

MANUAL ISPA

Manual de profundización Curso Instalaciones, Sistemas
y Proyecto Arquitectónico



PROYECTO DESARROLLADO EN BASE AL CONCURSO
ADJUDICADO DE FONDOS PARA EL DESARROLLO DE LA
DOCENCIA, FONDEDOC 2018.

EDICIÓN GENERAL;
Mauricio Lama Kuncar
Gonzalo Escobar Meza

COORDINADORES GENERALES;
Gabriel Castillo Riffart
Josefina Dominguez Moure
María Jesus Fernandez Valenzuela

EQUIPO FONDEDOC;
Francisca Amenabar Lagos
Vania Brstilo Franklin
James Gantley Andrade
Manuela Marín Alvarez de Oro
Agustín Necochea Sierralta
Juan Agustín Oyarzún Vial
Jose Pablo Pacheco Alarcón
Alberto Perez Nuñez
Martín Rojas Ortiz

ILUSTRACIONES e IMAGENES;
Equipo Fonedoc

AGRADECIMIENTOS ADICIONALES;
Nicolás Pintor Cayazzo
Sandra Piesik
Maria Jesús May

Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios
Urbanos.

MANUAL DE PROFUNDIZACIÓN; CURSO INSTALACIONES,
SISTEMAS Y PROYECTO ARQUITECTONICO, ISPA.

Se permite entremezclar, ajustar y construir con
parte de la obra con fines no comerciales, siempre
y cuando se reconozca la autoría y las nuevas
creaciones incluyendo la cita bibliográfica;

Lama, M. Escobar, G. (2018). Manual de
profundización ISPA, Región Metropolitana, Chile;
Pontificia Universidad Católica de Chile.

INTRODUCCIÓN

El tomar conciencia de que el planeta está siendo sometido por nuestros hábitos de consumo y que todos estamos pagando un alto precio por nuestras elecciones diarias, es esencial para generar una reacción que pueda cambiar la dirección de cómo se manejan las cosas en la actualidad.

Las redes invisibles que el modelo actual de consumo presenta, son mucho más grandes de lo que podemos imaginar, elegir con qué vestimos, qué comer, en qué movernos, donde vivir, entre otras, hace que el planeta entero sea parte y víctima de nuestras decisiones¹, siempre buscando el menor costo en base a la economía de escala² que este modelo plantea, se magnifica la explotación de recursos y aumentan las emisiones de contaminantes a nivel global. El preferir lo local, lo que involucra menos procesamiento y menos transporte sería uno de los correctos caminos para iniciar el cambio personal que conlleva a uno global.

1. Un producto cualquiera sea, alimenticio o bienes de consumo, para llegar a nuestro poder es muy posible que tenga materiales y componentes de diversas partes de la Tierra, sumado a procesos de fabricación en casos complejos con grandes huellas de carbono y agua también asociadas a su transporte y conservación, lo nos hace corroborar que este modelo de intercambio global está siendo mucho más dañino de lo que ha sido históricamente nuestra dependencia a los recursos del planeta.

2. Modelo que baja los costos de un producto dado la masiva fabricación o producción del mismo.

El mayor problema para llevar esto a una realidad se encuentra en la sobrepoblación del planeta en zonas poco productivas, o que no dan abasto para conllevar de manera sustentable una sociedad. Es ahí donde se hacen imperiosas las políticas públicas y legislaciones para que todos los productos que importamos y consumimos puedan ser certificados como producción de bajo impacto medioambiental. Lamentablemente, las enormes brechas económicas y políticas existentes entre nuestras sociedades y gobiernos dificultan este objetivo, la inercia a cambios radicales en la producción y los procesos actuales se vuelven difíciles, haciendo cada vez más incierto nuestro futuro en el planeta.

Estas problemáticas y desafíos globales, ahora llevados a nuestro quehacer como arquitectos, lo plantea y comparte para éste manual la reconocida activista a nivel mundial, Sandra Piesik, autora del libro “Habitat” con lo siguiente:

“What is at stake? Changing paradigm of growing cities, informal settlements, insufficient infrastructure, growing disconnect between urban and rural areas, migration, lost indigenous knowledge and depletion of natural resources. The list of pressing global challenges is long. All are contributing to the loss of equilibrium between architecture and nature. There are very few places in the planet that can demonstrate the symbiosis between architecture and its natural environment, and the rainforests of the Amazon are one of these. To maintain this connectiveness with the natural world - the sustainable management of resources that are partly used as natural materials for construction is critical for ecological and man-made ecosystems. The vernacular architecture of Latin America using timber, bamboo, reed grasses and earth continues to inspire generations of architects.

Chile has two interesting neighbours that are long-term witnesses to climate change and sustainable development. One is Easter Island with its poignant story of a decline of civilisation and biodiversity, and another one is Antarctica,

a more recent witness of climate change. Both are reminders to all of us that we need to take sustainability seriously and that architecture has the capacity to transform, inspire and lead changes that need to happen to prevent the story of Easter Island happening again on a global scale.”

El mensaje es claro, nuestro quehacer como planeadores de los hábitats construidos ha dejado una huella irreconciliable en el planeta desde la Revolución Industrial. Según diversos autores, los procesos que involucran a los edificios desde su construcción, uso y demolición son los responsables del 50% de las emisiones de carbón a la atmosfera.

El crecimiento desmesurado y sin conciencia de nuestras ciudades desde la Revolución, trajo consigo una excelente respuesta desde la Arquitectura Moderna, la cual dio una solución habitacional rápida y eficiente a nuestros edificios. Respondiendo a esta realidad acelerada gracias a la rápida producción seriada de componentes y la estandarización de las medidas de los recintos, ahora hechos a

la medida del hombre por sobre la medida del clima y el lugar.

Esto era una muy clara y excelente solución arquitectónica y urbana para aquella época, donde se hacía necesario dar una respuesta rápida y económica al crecimiento de la población y las ciudades, pero muy perjudicial para nuestra época, cuando seguimos diseñando por esta misma herencia moderna, creando una única arquitectura globalizada, que usa básicamente los mismos principios, pero ya respondiendo a tendencias de moda en el diseño global. El arquitecto Rem Koolhaas lo menciona claramente en su libro “la Ciudad genérica”, donde describe que la arquitectura contemporánea ya no se identifica con su lugar de origen, haciendo que un edificio en Berlín, pueda ser igual a otro en Tailandia o Santiago, sin saber a dónde pertenece, perdiendo también su valor cultural.

Mucha de la arquitectura contemporánea ya no es capaz de entender el clima y el lugar como se hacía con las arquitecturas vernáculas previa a la Revolución Industrial en donde el

profundo entendimiento del recorrido solar, de los vientos, la lluvia y los materiales, entre otros, daban como resultado una arquitectura propia, saludable, que dialogaba con su entorno natural sin exigirle grandes cantidades de recursos para poder asentarse. La mayoría de los edificios contemporáneos ya no observan estos factores, haciendo su consumo de recursos exponencialmente alto en términos de energía para poder climatizarlos artificialmente y salvaguardar un confort interior adecuado.

Con respecto a esto la arquitecta y ex alumna del curso, Maria Jesus May describe lo siguiente enfocada en el estudio de las arquitecturas vernáculas como eje de su quehacer profesional:

“Inocentes y cómodos, miramos por repuestas esperanzados en la tecnología y en lo que aún no ha sido inventado, cuando en realidad, para encontrar respuestas a nuestro presente y futuro se encuentran mirando hacia atrás.

La evolución de las especies y de nuestro planeta completo se basan en este sistema de

“posta”, en el cual recibimos como herencia todos los errores y éxitos de las generaciones que nos han precedido, tomamos el Testigo y en vez de contentarse con la satisfacción de haberlo recibido, toda la energía se invierte en encontrar la mejor forma de entregárselo a la generación que sigue. Estoy convencida que cualquier cosa que hagamos, cualquiera, si la hacemos pasar por este filtro, se perfilará dentro de un torrente mayor, más grande y más poderoso que nosotros mismos.”

El presente manual, si bien no pretende generar un cambio radical y utópico en los estudiantes de cómo llevar su vida presente, cuidando su futuro, se remite a algo mucho más simple pero no menor para lograr este mismo objetivo, lo cual es dar las herramientas esenciales y más prácticas para enfrentar los encargos de su vida profesional con una perspectiva hacia el futuro del planeta.

Diseñar una arquitectura consciente, en que cada decisión que se tome, desde el emplazamiento, la forma, el espacio y la materialidad, entre otros factores revisados

a lo largo del manual, creemos tendrá una incidencia en esta conciencia y ayudará a generar intrínsecamente esta utopía, desarrollando una arquitectura bioclimática que rescate los valores vernaculares de miles de años de evolución, de forma contemporánea, más allá de hacer una arquitectura que simplemente siga las tendencias de moda del momento.

El manual se compone de tres capítulos que profundizan estas materias, desde el entendimiento de los fenómenos que afectan a los edificios, seguido de la revisión de casos vernáculos y contemporáneos destacables, para terminar con los aspectos más técnicos que involucran a los edificios, asociados a las instalaciones, siempre con la eficiencia energética como eje de su aproximación.

Mauricio Lama Kuncar
Gonzalo Escobar Meza

ARQUITECTURA PASIVA, DEFINICIONES Y CONCEPTOS

El presente capítulo, referido a Definiciones de Arquitectura Pasiva y Aplicación, busca introducir los conceptos fundamentales asociados a la arquitectura sustentable, y presentar aquellas herramientas que permiten evaluarlos en función del desempeño climático de los edificios.

A modo de compendio, extrae información de diversas fuentes, cuyas referencias son debidamente incorporadas al final de cada concepto, quedando a disposición del lector. El capítulo aborda 6 conceptos generales, a saber: Transferencia de Calor y Balance térmico, Transmitancia térmica, Humedad y Condensación, Ventilación, Iluminación y Acústica. La primera aproximación a cada concepto es a través de una “ficha resumen”, que incorpora una breve definición, la relación del concepto con la arquitectura, las causas y problemas asociados, las fórmulas que se desprenden, la normativa vigente, cuando corresponda, y herramientas de aplicación. Posterior a estas fichas, se profundiza cada aspecto, desglosándose el concepto en definiciones más específicas que permiten un mayor entendimiento.

CONCEPTOS

CARTA SOLAR

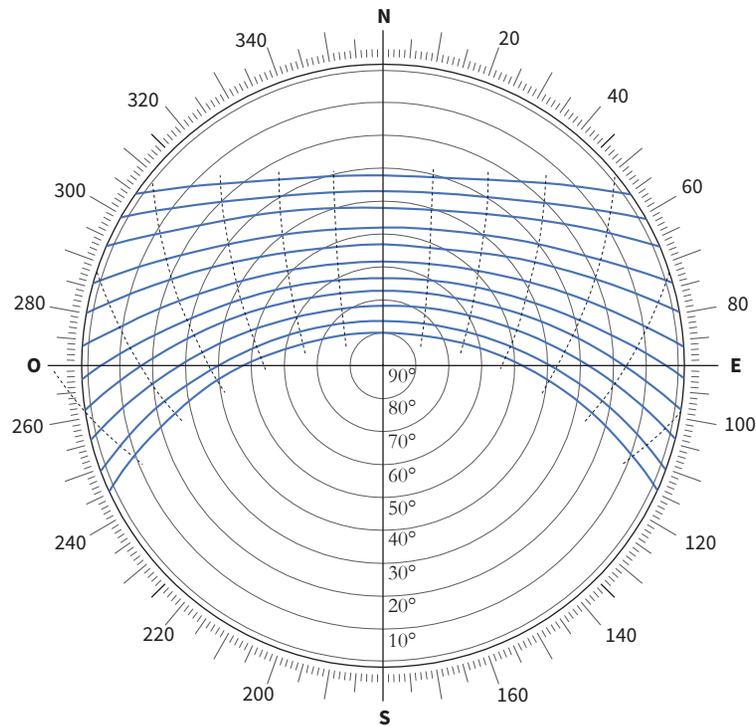


Fig. 01. Carta Solar

Definición

La carta solar es una herramienta utilizada para analizar, a través de una representación en planta, el movimiento del sol. Ésta nos informa la posición del sol en el cielo en una hora, día y latitud específica, conociendo así el ángulo de altura solar y azimuth. La carta

solar estereométrica posibilita el diseño de envolventes que responden eficientemente a un emplazamiento específico. Esto se puede lograr a través de operaciones específicas como las protecciones solares.

Componentes

La carta solar está compuesta, primeramente, por una circunferencia, en donde se detallan los ángulos de azimuth, desde los 0° a los 360° con respecto al Norte (su centro). Dentro de esta circunferencia, se sitúan dos ejes perpendiculares que grafican norte, sur, este y oeste y círculos concéntricos que detallan los ángulos de altura solar, desde los 0° a los 90° con respecto a la corteza terrestre (Fig. 02).

Por otra parte, se grafican curvas horizontales que representan el recorrido del sol en los distintos meses del año, desde el solsticio de verano, pasando por el equinoccio, hasta el solsticio de invierno. Las curvas verticales que intersectan dicho recorrido corresponden a las horas del día, dependiendo su extensión de la época del año (Fig. 03).

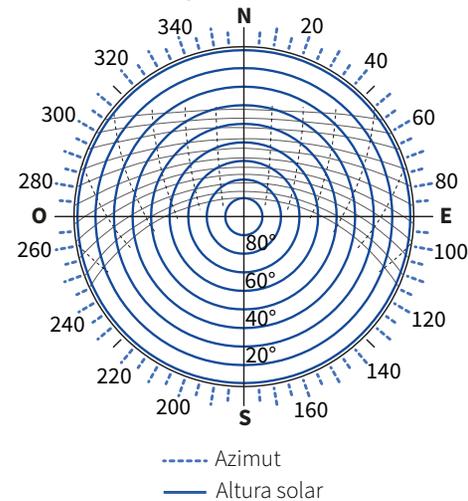


Fig. 02. Azimut y Altura Solar

¿Cómo se ocupa?

Para comenzar, es necesario escoger un día y hora específica de la cual se quiere conocer el azimuth y altura solar. Así se podrá identificar el punto exacto donde converge el día escogido (curva horizontal) y la hora (curva vertical).

El siguiente paso luego de obtenido el punto es dibujar una línea desde el centro de la carta solar, pasando por nuestro punto escogido, hasta llegar a la circunferencia mayor para encontrar el ángulo de azimuth.

Respecto al el ángulo de altura solar, basta con identificar dónde se ubica el punto evaluado en relación a los círculos concéntricos, pudiendo estar inserto en un círculo o bien entre dos de ellos (Fig. 04).

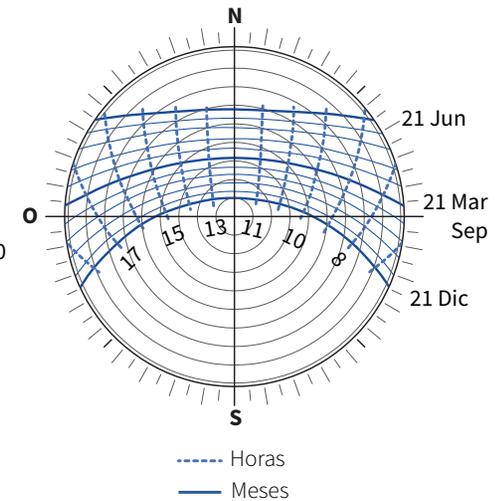


Fig. 03. Meses del Año y Horas del día

Soleamiento de Fachada

Ahora bien, esta herramienta permite evaluar el soleamiento de una fachada. Para esto, es necesario vincular la información que entrega tanto el ángulo de azimut como el de altura solar. El primero determina cómo entra el sol en planta respecto al norte, mientras que el segundo define su inclinación y hasta qué profundidad del recinto llega.

Como ejemplo, escogemos el equinoccio del 21 de marzo a las 15:00 horas en Santiago (Fig. 05). El primer paso es ubicar el punto en la carta solar, el cual determina el ángulo de azimut, 316° con respecto al Norte. Este ángulo se debe replicar a lo largo de toda la apertura de la fachada, de modo de conocer cómo entra el sol en planta (Fig. 06).

El ángulo de altura solar, según el procedimiento descrito anteriormente, es de 49° con respecto al nivel de terreno natural. Ahora, este ángulo debe ser replicado en el corte del recinto. La hipotenusa que representa la entrada del sol, debe coincidir con la parte superior del vano, o bien cualquier elemento que sobresalga de la fachada que se considere una obstrucción a la entrada del sol. Así, se debe prolongar la hipotenusa hasta que toque el suelo interior del recinto, lo que nos entregará la profundidad a la que logra

ingresar el sol desde la fachada estudiada. Es fundamental que esta distancia sea replicada en planta para determinar hasta qué punto entra el sol (Fig. 07).

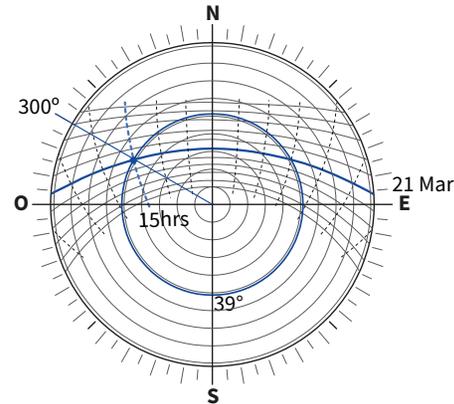
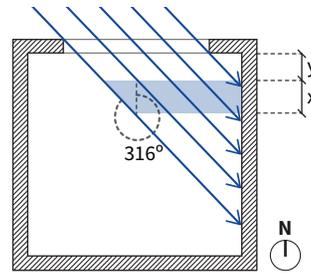


Fig. 05. 21 de Marzo, 15:00, Santiago



Área efectiva de soleamiento según altura solar

Fig. 06. Ángulo de azimut (planta)

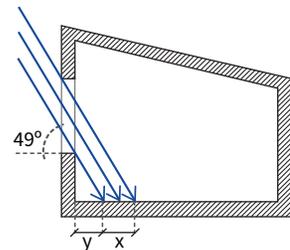


Fig. 07. Ángulo de altura solar (corte)

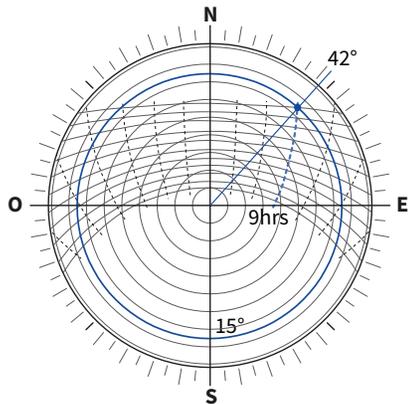


Fig. 04. Método

Soleamiento en un Punto

El soleamiento también puede ser evaluado en un punto específico al interior de un recinto.

Para esto, se deben trazar en planta dos líneas que conecten el punto escogido (P1) con ambos límites del vano (obstrucciones), y una línea perpendicular al vano que genere dos triángulos rectángulos. Dado que las distancias X, Y y Z, que corresponden a los catetos de los triángulos, son conocidas, se obtiene por trigonometría los ángulos α y β , que a su vez están relacionados con el norte, cuya dirección coincide con el cateto X (Fig. 08). La geometría descrita debe ser trasladada a la carta solar, teniendo como referencia el norte y el punto P1 (que coincide con el centro de la carta solar) para replicar los ángulos encontrados en planta y obtener así la apertura total del vano (Fig. 09).

Por otra parte, hay que considerar el corte del recinto, en el cual se trazan nuevamente líneas desde el punto escogido hasta la parte inferior y superior del vano y, por trigonometría, conocidas las dimensiones para X, h1 y h2, se obtienen los ángulos " γ " y " δ ". Estos ángulos se trasladan nuevamente a la carta solar, a través de los círculos concéntricos (Fig. 10).

Finalmente, todo aquello que se encuentra entre los ángulos de apertura de la ventana en planta (azimut) y corte (altura solar) corresponde a fechas y horas del

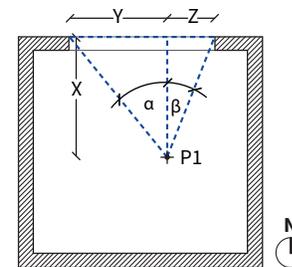


Fig. 08. Planta

año en que efectivamente le llega sol directo al punto ubicado en ese recinto (Fig. 11).

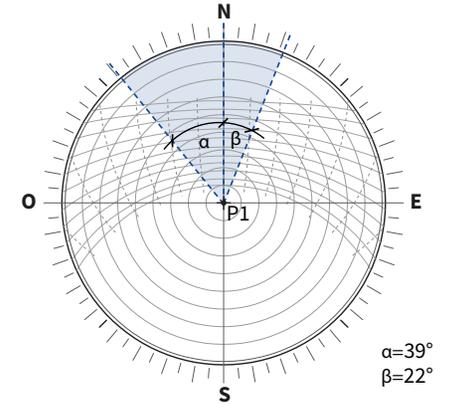


Fig. 09. Ángulos de Apertura en Carta Solar

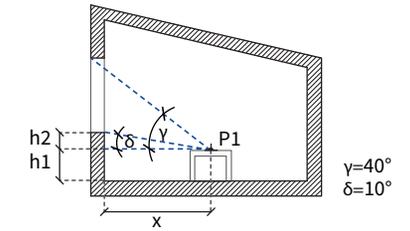
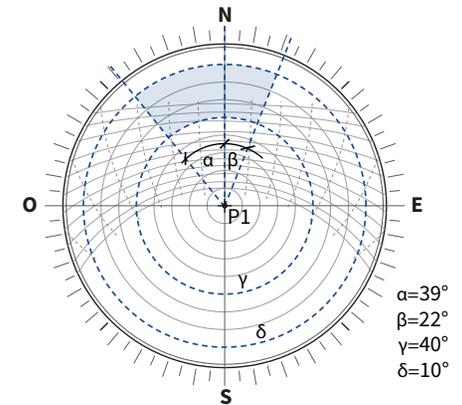


Fig. 10. Corte



Fechas y horas en que el punto evaluado recibe luz solar directa.

Fig. 11. Soleamiento Efectivo

Máscaras Solares

Las máscaras solares son necesarias al momento de evaluar en qué fechas y horas del año, una protección solar (alero, celosía, u otra) está cumpliendo su función de bloquear efectivamente el paso directo del sol hacia el interior de un recinto.

Si se quiere evaluar una protección solar horizontal (como un alero o celosía), es necesario conocer en corte el ángulo máximo de altura solar que logra bloquear dicho elemento hacia el interior (Fig. 12). Por consiguiente, en la carta solar se sombrea todo lo ubicado entre el círculo concéntrico que represente los 60° y la línea horizontal que representa la fachada Norte (Fig. 13). Por consiguiente, todo aquello que no esté sombreado, representa aquellas fechas y horas del año en que el alero no está protegiendo de radiación solar directa al interior del recinto.

Si se quiere evaluar una protección solar vertical, como una celosía, se debe analizar en planta para conocer el ángulo máximo de azimut que logra proteger del interior del

recinto (Fig. 14). Por ejemplo, si se tiene una fachada poniente y la celosía logra proteger 85° con respecto al Norte, se deduce que cualquier ángulo superior a éste es protegido por dicha celosía. De esta forma, en la carta solar se traza una línea desde su origen hasta los 275° y se sombrea todo aquello que se ubique bajo ésta (entendiendo como límite inferior la línea horizontal que representa la fachada estudiada). Por consiguiente, todo aquello que no esté sombreado, corresponde a aquellas fechas y horas del año en que la celosía no está protegiendo de radiación solar directa al interior del recinto (Fig. 15).

Si una apertura cuenta con más de un elemento de protección solar, por ejemplo, un alero y una celosía, es fundamental a la hora de evaluar el soleamiento del recinto cruzar la información de ambas máscaras solares, de modo de graficar la protección solar total que están brindando los dos elementos de manera simultánea. En el ejemplo anterior, las áreas sombreadas se cruzan y complementan, logrando abarcar una mayor porción de fechas y horas del año en que el interior del recinto se encuentra protegido de radiación solar directa (Fig. 16).

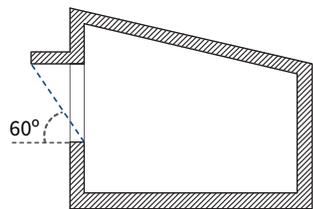
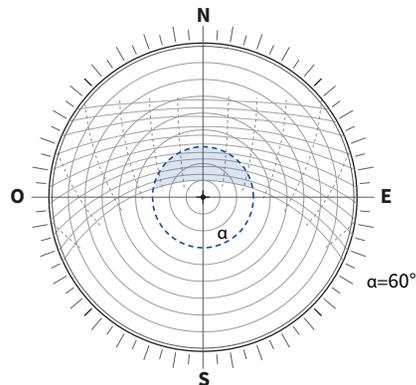


Fig. 12. Ángulo Máximo de Protección - Altura Solar



■ Fechas y horas en que el recinto no recibe luz solar directa.

Fig. 13. Máscara Solar Alero

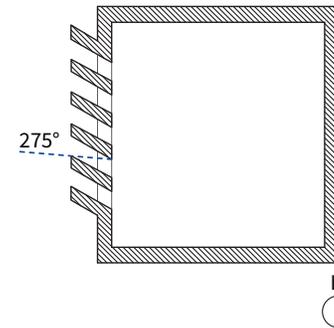
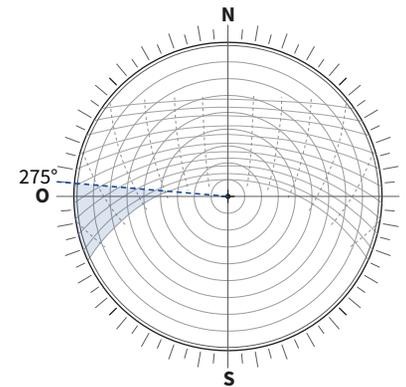
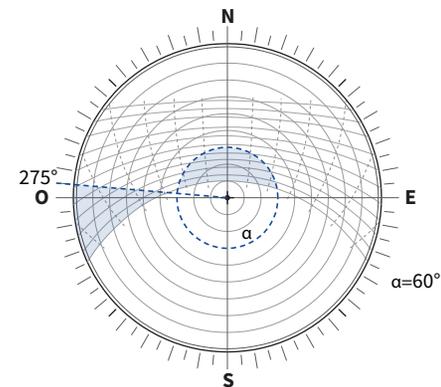


Fig. 14. Ángulo Máximo de Protección - Azimut



■ Fechas y horas en que el recinto no recibe luz solar directa.

Fig. 15. Máscara Solar Celosía



■ Fechas y horas en que el recinto no recibe luz solar directa.

Fig. 16. Máscara Solar Alero + Celosía

CONCEPTOS

TRANSFERENCIA DE CALOR Y BALANCE TÉRMICO

CAUSAS



Ganancias solares



Ganancias por renovación de aire



Ganancias por transmisión



Ganancias internas



Sobrecalentamiento



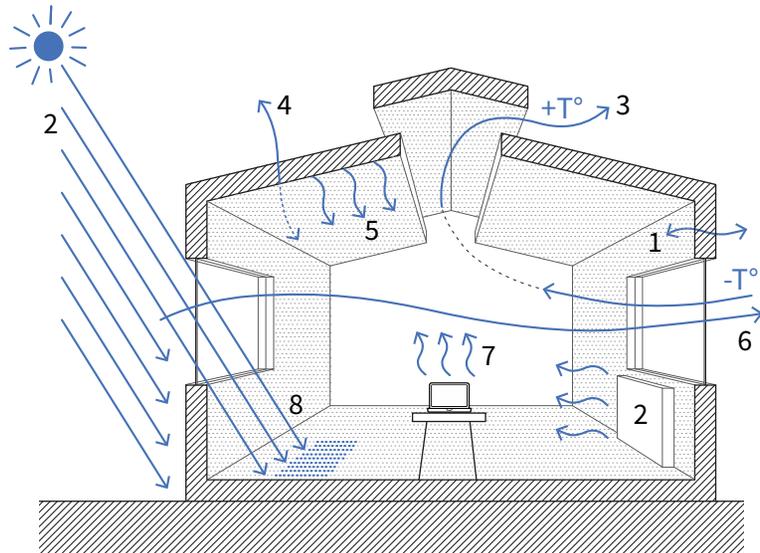
Enfriamiento



Costos en climatización



PROBLEMAS ASOCIADOS



- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 1. Conducción | 5. Radiación de calor acumulado |
| 2. Radiación | 6. Ganancia por renovación de aire |
| 3. Convección | 7. Ganancia interna |
| 4. Ganancia por transmisión | 8. Ganancia solar |

Fig. 01. Modos de transferencia de calor

Definición

Cuando en un sistema o en dos sistemas en contacto existe una gradiente de temperatura se transfiere energía, dando origen al proceso de transferencia de calor en el cual se distinguen tres modos principales: conducción - supone el flujo de calor a través de una superficie; radiación - consiste en la emisión de calor desde un cuerpo a

través de un medio estacionario o del vacío; convección - movimiento de un fluido a cierta temperatura por diferencias de densidad o presión. En cualquier caso cuando la suma de los flujos de calor hacia y desde el edificio es cero, es decir, que pierde tanto calor como gana el sistema se encuentra en balance térmico o equilibrio.

En Arquitectura

Los tres modos de transferencia de calor ocurren de manera simultánea, principalmente a través de los materiales y soluciones constructivas que componen el envolvente de los edificios y su origen puede relacionarse tanto a fenómenos naturales como a la utilización de sistemas activos. De los fenómenos naturales, las ganancias solares son las más relevantes pues la acción del sol afecta a todas las construcciones ya sea por radiación, conducción y/o convección. Las ganancias por renovación de aire y por transmisión producto de la convección y conducción respectivamente, se relacionan al clima existente en el emplazamiento del proyecto. Finalmente las ganancias internas se producen no sólo a partir de sistemas activos de calefacción por conducción o radiación, sino también según la ocupación de los recintos, ya que los electrodomésticos, sistemas de iluminación o equipos de oficina tienen un efecto importante en las condiciones térmicas internas de un edificio.

El diseño de un proyecto de arquitectura que relacione orientación (radiación solar), aperturas (convección) y un correcto uso de materiales (conducción) es fundamental para controlar estos fenómenos. Dicho control sumado a un adecuado uso de sistemas activos, puede trasladar las temperaturas al rango de confort de los usuarios.

Fórmulas

Fórmula general de balance térmico:

$$BE = (Q+V) \times \Delta T - (I+G)$$

Reducido, en caso de no haber sistemas activos de calefacción, a lo siguiente:

$$\Delta T = (I+G)/(Q+V)$$

En donde:

BE: Calefacción y/o enfriamiento
 Q: Ganancias por transmisión
 V: Ganancias por renovación de aire
 ΔT : Diferencia de temperatura
 I: Ganancias internas
 G: Ganancias solares

Las ganancias nos informan la calidad del espacio interior, dando cuenta de la cantidad de calefacción o enfriamiento necesario para lograr el confort térmico. Estas ganancias deben ser calculadas de modo de diseñar espacios que logren el balance térmico prescindiendo lo más posible de sistemas activos de climatización.

Transferencia de calor

Calor (Q) se define como energía transferida debido a la existencia de una diferencia de temperatura entre dos cuerpos o entre partes de un mismo cuerpo pudiendo ser expresado en Calorías (cal) o en Joules (J). Según lo anterior, se desprende que un cuerpo nunca contiene calor, sino que éste es un fenómeno transitorio que ocurre cuando existen dichas diferencias de temperatura. Cabe mencionar que ni el sol ni las personas tienen calor, sino que es posible sentirlo debido a la existencia de diferencia de temperatura con el medio con el cual se produce una transferencia, en este caso particular mediante un modo llamado radiación.

La transferencia de calor implica entonces la existencia de energía calórica en tránsito debido a una diferencia de temperatura desde el sistema de mayor al de menor temperatura o incluso dentro de un mismo sistema de esta misma forma. Al igualarse las temperaturas se alcanza el balance térmico o equilibrio térmico, estado en que los flujos de calor hacia y desde un sistema se encuentran igualados. En un sistema complejo como lo es una edificación donde las variaciones de temperatura son constantes, se utilizan sistemas complementarios de calefacción y/o

refrigeración (BE) para mantener ese balance térmico de manera permanente.

Los flujos de calor que se producen en una edificación se conocen también como ganancias. Éstas se dividen en ganancias solares (G), por transmisión (Q), de renovación de aire (V) e internas (I) (Revisar Herramientas) las cuales pueden generarse a partir de tres modos principales de transferencia de calor, a saber: conducción, radiación y convección, que pueden reconocerse tanto en situaciones cotidianas como en procesos a mayor escala que afectan directamente el funcionamiento y desempeño térmico de viviendas y edificios.

Conducción

La conducción se da cuando dos elementos que se encuentran a diferentes temperaturas están en contacto (Fig. 02). La tasa de transferencia depende de la diferencia de temperatura entre ambos elementos, del área de contacto y de la conductividad (λ) del material a menor temperatura.

Por ejemplo, los metales poseen una alta

conductividad, es decir, una alta capacidad de transmitir calor, lo que se refleja en un alto y rápido flujo de temperatura a través de superficies compuestas de estos materiales. Por el contrario, la madera, el plástico, la cerámica y el aire, entre otros, poseen una baja conductividad, es decir, una mala capacidad de transmitir calor, lo que se traduce en una oposición a la transferencia de energía actuando más bien como aislantes (Fig. 03).

Al momento de diseñar un edificio y escoger los materiales a utilizar es fundamental comenzar analizando el clima donde se emplaza el proyecto, esto determina si la envolvente debe permitir un mayor o menor flujo de calor, volviéndose necesario definir los materiales y espesores adecuados para cada situación en específico, pues la envolvente puede requerir la ganancia de calor en climas fríos (Fig. 04) o la pérdida del mismo en climas templados o cálidos (Fig. 05).

De este modo, los recintos interiores se deben encontrar correctamente aislados, para lo cual se utilizan materiales como el poliestireno o lana mineral, que deben ubicarse en muros exteriores, pues su baja conductividad permite un mayor control del flujo de temperatura.

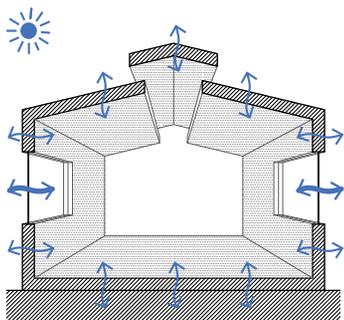


Fig. 02. Conducción

Material	Conductividad térmica [W/(m·k)]
Metales	35 (plomo) - 381 (cobre)
Hormigón	1,63 - 2,74
Agua	0,60 (líquida) - 2,5 (hielo)
Mortero de cemento	0,35 - 1,40
Ladrillo macizo	0,72 - 0,90
Bloques de hormigón	0,35 - 0,79
Ladrillo hueco	0,49 - 0,76
Enlucido de yeso	0,26 - 0,30
Ladrillo multialveolar	0,20 - 0,30
Maderas, tableros	0,10 - 0,21
Hormigón celular	0,09 - 0,18
Aislación	0,026 - 0,050
Aire (sin convección)	0,026

Fig. 03. Tabla conductividad materiales



Fig. 04. Solución genérica climas fríos - aislamiento interior

Fig. 05. Solución genérica climas cálidos - aislamiento exterior

Las ventanas de termopanel también aportan a reducir el fenómeno de conducción entre el exterior y el interior, ya que contiene aire o gases entre ambos vidrios cuya conductividad es muy baja.

Por lo tanto, en los sistemas constructivos, especialmente en las viviendas, la conducción es un fenómeno que se debe calcular y controlar.

Consideraciones

En la fórmula general de balance térmico, aparece principalmente como Q: “Ganancias por transmisión”. (Revisar Herramientas)

Radiación

La radiación consiste en la emisión de energía desde la superficie de un cuerpo a través de ondas electromagnéticas. Es el único de los tres modos de transferencia de calor que no necesita de un medio de transmisión, pudiendo existir simplemente un sistema emisor y uno receptor.

La cantidad de radiación es inversamente proporcional a su longitud de onda, es decir, objetos de gran temperatura que irradian en onda corta transmiten más energía (sol) que objetos a temperaturas terrestres que irradian en onda larga (microondas).

En arquitectura es importante este fenómeno al momento de diseñar y construir, principalmente debido a la emisión de radiación solar, factor presente en diferentes medidas en todas las zonas climáticas. La radiación solar debe ser considerada para definir la orientación y proporción de muros y vanos, por ejemplo. La radiación del sol puede ser aprovechada para la obtención de energía eléctrica, a través del uso de paneles fotovoltaicos, siendo una de las mejores alternativas a las fuentes de energía convencionales (Revisar Capítulo 3). La

radiación también está presente en la vivienda a través de los materiales constructivos que conforman la envolvente, ya que cuando éstos absorben calor, luego la liberan como radiación. Por último, varios sistemas activos de calefacción, como radiadores eléctricos y a gas, utilizan la radiación para lograr el balance térmico en las viviendas (Fig. 6 y 7).

Consideraciones

En la fórmula general de balance térmico, las Ganancias solares se asocian a la sigla G y las ganancias por calefacción o refrigeración a la sigla BE (Revisar Herramientas).

Convección

La convección consiste en la transferencia de calor por el movimiento de un fluido, líquido o gas, que puede ser causado por diferencias de densidad o de presión. En estricto rigor, no consiste en un proceso de transferencia de calor, sino en un transporte mecánico de

masa, ya sea de aire o agua, conocido como corriente de convección.

Existen dos tipos de convección: natural y forzada. La convección natural se da a partir de un gradiente de densidad, por ejemplo, cuando una masa de aire caliente sube dentro de un recinto. La convección forzada se produce por una diferencia de presión, por ejemplo, en un extractor o una bomba de aire. En arquitectura, las infiltraciones significan una de las principales amenazas para lograr el equilibrio térmico en un recinto. Las infiltraciones de aire se producen por una diferencia de presión que actúa sobre aberturas en la construcción, como son puertas, ventanas u orificios relacionados a instalaciones. Las infiltraciones de aire se dan mediante convección y aunque en ciertos casos son intencionadas (ventana para ventilar, por ejemplo), en otros significan importantes e indeseados puentes térmicos (Fig. 08).

Consideraciones

En la fórmula general de balance térmico, las Ganancias por renovación de aire se asocian a la sigla V (Revisar Herramientas).

Herramientas

A partir de la fórmula general de balance térmico:

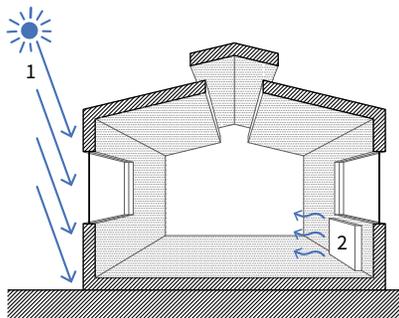
$$BE = (Q+V) \times \Delta T - (I+G)$$

Se desprende una fórmula para cada tipo de ganancia presente en la ecuación.

1. Ganancias por transmisión (Q)

Ocurren al intercambiarse calor desde el exterior al interior (o viceversa) a través de la envolvente. Si bien esto ocurre principalmente por conducción, la convección y la radiación en cavidades interiores del espesor de la envolvente no son despreciables, especialmente en cubiertas con entretecho y paquetes constructivos con cámara de aire (Fig. 09).

En cada elemento de la envolvente construida,



1. Radiación solar
2. Calefacción por radiación

Fig. 06. Radiación solar y calefacción

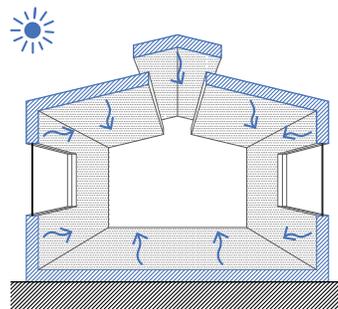


Fig. 07. Radiación de calor acumulado en materiales

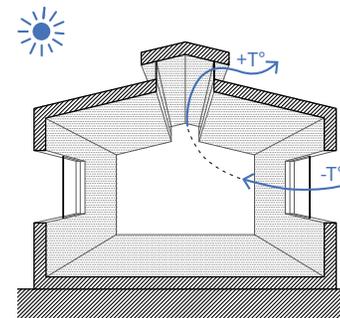


Fig. 08. Convección

el flujo de calor depende de las características del material que la componen, de su superficie y de la diferencia de temperatura entre interior y exterior. La fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$Q = \sum U_i \times A + \sum K_l \times L \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

En donde:

Q = Ganancia de calor instantánea [W]
 U = Transmitancia térmica del elemento
 A = Área de la superficie del elemento de la envolvente
 Kl = Transmitancia térmica lineal
 L = Perímetro del recinto
 2. Ganancias por renovación de aire (V)

Ocurren cuando el aire exterior entra al edificio (Fig. 10). Suelen ocurrir por infiltraciones en los materiales de la envolvente, especialmente en las juntas entre paquetes constructivos, y también en la ventilación al abrir puertas, ventanas u otros. La fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$V = 0,34 \times q \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

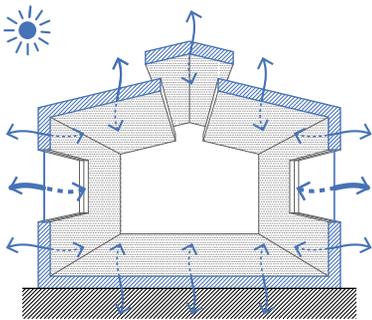


Fig. 09. Ganancia por transmisión

En donde:

V = Ganancia de calor por ventilación [W]
 q = Aire renovado por hora en m³ en el recinto

3. Ganancias internas (I)

Resultan de fuentes de calor presentes en el interior del edificio (Fig. 11).

Incluyen luces, máquinas, artefactos eléctricos y seres con metabolismo. Una persona promedio aporta aproximadamente 70 W en estado de reposo. Un computador aporta aproximadamente 150 W, principalmente debido a su monitor. Generalmente las ganancias internas se encuentran expresadas en W/m², y varían según el tipo de actividad que se desarrolla en el lugar. La fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$I = G_i \times \text{Sedif}/24 \text{ [W]}$$

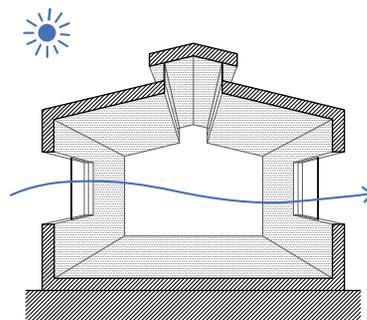


Fig. 10. Ganancia por renovación de aire

En donde:

I = Ganancias internas
 Gi = Energía calórica generada al interior de un recinto [W]
 Sedif = Superficie del edificio en planta

4. Ganancias solares (G)

Son flujos de calor generados por la entrada directa del sol al interior del edificio o a través de su envolvente (Fig. 12). La fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$G = G_o + G_v \text{ [W]}$$

A partir de ésta, se desprenden dos fórmulas independientes, una relacionada a la ganancia solar a través de elementos opacos de la vivienda (Go) y otra referente a una ganancia solar directa a través de ventanas (Gv):

$$G_o = f_o \times S_o \times \alpha \times U/he \times E/24$$

$$G_v = f_v \times S_v \times FS \times E/24$$

En donde:

Go = Ganancia solar por elementos opacos [W]
 Gv = Ganancia solar directa [W]
 fo/fv = Factor de reducción solar o de sombra
 So/Sv = Superficie en que incide la radiación solar
 FS = Factor de ganancia solar (SHGC)
 α = Coeficiente de absorción del elemento, mide cantidad de radiación que absorbe el elemento
 U = Transmitancia térmica del elemento
 he = Coeficiente de convección en superficie exterior
 E = Energía solar incidente en el elemento en [Wh/m²]día.

En la ganancia solar directa, FS está en función del tipo de ventana y representa la cantidad de radiación que efectivamente atraviesa el elemento. Tiene un valor entre 0 y 1.

En la ganancia solar indirecta, que se da a través de elementos opacos, el sol actúa elevando la temperatura de éstos, los cuales transmiten ese flujo de calor al interior por el fenómeno de conducción.

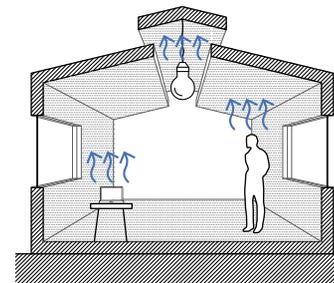


Fig. 11. Ganancias internas

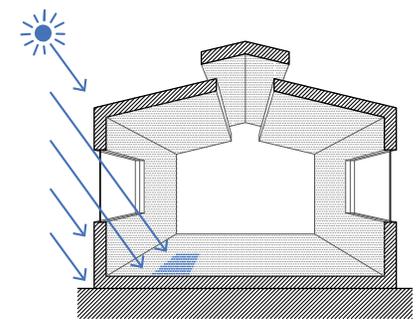


Fig. 12. Ganancias solares

CONCEPTOS

TRANSMITANCIA TÉRMICA

FACTORES



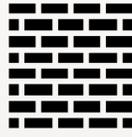
Materiales



Sistemas constructivos



Puentes térmicos



Masa térmica



Sobrecalentamiento

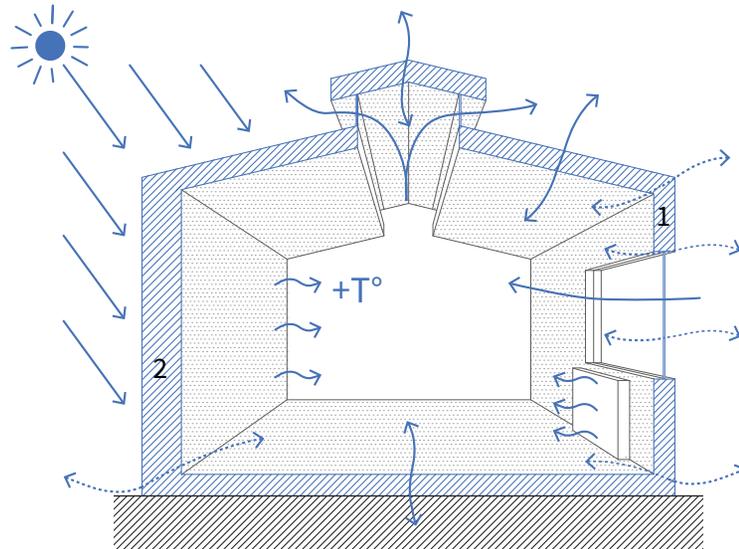


Enfriamiento



Demanda y consumo energético

PROBLEMAS ASOCIADOS



1. Envoltente térmica
2. Masa térmica
- Flujos de calor
- Puentes térmicos

Fig. 01. Transmitancia térmica

Definición

La transmitancia térmica, coeficiente de transferencia de calor o “valor U” consiste en el flujo de calor por unidad de superficie $[W/(m^2K)]$ a través de un paquete constructivo, al existir una diferencia de temperatura entre los ambientes que éste separa. Representa la capacidad del paquete de permitir el flujo de calor a través del mismo.

Su inverso es la resistencia térmica total, que se obtiene al sumar las resistencias térmicas de cada material presente en un paquete constructivo, en relación a su espesor, expresándose su medida en $[(m^2K)/W]$. Es de gran importancia la conductividad térmica que posea cada material que compone el paquete constructivo.

En arquitectura

La transmitancia térmica (U) o coeficiente de transferencia de calor, es un valor expresado en $W/(m^2K)$ de gran utilidad para comprender la capacidad de un sistema constructivo de permitir o impedir el flujo de calor entre el interior y el exterior de un recinto. Juega un rol clave en el alcance del balance térmico y es un factor fundamental para reducir la demanda y consumo energético en un edificio.

El conjunto de paquetes constructivos que delimitan un recinto se denomina envoltente térmica. Una de las principales amenazas para que esta cumpla de manera efectiva su función es la existencia de puentes térmicos, que surgen como resultado de mala aislación térmica en uniones de paquetes constructivos (muro-techo / muro-piso), aperturas indeseadas o por partes de la envoltente que ven alterada su transmitancia por la presencia de instalaciones como tuberías o cableado, entre otras.

La elección de paquetes constructivos de baja transmitancia térmica es esencial para el buen funcionamiento de un recinto, debido a la gran incidencia de este valor en la temperatura interior, especialmente en verano e invierno, estaciones donde la temperatura exterior se aleja de la temperatura de confort.

Fórmulas

Transmitancia térmica de un paquete constructivo:

$$U = 1 / (R_{si} + \sum e/\lambda + R_{se})$$

En donde:

- U = Transmitancia térmica
- R_{si} = Resistencia térmica superficie interior
- R_{se} = Resistencia térmica superficie exterior
- e = Espesor del material
- λ = Conductividad térmica del material

Herramientas

Tablas de conductividad, transmitancia y resistencia de los materiales son necesarias para el cálculo de estos valores en un complejo constructivo. Un posterior contraste de los resultados obtenidos con las normativas vigentes permite dar cuenta de la calidad de los sistemas constructivos a la hora de limitar el flujo de calor.

Normativa

Las normas chilenas Nch853 y Ntm11, dictan las condiciones de diseño y ejecución que deben tener los elementos que conforman las edificaciones, para otorgar confort higrotérmico a sus usuarios.

Transmitancia y resistencia térmica

La transmitancia térmica (U) es un valor numérico que expresa el flujo de calor, es decir, una cantidad de energía que refleja el movimiento molecular de una sustancia que se traspasará a través de un paquete constructivo que divide dos ambientes interior-exterior o recintos interior-interior. El inverso de la transmitancia es la resistencia térmica ($U=1/R$), es decir, un valor que expresa la capacidad de un paquete constructivo de oponerse al flujo de calor antes mencionado.

Para obtener la resistencia y transmitancia de cada uno de estos sistemas constructivos es necesario conocer el coeficiente de conductividad térmica (λ) asociado a cada uno de estos, y los espesores (e) en que estos se encuentran presentes en la sección estudiada, que se definen en gran medida por la oferta de materiales de construcción presente en el mercado.

En Chile, para los materiales que cumplen la función de aislantes térmicos, se utiliza una resistencia térmica especial, denominada R100, que relaciona espesor y conductividad mediante la siguiente ecuación:

$$R100 = (e/\lambda) \times 100$$

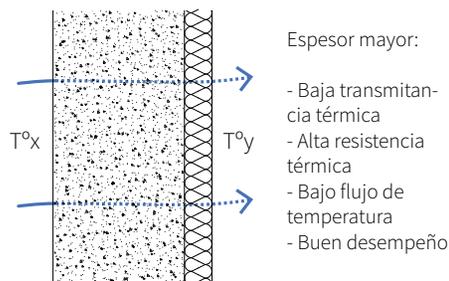


Fig. 02. Alta transmitancia

A partir de este cálculo la NTM11 indica los valores mínimos para cada zona climática del país en complejos de muro, piso ventilado, techumbre y puertas en edificaciones de uso residencial, educacional y de salud.

La transmitancia térmica aceptada de los diferentes paquetes constructivos que componen la vivienda, se encuentra definida por las normativas NCH853 y NTM11, las cuales se encargan de definir los límites inferiores de calidad en relación a este valor para cada una de las zonas climáticas de Chile, siendo estas establecidas en la NCh1079.

Envolvente térmica y paquetes constructivos

Envolvente térmica refiere al conjunto de elementos y componentes constructivos que limitan térmicamente los espacios interiores de las condiciones del ambiente exterior de un edificio, definiendo el grado y forma de interacción entre ellos. Es decir, la composición de esta define la condición térmica de un recinto interior en función de las condiciones

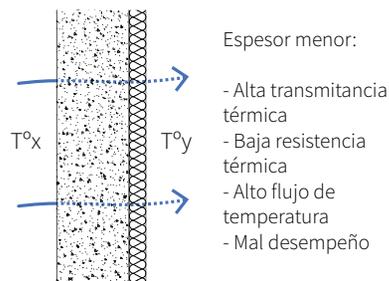


Fig. 03. Baja transmitancia

existentes en el exterior, respondiendo a los modos de transferencia de calor (Ver subcapítulo 2.3) y al clima en que la vivienda se emplaza, constituyéndose como la piel del edificio (Fig. 04).

