucho ruido y permitir contacto visual con los alrededores garantizando la necesaria privacidad y seguridad.

Calefacción

La ganancia o pérdida de calor, mediante ventanas correctamente orientadas es el método más simple y frecuentemente el más efectivo de la arquitectura bioclimática. El diseño y orientación de las cristaleras debería optimizar la ganancia solar útil y minimizar las pérdidas de calor durante la estación fría.

Al diseñar zonas acristaladas debe establecerse un equilibrio entre calefacción, ventilación y luz natural.

Aislamiento térmico

El cristal es un mal aislante térmico. Existen varias maneras sencillas de disminuir la pérdida de calor a través del acristalamiento:

- doble-acristalamiento (dos hojas de vidrio separadas por una capa de aire) es el acristalamiento de eficiencia energética más comúnmente especificado.

- una capa de baja-energía en el vidrio disminuye la pérdida de calor por radiación a través del cristal; es caro pero su especificación debe ser racionalizada exclusivamente en base al confort.

- los gases como el argón y el kriptón pueden ser sustituidos por el aire de la cavidad para una mayor disminución de las pérdidas de calor por convección de las hojas de vidrio;

- están siendo desarrollados dobles acristalamientos en los que se extrae todo o parte del aire.

Además de la calidad de la conductividad térmica del vidrio, la energía se pierde alrededor y a través de la ventana por filtración y radiación. Las ganancias y pérdidas por filtración equivalen al 39% de la pérdida o ganancia del vidrio en sí mismo. Marcos bien fijados y juntas herméticas reducirán estas pérdidas y ganancias por filtración.

Enfriamiento

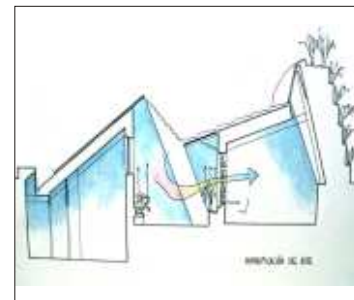
El sobrecalentamiento en la estación calurosa es uno de los problemas más graves relacionados con el diseño de las ventanas. Las principales técnicas de enfriamiento pasivo incluyen el empleo de elementos de sombras y ventilación.

Elementos de sombras

La forma más efectiva de reducir la ganancia de calor es la prevención mediante el uso de elementos de sombra. Existe una amplia y creciente gama de elementos de sombras disponibles en arquitectura, que incluyen persianas, contraventanas, lamas y elementos estructurales o añadidos.

Si no fuera posible la utilización de sombras en el exterior, entonces cuanto más cerca se coloque el elemento de sombra del exterior de la construcción, mejores resultados ofrecerá. Asimismo, se considerará la utilización de plantas

Los elementos de sombra pueden ser clasificados como fijos o móviles y externos o internos. Salientes, logias y arcadas



Esquema de refrigeración para vivienda unifamiliar

son ejemplos de elementos de sombra fijos utilizados principalmente, como proveedores de sombra contra el caluroso sol del mediodía en verano. Lamas y salientes pueden ser fijados directamente en la fachada. Estos sistemas, si bien mantienen el paso del aire, tienen la limitación de proveer sombra apropiada sólo algunos días en determinadas estaciones, además limitan la entrada de luz en otras épocas del año en las que natural sería beneficiosa.

Las contraventanas se incluyen entre los elementos de sombra más comúnmente utilizados. Las persianas aislantes son una buena opción de eficiencia energética. Lamas controladas manual o eléctricamente, pueden proveer de óptimos niveles de luz durante todo el año. Las cortinas externas semitransparentes, opacas o reflectivas han probado ser efectivas para las grandes áreas de acristalamiento. Algunos sistemas de sombra han incorporado paneles fotovoltaicos que cumplen además la doble función de generar electricidad.

Ventilación

El aire de ventilación puede ser suministrado de manera natural, artificial o bien a través de un sistema híbrido que contenga ambos elementos. La ventilación natural es la generada por el viento o por corrientes ascendentes causadas por la diferencia de temperatura entre el aire del interior y el del exterior. Para forzar la ventilación cruzada debe haber ventanas o rejillas de ventilación en los lados opuestos de la construcción, sin grandes obstáculos al paso del aire entre ellas. Una configuración de planta abierta sirve bien a este propósito.

Los edificios, con un buen diseño de ventilación natural, son generalmente poco profundos, con distancias entre fachada y fachada (o atrium) no superiores a cinco veces la altura de la habitación. En habitaciones con una única pared para la ventilación, ésta será efectiva sólo con una profundidad de dos veces la altura de la habitación. En estas habitaciones se necesitan alturas mayores que para las de construcciones mecánicamente ventiladas. El espacio libre obtenido al no necesitar conducciones en el techo y suelo contrarresta el incremento de altura requerido.

Las rejillas de ventilación deben estar dispuestas de manera que eviten las corrientes de aire frío. A este respecto, varias lamas de ventilación en la parte alta de las ventanas ofrecen mejor solución que una única ventana abierta. Existen láminas autoreguladas que suministran un flujo constante de aire independientemente de la velocidad del viento en el exterior. Asimismo existen rejillas de ventilación que atenúan el ruido del exterior aunque ofrecen mayor resistencia al flujo.

El aire durante la noche es significativamente más frío que durante el día, por eso la ventilación nocturna puede ser utilizada en combinación con masa térmica para enfriar. Para ello debe existir un buen contacto entre el flujo de aire de ventilación y la masa térmica. Las ventanas o rejillas de ventilación que se utilicen para suministrar ventilación nocturna no deben suponer ningún riesgo en la seguridad y la duración del enfriamiento debe estar controlado con el fin de evitar un súper enfriamiento, que pudiera ocasionar una sensación de no confort.

Luz natural

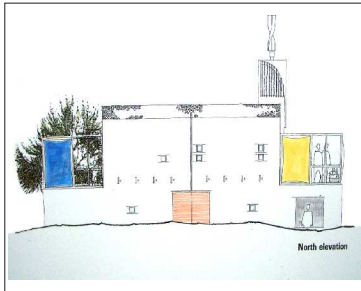
La iluminación artificial supone un 50% de la energía utilizada en oficinas y una proporción importante de la utilizada en otros edificios no residenciales. En los últimos años, el uso de la luz natural junto con iluminación de alto rendimiento significa que se podría alcanzar fácilmente un ahorro del 30-50%, y sólo en algunos casos se podría llegar al 60-70%.

La iluminación natural no solo supone un ahorro importante de energía, sino que además los espacios iluminados de manera natural son más atractivos. En general los requerimientos de luz natural dependerán de la función del edificio, las horas de uso, el tipo de usuario, requisitos de vistas, necesidad de privacidad y requisitos de ventilación, así como objetivos medioambientales y de energía.

Ventanas

Se debe considerar la profundidad del edificio, edificios poco profundos proporcionan más oportunidades para iluminación natural (al igual que para ventilación y refrigeración natural) que los profundos.

El nivel de iluminación natural en un punto de la habitación depende en gran medida del espacio de cielo visible a través de la ventana desde ese punto. Por tanto, la colocación de un área significativa de acristalamiento cerca del techo resulta beneficioso desde el punto de vista de la iluminación natural. Por ejemplo, ventanas altas y estrechas proporcionarán mejor distribución de luz en una habitación que una ventana baja y ancha. Para habitaciones situadas en las esquinas de un edificio o un ático, las ventanas dispuestas en más de una fachada o tragaluces en el techo



Orientación al norte para refrigerar en vivienda unifamiliar

mejorarán la distribución de la luz natural.

La forma y tamaño de la ventana dependerá de factores como la profundidad de la habitación y la orientación de la ventana. Las ventanas altas aseguran una buena penetración de la luz en la zona trasera, las anchas ofrecerán mejores vistas. Con frecuencia, la ventana está dividida para cubrir diferentes demandas, la parte baja puede suministrar vistas y la parte superior para los requerimientos de iluminación. Incluso pueden ser dotadas de elementos de sombras por separado.

Los tragaluces son una fuente de iluminación natural altamente eficiente en los edificios de poca altura y en los áticos de los edificios

Sistemas de iluminación natural y dispositivos

Estos dispositivos se utilizan para distribuir la luz de una manera más equitativa y uniforme. Están diseñados para reflejar la luz hacia el techo y de ahí al fondo de la habitación, de esta manera se reduce el nivel excesivo de luz en las cercanías de las ventanas; y se ahorra energía. Además la capacidad de adaptación del ojo es mucho mayor en condiciones de iluminación uniforme, siendo menor la necesidad de luz artificial. Las repisas de luz y las persianas reflectantes son los sistemas más comúnmente utilizados.

Otros ejemplos son:

sistemas pasivos por ejemplo: láminas, estructuras reflectantes, películas, prismas, cristales con dibujos, paneles cortados por láser

sistemas guiados por ejemplo: hologramas, heliostatos.

Algunos de los sistemas más complejos no sólo están diseñados para dar sombra a la parte frontal de la habitación, sino que además aumentan los niveles de iluminación en la parte trasera.

Un buen diseño de la luz del cerramiento depende de:

posición, forma y dimensiones de las aperturas;

características de los materiales de acristalamiento;

posición, forma y dimensiones de las sombras.

Sombras

Los elementos de sombra móviles son más efectivos que los fijos, se pueden utilizar cuando es necesario disminuir la ganancia solar, y cuando esto no sea necesario, su no utilización permitirá la entrada de luz natural. La luz solar directa puede ser una característica atractiva para la habitación (particularmente en invierno), pero puede no ser agradable si cae de lleno en los ocupantes o en las mesas de trabajo. Las persianas venecianas pueden ser utilizadas para reflejar la luz del sol hacia el techo, evitando así la incomodidad debida a la luz directa y consiguiendo al mismo tiempo una mejor penetración de la luz.

En el diseño de áreas acristaladas hay que prestar atención a:

tamaño y orientación de la ventana

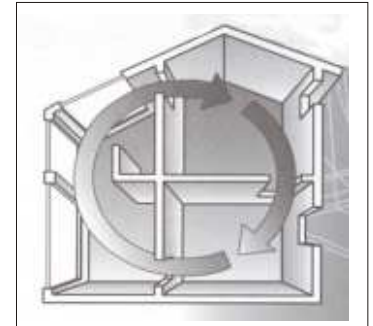
tipo de acristalamiento

tipo de marco y fijarse en las uniones para prevenir infiltraciones

control solar;

correcto aislamiento;

ventanas practicables, contribuyen de forma importante a la satisfacción de los ocupantes



Almacenamiento y distribución del calor

Cuando la luz en las ventanas presenta problemas, se podría considerar las rejillas de ventilación practicables tanto colocadas en elementos opacos como formando parte de una ventana. Con un control del flujo del aire, mosquiteras y pantallas contra el polvo, se puede proporcionar soluciones relativamente baratas cuando el ruido o la contaminación del aire crean condiciones no deseables.

Los paneles opacos practicables pueden favorecer la tasa de ventilación en verano mientras que se evita el exceso de superficies acristaladas.

Aislamiento

Las contraventanas aislantes que se cierran con la oscuridad pueden ser de utilidad para reducir la pérdida de calor. Con la creación de una cámara de aire estanca entre las contraventanas y los cristales se aumenta la efectividad, pero pueden ser difíciles de conseguir. Las contraventanas externas son preferibles; las internas pueden conducir a la condensación en el cristal durante condiciones de frío o, si se dejan cerradas mientras les da el sol, provoca estrés térmico que pueden llegar a romper el vidrio. Sin embargo, el manejo de las contraventanas externas no es fácil; con un tiempo frío los ocupantes no desean abrir las ventanas para cerrar las contraventanas. Las contraventanas pesadas en el interior pueden solucionar este problema, pero también puede interferir con la entrada de luz durante el día

Elementos de Producción de Energía

Elementos de Producción de Energía fotovoltaica

Actualmente, los revestimientos de fotovoltaica son viables aunque todavía su coste es elevado. Durante los últimos diez años el coste de la producción de electricidad con este método se ha reducido a la mitad y se ha duplicado su rendimiento. Los paneles pueden ser colocados en el tejado o en las paredes de los edificios. La integración de los paneles de fotovoltaica con los sistemas de revestimiento convencionales es relativamente sencillo. A medida que sube la temperatura, baja el rendimiento, así que los paneles son más efectivos como una impermeabilización sobre el aplacado con una cavidad de ventilación, que como revestimiento en si.

Los tejados de fotovoltaica, en los que los paneles mismos sirven como tejas, ofrecen diversas soluciones.

La integración en fachadas, de panelas fotovoltaica, e incluso como parte de la estructura del edificio, paredes, tragaluces, cubiertas es posible gracias a paneles de tipo cristal-cristal.

Paneles de solar térmica

Un panel solar típico consiste en un colector situado entre un aislante y un frontal acristalado. Entre los paneles hay tuberías por las que el agua es bombeada. La orientación óptima es hacia el sur en los tejados y paredes. La inclinación óptima depende de la aplicación. Para agua caliente el ángulo con la horizontal debe ser igual al de a latitud del lugar, en canarias 28°, para hacer buen uso de la energía de la mayor altura del sol en verano. Para calefacción espacial un ángulo mayor de inclinación es mejor, ya que el sol está más bajo en el cielo durante la temporada de calefacción. El paso del sol no es la única consideración para elegir la inclinación del colector, la radiación difusa del sol también es importante.

