

Unidad didáctica 2

Climatología de la construcción

Introducción:

Este es uno de los temas que incluyen algunos apartados que pueden considerarse propios de los ciclos constructivos de la rama de edificación, como el estudio de las zonas de confort climático, pero otros como los modos de transmisión de calor pueden impartirse en los bachilleratos. Es el profesor quien a la vista del nivel de conocimientos del grupo con el que trabaje ha de decidir hasta qué apartado de este tema incluye en su programación.

La necesidad de un microclima no es exclusiva de los seres humanos.

La gran mayoría de los animales buscan un cobijo en alguna etapa de su vida donde guarecerse. Las larvas de las mariposas fabrican un capullo dentro del cual existe un microclima propicio para transformarse en adulto. Los pájaros hacen nidos, los mamíferos madrigueras. El ser humano construye su casa dentro de la cual las condiciones climáticas son muy diferentes a las del medio ambiente exterior.

Durante milenios la adaptación de las viviendas a la climatología exterior ha sido tan variada como culturas han existido. Con los materiales más simples y convirtiendo los problemas en soluciones los diferentes pueblos han conseguido viviendas cómodas en cualquier punto del planeta. Por ejemplo, el iglú es una maravilla tecnológica. Es una semiesfera de hielo revestida interiormente con pieles para crear una cámara de aire, de modo que una simple lámpara de grasa de ballena proporciona el suficiente calor para hacerlo confortable. El frío hielo puede proporcionar el microclima adecuado. Una de las láminas de este tema se representa algunos ejemplos significativos.

En nuestra cultura olvidamos con demasiada frecuencia armonizar el edificio con el lugar. La vivienda es un cobijo que ha de soportar las condiciones medioambientales sin deteriorarse por lo que debe diseñarse en armonía con el lugar donde se ubica, pues de lo contrario se verá aquejado por diferentes patologías como humedades o grietas que le causarán una vejez prematura. En verano la radiación solar dilata los muros y en invierno el frío los contrae.

Estos movimientos de dilatación-contracción van produciendo grietas, muchas veces inapreciables a simple vista, que abren camino a la entrada de la humedad en cuanto llegan las lluvias. Si el muro está orientado al Norte, esta humedad que ha penetrado en su interior puede mantenerse todo el año.

Se deben tener en cuenta la orientación, la altitud sobre el nivel del mar, las precipitaciones, riesgo de heladas, su ubicación según sea zona rural o urbana, presencia de edificaciones vecinas que le den sombra, etc. Los edificios no deberían diseñarse "en serie" y los elementos de confort climático que alberga tampoco.

Hay edificios que pueden considerarse "calientes", como viviendas, escuelas, hospitales, oficinas, centros comerciales, piscinas climatizadas y hoteles. Templados los pabellones de deporte, cines, teatros, templos, mercados cubiertos y buen número de industrias.

Edificios fríos serían los almacenes y ciertas industrias.

La vivienda debe proporcionar a sus ocupantes una sensación de comodidad y agrado que les ayude a desarrollar plenamente sus capacidades. Estas pueden ser tan variadas como personas hay. Deben conocerse las actividades que desarrollarán dentro del edificio para adecuar los elementos de regulación del clima a las mismas. Una sala destinada a la lectura tendrá diferentes exigencias que un taller.

Finalmente analizaremos en este tema el aislamiento térmico y acústico que se tendrá en cuenta sobre todo en el diseño de volúmenes, muros, suelos y cubierta. La necesidad de aporte calorífico de un edificio dependerá de su situación, diseño y del poder aislante de su envoltura externa.

Contenido:

Modos de transmisión del calor:

El calor es una energía que sale de los cuerpos calientes y se transmite a los fríos. En un edificio nunca entra el frío sino que sale el calor del interior hacia el exterior. El calor se transmite de varias formas:

Por conducción:

El calor se transmite de molécula a molécula sin que éstas se desplacen. Es el modo en que se calienta una cucharilla fría que metemos en el café caliente o una barra de metal o una sartén que ponemos en contacto con la llama. Los seres humanos transmitimos calor de este modo a la ropa y al aire que están en contacto con nuestra piel.

Por convección:

El calor se transmite desde las moléculas de un cuerpo caliente a las moléculas de un fluido en movimiento. Es el modo en que un radiador calienta el aire de una habitación, puesto que el aire al calentarse se dilata, baja su densidad, se eleva y otro aire frío más denso pasa a ocupar su lugar tocando al radiador. También sucede al calentar agua en una cacerola con la llama debajo de ella. Podemos ver las corrientes de convección muy fácilmente.

El aire que rodea a las personas también se eleva al calentarse. Nosotros también producimos corrientes de convección. En bioclimatismo se habla de convección forzada cuando aceleramos esta circulación de fluidos para mejorar los intercambios térmicos.



Por cambio de estado:

Por evaporación (o vaporización):

Un líquido para evaporarse necesita una cantidad de calor que capta del ambiente. Todos hemos experimentado en días calurosos cómo podemos refrescarnos mojándonos la piel.

El agua al evaporarse nos roba calor y nos sentimos más



frescos.

El calor se transmite desde un cuerpo caliente al líquido que se evapora. La arquitectura tradicional de los países de Oriente Medio siempre ha utilizado este sistema de enfriamiento por evaporación para refrescar sus viviendas.

Por condensación (o licuefacción):

Un gas posee una cantidad de calor que obtuvo al convertirse de líquido en gas. Este calor lo devuelve cuando se enfría y se convierte de nuevo en líquido. Todos hemos observado en las mañanas frías cómo el vapor de agua que contenía el aire de nuestra habitación se ha condensado en el cristal de la ventana.

Por radiación:

Es una transmisión de calor a través de ondas electromagnéticas. No necesita un soporte material ya que las radiaciones electromagnéticas se transmiten en el vacío. Es el modo por el que llega hasta nosotros el calor del Sol. Nosotros también transmitimos calor por radiación.