Los elementos constructivos que conforman la envolvente térmica son conocidos como paquetes o complejos constructivos (Fig. 05), existiendo cuatro especialmente comunes e importantes en la vivienda:

a) Complejo de muro: Conjunto de elementos constructivos que conforman muros y tabiques, tales como su estructura, aislación térmica, cámara ventilada y revestimientos, entre otros. Su plano terminado debe tener una inclinación mayor a 60° medidos desde la horizontal.

b) Complejo de piso: Conjunto de elementos constructivos que conforman pisos y losas, tales como estructura, aislación térmica y de humedad, piso ventilado y revestimientos, entre otros. Generalmente de orientación horizontal, aunque planos inclinados como escaleras y rampas también se consideran dentro de este grupo.

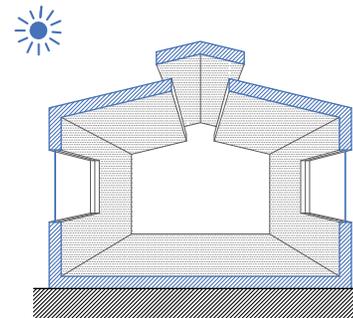


Fig. 04. Envlovente térmica

c) Complejo de techumbre: Conjunto de elementos constructivos que conforman los techos, tales como cielo, cadenetas, aislación térmica, vigas y cubierta, entre otros. Su cielo terminado debe tener una inclinación igual o menor a 60° medidos desde la horizontal.

d) Complejo de ventana: Conjunto de elementos constructivos que conforman los vanos traslucidos de la edificación, tales como marco y panel vidriado. Ventanas y puertas forman parte de otro de los complejos nombrados anteriormente, siendo generalmente este el complejo de muro, pero es de importancia reconocer la presencia y características de los vanos translúcidos existentes en una vivienda a la hora de cumplir con las normativas existentes.

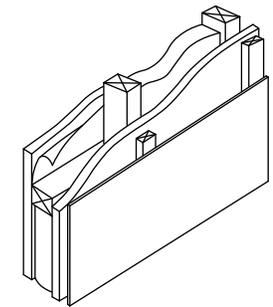


Fig. 05. Paquete constructivo

Masa térmica y puentes térmicos

Masa térmica (Fig. 07) se define como sistema material con potencial de acumulación de calor. Se caracteriza por generalmente poseer una densidad considerable, un bajo calor específico volumétrico y una conductividad térmica baja. Estas características permiten una distribución gradual de la energía a través del material, aportando a una baja transmitancia térmica, al constituirse como una barrera que disminuye y retarda el flujo de calor entre los recintos que divide (Fig. 06).

Por otro lado, es posible encontrar puentes térmicos en las edificaciones, es decir, partes de la envolvente térmica de una construcción en que la resistencia térmica uniforme es drásticamente modificada (Fig. 08), lo que se da principalmente en dos casos:

a) Penetración en la envolvente térmica causada por materiales con una conductividad térmica distinta, en reemplazo de ciertos componentes del paquete constructivo original, tales como elementos estructurales puntuales, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias o incluso ventanas con baja resistencia térmica.

b) Flujo de calor entre el exterior e interior, causado por conexiones mal resueltas, ya sea entre paquetes constructivos o entre estos y los elementos que conforman los vanos de la edificación.

A pesar de ser partes que no comprenden una gran área de la envolvente térmica, los puentes térmicos afectan de sobremanera el ambiente de un recinto, pudiendo aumentar significativamente el valor de transmitancia de un paquete constructivo, derivando en problemas térmicos para un recinto y para un edificio, complicando el alcance de un ambiente de confort.

Demanda y consumo energético

El valor de transmitancia en una vivienda tendrá directa repercusión en el uso de energía dentro de esta.

La demanda energética es la cantidad de energía [kWh/m²año] requerida para calefaccionar o refrigerar un espacio o edificio,

para compensar el efecto de las cargas térmicas exteriores y los flujos de calor hacia el interior (Fig. 10), y mantener una condición de confort térmico en relación con las necesidades de cada espacio. Por lo tanto, una vivienda cuya envolvente posee una alta transmitancia térmica, necesita de una mayor cantidad de energía para alcanzar el confort térmico, dado que, como se explicó anteriormente, una alta transmitancia se traduce en una mayor influencia de agentes externos en la temperatura interior. El programa y usuarios del recinto definen la temperatura de confort a la que se aspira a llegar, siendo un factor importante para determinar la demanda energética.

Algo similar ocurre con el consumo energético, que se define como cantidad de energía [kWh/m²año] efectivamente utilizada para calefaccionar o refrigerar un espacio o edificio, para alcanzar una condición de confort térmico en los recintos. A diferencia de la demanda, esta depende de la eficiencia del sistema de climatización utilizado, considerando su fuente de energía, tipo de instalación y consiguientes pérdidas por distribución, además de la eficiencia con la que el usuario hace uso de

estos sistemas. Debido a estos factores, el consumo energético efectivo siempre será mayor a la demanda, aunque se busca que se aleje lo menos posible.

Por lo tanto, una buena elección de los materiales y sus dimensiones, para la composición de los paquetes constructivos, además del correcto diseño para evitar posibles puentes térmicos, es clave para la disminución de la demanda y el consiguiente consumo energético mediante sistemas activos de calefacción y refrigeración.

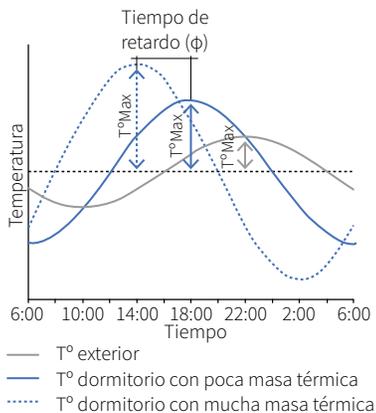


Fig. 06. Gráfico retardo de Temperatura

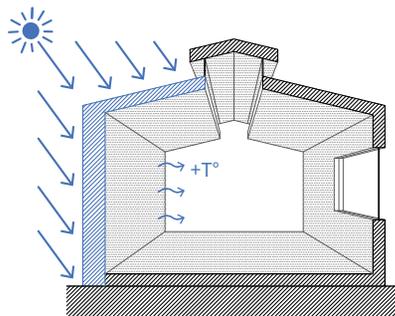


Fig. 07. Masa térmica

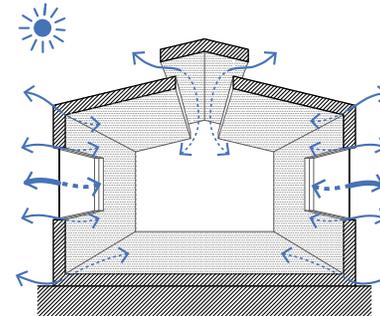


Fig. 08. Puentes térmicos

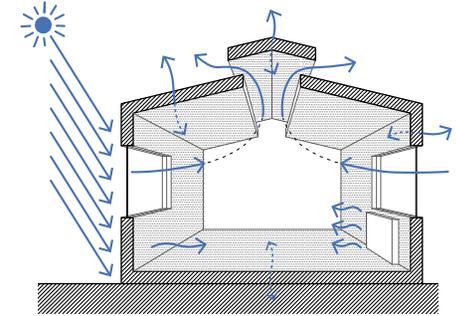


Fig. 09. Flujos de calor y demanda energética

Herramientas

El valor de la transmitancia térmica de un paquete constructivo se puede calcular a partir de la siguiente ecuación:

$$U = 1 / (R_{si} + \sum e/\lambda + R_{se})$$

En donde:

U = Transmitancia térmica

R_{si} = Resistencia térmica superficie interior

R_{se} = Resistencia térmica superficie exterior

e = Espesor del material [m]

λ = Conductividad térmica del material

Por lo tanto, el valor de U será el resultado del inverso de la suma entre la resistencia superficial interior, resistencia superficial exterior y las resistencias de todos los materiales presentes en el paquete constructivo, obteniendo esta resistencia al dividir el espesor del material por su conductividad térmica.

Es importante, luego de realizar el cálculo de transmitancia en un complejo constructivo, identificar la zona térmica en la que se encuentra emplazado el edificio y verificar si cumple con la norma, además de identificar las resistencias térmicas correspondientes.

Ejemplo:

En el complejo de techo presentado (Fig. 10), se pueden apreciar los siguientes elementos, desde el interior hacia el exterior: Hormigón armado, aislación de lana de vidrio, cámara ventilada, plancha de yeso cartón y cubierta de acero galvanizado. Esta última, debido a su gran conductividad y pequeño espesor, no será considerada para el cálculo de la transmitancia térmica.

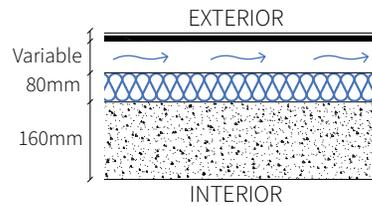


Fig. 10. Ejemplo complejo de techumbre

Dado este complejo, son necesarios para el cálculo del valor U los siguientes datos, que se obtienen a partir de la NCH853, a excepción de los espesores, correspondientes a medidas comerciales y a decisiones del arquitecto:

- R_{si} = 0,09

- R_{se} = 0,05

- Material 1 = Yeso cartón
e = 10mm λ = 0,26

- Material 2 = Lana de vidrio
e = 80mm λ = 0,034

- Material 3 = Hormigón armado 2400 kg/m³
e = 160mm λ = 1,63

Desarrollándose la fórmula así:

$$U = 1 / (0,09 + 0,01/0,26 + 0,08/0,034 + 0,16/1,63 + 0,05)$$

$$U = 1/2,6285 \text{ (Resistencia térmica total)}$$

$$U = 0,38 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

El valor R100 para la lana de vidrio (aislante) se calcula de la siguiente manera:

$$R100 = (e/\lambda) \times 100$$

$$R100 = (0,08/0,034) \times 100 = 235,2$$

De esta manera, al calcular los valores U y R100 se comprueba que el sistema de techumbre cumple con la norma, al poseer un valor menor (Fig. 11) y mayor (Fig. 13), respectivamente, al requerido en su zona térmica (C).

Resistencias térmicas de superficie en m ² x K/W			
Posición elemento y sentido del flujo de calor	De separación con espacio exterior o local abierto		
	R _{si}	R _{se}	R _{si} + R _{se}
	0,12	0,05	0,17
	0,09	0,05	0,14
	0,17	0,05	0,22

Fig. 12. NCH853: Resistencias térmicas superficiales

Zona térmica	Complejo de techumbre		Complejo de muro		Complejo de piso		Complejo de puerta	
	U	R _t	U	R _t	U	R _t	U	R _t
	W/(m ² K)	(m ² K)/W	W/(m ² K)	(m ² K)/W	W/(m ² K)	(m ² K)/W	W/(m ² K)	(m ² K)/W
A	0,84	1,19	2,10	0,48	3,60	0,28	-	-
B	0,47	2,13	0,50	2,00	0,70	1,43	1,00	1,00
C	0,47	2,13	0,80	1,25	0,87	1,15	1,20	0,83
D	0,38	2,63	0,60	1,67	0,70	1,43	1,20	0,83
E	0,33	3,03	0,50	2,00	0,60	1,67	1,00	1,00
F	0,28	3,57	0,45	2,22	0,50	2,00	1,00	1,00
G	0,25	4,00	0,30	3,33	0,32	3,13	1,00	1,00
H	0,28	3,57	0,40	2,50	0,39	2,56	0,80	1,25
I	0,25	4,00	0,35	2,86	0,32	3,13	0,80	1,25

Fig. 11. NTM11: Transmitancia máxima y Resistencia mínima

Zona térmica	Complejo de techumbre	Complejo de muro	Complejo de piso ventilado	Complejo de puerta
	R100	R100	R100	R100
	[(m K)/W] x 100	[(m K)/W] x 100	[(m K)/W] x 100	[(m K)/W] x 100
A	119	48	28	-
B	213	200	143	1,00
C	213	125	115	83
D	263	167	143	83
E	303	200	167	100
F	357	222	200	100
G	400	333	313	100
H	357	250	256	125
I	400	286	313	125

Fig. 13. NTM11: R100 mínima

CONCEPTOS

HUMEDAD Y CONDENSACIÓN

CAUSAS

Aseo personal

Constructivo



Cocción de Alimentos

Secado de ropa

De suelo

Atmosférico

PROBLEMAS ASOCIADOS

HUMANOS

CONSTRUCTIVOS



Irritación de piel

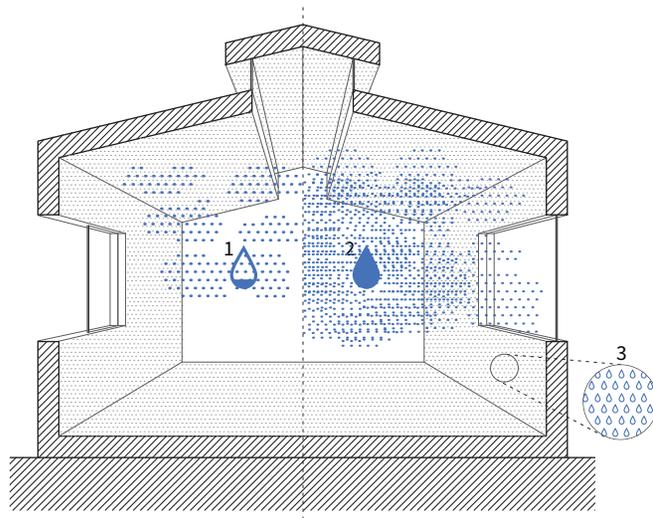
Irritación de ojos



Irritación de mucosa



Hongos en superficies o al interior de cerramientos y corrosión de elementos constructivos.



1. Baja Humedad
2. Aire Saturado
3. Condensación

Fig. 01. Humedad y Condensación

Definición

La humedad es el vapor de agua presente en el aire. La cantidad límite que ésta puede contener para cada temperatura, se denomina punto de saturación. Su relación es directamente proporcional: a menor temperatura, menor capacidad de contener agua, y viceversa.

La condensación es un fenómeno que ocurre cuando un volumen de aire, que disminuye su temperatura, deja de ser capaz de contener su cantidad de agua inicial, alcanzando el punto de saturación. En este proceso, el vapor de agua pasa de su estado gaseoso al líquido, siendo liberado en forma de rocío.

En Arquitectura

La humedad se relaciona con variables atmosféricas (incontrolables), constructivas (manejables por los arquitectos) y operativas (manejables por los usuarios). En este último aspecto, el aumento de humedad al interior de la vivienda se asocia a distintas causas, siendo las más comunes el secado de ropa, la cocción de alimentos, la calefacción o el aseo personal, como el vapor de la ducha u otros. Si al realizar estas actividades no se ventila correctamente los altos niveles de humedad condicionan un deficiente intercambio de calor entre el usuario y su entorno, provocando sensación de disconfort y en casos más extremos, condensación.

La condensación puede ser de tipo superficial o intersticial, ambas perjudiciales para el ser humano, la primera por provocar la aparición de mohoyhongos en las superficies en contacto con los usuarios y la segunda por generar daños estructurales en sus dependencias. Por el contrario, exponerse a bajos niveles de humedad (situación común en climas secos y/o desérticos) provoca sequedad de nariz, ojos y piel, generando irritación generalizada y, por ende, siendo igualmente perjudicial para la salud. Para evitar ambas situaciones y garantizar un ambiente confortable al usuario, se recomienda mantener la humedad relativa interior entre el 40 y 70%.

Fórmulas

Para determinar condensación superficial:

$$T_{si} = T_i - (U * R_{si} * [T_i - T_e])$$

En donde

- T_{si}: Temperatura Superficial Interior
 T_i: Temperatura Interior
 T_e: Temperatura Exterior
 U: Transmitancia Térmica
 R_{si}: Resistencia Superficial Interior

Herramientas

El Ábaco Psicrométrico es la herramienta que permite relacionar factores ambientales, como temperatura, humedad absoluta y relativa, con el confort de las personas (Fig. 8 a 12). Por otra parte, ésta es útil para determinar los posibles riesgos de condensación superficial al interior de la vivienda.

Normativa

La normativa asociada hasta el año 2018 es la NCh 1793, sin embargo, ésta aún no es obligatoria para las viviendas. Ésta indica que los valores de humedad se deben encontrar dentro de un rango entre los 40 y 70% de humedad relativa, para ser considerada confortable, segura y saludable.

Humedad

La humedad es el vapor de agua presente en el aire y la cantidad límite que éste puede contener para cada temperatura se denomina punto de saturación.

Se denomina humedad absoluta (Fig. 02), a la cantidad neta de vapor de agua en un volumen de aire determinado; y humedad relativa, la relación entre la cantidad neta y el máximo que es capaz de contener el aire a una temperatura específica.

La humedad contenida es proporcional a la temperatura del aire: a mayores temperaturas, mayor es su capacidad de contener vapor de agua, y viceversa. Por otro lado, la humedad relativa presenta un comportamiento inverso, pues una misma cantidad de vapor de agua puede determinar una baja humedad relativa en condiciones de altas temperaturas y a medida que dichas temperaturas disminuyen, aumenta el porcentaje de humedad relativa hasta llegar a su punto de saturación (100%) (Fig. 03).

El punto de saturación también se denomina temperatura de rocío, hace referencia a la temperatura a la cual el aire con determinada humedad absoluta se satura de agua y pasa

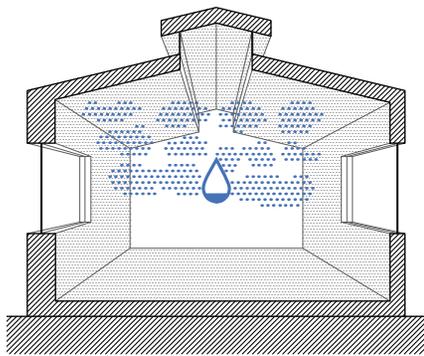


Fig. 02. Humedad Absoluta

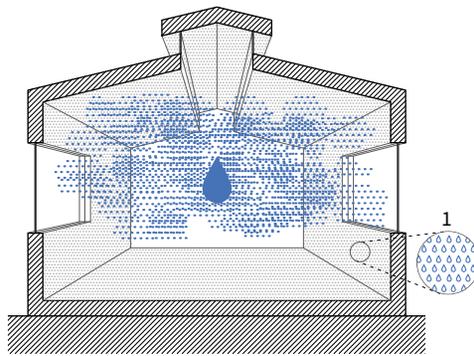
del estado de vapor al estado líquido, es decir, condensa. Esto se grafica en el Ábaco Psicrométrico (desarrollado más adelante), donde es posible obtener la temperatura de rocío al relacionar la temperatura y humedad relativa al interior de una vivienda.

Condensación

La condensación puede ocurrir de dos formas:

1. Cuando el aire húmedo se encuentra con superficies a una temperatura igual o menor a la de rocío, se satura y se vuelve incapaz de contener la misma cantidad de vapor de agua, liberando el excedente a través de lo que se denomina condensación superficial.

2. Cuando el vapor presente al interior de la vivienda circula hacia el exterior en conjunto con el calor, a través de la envolvente, y se encuentra con capas de temperaturas iguales o menores a la de rocío, se satura y provoca condensación intersticial en algún punto del interior del cerramiento.



1. Condensación superficial

Fig. 03. Aire Saturado

El riesgo de condensación superficial se puede calcular mediante la siguiente fórmula;

$$T_{si} = T_i - (U \cdot R_{si} \cdot [T_i - T_e])$$

En donde

T_{si}: Temperatura Superficial Interior

T_i: Temperatura Interior

T_e: Temperatura Exterior

U: Transmitancia Térmica

R_{si}: Resistencia Superficial Interior (Fig. 04)

En el cálculo de condensación intersticial, se debe considerar la temperatura de cada capa, comenzando con la superficial interior y restándole la caída de temperatura a medida que se acerca a la superficial exterior. Dado que los elementos húmedos provocan un descenso de temperatura, favoreciendo el riesgo de condensación, se debe instalar una barrera de vapor lo más cerca posible al revestimiento interior y una barrera de humedad lo más cerca posible al revestimiento exterior, usualmente de polietileno y papel fieltro respectivamente (Fig. 05).

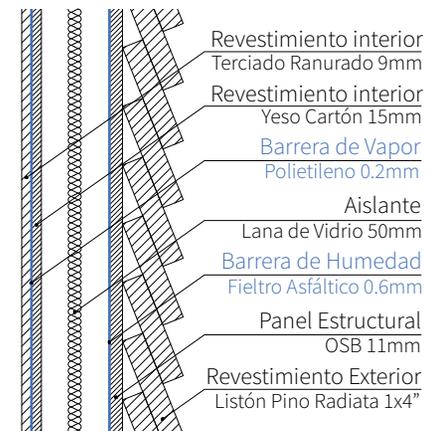
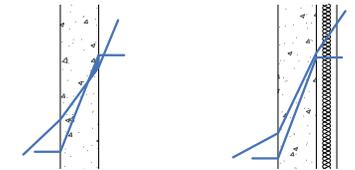


Fig. 05. Escantillón Paquete Constructivo Propuesto

Según lo anterior, las variables a considerar para evitar el riesgo de condensación al interior de la vivienda son: conocer las características de los materiales y su resistividad a la difusión de vapor de agua (Fig. 06); conocer la temperatura de cada capa de la envolvente mediante el uso de una termocupla; mayor aislación puede traducirse en menor riesgo de condensación si éste es instalado hacia la superficie exterior del paquete constructivo; relevancia del orden en que se disponen las distintas capas de la envolvente; presencia y correcta ubicación de barreras de vapor y humedad; condiciones ambientales internas y externas de temperatura y humedad.



$$\begin{aligned} T_{si} &= 20 - [3,817 \cdot 0,13 \cdot (20 - 10)] \\ T_{si} &= 20 - [3,817 \cdot 0,13 \cdot 10] \\ T_{si} &= 20 - 4,96 \\ T_{si} &= 15,04^\circ\text{C} < 15,5^\circ\text{C (Tr)} \\ &\text{CONDENSA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{si} &= 20 - (0,661 \cdot 0,13 \cdot 10) \\ T_{si} &= 20 - 0,86 \\ T_{si} &= 19,14^\circ\text{C} > 15,5^\circ\text{C (Tr)} \\ &\text{NO CONDENSA} \end{aligned}$$

Fig. 04. Cálculo Condensación Superficial

Materiales en Forma de Lámina	R V [MN*s/g]
Ladrillo Macizo	55
Hormigón	30 a 100
Madera	45 a 75
MDF	15 a 60
Contrachapado de Madera	1500 a 6000
Yeso Cartón	45 a 60
Lana Mineral	9,6 a 10,5
Poliestireno Expandido	138 a 253
Poliuretano Espuma Inyectada	96 a 184
Lámina de Polietileno (0,05mm)	103
Lámina de Polietileno (0,10mm)	230

Fig. 06. Propiedad de los Materiales para Difundir el Vapor

Consideraciones

Cuando una vivienda está eficazmente sellada, la humedad producida en su interior es incapaz de salir, generando las condiciones propicias para que condense. Sumado a esto, la estanqueidad del aire y su nula circulación generan condensación lo que resulta en la aparición de moho al interior. Esto puede ser resuelto mediante la implementación de un sistema adecuado de ventilación. (Revisar estrategias pasivas de ventilación en Capítulo 2 y/o activas en Capítulo 3) (Fig. 07) Sumado a esto, el soleamiento al interior de la vivienda también resulta beneficioso, ayudando a combatir la excesiva carga de humedad.

A pesar de que un proyecto se encuentre en un clima húmedo, es probable que la temperatura y humedad, al interior de la vivienda, sea aún mayor, en términos absolutos, dada la carga de ocupación y la estanqueidad del aire, por lo cual siempre es favorable ventilar.

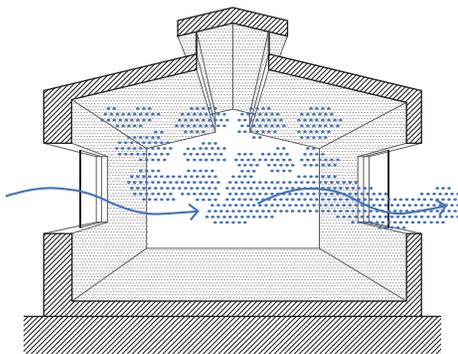


Fig. 07. Descarga por Ventilación

Herramientas

El ábaco psicrométrico permite relacionar los factores ambientales de humedad y temperatura con la sensación de confort del ser humano y la condensación de los recintos. En cuanto a las partes que lo componen, el eje “x” corresponde a la temperatura ambiental o temperatura de bulbo seco (en adelante TBS); el eje “y” indica la cantidad de humedad absoluta presente en el aire (Fig. 08); las curvas ascendentes grafican la humedad relativa en porcentaje, siendo el 100% el punto de saturación de una temperatura y humedad determinadas. Es importante tener en consideración que la humedad relativa guarda estrecha relación con la temperatura ambiental. Si en el ábaco se traza una línea horizontal en una cierta cantidad de humedad absoluta, se puede ver cómo a lo largo de ésta va aumentando el porcentaje de humedad relativa acorde nos acercamos a temperaturas más bajas. (Fig. 09)

La temperatura de bulbo húmedo (en adelante TBH) es la temperatura medida en condiciones de 100% de humedad, por lo que es posible de relacionar con la sensación térmica.

El calor sensible es la cantidad de energía que se necesita para cambiar la temperatura

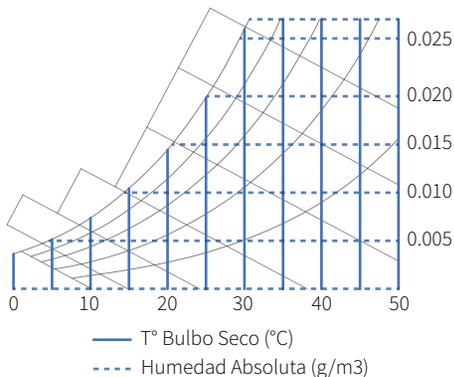


Fig. 08. Temperatura Ambiental y Humedad Absoluta

del aire sin cambiar su estado, es decir, un aumento o disminución de la temperatura de un cuerpo, relacionado a su capacidad de intercambiar calor con otros cuerpos. El calor latente es la energía que se necesita para cambiar el contenido de humedad del aire sin cambiar su temperatura, es decir, la energía, en forma de calor, que requiere un cuerpo para cambiar de estado.

Los puntos ubicados en el ábaco representan humedades y temperaturas específicas para cada hora registrada durante un año (8760 horas en total). Tomando como ejemplo el clima templado de Santiago, vemos que los puntos se sitúan dispersos en el ábaco, presentando temperaturas cálidas y frías con alta y baja humedad. Sumado a esto, el polígono indica las horas del año en que existe naturalmente confort higrotérmico para los humanos, ya sea por la temperatura y/o humedades presentes en el ambiente (Fig. 10).

Si relacionamos los puntos con el polígono de confort, vemos que la mayoría de las horas están fuera del rango óptimo, por lo cual existen operaciones específicas que, a través de la arquitectura, permiten alcanzar el confort a pesar del ambiente exterior

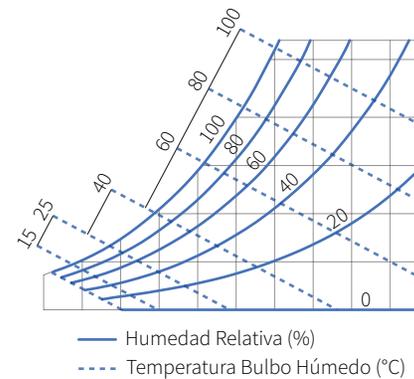


Fig. 09. Humedad Relativa y TBH

adverso, a saber: calefacción sensible, calefacción y humidificación, calefacción y dehumidificación; enfriamiento sensible, enfriamiento evaporativo, enfriamiento y humidificación; humidificación y dehumidificación (Fig. 11). De esta manera, utilizando las estrategias adecuadas es posible expandir el rango de confort a un mayor campo de influencia.

Es importante tener en cuenta que el contenido de vapor de agua del aire será modificado según su ubicación geográfica, es decir, presentará mayor porcentaje de vapor en lugares cercanos a fuentes de agua, como el mar o lagos; y menor si se ubica cercano a zonas áridas o desérticas. Como sabemos, una mayor cantidad de vapor de agua presente en el aire determinará mayores posibilidades de condensación del mismo si se está en presencia de climas con bajas temperaturas.

Este riesgo puede ser determinado mediante el ábaco, pues si partimos de la base de la temperatura ambiental y trazamos una línea vertical ascendente hasta la curva que representa la humedad relativa ambiental, podremos, mediante el trazo de una línea horizontal, llegar a la curva del 100% de

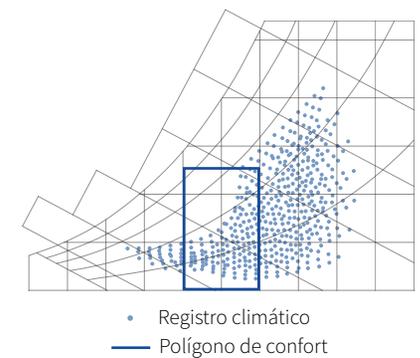


Fig. 10. Registro Climático y Operaciones

humedad relativa (el punto en el que, con una misma cantidad de agua, el aire se satura por su baja de temperatura) para finalmente trazar una línea vertical descendente para determinar la temperatura máxima que puede contener esa cantidad de agua (a menores temperaturas condensa) (Fig. 12).

Consideraciones

En el proceso de diseño, es importante escoger una serie de estrategias que amplíen el área de confort a la mayor cantidad de horas posibles. Sin embargo, cabe aclarar que utilizar una mayor cantidad de estrategias no asegura abarcar la totalidad de horas anuales, por lo cual resulta fundamental escoger la menor cantidad de estrategias que permitan abarcar la mayor cantidad de área del ábaco.

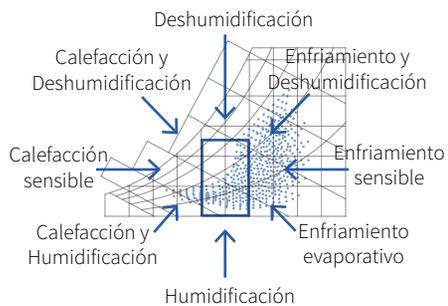


Fig. 11. Estrategias

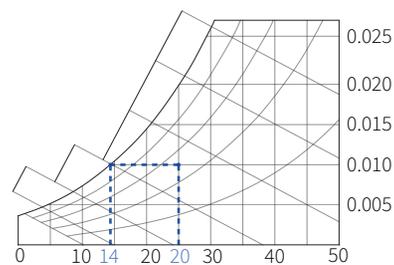


Fig. 12. Temperatura de Rocío

CONCEPTOS

VENTILACIÓN

ORIGENES



AIRE ESTANCO

EMISIÓN DE GASES
CONTAMINANTES AL INTERIOR

PROBLEMAS ASOCIADOS



SOBRECALENTAMIENTO



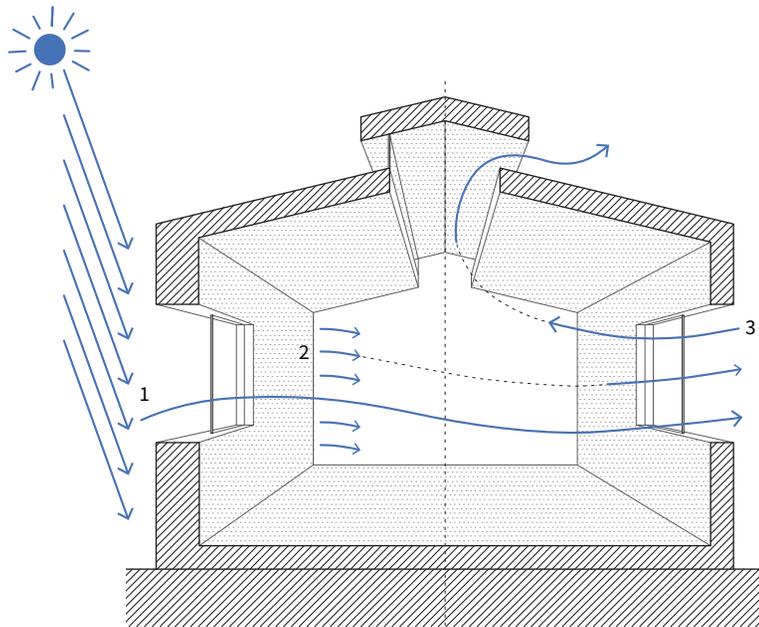
AIRE INSALUBRE



HONGOS



HUMEDAD



1. Ventilación Cruzada
2. Ventilación Nocturna
3. Ventilación Convectiva

Definición

La ventilación es el proceso por el cual aire exterior es inyectado a un edificio, renovando el aire viciado del interior, que es expulsado a través de aperturas (ventanas) en su envolvente. Este proceso puede darse de manera mecánica o natural, con extractores o mediante aperturas y flujos de calor respectivamente.

La ventilación natural se puede dar de manera no intencionada, a través de infiltraciones (por errores constructivos), o intencionada cuando la envolvente es hermética, habiendo 3 clasificaciones para esta última: ventilación cruzada, convectiva y nocturna.

En Arquitectura

La ventilación constituye un aspecto fundamental a considerar durante el proceso de diseño, pues la forma y aperturas de un edificio permiten determinar con anticipación los flujos de aire y garantizar una adecuada calidad de aire interior.

Los problemas relacionados con la ventilación, suelen estar asociados a dos factores principales: el primero es la baja o nula renovación de aire, lo que genera una baja calidad del aire interior; el segundo son las emisiones de gases contaminantes desde el mismo edificio, asociadas principalmente a la combustión de los sistemas de calefacción, el uso de aerosoles, materiales en descomposición e inclusive la respiración de las personas en usos intensivos. En ambos casos, la falta de ventilación puede derivar en un ambiente poco confortable y hasta perjudicial para los usuarios, ya sea por la aparición de hongos en las superficies de los recintos, daños estructurales causados por el exceso de humedad, sobrecalentamiento interior o el deterioro mismo de la calidad del aire consecuencia de dichos gases contaminantes.

En base a lo anterior, el objetivo del diseño en función de la ventilación es mantener controlados los niveles de humedad y temperaturas de los recintos, expulsando en ambos casos el aire viciado del interior.

Fórmulas

Renovación de aire

$$ACH = CFM \times 60 \text{min} / \text{Vol}$$

en donde

ACH: Cambios de aire por hora

CFM: Metros cúbicos por minuto

Vol: Volumen de la habitación

Normativa

El Decreto Supremo 594 regula la adecuada renovación de aire al interior de un edificio, permitiendo lograr estándares de confort relacionados a aspectos térmicos e higiénicos.

Por otra parte, el Decreto Internacional 1946 regula los valores de renovaciones de aire óptimos por hora, asociados a las distintas actividades que el edificio debe acoger.

Herramientas

La rosa de los vientos es una herramienta ampliamente utilizada para diseñar aperturas en los recintos. Ésta nos entrega información acerca de las velocidades y direcciones predominantes del viento para cada ciudad específica en las distintas estaciones del año.

El túnel de viento es otra herramienta de comprobación, utilizada para diseñar en función de las aperturas y flujos de aire. En éste, el edificio es sometido a un análisis de vientos, mostrando cómo el aire fluye a través de una sección o planta del edificio.

Ventilación Cruzada

La ventilación cruzada se produce cuando hay al menos dos aperturas en lados opuestos o adyacentes de un recinto que conectan con el exterior, lo que permite una completa circulación del aire en su interior. Se debe aprovechar las corrientes naturales de viento para aumentar el flujo de aire, y puede ocurrir en recintos cuya cunjía sea igual o menor a 15m (Fig. 01). Éste proceso permite renovar el aire del recinto, reduciendo su temperatura, ya que el flujo de aire exterior reemplaza el del interior, el cual suele presentar mayores temperaturas. El enfriamiento percibido por los usuarios se produce tanto por la disminución de temperatura como por la sensación de frescor que produce el aire en movimiento.

Consideraciones

1. La ubicación de las aperturas debe considerar el efecto de los vientos predominantes locales: para mayor tiraje orientarlas a su favor, y para una ventilación más controlada protegerlas de corrientes directas.
2. Para disminuir la temperatura del aire que

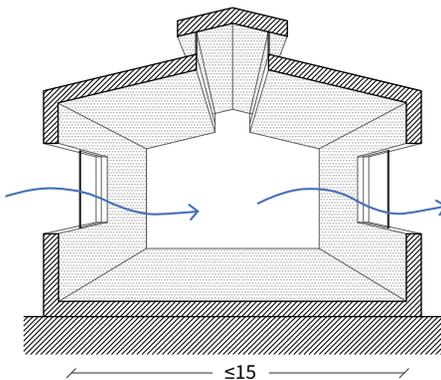


Fig. 01. Ventilación Cruzada

ingresa, la ventilación cruzada se debe combinar con ambientes sombreados y una envolvente (muros y techos) cuya temperatura superficial sea semejante a la del ambiente. Así, la ventilación de los recintos a lo largo del día es efectiva siempre que la temperatura exterior no supere los 30 a 34°C y la humedad relativa se mantenga entre el 70 y 90%.

3. Dado que se genera por efecto de las presiones de viento, deja de ser efectiva en localidades donde la velocidad del viento es menor a 2.5m/s (equivalente a 9km/h).
4. Para que la ventilación cruzada sea efectiva, la distancia entre las ventanas de inyección y expulsión de aire debe ser máximo cinco veces la altura de piso a cielo, sin exceder los 15m.

Ventilación Convectiva

La ventilación convectiva aprovecha las diferencias de temperatura de las masas de aire al interior de los recintos. Por diferencia de temperaturas, el aire caliente, de menor densidad, tiende a ascender y, el aire frío, de

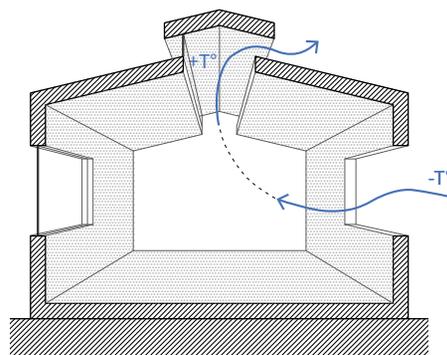


Fig. 02. Ventilación Convectiva

mayor densidad, a descender, produciendo un movimiento de masas. Al combinar dicho movimiento de masas con aperturas inferiores y superiores para inyectar y expulsar el aire respectivamente (Fig. 02), se producen corrientes internas que permiten ventilar naturalmente de manera forzada. Si el aire inyectado es previamente calentado, ya sea con radiación solar o sistemas activos, la convección se hará más efectiva y, por consiguiente, el aire podrá ser expulsado con mayor fuerza y velocidad (Fig. 03).

Consideraciones

1. Dado que funciona por diferencias de temperatura, el enfriamiento se hace efectivo sólo si el aire exterior está a menor temperatura que el interior (con un delta mínimo de 1,7°C).
2. Para un óptimo funcionamiento, se debe prever la fuente de donde proviene el aire inyectado y el ritmo de ventilación que se requiere. Una ventilación convectiva que introduce aire caliente del exterior resulta poco eficaz.

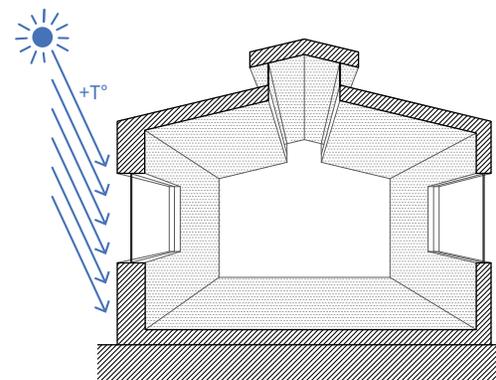


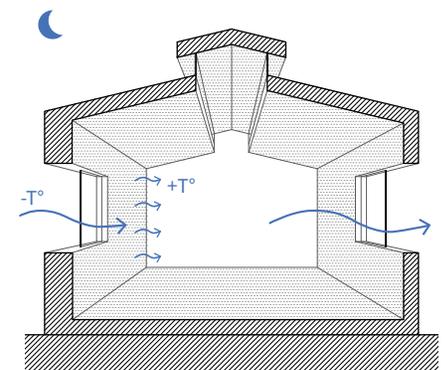
Fig. 03. Ventilación Nocturna

Ventilación Nocturna

La ventilación nocturna es una estrategia pasiva adecuada para enfriar edificios, cuando se ubican en zonas cuyas temperaturas durante el día son considerablemente mayores que las de la noche. Mediante la inercia térmica de su envolvente, aprovecha el descenso de la temperatura durante la noche para evacuar el calor acumulado durante el día en elementos constructivos de carácter masivo. De esta manera, evita el aumento progresivo de la temperatura interior durante los días más calurosos.

Consideraciones

1. Se recomienda en localidades con una amplia oscilación térmica diaria (mínimo 11°C de diferencia entre el día y la noche).
2. Dado que la masa térmica debe estar expuesta al paso del aire, no se recomienda cubrirla con materiales aislantes como alfombras (en pisos), cielos falsos (en losas) o revestimientos de madera (en muros).



Herramientas

El túnel de viento es la herramienta análoga utilizada para simular el comportamiento del flujo de aire de acuerdo a la geometría del modelo propuesto. Si bien no es una herramienta cuyos resultados son totalmente precisos, permite sacar conclusiones preliminares sobre la forma y las aperturas óptimas para el proyecto.

Consta de 3 componentes: una máquina de humo, una caja con una superficie traslúcida y dos aperturas (una para inyectar humo y otra para expulsarlo) y un ventilador. Por la apertura de inyección se conecta la máquina de humo y por la opuesta se conecta el ventilador, y al interior de la caja se dispone una maqueta de la sección del proyecto que se quiera evaluar (ya sea en planta o corte).

Por ejemplo, se puede simular cómo se comportará un edificio al aprovechar la ventilación cruzada, según el tamaño y posición de sus aperturas (Fig. 04). De igual manera, es posible extraer más

conclusiones respecto al comportamiento de un edificio en planta si se le agregan muros laterales, los cuales pueden acelerar el flujo del viento producto de la diferencia de presión que su presencia provoca (Fig. 05). Tener en cuenta que la aceleración del flujo de aire se produce por las diferencias de presiones.

Normativa

La normativa que regula la tasa de renovación de aire de un recinto, es el Decreto Supremo (DS) 594. En ella se regulan las condiciones sanitarias y ambientales básicas de los lugares de trabajo y dedica cuatro artículos específicamente a temas relacionados con la ventilación, estos son:

1. Artículo 32: Todo lugar de trabajo deberá mantener, por medios naturales o artificiales, una ventilación que contribuya a proporcionar condiciones

ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador.

2. Artículo 33: Cuando existan agentes definidos de contaminación ambiental que pudieran ser perjudiciales para la salud del trabajador, tales como aerosoles, humos, gases o vapores, se deberá captar los contaminantes desprendidos en su origen e impedir su dispersión por el local de trabajo.
3. Artículo 34: Los locales de trabajo se diseñarán de forma que por cada trabajador se provea un volumen de 10 metros cúbicos, como mínimo, salvo que se justifique una renovación adecuada del aire por medios mecánicos.
4. Artículo 35: La circulación del aire estará condicionada de tal modo que en las áreas ocupadas por los trabajadores la velocidad no exceda de 1 (m/s).

Por otra parte, está el Decreto Internacional (DI) 1946. Esta normativa se encarga de regular las renovaciones de aire por hora que requiere un recinto, en base al programa asociado que este acoja.

La siguiente tabla (Fig. 06) muestra el número de renovaciones sugeridas por el DI 146 para recintos específicos.

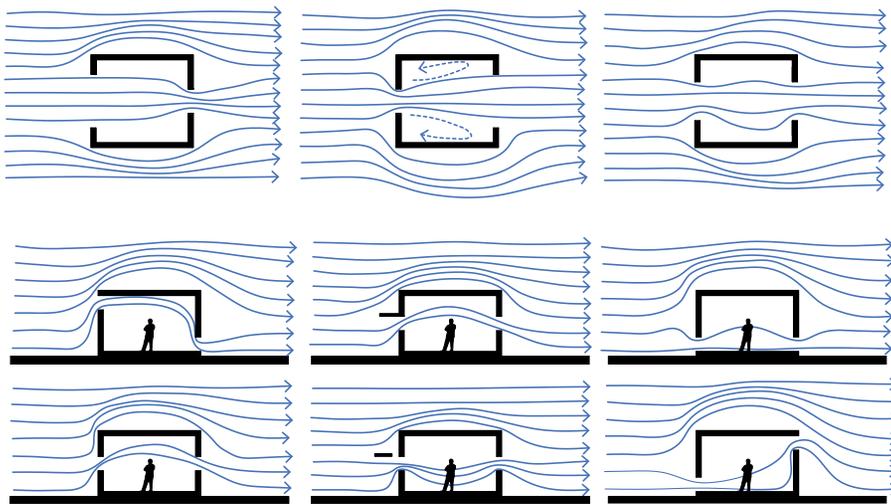


Fig. 04. Simulación Flujo de viento en planta y sección, producto de la diferencia de presión entre aperturas.

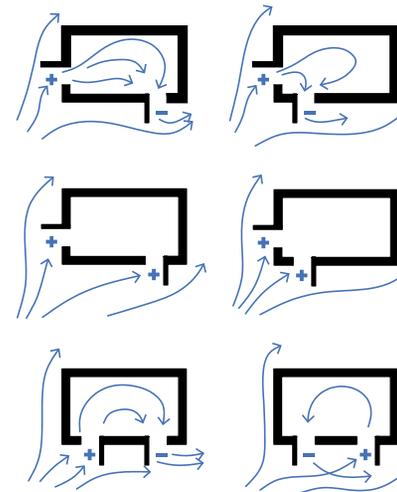


Fig. 05. Presión según geometría de recintos.

Recinto	Renovaciones / horas
Lavandería	10 - 20
Auditorios	6 - 8
Aulas	5 - 7
Bibliotecas	4 - 5
Gimnasios	4 - 6
Habitaciones	3 - 8
Cocinas	15 - 25
Cines / Teatros	5 - 8
Piscinas	3 - 4
Inodoro Público	8 - 15
Oficinas	4 - 8
Baños	5 - 7
Cabinas de Pintura	25 - 5
Restaurantes / Casinos	8 - 12
Salas de Máquina	10 - 40

Fig. 06. Tabla Renovaciones DI 1946.

CONCEPTOS ILUMINACIÓN

ORIGENES



FALTA DE LUZ



EXCESO DE LUZ

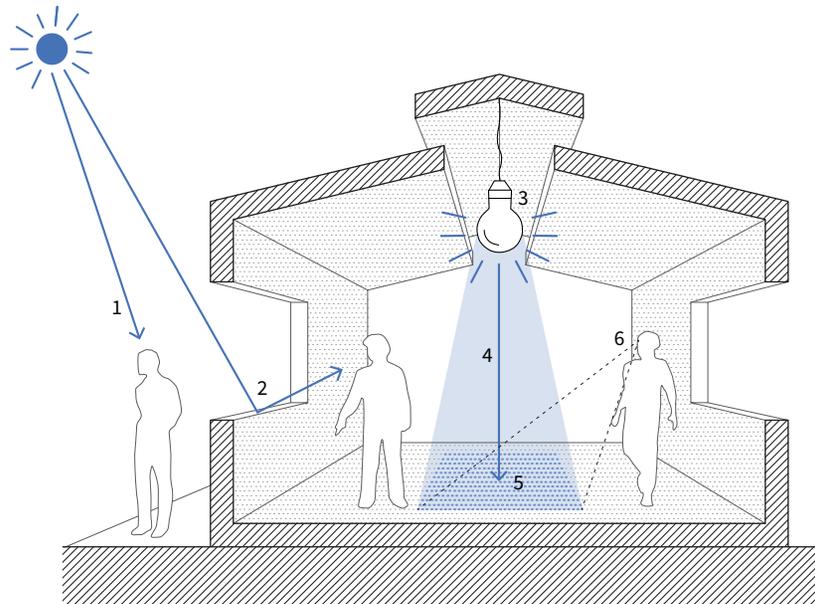


MALA VISION



DESLUMBRAMIENTO

PROBLEMAS ASOCIADOS



1. Luz Directa
2. Luz Difusa
3. Flujo Luminoso

4. Intensidad Luminosa
5. Luminancia
6. Luminancia

Definición

La iluminación hace referencia a alumbrar o dar luz a un espacio u objeto, requiriendo siempre de la presencia de una fuente luminosa que puede ser de tipo natural o artificial. Así, un proyecto de iluminación contemplará la distribución, selección e instalación de fuentes luminosas y su interacción con un determinado espacio

con el fin de afectarlo visualmente. Un apropiado proyecto de iluminación deberá ser capaz de entregar un nivel de luz suficiente para realizar una determinada tarea, dotando además a un recinto de cierta atmosfera específica.

En Arquitectura

Al momento de desarrollar un proyecto, se debe garantizar el confort visual del edificio, esto quiere decir el permitir una fácil percepción visual en la realización general de todas las tareas en su interior. Esto significa el estar bajo la sensación de comodidad, cuando se observan objetos o se realiza determinada actividad sin causar fatiga ni molestias a la visión, los usuarios pueden “ver bien” los objetos o recintos que interactúan con ellos.

El confort visual se logra mediante una adecuada combinación de calidad y cantidad de iluminación. En este sentido, la cantidad de luz debe ser suficiente para poder ver y su calidad va a estar determinada por diversos factores, tales como uniformidad de la iluminación, ausencia de deslumbramiento, percepción correcta de los colores, entre otros.

Un proyecto de arquitectura deberá ser capaz no solo de garantizar confort visual a sus usuarios, la iluminación es además un componente fundamental en la estrategia proyectual, no todas las fuentes de luz iluminan con igual intensidad, percepción de color o calor, por lo que la combinación de estas variables es lo que enriquecerá la experiencia del usuario en el espacio.

Fórmulas

Intensidad luminosa: $Cd = Lm/St$
 Iluminancia: $Lux = Lm/m^2$
 Luminancia: $L = Cd/m^2$

Cd: Candelas
 Lm: Lúmenes
 St: Estereorradián (ángulo Ω)

Herramientas

Para medir con precisión la iluminancia en un recinto, se recurre a un Luxómetro. Este funciona con un circuito integrado que recibe luz transformándola en una señal eléctrica. Esta señal es visible en la pantalla del aparato, entregando la cifra exacta de iluminancia medida en Lux, que es la unidad más utilizada en general en las normativas de diversos países.

Normativa y Confort

Los parámetros asociados al confort visual están regulados por la normativa chilena e internacional, estas establecen condiciones mínimas de iluminación para cada actividad, recomendaciones de distribución, rangos de encandilamiento, índices de protección (IP), grados de protección contra impactos mecánicos (IK) y control de deslumbramiento.

Percepción de la luz

El ser humano está constantemente expuesto al fenómeno de la luz, esta se origina en una pequeña parte del espectro electromagnético (que es la distribución energética del conjunto de ondas electromagnéticas) comprendido entre los 380 y 780nm, lo que se percibe finalmente como luz visible, antes y después del espectro visible se encuentran ondas que se perciben como calor, correspondientes a radiaciones infrarroja y ultravioleta. Este espectro está presente en todas las fuentes luminosas tanto naturales como artificiales, llegando de manera directa o difusa a un receptor (Fig. 01). El ojo humano es el receptor final de las ondas, cuya percepción y traducción tiene su origen en la estructura interna del mismo, interpretando información como su percepción de color, intensidad, además del procesamiento de información y posterior transformación en imágenes.

Para entender esto de mejor manera, definiremos ciertos conceptos básicos que permiten medir y comprender el fenómeno de la luz, así como la manera en que la percibimos.

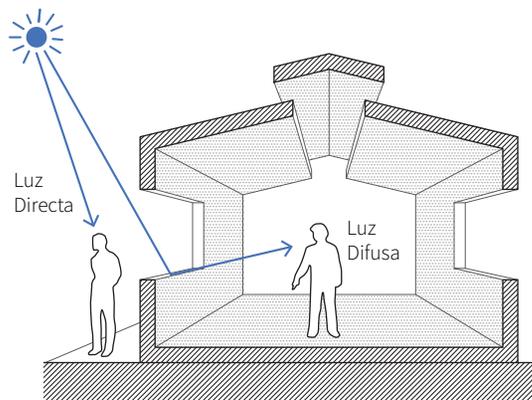


Fig. 01. Luz Directa - Luz Difusa

Conceptos asociados a la luz

En primer lugar, Flujo Luminoso hace referencia a la cantidad de luz, emitida en todas las direcciones por una fuente luminosa, medida en Lúmenes (Lm). De esto se desprenden dos conceptos:

Intensidad Luminosa que se refiere al Flujo Luminoso emitido en una dirección específica por unidad de ángulo sólido; medido en Candelas (Cd).