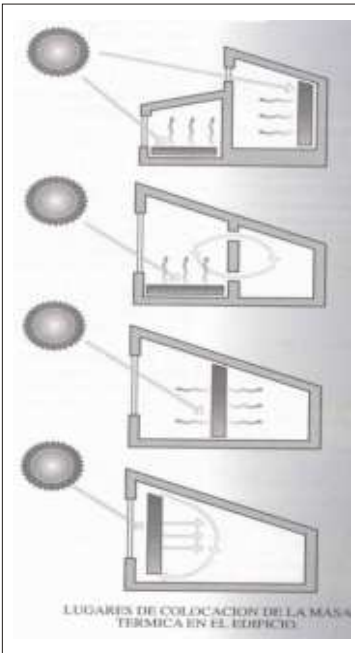
Espacios soleados

Familiar para muchos en forma de tradicionales galerías acristaladas contiguas a la casa, las solanas son un acercamiento a la solar pasiva combinando las ganancias directas e indirectas.

Calefaccion y refrigeracion

La solana actúa como una zona tampón para la casa, reduciendo drásticamente la pérdida de calor. Incluso en la ausencia de ganancia solar directa es un sistema funcional de eficiencia energética.

La luz entrante a través del cristal se almacena en los elementos sólidos como energía calorífica. La distribución de este calor puede ser alcanzada de varias maneras. Una pared de mampostería, formando una partición entre la solana y el



Almacenamiento y distribución del calor

resto de la casa, puede proporcionar suficiente masa térmica para almacenar el calor absorbido y liberarlo posteriormente. Se puede favorecer un bucle de convección natural colocando rejillas de ventilación a nivel del techo y del suelo. De igual modo, un ventilador acoplado a un termostato permitirá el intercambio de calor entre la solana y el resto de la casa si fuese necesario.

Cuando se añade una solana a una pared exterior de un edificio ya existente, no es necesario poner doble acristalamiento, aislamiento o sellar la cubierta externa. Del mismo modo, las propiedades térmicas de los materiales de enmarcado no son importantes. Al menos las dos terceras partes de las ventanas deben ser practicables para evitar los sobrecalentamientos en verano. Si es posible, se debe proveer aislamientos practicables para cubrir la cristalera de la solana por la noche o cuando el cielo está nublado.

Las solanas deberán estar separadas por medio de ventanas o puertas herméticas de los espacios adyacentes que hayan sido ya calentados. Cuando se necesite el calor proveniente de la solana puede ser rápidamente derivado a los espacios principales. Durante la noche o en épocas frías, las solanas pueden cerradas para que sirven como amortiguador térmico.

Una solana provista de sistema de calefacción actuará como fuente de energía en lugar de ser una ganancia.

Atrio

calefaccion y refrigeracion

El atrio funciona como un espacio tampón intermedio, y sus niveles de temperatura ambiental depende de las pérdidas específicas del acristalamiento hacia el exterior y de la ganancia específica del edificio a la superficie acristalada. La ganancia térmica de la radiación solar debe ser evaluada cuidadosamente. Un atrio debe retener entre un 30-85% de radiación transmitida, dependiendo de los colores y geometría del edificio adyacente así como de las propiedades de transmisión del acristalamiento.

Ventilacion

Sombras y ventilación son una combinación efectiva para reducir las temperaturas del atrio durante el verano, pero las corrientes cruzadas naturales deben ser evaluadas con cuidado para poder asegurar la comodidad en los días críticos.

Sistemas de ventilación no adecuados pueden generar temperaturas altas en el atrio aumentando el consumo energético del edificio.

Luz Natural

El atrio puede mejorar sustancialmente la calidad de los espacios adyacentes, en los que se puede disfrutar de todas las ventajas de la luz natural sin las inconveniencias climáticas que las acompañan.

Acabados

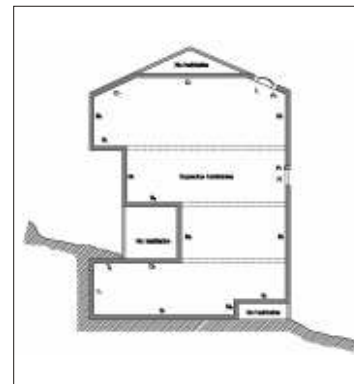
Las estrategias de diseño respetuosas con el medio ambiente y de baja energía dictarán la selección y las especificaciones de los acabados. Sin embargo, los materiales generalmente pueden ser evaluados bajo los tres siguientes conceptos:

El efecto de la producción del material en el medioambiente global; el impacto medioambiental por kilogramo del proceso de extracción, transporte, manufactura, instalación, demolición y desecho.

El efecto de la utilización del material en el consumo energético del edificio; comportamiento frente a la temperatura y a la luz.

El efecto del uso del material en el ambiente interior: calidad del aire en el interior, características acústicas y visuales.

Rendimiento energético del edificio



Envolvente térmica de un edificio

Los objetivos para el rendimiento energético del edificio serán determinados y acordados en los primeros estadios del diseño. Durante la construcción y acabado es importante que las especificaciones finales sean consistentes con esos objetivos. Los acabados seleccionados tendrán un efecto positivo o negativo en el comportamiento energético y medioambiental del edificio. Es importante tener en cuenta que el comportamiento teórico de un diseño de bajo consumo dependerá en la práctica de la implementación rigurosa de las estrategias de apoyos en los estadios posteriores.

El papel de los acabados en el comportamiento energético de los edificios se relaciona particularmente con el comportamiento frente a la luz (reflección y redirección) y la temperatura.

Calefacción y refrigeración

Los acabados utilizados pueden ayudar o dificultar la función térmica. El uso de acabados oscuros en el suelo aumentarán su capacidad para absorber calor y actuarán como almacén térmico. Acabados claros reflejarán la luz y también el calor. Acabados de baja densidad como la madera o moquetas actúan como capas aislantes e inhiben la absorción de calor. Suelos flotantes y falsos techos contrarrestan la utilización de masa térmica.

Un interior con gran masa térmica se calentará despacio, la temperatura en la superficie se mantendrá baja y se asegura un ambiente interior más fresco. Esto es ideal en verano de lugares cálidos, pero puede resultar menos atractivo en invierno. El uso de acabados alternativos como madera alterará el tiempo de respuesta y la capacidad térmica.

Luz natural

Iluminancia

La iluminancia es función de la cantidad de luz que entra en una habitación y el color y el acabado de las superficies. Cuando la luz del día entra en la habitación es reflejada por las superficies internas (paredes, suelos, techos, muebles). El color y el acabado de estas superficies afectará tanto a la calidad como a la cantidad de luz en ese espacio. En general, los colores claros tienen más reflectancia mientras que los oscuros presentan una mayor absorción. La utilización de colores claros en los acabados del suelo y las superficies verticales reflejarán la luz, contribuyendo así a mayores niveles de luz y reduciendo el contraste entre las áreas brillantes de la ventana y las superficies circundantes. Al contrario, las superficies oscuras provocan una pérdida de luz.

Reflectancia

Los valores de reflectancia que se pretenden alcanzar deben ser fijados en los primeros estadios del diseño. Para los cálculos básicos de iluminación se utilizarán los reflectancias predefinidas para las paredes, techo y suelo. La decisión final de las reflectancias exactas pueden diferir marcadamente de aquellas usadas en los cálculos, normalmente en detrimento de la iluminación. Reduciendo el factor de reflectancia de un 50% a un 10% en las paredes de una habitación, podría reducir la iluminación horizontal hasta un 25%.

Para superficies de trabajo o cualquier superficie en la zona de visión desde cualquier puesto de trabajo deberán evitarse los acabados brillantes. Debido a que los acabados altamente reflectantes pueden causar distracciones, se preferirán acabados mate o semi-mates.

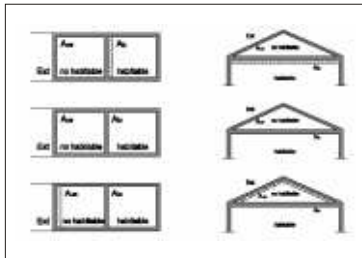
Una mejora en la reflectancia del techo beneficia la distribución de luz y mejora la iluminancia tanto en el plano vertical como el horizontal.

Colores

Los colores utilizados afectarán a la absorción de la luz y la reflectancia de las superficies, así como su comportamiento térmico. Los colores deben ser evaluados en función de su absorción y reflectancia relativa y seleccionarlo de acuerdo a ello.

Calidad del aire en el interior

Una elección cuidadosa de los acabados del edificio es una de las maneras de mejorar el aire en el interior, aunque debería formar parte de una estrategia común con los sistemas de ventilación, plantas de interior, mantenimiento y



Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

otros factores.

Los niveles más altos de contaminación se encuentran durante la construcción y en las primeras semanas de habitabilidad, ya que las toxinas se difunden del material fuente. Otros materiales como la moqueta y tapices deben ser protegidos durante estas fases para prevenir que absorban tóxicos y que se conviertan en una fuente de contaminación. Los materiales más tóxicos suelen ser aquellos que son inestables o que se aplican húmedos. Pinturas, sellantes, conservantes, colas, limpiadoras y plásticos como el PVC están entre los más dañinos. Frecuentemente, existen otras alternativas menos dañinas que las estándar pero no son muy conocidas o no están disponibles. Materiales que se encuentran en pequeñas cantidades pueden ocasionar un impacto desproporcionado en la calidad del aire. Retrasar la instalación del mobiliario como las alfombras o moquetas hasta que los productos basados en disolventes se hayan secado podría ser una buena idea. Esto podría prevenir que los VOCs y otros contaminantes del aire sean absorbidos por el mobiliario y liberado posteriormente.

Servicios, equipamientos y controles

El comportamiento energético de un edificio depende de una considerable interacción de efectos entre su fabricación y equipamiento de servicios. Así que el diseño de un edificio energéticamente suficiente requiere una buena comunicación entre el arquitecto y el ingeniero de los servicios, idealmente desde el primer comienzo del diseño. Esto es particularmente importante en el caso de edificios diseñados para calentamiento solar pasivo, iluminación, ventilación natural y refrigeración natural. La buena integración de servicios mecánicos y eléctricos con sistemas pasivos requiere obtener el máximo beneficio de la energía.

Refrigerar

Refrigeración natural

Los sistemas de refrigeración natural tienen el potencial de mantener agradable las condiciones en verano en una gama amplia de edificios y climas. Si la refrigeración natural en sí misma no es adecuada, entonces la ventilación debe ser incrementada mecánicamente. Si esto no es aún suficiente, se necesitará refrigeración artificial.

Sin embargo, antes de descartar la refrigeración natural como una opción, hay que evaluar todas las maneras de reducir la ganancia térmica interna favoreciendo la ventilación natural durante los picos de temperatura. Los edificios refrigerados naturalmente, tienden a presentar menores costes de capital y de operación y cumplen los requerimientos de confort térmico. Un manejo efectivo es crítico para los sistemas de aire acondicionado. Sin él, la eficiencia cae y aumenta la incomodidad. Los sistemas de refrigeración natural normalmente no requieren tanto compromiso en términos de operación y mantenimiento.

Si se necesita ventilación mecánica o artificial, se debería combinar con la natural a modo de sistema mixto. Esto puede consistir en refrigeración natural en partes del edificio y mecánica en otra. Como alternativa, ambas (mecánica y natural) pueden ser instaladas en la misma zona, utilizando sólo la mecánica cuando la natural sea incapaz de proporcionar el nivel adecuado.

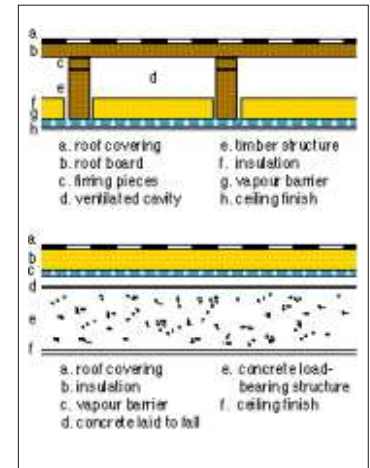
Ventiladores del techo

El movimiento del aire generado por un ventilador en el techo puede producir los mismos efectos refrigerantes que una reducción en 23°C de la temperatura y sólo una fracción del consumo energético de un sistema típico de aire acondicionado. Las velocidades de aire por debajo de estos ventiladores debe quedarse dentro de unos límites aceptables.

Ventilación mecánica

Extractores de aire mecánicos pueden ser utilizados para forzar la ventilación natural. Por ejemplo en un atrio diseñado para una ventilación de efecto de apilado, un extractor puede ser colocado en el techo y activado cuando la temperatura interna se eleve por encima de un nivel preestablecido.

Sistemas de ventilación mecánica conducida puede ser utilizada también para enfriar. Sin embargo, debido a su rango de



Sección de un típico tejado frío (arriba) y caliente (abajo)

flujo relativamente alto que puede ser utilizado para enfriar, la presión baja en el sistema correspondientemente será alta, y se necesitará mayor potencia en el ventilador para conducir estos flujos de aire.

Enfriamiento artificial

El aire acondicionado consume mucha energía. Un edificio totalmente equipado con aire acondicionado puede consumir dos o tres veces la energía utilizada por sistemas naturales de ventilación. Si el aire acondicionado es imprescindible, debe instalarse específicamente sólo en aquellas partes del edificio que sea esencial.

