

ES *un producte* **fabriCAT** *a casa*

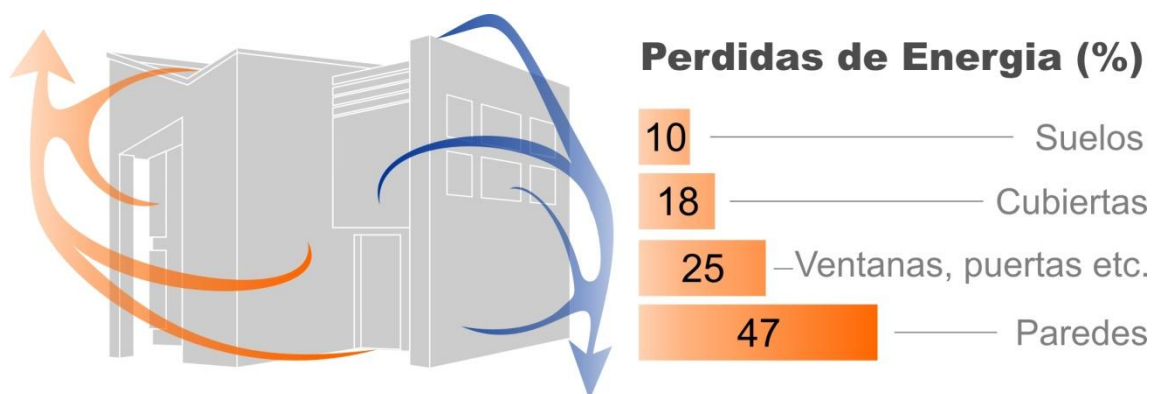
Las casas eficientes, son construcciones que utilizan los recursos de la arquitectura bioclimática, con una eficiencia energética muy superior a la construcción tradicional.

Son construcciones pensadas para aprovechar al máximo la luz y el calor recibido de esta fuente, dando como resultado una humedad y temperatura de confort, un ambiente sano y saludable en cualquier época del año, sin necesidad de otra producción de calor. Básicamente, para que esto sea posible, el aislamiento de estas casas es absoluto y la renovación del aire se realiza a través de un sistema mecánico de ventilación, que renueva y purifica el aire sin dejar escapar el calor.



Casa pasiva o casa solar pasiva es un concepto que se popularizó en las escuelas de arquitectura, a principios de 1980 por el The American Institute of Architects. Aunque no fue hasta 1990, cuando en Alemania se construyó la primera casa pasiva, creándose el primer estándar, (Passivhaus Standard).

De los estudios en física constructiva, se deduce que las mayores pérdidas de energía, por orden de relevancia en los elementos constructivos son los siguientes.



Y de esta grafica y en contrapartida se entiende que el envolvente es primordial a la hora de definir los estándares de la Casa Pasiva (PassivHaus), siendo estos los 5 criterios básicos para tener una casa pasiva con poco consumo de energía.

- 1- **Orientación al Sur y consideración de las sombras:** El uso pasivo de la energía solar es muy importante en el factor de diseño de PassivHaus.
- 2- **Aislamiento compacto y bueno:** Todos los componentes exteriores deben de alcanzar el valor de aislamiento U-Value, el cual no exceda $0.15 \text{ W/m}^2/\text{K}$
- 3- **Ventanas y marcos energéticamente eficientes:** Las fugas en las juntas sin sellar deben ser menos de 0.6 veces el volumen de la casa por hora. Esto es el equivalente a una permeabilidad del aire cuyo valor es menos de $1 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2 @ 50 \text{ Pa}$.
- 4- **Pre calentamiento pasivo del aire fresco:** El aire fresco debe ser llevado a la casa a través de ductos bajo el suelo para intercambiar calor con la tierra. Esto precalienta el aire por arriba de los 5°C inclusive en los fríos días de invierno.
- 5- **Electrodomésticos de bajo consumo:** Refrigeradores, estufas, congeladores, lámparas, etc, de bajo consumo son indispensables en este diseño.