Iluminancia describe la cantidad de luz incidente sobre una superficie delimitada, y es medida en Luxes ($Lux=Lm/m^2$).

La Luminancia (L), representa la cantidad de luz irradiada por unidad de superficie aparente en una dirección determinada (luz reflejada), y es medida en Candelas por metro cuadrado ($L=Cd/m^2$) (Fig. 02). La luminancia está directamente relacionada con la percepción del brillo de una superficie, como el ser humano ve luz reflejada en los objetos que nos rodean y no luz incidente, percibimos Luminancia y no Iluminancia. Es por lo mismo que cobra relevancia la capacidad superficial propia de cada material de reflejar luz denominada Reflectancia, medida en porcentaje (Fig. 03).

Fuentes de luz

Habiendo definido que es la luz, como se emite y como se mide, es necesario conocer los tipos más frecuentes disponibles en el mercado. Hay que definir primeramente que cuando se habla de Lámpara se hace referencia a la fuente de luz sin considerar reflectores, difusores o elementos adicionales, cuando se habla en conjunto de ambos se habla de Luminaria.

Asociado a estos conceptos comunes asociados al funcionamiento de las fuentes de luz;

-Energía: Se refiere a cuanta energía nuestra lámpara va a requerir para su funcionamiento, expresada en Watts.

-Eficacia: Hace referencia a la capacidad de una lámpara de transformar energía en luz (lm/W)

-Eficiencia: Se refiere al flujo luminoso final de la luminaria medido en porcentaje (%).

-Vida Útil: Hace referencia al Rendimiento de la lámpara cuando comienza su depreciación (en torno al 80%). Las horas indican cuanto tiempo mantendrá su flujo luminoso.

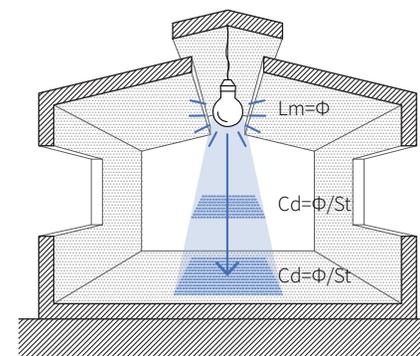
La primera fuente de luz y más conocida es la que se obtiene directa o indirectamente del

sol. Este emite energía en un amplio rango del espectro electromagnético, filtrado en parte por las diversas capas de la atmósfera. Una parte de ese espectro es lo que conocemos como luz visible (entre los 380-780nm) la cual percibimos de manera directa o difusa, reflejada en los objetos.

Por otro lado está la luz artificial, que requiere una fuente de energía, dos de sus tipos comercialmente más conocidos son las de tipo incandescente y las de descarga;

Las lámparas incandescentes constan de una corriente eléctrica, que al pasar por un hilo de alta resistencia lo calienta a tal punto que logra la incandescencia, y en consecuencia la emisión de luz. Se caracterizan porque en este proceso gran parte de la energía suministrada a la lámpara se transforma en calor.

Las lámparas de descarga constan de un tubo que contiene dos electrodos en sus extremos opuestos que producen descargas en el interior del tubo debido a la diferencia de potencia entre estos dos electrodos.



*St= Estereorradián (unidad angular)

Fig. 02. Flujo Luminoso, Intensidad Luminosa, Iluminancia

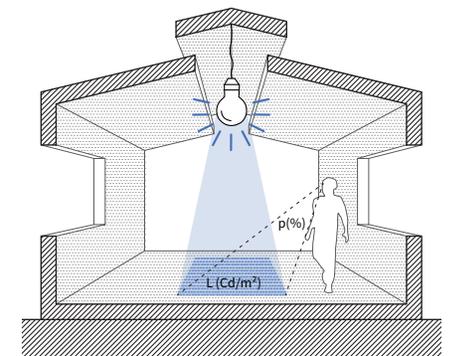


Fig. 03. Luminancia, Reflectancia

Herramientas

La apariencia de la luz percibida podrá ser cálida o fría, de tonos más rojizos a tonos más blancos o azulados. Esta variación se conoce como temperatura de color, medida en Kelvin. Temperaturas bajas asociadas a una sensación de luz cálida y temperaturas altas a una sensación de luz fría.

Todas las lámparas comercializadas cuentan con un indicador en la etiqueta, que identifica las diferentes características con las que cuenta el producto tales como su vida útil y temperatura de color, el CRI o índice de reproducción cromática, que indica la capacidad de una fuente de luz de mostrar el color “real o natural” de los objetos, su escala va del 0 al 100, siendo 100 el valor más alto o de más fidelidad de color, la potencia de la fuente de luz (Watts), brillo (Lúmenes), tiempo de encendido, ángulo de iluminación entre otros (Fig 04) entre otros.

1. ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR):

El parámetro para medir el confort visual es el deslumbramiento, efecto molesto para la visión provocado por un exceso de contraste de luminiscencias dentro del campo visual. Para que no ocurra, se debe evitar el alto y bajo contraste. El método de medición consiste en un índice de deslumbramiento unificado (UGR: Unified Glare Rating), que oscila entre 10 y 30 en base a una ecuación logarítmica, donde 10 es bajo deslumbramiento y por ende el caso más favorable.

2. MÉTRICAS:

Las métricas, en términos generales, son un parámetro para medir el desempeño de algo, en este caso, la luz. Pueden ser estáticas, dinámicas, diarias, mensuales, anuales, entre otras. Las métricas consideran en su análisis factores asociados tanto al contexto

(clima), como a los materiales del edificio en sí; opacidad, reflectividad, refracción. Para un adecuado análisis, por lo general se utilizan softwares de medición “Data-Interpolating Variational Analysis (DIVA)”, que superponen una grilla sobre la planta del edificio, lanzando en los resultados la exposición del edificio a la luz.

En la imagen (Fig. 05) se puede ver cómo en un edificio de planta regular se distribuye el ingreso de luz exterior hacia el interior, en base a una cuadrícula superpuesta a la planta. En este caso, muestra el resultado de la exposición del edificio durante un día y la distribución queda expresada en tonalidades que van desde la más cálida (rojiza) en los lugares de mayor exposición, hacia tonos más fríos (azulados) en los de menor exposición.

3. DAYLIGHT FACTOR (DF):

Una de las métricas más utilizadas para probar modelos de simulación de luz es el “Factor luz día” o Daylight Factor (DF) que representa un rango de iluminación disponible en un interior, en relación a la iluminación disponible en el exterior bajo un cielo nublado.

Para calcular este factor, se debe dividir la iluminación del plano horizontal de trabajo al interior del edificio, por la iluminación en el plano horizontal del exterior del edificio (comúnmente se utiliza un punto en el techo). Una vez hecho esto, se multiplica el resultado por 100.

Por ejemplo, si en un exterior hay 20000 Luxes disponibles y al interior hay 400, el cociente entre ambos será 0,02, al multiplicarlo por 100, dará que el Daylight Factor de ese punto es de 2%, es decir, solo un 2% de la luz exterior es aprovechada en el interior.

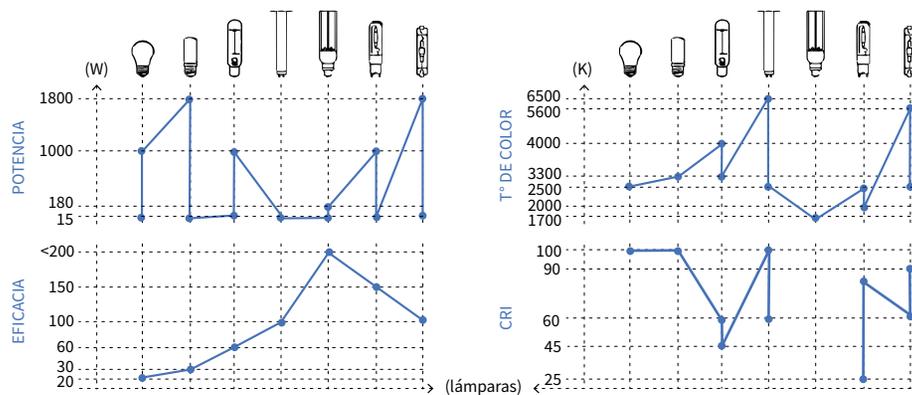


Fig. 04 Tabla Comparativa de fuentes de luz

Incandescente - Halógena - Mercurio de Alta Presión - Fluorescente - Sodio de Baja Presión - Haluro Metálico

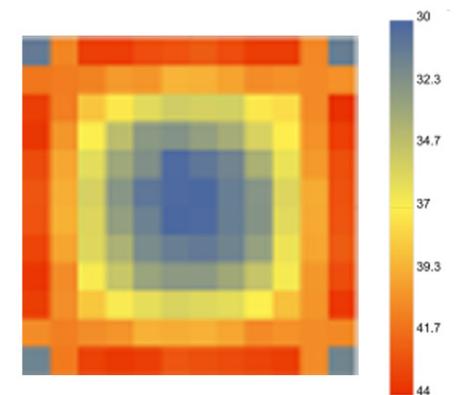


Fig. 05. DF en Planta de Edificio

El Daylight Factor puede ser registrado de manera estática o dinámica, pero por lo general se mide de manera estática (sólo un punto en el tiempo). El resultado sirve para verificar si es que el recinto necesita de iluminación artificial como complemento a la natural o, en el caso contrario, si es que requiere de algún mecanismo de protección solar para evitar sobrecalentamiento o deslumbramiento. Los rangos de DF se dividen de la siguiente manera;

DF < 2: El recinto no está iluminado adecuadamente al disponer únicamente de iluminación natural, por lo que requiere complementarse con luz artificial.

2 < DF < 5: El recinto está iluminado adecuadamente, pero puede ser necesario complementarlo con otra fuente de luz.

5 < DF: El recinto se encuentra muy bien iluminado, pero puede haber problemas de deslumbramiento o sobrecalentamiento.

Dentro de los problemas de esta métrica está el hecho que considere un cielo uniforme

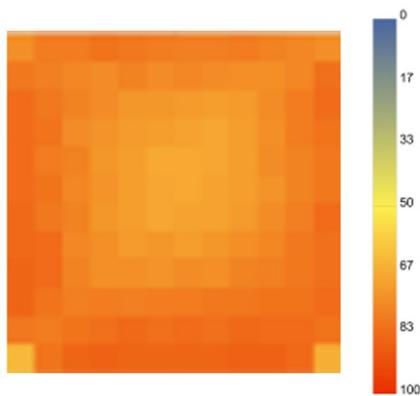


Fig. 06. DA en Planta de Edificio

independiente de la ubicación geográfica de donde se realice la medición.

4. DAYLIGHT AUTONOMY (DA):

Otra métrica utilizada para medir rangos de iluminación de manera anual es la Autonomía de luz día (DA por sus siglas en inglés). Representa en términos porcentuales las horas del año que un recinto se encuentra con un nivel mínimo de iluminación determinado.

Dentro de sus innovaciones más importantes es la consideración de una ubicación geográfica precisa con su respectivo clima específico (niveles de nubosidad, radiación, horas de sol). Esta métrica permite especificar el nivel mínimo de iluminación, generalmente siendo utilizados valores entre 200-300 lux. La libertad de elección de este valor permite asociarlo a un sistema de iluminación artificial, siendo los valores inferiores suplidos en base a iluminación artificial.

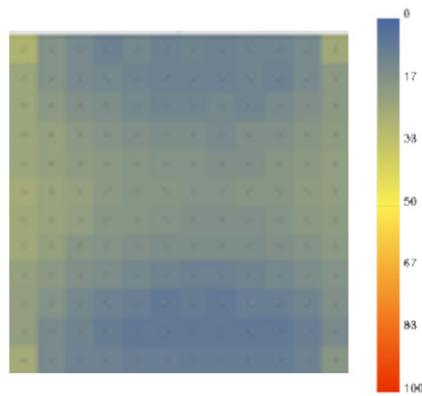


Fig. 07. UDI en Planta de Edificio

5. USEFUL DAYLIGHT ILLUMINANCE (UDI):

La iluminancia natural útil (UDI por sus siglas en inglés) Representa de manera similar el porcentaje del tiempo anualmente que un recinto se encuentra en un nivel de iluminación definido en base a 3 rangos;

0-100 lux / 100-2000 lux / >2000 lux

Estos rangos están asociados a iluminación insuficiente bajo los 100 lux y exceso de iluminación por sobre los 2000 lux. La definición de un umbral superior permite diferenciar de manera efectiva luz útil del exceso de luz.

Al igual que el DA es una métrica que considera una ubicación geográfica específica.

Valor mínimo de iluminación promedio	
Lugar	Iluminación (Lux)
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, baños.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión y con cierta discriminación de detalles.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige detalles finos.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico.	500 - 700
Costura, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste.	1000 - 2000
Mesa quirúrgica	20000

Normativa

La normativa que regula la calidad de iluminación de un recinto, es el Decreto Supremo (DS) 594. En este, se regulan las condiciones sanitarias y ambientales básicas de los lugares de trabajo y en materia de iluminación los artículos especifican temas relacionados a la luminancia e iluminancia de los recintos (Fig. 08), por ejemplo:

1. Artículo 103: Todo lugar de trabajo, con excepción de faenas subterráneas o similares, deberá estar iluminado con luz natural o artificial que dependerá de la faena o actividad que en él se realice.

2. Artículo 104: Se debe mantener una adecuada relación entre iluminación general e iluminación localizada.

3. Artículo 105: Para cada tarea o trabajo, se debe garantizar una luminancia acorde a la dificultad que esta contemple.

Luminancia según complejidad de tarea	
Tarea	Luminancia (Cd/m ²)
Demasiado Difícil	Más de 122.6
Muy Difícil	35.0 - 122.6
Difícil	12.3 - 35.0
Ordinaria	5.3 - 12.3
Fácil	Menos de 5.3

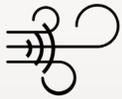
Relación entre iluminación general y localizada	
I. General (Lux)	I. Localizada (Lux)
150	250
250	500
300	1000
500	2000
600	5000
700	10000

Fig. 08. Tablas DS 594, MINSAL

CONCEPTOS

ACÚSTICA

CAUSAS



Ruido Aéreo



Impacto



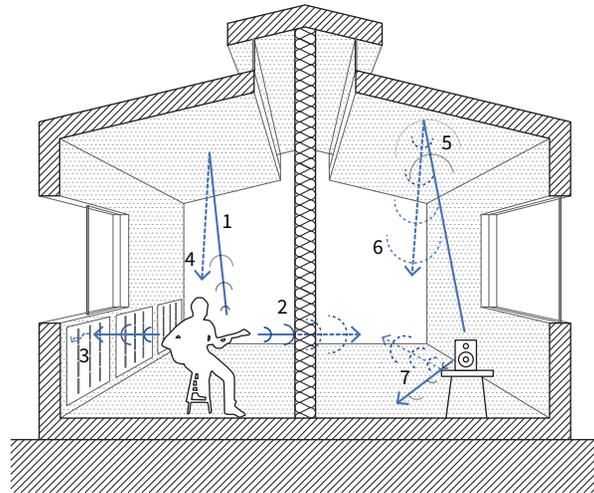
Vibraciones



Irritación por exceso de ruido



Trastornos por falta de ruido



- | | |
|----------------|------------------|
| 1. Producción | 5. Reflexión |
| 2. Control | 6. Reverberación |
| 3. Transmisión | 7. Difracción |
| 4. Recepción | |

Fig. 01. Acústica

Definición

La acústica es un fenómeno que estudia la producción, control, transmisión y recepción de los sonidos. La producción se refiere a la generación del fenómeno físico a través del cual una onda mecánica viaja, determinando el sonido; el control a aquellos sistemas de aislamiento que permiten disminuir el ruido ambiental; la transmisión a las estrategias de diseño para una correcta difusión del sonido; la recepción a cómo los usuarios perciben el sonido, que está condicionado por los parámetros recién mencionados.

El sonido interactúa directamente con la arquitectura, ya que ésta permite reforzarlo, corregirlo y enriquecerlo. Es por esto que la arquitectura es capaz de poseer su propia acústica, definiendo así sus espacios como resonadores; esto permite mejorar o empeorar su percepción según la geometría y materialidad de los cerramientos, como también según las proporciones del recinto. De este modo, cobra especial importancia el estudio de la materialidad y geometría que conforman los recintos que diseñamos.

En Arquitectura

En las edificaciones, el sonido interactúa y se genera por las diversas actividades que en su interior se desarrollan, por lo que los recintos deben estar correctamente aislados para que éstos no interfieran entre sí. Los sonidos pueden ser considerados como tal siempre y cuando sean útiles y tengan la capacidad de informar; por el contrario, cuando se vuelven molestos e interrumpen el desarrollo de las actividades de los usuarios, éstos son considerados tan sólo como ruido.

El ruido tiene distintas fuentes, que pueden ser exteriores (ruido ambiental) o interiores (ruido asociado a las actividades de los usuarios) y puede presentarse como ruido aéreo, ruido por impacto y/o vibraciones. El ruido suele provocar ambientes poco agradables, motivo por el cual se hace fundamental incorporar la acústica en el proceso de diseño de un edificio, entendida como el estudio del correcto tratamiento o acondicionamiento tanto del ruido como del sonido.

Para paliar los efectos molestos del ruido o mejorar la transmisión del sonido desde la arquitectura, cobra relevancia estudiar tanto el programa y su geometría como los materiales, para determinar si es necesario mejorar su difusión o aislamiento.

Herramientas

El sonómetro (también conocido como decibelímetro) permite medir el sonido tanto aéreo como de impacto en un determinado lugar y en un momento dado. Mediante la recepción del nivel de presión sonora emitido por la fuente, entrega valores en decibeles que pueden relacionarse con lo admitido según normativa.

Normativa

Las normativas vigentes obligatorias (año 2018) son la NCh2785, NCh2786 y NCh2864. En ellas se indica, en términos generales, la medición de aislamiento acústica en construcciones y elementos de construcción, estando la primera referida a mediciones en terreno de la aislación acústica aérea entre recintos. La segunda a mediciones en laboratorio de la aislación acústica aérea de elementos de construcción y la tercera a requisitos de infraestructura para ensayos en laboratorio con transmisión indirecta suprimida. En palabras simples, se definen criterios para establecer si un recinto se encuentra adecuadamente aislado y valores referenciales de decibeles admitidos para distintas frecuencias de sonido.

PROBLEMAS ASOCIADOS

Origen

La acústica hace referencia al estudio de la producción, control, transmisión, recepción, y audición de los sonidos. Éstos últimos se definen como ondas mecánicas, ya que requieren necesariamente de un medio para su propagación, son generadas por la vibración de los cuerpos a través de diferencias de presión, compresión y depresión en el aire.

El sonido, al propagarse como onda, se rige por los siguientes parámetros: período, tiempo que se demora en realizar un ciclo completo; longitud, distancia que recorre la onda en un segundo, lo cual se relaciona con la intensidad; y amplitud, fluctuaciones de presión sonora (Fig. 02). Esta última se relaciona con la intensidad del sonido de manera directamente proporcional, con lo cual una amplitud mayor hace referencia a sonidos más altos y una menor a sonidos más bajos (Fig. 03). A lo anterior se suma la frecuencia, cantidad de oscilaciones por segundo, que determina los diferentes tonos, a menor frecuencia se asocian tonos más graves y a mayor frecuencia tonos más agudos. (Fig. 04). Cabe considerar que no todos los sonidos son perceptibles por el oído humano, como los

infrasonidos, menor a 16 Hz, y ultrasonidos, mayor a 20.000 Hz. Por el contrario, aquellos con frecuencias entre los 16 y 20.000 Hz son denominados sonidos audibles, y se categorizan en sonidos graves, entre 16 y 250 Hz; medios, entre 250 y 1.000 Hz; y agudos, entre 1.000 y 20.000 Hz.

Unidades Acústicas

Para describir un sonido, existen las siguientes unidades acústicas: potencia es la cantidad de energía con la que se transmite una onda de sonido; intensidad es el flujo de energía que se transmite linealmente hacia una dirección específica, por lo que establece la distancia desde la cual se podrá oír el sonido; presión acústica es el incremento variable de la presión atmosférica que resulta de la presencia o ausencia de sonido, diferenciando entre la presión total en un punto de la onda acústica y la presión atmosférica en estado de reposo. (Fig. 05)

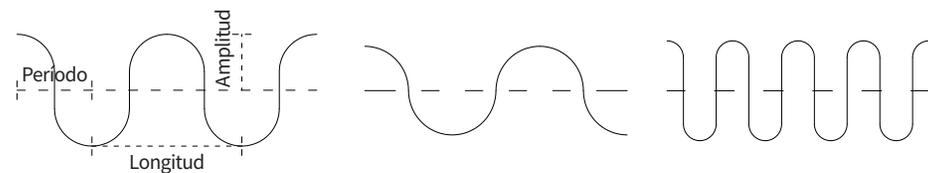


Fig. 02. Onda Sonora

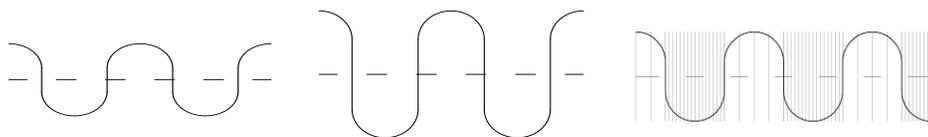


Fig. 04. Diferencias de Frecuencia

Fig. 03. Diferencias de Amplitud

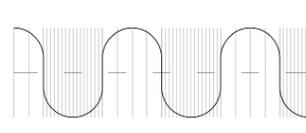


Fig. 05. Presión Acústica

Fenómenos

Cuando un sonido es transmitido, puede interactuar durante su recorrido con obstáculos que generan los fenómenos de reflexión, difracción, interferencia y resonancia.

La reflexión es el rebote de la onda sonora (Fig. 06). En recintos cerrados, ésta rebota en todas las superficies y se difunde por el espacio, por lo que el receptor oye tanto el sonido directo como cada una de las reflexiones generadas (sonido indirecto). La cantidad de energía reflejada está condicionada tanto por la capacidad de absorción del material que reviste el recinto como de su geometría.

Al estudiar el tiempo de la reflexión en un recinto cerrado, nos referimos a la reverberación. Ésta se define como la continuación del sonido en un recinto, luego que la fuente emisora deja de producirlo, y se genera debido a las múltiples reflexiones de la onda sonora sobre las distintas superficies del recinto (Fig. 07). Como indica la definición, la reverberación mide los segundos que tarda, desde que la fuente emisora deja de emitir sonido hasta que éste se vuelve imperceptible.

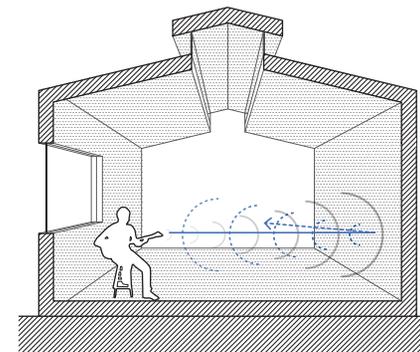


Fig. 06. Reflexión

La difracción se produce cuando una onda choca con un obstáculo y se separa en dos direcciones distintas (Fig. 08), quedando sujetas a las condiciones materiales y geométricas de dicho obstáculo.

La interferencia es la superposición de dos o más ondas sonoras (constructivas o destructivas), resultando una tercera de amplitud mayor o menor a las originales.

La resonancia ocurre cuando un cuerpo es sometido a la acción de una fuerza constante. Si esta fuerza externa coincide con la frecuencia a la cual el cuerpo vibra, esta vibración se amplifica progresivamente.

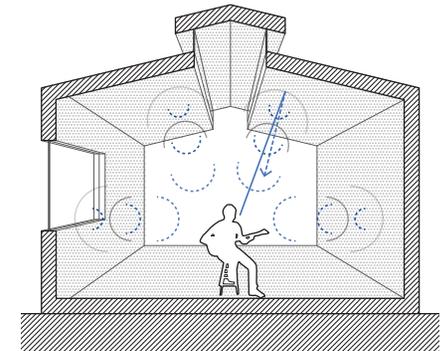


Fig. 07. Reverberación

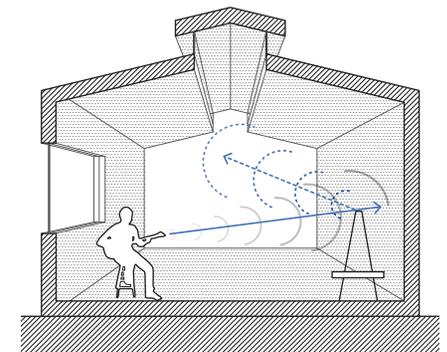


Fig. 08. Difracción

Propagación

La propagación de un sonido varía según el medio en el que se emite. En campo directo (referido a recintos abiertos) el sonido se difunde sin interrupciones, por lo que se escucha directamente desde la fuente, sin sufrir reflexiones. Su intensidad, en este caso, está determinada por la fuente, el recorrido y el tiempo que emplea en recorrerlo (Fig. 09).

Campo reverberante se refiere a recintos cerrados, en el cual el sonido está sometido a las múltiples reflexiones, que pueden superponerse y distribuirse. Su intensidad, en este caso, está determinado por la fuente, el recorrido, la capacidad de absorción de los cerramientos y los retrasos asociados al recorrido realizado por cada reflexión (Fig. 10).

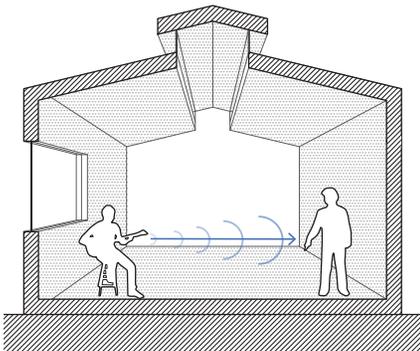


Fig. 09. Campo Directo

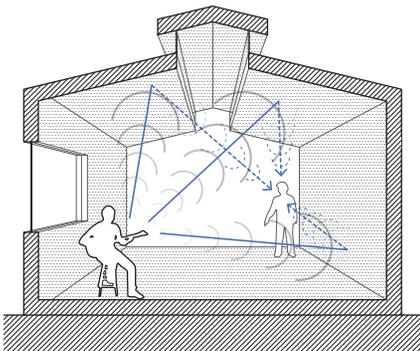


Fig. 10. Campo Reverberante

Sistemas de control

El sonido requiere ciertos sistemas que permiten controlar y mantener dentro de los recintos niveles de intensidad confortables para los usuarios. Los sistemas de control son conjuntos de componentes cuya función es mejorar el comportamiento del sonido en el espacio sin requerir de energía para lograrlo. Éstos se dividen en cuatro operaciones: sistemas de protección acústica, correcciones acústicas, generadores de sonido y transmisores de sonido. Nos enfocaremos en los dos primeros, referidos a aislar y acondicionar recintos, ya que pueden ser resueltos a través de la arquitectura.

Protección Acústica

Los sistemas de protección acústica, comúnmente denominados aislamiento acústica, se enfocan en proteger o detener la transmisión de sonidos no deseados. Cabe mencionar que deben evitarse aislaciones acústicas 100% herméticas, ya que los sonidos son necesarios para mantener a los usuarios psicológicamente conectados con el entorno.

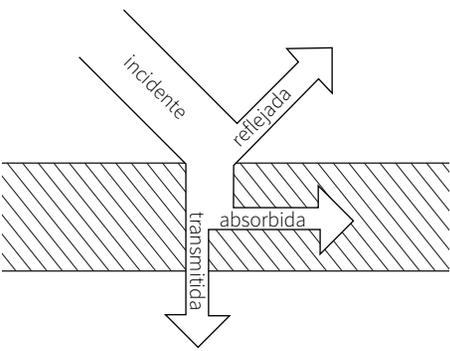


Fig. 11. Reflexión, Absorción y Transmisión

Aquellos materiales utilizados como revestimiento interior en un recinto, pueden aumentar o disminuir la ocurrencia de fenómenos acústicos molestos como las reverberaciones no deseadas. Sin embargo, las ondas transmitidas por el sonido no son reflejadas en su totalidad, puesto un gran porcentaje de éste es absorbido por las superficies interiores, lo cual está determinado por el tipo de material del cual se compone (duro, blando, liso, poroso, reflector o absorbente) (Fig. 11)

La absorción de una onda dependerá netamente del material y de cómo esté compuesto el obstáculo, pues la absorción se da principalmente por el recorrido de la onda a través de su espesor. Que un material sea absorbente depende de su densidad y espesor: aquellos duros y lisos, como el hormigón, son propensos a reflejar las ondas, mientras que los más blandos y porosos, como el corcho o la lana mineral, son propensos a absorberlas. Esto se debe a que, mientras mayor sea la cantidad de canales o poros que contenga un material, mayor será la penetración de la onda a través de éste, disipando la energía sonora en

Materiales Acústicos del Mercado	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 HZ
Espuma de Poliuretano (35mm)	0.14	0.36	0.82	0.90
(50mm)	0.25	0.50	0.94	0.92
(75mm)	0.44	0.99	1.00	1.00
Lana de Vidrio [14 Kg/m3] (25mm)	0.25	0.40	0.50	0.65
(50mm)	0.45	0.70	0.80	0.85
Lana de Vidrio [35 Kg/m3] (25mm)	0.40	0.80	0.90	1.00
(50mm)	0.75	1.00	1.00	1.00
Ladrillo sin Enlucir	0.03	0.03	0.04	0.05
Placa de Yeso	0.10	0.05	0.04	0.07
Marmol o Azulejos	0.01	0.01	0.01	0.02
Madera (10mm)	0.22	0.17	0.09	0.10
Ventana de Vidrio	0.25	0.18	0.12	0.07

Fig. 12. Propiedad de los Materiales para Absorber

energía térmica. (Fig. 12)

Los materiales absorbentes pueden ser aquellos de superficie porosa, en los cuales la energía es degradada cuando penetra al interior de las cavidades, produciéndose fricción en su interior; o resonadores, que funcionan al modificar la naturaleza de la energía, es decir que incide energía sonora y se convierte en energía mecánica. Esto se produce debido a la transmisión de la vibración desde una parte móvil a otra elástica, conocido como fenómeno resonante, disipando energía. De esta manera, existen dos tipos, los resonadores de membrana y de helmholtz, siendo el primero un material flexible que resuena degradando la energía sonora, mientras el segundo, es un material rígido con ranuras, lo cual permite transmitir el sonido a una cámara posterior, en la cual se degrada por reflexión en el interior. (Fig. 13)

Es importante mencionar que entre mayor es la densidad de un panel, mayor será su capacidad de aislar; a su vez, será necesario un mayor índice de aislamiento mientras mayor es la frecuencia del sonido incidente.

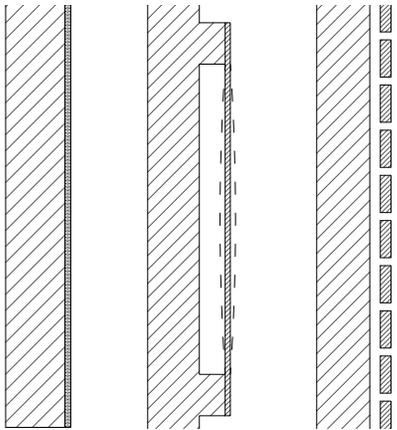


Fig. 13. Superficie Porosa, Membrana, Helmholtz

En consecuencia, el muro debe cumplir con ciertas características: contener gran masa, como muros de concreto o ladrillo; un espesor considerable, no menor a 15 cm; y una geometría que le permita retener gran cantidad de la energía transmitida, como superficies rugosas.

Corrección Acústica

Las correcciones acústicas, más conocidas comúnmente como operaciones de acondicionamiento, se encargan de difundir el sonido correctamente de acuerdo al programa y la forma de los recintos. Su objetivo es corregir el comportamiento del sonido al interior de los recintos, procurando su correcto reparto espacial y temporal.

Es así como cobra especial importancia el estudio de la geometría que se escoge para el diseño de un recinto. Ésta también repercute en un mejor o peor difusión del sonido. Esto se debe a que, según el tipo de superficie, es el tipo de reflexión y la dirección de la onda

resultante. Sin embargo, algo común es que todas las ondas sonoras se reflejan con el mismo ángulo de incidencia. De esta manera, podemos identificar tres tipos de superficies:

Las superficies planas reflejan la onda original de manera simétrica (Fig. 14); las superficies convexas dispersan las ondas en distintas direcciones (Fig. 15); las superficies cóncavas concentran las ondas en un punto único, produciendo el fenómeno de focalización, el cual se tiende a evitar en la mayoría de los recintos (Fig. 16).

Es siempre recomendable diseñar recintos que eviten los puntos focales, de modo que el sonido pueda propagarse parejamente en todo el volumen de éste. Por otra parte, es recomendable utilizar superficies convexas para recintos donde la energía sonora deba llenar un volumen mayor, puesto que la dispersión de las ondas ayuda a propagar el sonido a cualquier punto del recinto, sin percibir diferencias.

Consideraciones

La aislación y corrección acústica distan entre sí sobre la capacidad de la onda para propagarse. La aislación permite frenar el paso de la onda, a través del tratamiento interior del muro, al cual se le agrega un material que logre detener el sonido indeseado. De este modo, el sonido no entra ni sale del recinto, o una parte importante de éste. La corrección acústica actúa siempre al interior del recinto, puesto es una estrategia de revestimiento interior. De esta forma, cambia el cómo se percibe el sonido al interior del recinto, sin embargo, eso no quiere decir que el sonido no salga o entre.

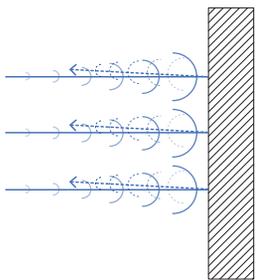


Fig. 14. Superficies Planas

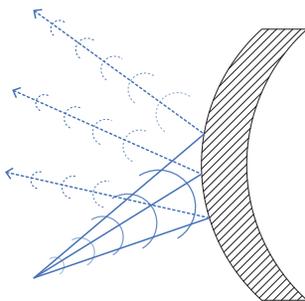


Fig. 15. Superficies Convexas

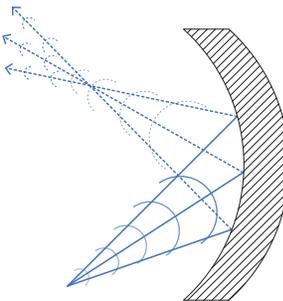


Fig. 16. Superficies Cóncavas

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 1

Transferencia de calor y balance térmico.

- Blender, M. (2015). Arquitectura y Energía. Obtenido de <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/la-transmision-del-calor/>
- Borgnakke, C., & Sonntag, R. (2009). Fundamentals of thermodynamics. Hoboken, Nj: Estados Unidos.
- Bustamante, W. (2009). MINVU. Obtenido de http://www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_codigo_nodo=20070402125030&hdd_nom_archivo=Gu%C3%ADa%20de%20dise%C3%B1o%20para%20la%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica%20en%20la%20vivienda%20social.pdf
- Incropera, F. (1999). Fundamentos de transferencia de calor, 4ta ed. México: Prentice Hall.
- Keith, F. (2001). Principios de transferencia de calor. México, DF, México: Thomson learning.

Transmitancia térmica.

- Blender, M. (2015). Arquitectura y Energía. Obtenido de <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-valor-ula-transmitancia-termicaen-edificacion/>
- Bustamante, W. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Santiago, Chile: Gobierno de Chile, Comisión Nacional de Energía.
- Keith, F. (2001). Principios de transferencia de calor. México, DF, México: Thomson learning.

Humedad y condensación.

- Bustamante, W. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. 39,74-77. Santiago, Chile: Gobierno de Chile, Comisión Nacional de Energía.
- Coscollano, J. (2001). Tratamiento de las Humedades en los Edificios. España: Paraninfo.
- Cronembold, S. (2009). Estudio de Ventilación en Viviendas. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Encina, F. (2018). Entrevista sobre Humedad y Condensación. Santiago, Chile.
- Martínez, P., Sarmiento, P., & Urquieta, W. (2005). Evaluación de la humedad por condensación dentro de viviendas sociales. Obtenido de <http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/323/887>
- Ministerio de Obras Públicas. (2011). Guía Técnica de Apoyo N°1 - Diseño Arquitectónico Pasivo. Santiago, Chile: Ministerio de Obras Públicas.
- Serra, R. (1995). Arquitectura y Energía Natural. Barcelona, España.
- Serra, R. (2004). Arquitectura y Climas. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Ubilla, M., & Fritz, A. (2012). Manual de Diseño - Construcción, montaje y aplicación de envolventes para la vivienda en madera. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Acústica.

- Bustamante, W. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Santiago, Chile: Gobierno de Chile, Comisión Nacional de Energía.
- Gruppe, H. (2016). Hildebrandt. Obtenido de <http://www.hildebrandt.cl/elementos-que-influyen-en-la-acustica-de-un-edificio/>
- Payá, M. (1966). Aislamiento Térmico y Acústico. Barcelona, España: Ediciones Ceac.
- Serra, R. (1995). Arquitectura y Energía Natural. Barcelona, España: UPC.
- Serra, R. (2004). Arquitectura y Climas. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ubilla, M., & Fritz, A. (2012). Manual de Diseño - Construcción, montaje y aplicación de envolventes para la vivienda en madera. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 1

Iluminación.

- Bustamante, W. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Santiago, Chile: Gobierno de Chile, Comisión Nacional de Energía.
- Escobar, G. (2017). Clase Instalaciones Sistemas y Proyecto Arquitectónico PUC. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Lighting Reseach Center. (2004). What is color rendering index? Obtenido de <http://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightinganswers/lightsources/whatisColorRenderingIndex.asp> México, T. N. (2014). Itlalaguna. Obtenido de http://www.itlalaguna.edu.mx/Academico/Carreras/electronica/opteca/OPTOPDF1_archivos/UNIDAD1TEMA2.PDF.
- Moreno, F. (2015). Guía para la Evaluación de la Iluminancia y Luminancia en Negatoscopios. Obtenido de <http://www.ispch.cl/sites/default/files/D024-PR-500-02-001%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20iluminancia%20y%20luminancia%20en%20Negatoscopio.pdf>
- Robles, L. (2014). Confort Visual: Estrategias para el Diseño de Iluminación Natural en Aulas del Sistema de Educación Básica Primaria en el AMM Nueva León. Mexico: Universidad Autónoma de Nueva León.
- Schiffman, H. R. (2000). La Percepción Sensorial. Limusa.
- Serra, R., & Coch, H. (1995). Arquitectura y Energía Natural. Barcelona, España: UPC.

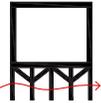
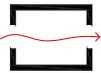
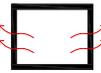
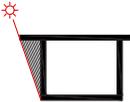
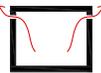
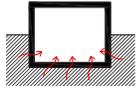
Ventilación.

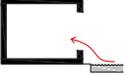
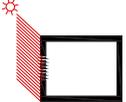
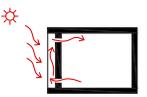
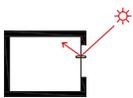
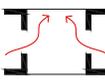
- Blender, M. (2015). Arquitectura y Energía. Obtenido de <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-conforttermico/>
- Bustamante, W. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Santiago, Chile: Gobierno de Chile, Comisión Nacional de Energía.
- Campos, J., Ordóñez, L., Bobadilla, A., Veas, L., Pascual, J., & González, F. (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos. Santiago, Chile: Instituto de la Construcción.
- Cronembold, S. (2009). Estudio de Ventilación en Viviendas. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Hernández, P. J. (2014). Pedro J Hernández. Obtenido de <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/conveccion-natural/>
- López, P. (2013). Twenergy. Obtenido de <https://twenergy.com/a/ventilacion-natural-878>
- Pereira, M. (2018). Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/889075/ventilacion-cruzada-efecto-chimenea-y-otros-conceptos-de-ventilacion-natural>
- Sánchez, O. (2015). Caracterización de ventilación nocturna en edificios mediante técnicas CFD. Sevilla, España: Departamento Ingeniería Energética Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla.
- Serra, R., & Coch, H. (1995). Arquitectura y Energía Natural. Barcelona, España: UPC.
- Serrano, P. (2014). Certificados energéticos. Obtenido de <http://www.certificadosenergeticos.com/estrategias-naturales-refrigeracion-espacios-interiores-edificios>
- Simulaciones y proyectos. (2014). Simulaciones y proyectos. Obtenido de <https://www.simulacionesyproyectos.com/blogingenieria-arquitectura/ventilacion-natural/>

ESTRATEGIAS DE ACONDICIONAMIENTO PASIVO

Las estrategias de acondicionamiento pasivo corresponden a todas aquellas propuestas en la etapa de diseño de un proyecto de arquitectura que logren contribuir al mejoramiento del desempeño energético y a la calidad de vida de aquellos que lo habiten, sin uso de energía asociado. Son intervenciones a los modelos estándares actuales de construcción, basados en la observación de las formas constructivas vernáculas de culturas y pueblos milenarios.

Estas estrategias están basadas en la experimentación constructiva de edificaciones pensadas desde la observación climática. Cada una de las estrategias de estas culturas remotas están diseñadas para responder a las solicitudes medioambientales que las condiciones geográficas les exigían. Son una manifestación de la adaptabilidad climática y un modelo de pensamiento del cual tenemos mucho que aprender.

- A  Ventilación por suelo mediante la elevación de la vivienda en pilotes.
- B  Inclinación de la cubierta para escurrir de aguas lluvias.
- C  Apertura de vanos en muros opuestos para ventilación cruzada.
- D  Muros permeables para ventilación interior. Se utiliza usualmente en el clima tropical.
- E  Aperturas horizontales y o verticales llamadas celosía, permiten la ventilación e impiden el ingreso de luz natural.
- F  Aleros para control solar.
- G  Ventilación mediante la unión muro -cubierta.
- H  Mayor altura en el interior para menor concentración de calor.
- I  Ventilación por vanos en cubierta.
- J  Soterrar la vivienda para aprovechar la masa térmica de la tierra.
- K  Cubierta verde para aislación térmico-acústica / buffer (amortiguador-regulador).
- L  Ventilación por unión de cubiertas.

- M  Uso de la forma aerodinámica de la techumbre para minimizar el impacto de los vientos en el edificio.
- N  Masa de agua cercana al edificio para generar enfriamiento evaporativo.
- Ñ  Masa térmica. Uso de la inercia térmica a través de materiales pétreos y aumento de espesor en muros.
- O  Uso de celosías horizontales o verticales para control solar y tamizado de luz interior.
- P  Sombreamiento entre edificios cercanos para disminuir las temperaturas interiores.
- Q  Fachada ventilada para enfriamiento de la envolvente.
- R  Uso de la cubierta ventilada para enfriar el interior del edificio.
- S  Chimenea solar para ventilación interna del edificio. El muro exterior se calienta con el sol, provocando que el aire interno aumente su temperatura y suba, extrayendo por tiraje el aire de la habitación.
- T  Muro trombe para la acumulación de calor a través de masa térmica.
- U  Uso de una bandeja solar para el direccionamiento de la luz.
- V  Vanos pequeños en muros para evitar el ingreso excesivo de luz solar en climas cálidos.
- W  Uso de vegetación en patios interiores para generar enfriamiento evaporativo.

- X  Torre de viento para ventilar el interior por diferencias de presión.
- Y  Uso de una forma aerodinámica en planta, para recibir un menor impacto de los vientos.
- Z  Calor animal para aprovechamiento térmico al interior de la vivienda.
- ZZ  Sistema de calentamiento pasivo a través de ductos de circulación de humo caliente proveniente de fuentes de combustión.

ELEMENTOS Y FACTORES DEL CLIMA

Son diversas las variables climáticas y geográficas que inciden en las características de un lugar, de ésta manera se presentarán distintos índices de medición de elementos y factores del clima que permitan describir a grandes rasgos el emplazamiento de los casos a continuación.

Las escalas de medición corresponden a la representación gráfica de la graduación de magnitudes de cada ítem. Estos índices acompañarán a todos los casos presentados en este capítulo para comparar de manera cuantitativa las diferentes características climáticas de las zonas en que se emplazan.



VEGETACIÓN



RADIACIÓN



HUMEDAD



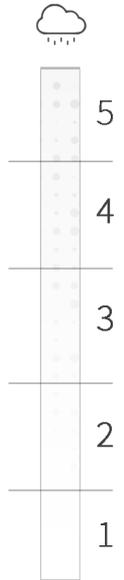
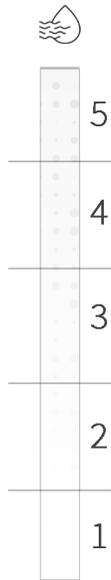
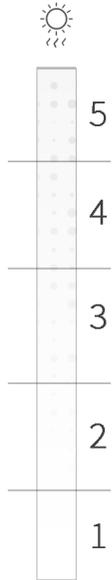
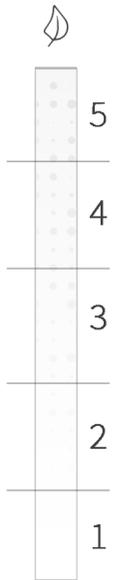
VIENTO



TEMPERATURA



LLUVIA



PROMEDIO ANUAL

PROMEDIO ANUAL



- 5 VEGETACIÓN EXTREMA
- 4 VEGETACIÓN ALTA
- 3 VEGETACIÓN MEDIA
- 2 VEGETACIÓN BAJA
- 1 VEGETACIÓN NULA



- 5 UV 11+
- 4 UV 8-10
- 3 UV 6-7
- 2 UV 3-5
- 1 UV 0-2



- 5 80-100%
- 4 60-80%
- 3 40-60%
- 2 20-40%
- 1 0-20%



- 5 39 KM/H +
- 4 29-38 KM/H
- 3 21-28 KM/H
- 2 6-20 KM/H
- 1 0-5 KM/H



- 5 35°C +
- 4 30°C A 35°C
- 3 20°C A 30°C
- 2 10°C A 20°C
- 1 -5°C A 10°C



- 5 2501MM +
- 4 1501MM-2500MM
- 3 751MM-1500MM
- 2 376MM-750MM
- 1 0MM-375MM

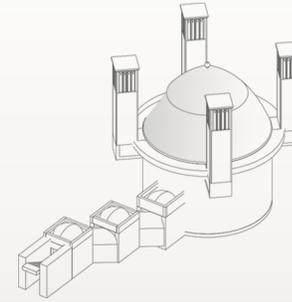
CASOS VERNÁCULOS

A continuación se presentará una selección de construcciones de casos vernáculos de pueblos y culturas originarias, destacando las diferentes estrategias de acondicionamiento pasivo que fueron pensadas para responder a una situación climática específica.

Estos casos son ejemplos de arquitectura sustentable a partir de la observación real del contexto medioambiental en el que se encuentran insertos.

CASOS VERNÁCULOS

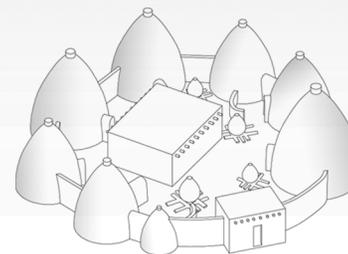
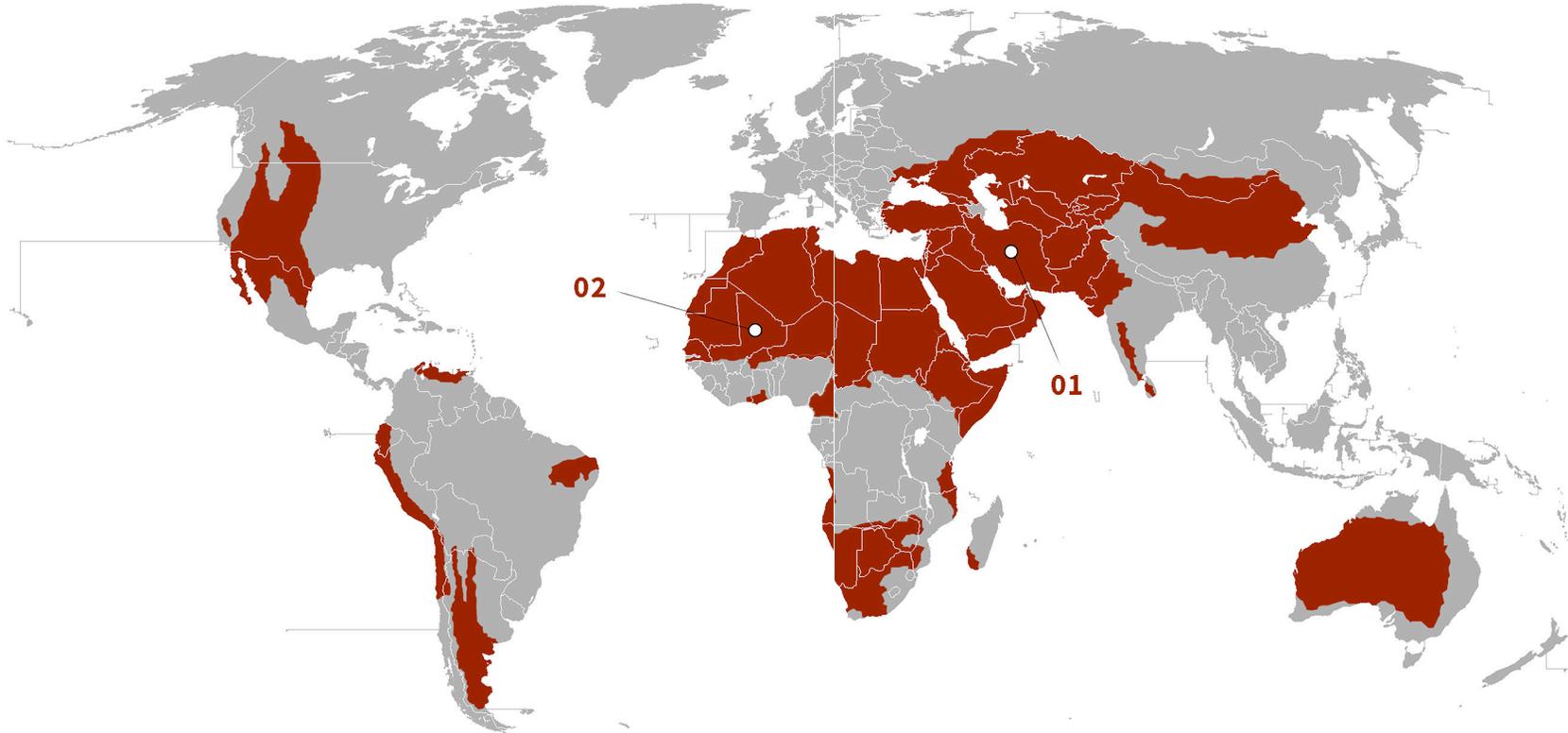
CLIMA DESÉRTICO



01 AB ANBAR

UBICACIÓN: IRÁN
SIGLOS XI - XII
MATERIALIDAD: ARCILLA, LIMA, PAJA, PIEDRAS

Cisternas subterráneas con torres de viento para almacenar agua en épocas secas.



02 VIVIENDAS MUSGUM

UBICACIÓN: CAMERÚN
SIGLO XIX
MATERIALIDAD: TIERRA COMPRIMIDA

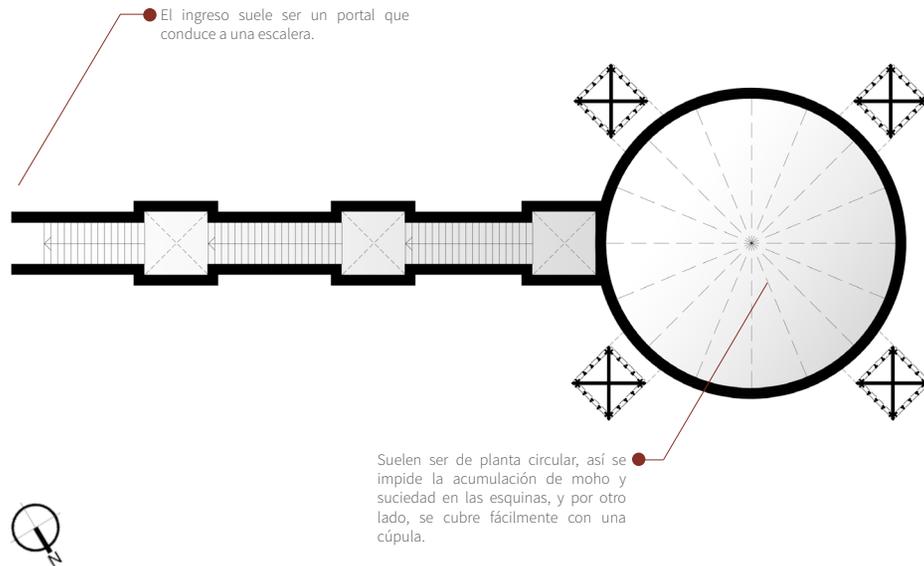
Casas de barro texturado con pocas aberturas, preparada para climas de altas temperaturas.