Si el enfriamiento artificial es indispensable, existen factores que minimicen la capacidad necesaria y las horas de funcionamiento incluyen un plano superficial, un edificio escudo bien aislado, una construcción hermética, iluminación bien controlada y eficiente energéticamente, y equipos para minimizar las ganancias internas y control solar. Una excesiva cantidad de área acristalada en las fachadas expuestas al sol en verano deberían evitarse.

Muchos sistemas de enfriamiento artificial usan refrigerantes que contiene químicos que afectan a la capa ozono. Los refrigerantes hidroclorofluorcarbonados (HCFC) no son tan malos como los clorofluorcarbonados (CFC), que dañan la capa de ozono. Los hidrofluorcarbonados (HFC) no dañan la capa de ozono pero son poderosos gases invernaderos. Los refrigerantes alternativos que no dañen la capa de ozono y que no sean gases invernadero incluyen amonio, propano y agua, aunque el mercado para ello aún no está bien desarrollado como el de los tipos fluorcarbonados.

El rendimiento de un sistemas de enfriamiento artificial puede expresarse en términos de proporción de calor evacuado por electricidad consumida por el sistema completo. Los valores medios estacionales en el rango de 2 kW de calor evacuado por kW consumido son comunes en los sistemas existentes. Una distribución que minimice la longitud de las tuberías y conducciones para minimizar la resistencia al flujo hace que aumente el rendimiento. Colocar estancias para la maquinaria cerca a las áreas de mayor carga para enfriar pueden ser útiles.

La mayoría de los enfriadores usados en sistemas de refrigeración artificial son de tipo compresión de vapor, y los comentarios anteriores se refieren a ellos. Otro tipo son los de absorción, que son por calor en lugar de electricidad. Estos tienen una tecnología poco desarrollada, pero cada vez existe un mayor interés en ellos.

Los fluidos no contaminantes del medioambiente como el agua deben ser utilizados como refrigerantes en los refrigeradores. Aplicaciones con bastante potencial de futuro para ser usados en los refrigeradores de absorción son las generadas a partir de el calor residual de plantas de cogeneración o por sistemas de solar térmica activa. La economía de estos proyectos estarán favorecidos por la demanda de calor a lo largo del año por ejemplo calefacción en invierno, enfriamiento en verano y agua caliente en todas las estaciones.

El diseño de las temperaturas en el interior

Muchos de los sistemas de aire acondicionado están diseñados para el peor escenario posible, y están por tanto sobredimensionado durante la mayor parte de su vida útil. Cuando las temperaturas de confort están en el rango de 24-26° C, el sistema debería estar dimensionado para que este sea el mayor de este rango en lugar del punto medio. Si se evita que las temperaturas suban por encima de los valores de confort, se puede reducir considerablemente su tamaño y su consumo.

El diseño de las temperaturas para el verano y el invierno están basados frecuentemente en los datos suministrados en la ISO 7730, que se derivan de los datos de laboratorios evaluados para la percepción del confort. Sin embargo, la investigación de campo muestra que existen discrepancias entre las condiciones de confort predeterminadas por estos métodos y las observadas en la práctica. En muchos casos la gente está satisfecha con temperaturas superiores cuando hace calor y con temperaturas inferiores cuando hace frío, de aquellas propuestas por la ISO 7730. Particularmente si se suministra oportunidades para un confort adaptado, la selección de las temperaturas para el diseño no necesitan ser tan estrictas como sugiere la ISO 7730.

Las oportunidades para la adaptación tienden a ser más abundantes para el enfriamiento natural que para los edificios con aire acondicionado. Ejemplos de características de diseño que permita a los ocupantes el control del ambiente interior incluye termostatos ajustables, rejillas de ventilación con lamas y contraventanas, ventanas practicables y una distribución flexible que permita a los ocupantes disponer de las posiciones de las mesas y asientos para que lo regulen ellos mismos.



Cristal Okalux con aislamiento transparente

Ventilación

A medida que el aislamiento térmico se mejora y que las expectativas de los ocupantes con respecto a la calidad del aire aumenta, la proporción del total de pérdida de calor de un edificio a causa de la ventilación ha adquirido una mayor importancia. No es sencillamente controlar la pérdida de calor en la estructura también hay mucho que hacer en control de la pérdida de calor por ventilación.

La proporción de ventilación requerida depende de varios factores que incluyen la actividad de los ocupantes y el tipo de alojamiento. Por ejemplo, en oficinas de no fumadores, se recomienda una proporción de ventilación de 5-8 litros por segundo por persona. Ventilaciones superiores a éstas da lugar a requerimientos energéticos elevados. Como las fuerzas impulsoras para la infiltración (presión del viento y diferencia de temperatura entre el interior y el exterior) y los requerimientos de ventilación interna varían, se necesita un edificio relativamente hermético y ventilación controlable para cumplir con las necesidades de los ocupantes sin que se derroche.

Se requiere un nivel básico de ventilación para suministrar oxígeno a los ocupantes y para diluir y eliminar el dióxido de carbono y los olores. Sin embargo, la ventilación debe evacuar también otros contaminantes (vapor de agua, formaldehído, etc) así que se necesitará mayor ventilación si estos contaminantes están presentes en cantidades significativas. Uno de los elementos importantes de la estrategia de ventilación de eficiencia energética es el minimizar la ventilación requerida evitando la emisión de contaminación en el edificio.

Cuando la emisión de contaminantes en el edificio sea inevitable, es más eficiente energéticamente eliminarlas en su origen que incrementar la ventilación general del edificio. Las fuentes de esos contaminantes en edificios de oficinas incluyen fotocopiadoras e impresoras que emiten ozono y las salas de café/té y bares que emiten vapor de agua. Los contaminantes deben ser eliminados en origen bien a través de extracción local o bien colocando la fuente cerca de una ventana a través de la cual circule aire normalmente.

Si la ventilación natural es incapaz de cumplir adecuadamente con las necesidades de ventilación en una determinada circunstancia, por ejemplo, un tiempo muy calmado, habría que subir la ventilación con extractores. Estos extractores deben estar controlados para asegurar que no son conectados innecesariamente

Ventilación mecánica

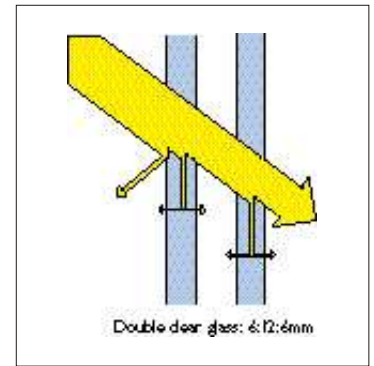
Los sistemas de ventilación mecánica pueden ser clasificados como suministradores, extractores o compensadores. En los sistemas de suministro mecánico, el aire abandona el edificio a través de filtración y por tanto la recuperación de calor no es posible. Los sistemas de extractores y compensadores mecánicos proporcionan posibilidad para la recuperación de calor. En los de extracción, el calor puede ser recuperado del aire enrequecido que sale del edificio por medio de una bomba de calor y usado para calentar agua. En los de compensación el calor recuperado puede ser utilizado para calentar el aire fresco por medio de un intercambiador de calor. El ahorro de la recuperación de calor con los sistemas de compensación se ven mejorados con la severidad de la estación calurosa.

Los intercambiadores de calor pueden presentar rendimientos estacionales de alrededor del 70%. Si un edificio con ventilación compensada tiene fugas, se perderá mucho aire por filtración a través de la estructura del edificio. Además la infiltración incrementará la tasa de suministro de ventilación por encima de los niveles requeridos. Así que, particularmente en sistemas de ventilación compensada, se necesita una construcción hermética para una operación efectiva.

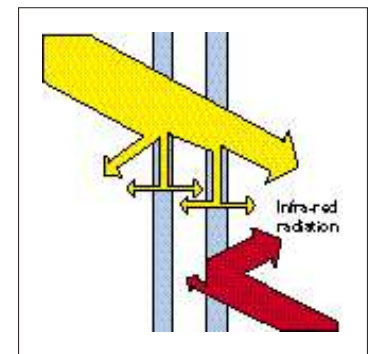
Los sistemas de ventilación deberían estar diseñados para facilitar el mantenimiento, por ejemplo, las partes que necesiten limpieza regular deberían ser fácilmente accesibles. Una vez el sistema este instalado y sea operativo, este debe tener un mantenimiento adecuado, con los filtros limpios y las superficies del intercambiador de calor deber limpiarse regularmente, de lo contrario el rendimiento caerá y la calidad del aire se verá deteriorada. Un fallo en el mantenimiento del sistema de ventilación mecánica y de aire acondicionado resultará no sólo en una calidad pobre del aire, sino posiblemente también de salud debido al crecimiento de microorganismos. Una medida útil de la eficiencia energética de un sistema de ventilación mecánica es el consumo energético por unidad de aire suministrada, expresado tanto en julios por litro como y más comúnmente en vatios por litro y por segundo (W/(l/s)). El rango típico de valores es de 1-3 W/(l/s), con sistemas de eficiencia energética cerca del valor menor de este rango.

Iluminación

La iluminación es una gran consumidora de electricidad en edificios no residenciales. En oficinas puede abarcar más del



Transmisión a través del sistema estándar de doble acristalamiento



Transmisión a través de un acristalamiento típico de baja E

50% del consumo energético, y en edificios profundos los costes por iluminación pueden exceder a los de calefacción. En fábricas, la proporción de energía utilizada para iluminar es de alrededor del 15% y en colegios 10-15%.

La cantidad de energía consumida en iluminar depende en el consumo del equipo de iluminación y del tiempo que está encendido. Una reducción de cualquiera de ellos reducirá el consumo. Existe un potencial considerable para el ahorro de energía y de costes en los edificios ya existentes, existen muchos ejemplos en los que se ha conseguido ahorros de entre un 30-50%. En los diseños de edificios nuevos, la utilización adecuada de la luz diurna puede reducir la cantidad de tiempo que se necesite la luz eléctrica.

La luz eléctrica contribuye a la ganancia de calor en el edificio, esto es indeseable en verano, pues aumenta las necesidades de refrigerar y los costes. Por tanto una mejora en el rendimiento energético de la iluminación eléctrica supondrá también un ahorro en costes de refrigeración.

Iluminación eléctrica

El rendimiento lumínico de una fuente de luz es la salida de luz por unidad de potencia consumida. Sus unidades son lumen por vatio (lm/W). El rendimiento lumínico tiende a aumentar cuanto mayor es la salida de lumen.

Los fluorescentes, lámpara de descarga de gas, requieren de un cebador, que consumirá energía adicional a la consumida por la lámpara en sí misma, pero aún así, el rendimiento lumínico de la lámpara más el cebador será menor que el de las lámparas incandescente. El uso de cebadores electrónicos de alta frecuencia con luces fluorescentes en lugar de cebadores magnéticos, mejoran el rendimiento lumínico de la combinación lámparas/cebadores en un 10-20%. Los cebadores electrónicos proporcionan encendidos suaves de las lámparas, alargando su vida útil. Además, la alta frecuencia reduce el parpadeo, existen evidencias de que el parpadeo de los antiguos cebadores están asociados con el esfuerzo ocular y los dolores de cabeza.

Una medida del rendimiento de una luminaria es la proporción del flujo lumínico emitido por la luminaria y las bombillas que posee. La distribución direccional de la luz emitida y la luminancia de la luminaria son consideraciones importantes del diseño.

Las superficies de las paredes con colores claros reflejarán más que las pintadas con colores oscuros. Si las superficies de alta reflectancia son consideradas desde los primeros estadios del diseño, la necesidad de iluminación eléctrica requerida y por tanto los costes.

La iluminación localizada en las superficies de trabajo con niveles menores de luces generales en el resto de la habitación, es más efectivo energéticamente que únicamente iluminación general, dado que todos los espacios no necesitan estar iluminados al mismo nivel.

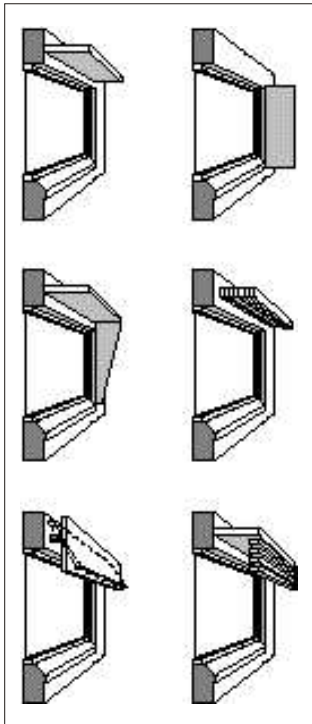
En los momentos de sobrecalentamiento, la luz eléctrica contribuirá por lo general menos a la ganancia calorífica interna que la luz diurna. Esto es debido a que la distribución de luz y los niveles de iluminación de la luz eléctrica pueden ser controlados para adecuarlo a los requerimientos de un modo más preciso que la luz diurna.

Controles

En muchos edificios hay un potencial considerable de ahorro energético apagando las luces cuando no se necesitan. Dado que en muchos casos no se puede confiar en que los ocupantes apaguen las luces cuando sea necesario, los controles automáticos juegan un papel importante en el rendimiento energético de la iluminación.