En climatización se utilizan las superficies radiantes desde hace siglos. Los romanos utilizaban un sistema de calefacción por suelo radiante. Ahora, además de los suelos se emplean cada vez con más frecuencia los muros radiantes.

Se estima que en los seres humanos el 88% de las transmisiones térmicas se realizan a través de la piel y el 12 % por los pulmones. Estos datos varían según el tipo de actividad que se esté desarrollando, ya que las pérdidas por evaporación del sudor son muy variables. Las pérdidas por radiación son alrededor del 40% y las de conducción y convección del 39%.

En el apartado de actividades se sugiere una actividad para comprobar el calor cedido por radiación por el cuerpo humano.

En el apartado de láminas hay varias que ilustran los diferentes modos de transmisión de calor en los seres humanos, en la naturaleza y en los edificios.

Reacciones fisiológicas del cuerpo humano frente al clima:

Un ser humano es un ser vivo que necesita interaccionar continuamente con el entorno que le rodea para poder subsistir y tener una existencia confortable.

La temperatura interna de un organismo humano es de 37° C. que debe mantenerse en todo momento. Si la temperatura interior se altera, por ejemplo cuando hay fiebre, indica que existe algún tipo de enfermedad. Los esquimales que viven en el Ártico y los tuaregs del Sahara mantienen la misma temperatura interna de 37° C aunque su vida se desarrolle en medios muy diferentes.

Para poder mantener esa temperatura interna constante el cuerpo humano realiza continuamente intercambios energéticos con el medio ambiente que le rodea y dispone de un órgano de contacto: la piel, que juega un importante papel en el mecanismo de regulación térmica. Los capilares de la piel representan el mayor depósito de sangre del organismo.

La fisiología humana pone en marcha, según las situaciones, los siguientes mecanismos de regulación térmica:

Regulación química de la temperatura interior del cuerpo:

En ambiente frío:

Se genera calor interno por medio de reacciones de oxidación en el interior de las células para compensar las pérdidas que pueda ocasionar el frío ambiental.

En ambiente cálido:

Se dan pocas reacciones de oxidación para no generar calor, se produce una relajación para que la actividad muscular sea menor y no se quemase glucosa en las células.

Regulación física de la temperatura interior del cuerpo:

En ambiente frío:

Los capilares de la piel se contraen, se produce una vasoconstricción. Al restringir el paso de la sangre por la piel, la piel se enfría y se pierde muy poco calor a través de ella.

En ambiente cálido:

Se produce una vasodilatación de los capilares de la piel, la sangre fluye por ellos pudiendo incluso apreciarse un enrojecimiento por el gran aporte sanguíneo.

Simultáneamente se produce sudoración y la piel caliente evapora el agua del sudor refrigerando la sangre que circula por los capilares. Al enfriarse la sangre a su paso por la piel se refrigera todo el organismo.

Los capilares funcionan bien entre unos límites bastante amplios. Pasados estos pueden producirse congelaciones ante un ambiente excesivamente frío o un colapso (golpe de calor) en situaciones de excesivo calor, especialmente si se trata de aire caliente cargado de humedad.

Vemos pues que no puede considerarse a un ser humano como un ente independiente de su entorno, puesto que, se sea consciente o no, en realidad formamos un conjunto "ser vivo-medio ambiente" en íntima y permanente interrelación.

Por último hay que destacar que aunque se han realizado muchos estudios no se ha encontrado un "clima" ideal en el cual todo el mundo se encuentre cómodo. Esto es debido a varios factores. La edad es uno de ellos. La respuesta al ambiente no es la misma en un joven de veinte años que en un anciano. Una persona que ha crecido en el trópico no responderá igual que un escandinavo. Influye el tipo de actividad que se esté desarrollando: una persona adulta de tamaño medio en reposo absoluto puede tener un metabolismo energético de tan solo 70 kcal./hora y esa misma persona puede desarrollar 500 kcal./h. corriendo. También influyen factores culturales, genéticos y las patologías que cada persona pudiera padecer.

Clima interior de la vivienda.

Factores que determinan el clima:

Hemos visto que el interior del cuerpo humano debe estar a 37° C. y que para mantener dicha temperatura ajusta sus procesos metabólicos generadores de calor interno y regula las pérdidas de calor a través de los capilares de la piel. De este modo puede adaptarse a condiciones climáticas muy variables sin que ello signifique que se encuentre cómodo.



El clima es una magnitud compleja en la que intervienen diversos factores que se relacionan entre sí. De la integración de todos ellos se puede lograr un entorno climático confortable. Aunque cada persona es diferente se han estudiado los márgenes de los factores climáticos en los cuales la gran mayoría de las personas se encuentran cómodas.

Son éstos:

Temperatura del local:

Se suele decir que las personas se sienten confortables en hogares cuya temperatura esté entre los 18 y los 24° C. dependiendo del vestuario y la actividad que desarrollen en ella. También depende de la edad, los bebés y ancianos necesitan temperaturas más elevadas. Sin embargo se ha comprobado que la temperatura de las paredes debería ser más elevada que la del aire y el techo.

Una habitación cuya temperatura del aire sea de 20° C. y la temperatura de las paredes esté a 16° C. da una sensación de confort equivalente a otra cuya temperatura del aire sea de 12° C. y las paredes estén a 24° C.

Velocidad del aire:

El aire en movimiento aumenta la sensación de frío. Cuando estamos en reposo a temperatura media, por lo general cualquier corriente de aire es molesta. Si además el aire viene a ráfagas resulta aún más incómodo.