CASOS VERNÁCULOS

CLIMA DESÉRTICO

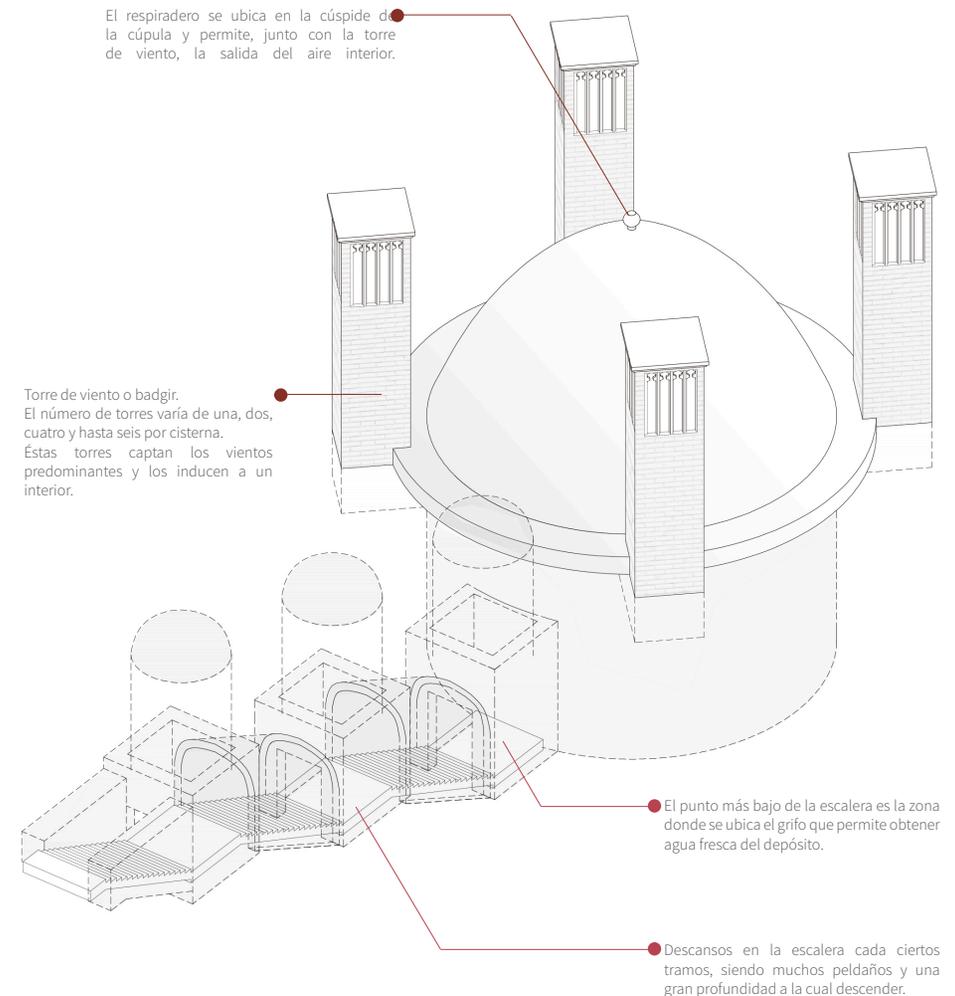


PLANTA CISTERNA PÚBLICA



Los Ab-anbar son cisternas subterráneas que se construían en Irán con el fin de almacenar agua para las estaciones secas. El agua, proveniente de canales poco profundos, se recolectaba durante la estación húmeda, de ésta manera, para la estación seca, cada pueblo contaba con agua fresca para beber.

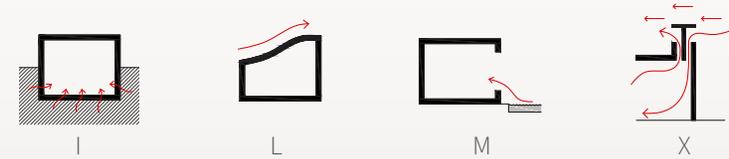
Para obtenerla, se debe bajar una escalera que llega hasta la parte más baja de la cisterna, allí hay un grifo desde el cual se obtiene el agua más fría del depósito. El elemento más característico de este tipo de construcciones es el badgir, la torre de viento que mediante el conocido efecto venturi, ventila y mantiene fresca el agua continuamente.



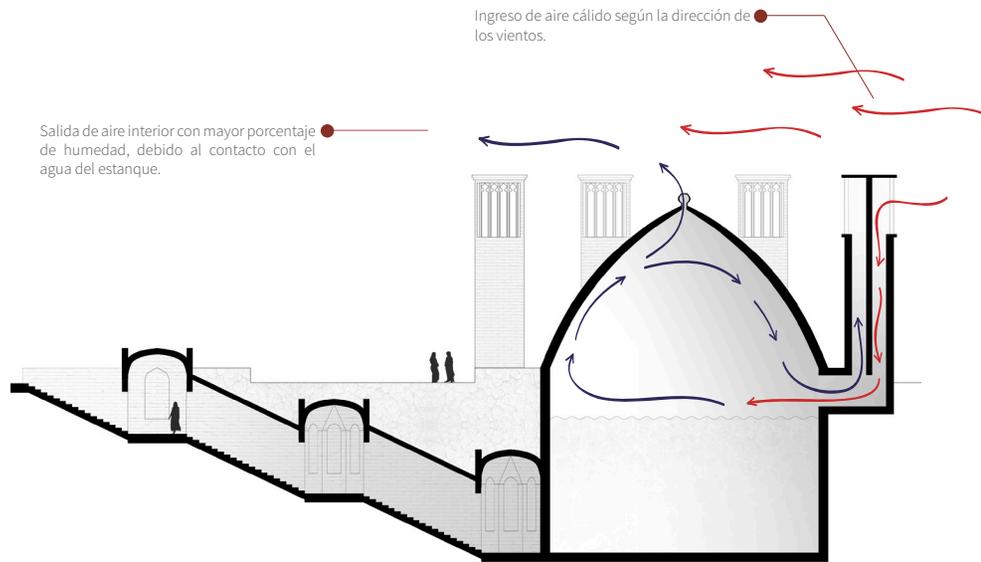
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA DESÉRTICO

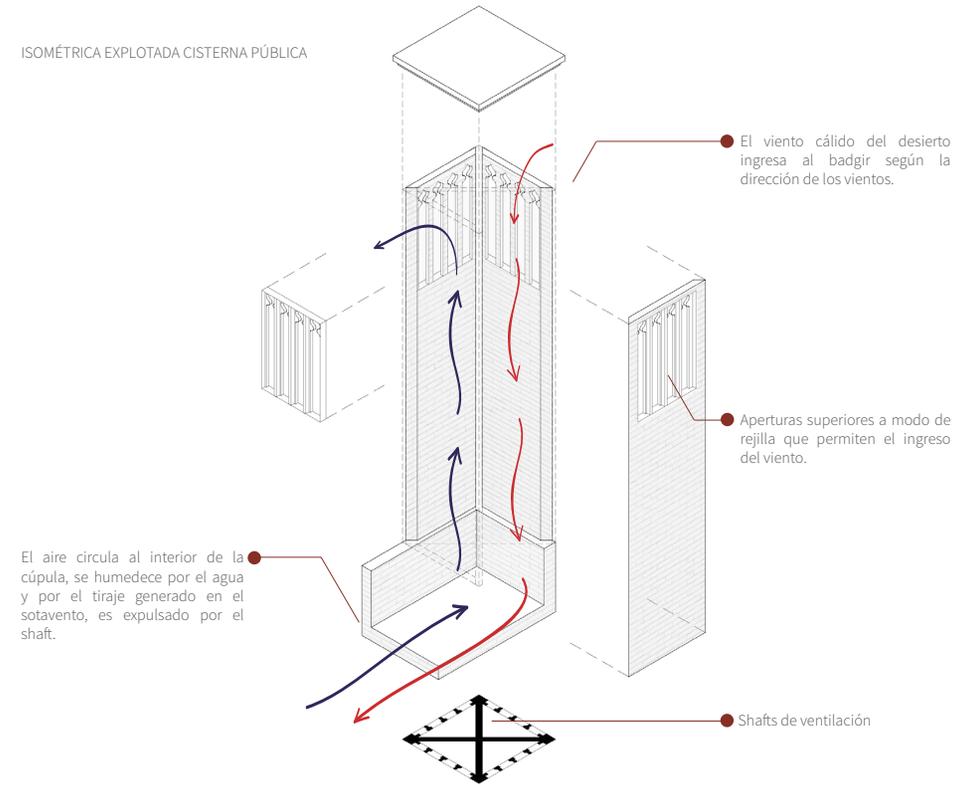
AB ANBAR



CORTE LONGITUDINAL CISTERNA PÚBLICA



ISOMÉTRICA EXPLOTADA CISTERNA PÚBLICA



Las torres de viento o badgir son el elemento clave en el funcionamiento del almacenaje de agua en el desierto de Irán. Existen torres con distintos tipos de aire, como por ejemplo: unidireccional, dos direccionales, cuatro direccionales, octogonal, cuatro direccionales con dos ventilaciones falsas.

Todas funcionan atrapando el aire según la dirección de los vientos; el aire ingresa desde el barlovento generando movimiento en el interior, el agua del estanque se oxigena, mientras que el aire viciado se pone en movimiento y es expulsado por tiraje en dirección del sotavento.



Fig 1. Ab-anbar público en Yazd, Irán.

Fig 2. Imagen de la ciudad de Yazd con sus características torres de viento.

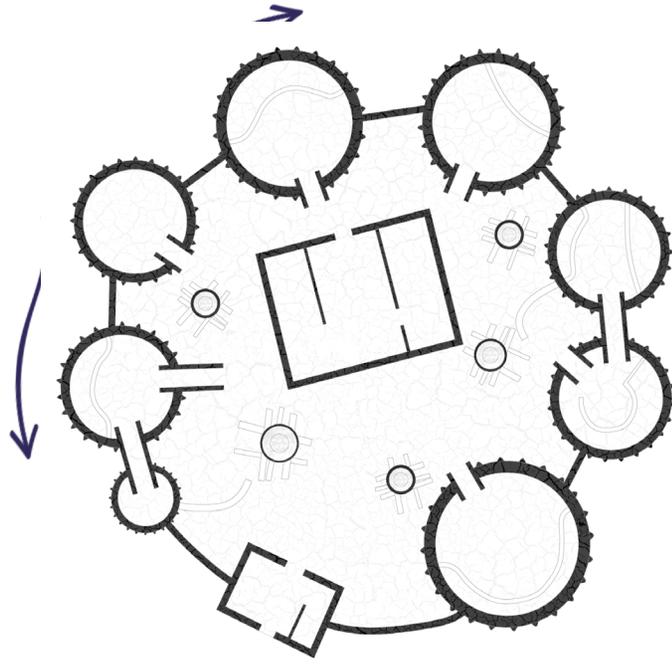
Fig 3. Torre de viento o badgir.

CASOS VERNÁCULOS

CLIMA DESÉRTICO

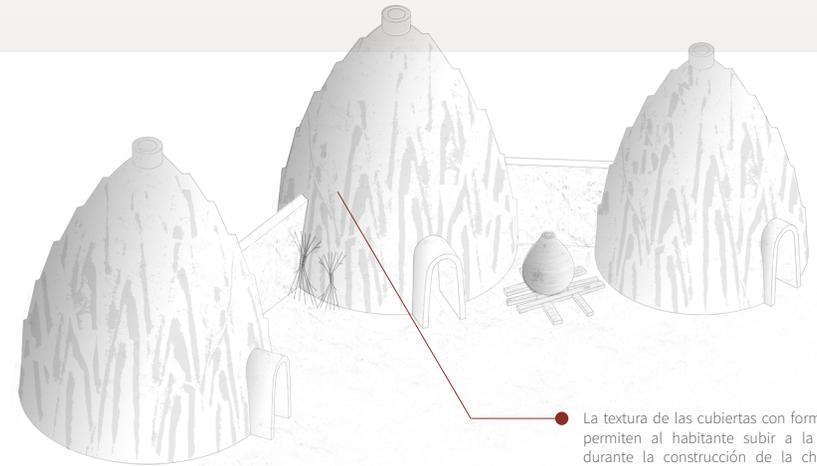


PLANTA CISTERNA PÚBLICA

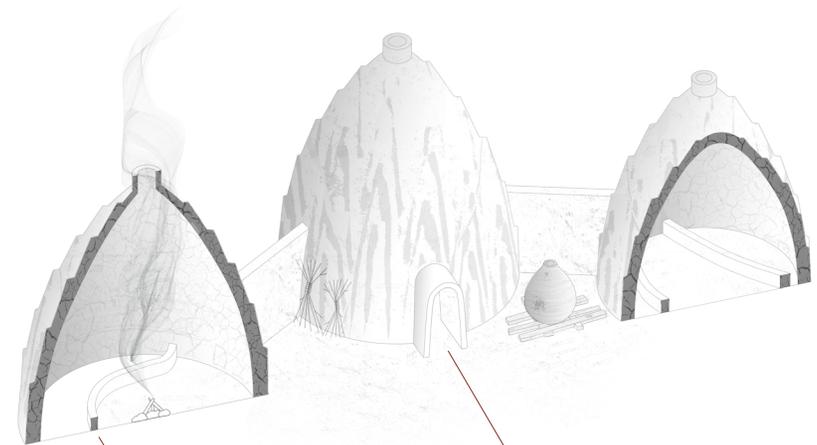


Las viviendas tradicionales de la tribu Musgum en África central corresponden a un conjunto de chozas de barro de 3 a 9 metros de altura. Su estructura en forma de cono se compone de una mezcla compacta de tierra, paja y agua. La estructura permitía un perímetro de apoyo durante la construcción y mantenimiento de la cubierta exterior de cada recinto, un reforzamiento de la estructura y el correcto drenaje de las aguas lluvia.

El complejo de viviendas tipo consistía normalmente en cinco recintos: Uno para el dueño, dos para las mujeres, uno para el ganado y la cocina; sin embargo, siempre existía la posibilidad de expansión para más mujeres o familiares. Todas estaban conectadas por un muro de arcilla y en el centro del patio se levantaba un granero de mijo (cereal típico de la zona).



La textura de las cubiertas con forma de cono permiten al habitante subir a la estructura durante la construcción de la choza sin la necesidad de otros elementos. A su vez estos elementos autogeneran un porcentaje de sombra en la envolvente.



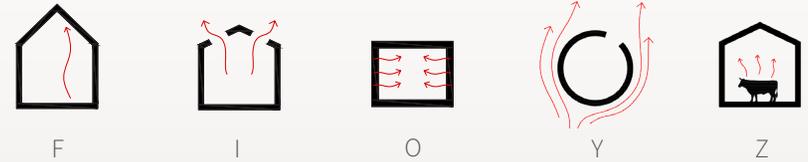
Una división al interior de la vivienda permite mantener a los animales en el perímetro del recinto cercanos a la masa térmica, mientras que el centro es utilizado por el residente.

La altura de los recintos ayuda a un mayor confort térmico en los días de calor debido al escape de las masas de aire caliente por la apertura del techo, mientras que, frente a la baja de las temperaturas, la masa térmica (barro) actúa como receptor y contenedor del calor generado por los animales y por el fogón.

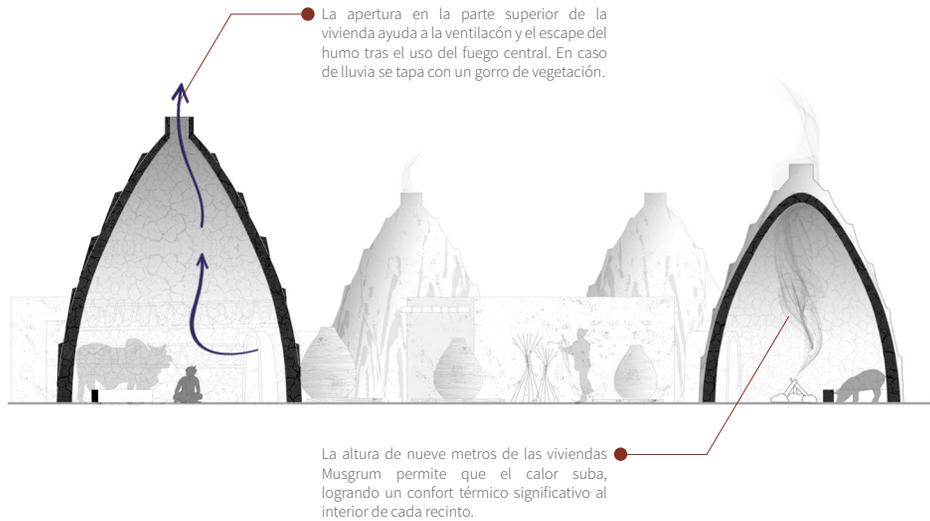
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA DESÉRTICO

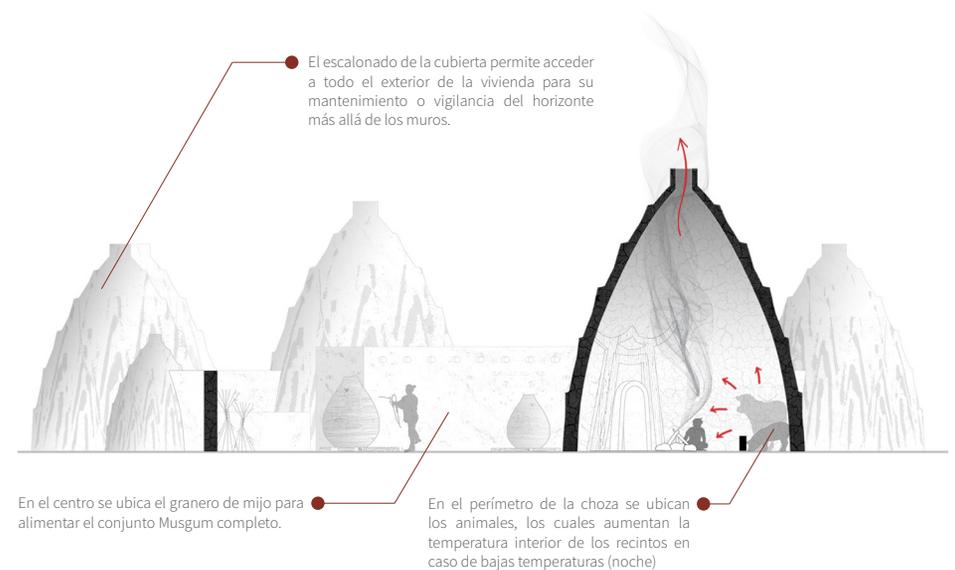
MUSGRUM



CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA MUSGRUM



CORTE TRANSVERSAL VIVIENDA MUSGRUM



La forma de cono sugerido logra gran estabilidad en la estructura, donde los muros son anchos en su base y se van estrechando a medida que van aumentando en altura. Esto permite que el edificio resista las cargas a la que es sometido diariamente con un menor uso de material.

La técnica de construcción utilizada en las viviendas Musgrum se llama "bobina de lodo". En este método, las capas de barro se unen en forma de espiral con elevaciones de 0.5 metros aproximadamente. Cada levantamiento se debe secar antes de agregar el siguiente y así sucesivamente.

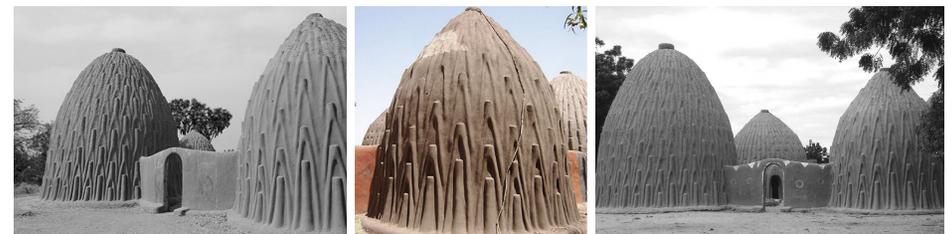
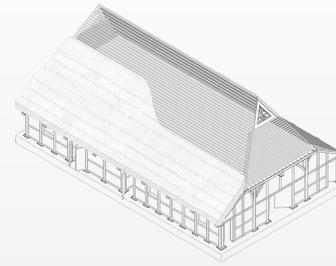


Fig 1 y 3. Vistas desde el exterior del conjunto de chozas.
Fig 2. Textura que recubre el exterior de la vivienda.

CASOS VERNÁCULOS

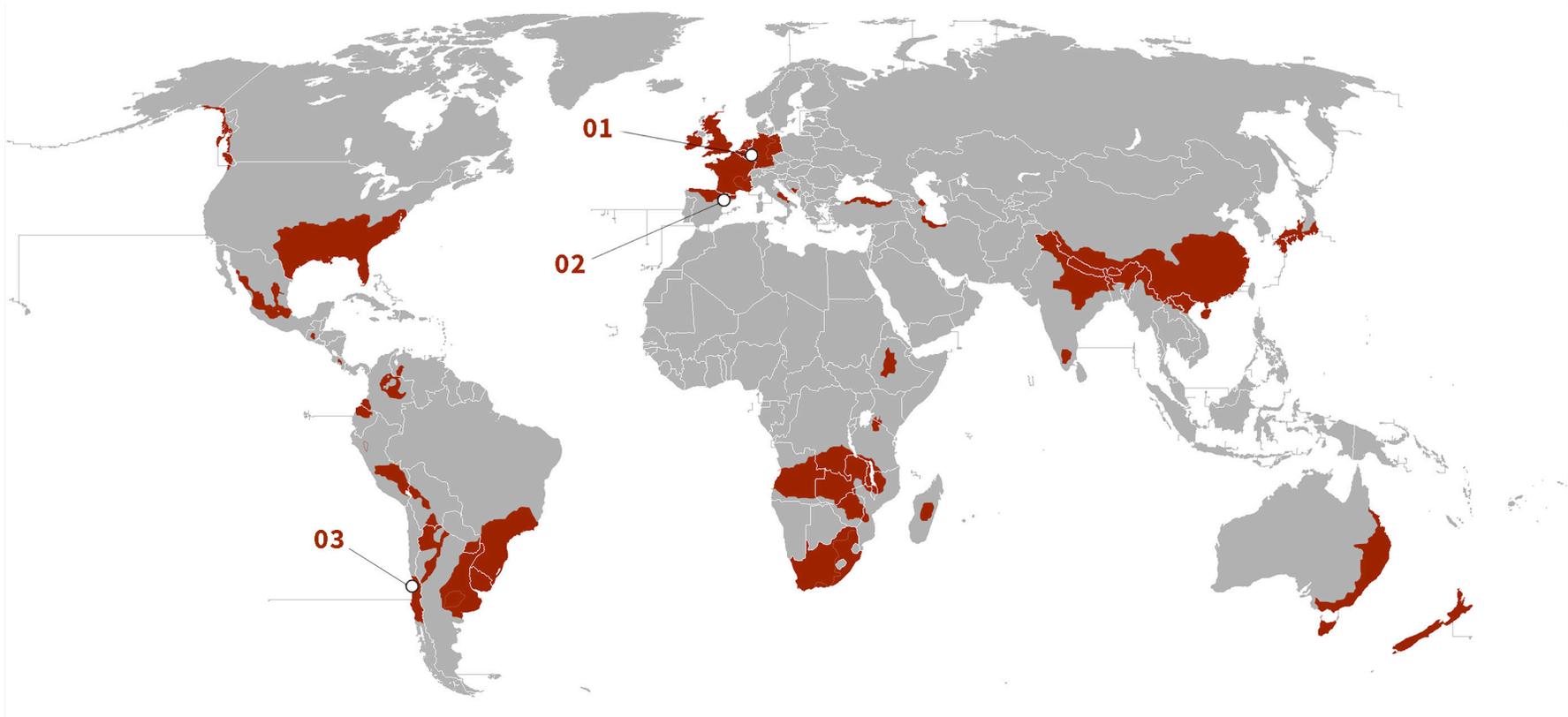
CLIMA TEMPLADO



01 HALLENHAUS

UBICACIÓN: ALEMANIA / PAÍSES BAJOS
SIGLOS XIII-XIV
MATERIALIDAD: PIEDRA, MADERA, BARRO, PAJA

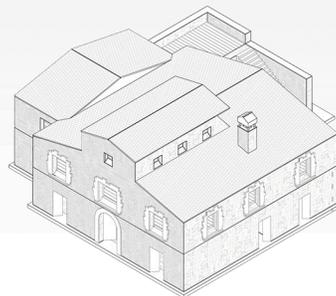
Casa multifuncional de campo capaz de generar calor por distintos medios y protegerse del frío a través de la masa térmica.



MASÍA CATALANA 02

UBICACIÓN: CATALUÑA, ESPAÑA
SILO X-XI
MATERIALIDAD: PIEDRA, BARRO, MADERA, TEJA

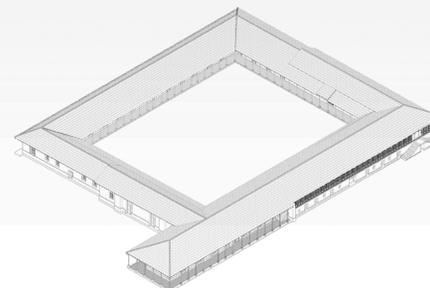
Vivienda rural catalana de dos o tres pisos, anchos muros de piedra y fachada orientada al sur. Chimenea, animales y granero generar y guardan calor.



03 CASONA CHILENA

UBICACIÓN: VALLE CENTRAL, CHILE
SIGLO XVII
MATERIALIDAD: ADOBE, MADERA, PIEDRA

Casa tradicional fundada en piedra, con estrategias para el frío y el calor: patios vegetados, corredores, anchos muros y grandes alturas.



CASOS VERNÁCULOS

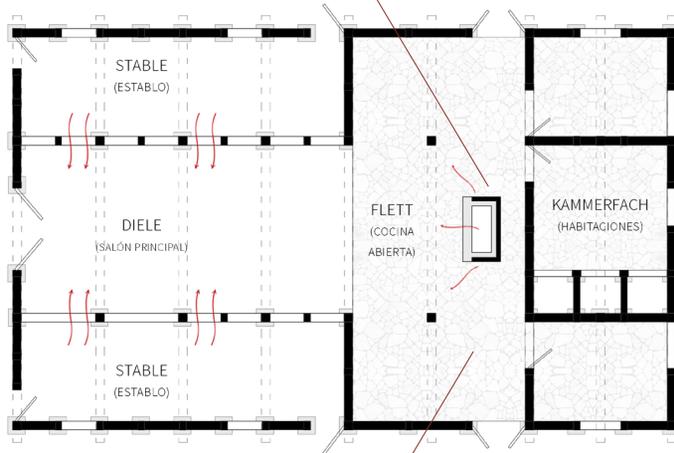
CLIMA TEMPLADO

HALLENHAUS



PLANTA HALLENHAUS

El fogón principal y el establo actúan como fuente de calor para la casa.

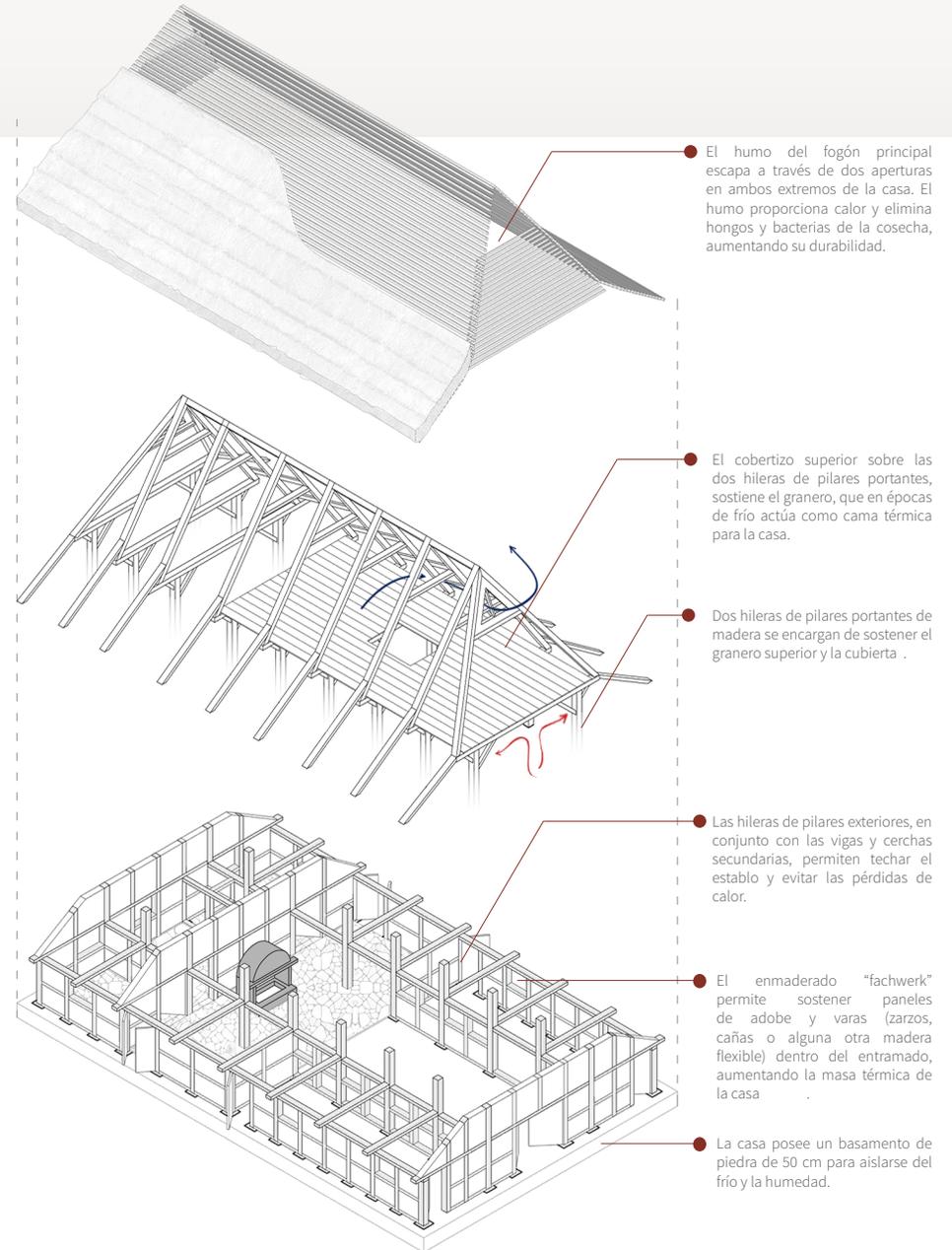


La zona común/cocina y habitaciones poseen un suelo de piedra sin pulir.



La Hallenhaus, originaria del norte de Alemania y los Países Bajos, es una casa rural que comenzó a construirse durante los siglos XIII - XV. Bajo el mismo techo, esta casa de campo posee un establo, granero, cocina y habitaciones, debiendo ofrecer una solución integral a todas las actividades. En planta, la casa se divide en cuatro espacios:

El establo (stable) que posee una nave a cada lado del hall principal con conexiones directas hacia el exterior; el hall principal (diele) que sirve de espacio de recepción de los animales y algunas fiestas; la cocina y sala común (flett) donde se encuentra el fogón principal; y las habitaciones (kammerfach).



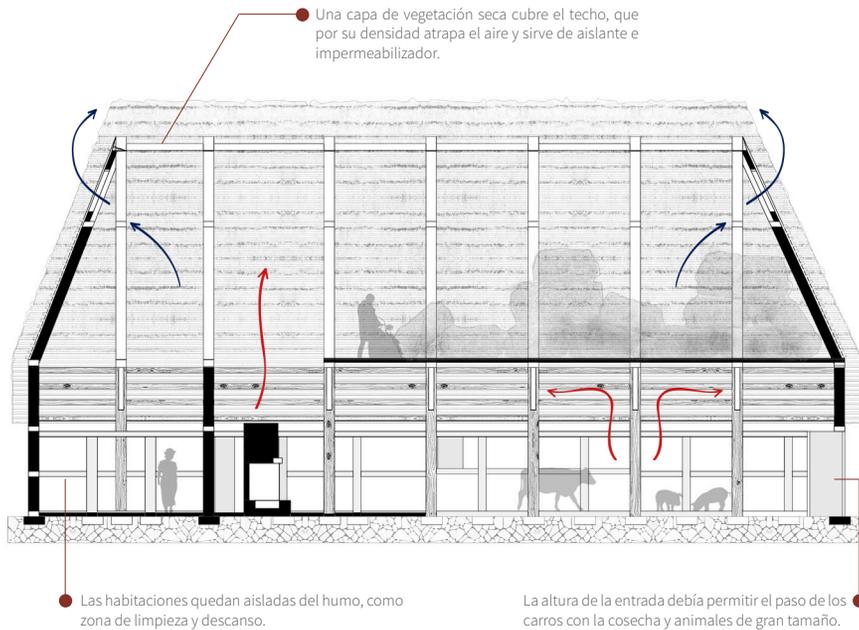
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TEMPLADO

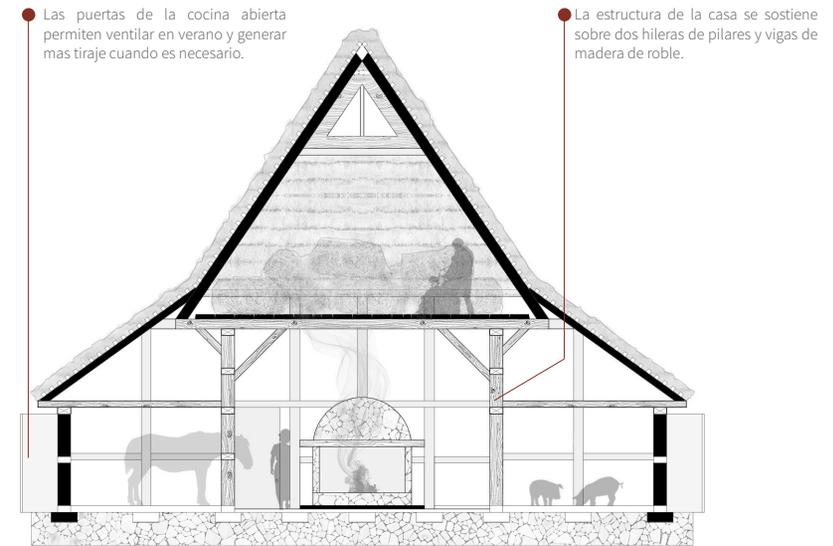
HALLENHAUS



CORTE LONGITUDINAL HALLENHAUS



CORTE TRANSVERSAL HALLENHAUS



Originalmente, el entramado de madera estaba construido en roble insertado en la fundación de piedra para protegerlo de la humedad. Desde el siglo XVIII se utilizó madera de pino y se comenzó a reemplazar el adobe por ladrillo. El fogón principal, además de dar calor, constituía la principal fuente lumínica de la casa. Posteriormente se construyeron hallenhaus con chimeneas, reemplazando la

tradicional extracción por tiraje, disminuyendo así el calor y la luz entregadas por el fogón. Las variaciones de Hallenhaus (Zweiständerhaus, Dreiständerhaus, Vierständerhaus) modificaban el tamaño total a través de estructuras de dos, tres y cuatro pilares.



Fig 1. y fig 2. Vistas exteriores de la hallenhaus.
Fig 3. Vista interior al fogón.

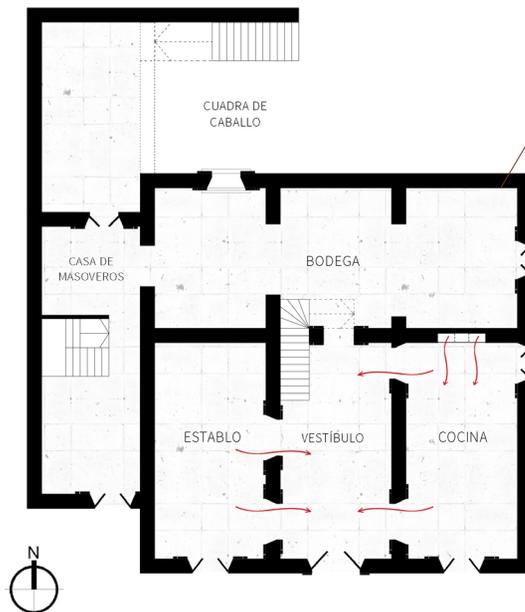
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TEMPLADO

MASIA CATALANA



PLANTA MASIA CATALANA

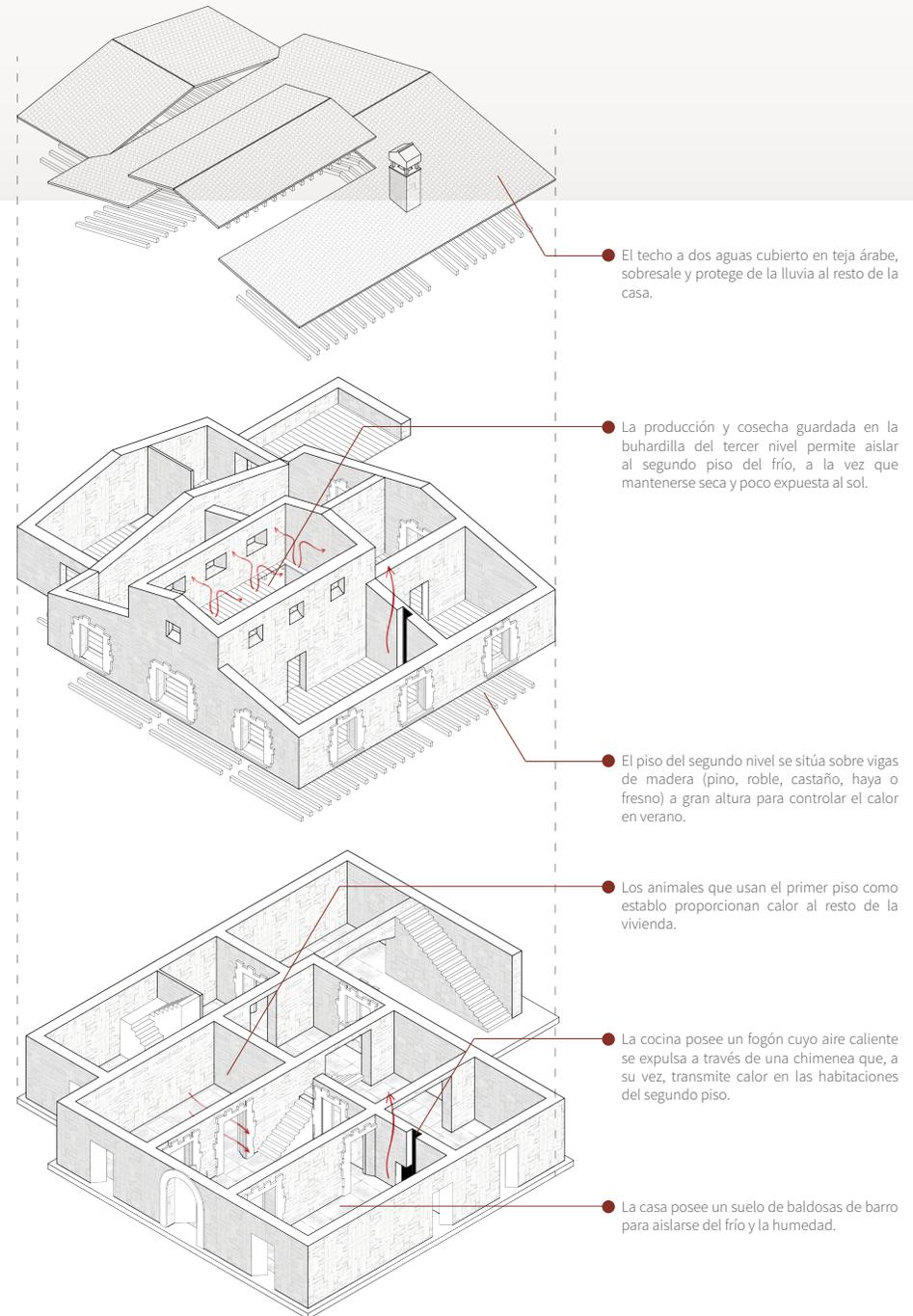


● La Masía se estructura sobre muros portantes de piedra sin pulir de 60 cm de ancho o más. La piedra funciona como masa térmica frente a las variaciones de temperatura.

● Las aperturas de ventanas y puertas se mantienen más pequeñas hacia afuera y más grandes hacia adentro para evitar pérdidas de calor en invierno y radiación en verano.

La Masía es la vivienda rural catalana tradicional ligada a actividades agrarias y ganaderas de tipo familiar. Comúnmente de dos o tres pisos, estaba construida de materiales de procedencia local: muros portantes de piedra sin pulir (pizarra, granito o caliza) unida por barro (bajo coste y buen aislante) y posteriormente cal o yeso.

En planta, la masía reserva el primer piso para las actividades productivas (cocina, establo y bodega), el segundo para la vivienda y el tercero para la buhardilla (desván) donde se guardaba parte de la cosecha.



● El techo a dos aguas cubierto en teja árabe, sobresale y protege de la lluvia al resto de la casa.

● La producción y cosecha guardada en la buhardilla del tercer nivel permite aislar al segundo piso del frío, a la vez que mantenerse seca y poco expuesta al sol.

● El piso del segundo nivel se sitúa sobre vigas de madera (pino, roble, castaño, haya o fresno) a gran altura para controlar el calor en verano.

● Los animales que usan el primer piso como establo proporcionan calor al resto de la vivienda.

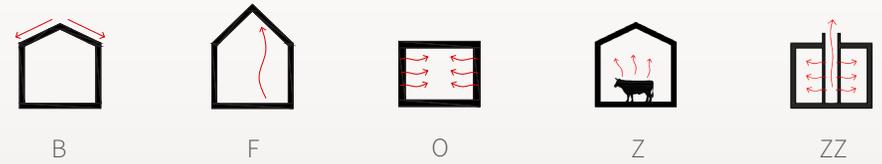
● La cocina posee un fogón cuyo aire caliente se expulsa a través de una chimenea que, a su vez, transmite calor en las habitaciones del segundo piso.

● La casa posee un suelo de baldosas de barro para aislarse del frío y la humedad.

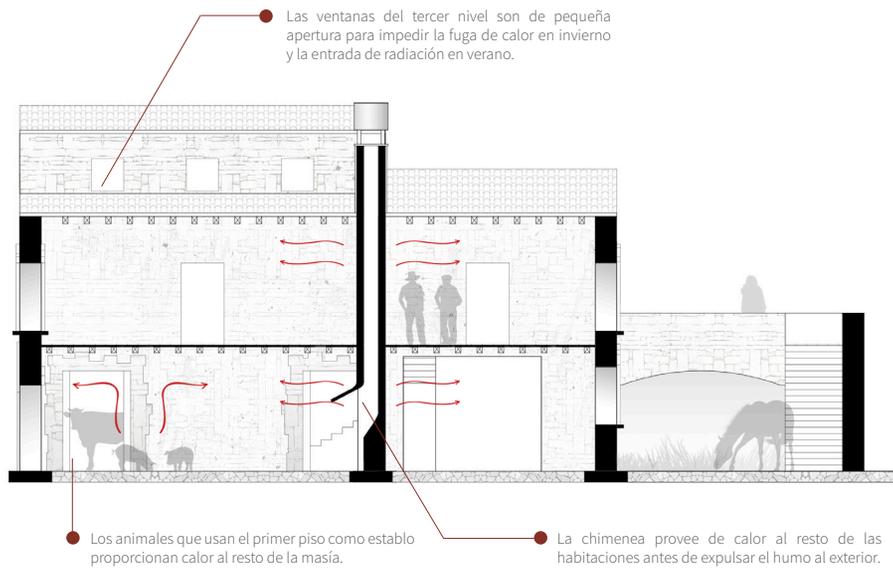
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TEMPLADO

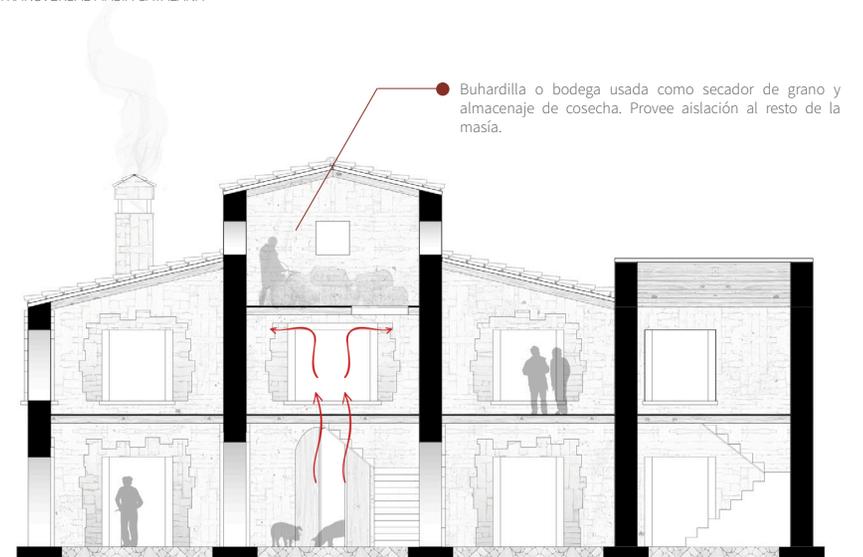
MASIA CATALANA



CORTE LONGITUDINAL MASIA CATALANA



CORTE TRANSVERSAL MASIA CATALANA



Adosada a la masía se encuentra la casa de los masoveros (trabajadores) con una estrategia espacial similar, donde el primer piso se usa de recibidor y el segundo para habitaciones. Éste último posee un acceso lateral hacia la cuadra de caballo a través de una gran escalera de piedra.

Si bien las masías varían según zona (de alta montaña, de las palmas y de la costa), la mayoría de las aperturas siempre se

encuentran en la fachada sur para aprovechar la luz y el calor del sol. La configuración espacial es siempre similar, resaltando la importancia de los espacios distribuidores y el uso de la buhardilla como almacén y secador de grano. Las masías cuyas vigas estructurales utilizaban maderas resinosas o fuertes eran mejor valoradas.



Fig 1. Fachada sur de una masía catalana de tres pisos y tres cuerpos.

Fig 2. Vista en escorzo de una masía costera.

Fig 3. Gran masía de alta montaña.

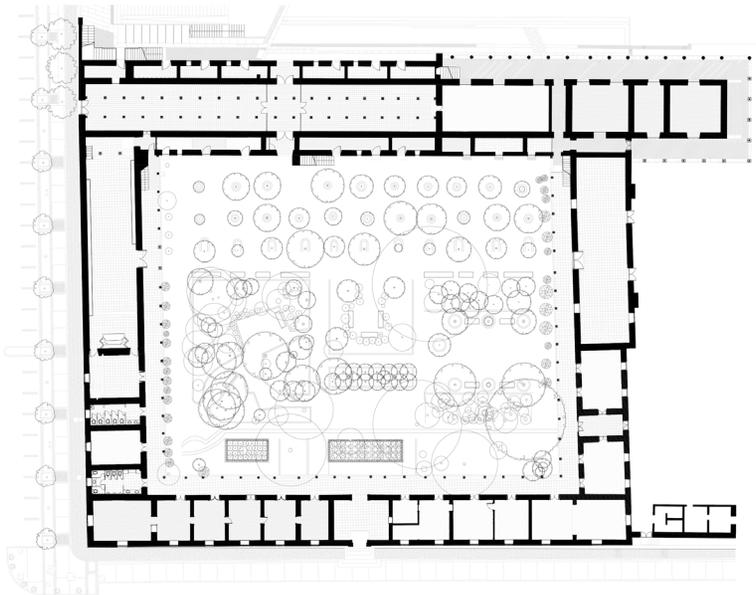
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TEMPLADO



CASONA CHILENA

PLANTA CASONA LO CONTADOR



La casa patrimonial chilena, originaria del siglo XVII, es una construcción tradicional del valle central de Chile heredera de la arquitectura rural de Andalucía, España. La distribución sigue el modelo de una alquería, donde los recintos del primer nivel –cuartos y bodegas conectados directamente al campo y el exterior– están destinados a servicio, y los del segundo nivel a habitaciones, con acceso desde el patio.

El cuerpo longitudinal de dos pisos posee un corredor de invierno, cerrado y orientado hacia el norte, y uno de verano, abierto hacia el patio vegetado y orientado hacia el sur.

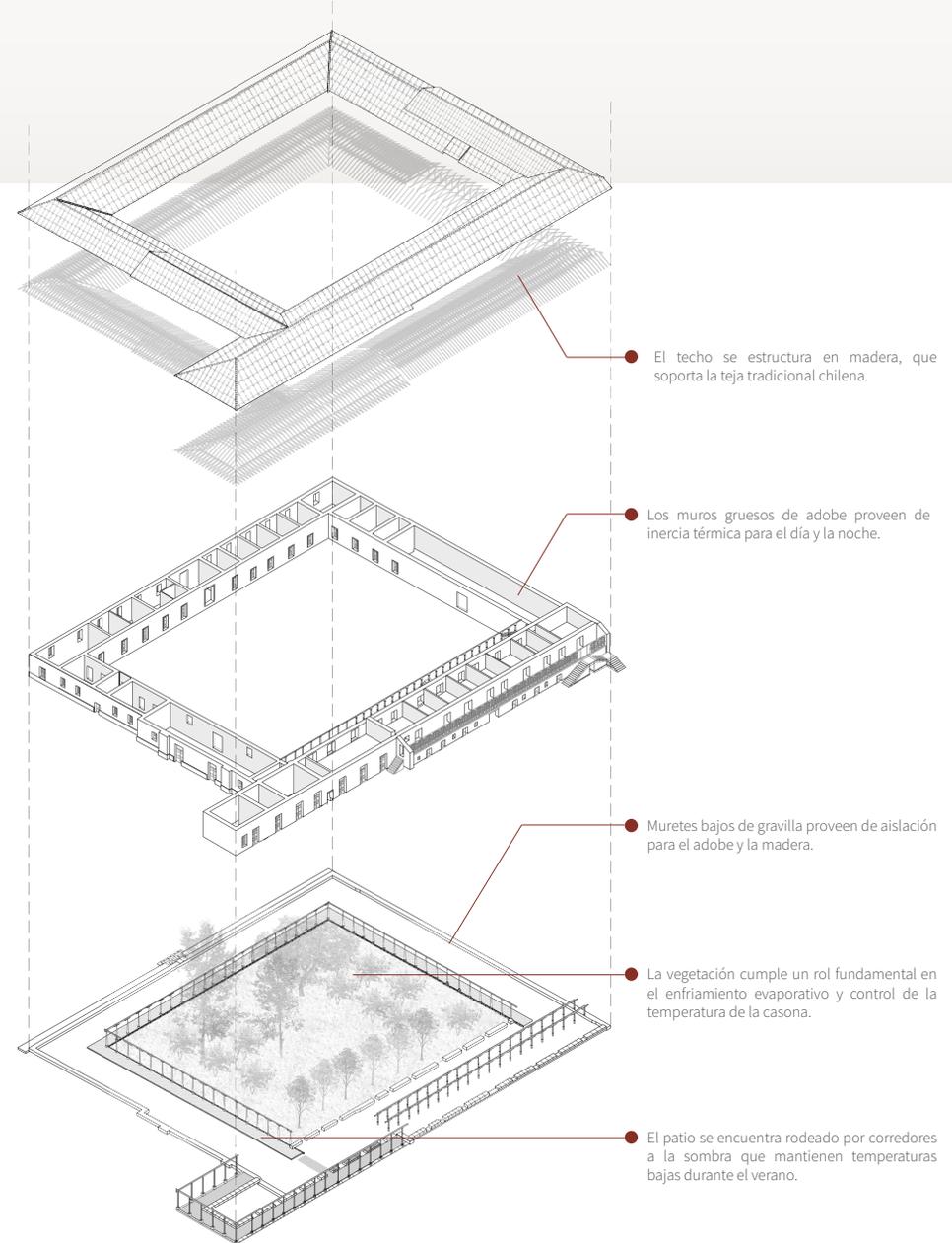
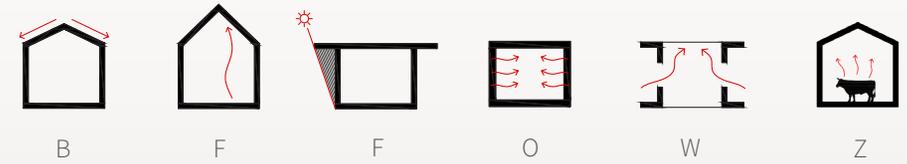


Fig 1. Axonométrica explotada Casona Lo Contador.
Colaboración Ciro Mansilla, ex-alumno del curso.