Los temporizadores pueden ser utilizados para apagar las luces automáticamente cuando el edificio esté desocupado. Un control de presencia o control de detección de ausencia, incluye el uso de sensores infrarrojos o ultrasónicos, que detectan movimiento, y apagan las lámparas si no detectan movimiento en 15 minutos por ejemplo. Controles asociados a la luz diurna pueden ser utilizados para apagarse poco a poco o apagar las lámparas en respuesta a niveles de luz diurna. Dichos controles son necesarios en muchos casos si no se consiguen ahorros significativos.

Interruptores localizados ofrecen la oportunidad de controlar la iluminación en pequeñas áreas de manera independiente por medio de interruptores que se encuentren a mano. Las lámparas controladas por un único interruptor deberían estar racionalmente relacionados con la penetración de la luz diurna y la ocupación, pe. lámparas en una oficina de plano abierto debería poderse controlar por filas paralelas a la pared de la ventana, mientras que las lámparas en cada puesto de trabajo puedan ser controladas individualmente.



Tipicas estructuras fijas externas de sombra

La estrategia de control más conveniente a un edificio particular o una habitación dependerá de las circunstancias, en particular a los patrones de los ocupantes. En muchos casos, la mejor estrategia es únicamente en los controles de apagado, dejando que los ocupantes las enciendan cuando lo necesiten.

Sistemas de Gestión Energética en Edificios

Como se describe en secciones anteriores, el control automático de los sistemas y los componentes individuales del edificio, puede ayudar a realizar una operación eficiente energéticamente. Sin embargo, la integración de varios controles como parte de un sistema de gestión energética en edificios puede producir los siguientes beneficios adicionales:

- Se pueden programar procedimientos de control más sofisticados

- Se facilita el seguimiento del consumo energético y de los objetivos para ahorro energético

Los requerimientos de mantenimiento de rutinas pueden decaer, ayudando al operador a mantener una operación eficiente energéticamente y evitar fallos intermitentes del equipo.

Restauración

'Reutilizar un edificio existente es una de las estrategias sostenibles más efectivas que existen. Ahorra en los costes de material, de energía y de la contaminación que produce construir un nuevo edificio.

Cualquier edificio que se comporte mal en términos de consumo de energía, condiciones de confort o de impacto ambiental constituye un candidato potencial para ser renovado. Los beneficios a los propietarios y ocupantes de una minuciosa reevaluación del diseño y operación del edificio son potencialmente confort, salud, productividad, ocio, calidad estética, prestigio y valoración del capital, junto con costes de mantenimiento reducido y seguridad frente a la fluctuación del precio de la energía. Algunos de estos beneficios son difíciles de cuantificar, pero sin embargo, son evidentes para los clientes. El potencial para la mejora de la arquitectura es considerable y puede extenderse a la reorganización de la disposición espacial y funcional del edificio o la combinación de edificios y espacios adyacentes.

La economía de las medidas de ahorro energético para una vivienda unifamiliar están bien entendidas, pero la mejora de otros tipos de edificios incluye la valoración de un rango de opciones en orden incremental de coste y complejidad. Como con los edificios nuevos, una aproximación integrada producirá mejores resultados que una gradual.

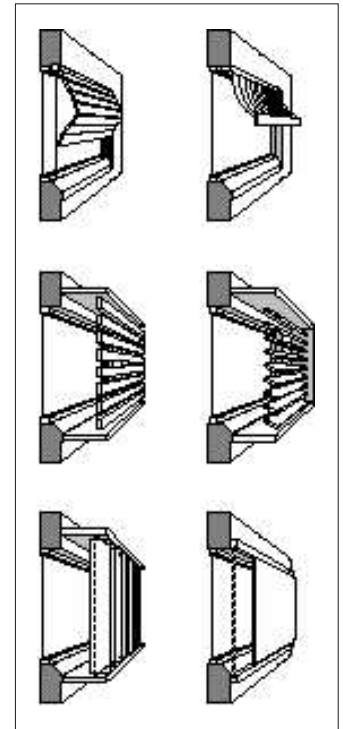
¿Reconstruir o no?

Algunas veces se podrá elegir entre reconstruir, pero otras veces la reconstrucción no será viable. En ambos casos hay cuestiones similares por contestar: ¿Se puede alcanzar el ambiente interno requerido? ¿Cuánta energía se ahorrará? ¿Cuáles serán las reducciones en CO₂, CFCs y otros contaminantes? ¿Se pueden aplicar las medidas propuestas sin riesgos extra? ¿Serán duraderas? ¿Se necesitarán mantenimiento adicional? ¿Existen otros beneficios no energéticos? ¿Serán las medidas rentables?

La rentabilidad de cualquier actuación se verá aumentada si se implementa de acuerdo con el ciclo de vida normal del edificio y sus ajustes, gastos de mantenimiento, decoración y reemplazo de equipamiento interior desgastado o reamueblamiento de todo el edificio.

Como primer paso, el comportamiento energético de un edificio existente en un estado de 'free-running' debería ser evaluada con periodos de día y años representativos, junto con una investigación de los defectos del edificio (como enfriamientos y condensaciones) para entender cómo se comporta el edificio y proporcionar un caso base sobre el que diseñar. El comportamiento térmico de los cerramientos existentes del edificio debería ser analizada en términos de pérdidas o ganancias de calor no deseadas a través de ventanas, paredes, puertas y especialmente la planta baja y el tejado. Se debe prestar especial atención a la efectividad del aislamiento existente en los puentes térmicos, especialmente en balcones y suelos hacia las uniones de las paredes externas donde el aislamiento puede ser deficiente, y las pérdidas de calor debido a infiltraciones no deseadas del aire frío o de aire caliente en verano.

Hay que considerar los beneficios y desventajas de las condiciones microclimáticas que existen alrededor del edificio. Igual que con un nuevo edificio se deben estudiar los patrones de radiación solar, temperatura, precipitación, flujo y



Típicas estructuras externas ajustables de sombra

fuerza del viento, topografía, vegetación, edificios de los alrededores y la naturaleza de las actividades de la zona, y deben ser interpretados en términos de condiciones medioambientales y oportunidades. Los espacios entre edificios pueden ser explotados positivamente, por ejemplo, a través del paisaje para optimizar condiciones de microclimas para ahorro energético y confort, o por estructuras que unen los edificios y proporcionan áreas adicionales. Ejemplos de intervenciones incluyen cambios de contorno del suelo plantar árboles o cualquier vegetación para dar sombra y protección y para cambiar las características de reflectividad de las superficies externas para mejorar los niveles de luz diurna en el interior.

Cerramientos del edificio

Las formas alternativas de construcción para los cerramientos del edificio se recogen en, formas de la edificación; Cerramiento.

paredes

El aislamiento puede originalmente haber sido situado en el interior de las paredes y, si está bien colocado, puede todavía ser efectivo, aunque, algunos tipos de aislamiento se pueden deteriorar con el tiempo. Sin embargo, puede ser deseable colocar aislamiento adicional para mejorar el confort y reducir el gasto energético. En un edificio de muchas plantas conllevará la elección de sistemas de aislamiento internos y externos.

El aislamiento interno normalmente deberá ser usado sólo cuando la fachada no puede ser alterada, el ocupamiento es intermitente o en caso de múltiples unidades de edificios, donde no todos los propietarios quieren mejorar. Normalmente, es más barato que el aislamiento externo, pero reduce el tamaño de las habitaciones y conlleva reemplazar los rodapiés, tuberías, cableado y otros muchos elementos fijos, y además impide el uso de la masa térmica del edificio como almacén de calor. El estrés térmico en la cara externa del edificio aumenta el riesgo de condensación intersticial, y resulta casi imposible resolver el problema de puentes térmicos.

Los aislamientos por cámaras rellenas no tienen efectos en la apariencia interna o externa, ni en el tamaño de la habitación y pueden ser colocados sin molestar a los ocupantes. Permite a la capa más interna que funcione como masa térmica y dependiendo de la construcción puede eliminar el puente térmico. El aislamiento está bien protegido y hay una amplia gama de sistemas disponibles. Sin embargo, debe ser llevado a cabo por trabajadores cualificados y sin mediciones termográficas es difícil asegurar que la pared está uniformemente aislada. Algunas zonas serán imposibles de aislar como son las uniones de las paredes con el techo y las de columna con viga por ejemplo. Arriostando la cámara se puede agravar la penetración de la humedad.

El aislamiento externo combinado con el revestimiento exterior, aunque a veces es inicialmente más caro que el aislamiento interno, tiene las siguientes ventajas:

- envuelve completamente el edificio con el aislamiento, eliminando así los problemas por puentes térmicos.

- Permite usar la masa térmica del edificio para moderar las variaciones internas de temperaturas actuando como un almacén de calor.

- El edificio puede continuar con ocupantes durante la instalación.

- Puede mejorar la resistencia climática de la cubierta del edificio.

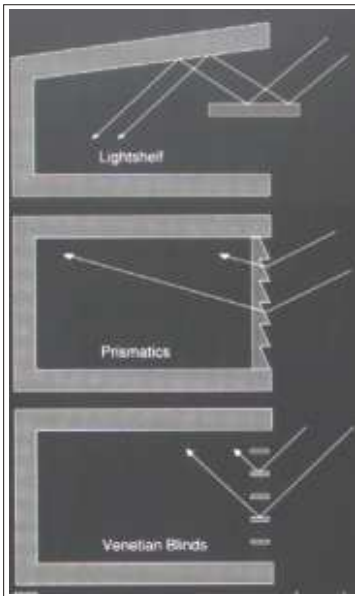
- Puederresultar con menores gastos de mantenimiento.

Cuando es necesaria la renovación de la fachada, los gastos extra de los sistemas de aislamiento pueden recuperarse en unos pocos años.

Los sistemas de aislamiento de paredes exteriores se disponen en tres categorías principales:

Aislamiento de capa delgada o "método de capa":

Normalmente es la opción más barata, el aislante con forma de paneles rígidos se ajustan a la fachada y se aplica un refuerzo de enladrado de composición especial para dar una resistencia climática, tiene un rango de posibles acabados. Es necesario actuar con cuidado en los detalles y especialmente en las juntas, esquinas, ventanas y puertas. Existen varios sistemas.



Sistemas de iluminación natural

Aislamiento de fachada ventilada

El aislamiento se fija a la fachada existente y los paneles de acabado se instalan usando una malla espaciadora. Los paneles tienen aperturas que permite al aire externo ventilar el espacio entre los paneles y el aislamiento. En verano el aire fluye a través del espacio vacío enfriando la superficie del aislamiento, reduciendo así las ganancias de calor a través de la pared. Sin embargo, este flujo de aire puede incrementar la pérdida de calor en invierno si no se restringe.

Módulos predefinidos

De forma similar al aislamiento de fachadas ventiladas en su comportamiento térmico, los módulos predefinidos llegan al lugar preparados para ser instalados usando sistemas de fijación especiales que simplifican el montaje y ayudan a asegurar una buena calidad de mano de obra. El resultado es una superficie externa que no requiere ningún trabajo posterior.

tejados

Las pérdidas de calor a través del tejado son altas debido a su relativa gran superficie y la radiación hacia fuera durante la noche. La instalación del aislamiento suele ser bastante fácil y los períodos de amortización son cortos. Los vapores de agua y la condensación deben ser controlados con el uso apropiado de barreras de vapor y ventilación.

El aislamiento de desvanes de techo inclinado es fácil y poco costoso cuando se coloca horizontalmente fibra de vidrio, lana mineral o paneles de plásticos de espuma rígida. Cuando el desván ya se encuentra aislado, el nuevo aislamiento puede ser aplicado entre las vigas del techo recordando dejar espacio para la ventilación de la estructura.

En general, los sistemas de techos inclinados (como los sistemas de cubiertas metálicas usadas en edificios industriales, que ya pueden tener cierto aislamiento) pueden ser actualizados mediante la aplicación de aislamiento interno adicional. Los sistemas de cubiertas relativamente duraderas normalmente se encuentran en buenas condiciones y continúan proporcionando una pantalla efectiva contra la lluvia.

En tejados planos, las construcciones de cubiertas frías deberían evitarse. Las construcciones de cubierta invertida o caliente permiten a la losa de tejado actuar como un almacén térmico y se reduce el riesgo de condensación intersticial. Una cubierta invertida tiene la ventaja de proteger con una buena capa de resistencia climática contra el estrés térmico, pero, si la cubierta del tejado existente ha llegado ya al final de su vida útil, un tejado caliente puede tener un período de amortización muy atractivo.

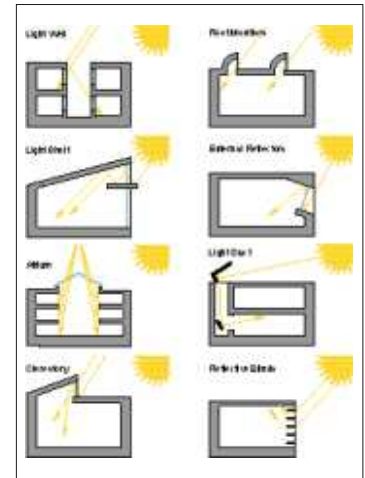
suelos

El coste de colocar aislamiento bajo un suelo existente de hormigón no se justifica a menos que necesite ser reemplazado por otras razones -humedad, deterioro o capacidad inadecuada de orientación de cargas, por ejemplo. La pérdida de calor se puede reducir a veces asegurando un drenaje de tierra alrededor del perímetro del edificio y añadiendo aislamiento por debajo del nivel del suelo. Otra alternativa consiste en colocar aislamiento sobre un suelo ya existente y cubrirlo con grava.