Total de energía para calentamiento y enfriamiento de la casa: Menos de $15 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{año}$, o lo que es lo mismo convertido en Gasóleo: **1.5 litros/m²/año.**

Orientación al Sur y consideración de las sombras:

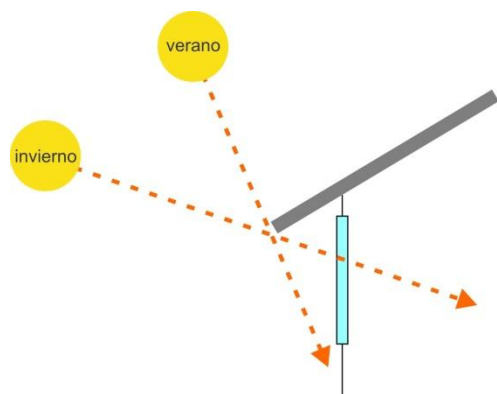
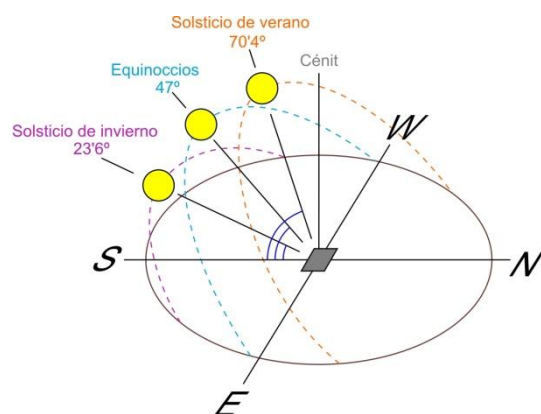


Orientación al Sur y consideración de las sombras:

Este es el primer criterio a tener en cuenta y en función de esta información se determina el diseño básico a ejecutar.

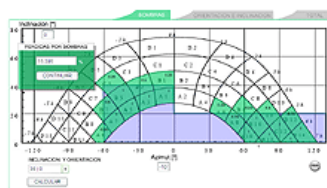
Comprensiblemente, se entiende que en verano nos interesara la sombra y en invierno el Sol y en función de esos ángulos, podremos determinar los aleros, oberturas, posicionamiento de las placas termo-solares etc.

En definitiva, el aprovechamiento optimo de la principal fuente de energía, el Sol.

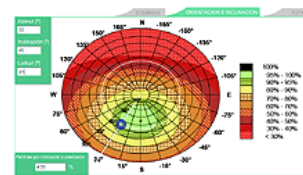


Existen en el mercado muchos programas para el cálculo del aporte energético del Sol. De esta manera es sencillo calcular las pérdidas por sombras, orientación e inclinación. Estos generalmente incluyen, dimensionado de la instalación solar térmica, Cálculo de la contribución solar en instalaciones de calefacción etc.

Vease: Cte Solar , Calsolar 2 de Saunier Duval



INFLUENCIAS		
	Sombras	Orientación e inclinación
Límite máximo	15	30
Calculación	85,30%	19,60%



LAS ESTRUCTURAS DE MADERA



LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

La madera es el material preferido para la construcción con un rendimiento energético muy elevado y sin duda alguna el más ecológico.

Se trata principalmente de un aislante natural que maneja fácilmente los problemas de aislamiento de los edificios y el proceso de aplicación en la construcción de madera, es muy avanzada en cuanto a estanqueidad.

Madera	$K = 0.12 - 0.18$
Hierro forjado	$K = 30$
Hormigón armado	$K = 1.30$
Ladrillo macizo	$K = 0.75$

Para un espesor dado, el rendimiento térmico que se puede obtener es superior a cualquier otro de los materiales constructivos.

(K es la cantidad de calorías que atraviesan en una hoja de 1m² de superficie, y 1m de espesor, cuando la diferencia de temperatura entre paramentos opuestos es de 1°C)

Sin extenderse en las propiedades físicas y mecánicas de la madera y de lo beneficioso de su uso para nuestra salud medioambiental etc... decir que el procesado inteligente de la madera, desarrollando nuevos métodos de selección, secado, encolado, etc. han hecho posibles grandes escuadrías sin las deformaciones y alabeos propios del material en bruto. Aportando la homogeneización del material por un lado y la clasificación por resistencias del mismo que surgen del procesado industrial controlado, hacen posible que el técnico de la construcción tenga garantías de comportamiento del material ante la carga, fuego, humedad, acústica, térmica etc. similares a las que aportarían materiales normalizados como el acero.