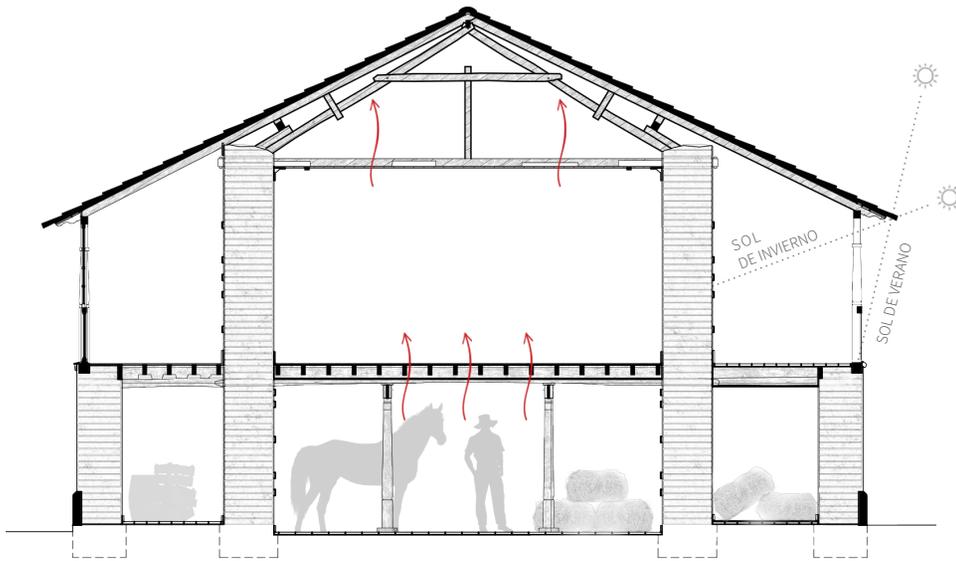
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TEMPLADO

CASONA CHILENA



CORTE CABALLERIZAS CASONA LO CONTADOR

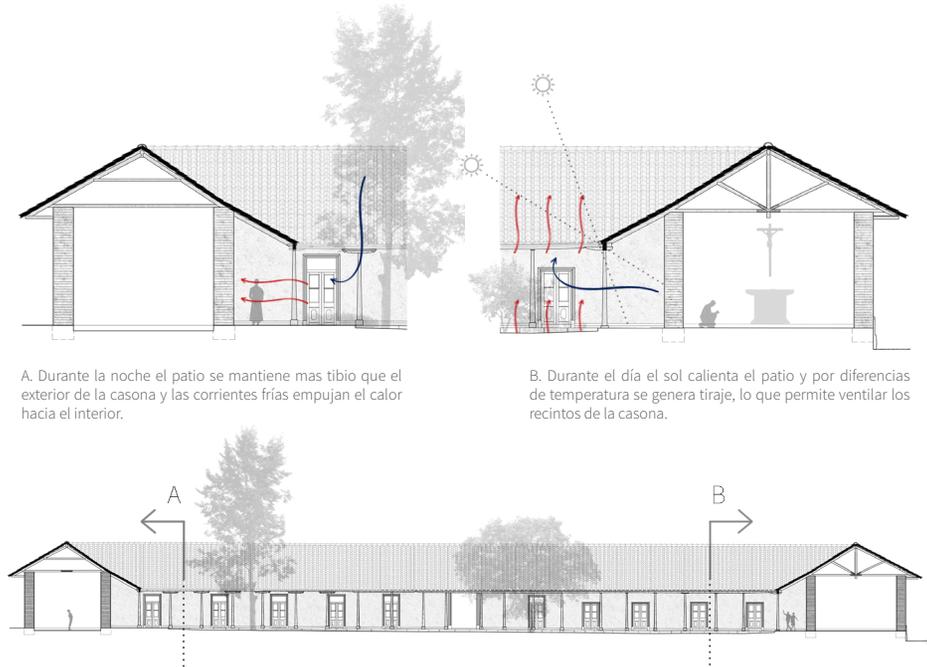


Las áreas de servicio y túneles comúnmente albergaban la cosecha y animales de pastoreo, que proveían de calor al resto de la casona.

Sobre una fundación que protege de la humedad y el agua, la casona se estructura en muros gruesos longitudinales de adobe que proveen de masa e inercia térmica, separados del segundo piso por un entramado de madera liviano. Las divisiones y el techo a la vista del segundo piso también están hechos de madera.

Los recintos de servicio se mantienen pegados al suelo, mientras que las habitaciones poseen gran altura. El patio interior, rodeado por anchos corredores a la sombra, posee acequias para el traslado del agua y mucha vegetación, que juntos ayudan al enfriamiento durante épocas de calor.

CORTE TRANSVERSAL CASONA CHILENA



A. Durante la noche el patio se mantiene mas tibio que el exterior de la casona y las corrientes frías empujan el calor hacia el interior.

B. Durante el día el sol calienta el patio y por diferencias de temperatura se genera tiraje, lo que permite ventilar los recintos de la casona.



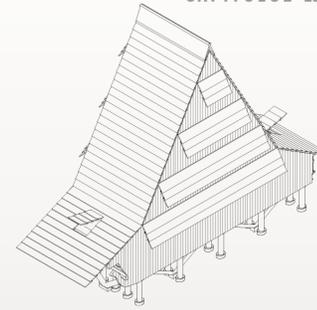
Fig 2. Vista hacia el corredor de verano de la casona Lo Contador.

Fig 3. Corredor oriente y vista al patio de los naranjos casona Lo Contador.

Fig 4. Vista hacia el patio desde el corredor de verano del segundo piso de la casona Lo Contador.

CASOS VERNÁCULOS

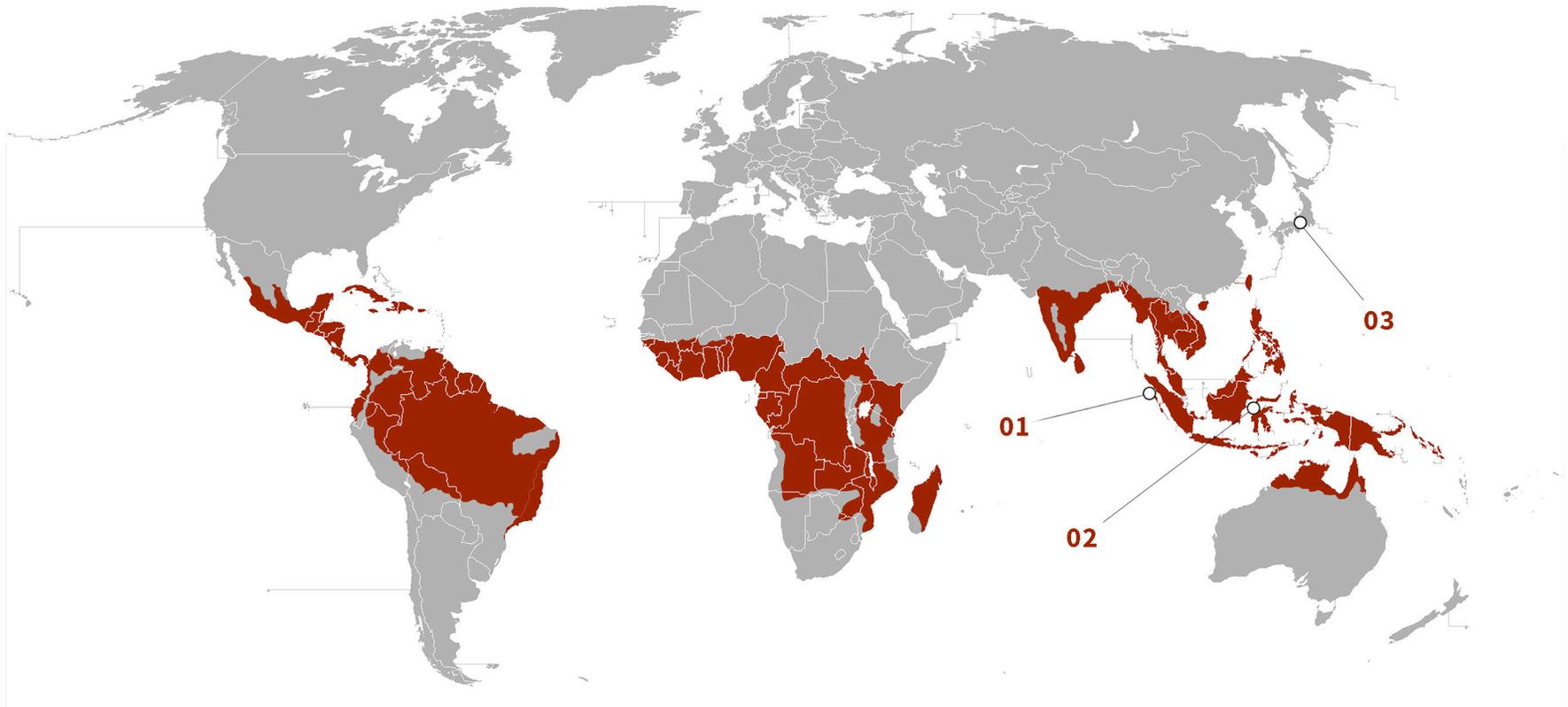
CLIMA TROPICAL



01 OMO SEBUAS

UBICACIÓN: ISLA NIAS, INDONESIA
SIGLO XIV
MATERIALIDAD: MADERA, PIEDRA, PALMA

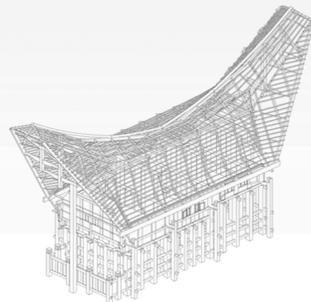
Viviendas alargadas de madera sobre pilares y piedras, con techo de hojas de palma. Posee espacios de gran altura y aperturas pequeñas.



CASA TONGKONAN 02

UBICACIÓN: SULAWESI, INDONESIA
N/A
MATERIALIDAD: MADERA, TRONCOS, BAMBÚ

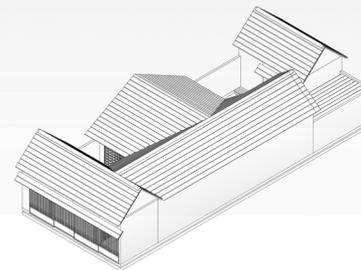
Vivienda sobre pilotes de madera o troncos, alargada, con cubierta de bambú crecido.



03 CASA MACHIYA

UBICACIÓN: KYOTO, JAPÓN
SIGLO X (PERÍODO HEIAN)
MATERIALIDAD: MADERA, TEJA, TIERRA COCIDA

Casa urbana alargada y adosada en sus lados mayores. Tiene desde uno, a dos y tres pisos. Posee espacios ventilados y estrategias de enfriamiento pasivo.

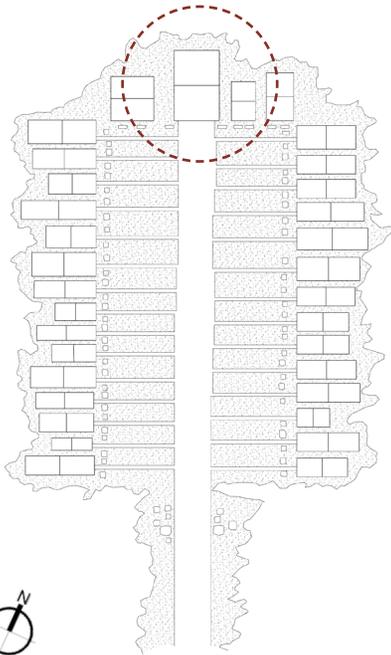


CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TROPICAL

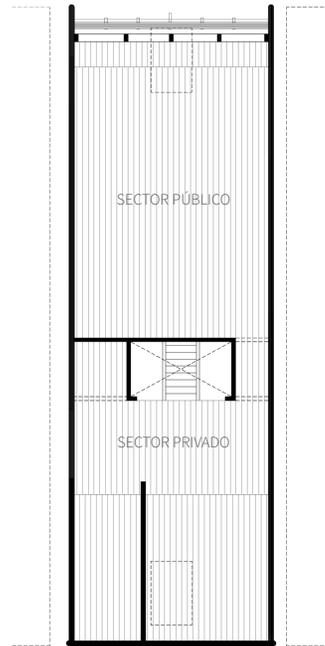


PLANTA EMPLAZAMIENTO ALDEA

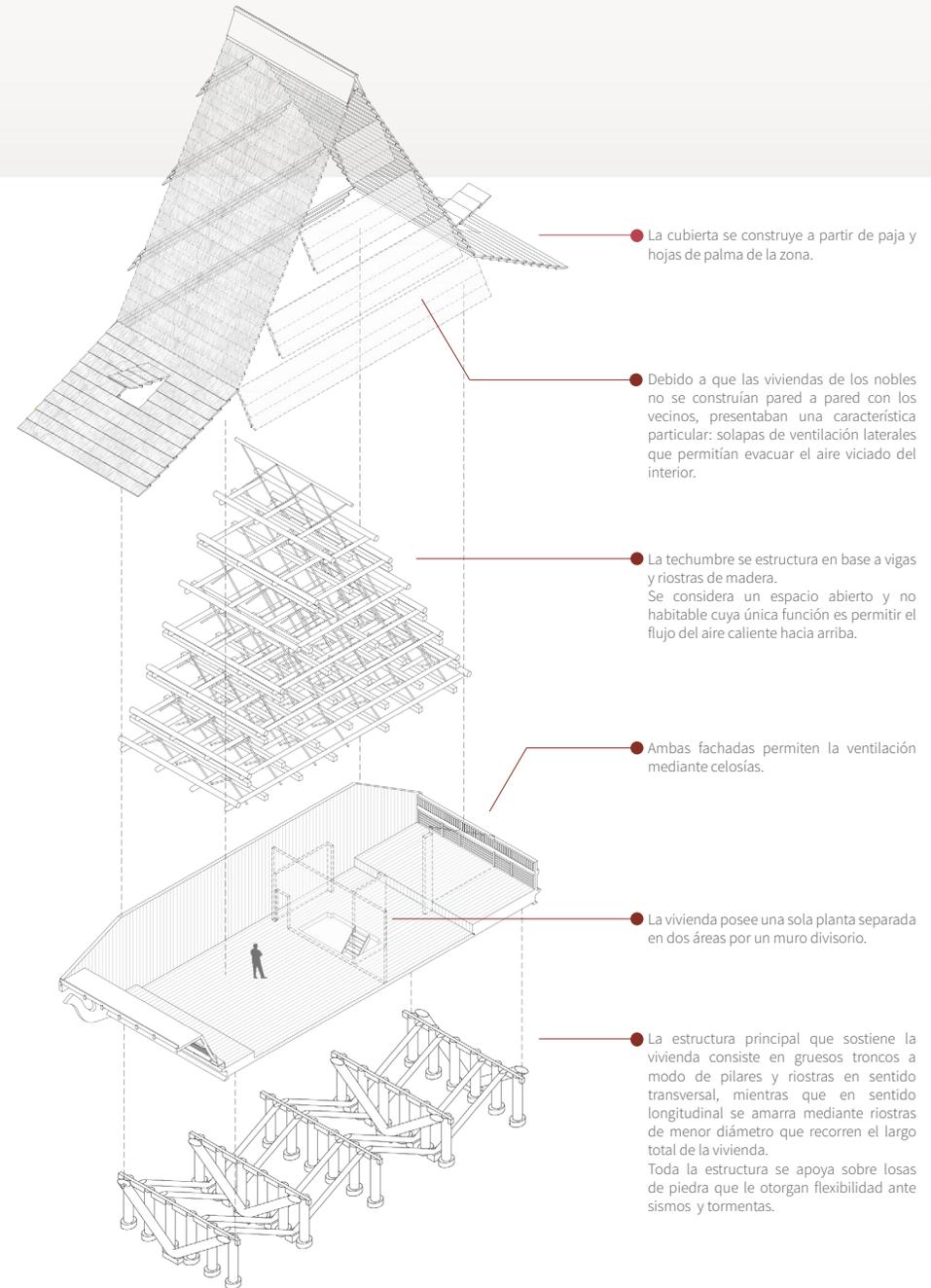


Este tipo de vivienda -características de la Isla Nias, en Indonesia- se construían para los jefes de cada aldea y se ubicaban al centro de éstas. Se estructuraban a partir de robustos pilares de tronco y de maderas unidas sin el uso de clavos, lo cual les brindaba una alta resistencia sísmica.

PLANTA OMO SEBUAS



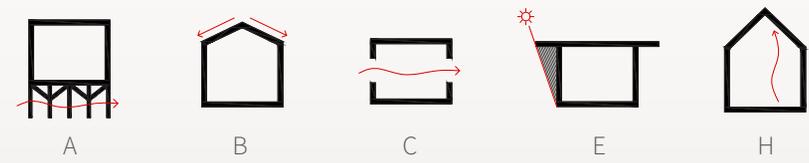
La planta de la vivienda es alargada y se separa en dos sectores, un gran espacio público al frente -hacia la fachada principal- y uno privado más pequeño, que contiene las habitaciones y que se ubica hacia la fachada posterior.



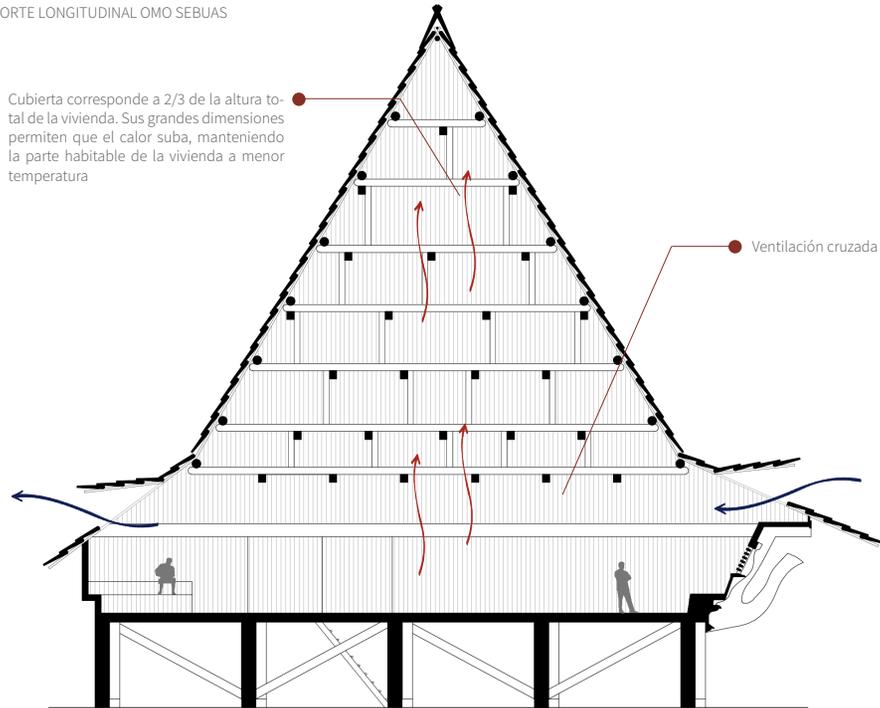
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TROPICAL

OMO SEBUAS



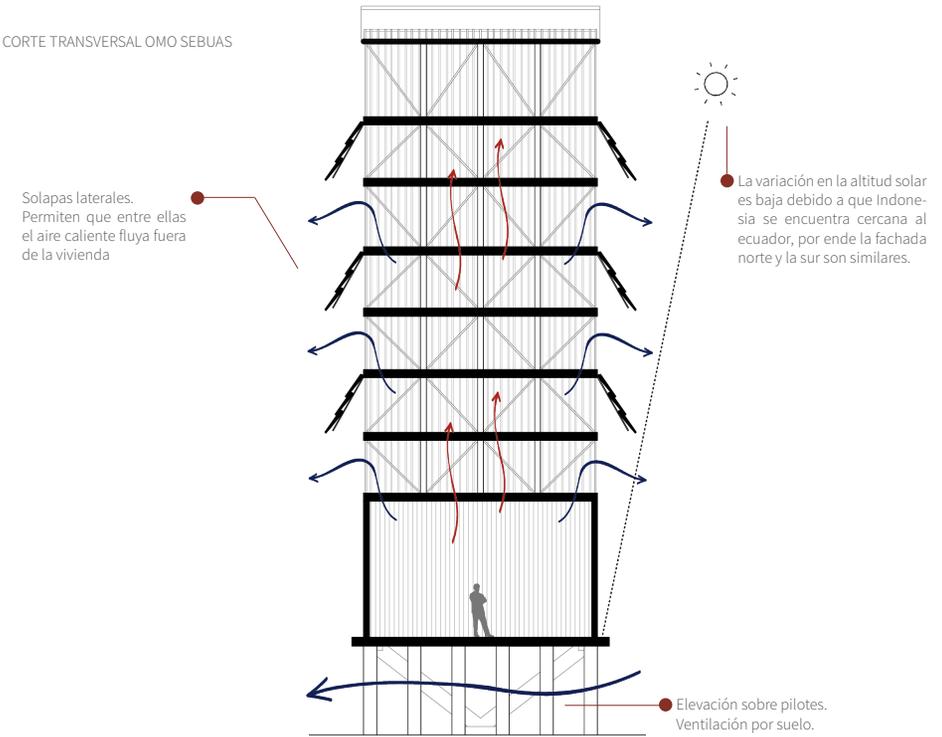
CORTE LONGITUDINAL OMO SEBUAS



Cubierta corresponde a 2/3 de la altura total de la vivienda. Sus grandes dimensiones permiten que el calor suba, manteniendo la parte habitable de la vivienda a menor temperatura

Ventilación cruzada

CORTE TRANSVERSAL OMO SEBUAS



Solapas laterales. Permiten que entre ellas el aire caliente fluya fuera de la vivienda

La variación en la altitud solar es baja debido a que Indonesia se encuentra cercana al ecuador, por ende la fachada norte y la sur son similares.

Elevación sobre pilotes. Ventilación por suelo.

Fueron construídas para la defensa lo que se refleja en diferentes estrategias como su elevación sobre pilotes; su fachada frontal inclinada; el uso de celosías para poder ver desde dentro; y el estratégico acceso a modo de escotilla, cuya escalera móvil podía retirarse en caso de que la aldea fuese atacada.

Las viviendas sólo se abren en su fachada frontal y posterior ya que hacia los lados se construyen de pared a pared con los vecinos. Ésto permite la ventilación cruzada cuando se abren las solapas móviles de la cubierta.



Fig 1. Vista frontal de fachada inclinada principal.

Fig 2. Vista en perspectiva, cubierta vegetal, aleros y solapas de la cubierta para ventilación.

Fig 3. Pilares y riostras sobre piedras sostienen la vivienda y resisten movimientos sísmicos.

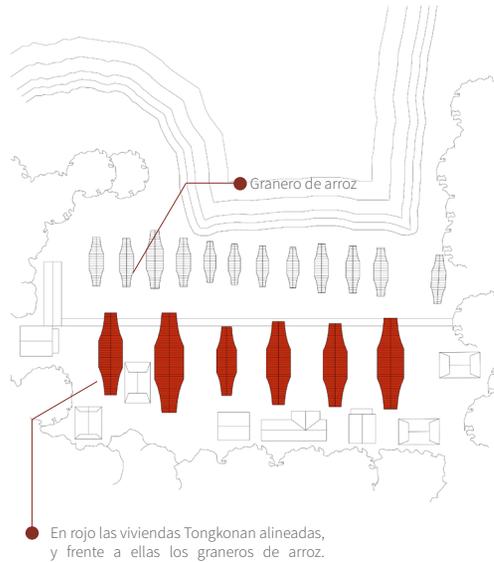
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TROPICAL

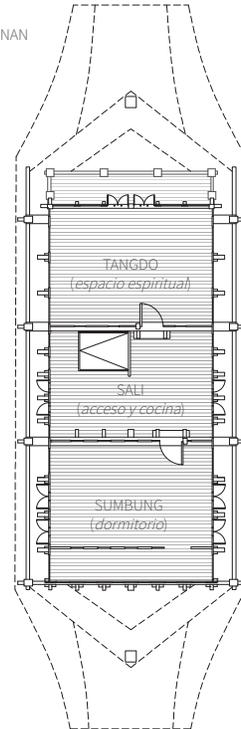
TONGKONAN



PLANTA EMPLAZAMIENTO ALDEA



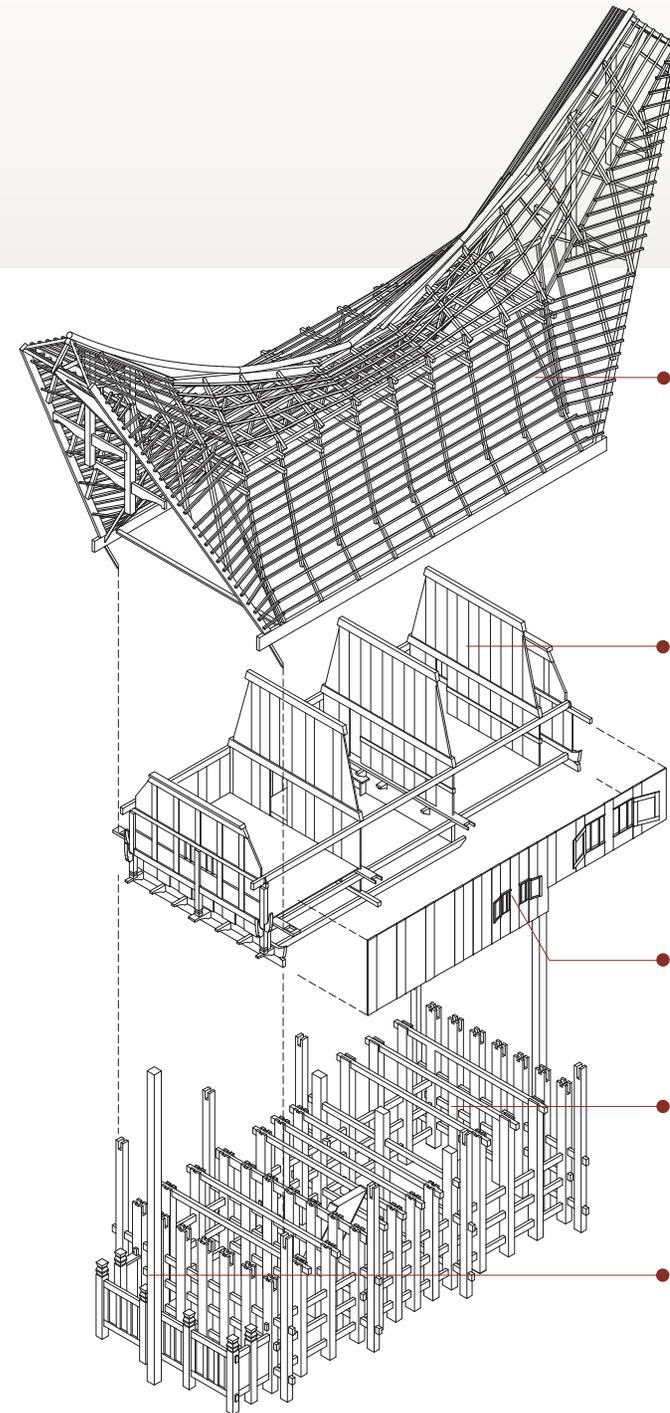
PLANTA TONGKONAN



Las tongkonan eran construidas únicamente para los nobles de cada pueblo, mientras que los plebeyos vivían en casas más pequeñas y menos decoradas. Éstas se orientan alineadas en dirección norte-sur y frente a cada una se ubica el granero de arroz de cada familia, que tiene una estructura similar a la vivienda).

En planta, la vivienda se divide en tres espacios: el de la fachada norte (tangdo), que corresponde al espacio espiritual; el central (sali) que contiene el acceso y la cocina; y el espacio posterior que corresponde al dormitorio (sumbung).

Los interiores son oscuros y estrechos, por lo que se usan para dormir y guardar cosas. Mientras que la vida cotidiana se realiza en el exterior.



● La estructura de cubierta consiste en una serie de vigas y riostras de bambú que se asemejan a la forma de una montura. El bambú permite crear una estructura ventilada y a la vez con baja transmisión térmica. Con el paso del tiempo la techumbre se cubre de helechos y las lluvias torrenciales los mantienen húmedos, de ésta manera la vivienda se mantiene permanentemente fresca.

● Al interior de la vivienda, tanto muros como suelo y cielo son de madera.

● Las ventanas pequeñas sumadas a la protección del alero, reducen la entrada de calor por radiación.

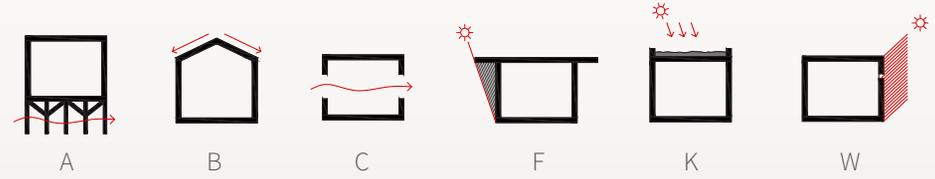
● La vivienda se eleva sobre una densa estructura de pilotes en la cual suele ubicarse el ganado o la producción. Al separarse del suelo, permite la continua ventilación de éste y el cuidado de la madera.

● La exagerada prolongación de la cubierta requiere de dos pilares de soporte, uno para el alero norte y otro para el sur. Estos están hechos a partir de troncos de palmeras altas de la zona.

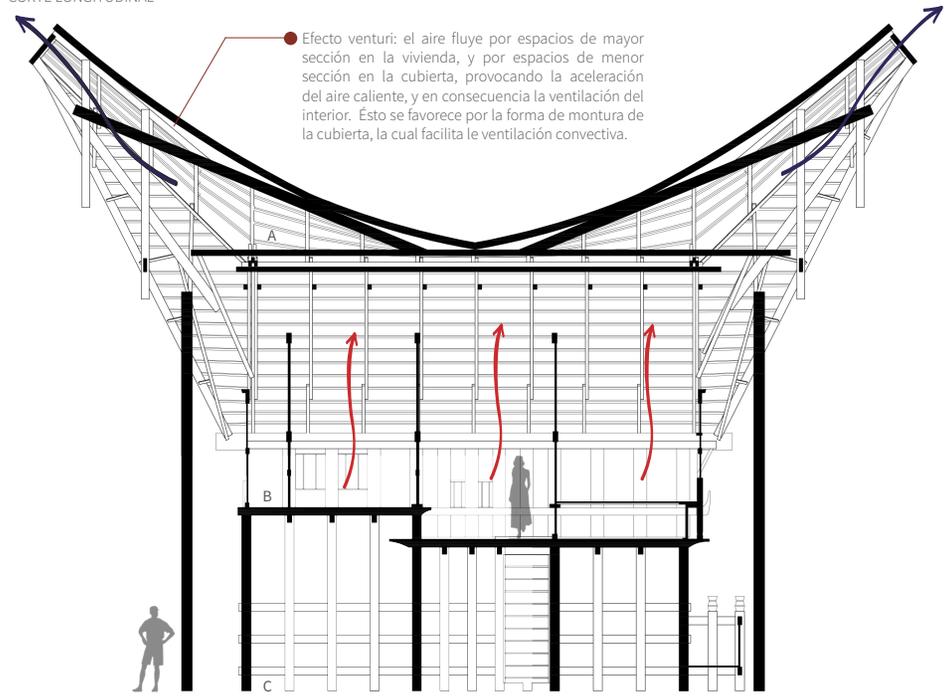
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TROPICAL

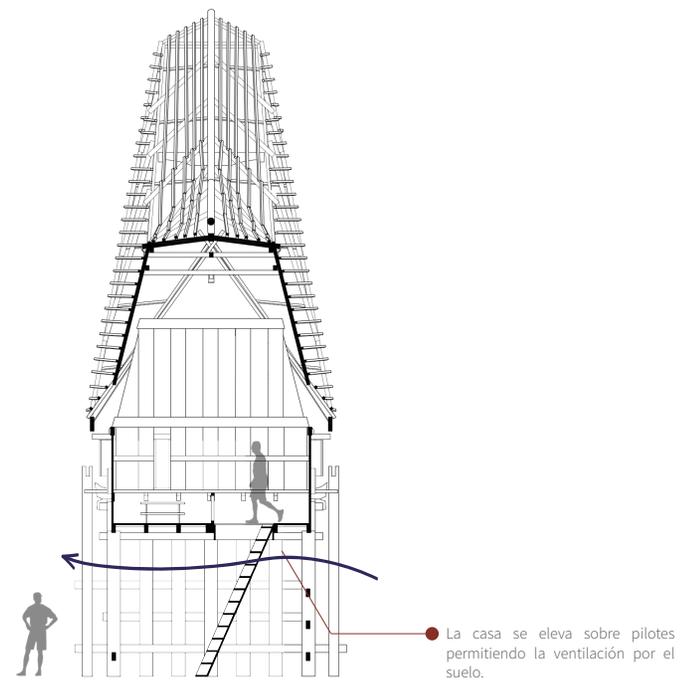
TONGKONAN



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL



Verticalmente la vivienda tongkonan se divide en tres niveles: (A) uno superior para guardar las reliquias, (B) un nivel medio para habitar y uno (C) inferior donde se guarda el ganado.

Por otro lado, se caracterizan por su aislación térmica de cubierta y por una baja humedad en el interior, características que son necesarias para obtener un mayor confort en la vivienda.

En los sectores de almacenaje de arroz se utilizan estrategias similares a las de las viviendas, sólo que en estructuras más pequeñas.



Fig 1. Tongkonan durante su construcción, la que puede llevar más de cuatro meses.

Fig 2. Pueblo Toraja: Buntu Pune. Vista hacia los graneros de arroz alineados.

Fig 3. Ritual Toraja en el espacio abierto entre viviendas y graneros.

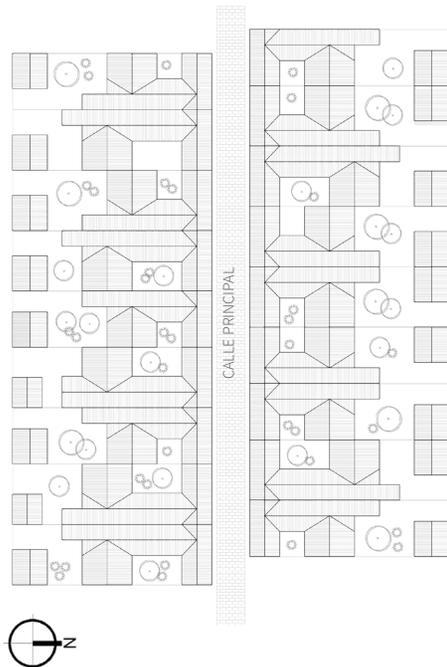
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TROPICAL

CASA MACHIYA

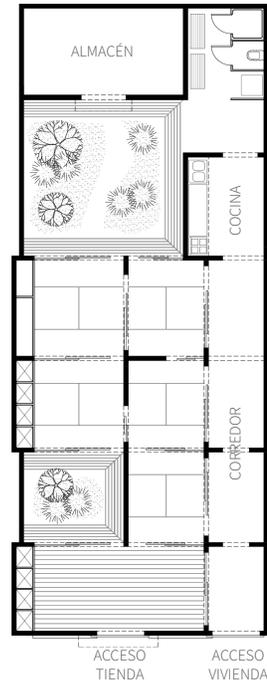


PLANTA DE EMPLAZAMIENTO ALDEA

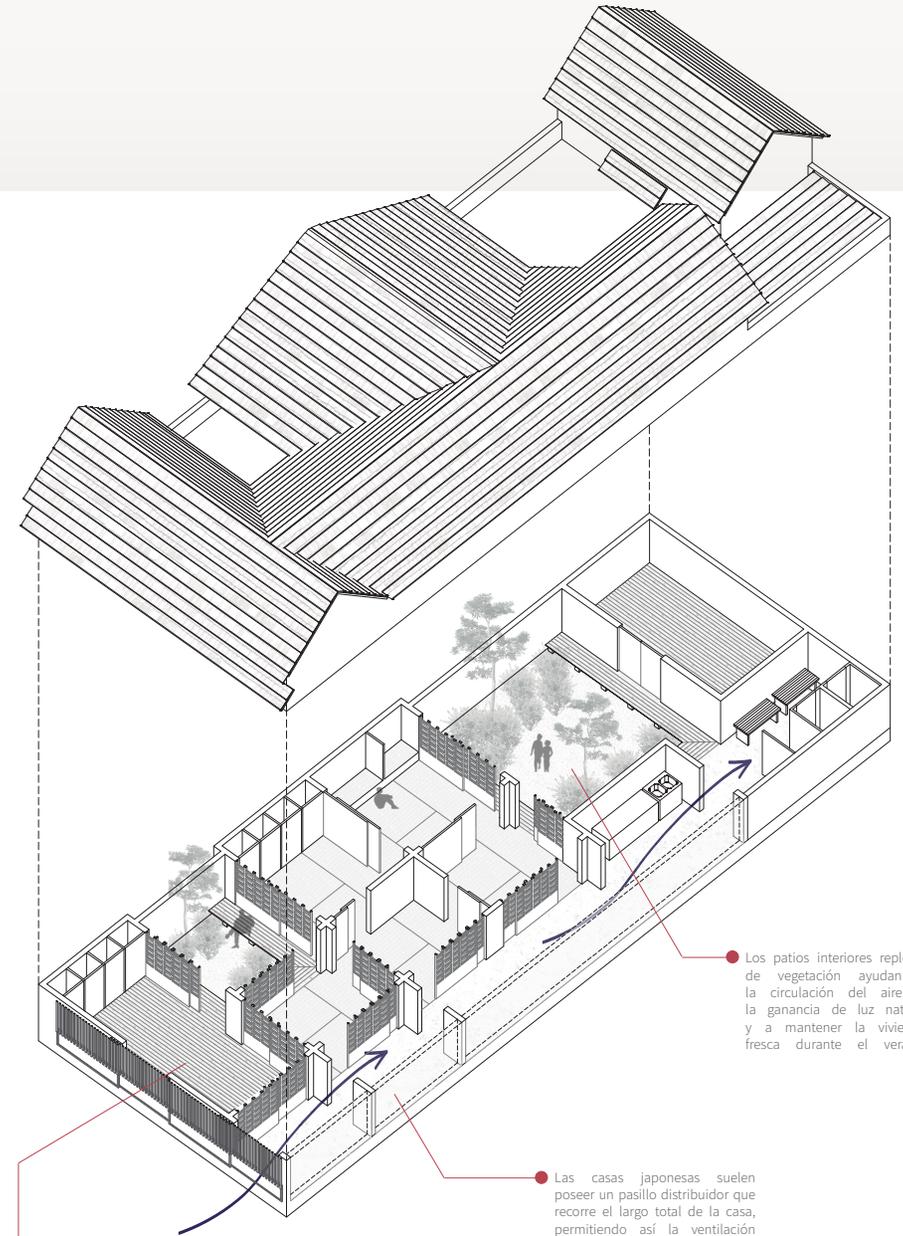


Las viviendas machiya, originarias de Japón, son casas urbanas alargadas con una fachada continua de entre 5 a 6 metros y una profundidad de hasta 20 metros. Estas casas, construidas principalmente de madera, tierra y tejas cocidas, se adosaban unas a otras en su lado más largo, compartiendo una estrecha calle entre ellas.

PLANTA VIVIENDA



Usualmente se agrupaban en pequeños barrios dedicados a un mismo rubro, ya fuese textiles, té o arroz, entre otros. Las casas podían ser de uno, dos y hasta tres pisos. Usualmente los dormitorios se ubican al fondo o en los pisos superiores.



Las casas machiya poseen una tienda en la parte frontal. Las habitaciones se van distribuyendo hacia atrás y por último se ubica la cocina, para de ésta manera evitar que los malos olores lleguen a la zona comercial.

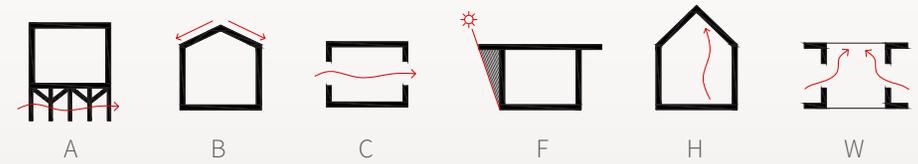
Las casas japonesas suelen poseer un pasillo distribuidor que recorre el largo total de la casa, permitiendo así la ventilación cruzada.

Los patios interiores repletos de vegetación ayudan a la circulación del aire, a la ganancia de luz natural y a mantener la vivienda fresca durante el verano.

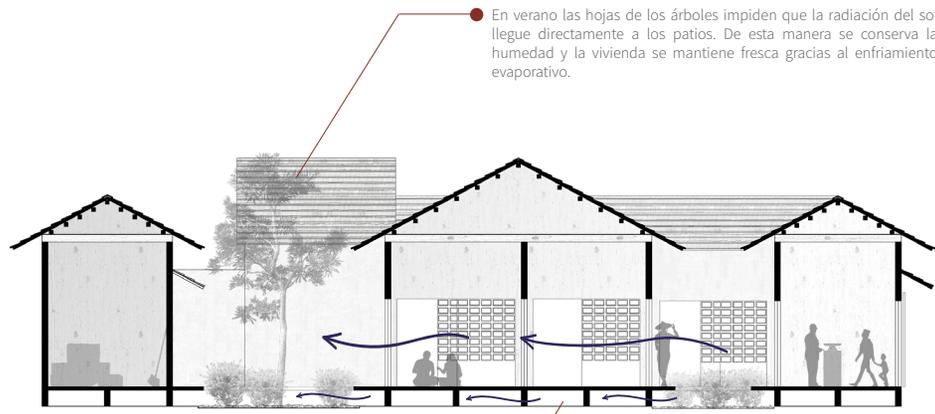
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA TROPICAL

CASA MACHIYA



CORTE LONGITUDINAL



● En verano las hojas de los árboles impiden que la radiación del sol llegue directamente a los patios. De esta manera se conserva la humedad y la vivienda se mantiene fresca gracias al enfriamiento evaporativo.

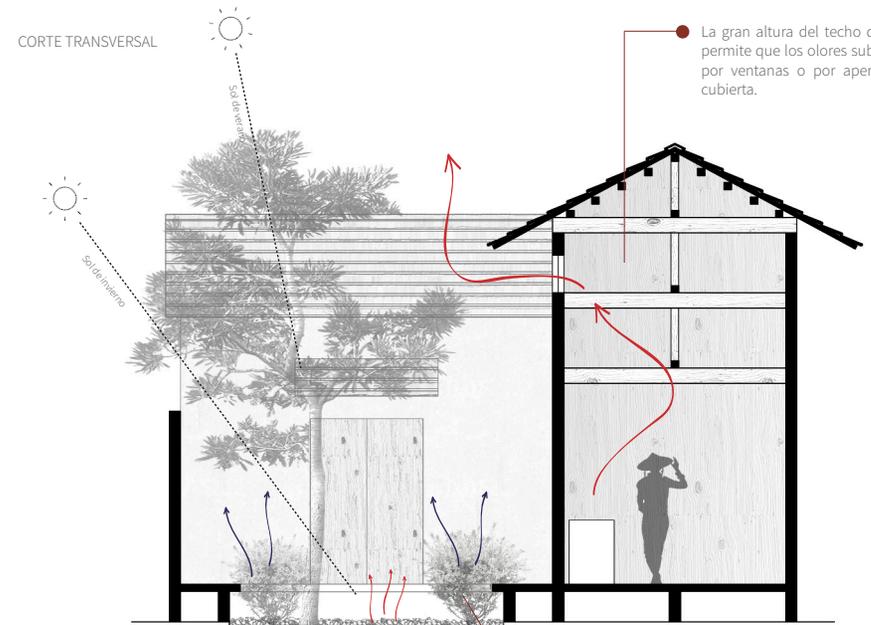
● La casa se eleva sobre una estructura de pilotes de madera, así, se ventila también por el suelo.

La fachada principal de la casa posee un tipo de puerta corredera llamada koshi que consiste en una celosía de madera que además de simbolizar la actividad a la que se dedica la familia, permite el flujo de aire y por ende la ventilación interior.

El resto de los recintos de la casa se separan mediante shojis o fusumas, ambas puertas correderas. Las primeras son de papel de arroz,

permitiendo el paso de la luz; y las segundas son opacas. Al ser correderas, pueden abrirse en verano produciendo corrientes de aire. Y su movimiento permite una diversificación del espacio según la ocasión lo requiera.

CORTE TRANSVERSAL



● La gran altura del techo de la cocina permite que los olores suban y salgan por ventanas o por aperturas en la cubierta.

● En invierno los árboles pierden sus hojas permitiendo que la radiación solar ingrese al patio y caliente las piedrecillas del jardín. Luego éstas reflejan el calor absorbido, manteniendo los patios a una mayor temperatura.

● Durante el verano la vegetación impide que la radiación llegue directamente al patio. La evaporación del agua de las plantas mantiene la humedad y así se enfría el aire que ingresa a la casa, manteniéndola fresca.



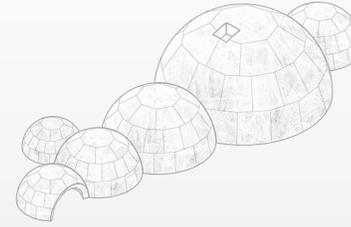
Fig 1. Vista del patio interior.

Fig 2. Vista frontal de una Machiya de dos pisos.

Fig 3. Vista en perspectiva de una calle típica de casas machiya en Kioto.

CASOS VERNÁCULOS

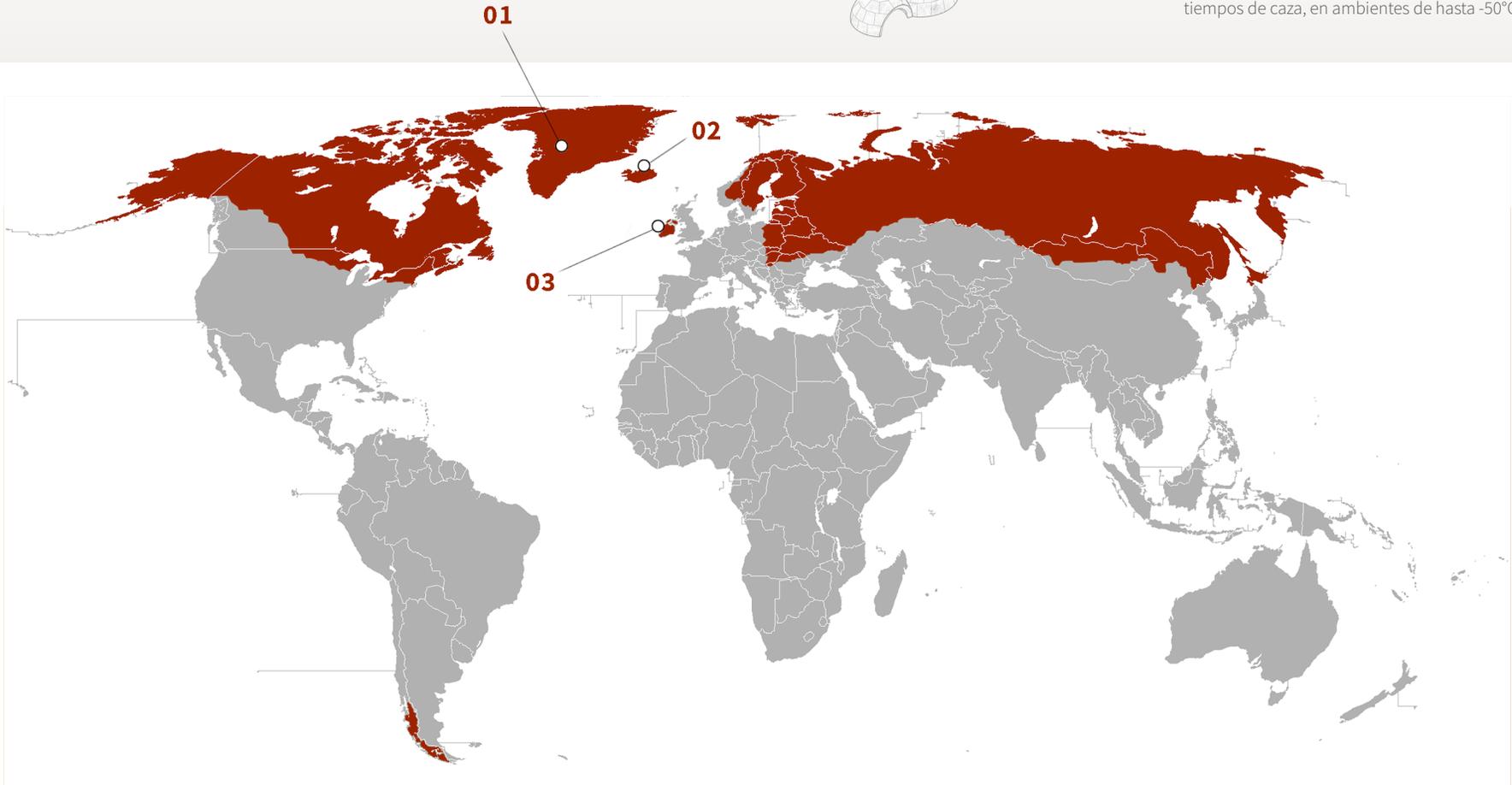
CLIMA FRÍO-POLAR



01 IGLÚ

UBICACIÓN: ÁRTICO / GROENLANDIA
12.000 A.P
MATERIALIDAD: NIEVE COMPACTA Y HIELO

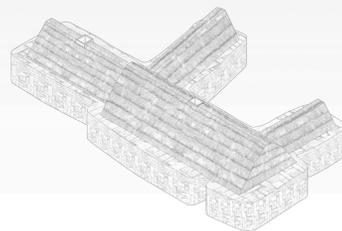
Vivienda transitoria usada por esquimales en tiempos de caza, en ambientes de hasta -50°C.



ICELANDIC TURF 02

UBICACIÓN: ISLANDIA
SIGLO X-XI
MATERIALIDAD: PIEDRA CALIZA, MADERA, PAJA

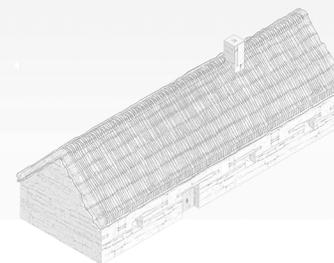
Casas islándicas que ofrecen altos niveles de aislación con muros de piedra y techo vegetal vivo.



03 IRISH COTTAGE

UBICACIÓN: IRLANDA
SIGLO XIX
MATERIALIDAD: PIEDRA CALIZA, MADERA Y PAJA

Pequeñas casas de campo con muros de piedra de hasta 60 centímetros, aisladas del frío y la humedad.