Los suelos suspendidos son normalmente más fáciles de aislar.

ventanas y puertas

En climas más fríos, las pérdidas por transmisión a través de los acristalamientos, los puentes térmicos a través de los marcos y las pérdidas de ventilación a través de las uniones son temas a tener en cuenta. Las mejoras en estas áreas no sólo reducirán las pérdidas de calor del edificio, por eliminación de las corrientes de aire y el factor de enfriamiento de los cristales fríos, sino que también reducirá la temperatura necesaria en la habitación para alcanzar condiciones de confort. Cuantas más capas de aire estén atrapadas entre las láminas de acristalamiento, menor será la transferencia de calor a través de la ventana. Normalmente es posible ajustar un segundo acristalamiento en los marcos existentes con pocas adaptaciones. Esta segunda unidad podría incorporar un tipo de acristalamiento avanzado descritos en ELEMENTOS. Si ya existen marcos de doble acristalamiento en buenas condiciones, se podría reemplazar los cristales por unidades que



Elementos transparentes - sistemas de luz natural y dispositivos

incorporan un filtro o de cavidad rellena de gas. Los materiales de aislamiento transparentes son cada vez más baratos y pueden ser una opción para aperturas donde las pérdidas de calor importan más que las ganancias, aunque la luz diurna es esencial. Persianas o contraventanas aisladas constituyen un método no muy costoso de reducir las pérdidas de calor después de anochecer.

En general, pero particularmente en áreas ventosas, los marcos de las ventanas y puertas mal hermetizadas provocan pérdidas o ganancias de calor. La colocación de tiras para frenar las corrientes de aire pueden ayudar, pero cuando los marcos están muy dañados o envejecidos, deberían cambiarse por otros bien sellados.

materiales

Al igual que una vivienda nueva, la información cuidadosa de la selección de materiales y componentes usados en la construcción pueden mejorar las condiciones ambientales en el interior, y puede proporcionar efectos acumulativos significativos en la salud y en el medioambiente.

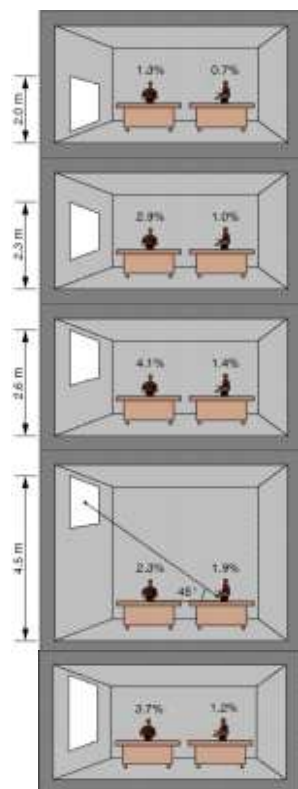
Servicios

En cualquier restauración se deben tener en cuenta dos cuestiones fundamentales. Primero reducir la demanda de estos servicios y por otro asegurarse que los recursos adicionales que se necesitan se suministran y se utilizan eficientemente. Cuando se debe proporcionar calefacción o ventilación mecánica, la energía requerida debe ser suministrada por fuentes renovables siempre que se pueda. El uso de aire acondicionado mecánico debe ser evitado en la medida de lo posible.

Sistemas de control

Controles mejores pueden tener un impacto substancial en el consumo energético y algunas veces son válidos como opciones autónomas. La introducción de facturación basadas en contadores individuales proporciona la oportunidad de un ahorro de energía significativo gracias a la motivación de sus consumidores hacia un uso más racional de la energía.

39



Posición y tamaño de la ventana



Componentes

La lista de componentes usados en arquitectura es muy amplia. A lo largo de la evolución de la arquitectura bioclimática han surgido cientos de soluciones diferentes, pero sólo unas pocas de ellas han demostrado su validez a lo largo de los años en diferentes aplicaciones. Se han seleccionado las tecnologías más conocidas y las de mayor disponibilidad en el mercado.

Cerramiento del Edificio

Elementos Opacos

Cubiertas vegetales

Colocar tierra y plantas verdes en un piso o en una cubierta para crear un tejado ecológico en una tradición muy antigua que está volviendo a ser popular en los últimos años. Sin embargo, los actuales tejados ecológicos no son cubiertas convencionales con tierra encima, son complejas estructuras compuestas de múltiples capas, cada una de las cuales tiene una función diferente.

El soporte de la cubierta podría necesitar ser reforzado a fin de soportar el peso extra al que se verá sometido: la tierra puede tener una densidad aproximada de 2 t/m^3 . La cubierta del tejado debería ser instalada con un ángulo inferior a 30° . Una membrana impermeable, generalmente fabricada de EPDM u otro material sintético recauchutado, se aplica finamente sobre la cubierta. Sobre la membrana se deposita normalmente un material "geotextil", el cual previene el deslizamiento de tierras y funciona como barrera de las raíces. La capa de terreno, habitualmente con un espesor de 200 mm, es sembrada y/o plantado con cualquier mezcla de plantas deseada. Cuanto más profundo el suelo, mayor es la variedad de plantas que se pueden usar. Se suele poner una estera biodegradable sobre el terreno a fin de protegerlo del viento y del agua antes de que sean puestas las plantas. En el borde del tejado hay una zona de drenaje que habitualmente consiste en un canal lleno de grava para prevenir la acumulación/incremento de humedad.

El beneficio de los tejados vegetales es principalmente estético. Estos sistemas se pueden utilizar para conservar especies propias del lugar y además ayudan a estabilizar los microclimas locales, si la instalación se realiza en cantidades suficientes. La capacidad de aislamiento de la tierra no es muy grande, pero depende del contenido de humedad y de la densidad. La vida media de la membrana utilizada (que coincide con la vida media del tejado) debe ser mayor que el de otros tipos de materiales de cubiertas, y esta mayor vida media contrarresta el gran coste inicial. Los tejados ecológicos reducen además el ruido exterior, aunque si esto supone un problema, otras soluciones como el doble acristalamiento adquieren prioridad. La tierra de un tejado ecológico ofrece una considerable cantidad de masa térmica, pero esta puede no resultar del todo útil por la falta de continuidad con el resto al encontrarse en la parte exterior del cerramiento.

Integración arquitectónica

Si se decide dotar al sistema de acceso para el mantenimiento, habrá que modificar el diseño de la estructura.

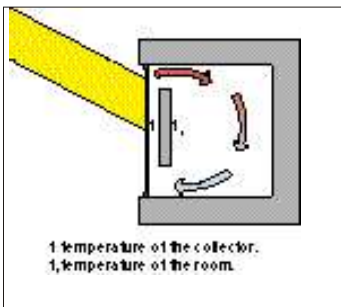
Datos económicos

Un tejado ecológico implica un gasto extra considerable que, posiblemente, no será recuperado con los ahorros energéticos obtenidos de la instalación del sistema.

Muros trombe

El muro Trombe es un ejemplo de calefacción solar mediante ganancia indirecta. Consiste en una pared de unos 150500mm de espesor situada en la cara sur de un edificio. Tiene una capa única o doble de cristal o plástico montada a unos 1015cm sobre la superficie de la pared. La cara exterior de la pared está pintada con un color oscuro para absorber el calor, y los acristalamientos evitan que este calor sea cedido al exterior. De este modo el muro Trombe se va calentando gradualmente a lo largo del día con el calor que penetra lentamente desde el exterior a la capa interior de la pared. Como la parte interior de la pared se va calentando, se cede calor al espacio adyacente interior. Si la pared tiene el espesor adecuado, el calor acumulado durante la mañana calentará el espacio interior por la noche (ese tiempo se denomina tiempo de retardo), justo cuando la temperatura comienza a bajar.

Si se necesita un calentamiento más rápido, pueden abrirse los respiraderos situados en la parte superior e inferior de la



Muro Trombe - circulación típica

pared, permitiendo la circulación por convección del aire hacia el interior desde el espacio acristalado situado en la pared. Estos respiraderos deben estar cerrados por la noche para evitar que se produzca el ciclo inverso y se pierda el calor del interior. El calor perdido por la noche se puede reducir utilizando una cortina situada dentro del acristalamiento.

Integración arquitectónica

Una pared Trombe que ocupe la pared completa presenta las desventajas de obstruir el paso de la luz del sol en la cara sur y de mostrar una cara vacía, de colores oscuros, al exterior. Teniendo en cuenta esto, merece la pena considerar una pared Trombe que ocupe sólo la mitad de la pared, dado que esto permitiría el paso de luz. Desde el punto de vista arquitectónico, la pérdida de espacio útil del suelo también merece consideración.

Datos económicos

La inversión económica necesaria para la construcción de un muro Trombe depende de muchos factores como son el tipo de construcción, el coste de los materiales y los precios de la energía.

El Cerramiento del Edificio

Elementos Transparentes

Muros cortina activos (doble fachada)

Los muros cortina activos o doble fachada constituyen una tecnología arquitectónica diseñada para combinar los beneficios estéticos, dada su alta luminosidad (sobre el 90%), con la eficiencia energética y confort de una estructura sólida.

Los muros cortina funcionan perfectamente desde el punto de vista de la eficiencia energética. La doble fachada típicamente consiste en dos laminas de cristal separadas por un espacio de aire. Una o incluso las dos pueden ser de vidrio doble. Los mecanismos controladores de la luz y la sombra deben estar situados entre las dos láminas, y el aire para ventilación puede circular en este espacio. Si está bien diseñado, la pared exterior protegerá a la interior del viento, la lluvia y el ruido, permitiendo que las ventanas interiores puedan ser abiertas para facilitar la ventilación natural. La luz natural es otra ventaja, aunque la luz excesiva puede crear problemas de deslumbramiento. La finalidad es que el rendimiento térmico de una doble fachada bien diseñada debe aproximarse a aquella de un cerramiento sólido.

Es importante incluir un sistema de protección contra incendios, debido a la circulación del aire entre pisos en el espacio vacío entre las fachadas, y tener en cuenta la reflexión y el ruido entre habitaciones.

El diseño detallado de una doble fachada es crítico en la mayoría de los ejemplos, una simulación exhaustiva ha sido llevada a cabo en el cerramiento usando análisis por ordenador, modelos a escala y prototipos a escala real.

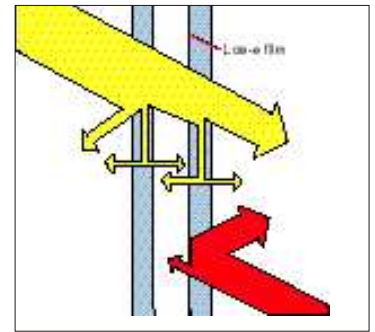
Recomendaciones

Las pruebas adecuadas son esenciales para obtener un diseño que funcione bien. Las dobles fachadas parecen estar especialmente indicadas para reformar edificios.

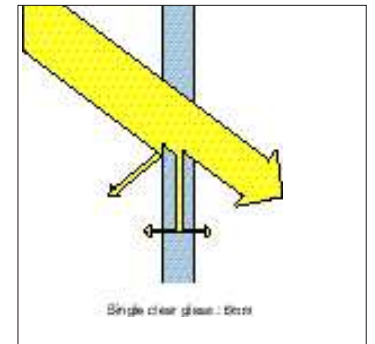
Datos económicos

En edificios donde se necesite mucha iluminación los muros cortina tienen el potencial para obtener ahorros económicos de la energía.

Elementos Transparentes



Acristalamiento doble de baja emisividad



Acristalamiento simple flotante

Redireccionamiento de la luz

El acristalamiento prismático y las películas holográficas son productos que redireccionan la luz a medida que atraviesa el cristal.

En el acristalamiento prismático la dirección de la luz incidente es desviada a medida que pasa a través de una serie de cuñas triangulares, algunas de las cuales pueden tener superficies especulares o plateadas, y cuya geometría puede ser diseñada para condiciones particulares. Se puede evitar la luz directa indeseada a la vez que se redirecciona la luz diurna hacia el techo y al fondo de la habitación. La luz procedente de varios ángulos puede ser dirigida de forma selectiva, con dispositivos que son hechos a medida para la latitud y la orientación de la fachada.

Las películas holográficas pueden también ser diseñadas para dirigir la luz que incide desde ángulos bien definidos. Los rayos solares que vienen muy inclinados y que inciden en las fachadas orientadas al sur, o los rayos solares que vienen poco inclinados y que inciden en las fachadas orientadas hacia el este u oeste, por ejemplo, pueden ser bloqueados o redireccionados. Hasta cuatro imágenes que contengan diferentes 'instrucciones' pueden ser combinados en una capa. Se mantiene una vista al exterior, aunque desde algunas perspectivas se produce un efecto arco iris.

Cristales cromáticos

Los cristales cromáticos son un tipo especial de cristales, que cuando son activados pueden cambiar de un estado transparente a un estado opaco, y viceversa. Se suele usar para regular la radiación solar incidente en un edificio, a fin de prevenir el calentamiento y luminosidad excesivos. Como resultado de utilizar estos cristales, se pueden eliminar numerosas medidas de control solar, como lamas y persianas que se enrollan mecánicamente, reduciendo los costes de mantenimiento.