Teniendo en cuenta la densidad de la madera, destacar que a grandes rasgos, una estructura de madera es 9 veces más ligera que la de hormigón y 17 veces más ligera que la de acero.

Acero 7850 kg/m³



Hormigón 2600 kg/m³



Madera 450 kg/m³



Básicamente existen dos tipos de estructura; la de entramado ligero y la maciza. Para estos conceptos constructivos, los elementos de madera técnica a emplear, se distinguen en dos grupos: Los lineales y los de superficie.



PRODUCTOS LINEALES:

KWH: Consiste en cuartos de madera aserrada a la que se le han eliminado los nudos que puedan constituir una merma en las características mecánicas de la pieza. Luego se encolan las testas por medio de una unión tipo fingerjoint que garantiza la máxima resistencia de las mismas. Este proceso permitiría la producción de piezas infinitas, pero normalmente restringidas a las longitudes de transporte. La eliminación de mermas hace que sea posible garantizar una mayor resistencia que en piezas similares de madera aserrada. Además, se compensan mejor algunas deformaciones geométricas como alabeos o revirados.



BI-LAMINADO Y TRI-LAMINADO: Se realizan por el encolado de tablones, piezas que, por su tamaño, exceden las secciones de las láminas del estándar utilizado en las vigas laminadas.

Lo destacable de estos productos es que las piezas se posicionan verticalmente a diferencia de las vigas laminadas, en el que se sitúan en posición horizontal. Las ventajas de este producto son varias, se consiguen de forma muy sencilla escuadrías importantes con grandes longitudes. Además, la disposición de las piezas compensa las tensiones interiores de la pieza

consiguiéndose así que las deformaciones geométricas de esta sean mínimas y casi no exista el problema de los fendados laterales o desecado que da lugar a la calidad visual propia que presenta.

LAMINADAS: Se pueden considerar como uno de los productos pioneros en la industria de la madera técnica para la construcción.

Fueron los pioneros de esta industria los que comenzaron a buscar la forma de crear grandes escuadrías a partir del encolado de piezas más pequeñas. Fue así como uniendo laminas de un espesor menor se conseguían escuadrías de grandes dimensiones tanto en el espesor como en la longitud.

A partir de aquí se consiguieron cubrir grandes luces con el simple uso de vigas de gran formato. Si bien el concepto de este producto es bastante viejo, la tecnología no ha parado de avanzar y las vigas laminadas que se producen hoy superan en calidad a las que se hacían antaño gracias al avance en asuntos como la mejora de la clasificación previa de la madera, las colas utilizadas, etc.



Productos de superficie:



OSB: Del inglés **Oriented Strand Board** o tableros de virutas orientadas. Consiste como su propio nombre indica, en un tablero conformado por virutas que se orientan según la función estática que este vaya a desempeñar. Normalmente, las virutas se orientan por capas alternativas en todas direcciones para garantizar una mejor absorción de las tensiones que puedan afectar al tablero. Este tipo de tablero está pensado para absorber principalmente las tensiones propias de los diafragmas en estructuras de entramado ligero, o cualquier misión de cerramiento. Existen tableros OSB

apropiados para asumir tensiones y otros que no las pueden asumir. El uso de este tipo de tablero está restringido a condiciones de humedad propias de situaciones no expuestas.

TABLAS, FRISOS Y TABLILLAS: Esta familia de productos está compuesta en general por piezas de madera con espesores de entre 9,5 mm y 40 mm. No tienen función estructural y son obtenidas a raíz del aserrado de coníferas o frondosas en rollo en forma de tablas, tras lo cual se secan industrialmente, se cepillan o se molduran.

Los frisos se utilizan para acabados tanto interiores como exteriores y podemos distinguir dos tipos, machihembrados o sin machihembrar. Dependiendo de la especie utilizada podremos esperar una mayor o menor durabilidad ante los agentes externos o bióticos. Mencionar en este apartado el uso de la madera de Alerce preconizada para la protección y decoración del exterior, pues sus cualidades. Para protegerse de los últimos existen tratamientos que se pueden aplicar si se desea. Existen además productos como lasures y pinturas que protegen la madera expuesta al exterior de los agentes climáticos, productos que además permiten elegir los tonos y colores deseados para cada gusto.