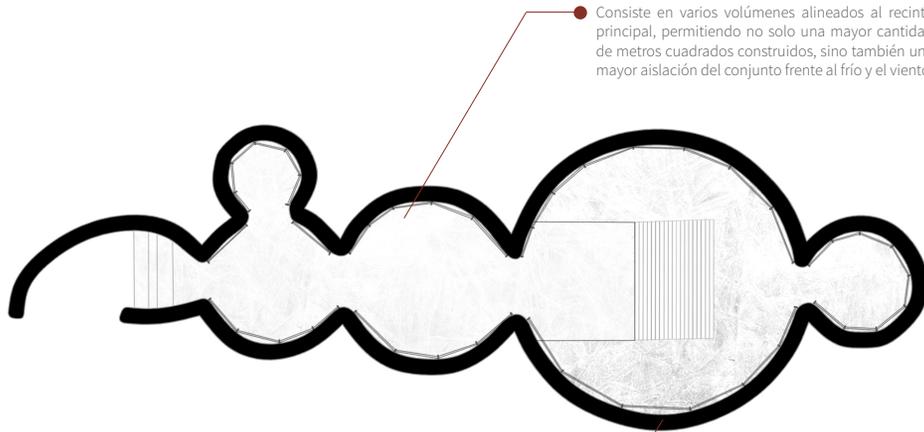


CASOS VERNÁCULOS

CLIMA FRÍO-POLAR



PLANTA IGLÚ

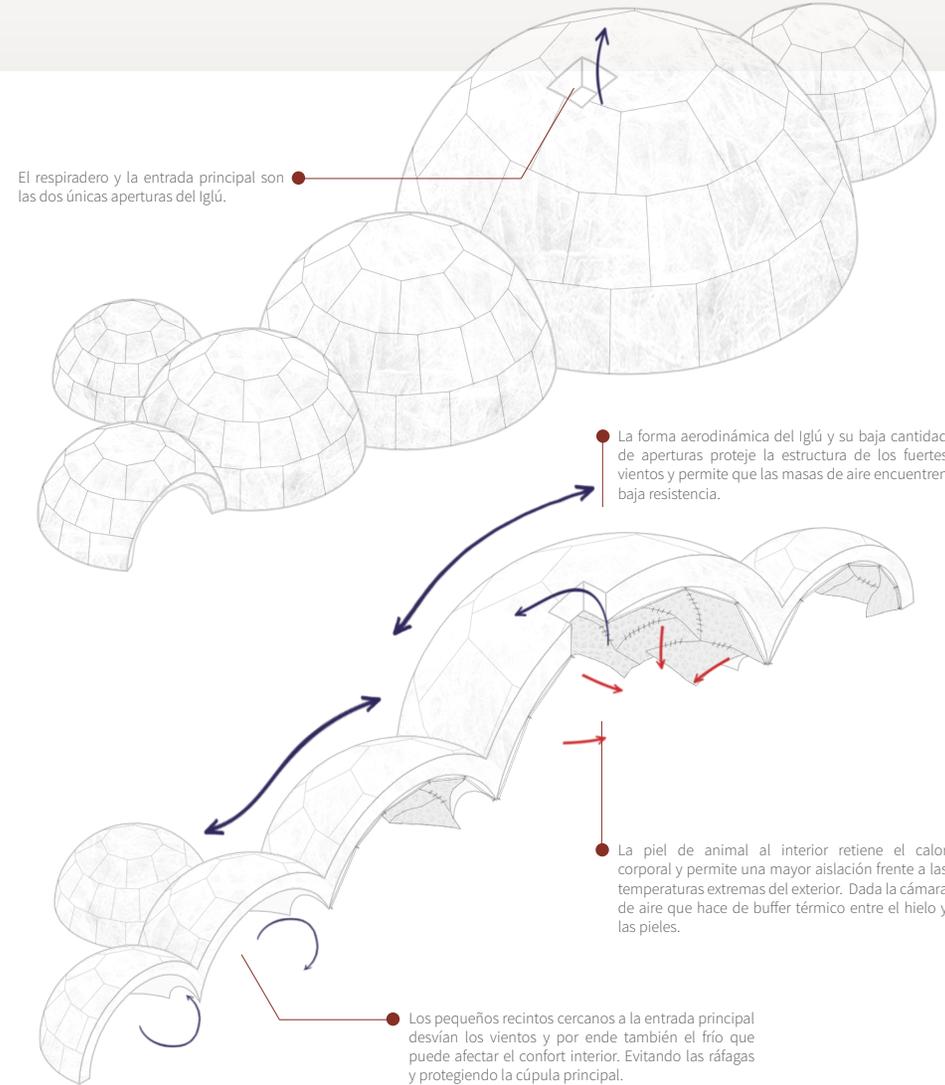


● Consiste en varios volúmenes alineados al recinto principal, permitiendo no solo una mayor cantidad de metros cuadrados construidos, sino también una mayor aislación del conjunto frente al frío y el viento.

● Construcción a partir de bloques de nieve compacta. La forma esférica aerodinámica protege del viento al total de la estructura. Mientras que el interior se aísla mediante diferencias de altura y pieles de animal.

Se encuentra principalmente en zonas con un clima frío extremo como Canadá, Groenlandia y el círculo polar Ártico, donde se pueden alcanzar temperaturas de hasta -50 grados y fuertes ráfagas de viento. El iglú sirve principalmente como vivienda transitoria para los esquimales en tiempos de caza.

Se construyen con bloques de nieve compacta y poseen pequeñas aperturas en contra de los vientos que sirven como entradas o respiraderos para la renovación del aire. Debido a los fuertes vientos, la forma esférica garantiza una baja superficie expuesta y un amplio interior.



● El respiradero y la entrada principal son las dos únicas aperturas del Iglú.

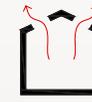
● La forma aerodinámica del Iglú y su baja cantidad de aperturas protege la estructura de los fuertes vientos y permite que las masas de aire encuentren baja resistencia.

● La piel de animal al interior retiene el calor corporal y permite una mayor aislación frente a las temperaturas extremas del exterior. Dada la cámara de aire que hace de buffer térmico entre el hielo y las pieles.

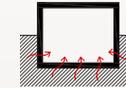
● Los pequeños recintos cercanos a la entrada principal desvían los vientos y por ende también el frío que puede afectar el confort interior. Evitando las ráfagas y protegiendo la cúpula principal.

CASOS VERNÁCULOS

CLIMA FRÍO-POLAR



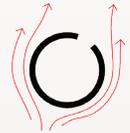
I



J

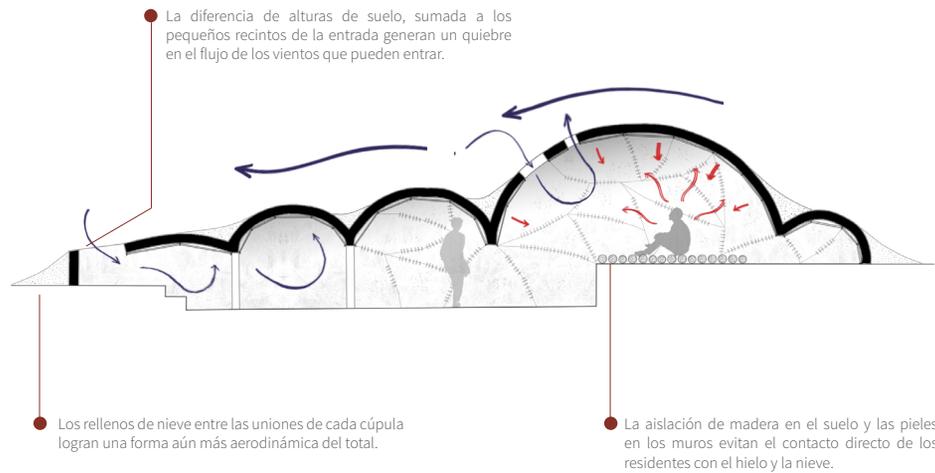


M

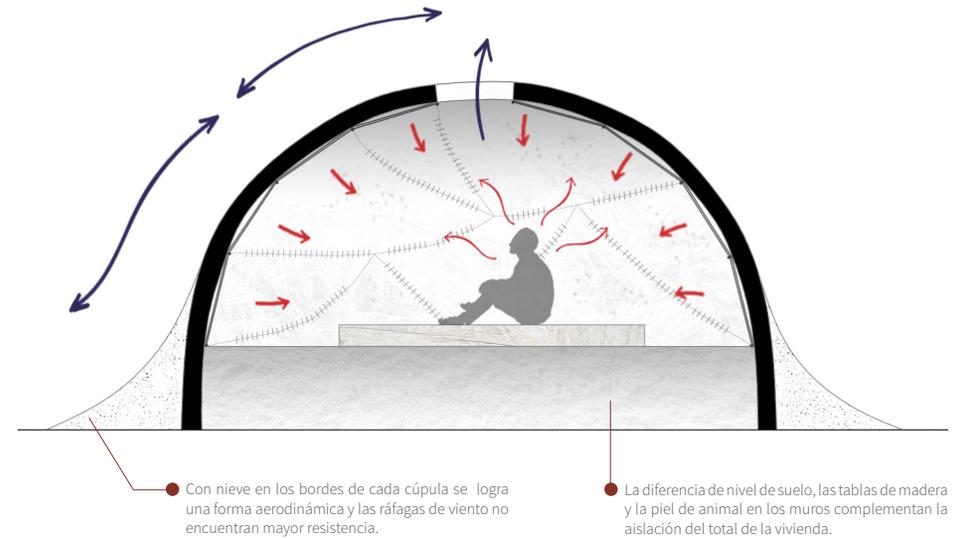


Y

CORTE LONGITUDINAL IGLÚ



CORTE TRANSVERSAL IGLÚ



Con velas o aceite de animales se derrite la primera capa interior de los bloques que luego se congela y sella el iglú en su interior. La densidad de la nieve es bastante menor que la del hielo, por lo tanto, su capacidad de aislación es mucho mayor. Si el exterior del iglú se encuentra a temperaturas bajas extremas, el interior puede llegar fácilmente a los 0 grados con una pequeña fuente de calor.

Los pueblos Inuit que habitan la zona ártica aprovecharon estas técnicas. La forma esférica del iglú reduce significativamente las pérdidas de calor, por su parte, el principal material es la nieve, presente en gran parte del territorio donde se construye.



Fig 1. Vista del acceso al iglú.

Fig 2. Vista muestra los distintos volúmenes que componen la vivienda.

Fig 3. Iglú en proceso de construcción.

CASOS VERNÁCULOS

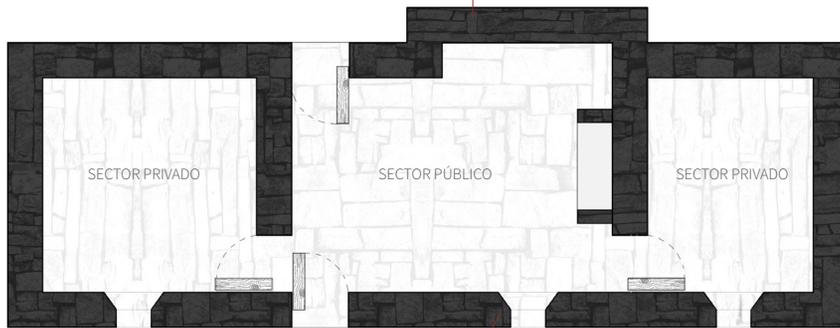
CLIMA FRÍO-POLAR

IRISH COTTAGE



PLANTA VIVIENDA IRLANDESA

Los gruesos muros de 60 centímetros de espesor aíslan la vivienda del frío y la humedad y a la vez funcionan como masa térmica capaz de mantener la temperatura interior gracias a la chimenea central de piedra, su fuente principal de calor.



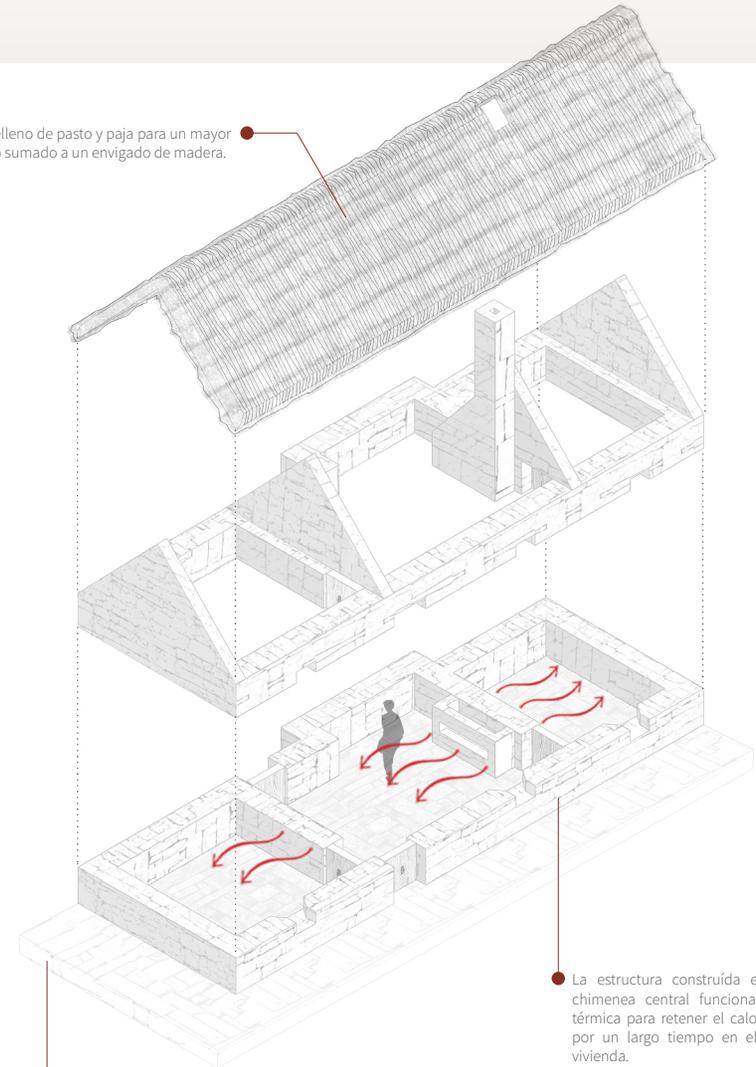
La orientación normalmente es sur, dada la predominancia de los vientos. La mayor parte de las aperturas se encuentran en la fachada sur con puertas bajas y pequeños vanos para la entrada de luz. El diseño de "embudo" en cada vano logra mayor iluminación.



Estas construcciones corresponden a pequeñas casas de campo utilizadas en sus inicios por granjeros irlandeses. Se estructuran a partir de muros de piedra caliza de 60 centímetros de espesor y un techo de vigas de madera y heno de baja altura. Esto permite mantener la temperatura de confort al interior de la vivienda considerando la humedad y el frío con lluvias repartidas de forma regular durante todo el año.

La chimenea de piedra cumple un rol fundamental como pieza central de la casa y elemento clave para suplir las bajas temperaturas.

Techo de relleno de pasto y paja para un mayor aislamiento sumado a un envigado de madera.



Basamento de piedra, que permite una separación del suelo generalmente húmedo y frío.

La estructura construida en piedra y la chimenea central funcionan como masa térmica para retener el calor y mantenerlo por un largo tiempo en el interior de la vivienda. Características como la construcción de pocos metros cuadrados o la baja altura de la casa, ayudan aún más a que el calor sea retenido.

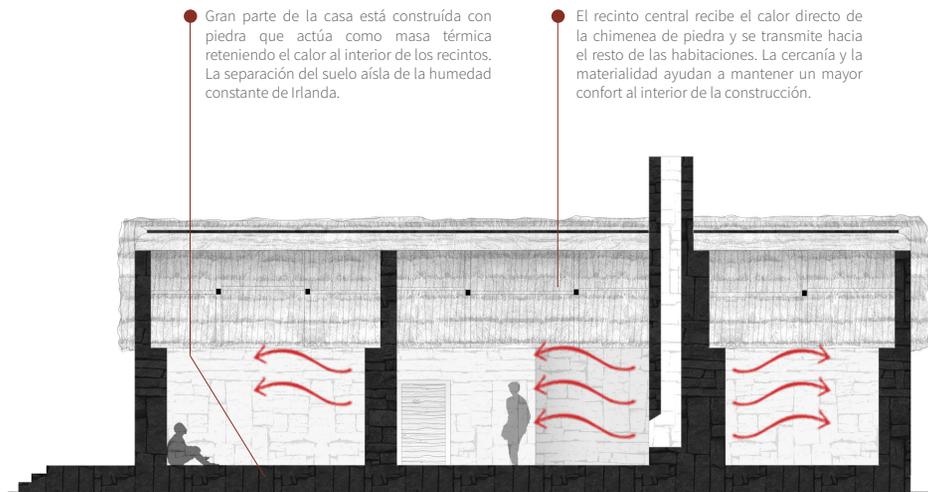
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA FRÍO-POLAR

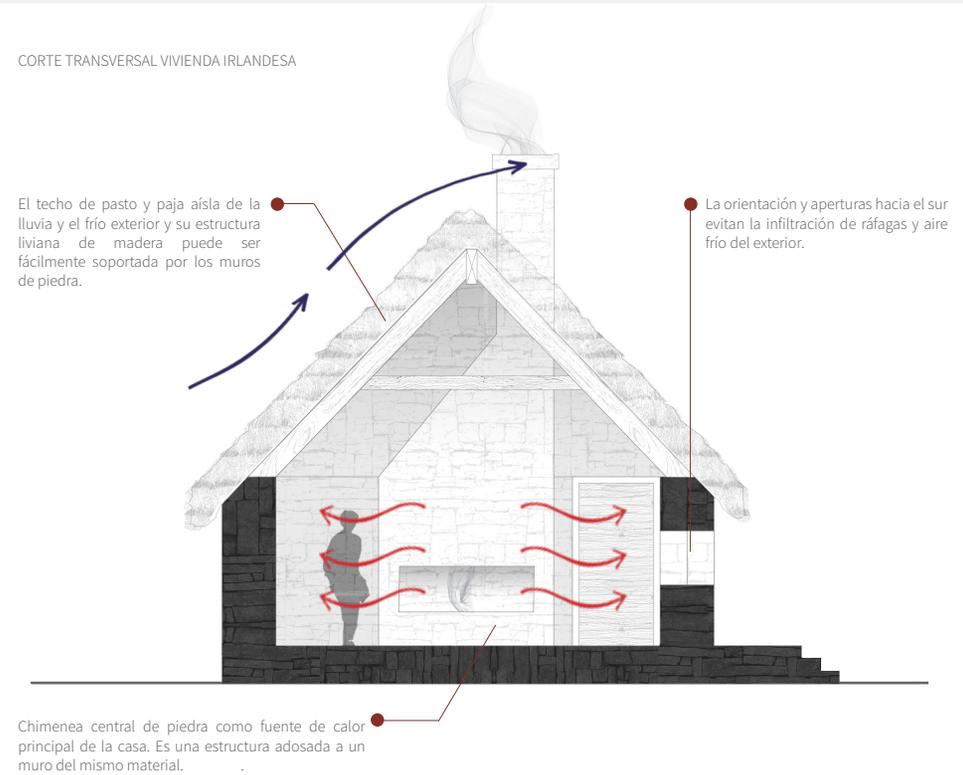
IRISH COTTAGE



CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA IRLANDESA



CORTE TRANSVERSAL VIVIENDA IRLANDESA



Algunas estrategias para aislación de suelo son el uso de arcilla amarilla como barro o las cenizas bajo este para un mejor aislamiento. En las casas más elaboradas se usaba piedra caliza sobre el barro para una aislación mucho más eficiente. La puerta también era aprovechada como apertura para la entrada de luz dadas las pocas y pequeñas ventanas.

La ventilación es bastante importante teniendo en cuenta la humedad interior y exterior, y el humo que podía generar la chimenea.



Fig 1. Vista en escorzo de la casa irlandesa.

Fig 2. Vista interior hacia la chimenea.

Fig 3. Vista exterior en perspectiva.

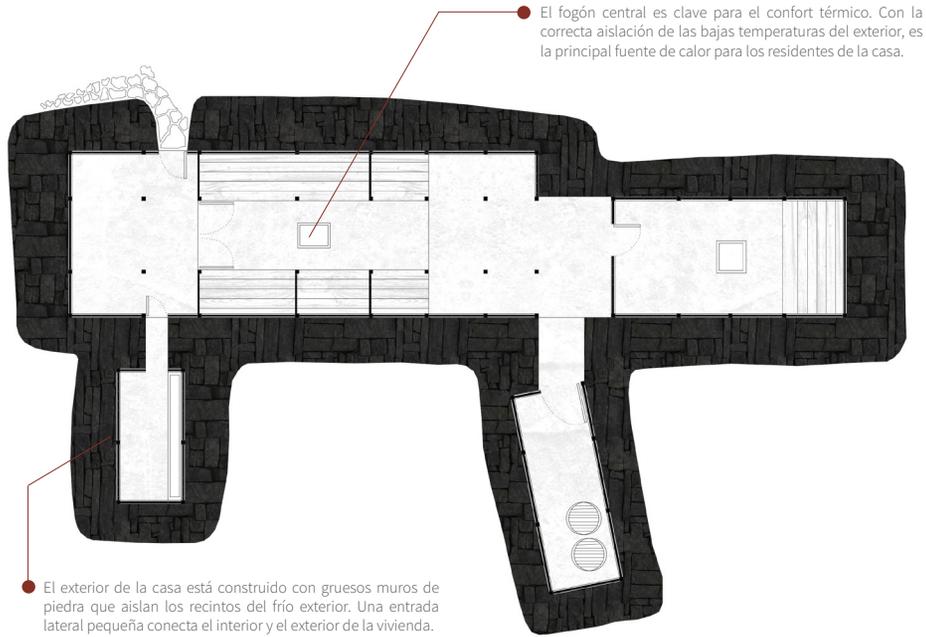
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA FRÍO-POLAR

ICELANDIC TURF

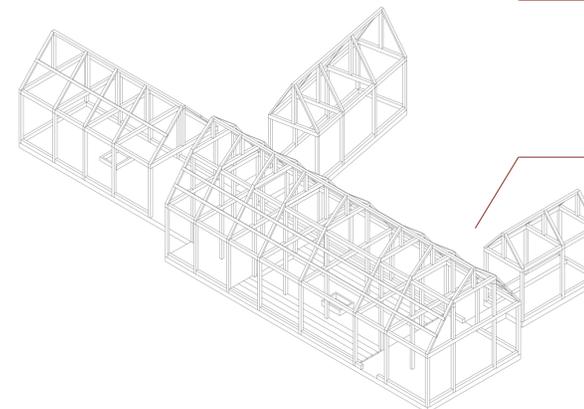
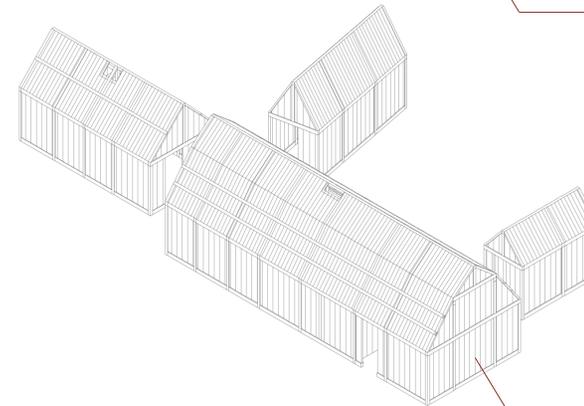
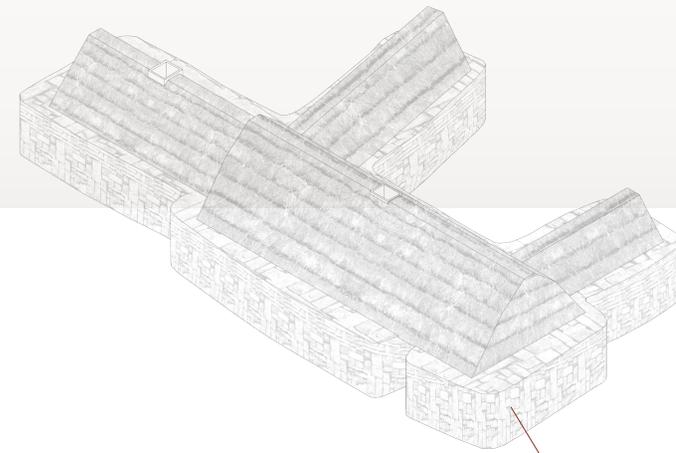


PLANTA ICELANDIC TURF HOUSE



La casa islandesa se desarrolla a partir del concepto de casa larga europea, albergando las funciones básicas de la casa tales como área de descanso; cocina; baños; e, incluso, establo para los animales. Se caracteriza por su largo y un centro marcado por un fogón. Alrededor del fuego se ubica un área de trabajo y descanso un poco más alta y separada del suelo por planchas de madera para evitar el contacto directo con suelo. La

vivienda se estructura a partir de un esqueleto de madera y planchas para luego ser cubierto por piedra y tierra con una capa vegetal viva que mantiene la casa totalmente aislada del frío exterior.



● Exterior de capa vegetal mantiene el interior hermético. La lluvia escurre y se filtra por la piedra y gravas.

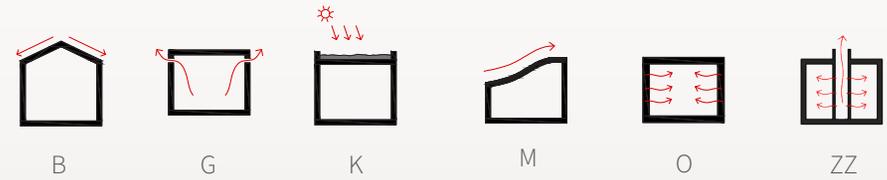
● El interior de la casa está separado de la grava y la capa vegetal por una capa de planchas de madera. Las planchas se ordenan sobre el esqueleto de vigas y pilares principal.

● El esqueleto principal de la casa se estructura a partir de vigas y pilares de madera.

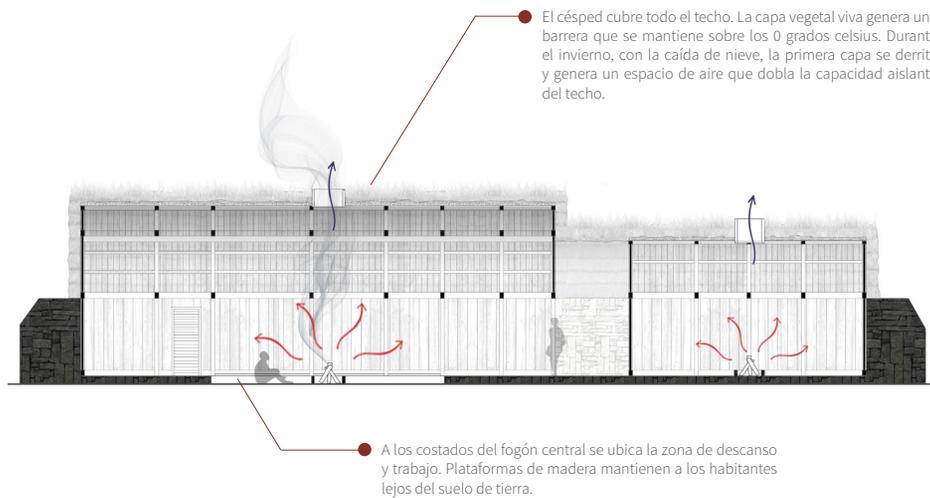
CASOS VERNÁCULOS

CLIMA FRÍO-POLAR

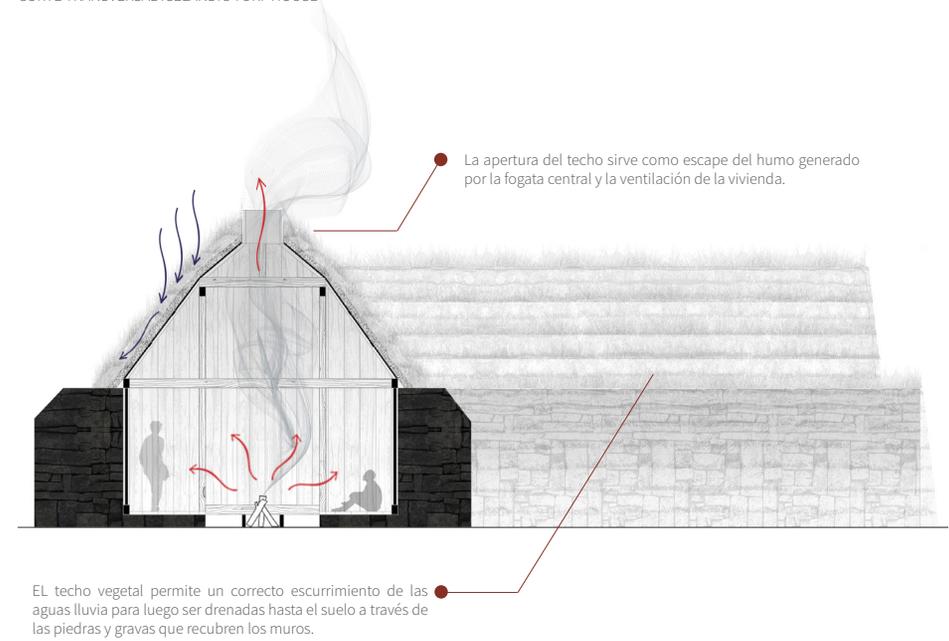
ICELANDIC TURF



CORTE LONGITUDINAL ICELANDIC TURF HOUSE



CORTE TRANSVERSAL ICELANDIC TURF HOUSE



En el exterior predomina una capa vegetal de césped que descansa sobre muros de piedra. La capa aísla del agua trasladándola hacia las gravas de los muros donde se drena hasta el suelo. Durante la época invernal, la nieve cubre la capa vegetal generando un espacio de aire entre ambas añadiendo otro aislante a la construcción principal.

La dirección predominante del viento es este. Las características irregulares de la geografía generan ráfagas de viento en las zonas bajas que llegan incluso a los 50 m/s. Las paredes de piedra maciza bloquean el viento mientras que el techo como continuidad de la cubierta principal no genera mayor resistencia.



Fig 1. y fig 2. Vista en perspectiva de varias casas irlandesas.
Fig 3. Vista de la entrada lateral.

CASOS CONTEMPORÁNEOS

Se presentará una selección de construcciones de arquitectura contemporánea en donde se hacen visibles estrategias de acondicionamiento pasivo de construcciones vernáculas.

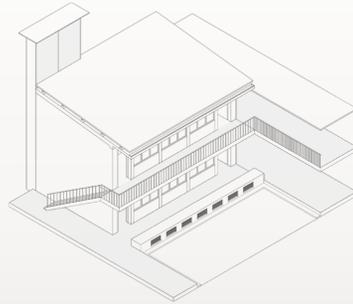
Estos casos buscan, a través del diseño, aportar en el mejoramiento energético de las edificaciones y entregarle al usuario un confort higrotérmico de manera pasiva.

LYCEÉ CHARLES DE GAULLE 01

ATELIERS LYON ASSOCIÉS, TRANSSOLAR, 2008

UBICACIÓN: DAMASCO, SIRIA
CLIMA DESÉRTICO (ESTEPA SUB-TROPICAL)
MATERIALIDAD: HORMIGÓN PREFABRICADO

Construida con materiales locales y diseñada para funcionar en ambientes desérticos. Posee sistemas pasivos de ventilación, chimenea solar y otros.

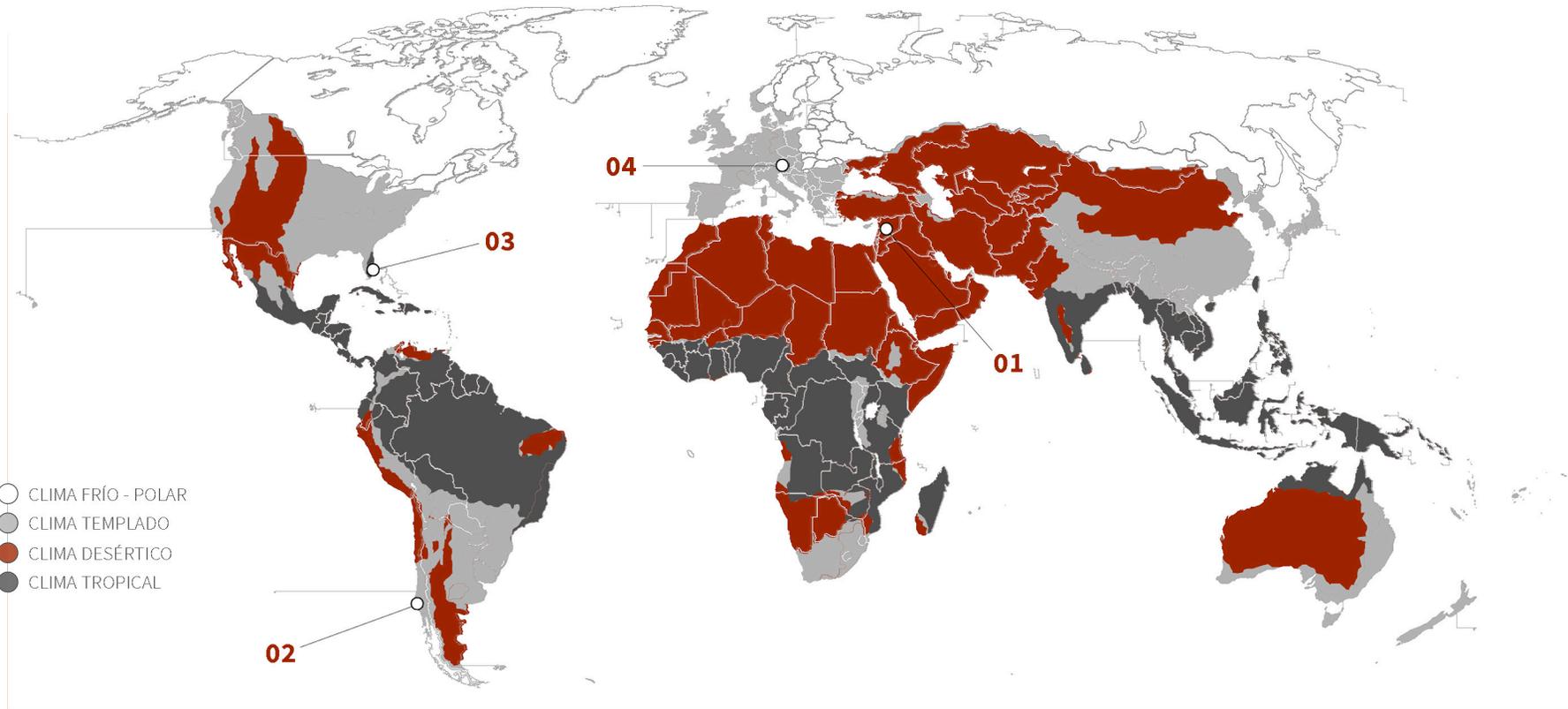
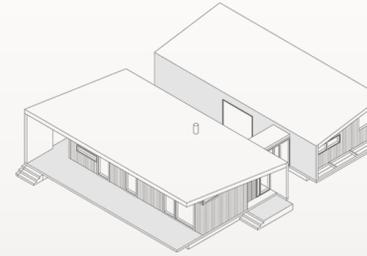


02 CASA IMPLUVIUM

LKDM ARQUITECTOS, 2014

UBICACIÓN: VALDIVIA, CHILE
CLIMA TEMPLADO VERANO SUAVE
MATERIALIDAD: HORMIGÓN (ZÓCALO), MADERA

La casa es de madera e implementa sistemas pasivos como la ventilación cruzada, el patio interior, la infiltración de aguas, masa térmica y aleros de protección solar.

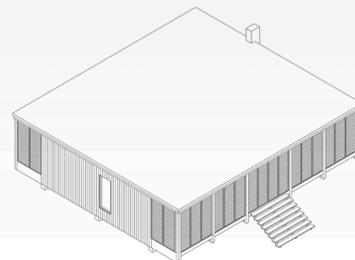


BRILLHART HOUSE 03

BRILLHART ARCHITECTURE, 2014

UBICACIÓN: FLORIDA, ESTADOS UNIDOS
CLIMA TROPICAL MONZÓNICO
MATERIALIDAD: HORMIGÓN, MADERA, ACERO

La casa Brillhart esta construída en madera, sobre acero y fundaciones de hormigón. Posee protecciones solares, ventilación y aislación.

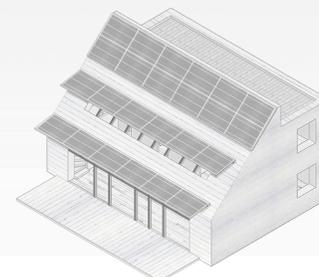


04 SOLAR AKTIV HOUSE

REINBERG ZT GmbH, 2009

UBICACIÓN: KRAIG, AUSTRIA
CLIMA FRÍO
MATERIALIDAD: HORMIGÓN, MADERA

Diseñada para hacer uso de fuentes de energía activas y pasivas a través del uso de la geometría espacial, orientación, paneles solares, y otros.



CASOS CONTEMPORÁNEOS

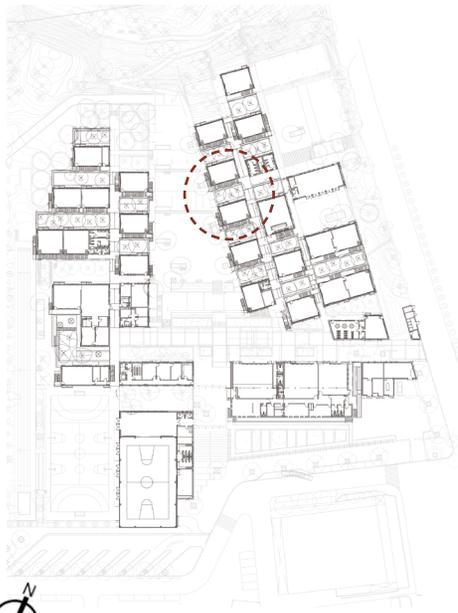
CLIMA DESÉRTICO



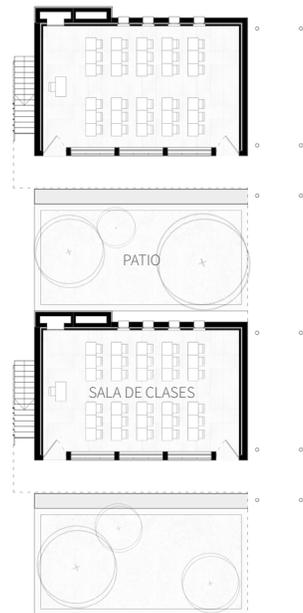
LYCÉE CHARLES DE GAULLE

ATELIERS LYON ASSOCIÉS, TRANSSOLAR, 2008

PLANTA COLEGIO

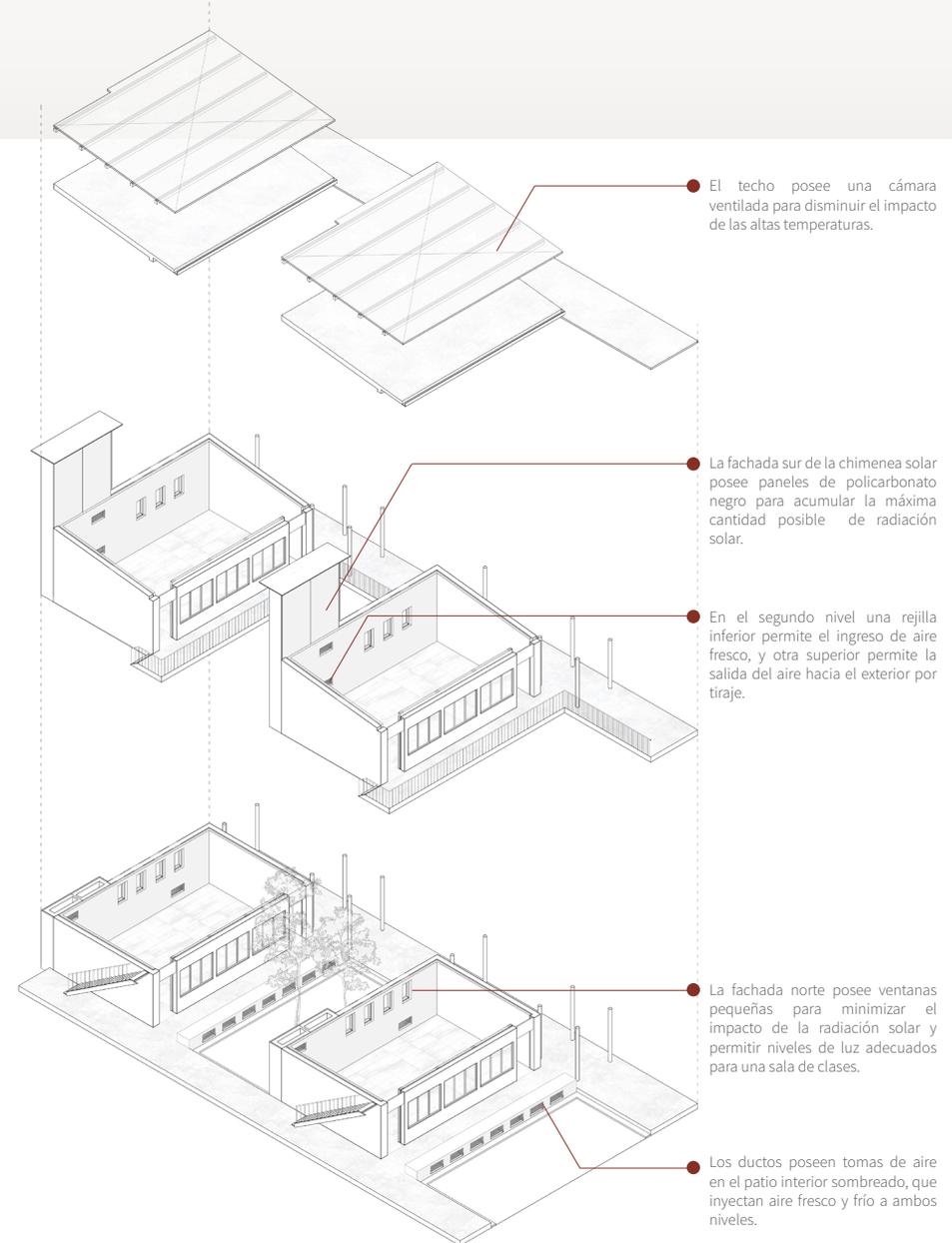


PLANTA DE DOS AULAS



La escuela francesa Charles de Gaulle, ubicada en Damasco, Siria, posee un diseño que se adapta al clima local y que descansa exclusivamente en técnicas pasivas, capaz de funcionar en días muy calurosos (hasta 38°C) y noches muy frías (hasta 0°C). La escuela se plantea en edificios pequeños de dos pisos separados por patios interiores resguardados por techos plegables de lona.

Así, ofrece al mismo tiempo bajas temperaturas y espacios de recreación vegetados. Se construyeron muros compuestos, donde una primera capa (exterior) se constituye de bloques de hormigón prefabricado, y la segunda (interior) de muretes delgados de hormigón armado, separados por una capa de aire.



CASOS CONTEMPORÁNEOS

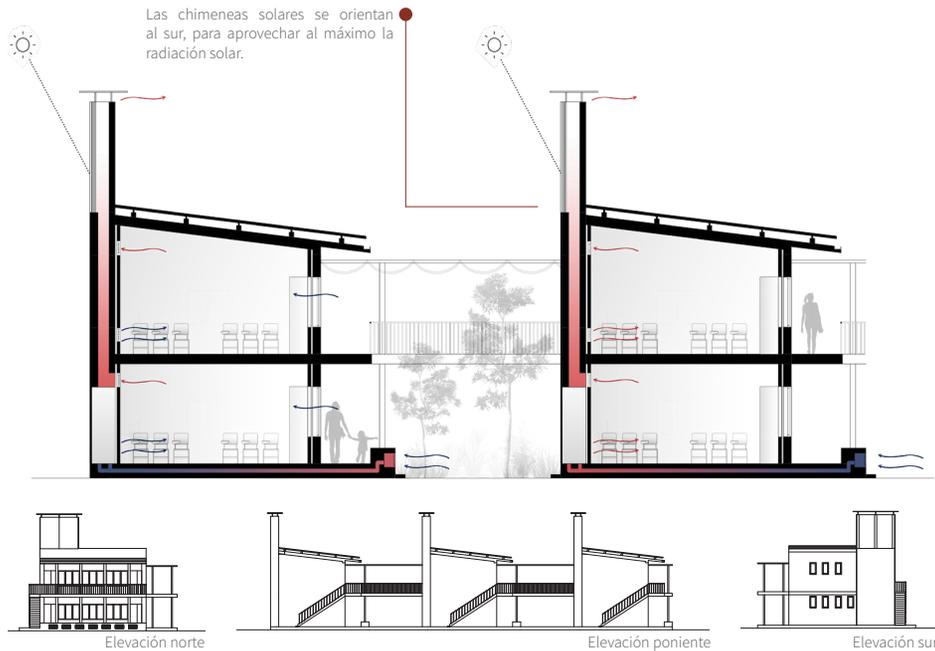
CLIMA DESÉRTICO

LYCÉE CHARLES DE GAULLE

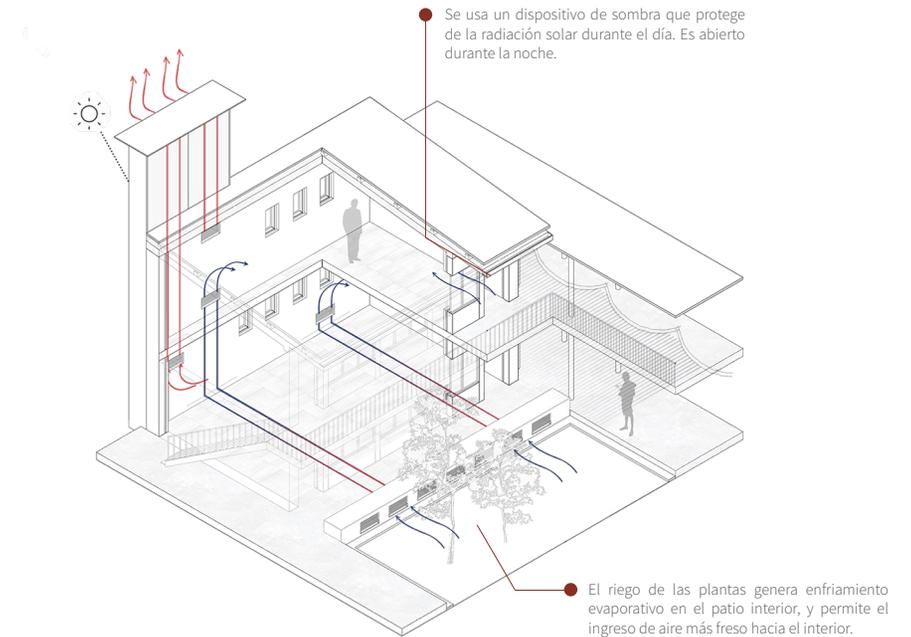
ATELIERS LYON ASSOCIÉS, TRANSOLAR, 2008



CORTE LONGITUDINAL



ISOMÉTRICA DE UN AULA



Todos los módulos cuentan con chimeneas solares que hacen tiraje a través de ductos subterráneos conectados con las salas y el patio interior. Los ductos utilizan la temperatura estable de la tierra, y permiten que el aire fresco sea inyectado a las salas. Al mismo tiempo, la chimenea solar genera ventilación natural y permite la renovación constante del aire.

Durante la noche, se abren las ventanas para el ingreso de aire fresco, que también es renovado por tiraje (la masa térmica acumulada le permite a la chimenea funcionar de noche). En invierno, el sistema utiliza el calor de la tierra para traer aire tibio al interior del edificio.



Fig 1. Fachada norte de una chimenea solar de la escuela.

Fig 2. Vista nocturna desde la fachada poniente de varios módulos de salas de clases.

Fig 3. Patio interior con techo retráctil.

CASOS CONTEMPORÁNEOS

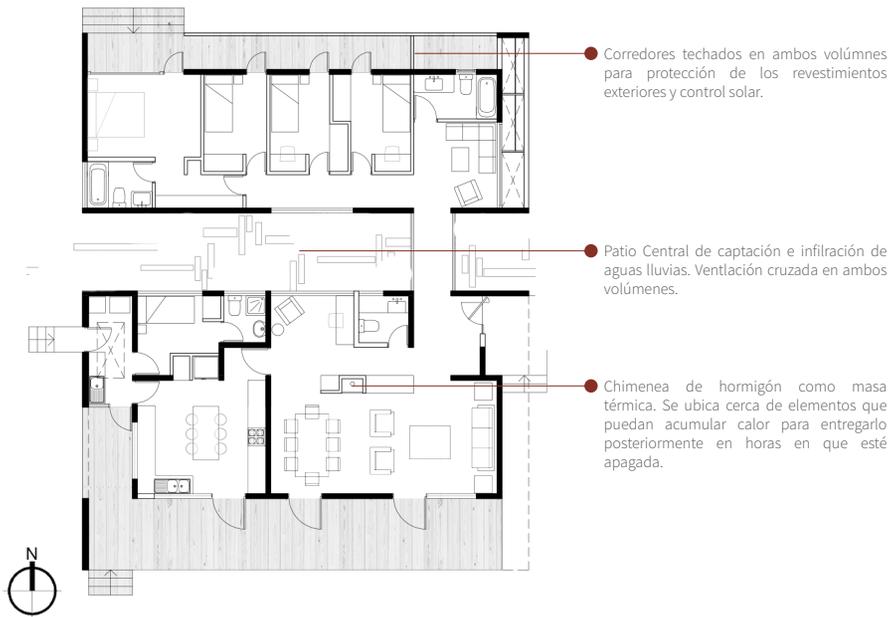
CLIMA TEMPLADO

CASA IMPLUVIUM

MAURICIO LAMA, LKDM ARQUITECTOS, 2014

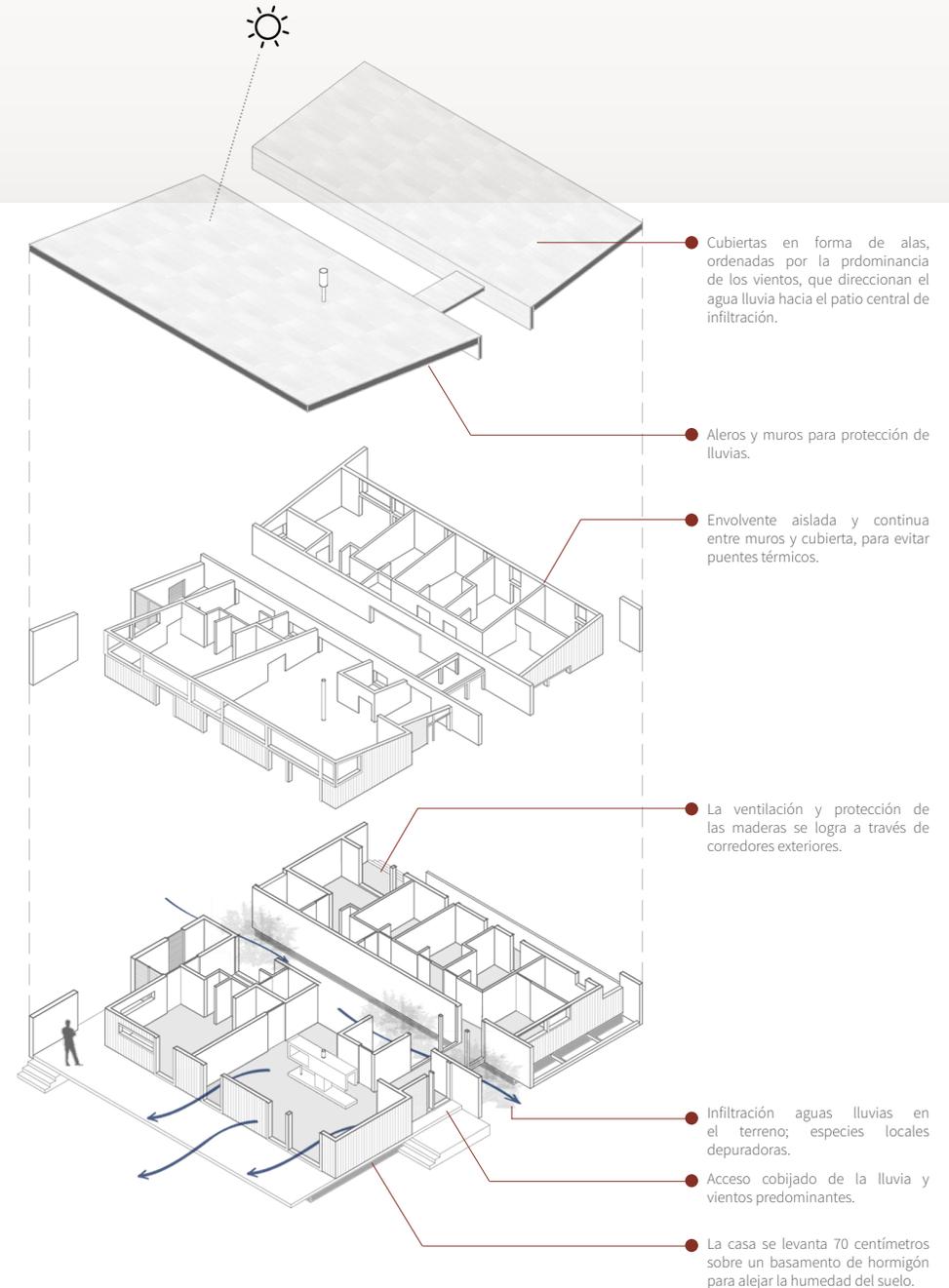


PLANTA CASA IMPLUVIUM



Formal y espacialmente, la vivienda busca fundar sus orígenes en la observación sensible del clima local, en el cual la predominancia de la lluvia detonó en un diseño que hiciera de esta condición la materia del proyecto. Sus muros y cubiertas continuas se plantean en forma de alas que se ordenan con el viento y direccionan el agua lluvia hacia un patio central de infiltración.