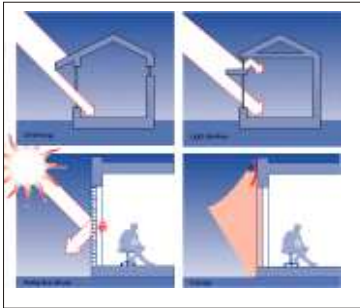
Los cristales cromáticos cambian sus características de absorción y transmisión de la luz como respuesta a los cambios de luz ,fotocromático, de temperatura termocromático, o a las cargas eléctricas electrocromático. El control del acristalamiento cromático puede ser incorporado en el sistema de administración de energía del edificio. Los cristales fotocromáticos y electrocromáticos han alcanzado la madurez técnica, pero sus costes todavía son altos.

Integración arquitectónica

Estos productos pueden ser usados de forma creativa por los diseñadores de edificios, combinando la función con la apariencia.

Recomendaciones

Los cristales cromáticos, los cuales cambian de estado sin la intervención del usuario, no son apropiados normalmente para los cristales de ventanas a nivel de los ojos, pero pueden ser usados para acristalar el tejado o para colocarlos encima o debajo del nivel normal de visión.



Tipos de dispositivos de sombreado externos

Datos económicos

Las láminas prismáticas no son en si mismas caras de fabricar, pero el coste total de producción de la ventana es mayor que para un acristalamiento convencional. El coste de las películas holográficas no es alto. El vidrio cromático a los precios actuales aparenta ser una inversión económica sólo en casos limitados.

Elementos Transparentes

Ventanas de alto rendimiento

Las principales características del rendimiento las ventanas son, el valor térmico (U-valor, en W/m^2K) y la transmisibilidad de la luz. Una ventana convencional con acristalamiento simple de cristal flotante transmitirá aproximadamente el 85% de la luz que incide en él, y obtendremos un valor térmico aproximado de 6.0. Con el doble acristalamiento, típicamente se obtienen valores térmicos que rondan los $3.0 W/m^2K$ con una transmisibilidad del 80%

aproximadamente. Hay disponibles ventanas de alto rendimiento que mejorarán en gran medida estos valores básicos, trabajando sobre estos modos de pérdida de calor: conducción, radiación y filtración de aire en ambos sentidos.

Acrisolamiento relleno de gases

Los elementos de acrisolamiento estándar, dobles y triples, están llenos de gas. Cada elemento está sellado y contiene gases nobles (argón y kriptón) que ofrecen mejores valores de aislamiento reduciendo la conducción a través del elemento. Una ventana llena de argón tendrá un valor térmico un 20% mejor que un elemento idéntico lleno de aire, sin que se vea afectada la transmisibilidad de la luz.

Capas de baja emisibilidad

En climas fríos, si tenemos una ventana normal, el calor del espacio interior es absorbido por el cristal, el cual se calienta y vuelve a emitirlo. Después de ser absorbida y re-emitida varias veces, el calor alcanza el exterior y se pierde. El proceso de re-emisión puede ser reducido cubriendo uno o más cristales con una cubierta de baja emisibilidad. Es una película especial que reduce sustancialmente la habilidad del cristal para irradiar en ciertas longitudes de onda. La transmisibilidad de la luz se ve afectada sólo ligeramente. Un elemento doblemente acrisolado típico lleno de argón tendrá un valor térmico de 1.5 y una transmisibilidad de la luz de, aproximadamente, un 77%. Un elemento triplemente acrisolado en similares condiciones tendrá un valor térmico de 1.2 y una transmisibilidad del 70%.

En climas cálidos, las películas de baja emisibilidad pueden ser también usadas para reducir la radiación incidente. Esto implica usar un tipo ligeramente diferente de película la cual está especialmente diseñada para climas más cálidos.

Marcos

La calidad del sellado que rodea los márgenes de la ventana depende del material del marco y de la antigüedad de la ventana. En ventanas llenas de gases, por supuesto, los sellados deben retener el gas perfectamente. Otras ventanas pueden ser valoradas por su ritmo de filtración de aire. La conductividad del marco es también un problema, los marcos de metal son mejores conductores que la madera o los materiales sintéticos.

Recomendaciones

El calor térmico debería ser especificado para el elemento en su conjunto, más que para valores del centro del vidrio, los cuales se aplican sólo al cristal en sí mismo.

Datos económicos

Como parte integrada en el diseño, las ventanas de alto rendimiento pueden proporcionar ahorros económicos, dependiendo de los precios de la energía.

Dispositivos de sombreado

Los dispositivos de sombreado pueden ser usados para reducir el deslumbramiento y la ganancia de calor durante el día, y la pérdida de calor por la noche, dando por supuesto que sean apropiados para la orientación y localización.

Sombreado interior o exterior

El sombreado exterior es más efectivo reduciendo la ganancia de calor (más del 80%) porque intercepta y difunde los rayos solares antes de que incidan en el cristal. Es más caro de instalar y de mantener, pero juega un papel muy importante en el aspecto estético del alzado.

Las persianas interiores tienden a ser más baratas y más fáciles de instalar. Protegen a los ocupantes de una habitación de los efectos directos de la luz del sol y del deslumbramiento, pero no son muy efectivos reduciendo la ganancia de calor porque la luz solar calienta las lamas y el aire que circula a su alrededor. Las persianas reflectantes reducen este efecto en un 15-20%.

Los sistemas de sombreado integrales que no tienen elementos de doble o triple acrisolado, con ventilación desde el



espacio vacío hacia el exterior, combinan las ventajas de ambos tipos. La ganancia de calor es disipada al exterior, pero las sombras son proyectadas desde la dureza del clima exterior.

Fijo o ajustable

Los voladizos horizontales fijos evitan los rayos solares que incidan muy inclinados, pero reducen la luz diurna y no son apropiados para orientaciones al este u oeste. Asimismo, son más apropiados donde los niveles de luz y el sobrecalentamiento son un problema, como en el sur de Europa. Los voladizos continuos ofrecen mucha más sombra que aquellos que están situados a lo largo del ancho de la ventana solamente.

Las marquesinas intermedias pueden ser usadas para redireccionar la luz solar hacia el fondo de la habitación y también para protegerla de la radiación directa. Los rayos solares que inciden con un ángulo pequeño son más difíciles de evitar. Las aletas verticales fijas, si son realmente efectivas, evitan una gran cantidad de luz diurna e impiden la visión. Las pantallas solares de rejilla metálica son casi 'transparentes' pero reducen considerablemente la luz solar que entra por las ventanas.

Las pantallas ajustables evitan algunos de estos problemas. Los toldos retráctiles, lamas exteriores ajustables, estores, persianas enrollables o persianas venecianas, se pueden dejar abiertas la mayoría del tiempo y cerrarlas cuando el ángulo del sol lo requiera. En las fachadas orientadas hacia el este o el oeste, las lamas horizontales necesitan estar casi totalmente cerradas para bloquear la luz solar, pero las lamas verticales se deben dejar parcialmente abiertas para permitir el paso de la luz difusa o reflejada procedente del norte, a la vez que bloquea la radiación directa. Los sistemas totalmente automatizados, los cuales responden ante variaciones del ángulo solar, niveles de luz y/o temperatura, pueden ser necesarios, particularmente para sistemas de exteriores.

Recomendaciones

Los diagramas de trayectorias solares deberán ser usados para calcular de forma exacta la sombra proyectada en la fachada del edificio, a fin de optimizar el rendimiento.

Datos económicos

Como parte de un buen diseño, los dispositivos de sombreado deben ser una inversión económica.



Materialiales



El análisis completo del impacto medioambiental de todos los componentes y materiales de un edificio no debe ser excesivamente extenso ni costoso pero debe dársele mucho peso a las consideraciones medioambientales.

Efectos medioambientales de los materiales de construcción

El diseño de los edificios es un conjunto que no puede ser fácilmente separado de la elección de los materiales y componentes que se usan en su construcción. Su elección afecta profundamente al diseño y a la ejecución. Se pueden considerar su efecto de dos maneras. Primero, hay impactos debido a la fabricación, elaboración, transporte, construcción, mantenimiento, demolición y reciclado o eliminación de los materiales en sí mismos. Segundo, la influencia del conjunto de materiales del edificio en el medioambiente, no es la debida a la simple suma de sus partes.

Evaluar lo primero es una manera de tener información. Estudios de impactos medioambientales de materiales de construcción han sido llevados a cabo en varios países y los resultados están disponibles. Es difícil, pero importante, saber la escala relativa de los diferentes impactos. Sólo entonces es posible dar prioridad a las medidas para reducirlos. En general, los efectos medioambientales son proporcionales a la masa del material en cuestión. Por eso, la elección del material estructural del edificio es probablemente más importante que la elección del pavimento. Sin embargo, los materiales presentes en pequeñas cantidades pueden tener, a menudo, efectos desproporcionados en el medioambiente local; por ejemplo, el aire contaminado del interior es frecuentemente debido a pinturas, pegamentos y otros materiales presentes en pequeñas cantidades.

La influencia de componentes y materiales en el rendimiento de un edificio es una cuestión muy compleja. Este capítulo ofrece una guía de referencia de las propiedades de los materiales y componentes en sí mismos, al contrario que los asuntos de diseño que los rodean.

Dado que los edificios típicamente duran mucho tiempo (del orden de 50 años), los impactos medioambientales que se usan tienden a acumularse. El CO² emitido debido a la energía consumida en el edificio durante el periodo de ocupación, es por sí solo el mayor impacto ambiental del edificio. Por lo tanto, la principal prioridad sería reducir el uso de energía saliente. A partir de aquí, los materiales de bajo impacto pasan a primer plano.

Transporte

Dada la naturaleza de gran cantidad de materiales usados en la construcción, el impacto medioambiental de su transporte es motivo de preocupación. La energía para transportar materiales pesados es generalmente función de la distancia recorrida, modo de transporte, y masa de material transportado. Los materiales con baja densidad (como los aislantes), sin embargo, tienden a usar cantidades desproporcionadas de energía para el transporte, debido a su volumen. Se debe minimizar dentro de lo posible, estos factores para disminuir el impacto generado por el transporte.

Residuos

Los residuos de la industria suponen una fracción importante de los residuos totales producidos en la sociedad. En último término, la mayor parte de los materiales de los edificios terminan en vertederos o incinerados, o bien son descartados cuando el edificio es demolido.

Residuos de la demolición

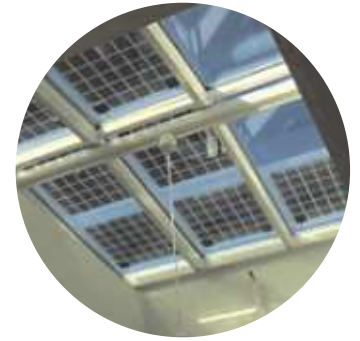
Antes, muchos materiales de los edificios demolidos eran simplemente reutilizados en el mismo sitio. Sin embargo, en la actualidad los materiales modernos como el hormigón reforzado o complejos ensamblado de diversos materiales y fuertes adhesivos, son más difícil de reutilizar. Los edificios modernos deben ser diseñados para que sus materiales puedan ser reutilizados o reciclados después de la demolición. Esto implica que los materiales serán ensamblados de manera que puedan ser desensamblados fácilmente en lugar de ser destruidos (un ejemplo puede ser usar una mezcla de cemento débil para que los ladrillos puedan ser separados y reutilizados), la utilización de materiales fácilmente reciclables, como metales, en lugar que aquellos que son difíciles de reciclar como los plásticos. Además se debe asegurar que los planos y registros se guardan adecuadamente para facilitar y asegurara que la demolición se realice de forma adecuada.

La gran mayoría de los residuos de demolición (alrededor del 95% del peso o más) consisten en materiales inertes como cemento, hormigón o piedra. A menudo son reciclados en conglomerados, aunque los ladrillos y los bloques de piedra pueden ser además reutilizados en nuevos edificios con la condición de que puedan ser separados y limpiados adecuadamente. Los elementos más valiosos de un edificio en demolición son aquellos que pueden ser extraídos enteros. Estos pueden ser desde elementos estructurales como soportes y vigas, a instalaciones interiores como electrodomésticos y mobiliario

Residuos de la construcción

Los residuos de la construcción contienen muchos tipos diferentes de materiales. Los edificios pueden ser diseñados para usar tamaños estándares de material; ya que esto reduce el trabajo (cortar y regular) además de minimiza los residuos. Una manipulación cuidadosa in situ puede también ayudar a evitar materiales dañados. La clave para un reciclaje rentable y con éxito es separar los distintos tipos de residuos en una fase inicial. Se deberían tener contenedores lo más cerca posible del edificio para las diferentes categorías de productos que se quieran reciclar. Los residuos tóxicos (como pintura sobrante, adhesivos y productos químicos) deben ser, por supuesto, manejados con mucho cuidado y eliminados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La accesibilidad de la información es vital para persuadir a los profesionales de evitar los efectos secundarios de su manera de construir. Por ello se deben exigir en los materiales a utilizar un sistema de etiquetado, que garantice un uso correcto del material.