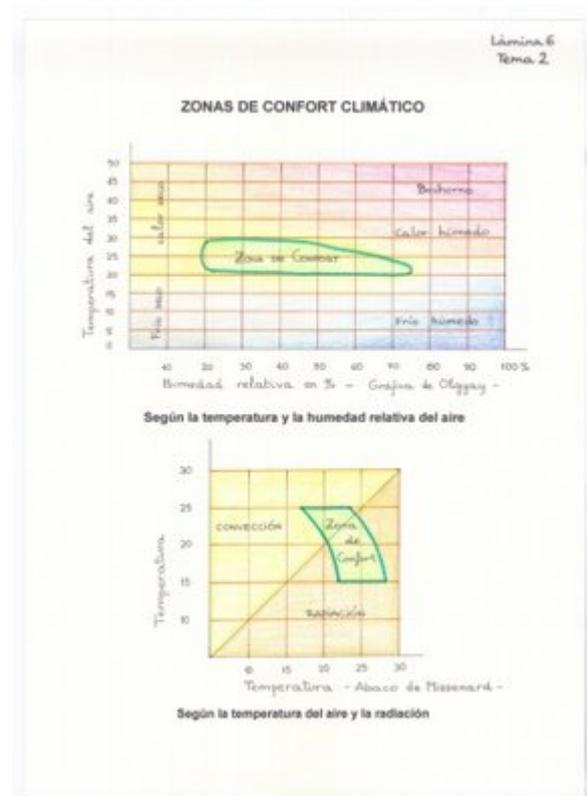
La velocidad del aire en el interior de una vivienda debería ser en invierno de 0.1 metros por segundo. En primavera y otoño algo más elevada, hasta 0.3 m/seg. En verano la velocidad puede elevarse para favorecer la refrigeración. No solamente influye la velocidad del aire, sino también su dirección y zona del cuerpo en la que incide: se tolera mejor una corriente de aire lateral que desde el suelo o el techo.

Humedad relativa:

La humedad relativa del aire debe estar entre el 30 y el 70%. No debe superar el 70%. Teniendo en cuenta que en nuestras latitudes es frecuente que en invierno la atmósfera exterior supere esta cifra, hemos incluido en el apartado: "Aplicación a la construcción bioclimática en Galicia" de esta unidad didáctica, un estudio de los métodos para combatir la humedad en los edificios.

Tipo de actividad que se desarrolla en el local:

Una persona que esté sentada leyendo quema unas 90 kcal/hora. Esa misma persona caminando por la casa gasta 250 kcal/hora y trabajando en el taller 400. También influye el vestuario, todos hemos tenido la experiencia en el verano de sentir frío al entrar en un local excesivamente refrigerado. Por ello, cuando se habla de clima ideal en un local hay que tener en cuenta estos datos. Deberán estar a menor temperatura los espacios en los que se desarrolla algún tipo de actividad física y aquellos ocupados por personas con ropa abrigada.



Densidad de personas en el local:

Los seres humanos tenemos sangre caliente, cada uno de nosotros somos una fuente de calor. Si un local va a estar ocupado por muchas personas sus necesidades de calefacción serán menores.

Variaciones atmosféricas que producen efectos sensoriales:

La sensación de confort también depende de otros factores como son los ruidos, vapores, olores, presencia de humos y el grado de contaminación atmosférica.

Los humos más frecuentes provienen del tabaco y los combustibles, como la leña de una chimenea.

Existen otros contaminantes que emiten objetos domésticos, como pinturas, barnices, líquidos limpiadores, madera aglomerada, algunos aislantes como la urea-formaldehído, etc.

Si el ambiente está contaminado de humos habrá que incluir un factor descontaminante,

por ejemplo: ventilación. Si la contaminación se debe a vapores emanados por productos más o menos tóxicos, el mejor método es no meter tales sustancias en el edificio. Si el daño ya está hecho puede combatirse con la ubicación de plantas que "digieren" este tipo de sustancias, como el ágave, el *clorophytum elatum*, la *sansevieria trifasciata*, las hiedras, la gervera y otras.

Estos factores climáticos son funciones interdependientes, se relacionan entre ellas de una forma compleja. Los compararemos:

Temperatura y velocidad del aire:

A igualdad de temperatura, la sensación de frío es mayor si aumenta la velocidad del aire.

Temperatura del aire y humedad relativa:

El frío con el aire cargado de humedad se percibe más "frío" y el calor húmedo resulta bochornoso. Si el aire está saturado de humedad el sudor no se evapora, el cuerpo no se refresca y se produce una sensación de sofoco.

Temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del aire:

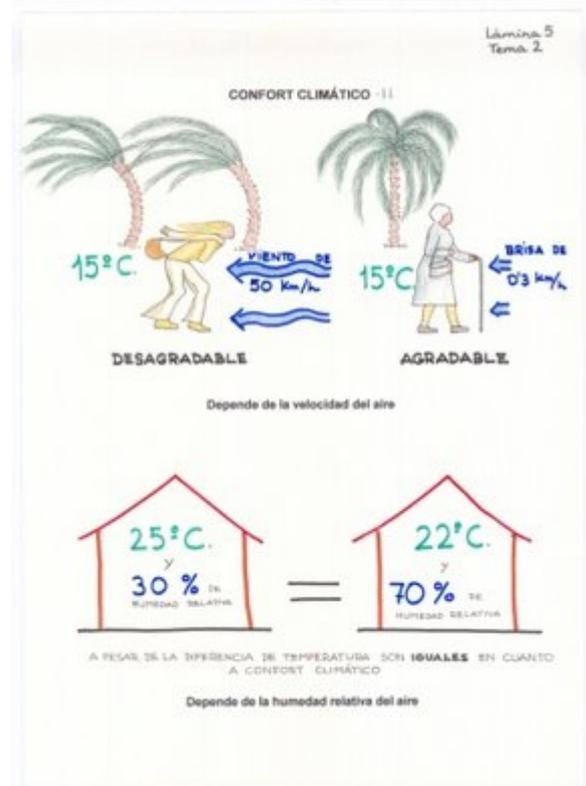
La sensación de bochorno que se produce con temperatura elevada y humedad relativa alta se hace soportable al aumentar la velocidad del viento.