Por medio del diseño arquitectónico el agua tomó un rol protagónico como parte del paisaje doméstico, y a su vez, el patio central de captación de aguas lluvia permitió desarrollar las estrategias de diseño pasivo de la vivienda, para aportar naturalmente condiciones de habitabilidad en su interior sin requerir de mucha energía externa para su funcionamiento.



CASOS CONTEMPORÁNEOS

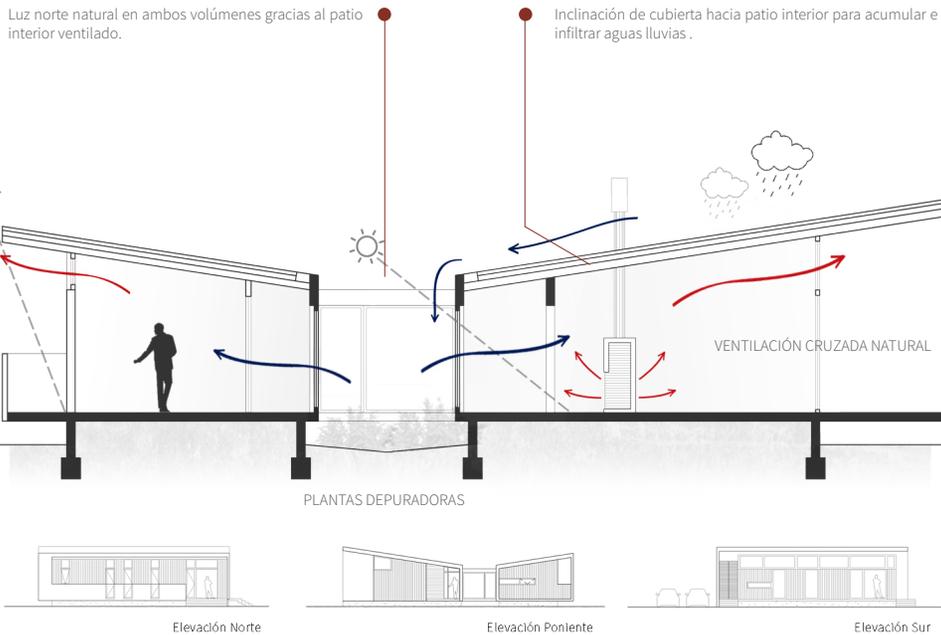
CLIMA TEMPLADO

CASA IMPLUVIUM

MAURICIO LAMA, LKDM ARQUITECTOS, 2014



CORTE LONGITUDINAL CASA IMPLUVIUM



El proyecto cuenta con una zanja de infiltración en el patio central, donde las aguas son retenidas y dirigidas a drenes para evitar el aumento de la escorrentía de la calle aledaña. Los drenes cuentan con especies endémicas de pantanos valdivianos; helechos, nalca, entre otras, que a su vez limpian el agua antes de ser infiltrada o redireccionada.

Otra de sus funciones es permitir la ventilación cruzada de los recintos y dar óptimos niveles de luz natural. Ambos volúmenes se insuflan de la luz del norte y mejoran las condiciones básicas para el confort interior, dada la humedad y oscuridad que normalmente tienen las nuevas viviendas locales.

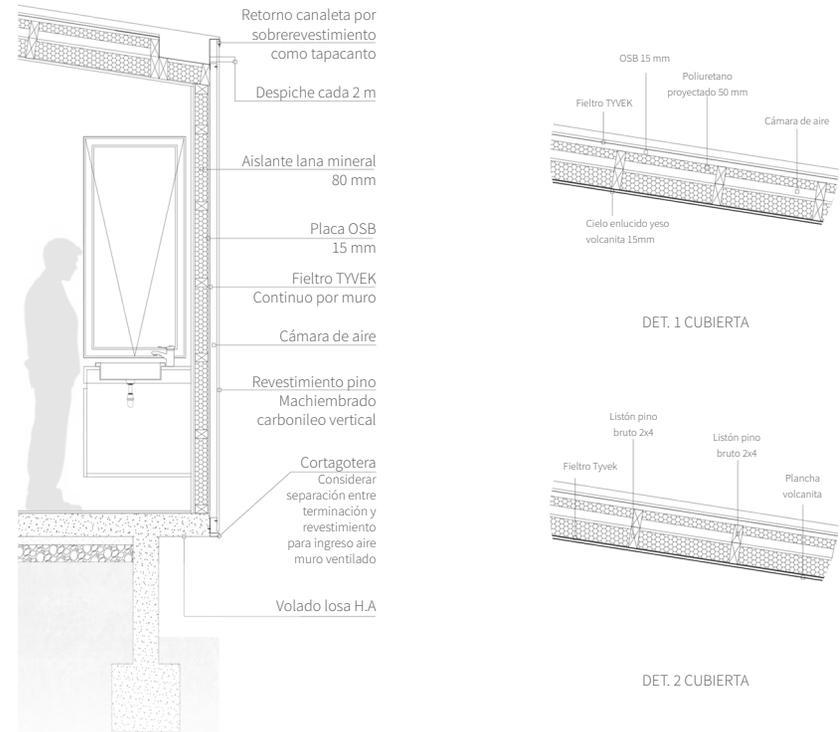


Fig 1. Vista fachada sur. Ventanas superiores para ventilación cruzada.

Fig 2. Vista fachada poniente. Cubiertas inclinadas hacia patio interior.

Fig 3. Vista patio central de recolección de aguas lluvias y plantas depuradoras.

CASOS CONTEMPORÁNEOS

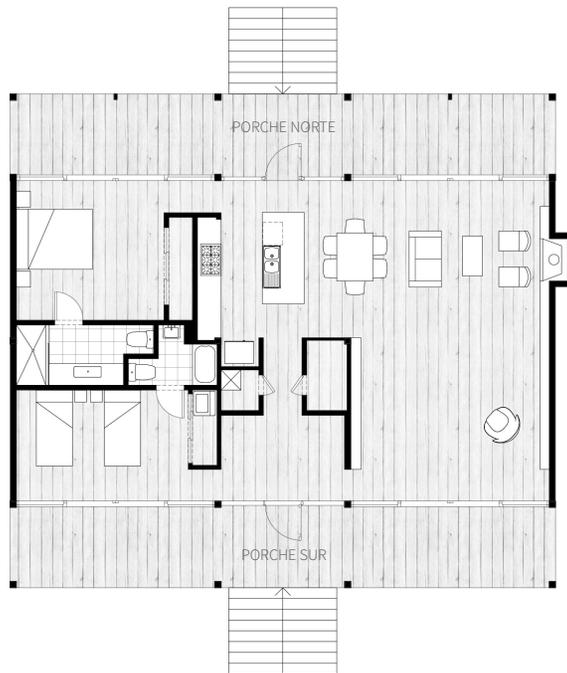
CLIMA TROPICAL



BRILLHART HOUSE

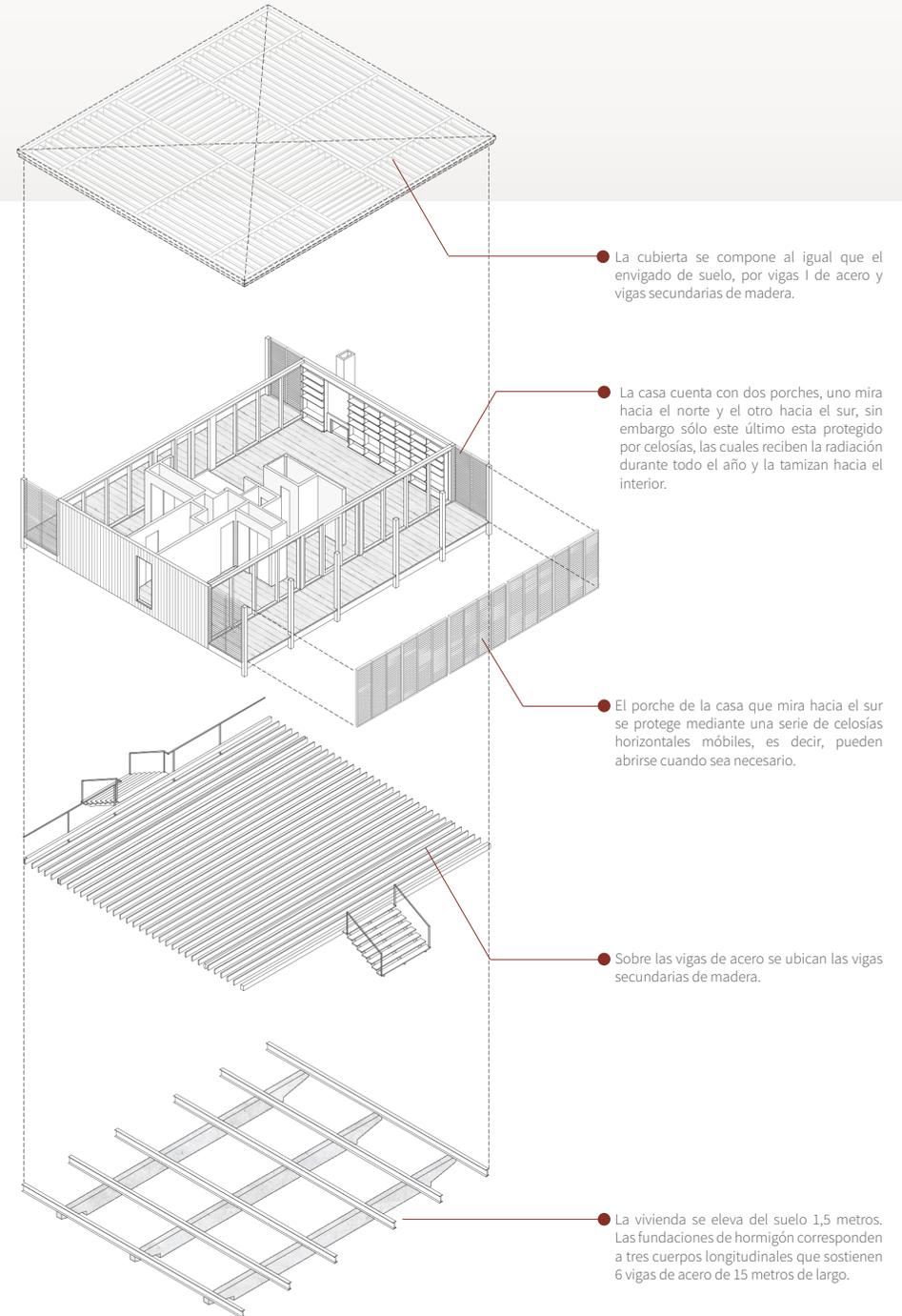
JACOB AND MELISSA BRILLHART, 2014

PLANTA CASA BRILLHART



La Casa Brillhart, diseñada por la pareja de arquitectos estadounidenses: Jacob y Melissa Brillhart, corresponde a una vivienda unifamiliar de 140 m², y se ubica en la costa de Miami. El diseño responde a las características de la zona tropical rescatando el estilo internacional moderno de la arquitectura de los años 50 y 60. Sin embargo, a diferencia de la arquitectura de esa época, los materiales son distintos y permiten un mayor confort al

interior de la vivienda. El uso de materiales tales como el termopanel, los aislantes, sumados a la implementación de protecciones solares y la madera otorgan a la vivienda un carácter local y sustentable.

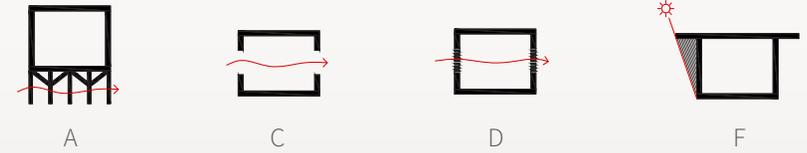


CASOS CONTEMPORÁNEOS

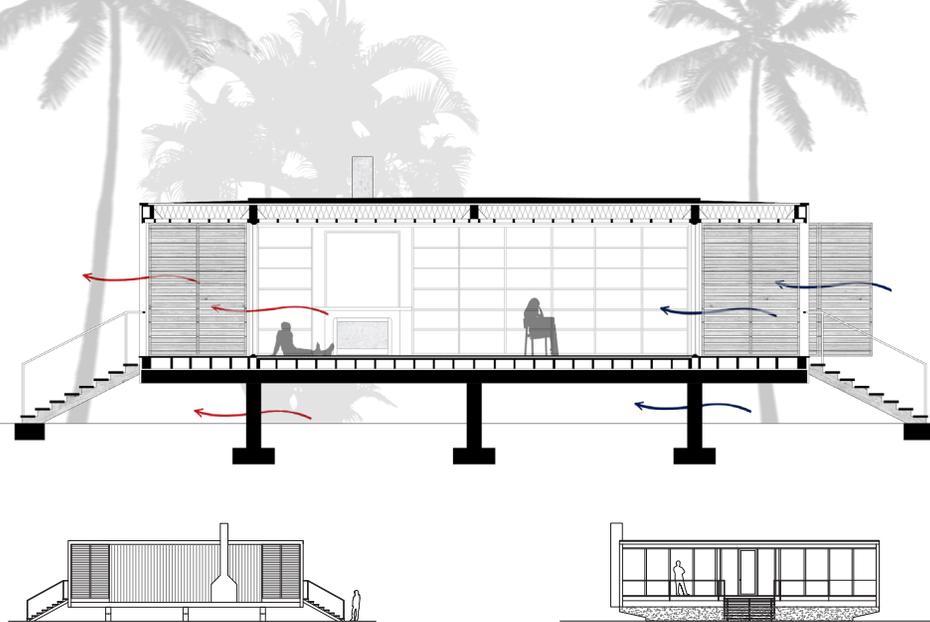
CLIMA TROPICAL

BRILLHART HOUSE

JACOB AND MELISSA BRILLHART, 2014



CORTE TRANSVERSAL CASA BRILLHART



Elevación oriente

Elevación norte

La casa posee una sola planta que se eleva 1,5 metros sobre el nivel de terreno, separando así la vivienda de la humedad pantanosa del lugar. Los espacios interiores se distribuyen de manera fluida y son amplios, permitiendo que se facilite la ventilación cruzada.

En cuanto a las fachadas norte y sur, estas son completamente vidriadas y desembocan, cada una, en amplios porches. Las celosías que cierran el porche sur permiten la ventilación cruzada, e impiden que la radiación solar ingrese durante las horas de mayor calor.

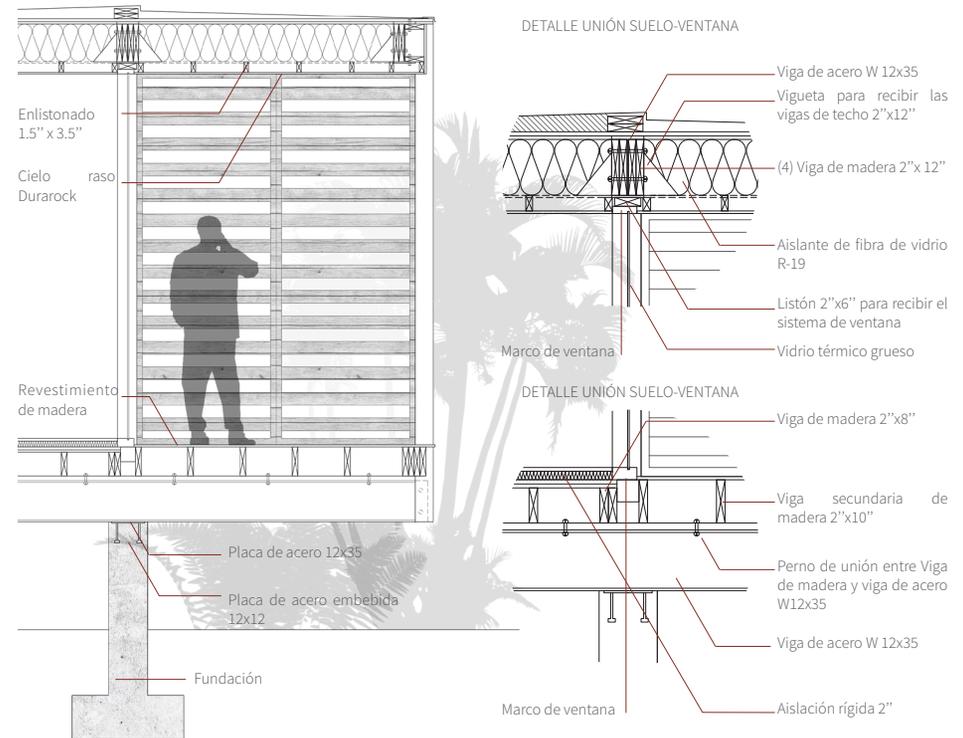


Fig 1. Vista interior desde el porche de la fachada sur.
Fig 2. y 3. Vistas exteriores de la fachada sur.

CASOS CONTEMPORÁNEOS

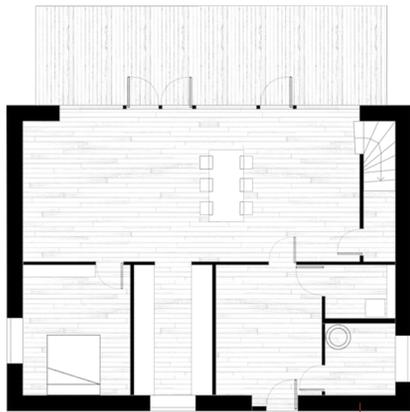
CLIMA FRÍO-POLAR

SOLAR AKTIV HOUSE

REINBERG ZT GmbH, 2009

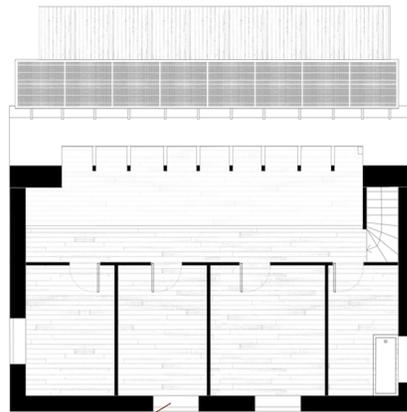


PLANTA BAJA



La conservación de la energía al interior de la casa depende del alto aislamiento térmico para las superficies construidas, la calidad de los materiales y hermeticidad, la ventilación mecánica y el bajo consumo de electricidad de los aparatos domésticos.

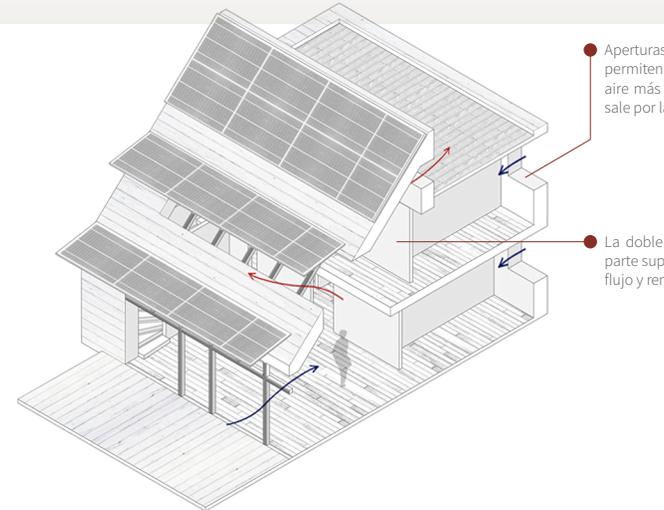
PLANTA SEGUNDO NIVEL



Alta calidad de vida en la casa a través del aprovechamiento de la luz solar diaria con aperturas hacia el exterior en cada recinto de la vivienda.

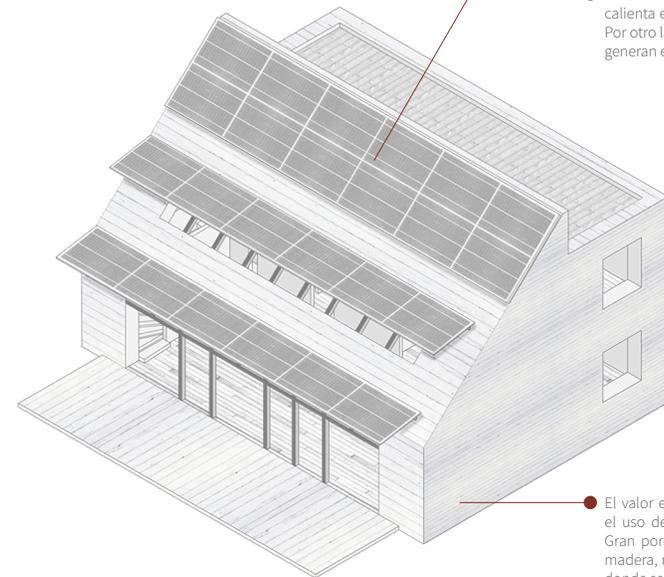
Solar Aktiv haus es una casa de 150m² construida en Austria a partir del desarrollo de técnicas pasivas y activas de generación de energía. La utilización de los beneficios solares van desde el suministro de calor (agua y calefacción) hasta la refrigeración y el uso de energía en la totalidad de la vivienda.

El clima frío de Austria es contrarrestado con la construcción de muros con alta tecnología de aislamiento y hermetismo con materiales cálidos como la madera y aperturas que dejan entrar la luz solar y radiación en los meses más fríos. En los períodos más calurosos, los paneles fotovoltaicos cubren el interior de la casa de los rayos solares.



Aperturas en las cuatro fachadas de la casa permiten ventilar cada uno de los recintos. El aire más frío entra y a medida que se calienta, sale por las aperturas superiores.

La doble altura junto al diseño estrecho de la parte superior y las aperturas logran un correcto flujo y renovación del aire.



El colector solar en la parte superior del techo calienta el agua a partir del uso de la radiación. Por otro lado los paneles fotovoltaicos inferiores generan electricidad para el uso de la vivienda.

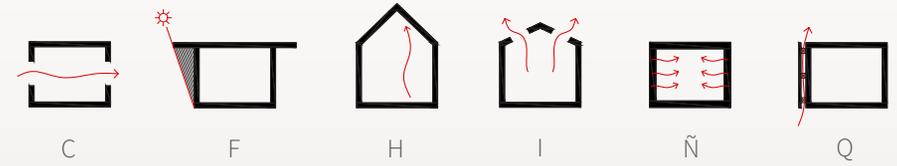
El valor ecológico de la vivienda se traduce en el uso de materiales constructivos específicos. Gran porcentaje de la casa está construido en madera, material renovable y común en la zona donde se encuentra la construcción.

CASOS CONTEMPORÁNEOS

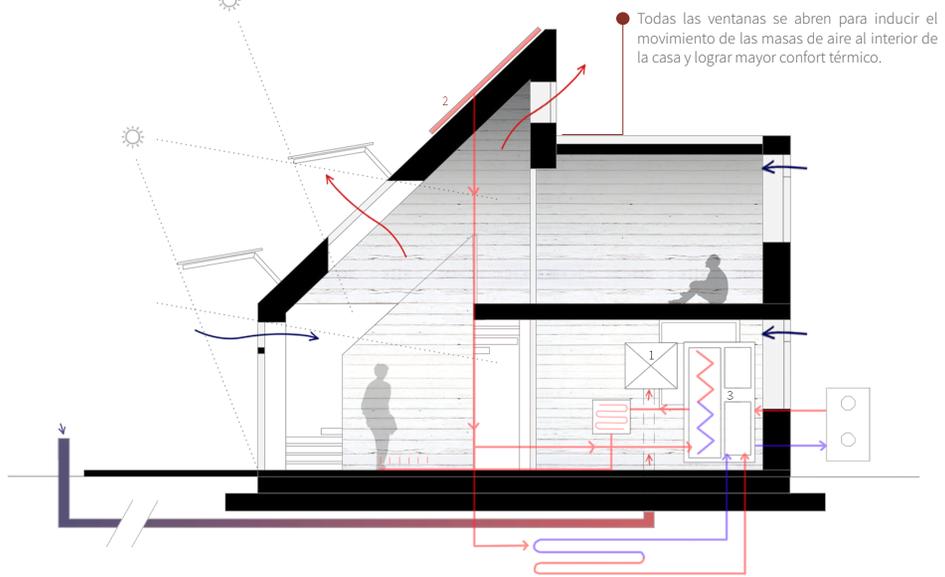
CLIMA FRÍO-POLAR

SOLAR AKTIV HOUSE

REINBERG ZT GmbH, 2009



CORTE TRANSVERSAL CASA BRILLHART



Todas las ventanas se abren para inducir el movimiento de las masas de aire al interior de la casa y lograr mayor confort térmico.

Aprovechamiento de la radiación con un colector solar (2) para calentar agua. Conexión directa con la bomba de calor (3) para uso mixto. También es posible el uso único del colector solar o la bomba de calor por separado dependiendo del clima o estación del año.

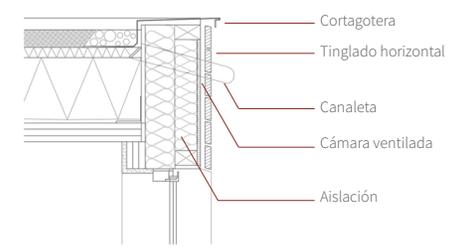
Uso de la geotermia como recurso tanto para la ventilación con ducto desde el exterior-tierra-interior. Aire aumenta su temperatura y control de ventilación con recuperación de calor (1), distribuye hacia los recintos.

La construcción de la casa solar activa se desarrolla a partir del uso efectivo de los recursos existentes. En el caso de la Aktiv Haus existe un uso solar pasivo con el aprovechamiento de la luz y radiación solar o su bloqueo (enfriamiento solar dependiendo de la situación climática. También el uso solar activo térmico con el colector solar o el uso solar activo fotovoltaico con los paneles solares instalados en el techo.

Por último, se aprovecha el recurso aire (conducto bajo tierra y ventilación) agua y tierra usando la capacidad geotérmica para calentar tanto aire como agua a beneficio de la vivienda.



DETALLE UNIÓN SUELO-VENTANA



DETALLE UNIÓN SUELO-VENTANA

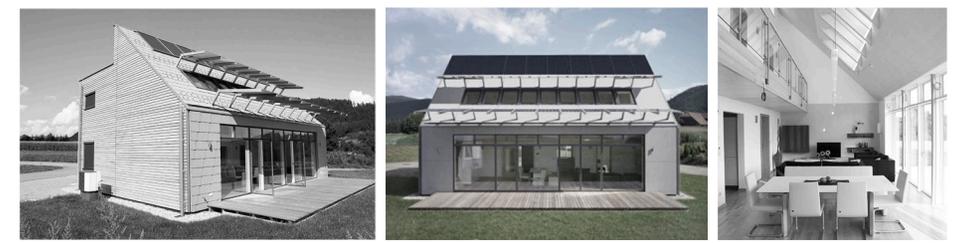
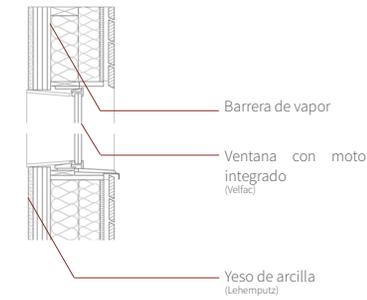


Fig 1. y 2 Exterior de la casa construido en madera.

Fig 3. Interior de la casa con doble altura en el living comedor. Ventilación por apertura.

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 2

Caso desértico: Ab-anbar

Holod, R. (1983) “AB-ANBĀR i. History,” *Encyclopaedia Iranica*/1 pp. 39-41. Recuperado el año 2018 de <http://www.iranicaonline.org/articles/ab-anbar-i-history>

Saeidian, A. (2013, 20 de marzo). Ab-anbar, sustainable traditional water supply system in hot arid regions, remarkable example of Iranian vernacular architecture. Recuperado el año 2018 de <http://www.elixirpublishers.com>

Caso desértico: Musgum

Designboom | architecture & design magazine. (2010). musgum earth architecture. [online] Available at: <https://www.designboom.com/architecture/musgum-earth-architecture/> [Accessed 16 Sep. 2018].

Lucarelli, Fosco. (26 de junio, 2015). Musgum Mud Huts. -. SOCKS Recuperado de <http://socks-studio.com/2015/06/26/musgum-mud-huts/>

Fig 1. Franco, J. (2013). Arquitectura

Fig 1. StewartMcDowall. (2010). Badgir. Wind cooled water reservoir, Yazd Iran [Fotografía]. Recuperada de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BadGir.JPG>

Fig 2. NN. (SF). Yazd [Fotografía]. Recuperada de <https://www.itto.org/iran/city/Yazd/>

Fig 3. slingshot, Usuario Flickr. (2015). Windcatcher [Fotografía]. Recuperada de <https://www.flickr.com/photos/slinsshot/>

Vernácula: Viviendas Musgum en Camerún. [image] Available at: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-320922/arquitectura-vernacula-viviendas-musgum-en-camerun> [Accessed 20 Dec. 2018].

Fig 2. Apsaidal (2016). Musgum Dwellings – Cameroon. [image] Available at: <http://www.apsaidal.com/musgum-dwellings/> [Accessed 20 Dec. 2018].

Fig 3. Mousgoum Tribe, Cameroon. (2011). [image] Available at: <http://devon4africablog.blogspot.com/2011/08/mousgoum-tribe-cameroon.html> [Accessed 20 Dec. 2018].

Caso templado: Hallenhaus

Hallenhaus. (SF). En Wikipedia. Recuperado en noviembre del 2018 de <https://de.wikipedia.org/wiki/Hallenhaus>

NN. (2015). Arquitectura vernácula en el mundo capítulo 1: Hallenhaus. *Siembra arquitectura*. Recuperado de <https://siembraarquitectura.com/2015/01/14/serie-1-2015-arquitectura-vernacula-en-el-mundo-capitulo-1-hallenhaus/>

Noble, A., (2007), *Traditional buildings a global survey of structural forms and cultural functions*, Londres, Inglaterra, Bloomsbury.

Caso templado: Masia Catalana

Buil, P., Riba, T. (2010). La nave central en la masía catalana. *Vora, arquitectura en proceso*. Recuperado de <http://www.vora.cat/es/bloc/la-nave-central-en-la-masia-catalana-es>

Fig 1. NN. (SF). Fachhallenhaus aus dem Dorf Ostenfeld [Fotografía]. Recuperada de <http://www.igbaupflege.de/niederdeutsches.html>

Fig 2. NN. (2015). Vista general de la casa, hogar campesino [Fotografía]. Recuperada de <https://siembraarquitectura.com/2015/01/14/serie-1-2015-arquitectura-vernacula-en-el-mundo-capitulo-1-hallenhaus/>

Fig 3. NN. (1979). Salón bajo alemán [Fotografía]. Recuperada de <https://oldthing.de/Ansichtskarte-Diesdorf-Kr-Salzwedel-Freilichtmuseum-Niederdeutsches-Hallenhaus-2-1979-0031778382>

Fig 1. NN. (SF). Masía catalana [Fotografía]. Recuperada de <http://www.vora.cat/es/bloc/la-nave-central-en-la-masia-catalana-es>

Fig 2. NN. (SF). Dos masía catalana de años 1490 y 1780 dos pisos [Fotografía]. Recuperada de <https://www.trapicheando.com/1/109733/Barcelona/Masia-catalana.html>

Fig 3. Laguillo, R. (SF). Masía (típica casa rural) en Cataluña, España [Fotografía]. Recuperada de https://es.123rf.com/photo_2488441_masia-t%C3%ADpica-casa-rural-en-catalu%C3%B1a-espa%C3%B1a.html

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 2

Caso templado: Casona chilena

Amenábar, P., Guerrero, F., & Larach, C.G. (1975). *Lo Contador: un nuevo destino* (Tesis). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

Lama, A. (1983). *Campus El Comendador* (Tesis). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

Pérez Oyarzún, F. (2007). *Lo Contador: casa, barrio, ciudad*. ARQ. Volúmen 65, pp 11-19.

Iturriaga, S., Strabucchi, W., Moneo, J., & Pérez Oyarzún, F., (2012), *Lo Contador : casas, jardines y campus*, Santiago de Chile, Ediciones ARQ.

Fig 1. Mansilla, C. (2019). Axonométrica explotada Casona Lo Contador [Figura].

Fig 2. Pipiripao, Usuario Wikipedia. (2006). Patio Lo Contador [Fotografía]. Recuperada de https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Patio_de_lo_Contador,_Facultad_de_Arquitectura,_Dise%C3%B1o_y_Estudios_Urbanos_de_la_Pontificia_Universidad_Cat%C3%B3lica_de_Chile.jpg

Fig 3 y 4. NN. (SF). Patio de los Naranjos del campus Lo Contador de la Universidad Católica [Fotografía]. Recuperada de <https://hano4.wordpress.com/2009/11/18/estudio-fotografico/>

Caso tropical: Omo sebuas

Omo Sebu. (SF). En *Wikipedia*. Recuperado el 30 de julio de 2018 de https://en.wikipedia.org/wiki/Omo_sebua

Nias Heritage Museum. (SF). Nias Architecture. Nias, Indonesia: Museum Nias. Recuperado de <http://www.museum-nias.org/en/nias-architecture/>

Fig 1. NN. (SF). A nobleman's Great House in Hilimondregeraya village, not far from Teluk Dalam in South Nias [Fotografía]. Recuperado de <http://www.museum-nias.org/en/nias-architecture/>

Fig 2. NN. (SF). Traditional house of the central Nias style from Sifaoro'asi-Gomo [Fotografía]. Recuperado de <http://www.museum-nias.org/en/nias-architecture/>

Fig 3. NN. (SF). The huge pillars supporting a nobleman's Great House in South Nias [Fotografía]. Recuperado de <http://www.museum-nias.org/en/nias-architecture/>

Caso tropical: Tongkonan

Ngak Ng, T., & Te Lin, H. (2013, 02, 27). An analysis on Microclimate and Construction of Tongkonan and Alang-alang in Tana Toraja of Sulawesi, Indonesia. *Trans Tech Publications, Vol. 311*, pp 375-379. Recuperado de <https://www.scientific.net/AMM.311.375>

Baycan, T., Koclar, G., Dulgeroglu, Y. (2017, 03). Daylighting and architectural concept of traditional architecture: The Tongkonan in Toraja, Indonesia. *ITU A/Z, Vol. 14 n°1*, pp 111-126. Recuperado de <https://issuu.com/journalagent/docs/itujfa-2017-1/121>

Fig 1. NN. (SF). Tongkonan en conservación [Fotografía]. Recuperada de <http://amhatravel.blogspot.com/2016/03/i-am-always-fascinated-by-different.html>

Fig 2. NN. (SF). Buntu pune from the street [Fotografía]. Recuperada el año 2018 de <http://www.bongatoraja.com/buntu-pune/>

Fig 3. NN. (SF). Casas Tongkonan. Sulawesi (Indonesia) [Fotografía]. Recuperada de <https://www.balikmadrid.com/post/casas-tongkonan>

Caso tropical: Casa Machiya

NN. (SF). Kyoto Machiya. Kyoto, Japón: *Inside Kyoto*. <https://www.insidekyoto.com/kyoto-machiya>

Machiya. (SF). En *Wikipedia*. Recuperado en octubre de 2018 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Machiya>

Lama, M. (2019). Clima y respuestas desde la arquitectura [Material del aula]. Curso Instalaciones, sistemas y proyecto arquitectónico, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

Fig 1. Rowthorn, C. (SF). ori Machiya Stay in Downtown Kyoto [Fotografía]. Recuperada de <https://www.insidekyoto.com/iori-machiya-stay-downtown-kyoto>

Fig 2. NN. (SF). Exterior of Amber House [Fotografía]. Recuperada de <https://www.insidekyoto.com/kyoto-machiya>

Fig 3. LordAmeth, Usuario Wikipedia. (2008). The Higashi-chayagai [Fotografía]. Recuperada de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Higashichayagai.JPG>

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 2

Caso frío-polar: Iglú

Bahamón, A. Álvarez, A., (2008), Iglú, de arquitectura vernácula a contemporánea, Barcelona, España, Parramón.

Fig 1. ¿Qué es iglú?. (2019). [image] Available at: <https://magicanaturaleza.com/c-estaciones-del-ano/iglu/> [Accessed 20 Aug. 2018].

Fig 2. Manzanero, J. (2019). Un Iglú: Paradigma De Arquitectura Sostenible. [image] Available at: <https://ecoemas.com/un-iglu-paradigma-de-arquitectura-sostenible/> [Accessed 20 Aug. 2018].

Fig 3. Tobi + Arctic (2012). A walk in the park. [image] Available at: <https://tobielliottduenorth.wordpress.com/2012/04/15/04-a-walk-in-the-park/> [Accessed 20 Aug. 2018].

Caso frío-polar: Irish cottage

NN. (2019). Cottageology. Recuperado de <https://cottageology.com/irish-cottage-history/>

McGarry, M. (2016). Irish Heritage & Identity. Dr Marion McGarry Recuperado de <https://drmarionmcgarry.weebly.com/irish-heritage-and-identity-blog/the-main-types-of-cottage-in-rural-ireland-from-the-1860s>

Fig 1. F.J. & K.D. Schorr (2019). Bunratty Castle, Co. Clare. [image] Available at: <http://www.castles.ancientireland.org/bunratty/index.htm> [Accessed 20 Aug. 2018].

Fig 2. McGarry, M. (2017). Fear of the Faeries. [image] Available at: <https://drmarionmcgarry.weebly.com/irish-heritage-and-identity-blog/fear-of-the-faeries> [Accessed 20 Aug. 2018].

Fig 3. Energetic Themes (n.d.). Cottages Ludlow The Old Cottage Ludlow Burley Self. [image] Available at: <https://www.yukbiznis.com/>

Caso frío-polar: Icelandic turf

NN. (2016). Turf houses, the traditional green buildings of Iceland. Field Study of the World Recuperado de <https://www.fieldstudyoftheworld.com/turf-houses-traditional-green-buildings-iceland/>

William, R. (2019). Turf Houses in the Viking Age. Recuperado de http://www.hurstwic.org/history/articles/daily_living/text/Turf_Houses.htm

Fig 1. Iceland Buildings. (2019). [image] Available at: <http://r40jouhou.info/Iceland-Buildings-3d73bc/> [Accessed 20 Aug. 2018].

Fig 2. Viviendas enterradas y cubierta vegetal. (2019). [image] Available at: <http://housingyourself.blogspot.com/2019/01/viviendas-enterradas-y-cubierta-vegetal.html> [Accessed 20 Aug. 2018].

Fig3. KDD & co (2014). Made things. [image] Available at: <https://kddandco.com/2014/04/14/made-things/> [Accessed 20 Aug. 2018].

Caso contemporáneo desértico: Lycée Charles de Gaulle

NN. (2008). Lycée Français Charles de Gaulle. ARCHNET. Aga Khan Trust for Culture Recuperado de https://archnet.org/sites/6867/media_contents/95703

Fig 1. Albaridi, A. (2013). Solar chimney [Fotografía]. Recuperada de https://archnet.org/sites/6867/media_contents/76935

Fig 2. Goula, A. (SF). Night view of school central courtyard showing the solar chimneys [Fotografía]. Recuperada de <http://www.carboun.com/sustainable-design/a-damascus-school-revives-traditional-cooling-techniques/>

Fig 3. Atelier Lion Associés. (2008). A planted patio [Fotografía]. Recuperada de <http://atelierslion.com/en/projets/ecole-francaise-charles-de-gaulle/>

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 2

Caso contemporáneo templado: Casa Impluvium

Lama, M. (2019). Clima y respuestas desde la arquitectura [Material del aula]. Curso Instalaciones, sistemas y proyecto arquitectónico, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

Fig 1, 2 y 3. Imágenes proporcionadas por la oficina de arquitectura LKDM Arquitectos.

Caso contemporáneo tropical: Brillhart House

Brillhart, J. (SF). Living in the Tropical Landscape – A Visual Toolkit: Old Models for Future Buildings. Recuperado en enero 2019, de <http://apps.acsa-arch.org/resources/proceedings/uploads/streamfile.aspx?path=ACSA.AM.103&name=ACSA.AM.103.47.pdf>

Yávar, J. (11 de marzo de 2015). Casa Brillhart / Brillhart Architecture. *Plataforma Arquitectura*. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/763478/casa-brillhart-brillhart-architecture>

Fig 1. Fachini, S. (2015). Casa Brillhart [Fotografía]. Recuperada de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/763478/casa-brillhart-brillhart-architecture>

Fig 2. Cortesía Brillhart Architecture. (SF). Casa Brillhart [Fotografía]. Recuperada de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/763478/casa-brillhart-brillhart-architecture>

Fig 3. Uribe, C. (2015). Brillhart house [Fotografía]. Recuperada de <https://www.archdaily.com/603088/brillhart-house-brillhart-architecture>

Caso contemporáneo frío-polar: Solar Aktiv Haus

Lesnak, R. (2017). Solar Aktiv Haus. Architekturbüro Reinberg ZT GmbH Recuperado de <http://www.reinberg.net/architektur/207>

Fig 1, 2 y 3. Lesnak, R. (2017). Solar Aktiv Haus. [image] Available at: <http://www.reinberg.net/architektur/207/fotos> [Accessed 20 Aug. 2018].

Bibliografía complementaria

Bahamón, A. Álvarez, A., (2009), Palafito, de arquitectura vernácula a contemporánea, Barcelona, España, Parramón.

Bahamón, A. Álvarez, A., (2008), Cabaña, de arquitectura vernácula a contemporánea, Barcelona, España, Parramón.

Wolfgang, L., (2005), Tropical architecture: sustainable and humane building in Africa, Latin America, and South-East Asia, Munich, Alemania, Prestel.

Heywood, H., (2016), 101 reglas básicas para una arquitectura de bajo consumo energético, Barcelona, España, Gustavo Gili.

Olgay, V., (1998), Arquitectura y clima. Manual de diseño climático para arquitectos y urbanistas, Barcelona, España, Gustavo Gili.

ESTRATEGIAS DE ACONDICIONAMIENTO ACTIVO

Desde la arquitectura pasiva es posible disminuir al máximo el consumo energético de una vivienda, contribuyendo a que ésta alcance un confort general con una baja demanda de energía. Sin embargo, existen situaciones en que el diseño pasivo no es capaz de suplir las necesidades de calefacción, refrigeración, ventilación o humedad de un recinto ya que las condiciones externas, el clima o la actividad en su interior no lo permiten. Es para estos casos que existen los sistemas activos que, como dice su nombre, necesitan un proceso de generación o inyección de energía, supliendo los déficits presentes con independencia de las condiciones exteriores e interiores que tenga el recinto. Para seleccionar los sistemas disponibles que se adecúan apropiadamente a una vivienda es necesario saber de antemano cuales son las instalaciones básicas e indispensables que ésta posee; así es posible determinar de mejor manera cuales son factibles de incorporar, tratando siempre que la energía que consuman provenga de fuentes renovables y contribuya al bien estar del inquilino en el interior de su vivienda.

INSTALACIONES DOMÉSTICAS

ELÉCTRICO

La instalación eléctrica de una vivienda consiste en un sistema de alimentación energética del que dependen todos los elementos y componentes que se conectan para abastecerse de iluminación y energía para los aparatos usados en una vivienda

Componentes

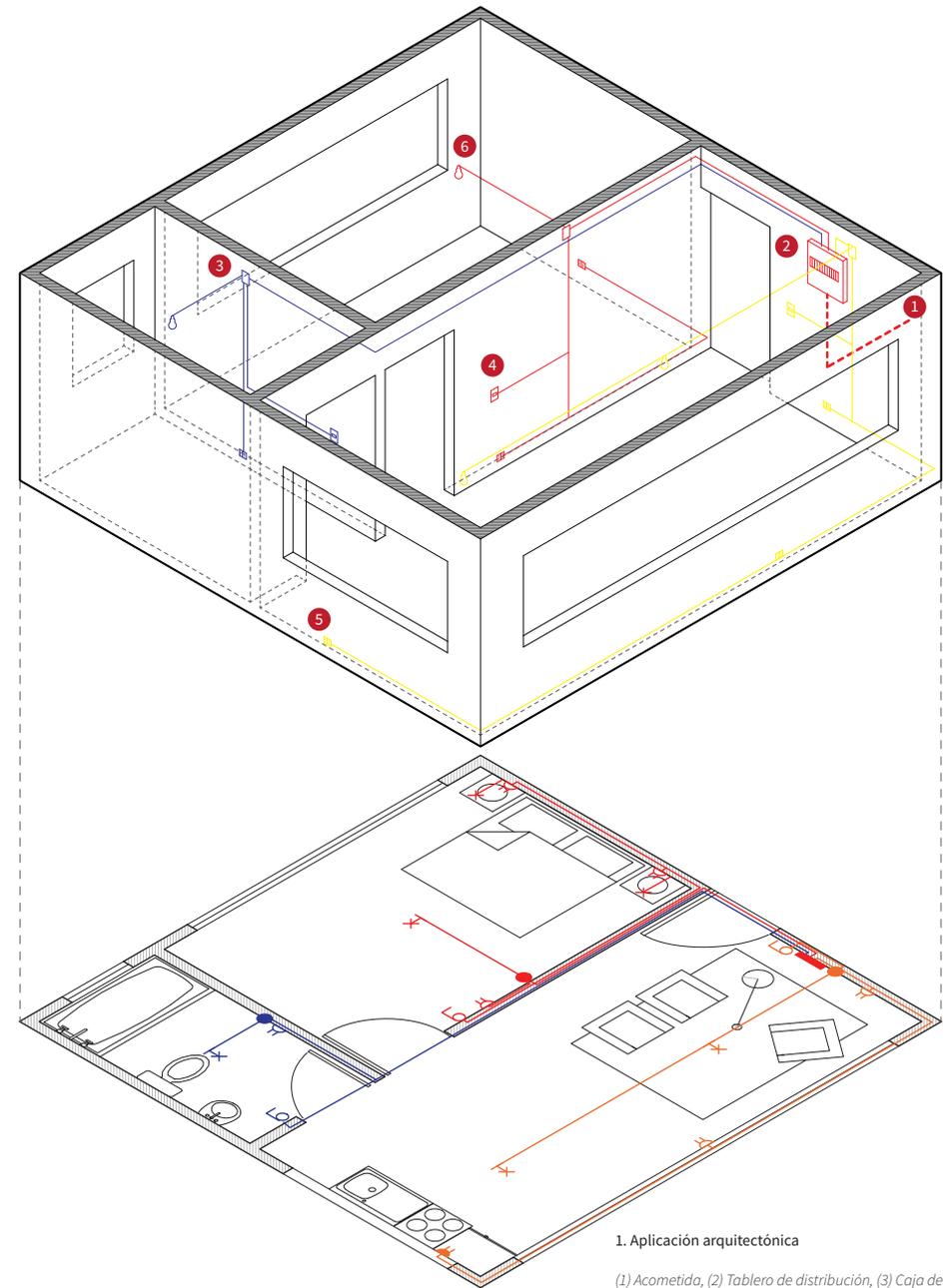
Empalme: El empalme eléctrico es la unión entre la red eléctrica de distribución con el medidor de la vivienda. El empalme puede ser subterráneo cómo con acometida aérea, que es el más común. Éste no debe tener una longitud mayor que 30 m. Llega a la vivienda o edificio a una altura no menor a 2.50 m del suelo, y sus conductores no deben pasar sobre propiedades vecinas. En caso de necesitarse una desviación, se colocará un poste de altura no menor a 4 m.

Medidor: Mide la cantidad de energía utilizada en el domicilio. El medidor va colocado lo más cerca posible de la caja de empalme o a la entrada del inmueble, en un lugar de fácil acceso para su lectura, a no más de 2 m de altura. No puede colocarse en nichos en que ya haya medidores o pasadas de gas o agua, manteniéndose una distancia a ellos no inferior a 0,5 m. Estos pueden ser de carácter análogo o digital. Adicionalmente, existen los tradicionales (miden el consumo eléctrico) y también los medidores reversibles/bidireccionales (cuentan con la capacidad adicional de medir la salida de electricidad a la red en caso de que se esté generando energía en la vivienda)

Tablero: El tablero, comúnmente ubicado en las entradas de las viviendas, funcionan como el punto de control del sistema eléctrico. Este aparato es responsable de alimentar, proteger y en casos de emergencias cortar el suministro eléctrico que ingresa al domicilio. Este contiene una serie de fusibles e interruptores que además permiten seccionar el suministro eléctrico dentro de la misma vivienda. En otras palabras, permite cortar la electricidad por zonas de la vivienda sin necesariamente cortar el suministro de todos los recintos.

Circuito: Se denomina circuito al conjunto de artefactos alimentados por una línea común de distribución de energía, la cual es protegida por un único dispositivo de protección. Los circuitos normales de alumbrado tienen protecciones de 6, 10, 15, 20 o 25 Amperes de capacidad.

Además, se tienen que considerar las diferencias entre corrientes débiles y fuertes. Las débiles corresponden aquellas instalaciones de TV cable, telefonía, internet, citófonos y sistemas de seguridad. Por otra parte, las corrientes fuertes suministran energía a diversos aparatos de la vivienda mediante interruptores.



1. Aplicación arquitectónica

(1) Acometida, (2) Tablero de distribución, (3) Caja de registro, (4) Interruptor, (5) Enchufe, (6) Iluminación.

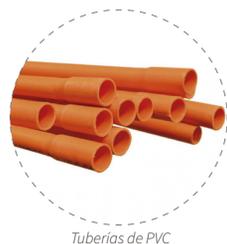
Simbología

- Tablero de distribución
- Enchufe simple
- Enchufe doble
- Enchufe de fuerza
- Enchufe de fuerza doble

- Interruptor 9/12
- Interruptor 9/15
- Interruptor 9/32
- Interruptor 9/24
- Interruptor 9/24/12

- Chicote
- Enchufe exterior
- Dimmer

*Las simbologías pueden cambiar para cada proyecto.



INSTALACIONES DOMÉSTICAS

AGUA POTABLE

Conjunto de canalizaciones que permite hacer llegar el agua potable a los artefactos de la casa. Estas cañerías son de PVC color celeste o bien de cobre, las cuales varían su diámetro para generar presión y que el agua llegue a todos los servicios de la casa.

Componentes

Matriz: Son las cañerías de mayor diámetro, que distribuyen el agua desde la red pública hacia distintos empalmes domiciliarios.

Medidor: Este aparato mide el volumen de agua que ingresa desde la matriz hacia el domicilio.

Canalizaciones: Red de cañerías que distribuyen el agua a través de los distintos recintos.

Llaves de paso: Esta regula el paso de agua desde el circuito hacia los artefactos.

Artefactos: Estos son cualquier aparato que requiera de agua potable, como WC, lavamanos, lavaplatos, duchas, etc.

Criterios de instalación

Las cañerías van de mayor a menor diámetro para así aumentar su presión en las salidas según el caudal de agua requerido y el cálculo hidráulico.

Es recomendable tener una llave de paso por artefacto, así se puede cortar el paso de agua a un artefacto específico sin cortar el agua para el resto de los artefactos.