Madera

La madera es un material muy utilizado en la construcción: ligera, fuerte, duradera, fácil de trabajar, bonita, con una larga tradición y con una base técnica madura. También es un recurso renovable, siempre que se observen las prácticas forestales adecuadas. Sin embargo, de acuerdo con la WWF, la industria internacional maderera es ahora la principal amenaza de los bosques del mundo. Los bosques se diferencian enormemente en tipos y propiedades; las medidas del área forestal son altamente engañosas, equiparando ricos bosques forestales con plantaciones de monocultivos. Normalmente, los bosques más viejos son los de mayor biodiversidad. También poseen la mayor proporción de árboles adultos, que son los más atractivos para las compañías madereras. La mayoría de los bosques naturales del mundo están seriamente amenazados. La desaparición de los bosques tropicales es conocida por todos, pero los bosques de climas templados y bosques boreales, incluyendo los pocos bosques primarios que quedan en Europa, están también desapareciendo rápidamente, principalmente debido a las operaciones de tala de árboles.

No es fácil seleccionar madera o productos derivados de la madera que procedan de bosques adecuadamente controlados El FSC (The Forest Stewardship Council) es un organismo internacional que se encarga de verificar sistemas de certificación para bosques propiamente controlados. Para poder llevar el distintivo FSC los sistemas de certificación deben verificar que sus bosques cumplen las siguientes indicaciones:

- acatar de las leyes nacionales e internacionales;
- la propiedad y uso deben estar establecidos legalmente y documentados;
- se deben respetar los derechos de los indígenas;
- se debe apoyar los derechos de los trabajadores y las relaciones comunitarias;
- hay que hacer un uso eficiente de los recursos del bosque;
- se debe tratar de conservar la integridad biológica del bosque;
- debe existir un plan de dirección con objetivos a largo plazo claramente establecidos;
- se debe llevar a cabo una evaluación y monitorización;
- los bosques naturales deben ser conservados y no deben ser sustituidos por otros usos de la tierra;
- las plantaciones deben ser adecuadamente dirigidas y usadas para reducir las presiones existentes sobre los bosques naturales.

Sólo los productos que muestren el distintivo de la FSC deberán considerarse como procedentes de bosques adecuadamente dirigidos.

La madera de bosques dirigidos adecuadamente todavía tiene un impacto medioambiental considerable debido al uso de energía durante su extracción, transporte y procesamiento. La madera secada al aire usará menos energía que la secada utilizando hornos. Una alternativa al uso de la madera certificada por la FSC, es usar madera producida localmente o producida por fuentes conocidas (como las de un edificio que está siendo demolido). Las dos tienen la ventaja de disminuir el gasto energético en el transporte y permitir conocer la procedencia del material.

Un buen detallado puede incrementar en gran medida la vida útil de la madera en el edificio, y la planificación y un dimensionado cuidadoso pueden maximizar la eficiencia del material y reducir el desperdicio.

Productos de madera

La madera es el elemento más usado de la amplia gama de los productos de construcción. En la mayoría de los casos se pueden hacer comentarios similares tanto respecto a la parte de estos productos derivada de la madera, como respecto a la propia madera, con la cautela de que es menos fácil estar seguro del origen de la madera. Muchos productos, como aglomerados de madera o aglomerado de fibra, e incluso estructuras sintéticas, hacen uso de los desperdicios y astillas de la madera. Aunque esto no es una garantía de que la madera venga de una fuente sostenible, al menos asegura que la madera está siendo usada eficientemente. El contrachapado, sin embargo, utiliza maderas de grandes dimensiones las cuales no son, probablemente, producidas de manera sostenible.

Los productos derivados de la madera varían ampliamente. Los paneles como la madera contrachapada, los paneles de cartón yeso o los aglomerados de madera unidos con resinas orgánicas. Estos materiales no generan emisiones significativas al entorno, teniendo una gran inercia si son fabricados de forma adecuada.

Caña y otras Fibras Naturales

La caña es el tallo de cereales como el trigo, la avena, la cebada, el centeno o el arroz que sobra después de que el grano sea cosechado. La caña parece un material inapropiado para la construcción, pero está creciendo rápidamente en popularidad debido a su fácil disponibilidad, bajo impacto medioambiental y excelentes propiedades de aislamiento: los fardos de cañas tienen un valor de aislamiento de 0.012 W/mK aproximadamente.

La caña puede ser usada en los edificios de diferentes maneras. Es usada en diversas proporciones para embalar ladrillos y estructuras. Desde la invención del embalador a finales del siglo XIX se han usado balas de paja como bloques de construcción para paredes altamente aislantes. En algunos edificios los fardos soportan el peso del techo, en otros los fardos son usados simplemente como rellenos en estructuras de poste-y-viga. Las paredes normalmente se apuntalan juntas con hierro o cañas de bambú a través de las balas, y luego son plastificadas por dentro y por fuera.

La caña y otras fibras naturales son también usadas como materia prima para paneles, los cuales pueden ser usados en un amplio rango de aplicaciones. Las fibras son comprimidas juntas a altas temperaturas (alrededor de los 200°C) y pegadas fuertemente sin adhesivos.

El cañizo, la caña y los tallos de otras plantas son también usadas tradicionalmente como material para tejados. Los techos de paja son atractivos y tienen un bajo impacto, pero requieren una mano de obra intensa y trabajadores especializados.

El impacto medioambiental de la caña y de otras fibras naturales es generalmente muy bajo. Son mayoritariamente desperdicios de la agricultura, aunque algunas se cosechan especialmente para la construcción. Grandes cantidades de desechos de caña son también quemados (produciendo polución) o, más provechosamente, esparcidos en los campos para mejorar la estructura del terreno. El principal impacto medioambiental será debido a las emisiones de combustible derivadas del transporte. El combustible necesitado por kilogramo-kilómetro será mayor que el promedio debido a la menor densidad de las fibras. Pero si las fibras naturales son obtenidas de una fuente local, su impacto medioambiental será típicamente menor.

Tierra

La Tierra consiste en varios grados de piedra pulverizada y arcilla, esta última es el ingrediente activo o 'pegamento' que une el terreno. Los materiales orgánicos, como los que están presentes en la capa superficial del terreno, son indeseables en la tierra para construcción. El contenido en arcilla varía ampliamente: la mayoría del terreno tendrá demasiada arcilla, lo que puede causar grietas cuando la tierra se seque, o muy poca lo que puede ocasionar desmoronamientos. Para equilibrar el exceso de arcilla se puede añadir arena o paja, y para aumentar la consistencia y firmeza de la tierra se puede poner asfalto, caliza o cemento.

La tierra es uno de los principales materiales de construcción y todavía es uno de los más usados; se ha asegurado que una tercera parte de la raza humana vive hoy en día en casas hechas de tierra. La tierra está disponible libremente en prácticamente cualquier sitio y su impacto medioambiental es casi nulo; su extracción es sencilla, el transporte y procesado es mínimo y su disposición no puede ser más simple.

La tierra es usada en la edificación de muchas maneras distintas. Posiblemente la más simple es donde es mezclada con agua y otros ingredientes y la pared del edificio es construida a mano sin formas. Esto es conocido como 'cob' en los países anglófonos. En climas soleados, la tierra es modelada en ladrillos, a veces comprimida mecánicamente, y secada al sol. Este método, conocido como 'adobe' en los países de habla hispana, podría haberse originado en el Medio Este en el 10,000 AC, y todavía es muy usado. La tierra puede ser además compactada y prensada con una máquina para darle firmeza.

Las paredes de tierra compacta pueden parecer de hormigón dada su solidez, dureza o durabilidad, dependiendo del grado de compresión. Incluso si las paredes no están hechas de tierra, la tierra puede ser amontonada alrededor del edificio (como un 'berm') o sobre él (como un 'tejado ecológico'), o la estructura puede estar hundida en el terreno. En cada caso la tierra ofrece aislamiento y almacenamiento térmico. Lo definitivo en construcciones "protegidas por la tierra" puede ser viviendas que son realmente cuevas artificiales excavadas en el suelo.

La tierra no es un aislante particularmente efectivo. La conductancia varía con la humedad y la densidad; es, sin embargo, un buen almacenamiento térmico. La fuerza estructural añadida necesaria para soportar un "tejado verde" probablemente contrarrestará cualquier ahorro del uso de la tierra como un aislante sin coste.



Piedra

La piedra forma parte de la base de la arquitectura tradicional en muchos países y es muy usada hoy en día. Es particularmente útil gracias a su elevada masa térmica, dureza y durabilidad (dependiendo de la firmeza) y además bonita. La piedra no es renovable pero es abundante, aunque algunos tipos son escasos y en algunas áreas no hay mucha piedra que sirva para la construcción. La extracción de piedra es perjudicial para el medioambiente por eso se debe favorecer la utilización de piedras recicladas y sino es posible se deben utilizar piedras procedentes de canteras locales, ya que de esta forma se puede estar informado del impacto de las operaciones de extracción de la piedra.

La piedra fabricada y sintética es a veces usada como una alternativa menos cara que la piedra natural, particularmente para bloques de hormigón. El proceso de fabricación de estos materiales tiene un gasto energético bastante alto, y su impacto medioambiental es probablemente similar al del hormigón.

Cemento y Hormigón

Cemento

El cemento es un agente ligante cuyos ingredientes incluyen la cal, óxido de calcio. El tipo de cemento más usado en Europa es el cemento Portland. Para hacer cemento Portland se mezcla carbonato cálcico (usualmente en forma de piedra de cal), silicatos (arena, arcilla, ceniza y productos derivados del carbón) y componentes traza como minerales de aluminio o hierro, y luego se queman a temperaturas superiores a los 1500°C. El resultado es una mezcla de componentes químicos, silicio y oxígeno con algo de hierro y aluminio; la mezcla exacta determina las propiedades del cemento. Después se añade alrededor del 5% de yeso (sulfato de calcio). Este proceso se realiza a altas temperaturas por lo que se necesita mucha energía, además, la reacción química que se produce libera dióxido de carbono.

La cantidad total de CO₂ emitida en la producción del cemento variará dependiendo de la eficiencia del horno y del tipo de combustible usado. Una estimación (EBN, 1993) es que un kilo de cemento libera aproximadamente 1.1 kilos de CO₂ en su producción. De esto, un 60% procede de la combustión y un 40% procede del proceso de calcificación.

Otro impacto medioambiental de la producción del cemento es principalmente debido a la alta naturaleza alcalina del polvo de cemento. La emisión al aire o al agua de este material puede presentar un peligro para el medioambiente, ya que el agua alcalina es tóxica para el pescado o cualquier otra forma de vida marina. Puede además presentar peligro para la salud de los trabajadores por sus propiedades corrosivas.

No existe una manera de producir cemento que no afecte al medio ambiente, por tanto la principal estrategia a seguir para respetar el medioambiente sería minimizar la cantidad utilizada. Los diseños cuidadosos ayudan, por ejemplo en el uso de cimentación de pilotes u hormigón prefabricado; hay que gestionar de una forma efectiva el proceso de construcción para evitar mezclar hormigón en exceso, y que este pase a ser un residuo.

Hormigón

El hormigón consiste aproximadamente en un 1214% de cemento y diferentes cantidades de agua (67%), arena (2535%) y gravilla, piedras de machaqueo y otros agregados (4853%). La arena y la gravilla son fuentes no renovables cuya extracción implica un impacto significativo en su entorno local. La piedra de machaqueo requiere un gasto de energía adicional en el proceso. Los agregados reutilizados y reciclados, y los residuos industriales (incluso el hormigón machacado) pueden ser usados como parte de la mezcla para reducir el proceso de extracción y el transporte. El transporte es probablemente el mayor impacto de estos productos. Sin embargo, las emisiones de dióxido de carbono debidas a la producción del cemento, generalmente constituyen la mayoría (al menos el 85%) del total de las emisiones de CO₂ debidas al hormigón.

Otra consideración medioambiental importante a tener en cuenta en el uso del hormigón es su eliminación. El hormigón constituye aproximadamente la mitad de los residuos de la construcción y la demolición. A veces puede ser machacado para reutilizarlo como agregado, pero no es una práctica muy común.

Una forma especial de hormigón es el hormigón aireado, este utiliza polvo de sulfato de aluminio en la mezcla. Este reacciona con la cal para producir gas hidrogenado, formando así burbujas en el hormigón. En este tipo el sulfato de aluminio produce un impacto medioambiental adicional al proceso debido a las grandes cantidades de energía usadas en su producción, el hormigón resultante tiene un ratio tensión-peso mayor y el impacto medioambiental total para una estructura dada será probablemente menor que la del hormigón ordinario.

Los bloques compuestos aislantes están formados por espuma aislante entre capas de hormigón. La principal preocupación aquí es evitar el uso de CFCs y HCFCs que destruyen el ozono. Otra posible preocupación es la dificultad de reciclar o reutilizar los bloques de compuestos dado que el hormigón no puede ser separado de la espuma aislante.

Ladrillo, teja y otras cerámicas

Las cerámicas como el ladrillo, la teja o la loza sanitaria están hechas mediante cocción de arcilla a altas temperaturas. La arcilla es un material muy abundante pero no es renovable. La extracción de arcilla puede tener un impacto perjudicial en el entorno local, pero el principal impacto medioambiental de la cerámica es debido al combustible quemado en los procesos de fabricación. Asumiendo que en el proceso se usa una mezcla de combustible sólido, aceite, gas y electricidad, las emisiones de CO₂ serán aproximadamente 0.33 kg/kWh. Esto significa que las emisiones de CO₂ atribuidas a los ladrillos serán alrededor de 0.25 kg CO₂ por kg de ladrillo. Esto es sólo un cuarto de lo que se emite en el cemento Portland; y como el hormigón se compone de un 1214% de cemento, el resultado final es que el ladrillo tiene típicamente el doble de emisiones de CO₂ por kilogramo que el hormigón. El ladrillo es uno de los elementos de la construcción con más gasto energético. Los ladrillos reutilizados representan una alternativa y en algunos lugares hay mercados muy rentables.