Temperatura y número de personas en el local:

Las personas somos seres de sangre caliente y todas estamos a la misma temperatura.

Nuestro organismo está diseñado de modo que el calor que desprenden las reacciones químicas de oxidación que ocurren en el interior de nuestras células se disipa en el aire que nos rodea.

En los locales en los que la gente está muy aglomerada, no hay apenas corrientes de aire entre las personas y el calor que cada cuerpo debería ceder no lo pierde, con lo que se



sufre un acaloramiento.

Temperatura y humos:

El humo en ambiente frío molesta más a los ojos y garganta que el humo en un aire cálido.

Humedad relativa y polvo en suspensión:

El polvo en suspensión es más molesto si la humedad relativa es alta. Es importante que los radiadores no recojan polvo, que sean de superficies planas. En general todas las

Para que un aislamiento térmico funcione bien hay que tener en cuenta dónde se coloca y cómo funciona. Cuando hablábamos de los tipos de transmisión del calor, observábamos que existen cuatro modos: conducción, convección, cambio de estado y radiación.

Los aislantes térmicos suelen ser materiales con valores de conductividad térmica muy bajos. La velocidad de propagación del flujo térmico en los gases en reposo suele ser bajísima. Este hecho se aprovecha en aislamiento y muchos materiales aislantes están formados por pequeñas células que contienen en su interior algún tipo de gas, generalmente aire.

Hemos de añadir que no sirve de nada la colocación de un buen aislante si se dejan puentes térmicos que permitan la fuga de calorías a través de ellos.

La transmisión de calor por convección necesita de un fluido en movimiento. En un cerramiento esto solamente ocurre en el caso de cámaras de aire ventiladas. Las cámaras de aire ventiladas tienen la ventaja de eliminar los problemas de humedades que con tanta frecuencia se dan en Galicia, pero es preciso asegurarse de que el material aislante no deje espacios sin cubrir que actúen como puentes térmicos.

A este respecto hay autores que defienden que en el caso de climas excesivamente húmedos y fríos existan dos cámaras, una ventilada para evaporar la humedad y otra más interior con el aislamiento. Otros desaconsejan en este clima grandes masas térmicas.

(Rafael Serra y Elena Coch)

La transmisión de calor por cambio de estado se puede dar en el interior de los cerramientos cuando existen humedades en ellos y el agua se evapora enfriándolos. Estas humedades pueden tener varias causas que habría que prever en el diseño del edificio:

- punto de rocío: deberá calcularse para que coincida por la parte exterior del aislamiento y su evaporación no enfríe el interior.
- - humedades ascendentes por capilaridad provenientes del subsuelo: debería hacerse una barrera continua de impermeabilizante, por ejemplo de polietileno.
- - agua de lluvia: empleo de materiales que "respiren" para permitir la evaporación, como los revestimientos de morteros de cal. En casos desesperados puede hacerse una cámara de aire ventilada como mencionamos antes.
- - edificaciones a media ladera: en este tipo de edificios siempre debe hacerse un drenaje que recoja el agua que baja ladera abajo y la aleje del edificio.
- La transmisión de calor por radiación no necesita soporte material, se puede transmitir en el vacío, pero sí precisaría que dicha radiación pudiese penetrar en el material. La radiación solar calienta únicamente la superficie de los cerramientos, no tiene mayor poder de penetración. La superficie de los materiales expuestos al sol se calienta y por conducción, de molécula a molécula se va transmitiendo el calor hacia el interior.
- Un planteamiento que se hace la arquitectura bioclimática en cuanto al aislamiento térmico es su ubicación, es decir, si debe colocarse hacia el interior del edificio o cerca del exterior. Esto equivale a decidir si se aprovecha la masa térmica de los muros como almacén de calor y elemento modulador térmico o no. Vamos a analizarlo:

Aislamiento térmico colocado hacia el interior:

- No aprovecha la masa térmica de los materiales de construcción que forman la envoltura del edificio. Éste se calienta muy rápidamente si se dispone un foco de calor en el interior, porque el aislante impide que se caliente la cáscara exterior, con lo que todo el calor queda dentro. Del mismo modo se enfriará rápidamente al apagarse porque no dispone de calor acumulado.
- Pueden emplearse materiales de cerramiento ligeros y puede haber un aprovechamiento de la radiación solar por medio de colectores solares. También

pueden colocarse masas sólidas (Ej. pared Trombe-Tema 3) o un depósito acumulador lleno de líquido en el interior que se calientan con el sol y se convierten en sistemas radiantes cuando baja la temperatura.

- Un edificio de masa térmica baja que no cuente con un sistema de regulación térmica puede resultar incómodo. La energía contenida en la radiación solar que entre por las ventanas orientadas al sur, calentará rápidamente esa zona pudiéndose alcanzar temperaturas excesivas. Puede hacerse imprescindible proyectar algún sistema de ventilación.
- A su vez, en las noches de invierno la baja inercia térmica hará bajar rápidamente las temperaturas y será necesario algún sistema de calefacción. Algunos autores como Ken Kern defienden que en climas con veranos calurosos los dormitorios no debieran tener aislamiento o tenerlo interior para permitir un enfriamiento rápido por la noche y facilitar el descanso. Asimismo las zonas de estar, comedor y cocina deberían contar con un aislamiento exterior y una gran masa térmica para retrasar el aumento rápido de las temperaturas diurnas.
- En general este sistema de aislamiento en el interior es adecuado en edificios de uso intermitente como teatros o viviendas de fin de semana, en los que no resulta rentable calentar para dos días la gran masa térmica de la envoltura que va a ir enfriándose lentamente el resto de la semana.
- **Aislamiento térmico colocado hacia el exterior:**
- Está indicado en edificios de uso habitual. Pueden emplearse en el interior materiales de construcción con una gran inercia térmica, por ejemplo cerámicos de cierto espesor que se calientan lentamente y a su vez se enfrían también con lentitud irradiando al ambiente el calor que albergan, por lo que pueden actuar como acumuladores de calor que van cediendo lentamente cuando cesa la fuente de calor. Son excelentes acondicionadores térmicos.
- Disponer de una gran masa térmica dentro del aislamiento permite almacenar durante el día una gran cantidad de energía procedente de la radiación solar que entra por las ventanas orientadas al sur. A su vez esta gran cantidad de calor acumulado se irá cediendo al ambiente cuando llega la noche y en los días nublados. Un sistema bien diseñado y aislado puede acumular calor suficiente para que a lo largo de cinco días nublados sucesivos solamente baje la temperatura interior en 2° C.
- Mucho mejores resultados, en cuanto a mantenimiento de una temperatura constante en el interior, dan las viviendas enterradas o semienterradas de las que hablaremos en el tema 8.
- Además la enorme masa térmica que proporciona la tierra que rodea al edificio, lo protege de las heladas y de las dilataciones y contracciones térmicas producidas por las variaciones bruscas de temperatura del exterior.
- Queda añadir que no podemos olvidar que debe aislarse la solera del edificio, en especial en zonas húmedas en las que el terreno está frecuentemente empapado y el agua del terreno atrapa el calor del edificio.
-