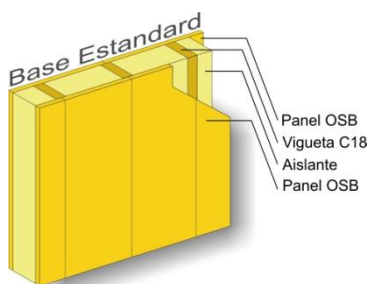


TABLEROS MACIZOS: Compuestos por tablillas de madera maciza encoladas entre sí presentan una gran variedad de formatos dependiendo del fabricante. Los podemos encontrar de capa simple o también como el famoso tri-capa con tres capas. El segundo tipo sigue la estrategia de contrapear la orientación de la fibra para conseguir una estabilidad y rigidez máximas. Son tableros que presentan una rigidez muy elevada en función al peso propio y que están pensados para el uso casi exclusivamente estructural o auxiliando al encofrador de hormigón.

TABLEROS LAMINADOS Y CONTRALAMINADOS: Son próximos a las vigas laminadas pero desarrollados en formato plano en lugar del lineal. Son en sí mismos tableros macizos, pero con tales dimensiones que hay que encasillarlo en una escala diferente. Si bien todos los tableros que hemos visto hasta el momento tienen que trabajar en conjunción con elementos lineales para formar estructuras rígidas, estos tableros pueden funcionar a modo de losas debido a su variedad de espesores que pueden ir desde los 7 u 8 centímetros hasta los 50 centímetros. Existen diferentes formatos pero todos ellos pueden ser utilizados como losa para suelos, muros de carga, techos, etc. Se presenta en una gran variedad de formatos y calidades según el fabricante. El tamaño de las piezas varía desde los 2,5 metros por 18, hasta el tamaño deseado. Su estabilidad geométrica es destacable, pero lo más importante es la rapidez de montaje que permite este producto.



LAS ESTRUCTURAS DE ENTRAMADO LIGERO / MACIZO:



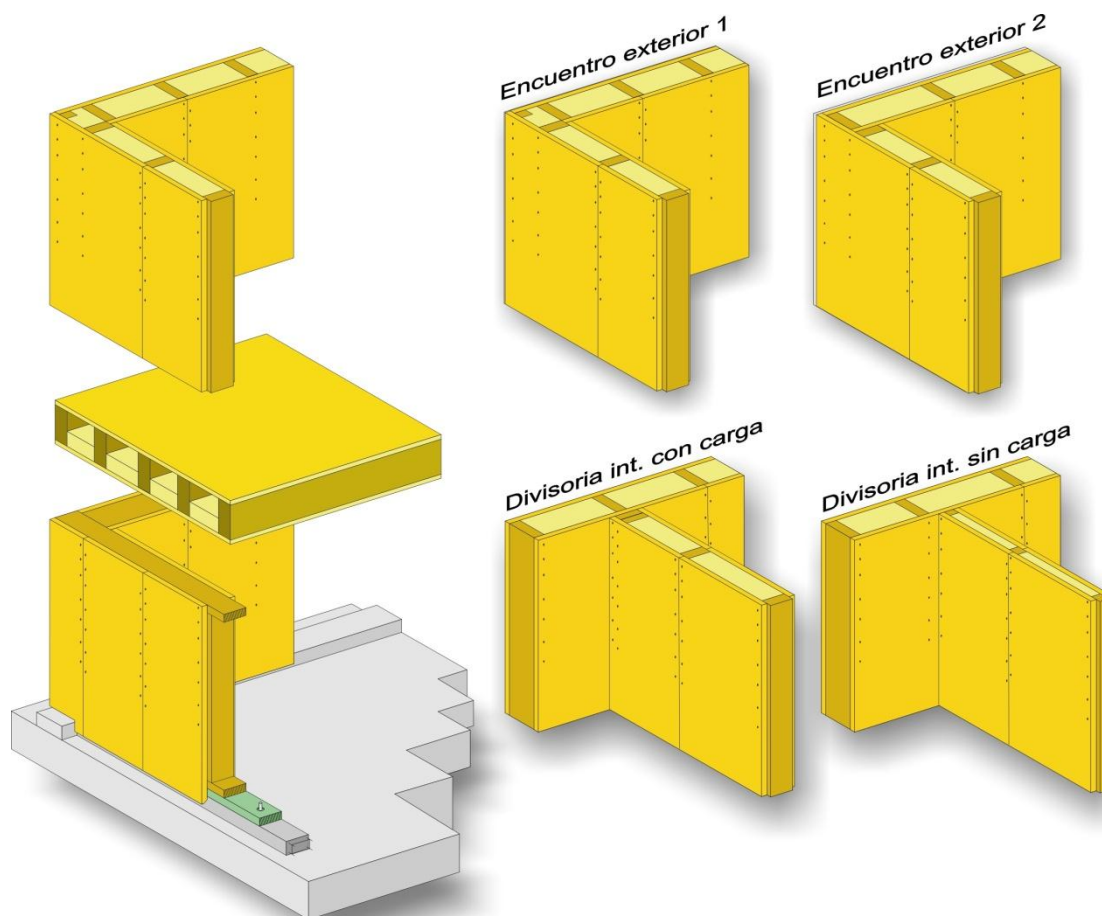
A partir de los materiales mencionados en el apartado anterior, no es difícil aplicarlos y combinarlos, aplicando el dimensionado correspondiente a cada elemento o conjunto según el esfuerzo requerido.