Cristal

El cristal está hecho de arena de plata, carbonato sódico y sulfatos. Todos ellos son fuentes no renovables pero no son



materiales escasos. El proceso de fabricación tiene un gran gasto energético, emitiendo aproximadamente 2kg de CO₂ por kg de cristal producido. Pero la cantidad de cristal utilizada actualmente en los edificios es relativamente pequeña. Se estima que una casa de tres habitaciones contiene alrededor de 100kg de cristal, comparado con las 25 toneladas de hormigón. El impacto medioambiental es compensado por su importancia en la iluminación y ganancia térmica. El cristal es generalmente reciclable pero sólo se reutiliza en pequeñas proporciones.

Metales

Los metales son extraídos de las minas, lo cual es siempre perjudicial para el entorno local debido a las emisiones tóxicas y a la alteración del ecosistema. La mayor parte de los lugares donde hay minas necesitan una rehabilitación tras el cierre, antes de que la tierra pueda ser usada para otra cosa. El proceso de extracción de minerales tienen un gran gasto energético. No obstante, no existen datos precisos sobre la cantidad de energía usada en estos procesos. Aunque los metales no son fuentes renovables, si son generalmente reciclables. Los residuos de la construcción y de las demoliciones pueden ser separados a fin de facilitar el reciclaje. Los residuos que no están separados pueden ser reciclados pero el coste es mucho mayor. En principio estos metales pueden ser reutilizados incluso si proceden de residuos mezclados, así que es poco probable que alguna vez se agoten por completo. Reciclando se ahorra una proporción significativa de la energía usada en el proceso de extracción, aunque no se dispone de cifras precisas. No siempre es sencillo estimar la proporción de metal en el reciclado, pero representa una medida razonablemente buena del impacto medioambiental del metal.

Aluminio

El aluminio es extraído mediante la electrólisis de un mineral, la bauxita. Este proceso es altamente energético y tiene, consecuentemente, un gran impacto medioambiental. Sin embargo, el aluminio es altamente reciclable y su reutilización sólo requiere aproximadamente el 5% de la energía que se necesita para la electrólisis del metal. Es duradero y altamente resistente a la corrosión, aunque las especificaciones indican que hay que evitar el contacto con ácidos, alcalinos u otros metales.

Cobre

El cobre es usado en tejados, revestimientos, como adorno, para canalizaciones y para cableados. Dadas sus propiedades naturales es muy útil para exteriores, aunque es moderadamente tóxico. Las tuberías de cobre son todavía usadas para suministro de agua, aunque en algunos países (como Suecia están prohibidas); generalmente están siendo suplantadas por plástico. El cobre es muy duradero, resistente a la corrosión y puede ser fácilmente reciclado.

Plomo

El plomo es un material muy tóxico y venenoso por acumulación, por lo que su uso en los edificios debe ser desalentado. Además es un material muy escaso, aunque puede ser fácilmente reutilizado.

Acero

El acero es el material más usado en la construcción. Su proceso de producción es altamente energético. El reciclaje de los recortes de acero está muy extendido, aunque no es tan fácil como con otros metales. El acero no es resistente a la corrosión y en muchas situaciones, a fin de prevenir la corrosión, debe ser tratado con pintura u otro tipo de recubrimiento, cuyo impacto debe ser considerado por separado.

Zinc

El zinc es a menudo usado como recubrimiento de otros metales. Dada su naturaleza el revestimiento de zinc tiene que estar fuertemente ligado con el otro metal, por lo que no es fácilmente reciclable. El proceso de recubrimiento con zinc (galvanización) implica frecuentemente el uso de una solución cromada la cual es altamente tóxica. El proceso de



revestimiento es además altamente energético. Sin embargo, la galvanización es una forma muy efectiva de alargar la vida del acero y de otros componentes metálicos. El zinc es usado también en forma de plancha, y es una alternativa menos tóxica que el cobre para muchas aplicaciones.

Pinturas, adhesivos, conservantes, sellantes y agentes sintéticos de limpieza

Las pinturas, los adhesivos, los conservantes, los sellantes y los agentes sintéticos de limpieza abarcan una amplia variedad de sustancias. Normalmente están presentes en los edificios en pequeñas cantidades, pero pueden tener un efecto desproporcionado en el medioambiente. Aunque su fabricación involucra a menudo el uso de gases y aceites, ambos como combustibles, las emisiones de CO₂ y otras emisiones relacionadas con combustibles fósiles no son una gran preocupación medioambiental debido a

las pequeñas cantidades involucradas en comparación con otros materiales.

Las emisiones tóxicas durante la fabricación, uso y eliminación presentan un problema mayor. Estos productos deberían ser tratados como residuos tóxicos y ser eliminados de acuerdo con esto. Además, en particular, la calidad medioambiental del interior de los edificios puede verse seriamente afectada por el uso negligente de estos productos. La calidad del aire interior es uno de los factores más importantes a tener en cuenta particularmente porque los edificios cada vez son más herméticos, y el uso de disolventes orgánicos, aparatos de oficina y ventilación artificial está en aumento.

Pintura

La pintura consiste en un disolvente (la 'base'), ligantes, rellenos, y otros elementos aditivos como pigmentos, agentes secantes, pulimentos, y agentes anti-vaho. Cada uno de estos ingredientes puede potencialmente ser peligroso para la salud y el medioambiente. Algunos pigmentos, por ejemplo, incluyen metales pesados potencialmente dañinos como plomo, cadmio o cromo.

Las pinturas basadas en agua, aunque no se pueden usar en determinadas aplicaciones, son preferibles desde el punto de vista medioambiental a aquellos que usan hidrocarburos orgánicos, los cuales son peligrosos para los pintores y los ocupantes. La mayoría de las pinturas basadas en hidrocarburos usan resinas alquídicas como sellante. La pintura alquídica "de gran compactación" es preferible a la pintura alquídica tradicional porque contiene menos disolvente orgánico. La pintura natural generalmente contiene ingredientes de origen biológico, los cuales son degradables; estas pinturas todavía usan disolventes orgánicos como la trementina, sin embargo son más caras y menos efectivas que las pinturas convencionales. Las pinturas acrílicas están basadas principalmente en agua, y contienen un 10% o menos de disolventes orgánicos, pero suelen contener conservantes dañinos. En cualquier caso, las pinturas satinadas requieren más disolvente que las normales.

La eco-etiqueta de la Unión Europea y otros proyectos de eco-etiquetado incluyen sistemas de certificación para pinturas con un impacto medioambiental menos dañino. Los requerimientos varían ampliamente y no son muy altos, pero elegir pinturas con alguna de estas etiquetas es una buena forma de reducir el impacto medioambiental en algún grado.

Adhesivos

La preocupación del impacto medioambiental de los adhesivos se centra principalmente en la liberación de compuestos volátiles de los adhesivos con base de disolvente orgánico y de agentes de curado, por ejemplo aquellos usados en sistemas de resina-epoxy. Los adhesivos que usan disolventes orgánicos deben ser aplicados con cuidado y con la ventilación adecuada, o evitados totalmente en favor de adhesivos basados en agua o sistemas de fijación mecánica.

Protectores de la madera

Los conservantes de la madera están disponibles en una amplia gama de formas diferentes: pinturas, pegamentos, colas e incluso humos. Sus ingredientes activos van desde los relativamente moderados hasta los altamente tóxicos; incluyen componentes basados en cobre, cromo, arsénio, zinc, boro y fluor; y otros.

Los efectos en la salud de los trabajadores causados por tratar con la madera están bien documentados y se ha

demostrado que la mayoría de estos componentes son perjudiciales para la salud.

Las grietas normalmente son signos de defectos de construcción o bien de humedades, en lugar de un inevitable efecto del tiempo. Cada fuente de humedad debe ser eliminada. Los protectores pueden a veces evitar todo esto, si se utilizan adecuadamente se elige una madera duradera y donde es necesario se aplica un acabado protector. La protección localizada con implantes sólidos, en lugares vulnerables como las juntas de las ventanas y los marcos de las puertas, son preferibles a un tratamiento global.

Los boratos son los protectores más benignos del medioambiente, aunque puede tener filtraciones con la humedad; donde estén en contacto con el agua, necesitan estar combinados con un tratamiento repelente al agua. Los tratamientos de protección deben ser siempre llevados a cabo por personal cualificado.

Sellantes

Dada su flexibilidad y facilidad de aplicación, los sellantes son muy usados para sellar juntas, grietas y otras fisuras. Están disponibles un amplio número de productos. Los sellantes pueden ser en forma de cinta u otro tipo de sólido, o pueden ser líquidos. Los disolventes sólidos pueden ser plásticos o elastoméricos. Como todos los productos usados en la edificación, el impacto medioambiental de los sellantes debería ser comparado con su durabilidad.

En general, los sellantes son usados en pequeñas cantidades y no producen un gran impacto medioambiental. Los principales puntos en contra son: sellantes que usan productos químicos en forma de espuma que dañan el ozono (CFCs y HCFCs); sellantes de poliuretano (PUR) y de cloruro de polivinilo (PVC), ambos con un impacto medioambiental bastante grande; y el uso de sellantes que contengan disolventes orgánicos, como los sellantes acrílicos no basados en agua.

Agentes sintéticos de limpieza

Un aspecto a menudo olvidado en el proceso de construcción es la limpieza del edificio tras la finalización y antes de que sea ocupado. Esto es normalmente responsabilidad del contratista pero en ocasiones se subcontratan especialistas de la limpieza, dado que conocen perfectamente las precauciones que hay que tomar para asegurar un edificio no-tóxico. Los agentes sintéticos de limpieza que sean biodegradables o no-tóxicos deben ser especificados.

Productos Sintéticos

Los productos sintéticos son fabricados mediante una serie de procesos químicos, principalmente con petróleo. Es además posible, aunque inusual, fabricarlos de derivados de plantas; son conocidos como bioplásticos o biosintéticos. Los procesos de ruptura y polimerización mediante los cuales son fabricados los productos sintéticos pueden involucrar la emisión de materiales orgánicos a la atmósfera. También son usados otros aditivos como el cloro y el cianuro, los cuales son muy tóxicos. Sólo un pequeña parte del petróleo mundial es usado para fabricar productos sintéticos. La cantidad de energía usada en estos procesos es relativamente grande; las estimaciones varían ampliamente, entre 50100 Mj/kg. Sin embargo, las cantidades usadas en los procesos de edificación son generalmente pequeñas lo que significa que la energía involucrada no representa una gran preocupación.

La mayor parte de los productos sintéticos no son biodegradables y esto presenta un problema de eliminación a largo tiempo. Por otro lado, cuando se degradan, o cuando por el contrario son destruidos o dañados por el fuego, la radiación UV y demás, los productos resultantes en algunos (no todos) casos constituyen un peligro tóxico. El reciclaje es posible en algunos casos, pero no en todos.

Los productos sintéticos son muy útiles en muchas aplicaciones; la mayoría son resistentes al agua, flexibles y baratos. En la mayor parte de los casos, su impacto medioambiental no es preocupante, pero su eliminación sí que puede presentar un problema dado que estos productos no son biodegradables. En los casos de PVC, sin embargo, existen serias cuestiones sobre si su uso es del todo apropiado.

Alquitrán

El alquitrán es muy usado como elemento de protección. Se produce a partir de fracciones de petróleo de bajo grado.



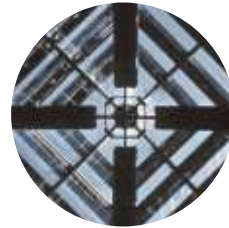
Teóricamente es reciclable mientras que no se contamine con otros materiales, aunque normalmente se suele mezclar con polvo de roca o se aplica en telas, fibras de vidrio o láminas de poliéster para formar resinas, laminados o tablillas. Esto no genera problemas medioambientales durante su uso. Se ha de tener mucho cuidado en la aplicación del alquitrán/asfalto caliente con respecto a la salud y seguridad de los trabajadores.

EPDM (Etileno-Propileno-Diene Monómero)

Las láminas de EPDM son usadas en azoteas, para revestimientos de estanques, en trenzas de cañamo, y tapajuntas de metal. En el proceso de fabricación se usan varios disolventes orgánicos, cuyo impacto medioambiental puede ser importante. No puede ser reciclado aunque es posible procesarlo para formar rellenos de bajo grado.

EPS (Poliestireno Extendido) y Poliestireno Comprimido

El poliestireno es usado principalmente para aislamientos. Su producción implica la emisión de algunos componentes orgánicos moderadamente dañinos. En los procesos mediante los cuales se expande el EPS se usa pentano (un disolvente orgánico moderadamente tóxico). En algunos casos se continúa usando CFCs y HCFCs.



Bibliografía.

Anink David, Chiel Boonstra and John Mak, Handbook of Sustainable Building: An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in

Geohabitat, Manual Arquitectura Solar para Climas Calidos.

European commission DG XVII, A Green Vitruvius, Principles and practice of sustainable architectural design.

Instituto Tecnológico y de Energías Renovables, 25 Viviendas Bioclimáticas para la isla de Tenerife.