Aislamiento acústico:

- Somos el segundo país más ruidoso del mundo después de Japón. Nos guste o no, esto es así. Por ello, cuando se habla de aislamiento acústico en una vivienda de ciudad hay que entender que podemos gastarnos un dineral en aislamiento y aún así no tendremos garantías de éxito si los vecinos no ayudan.
- En una vivienda los ruidos pueden llegar por tres vías:

- - Procedentes del exterior: los más habituales son los ruidos de tráfico, maquinaria de construcción y voces de personas que salen de juerga por la noche los fines de semana (a partir de 4.000 Hz).
- - Ruidos transmitidos a través de los materiales de construcción: pueden abarcar todo el espectro auditivo: ruidos de impacto por caídas de objetos, tuberías, voces, música, motor del ascensor, electrodomésticos...
- - Ruidos aéreos: Los sonidos se transmiten por el aire, alcanzan un elemento constructivo (tabique, estructura, etc.), se transmiten por él y desde él al aire de otra vivienda. Los "bajos" de una cadena de música que suena en el primer piso pueden percibirse en el octavo transmitiéndose a través de los pilares de hormigón armado.

Los ruidos aéreos que llegan a la vivienda también pueden abarcar todo el espectro auditivo y pueden llegar a nosotros directamente o por reflexión.

- Cuando una onda sonora llega a un objeto sólido, una parte de la onda se transmite a través del sólido y otra parte se refleja y transmite por el aire. El mejor sistema para librarse de los ruidos es no producirlos. Si se producen lo mejor es bloquearlos en el origen. Si a una persona le gusta oír la música a gran volumen puede usar unos auriculares eliminando el ruido en origen. Siempre será mucho más eficaz y barato que obligar al resto de vecinos a aislar todas sus habitaciones. Los motores, por ejemplo el del ascensor, deben aislarse in situ. Aquí debe aclararse que las recomendaciones de la normativa en vigor sobre el grado de absorción acústica de los elementos constructivos que deben rodear la sala de máquinas y caja de ascensor son totalmente insuficientes.
- **Las estrategias seguidas en acústica son siete:**
- - Un buen diseño del local que evite reverberaciones, etc. Este tema es muy amplio y se sale del objetivo de este trabajo. Los interesados pueden consultar el excelente trabajo de Fernando Calderón.
- - Absorber el ruido aéreo con materiales porosos. Se utilizan la fibra mineral, fibra de vidrio, vidrio celular, lana de roca, moquetas y aglomerados flexibles de poliuretano, vermiculita, perlita, arcillas expandidas. Muchos de ellos son nocivos para el medio ambiente. (Ver lista de materiales aislantes)
- - Aislar el ruido transmitido por los sólidos con materiales densos. Se utilizan las placas de yeso, cartón-yeso, ladrillo y hormigón. No los hemos incluido en la lista de materiales aislantes.
- - Amortiguar las vibraciones producidas generalmente por máquinas. Se utilizan láminas de caucho, neopreno, espumas de poliuretano, aglomerado flexible de poliuretano, losetas antivibratorias, corcho, losetas flotantes de lana de roca, muelles con control de oscilamiento y cojines y esterillas antivibratorias. No los hemos incluido en la lista de materiales aislantes.
- - Acondicionar el sonido. Se utilizan paneles de madera perforada y paneles metálicos perforados con un velo detrás.- Evitar la entrada de ruidos procedentes del exterior a través de las ventanas. El mejor sistema es colocar dobles ventanas separadas al menos 15 cm. y provistas de vidrios gruesos.
- - Utilizar la vegetación. Las pantallas acústicas hechas con arbolado y setos funcionan muy bien como pantalla acústica. Además son mucho más agradables que las hechas de hormigón u otros materiales, purifican el ambiente y dan cobijo a las aves. La unidad didáctica 7 amplía este apartado.