La diferencia entre un entramado ligero y uno macizo/tricapa, principalmente reside en la capacidad portante de este último, muy superior en solicitaciones de carga y estabilidad estructural.

De esta manera un proyecto de vivienda de 2 plantas y ático, el entramado ligero es el idóneo, por fiabilidad, facilidad y notablemente más económico.

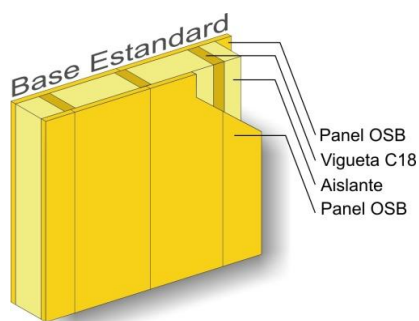
Para proyectos de gran envergadura o grandes portes, es sin duda donde estas estructuras monolíticas no tienen competidor, especialmente por su relación peso rendimiento.

En estos casos donde se emplea estas estructuras monolíticas, comentar que siempre y a diferencia de las de entramado ligero, los aislantes se aplicaran por la cara exterior. Es un detalle a tener en cuenta cuando se pretende combinar los dos estilos constructivos.



Aislamiento compacto y bueno:





Aislamiento compacto y bueno:

Todos los componentes exteriores deben de alcanzar el valor de aislamiento U-Value, el cual no excede $0.15 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Este apartado es realmente importante y aparentemente complejo, pero teniendo en cuenta que el soporte constructivo de base es madera, no debe representar mayor problema a la hora de realizar cálculos de rendimiento higro-térmico etc. pues la madera es mala conductora y los puentes térmicos son prácticamente inexistentes y fuera de cálculo.

térmicos son prácticamente inexistentes y fuera de cálculo.

No haremos un seminario de la teoría y cálculo de estas solicitudes, porque los factores son muy numerosos, pero básicamente para llegar a deducir según materiales empleados, que espesores deberemos emplear, la formula básica es la siguiente:

El valor de U (U-Value) es el inverso de la suma de las resistencias.

La resistencia es el producto del espesor y la resistividad en m o el espesor en m, dividido por el valor lambda (λ) del material. Por ejemplo:

12 mm de Placa de yeso Fermacell con valor λ 0,32 da una resistencia de:

$$0,012 / 0,32 = 0.0375$$

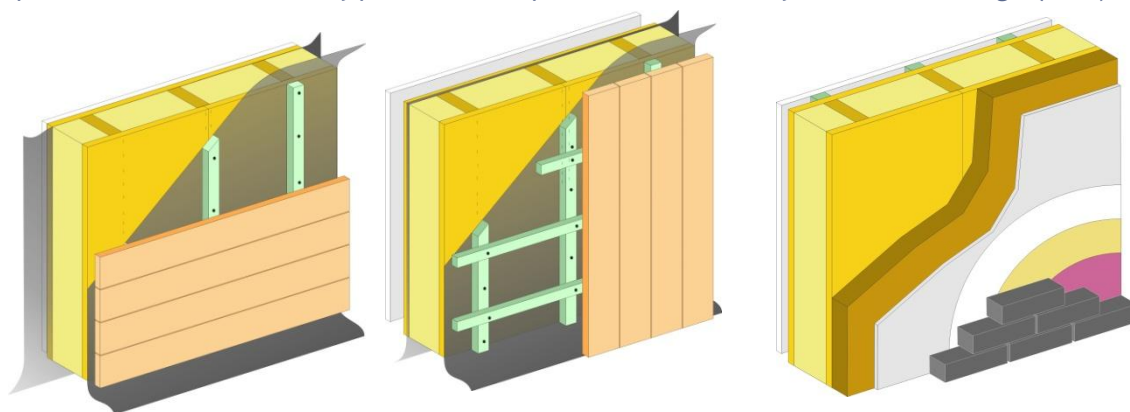
50 mm de lana de roca con valor λ 0.04 da una resistencia de:

$$0.05/0.04 = 1.25$$

el valor U-Value es ahí de $1 / (0.0375+ 1.25) = 0,77 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Con una sencilla hoja de cálculo, estas operaciones de pre-dimensionado de los componentes de un sándwich, se resuelven rápidamente.

El programa **LIDER** es la aplicación informática que permite cumplir con la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de demanda energética establecida en el Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1) y está patrocinada por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA).



Los aislantes térmicos:



Entre los productos aislantes que existen en el mercado, destacar que los productos derivados de la madera, como los tableros de partículas de madera explosionada, por tratarse de productos 100% naturales en su composición son los más idóneos.

Son interesantes porque obtenemos en un solo producto diversas soluciones constructivas.

En la mayor parte de otros productos aislantes, es necesario complementarlos con otros productos para obtener el mismo rendimiento o protección. Ventajas que se han de tener en cuenta en un clima mediterráneo.

Protección contra el frío: Gran poder de aislamiento térmico.

Protección contra el calor: El aislamiento no sólo debe protegernos del frío en invierno, sino también garantizar un agradable clima interior en verano. Algunas propiedades físicas de los materiales de construcción tienen un efecto positivo sobre la protección contra el calor. El material de aislamiento debe tener una densidad relativamente alta y ofrecer una estructura para acumular tanto calor como sea posible y el mayor tiempo posible. Estas propiedades garantizan que el calor no penetra directamente en el interior, pero se acumula en el techo y las paredes durante el día para propagarse otra vez durante la noche.

Protección contra el ruido: Debemos tener en cuenta este factor en la selección de los materiales a utilizar. En comparación con el aislamiento tradicional, los paneles de fibras de madera tienen una alta densidad que permite calcular el valor acústico de alta. Estos productos tienen características muy buenas no sólo para el aislamiento acústico al ruido aéreo, sino también contra la absorción de impactos de sonido y el ruido en todos los rangos de frecuencia.

Protección contra el fuego: En caso de incendio se forma en la superficie del aislante de fibra de madera de los elementos de construcción con una capa de madera carbonizada que impide el suministro de oxígeno y por lo tanto la rápida propagación del fuego. No se liberan gases tóxicos. Mediante el uso de estos productos es posible lograr una buena resistencia al fuego de elementos constructivos. Se puede obtener en los techos, paredes, pisos y techos de las clases de resistencia al fuego de hasta F 90. En caso de incendio, los paneles de muy bajo calor de fibras de madera retrasa el encendido rápido de otras capas, en comparación con el aislamiento de fibra mineral.

Capacidad de difusión: La humedad circula mejor a través de un componente con cierta capilaridad, lo que impide la formación de condensación. En situaciones críticas de la construcción física, los errores de cálculo de estimación del punto de rocío, son posibles y esta particularidad le profiere una tolerancia a ser considerada. La envolvente del edificio transpirable crea un agradable clima interior y equilibrado.



Fibras de madera



Lana de Roca



Lana de oveja



Celulosa



Corcho



Cáñamo

Ventanas y marcos energéticamente eficientes:



El término de cristales aislantes de ventana simplemente significa ventanas con paneles múltiples de vidrio. Usted escuchará a menudo referirse a las ventanas eficientes energéticamente como ventanas de doble o triple cristal. Que sean dobles significa que la ventana tiene dos paneles de vidrio que están separados por cierto espacio y luego son cristalizados como una sola unidad. El aire atrapado entre los paneles de vidrio añade un factor de aislamiento a la ventana. El Triple acristalamiento se hace del mismo modo pero con tres paneles de vidrio en lugar de dos.