Materiales empleados en aislamiento:

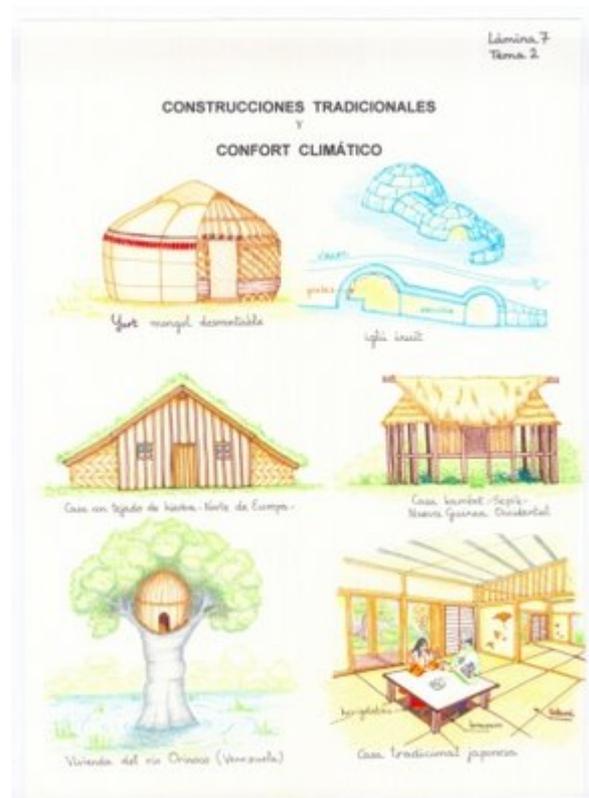
- Corcho natural: puede utilizarse en paneles de corcho expandido o suelto y triturado en las cámaras de aire, incluso dentro de bloques cerámicos. Excelente aislante térmico. En aislamiento acústico deben ponerse espesores considerables, a partir de 10 cm.
- Fibras de celulosa: provienen en su mayoría de papel reciclado. Llevan un tratamiento de mineralización con sales de bórax para resistir el fuego y el ataque de los insectos. Puede proyectarse. Aislamiento térmico.
- Vidrio celular: forma barrera de vapor, combina aislamiento térmico y acústico con impermeabilización. Para ser empleado en acústica se precisan densidades altas o un gran espesor.
- Vermiculita: proviene de micas calentadas y expandidas por vaporización del agua contenida en sus moléculas. Aislamiento térmico y acústico. Se precisa un espesor a partir de 10 cm.
- Lana, virutas o fibra de madera: pueden ignifugarse con boro o aglomerarse con cemento, con magnesita o con cemento y yeso. Debe vigilarse que no lleven formaldehído. Aislamiento térmico.
- Fibras de cáñamo: se protege del fuego por mineralización. Puede aglomerarse con cal y cemento. Aislamiento térmico.
- Perlita: proviene de rocas volcánicas calentadas y expandidas. Aislamiento térmico y acústico. Precisa espesor superior a 10 cm. para ser realmente eficaz.
- Arcilla expandida: proviene de cerámica llevada al punto de fusión y expandida. Aislamiento térmico y acústico. Espesor mayor de 10 cm.
- Lana de oveja: es atacada por polillas y hay que tratarla con tetraborato de sodio. Aislamiento térmico y acústico.
- Otras fibras vegetales: como paja, coco, fibras de ágave, juncos, espadañas, etc. Aislamiento térmico.
- Fieltro de madera: paneles hechos a partir de maderas resinosas. Son buenos acondicionadores acústicos por su capacidad de absorción acústica. Tienen muy poco espesor, no son útiles como aislamiento térmico.
- Lana de roca: obtenida a partir de rocas volcánicas fundidas. Se debe utilizar mascarilla en su colocación para no aspirar las fibras. Aislamiento térmico y acústico. No es de los más aconsejables, pero es un buen absorbente del sonido y apenas hay en esta lista materiales de este tipo.

Materiales aislantes dañinos para el medio ambiente:

- Espumas de poliuretano: emiten sustancias tóxicas durante largo tiempo. Hacen barrera de vapor
- - Poliestireno expandido: catalogado como uno de los cinco plásticos más dañinos para el medio ambiente.
- - Lanas minerales de vidrio y roca: dispersan en el aire microfibras que pueden inhalarse y causar enfermedades pulmonares.

Aplicaciones a la construcción bioclimática en Galicia:

En lo relativo a este tema de confort climático recordemos que en Galicia hay varias zonas climáticas. En todas se hace necesario el empleo de materiales aislantes y de mayor espesor en las zonas de montaña. Es conveniente la orientación sur para aprovechamiento



de la radiación solar.

La construcción tradicional gallega ha utilizado los muros de piedra de gran espesor, entre 60 y 80 cm., como elementos de cerramiento y sustentación de los pisos y cubiertas de madera. Es por lo tanto una edificación con una gran masa térmica. Varios estudios, como "Arquitectura y energía natural" de la Universidad Politécnica de Cataluña desaconseja para climas fríos y húmedos las grandes masas térmicas (pág. 138) en uso discontinuo. Esta construcción tradicional en ocasiones no tenía un buen aislamiento de cubierta, con lo que gran parte del calor se perdía por ella. También se perdía calor a través de las pequeñas ventanas que hasta la llegada del vidrio se cerraban con postigos de madera. Estas pérdidas de calor se suplían aprovechando el calor del ganado y de las lareiras que funcionaban como elementos calefactores.

Las antiguas pallozas tenían mucho mejor diseño bioclimático. El empleo de paja de centeno como material de cubrición en vez de las lajas de pizarra usadas con posterioridad las hacía más cálidas y confortables. El tener planta circular, dejaba mucha menor superficie de contacto con el exterior con lo que las pérdidas de calor eran menores. A la hora de rehabilitar una construcción tradicional en Galicia hay que plantearse un buen aislamiento, sobre todo de solera y cubierta. El aislamiento de los gruesos muros de piedra puede no ser tan necesario si los muros se encuentran en buen estado. Bastaría con restaurar las juntas y en el caso de usar calefacción por paneles radiantes en las paredes, colocar entre el muro y el elemento calefactor un aislamiento, por ejemplo de vidrio celular.

Si la piedra sufre patologías y humedades hay que averiguar la causa. Un muro empapado de humedad es un puente térmico de primera. Si la causa son las humedades ascendentes por capilaridad conviene hacer un drenaje en torno a la vivienda y practicar sifones atmosféricos en línea, a 10 ó 15 cm. de altura sobre el suelo, cada 30 cm. de longitud del muro y de 30 cm. de profundidad. Aquí el aislamiento interior sería conveniente. Si la piedra se descascarilla conviene hacer un cepillado enérgico, una limpieza y revestir con un mortero que permita "respirar" a la piedra. Como un mortero de cal. El revestimiento debe hacerse sobre junta limpia y rehundida.

Si hay humedades por infiltración se deben cerrar las grietas y hacer goterones en los salientes.

La arquitectura tradicional gallega en muchas ocasiones colocaba láminas de piedra sobre las ventanas para evitar la entrada de humedad por ellas. En ocasiones esto no es suficiente y el agua sigue avanzando por la parte inferior de la losa hasta la ventana. En este caso bastaría poner un cordón de silicona en el borde de la losa, por la parte inferior, para que el agua sea incapaz de avanzar, ya que actúa como un goterón. Si se ha de poner un material aislante en los cerramientos hay que elegir entre colocar un aislamiento en el interior perdiendo la gran masa térmica del mismo o colocarlo en el exterior perdiendo la belleza de la mampostería. El estado de la piedra y el uso que se dará a la vivienda nos dará la respuesta.

Quedan otras consideraciones a hacer en cuanto a la arquitectura tradicional en Galicia, pero entrarían dentro de los temas sucesivos.

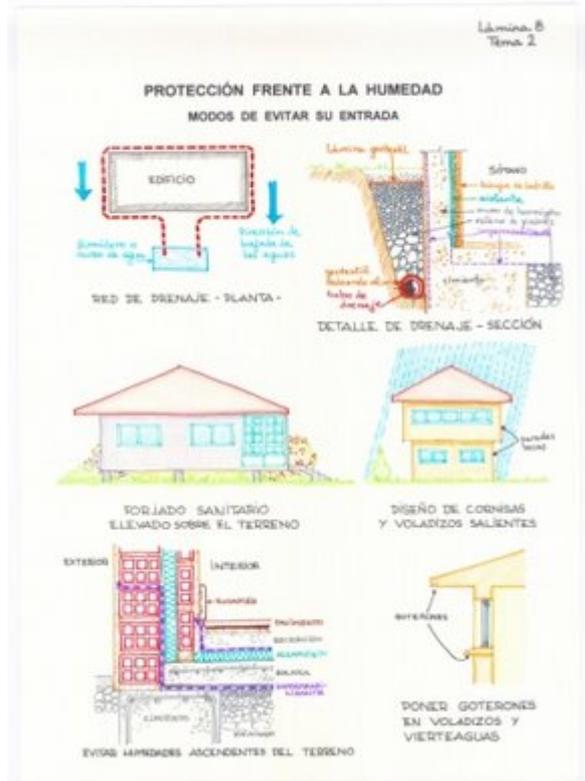
En Galicia suele llover mucho y el aire con frecuencia tiene porcentajes de humedad relativa muy altos. Por ello me ha parecido necesario incluir un apartado sobre cómo evitar humedades en la edificación. Se expone a continuación:

Protección frente a la humedad:

La humedad en los edificios se produce por: (Ver láminas 8 y 9)

- Infiltración del agua procedente del exterior: agua de lluvia o filtraciones de la humedad del terreno.
- - Agua generada en el interior de la vivienda: ropa tendida, cocinas, baños y vapor de agua expelido por las personas a través del sudor y la respiración. Para evitar humedades en los edificios atajaremos las causas que la producen. Se puede hacer lo siguiente:
- **Para frenar la entrada de agua procedente del exterior:**
- - Trazar un drenaje alrededor del edificio en el lado situado ladera arriba y laterales, por donde llega el agua. La misma zanja abierta para colocar el tubo de drenaje puede servir para pasar los tubos de ventilación en zonas cálidas. Si se desea ventilar la casa con aire más cálido, es mejor pasar la ventilación por el terreno de la zona sur de la casa, más soleada y con el terreno más caliente. En viviendas situadas en una ladera orientada al sur, el aire caliente ascenderá por sí mismo sin necesidad de impulsarlo con un ventilador.
- - Diseñar en el proyecto un forjado sanitario (a medio metro sobre el suelo). Si no se desea esta solución, hacer una solera con piedras o piezas plásticas tipo "iglú" para que el agua que pueda filtrarse, circule a través de ella y salga ladera abajo. Sobre la solera impermeabilizar y aislar de manera concienzuda.
- - Asegurarse de que no habrá humedades ascendentes por capilaridad, haciendo una barrera en los muros a unos 35 cm. sobre el suelo para evitar humedades por salpicaduras de la lluvia.
- - Diseñar adecuadamente las cubiertas evitando grietas o fisuras por donde pueda entrar el agua. No dejar espacios de cubierta cerrados para permitir la dilatación, salida y ventilación del aire interior colocando algunas tejas de ventilación. Si fuese necesario se harán juntas de dilatación para evitar fisuras al permitir los movimientos naturales de contracción y dilatación de la cubierta que se producen con los cambios de temperatura. Instalar canalones.
- - Diseñar cornisas y voladizos en la fachada donde suelen incidir las lluvias para evitar el choque directo de la lluvia en los muros.
- - Colocar goterones en voladizos, cornisas, vierteaguas, y en cualquier superficie horizontal por la que pueda deslizarse el agua de lluvia.

- - Vigilar la hermeticidad de la carpintería de puertas y ventanas para que no pueda



filtrarse agua de lluvia a través de ella.

Para eliminar el vapor de agua del interior:

- - Ventilar bien la casa para dejar salir el vapor de agua que respiramos las personas y el que se produce en cocinas, baños, etc.
- - Utilizar materiales de construcción que “respiren”, es decir, que dejen salir el vapor de agua que se genera en el interior de la vivienda. Esto implica la utilización de enfoscados, aislantes y pinturas de poro abierto.
- - Emplear deshumidificadores. Hay que vigilar su mantenimiento ya que las bacterias se desarrollan muy fácilmente en los espacios húmedos y cerrados. También puede captarse la humedad mediante sales como el cloruro de calcio y evaporarse en el exterior en evaporadores solares, pero es necesario que luzca el sol.
- No generar vapor: no poner la ropa a secar en los radiadores.