Los fabricantes pueden aumentar la eficiencia energética de las ventanas cambiando la composición de los cristales, añadiendo diversos revestimientos para el vidrio, o usando una combinación de ambos métodos. El método más común de cambiar la composición del vidrio o cristal es el tintado que se añade para reducir la cantidad de penetración de la radiación ultravioleta, similar a las gafas

de sol para las personas. El vidrio puede ser teñido en tonos bien claros que no parecen reducir la calidad general de la luz.

Un sistema de última generación, es el sistema SAV tiene por objeto optimizar las funciones que nos ofrece el componente ventana con el fin de mantener, durante todo el año, las condiciones ambientales del interior de la vivienda dentro de la zona de confort higrotérmico.

El sistema SAV proporciona básicamente las siguientes funciones:

- 1 - Renovación higiénica del aire todo el año
- 2 - Calefacción Solar en invierno
- 3 - Protección Solar en verano

Los componentes principales del sistema SAV son:

- 1 - Ventanas SAV
- 2 - Ventilación de doble flujo y distribución del aire.
- 3 - Sondas y equipo automático de regulación y control.



Control de estanqueidad:



Los orificios en la envolvente del edificio causan un gran número de problemas, particularmente durante los períodos más fríos del año.

Los flujos de aire del interior al exterior a través de grietas y huecos tienen un alto riesgo de provocar condensaciones en la construcción. Las infiltraciones de aire frío producen también a los usuarios sensación de baja confortabilidad.

Estas infiltraciones de aire frío también incrementan la diferencia de temperatura entre distintos pisos. Debido a que en la mayoría de climas, un edificio Passivhaus requiere un soporte mecánico para el suministro continuo de aire del exterior y se requiere una excelente estanqueidad de la envolvente del edificio.

Si la envolvente no es suficientemente impermeable, el flujo de aire no seguirá los recorridos planteados y la recuperación del calor no trabajará correctamente resultando un consumo energético mayor.

En climas muy suaves, es posible construir un edificio Passivhaus sin sistemas de recuperación de calor y en este caso, si no hay un sistema de ventilación, la estanqueidad ya no es tan importante.

Por el contrario en edificios muy estancos y sin sistemas de ventilación, corren el riesgo de tener una mala calidad del aire y exceso de humedad.

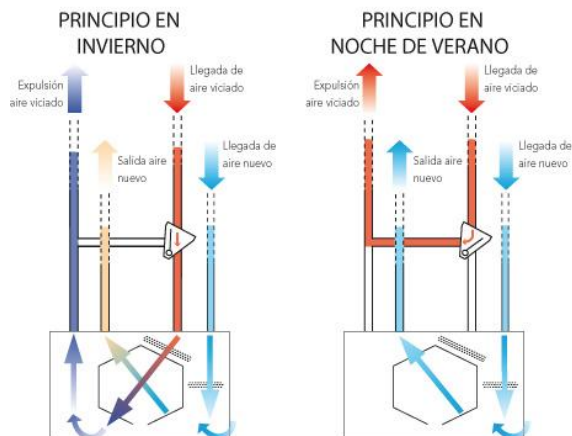
Una buena estanqueidad se consigue mediante un diseño apropiado. Es importante que una sola capa hermética al aire, cubra todo el edificio.



La estanqueidad puede comprobarse por el llamado Blower-door-Test (prueba de presurización). Consiste en un ventilador colocado en una puerta o ventana exterior creando una diferencia de presión de 50 Pa.

La envolvente exterior del edificio debe tener un resultado de la prueba de la presurización según EN 13829 inferior a 0.6 renovaciones de aire por hora (valor de estanqueidad 50 Pa) en climas de inviernos severos (centro Europa), y aproximadamente 1,0/h en regiones con un clima más suave, como por ejemplo España.

Ventilación mecánica



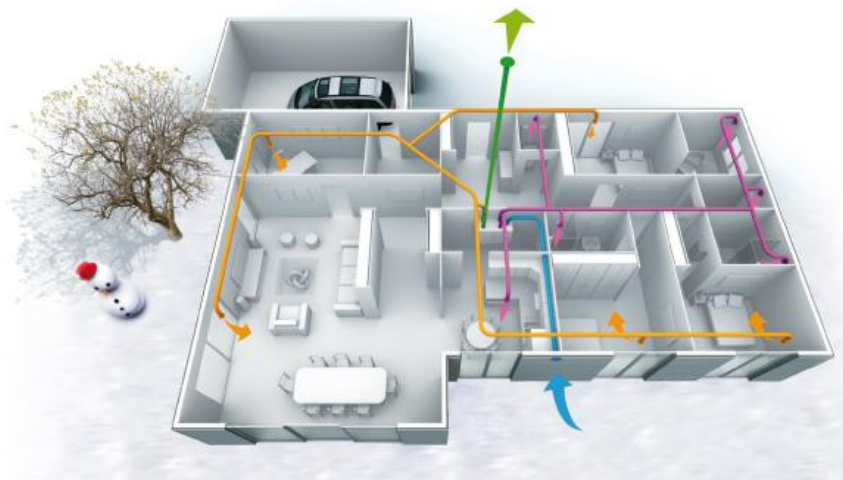
La ventilación mecánica es un concepto fundamental para edificios de muy bajo consumo energético como es el Passivhaus.

Su ventaja reside en la posibilidad de recuperar gran parte de la energía que sale hacia fuera, cuando renovamos el aire utilizado, de malas características higiénicas, con aire fresco de buenas características higiénicas.

Este es el sistema respiratorio del edificio y lo denominamos ventilación mecánica con recuperación de calor.

Para minimizar la demanda energética del edificio, se establece una renovación de aire de aprox. $1/3$ (de acuerdo con la EN 15251). Cada hora se renueva aproximadamente un tercio del volumen de los espacios. Con este caudal de aire fresco, podemos aportar unos 10 W/m^2 de calor, y 7 W/m^2 de frío en el edificio.

Esta cantidad de energía, que se puede suministrar a través del aire, no es muy grande, pero para edificios con una demanda energética muy baja, como es el caso en el Passivhaus, es suficiente para poder prescindir de un sistema convencional de radiadores o bien de suelo radiante, con el correspondiente ahorro económico que ello supone.



Fuentes de información:

Plataformas y asociaciones:

La casa sostenible (web tematica)

Passive-On (proyecto europeo)

Plataforma Edificación Passivhaus Español

Productos:

Pavatex - Rockwool – Fermacell – edger - Mosser

Programas:

Cal Solar2 de Saunier Duval Freeware

Programa lider Del ministerio de la vivienda Freeware

Cte Solar Del ministerio de la vivienda

PHPP El programa PHPP (Passive House Planning Package) es una herramienta informática con formato de hoja de cálculo dirigida a arquitectos y diseñadores para proyectos de casas pasivas. Actualmente la hoja de cálculo es usada para:

- calcular los valores de U de los componentes con alto aislamiento térmico;
- calcular balances de energía;
- determinar tasas de ventilación de confort;
- calcular cargas térmicas (no existen todavía datos climáticos para el cálculo de cargas térmicas en localidades fuera de Alemania).

El módulo de balance de energía del PHPP ha puesto de manifiesto ser capaz de caracterizar térmicamente las casas pasivas con sorprendente aproximación. Es una aplicación particular de las nuevas técnicas para el cálculo de cargas de calefacción, que ha sido desarrollado específicamente para las casas pasivas.

Al ser una hoja de cálculo sin demasiada complejidad, el diseñador puede usar PHPP para evaluar soluciones de diseño inmediatamente sin la necesidad de esperar la ejecución de simulaciones dinámicas.

Este documento esta sujeto a posibles errores de aplicación o interpretación. Si usted constata algún error o desea matizar algún apartado, le estaremos agradecidos si U/d puede dirigir un correo electrónico a (juliantecnic@sebastia.es) indicando sus comentarios.

La información aquí recopilada, es global y superficial, basada en la experiencia adquirida a traves de los proyectos realizados por [Sebastia Industrias de la Fusta](#).

Las fuentes de información, han sido recopiladas, tanto de proveedores de productos, como de entes oficiales, plataformas o asociaciones.

El objeto principal de este documento, es informativo y dirigido al particular de la mano del profesional para facilitar la promoción y la comprensión del Passivhause .