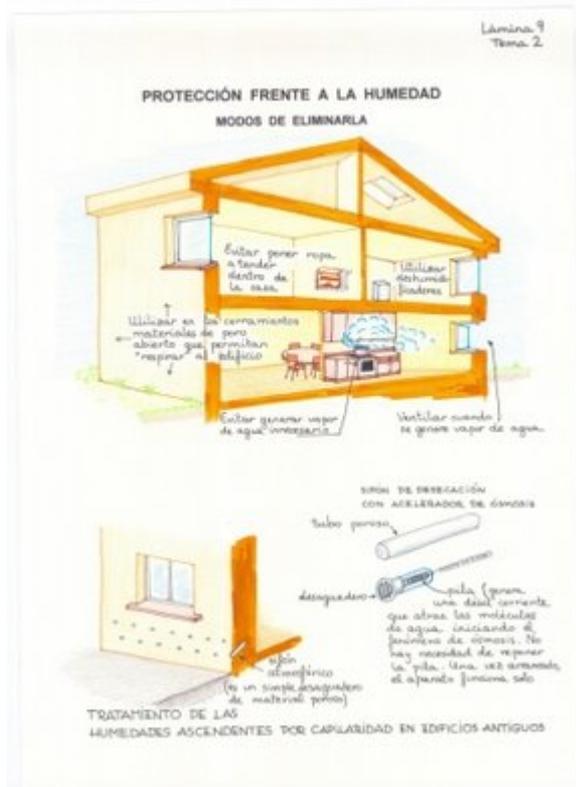
Datos, curiosidades y anécdotas:

El concepto de confort climático es muy variable de unas culturas a otras. Los “aruntas”, aborígenes australianos que viven en zonas desérticas donde son frecuentes las noches muy frías, no usan vestidos ni mantas para cubrirse mientras duermen, acurrucándose con sus perros para compartir su calor. A falta de termómetro, miden el grado de frialdad de las noches según el número de perros que necesita cada persona para dormir sintiéndose cómoda. Una noche extremadamente fría es una noche de tres perros.

Los japoneses siempre han llevado a la práctica el aportar calor únicamente donde es necesario, consiguiendo consumos energéticos mínimos que pueden considerarse record en comparación con otras culturas. Al ser Japón una tierra de fuertes y muy frecuentes terremotos no podían construir viviendas con materiales masivos como ladrillo o piedras por ocasionar muchas víctimas en caso de sismo. Su vivienda tradicional solamente tiene una planta, su estructura es muy ligera hecha con madera y los tabiques de papel de arroz. Para calentarse en invierno les bastaba el “horigotatsu”, un hueco en el suelo colocado debajo de la mesa donde ponían carbón encendido para calentarse. Uno o varios kimonos superpuestos sobre el cuerpo hacían el resto.

Debido a la humedad las normas constructivas japonesas obligan a construir el suelo de la vivienda 45 cm. sobre el terreno. Al estar ventilado, tiende a enfriarse. Los japoneses se quitan el calzado a la entrada de la casa y necesitan disponer de un suelo cálido. Lo logran colocando esteras de paja de arroz (de 5 cm.) llamadas "tatami" que resultan ser un excelente aislante.

En las regiones de Xicun y Tungwan al norte de China se construyen viviendas con patio excavadas en roca blanda que resultan ser una quinta parte más baratas que las de ladrillo y madera. Al aprovechar la gran masa térmica del terreno disfrutan en su interior de temperaturas diez grados más altas que el exterior en invierno y de ocho a quince



grados menos en verano.

Podemos ver algunos de estos ejemplos en la lámina 7 de esta u. d. Los esquimales construyen con hielo sus iglús. El hielo revestido con pieles demuestra ser un buen aislante. A temperatura exterior de -45°C . consiguen en su interior $+5^{\circ}\text{C}$. Es decir, 45°C . de diferencia.

Hemos visto cómo el cuerpo humano se adapta al clima exterior para mantener su temperatura interna constante a 37°C . valiéndose de la sudoración y de la regulación de la dilatación de los capilares de la piel. A temperatura ambiente de 35°C . sólo las manos y pies pueden bajar a 35°C . Si bajamos a 20°C . se mantienen a 37°C . solamente el cerebro, corazón, pulmones y vísceras abdominales. Si permanecemos a 0°C . largo tiempo sólo estarán a 37°C . los órganos más vitales: cerebro, corazón y parte de los pulmones. Las manos y pies correrán riesgo de congelación.

En diciembre de 1.940 se publicó un estudio realizado por el Comité Lumière et Conditionnement, del "Joint A.S.H.V.E. Illuminating Engin Soc." asistido por fisiólogos y sicólogos de la "John B. Pierce Laboratory of Hygiène". El experimento se realizó en una sala a temperatura de 22°C . y al 50 % de humedad relativa constantes. Se demostró que aunque la temperatura corporal de los individuos no sufría alteraciones, ellos tenían sensación de calor o frío según el color de las pantallas coloreadas que les mostraban. También hay datos concretos de edificios industriales en los que los obreros se quejaban de frío en salas de colores blanco, azul o verde y se sintieron cómodos al pintarlas de amarillo, rosa o naranja, manteniéndose la misma temperatura.

El camello sube su temperatura corporal durante el día para no perder agua por el sudor. Por la noche su temperatura corporal baja para no perder calorías. Es un modelo de ahorro energético.

El pelo del oso polar es blanco y permeable a la luz. Bajo él, una gruesa piel de color negro atrapa la radiación solar y se calienta. El pelo además actúa como aislante para que el calor acumulado no se pierda.

Las aves acuáticas poseen una glándula cerca de la cloaca para impregnarse de grasa el plumaje. De este modo el agua no empapa sus plumas y no se mojan aunque se sumerjan. Así no pierden calor por evaporación.