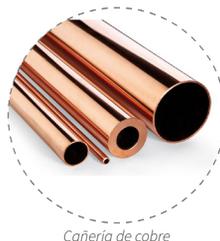
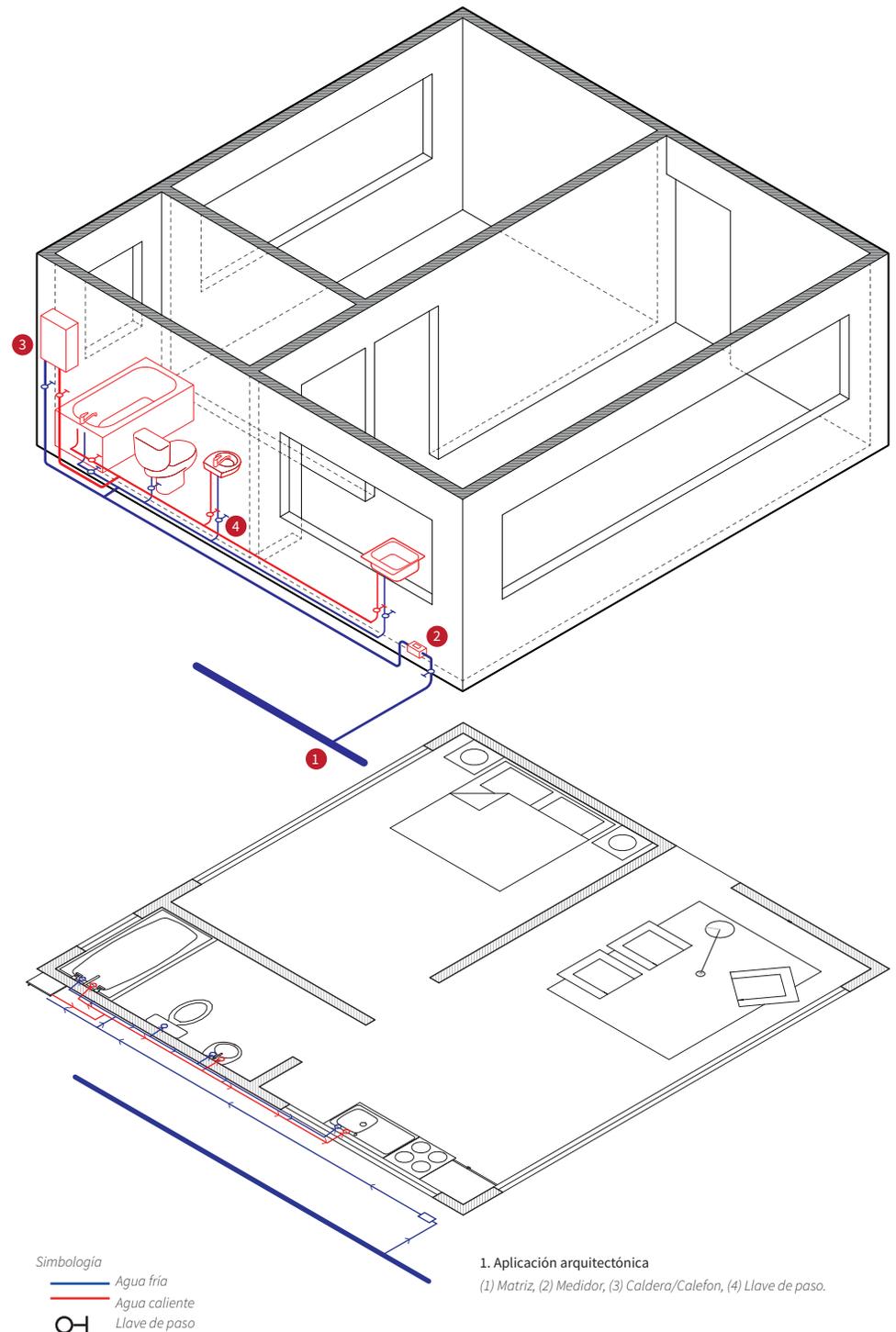
Las cañerías de agua caliente deben estar aisladas para que no haya pérdida de calor. Por lo mismo, es recomendable distanciarla de la de agua fría, para evitar intercambio de temperatura.

Se recomienda usar aireadores en duchas, lavamanos y lavaplatos para disminuir el consumo de agua. Estos elementos pueden reducir el caudal hasta un 50% en los mejores casos.

Se recomienda usar WC de doble descarga para ahorrar agua. Mientras un WC antiguo puede llegar a usar 15 litros de agua por descarga, en un WC de doble descarga existe la opción de utilizar 8-6 litros (para sólidos) o 1-3 litros (para líquidos).

Para casas de más de 6 personas, se debe considerar más de una caldera o calefón, para suplir la demanda de agua caliente sanitaria.

En caso de casas de varios pisos, estas cañerías se concentran en shafts que permiten la conexión vertical de estas redes. Así, se evita el riesgo de que los usuarios perforen cañerías al colgar elementos en los muros.



INSTALACIONES DOMÉSTICAS

ALCANTARILLADO

Conjunto de canalizaciones de color blanco y accesorios que permiten evacuar las aguas residuales de la propiedad. El alcantarillado evacúa tanto aguas grises como negras, las primeras son aquellas que no contengan sólidos ni químicos nocivos; las segundas son aguas más contaminadas provenientes del WC.

Componentes

Sifón: Evita que los gases presentes en la red se liberen hacia el interior de la vivienda a través de los artefactos sanitarios. Existen diversos tipos dependiendo del artefacto, como los rectos, que se utilizan en lavamanos, y los curvos, que se ubican en el WC.

Ducto de respiración: Es un ducto que toma aire para permitir la evacuación de las aguas del WC y lograr así la succión al tirar la cadena.

Cañerías: Son de PVC y su diámetro varía dependiendo de su uso: 110mm para WC, 50mm para duchas y 40mm lavamanos. En la unión entre cañerías se utilizan codos, que evitan una unión en ángulo recto, lo cual puede acumular desechos y obstruir el paso de las aguas.

Registros: Se ubican cada 7m o en cada encuentro entre cañerías. Su objetivo es permitir acceder a la red en caso de obstrucción.

Cámara de inspección: Permite inspeccionar la red y se ubican al exterior de la vivienda.

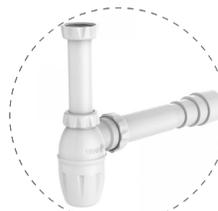
Empalme: Punto de conexión de la red privada con el colector público. Este se ubica al exterior de la vivienda y a mayor altura que la red pública.



Tubería PVC blanca



Caja registro concreto



Sifón recto



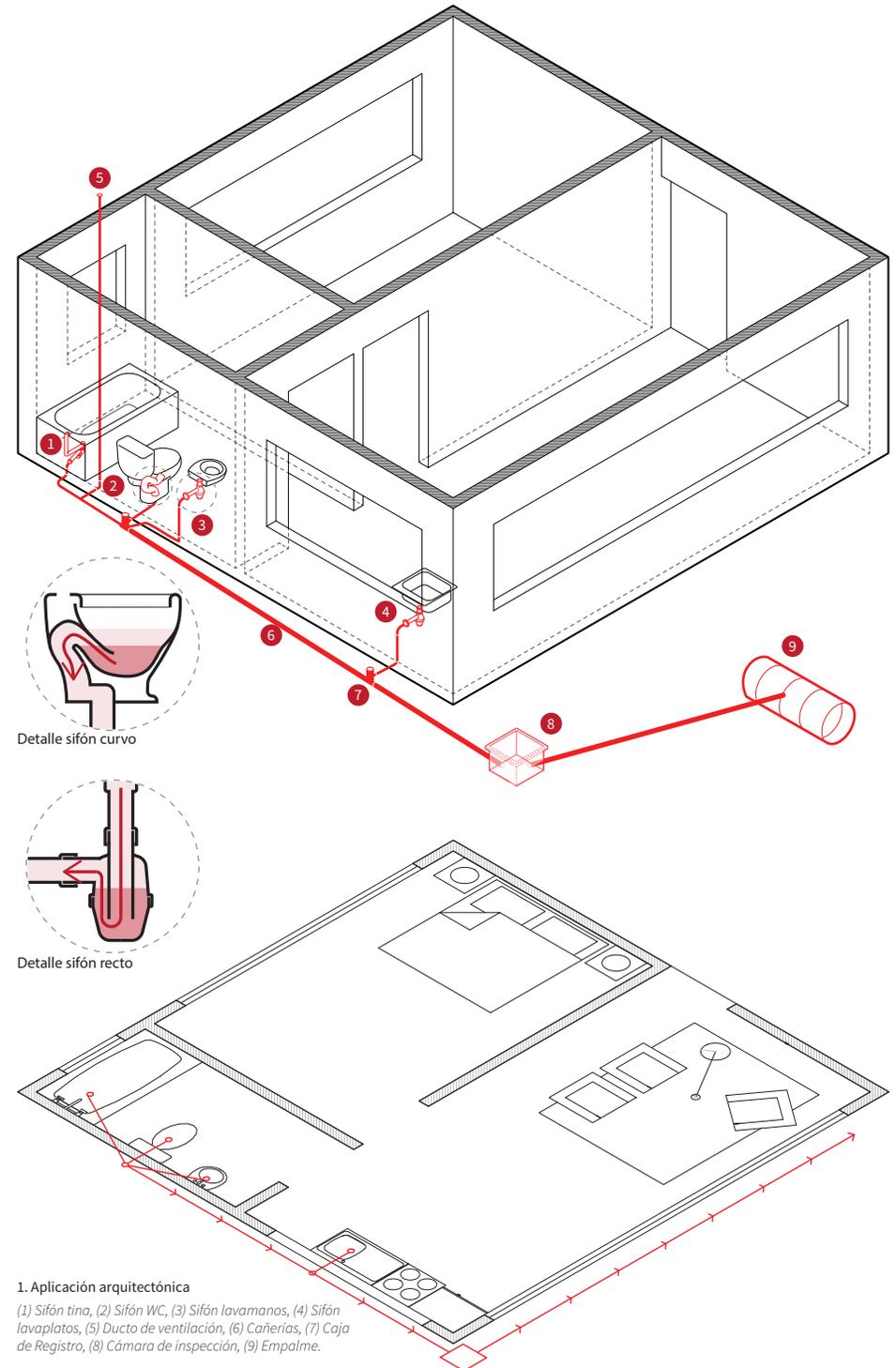
Unión "Y" PVC

Criterios de Instalación

Por ser un sistema que funciona por escurrimiento, es necesario que las cañerías tengan una pendiente que dependerá del diámetro del ducto. La pendiente de la unión domiciliada puede fluctuar entre 3 y 33%, aquellas que conduzcan materia fecal o grasa puede variar entre el 3 y el 15%. Además, las conexiones entre cañerías se hacen preferentemente en ángulos mayores que 90° y por medio de codos para evitar obstrucciones.

Lo óptimo, en el caso de un segundo piso, es que el WC se ubique sobre otra área húmeda para ubicar el shaft lo más cerca posible de la descarga de éste. De lo contrario, el WC debiera descargar a muro y prever una estructura para esconder las tuberías.

Cuando no existe un alcantarillado público, es posible desaguar las aguas residuales a una fosa séptica. Ésta retiene las aguas y descarta la materia orgánica contenida en suspensión, que es transformada y expulsada como gas metano, pudiendo luego drenar las aguas a un pozo absorbente. Es recomendable un sistema alternativo de filtrado de agua para no contaminar las aguas subterráneas.



INSTALACIONES DOMÉSTICAS

GAS

Conjunto de cañerías que hace llegar gas desde una red pública, en el caso de ser natural, o de un balón o bombona, en el caso de ser licuado, hacia los artefactos de la casa.

Componentes

Medidor. Mide el volumen de gas que ingresa a la casa desde la red pública de distribución.

Ducto. Cañerías por las cuales viaja el gas, estas deben ser de cobre tipo L, y con una buena soldadura para evitar fugas.

Gas natural y licuado. Ambos son fuentes de energía no renovables, su diferencia está en su modo de distribución, mientras el gas licuado se distribuye por bombona o balones dependiendo el volumen, el natural lo hace por cañerías.

Artefactos. Cualquier aparato que requiera de gas, como la cocina, el calefón, calderas y estufas. Todos ellos deben tener tiraje al exterior o deben estar en zonas ventiladas con tirajes de entrada y salida. (Norma SEC DS. 22-96 Modificado por el DS 78-98)

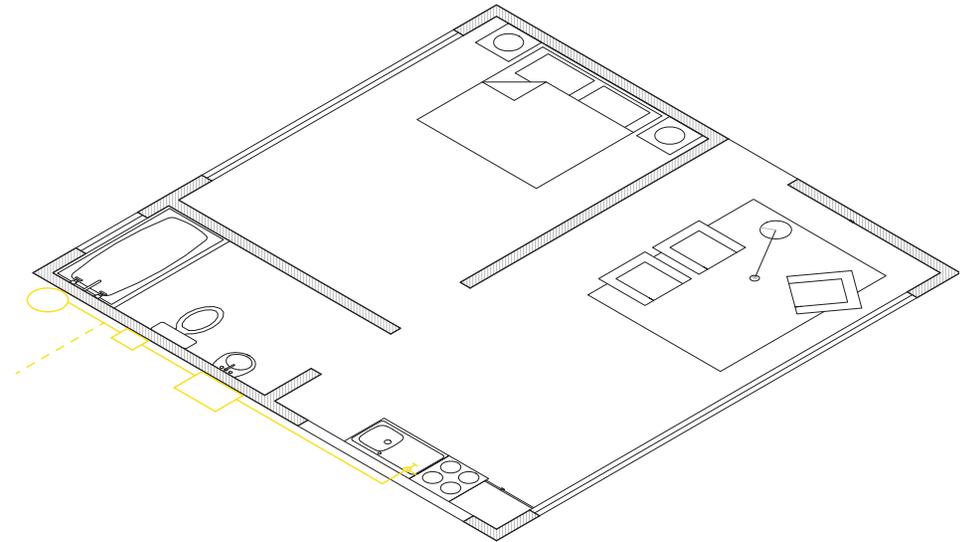
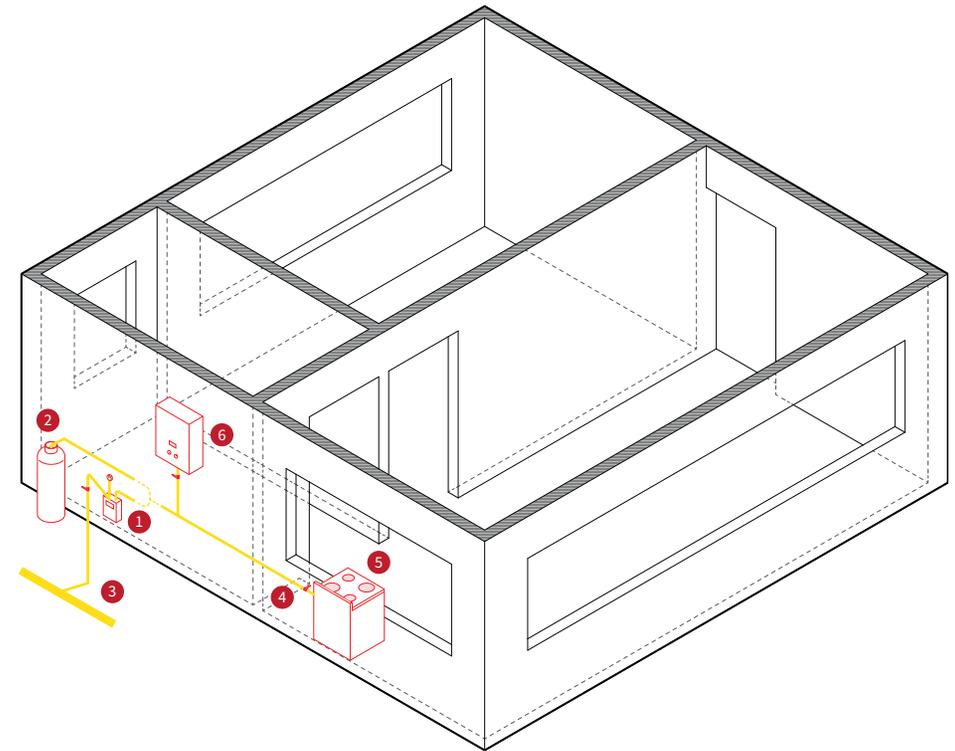
Criterios de instalación

En cocinas, la llave de paso debe estar entre 90 y 110cm desde el nivel de piso y entre 10 y 20 cm de la cocina. Éstas deben ser de color amarillo, estar protegidas y a la vista, según norma. (Norma SEG 5. E.n.71)

En calefón, la llave de paso debe estar entre 90 y 120 cm del nivel de piso y entre 10 y 20 cm del calefón, según norma.

Todo el conjunto de cañerías debe ser del mismo metal. Si no es así los metales se pueden corroer entre sí.

No se permiten instalaciones de gas licuado en edificios, por los riesgos que implica su fuga, ya que este, al ser más pesado que el aire, se acumula en el suelo y puede haber riesgo de que se inflame.



1. Aplicación arquitectónica

(1) Medidor, (2) Bombona gas licuado, (3) Red de gas natural, (4) Llave de paso, (5) Caldera/Calefón, (6) Artefactos.



Medidor



Cañería de cobre



Llave de paso



Instalación balones GLP

SISTEMAS ACTIVOS

DEMANDA TÉRMICA

Hoy en día, se hace indispensable pensar en cómo construimos, qué materiales usamos y qué impacto tienen en el diario vivir. Es por esto que las viviendas requieren un estándar energético que permita un buen comportamiento y confort en el interior. Por esto existe la Reglamentación Térmica en donde se zonifica el país completo y se establecen criterios según el clima a cumplir con la envolvente diseñada.

INTRODUCCIÓN

Para llegar a una temperatura de confort en una vivienda son necesarios una serie de estudios que todo arquitecto debiera saber. En primera instancia se debe llevar la envolvente térmica al cálculo más eficiente. Esta eficiencia dependerá de las condiciones climáticas; si es necesario protegerse del calor, del frío o de ambos en distintos momentos del día o del año. Luego, si la envolvente ya no puede controlar los factores climáticos

es necesario optar por un sistema activo que lleve la temperatura interior al confort. Estos sistemas pueden ser diversos, enfocados a calefaccionar, a refrigerar o sistemas que cumplen las dos funciones en sí mismos.

PASO 01 ANTECEDENTES

Zona climática y consumo energético asociado
Diferencia de Temperaturas
Valor U de elementos constructivos
Aplicaciones de arquitectura pasiva

PASO 02 CÁLCULO DEMANDA TÉRMICA

PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN
PÉRDIDAS TÉRMICAS

DEMANDA
TÉRMICA

PASO 03 EVALUACIÓN SISTEMAS

COSTOS DE EQUIPOS
EFICIENCIA EQUIPOS
COSTOS DE CONSUMOS

COSTOS
TOTALES

Para calcular la demanda térmica a modo de ejemplo, situaremos una vivienda en Puerto Montt, lo cual corresponde a la Zona Climática 6 y 128.9 kWh/m²/año de demanda de calefacción (Valores establecidos por OGUC).

Para efectos de cálculo; sólo los muros exteriores afectan el cálculo, ya que los interiores no tienen pérdidas térmicas.

DIMENSIONES

Altura_ 2.70 m
Largo_ 7.00 m
Ancho_ 7.00 m
Volumen_ 132.3 m²

AREAS TOTALES

Radier (Perímetro)_ 28.0 m
Muros_ 114.8 m²
Ventanas_ 15.4 m²
Puerta_ 1.9 m²

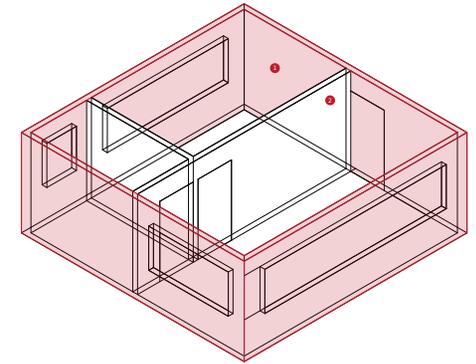
TEMPERATURA

Temp. Confort_ 20°C
Temp. mínima promedio_ 4°C*
Diferencia temp. _ 16°C

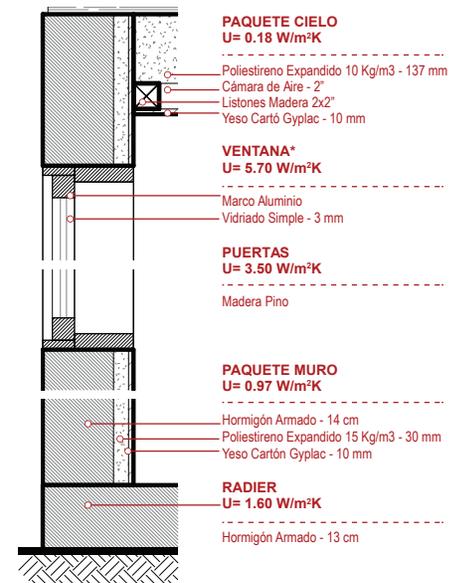
Unidad Familiar_ 4 personas

Se calculará con un promedio de temperatura anual para realizar un cálculo sencillo, ya que, para llegar a un resultado más ajustado a la realidad, se deberían calcular las temperaturas de todos los días del año y agruparlas en días o meses. Esto para considerar que hay meses más fríos o calurosos dependiendo la estación del año.

El diferencial de temperatura calculado es nuevamente un resultado teórico, ya que para hacer estos cálculos se necesita un valor de temperatura requerida para llegar al confort y claramente no todos los días del año se necesita ese diferencial.



(1) Muros expuestos al exterior (2) Muros interiores o adiabáticos
1. Vivienda tipo



SISTEMAS ACTIVOS

DEMANDA TÉRMICA

La demanda térmica es la suma de las pérdidas que un recinto presenta. Por lo mismo, no toma en consideración las ganancias tanto solares como interna. Esta cifra toma en consideración las pérdidas generadas por ventilación, infiltración y elementos constructivos que dan hacia un exterior

PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN

En las viviendas ocurren pérdidas de calor por infiltración a través de puertas y ventanas. Para el cálculo de las pérdidas térmicas por infiltración o ventilación previamente es necesario saber dos cifras. Primero es el Flujo de Aire Requerido; este toma en consideración la cantidad de personas en el recinto, el tamaño del recinto además de flujos de aire requerido según el programa del recinto y establecidos por norma (consultar OGUC). Esta cifra requiere una conversión de unidades (multiplicar por x3.6) para determinar la Tasa de Renovación de Aire. Este corresponde a cuantas veces el volumen de aire equivalente al volumen del recinto necesita renovarse dentro de una hora. Finalmente, con este valor se puede determinar las pérdidas de calor producto a la ventilación.

PÉRDIDAS TÉRMICAS

Es la suma de todas las pérdidas térmicas de cada elemento constructivo del recinto expuesto al exterior. Cada uno cuenta con un Valor U único (según su composición constructiva) y el área que se utiliza es la suma de las áreas de ese elemento constructivo en particular. Por ejemplo; la cifra de área de muro corresponde a la suma de las áreas de los muros perimetrales y para el caso del radier se utiliza su perímetro en vez de su área.

ESTIMACIÓN DE DEMANDA

Se tiene que entender la demanda térmica como un déficit térmico en el recinto que tiene que ser calzado por un sistema activo. En la arquitectura se debe intentar bajar lo más posible las demandas mejorando las pérdidas por envolvente, la orientación solar, la forma de ventilar, etc. Las pérdidas por envolvente van a depender del paquete constructivo diseñado, pero cuando ya las condiciones no lo permiten es necesario optar por un sistema activo.

FLUJO DE AIRE REQUERIDO

$$Vbz = R_p * P_z + R_a * A_a$$

*Vbz_ Flujo aire requerido Total | R_p_ Flujo de aire por persona P_z_
Número de personas | R_a_ Flujo aire requerido por superficie | A_a_
Superficie por ventilar*

$$Vbz = R_p * P_z + R_a * A_a$$

$$2.5 \text{ (L/s)} * 4 + 0.3 \text{ (L/s)} * 49.0 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Vbz = 24.70 \text{ (L/s)} * 3.6 = 88.92 \text{ (m}^3\text{/hr)}$$

TASA DE RENOVACIÓN DE AIRE

$$n = Vbz / \text{Volúmen de Espacio}$$

n_ Tasa de Renovación de Aire | Vbz_ Flujo de Aire Requerido

$$n = Vbz / \text{Volúmen de Espacio}$$

$$n = 88.92 \text{ (m}^3\text{/hr)} / 132.3 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$n = 0.67 \text{ (1/h)}$$

PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN

$$Q_v = 0.34 * n * V * \Delta T \text{ (W/}^\circ\text{C)}$$

*Q_v_ Pérdida por Ventilación | n_ Tasa de Renovación de Aire
V_ Volúmen Recinto | ΔT Diferencia térmica*

$$Q_v = 0.34 n V \text{ (W)}$$

$$Q_v = 0.34 * 0.67 * 132.2 \text{ (m}^3\text{)} * 16 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$Q_v = 474.24 \text{ (W)}$$

PÉRDIDAS TÉRMICAS

$$\text{Pérdidas } Q_c = U * A * \Delta T \text{ (W)}$$

Q_c_ Pérdida Térmica | U_ Valor U | A_ Área | ΔT_ Diferencia Térmica

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	VALOR U (W/m2k)	ÁREA (m2)	ΔT°C	PÉRDIDAS Q _c (W)
Radier	3.33	28.00	16	1494.55
Ventanas	5.80	15.48	16	1436.54
Puertas	1.53	1.90	16	48.68
Muros	0.97	114.8	16	1782.31
Cielo	0.18	49.50	16	146.5
TOTALES				5385.39 (W)

DEMANDA TÉRMICA

$$Pt = Q_c + Q_v$$

$$Pt = Q_c + Q_v$$

$$477.44 + 3527.54 \text{ (W)}$$

$$4004.99 \text{ (W)} / 1000 = 5.38 \text{ kW}$$

SISTEMAS ACTIVOS

MUNDO ELÉCTRICO V/S TÉRMICO

En este capítulo se presentarán los sistemas activos más comunes en el mercado, utilizados para el acondicionamiento de las viviendas con la finalidad de calefaccionar, producir agua caliente (ACS) o para refrigerar los ambientes. Antes de esto es importante diferenciar el mundo de los equipos eléctricos del de los equipos térmicos, tanto en su forma de generar la energía, como de distribuirla dentro de un recinto.

INTRODUCCIÓN

Al referirse a equipos de climatización es habitual encontrarse con los conceptos de energía térmica y energía eléctrica, con sus derivados en potencia térmica y potencia eléctrica. La energía la entendemos como la capacidad para realizar un trabajo, la cual puede ser almacenada y/o acumulada durante un período de tiempo, por lo que puede ser tratada como una cantidad total; Así mismo la potencia representa la cantidad de energía utilizada en una unidad de tiempo, o sea que no se puede acumular, ya que es un término instantáneo.

Resumidamente tenemos que:

- **Energía:** Capacidad de realizar un trabajo. (kWh, Jules, kilocalorías, etc.)
- **Potencia:** Cantidad de trabajo realizado en un periodo de tiempo. (kW, HP, etc.)

Los artefactos o equipos que se usan para climatizar el hogar realizan un proceso de conversión de energía para entregar calor o frío y se pueden clasificar en eléctricos o térmicos. Entonces, ahora es necesario diferenciar entre:

- **Potencia eléctrica:** Corresponde al consumo eléctrico de un equipo requerido para realizar un trabajo. Según los requerimientos puede variar en el tiempo.

- **Potencia térmica:** Cantidad de calor o frío que puede entregar un equipo.

ELÉCTRICO

Generación: A la hora de producir calor en forma eléctrica existe una amplia gama de equipos capaces de producirlo. Básicamente a través de una resistencia eléctrica que transfiere el calor al aire o agua según se desee. Entre estos se encuentran: Calefactores eléctricos, estufas eléctricas convectivas y/u oleo-eléctricas, termos eléctricos, aero-calefactores, etc.

Por otro lado, con tal de producir frío existen varias tecnologías que requieren de electricidad para funcionar, aunque su proceso interno sea un proceso térmico. Nos referimos a los aires acondicionados (AACC) y/o “chillers”, los cuales son capaces de extraer calor de un recinto y botarlo al exterior de este, produciendo así un descenso en la temperatura del lugar a climatizar.

Por último, existen las bombas de calor que al igual que un aire acondicionado funcionan con electricidad para realizar un proceso térmico que transfiere calor de un lugar a otro. La diferencia es que pueden cumplir con ambas funciones, tanto la de refrigerar como la de calefaccionar un ambiente determinado. En los casos más comunes, las bombas de calor están compuestas por una unidad exterior y una interior. La unidad exterior puede considerarse el equipo de generación.

Distribución/entrega: Estos equipos son los encargados de entregar el calor o frío producido por los equipos generadores, para que este sea distribuido de la mejor forma al interior de un recinto. Entre estos encontramos:

- Sistema de recirculación de aire: a través de ductos al interior del recinto por medio del uso de ventiladores. Suelen usarse

en el caso de los aero-calefactores. Esto obliga instalar ductos de aire por toda la edificación lo cual utiliza un importante volumen.

- Fancoils: los cuales son capaces de recibir el fluido del equipo de generación, para luego transferir el frío o calor de éste al aire del recinto que se desea climatizar. Se les puede conectar a un sistema de recirculación de aire por ductos.

- Cassetes o Split. Se les denomina también como la Unidad Interior de un sistema de bomba de calor o AACC. Son capaces de recibir el refrigerante de la Unidad Exterior y transferirlo localmente al aire que son capaces de recircular. No utilizan ductos de aire.

TÉRMICO

Generación: A la hora de producir calor en forma térmica existe variedad de equipos capaces de realizar esto. La mayoría realiza este proceso por medio de una caldera a combustión de algún combustible (gas licuado, gas natural o biomasa). En general, el calor se transfiere a un fluido para luego ser transportado hacia los distintos sistemas de distribución. El surgimiento de las energías renovables como solución a nivel residencial, amplía las posibilidades ya que sistemas como los solares térmicos o la geotermia logran entregar calor de esta misma forma.

Por otro lado, si se desea producir frío de forma térmica la mayoría alude a las bombas de calor ya clasificadas como eléctricas, debido al consumo eléctrico que requiere el compresor que poseen. A pesar de ello, existen bombas de calor con compresores a gas, por lo cual se pueden clasificar como 100% térmicas.

Distribución/entrega: Estos equipos son los encargados de entregar el calor o frío producido por los equipos generadores, para que este sea distribuido de la mejor forma al interior de un recinto. Entre estos encontramos:

- Losa radiante: Mayormente utilizada para calefaccionar, consiste en una red de cañerías instaladas en medio de la losa o piso de una edificación. El fluido recorre el lugar liberando el calor al ambiente.

- Radiadores: Mayormente utilizada para calefaccionar, consisten en un conjunto de intercambiadores de calor metálicos fijados a las paredes de un recinto que forman parte de una red de cañerías que conecta al equipo de generación. El calor del fluido es liberado al ambiente a través del radiador.

- Fancoils: Como ya se explicó, son capaces de recibir el fluido del equipo de generación, para luego transferir el frío o calor de éste al aire del recinto que se desea climatizar.

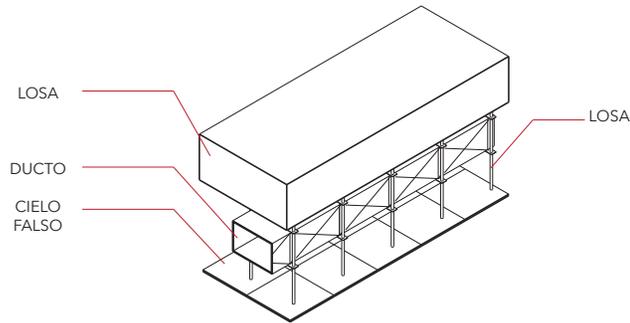
- Estufas portátiles: Éstas generan y distribuyen al mismo tiempo energía térmica al interior de los recintos.

Canalización y transporte: Con tal de transportar la energía desde el exterior al interior de un recinto (calefacción) o para extraer calor del interior hacia el exterior (refrigeración), se deben utilizar fluidos a través de canalizaciones. Dependiendo si se utiliza agua o refrigerante se debe diseñar el sistema de cañería que conectará un equipo de generación o unidad exterior con la unidad interior o de distribución. La ventaja de esto es que las canalizaciones ocupan poco espacio, pueden ocultarse a través de zócalos generando bajo impacto arquitectónico y pueden ser instalados sin problemas después de entregada una obra.

SISTEMAS ACTIVOS

SISTEMAS DE CANALIZACIÓN Y TRANSPORTE

Existen variados sistemas activos para el acondicionamiento de recintos, sin embargo, estas se compatibilizan con los mismos métodos de transporte. En otras palabras, son el medio por el cual el generador/sistema activo se conecta con un aparato de distribución para el acondicionamiento de un espacio. Estos pueden ser categorizados como:



DUCTOS

Estos transportan aire caliente o frío (dependiendo del sistema) en un sistema ramificado de ductos de medidas variables. Estos ductos, comúnmente de lata, idealmente recorren por debajo de las losas y desembocan en registros a 30 cm por sobre la base de los muros. Una segunda opción para ubicar estos sistemas es en el cielo del recinto con la asistencia de una estructura portante. En caso de necesitar ocultar estos ductos, está la opción de cubrir el sistema con un cielo falso. Estos están disponibles en unidades modulares en el mercado y utilizan materiales como fibra de vidrio y poliuretano. Por lo mismo, los cielos falsos se consideran como efectivos aislantes de sonido y temperatura.

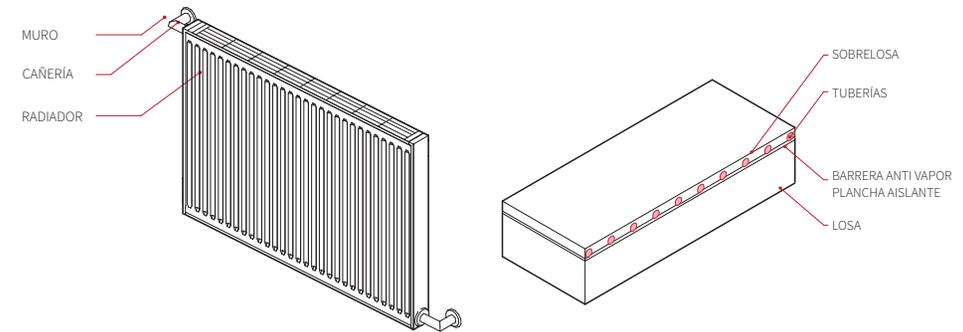
Además, dependiendo del sistema asociado, dos series de ductos serán requeridos: uno para aire caliente y otro para aire frío. En este caso, es necesario que estos dos no se crucen para evitar transferencia de calor.

CAÑERÍA

Estas cañerías transportan fluidos calientes (dependiendo del sistema asociado) por la superficie de la vivienda o por los muros. Estos conectan variados artefactos en serie (desde radiadores hasta calienta toallas) en un circuito o más y retornan en otra línea de cañerías retornando los fluidos fríos hacia el sistema. Por la misma razón, se debe optar por cañerías con aislante para evitar el intercambio de calor entre estas dos líneas.

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Estos corresponden a aquellos artefactos directamente encargados de acondicionar térmicamente los recintos durante todo su recorrido. Estos son casos como radiadores y losas radiantes:



RADIADORES

Los radiadores reciben agua o vapor caliente provenientes del sistema activo para calefaccionar el espacio en que se están empleando. Por lo general el rango de temperatura al que trabaja supera los 60°C. La materialidad de estos artefactos es metálica (excelentes conductores térmicos) para asegurarse una conducción de calor más efectiva. Además, y en base al mismo objetivo, los radiadores tienen una forma corrugada para aumentar la superficie de área con el aire del recinto.

Estos artefactos son de fácil instalación y bajo impacto constructivo, permitiendo ser instalados incluso a una vivienda ya construida. Sin embargo, tienen un impacto en el diseño, y pueden ser peligrosas debido a sus altas temperaturas.

Hoy existen nuevas tecnologías que permiten calefaccionar y refrigerar por esta vía, además de ser combinadas con ventiladores que hacen más eficiente el proceso.

LOSA RADIANTE

Este sistema consiste en la instalación de circuitos de tuberías a través de los cuales se transporta agua. La ventaja de entregar el calor por esta forma es que se logra trabajando a temperaturas de alrededor de 40°C, lo cual lo hace más eficiente que los radiadores que requieren mayor temperatura.

La red de tuberías (serpentes) se colocan sobre una losa, y luego se les vierte una capa de mortero. La distribución de este sistema es en la totalidad de la superficie y disposición de los serpentes puede variar según las necesidades de cada recinto.

Este método requiere de diversas capas para su instalación: Film anti-vapor, zócalo perimetral (absorbe dilataciones del mortero y evita pérdidas de calor), plancha aislante (material soportante de los circuitos de tuberías) para evitar pérdidas entre pisos, en terrazas o pisos volados, tuberías (plásticas y de 20 mm de diámetro) y mortero (u hormigonado liviano).

SISTEMAS ACTIVOS

SUMINISTROS DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN EN CHILE

Parte del proceso de elección de un sistema de calefacción apropiado para una vivienda es determinar la fuente de energía con que se suministra. Este combustible repercute directamente en los costos de operación al igual que las condiciones salubres y medioambientales dentro de la misma vivienda.

PARAFINA

Alternativa de calefacción comúnmente usada, sin embargo, la necesidad de rellenarlas de manera constante lo hace poco práctico en términos de almacenaje y administración de recarga. Además, durante la combustión libera H₂O y elementos de contaminación intradomiciliarios como materiales particulados, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre.

GAS LICUADO

Esta opción contiene un gran potencial térmico, sin embargo, los calefactores a gas generalmente son móviles y pueden ser peligrosos durante su manipulación y mal cuidado. Además, el gas licuado produce contaminación dentro del hogar por dióxido de carbono.

GAS NATURAL

Su combustión produce pocas emisiones de contaminantes, pero consume el oxígeno de la habitación en que se encuentra. Esta depende de la matriz de gas natural para funcionar.

LEÑA

Contiene un gran potencial térmico y es de bajo costo, sin embargo, su eficiencia de combustión depende de varios factores: Contenido de humedad, tipo de madera y manipulación (manejo y conocimiento del usuario). La leña tiende a generar mayores emisiones atmosféricas. Los calefactores a leña tienen restricción durante días de alta contaminación o incluso completa prohibición

en algunos sectores, incluso con chimeneas de doble cámara que emiten menos humo.

PELLET DE MADERA

Como combustible, el pellet de madera es barato y produce bajas emisiones de contaminantes. Sin embargo, este está asociado a equipamiento específico de alto costo de compra e instalación en comparación a las otras opciones.

ELECTRICIDAD

A pesar de que la electricidad no es un combustible, si es una fuente de energía capaz de generar calor o frío. En comparación con los combustibles, ésta es la única fuente de energía sin emisiones al interior de los recintos durante su funcionamiento. Sin embargo, para el caso de Chile, actualmente es la fuente de calefacción más costosa.

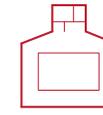
4 PILARES DE LA CALEFACCIÓN SUSTENTABLE



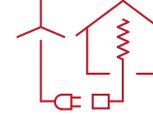
Educación Ambiental



Aislación Térmica



Calefacción Eficiente



Fuentes de Energía Limpias

CAPACIDAD CALORÍFICA MEDIA DE CADA COMBUSTIBLE

Leña
14.8 MJ/kg

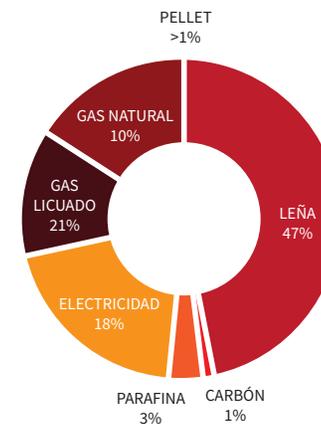
Parafina
42.0 MJ/kg

Pellets
18.0 MJ/kg

Gas Licuado
46 MJ/kg

Gas Natural
33.7 MJ/m³

CONSUMO DE ENERGÍA PARA LA CALEFACCIÓN DE VIVIENDAS SEGÚN FUENTE



CONSUMO MENSUAL ESTIANDO POR TIPO DE ENERGÍA ASUMIENDO 8 HORAS DE CALEFACCIÓN

\$41.200
PELLET

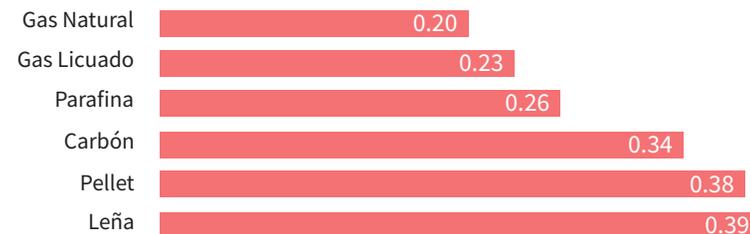
\$56.800
PARAFINA

\$58.700
GAS NATURAL

\$73.800
GAS LICUADO

\$115.900
ELECTRICIDAD

EMISIÓN DE CO₂ POR CADA kWh GENERADO POR COMBUSTIBLE



SISTEMAS ACTIVOS

CALEFACCIÓN - ESTUFA PORTÁTIL

¿Qué es?:

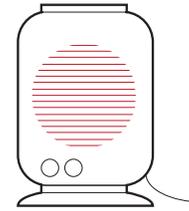
Las estufas portátiles son una opción popular dentro de aquellos recintos que no cuentan con un sistema de calefacción fijo/ incorporado. Algunas de ellas son híbridas y usan parafina y/o electricidad, también tienen la ventaja de ser más económicas que los sistemas centralizados, sin embargo, estas tienen una limitada cobertura térmica para calefaccionar, con lo cual el confort del recinto suele ser menor. Por otra parte, algunas de éstas contaminan (gas, parafina y a leña), generan humedad y emisiones al interior del recinto.

¿Cómo funcionan?:

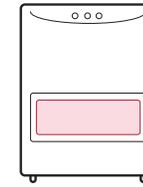
Estas dependen de diversas fuentes de energía para generar calor ya sea por combustión o electricidad. Las estufas portátiles no son la opción más recomendada producto a la falta de garantía en la ventilación de contaminantes generados por la combustión, potencialmente elevan costos eléctricos de la vivienda o incluso los peligros como incendios producto de la baja calidad de estos equipos.

Recomendaciones

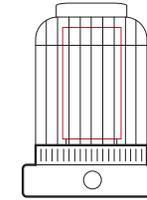
Se recomienda utilizar una estufa con la capacidad que tenga el recinto a calefaccionar, es decir, los metros cuadrados de cobertura. En caso de tener que usar equipos a gas o parafina se debe tener presente la necesidad de ventilar los recintos o que estos tengan una tasa de renovación de aire permanente. En el caso de las estufas a pellet su montaje debe ser realizada por un especialista que cumpla con las normas de instalación.



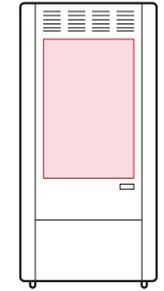
1. Estufa Eléctrica
Es más segura y limpia, seca el aire.
Cobertura: 20 m2 aprox.



2. Estufa a gas licuado
Combustión genera emisiones y humedad
Cobertura: 40-50m2 aprox.



3. Estufa a parafina/ parafina híbrida
Combustión genera emisiones y humedad
Cobertura: 40-90m2



4. Estufa a pellet
Gases de combustión se deben extraer por ductería al exterior
Cobertura: 100-150m2



1. Estufa Eléctrica



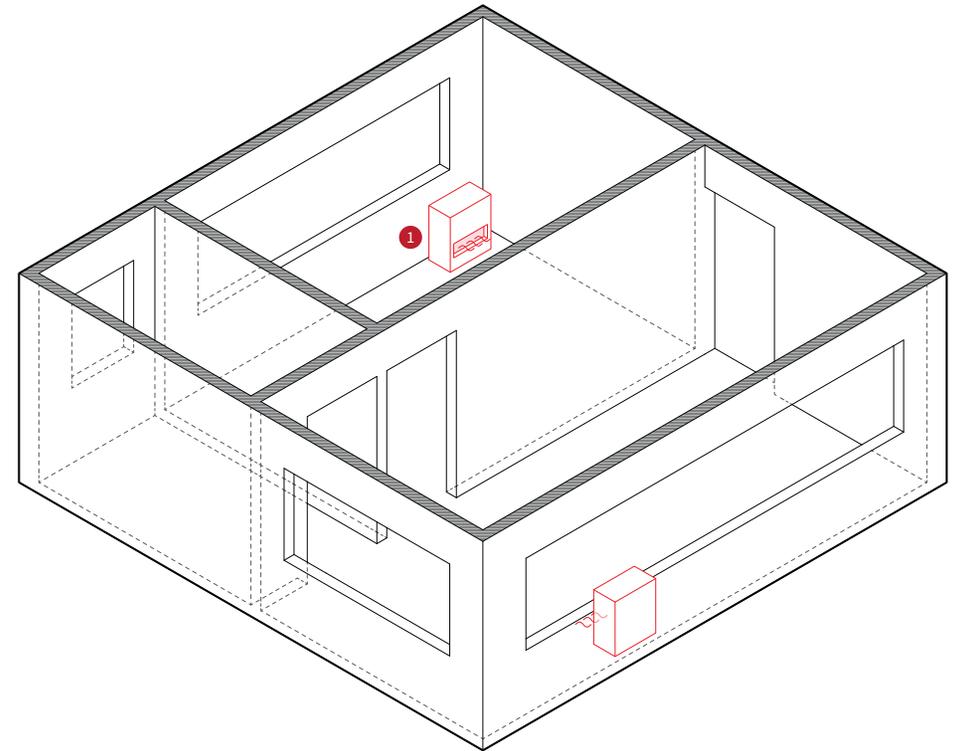
2. Estufa a gas licuado



3. Estufa a parafina/ parafina híbrida



4. Estufa a pellet



1. Aplicación arquitectónica
Componentes
(1) Estufa portátil

SISTEMAS ACTIVOS

CALEFACCIÓN - CALDERA

Fuentes de Energía: Gas Natural, Gas Licuado, Pellet

Formas de Transporte: Cañerías

Formas de Distribución: Losa Radiante, Radiadores y Artefactos

Compatibilidad con otros sistemas: Estanque agua sanitaria, panel solar térmico

¿Qué es?:

El sistema de caldera es uno de los sistemas más populares de calefacción en Chile. Este artefacto calienta un fluido, generalmente agua, por medio de un combustible o resistencia eléctrica, que luego distribuye mediante una red de tuberías al interior de la vivienda

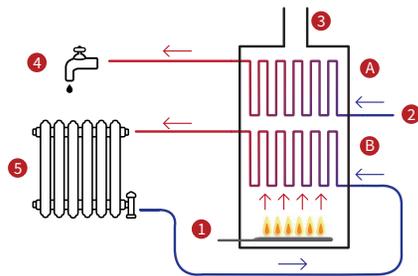
¿Cómo funcionan?:

El dispositivo en si está compuesto por dos partes principales: Una cámara para una fuente de calor y otra para la acumulación de agua o serpentinas conteniendo agua o vapor. La primera cámara mediante combustión de gas o electricidad calienta el fluido de la segunda cámara y se genera el intercambio de calor. Mediante el accionamiento de una bomba, el fluido caliente es trasladado través de un circuito cerrado recorriendo todos los puntos o superficies a calefaccionar y luego reingresa con menor temperatura de vuelta a la caldera. Para el caso de los radiadores, a entrega de calor es puntual y las cañerías recorren distancias no muy largas para abastecer de calor cada radiador, para el caso de las losas radiantes es necesario cubrir toda la superficie a calefaccionar con serpentines, para evitar zonas frías.

Recomendaciones

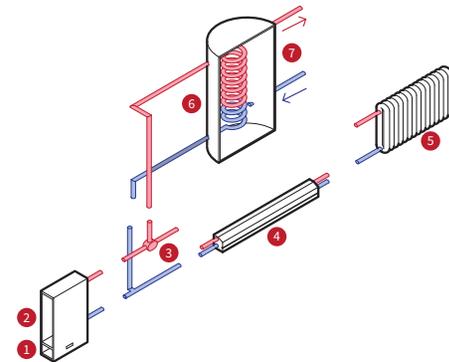
Para viviendas de muchas habitaciones a calefaccionar con radiadores es recomendable hacer más de un circuito para abastecer a éstos, ya que se debe evitar que las cañerías recorran largas distancias para así evitar pérdidas. Este sistema debe tener en cuenta un

tercer componente de tubo de escape para los gases de combustión en caso de que la fuente de energía es a gas y ocurra en un interior. Este tubo, por ende, tiene que dar hacia un exterior. La opción más eficiente de caldera hoy en día es la caldera de condensación que reutiliza el calor latente de los gases producidos por la combustión para calentar el agua, con la salida de estos gases a una temperatura menor.



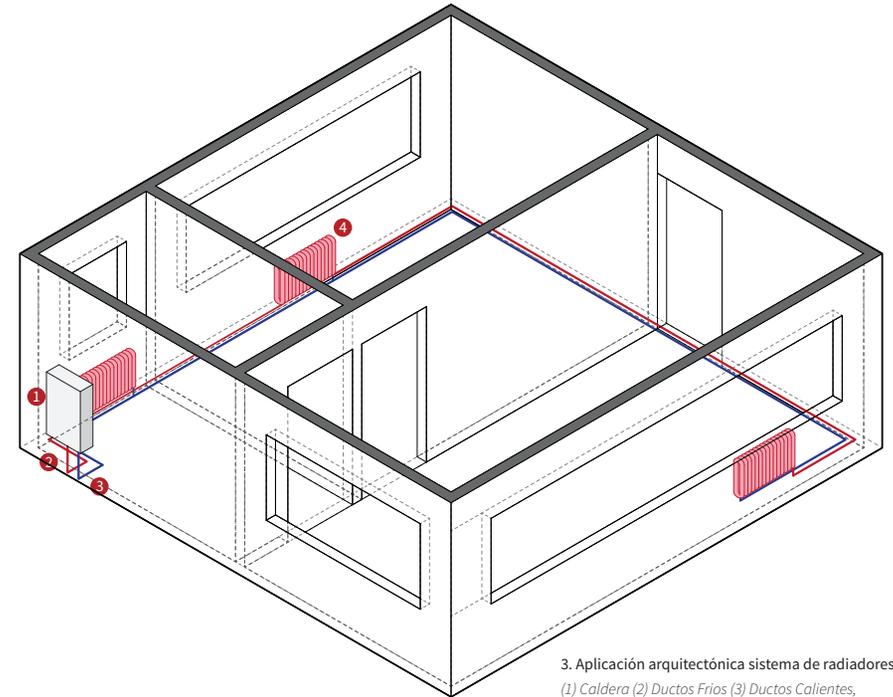
1. Sistema de funcionamiento Caldera

(1) Entrada gas (2) Red agua potable (3) Ducto salida humo (4) Agua caliente sanitaria para el uso (5) Sistema de Radiadores.
(A) Circuito abierto uso de ACS (ducha, lavamanos, lavaplatos)
(B) Circuito cerrado para calefacción (Radiadores, Losa radiante, etc.)



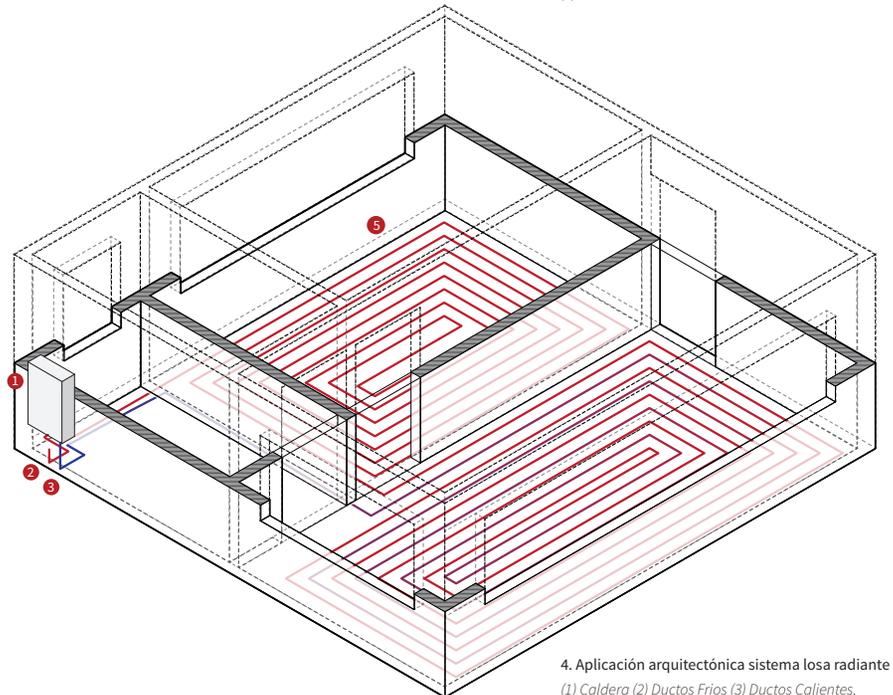
2. Aplicación de Calderas para calefacción

(1) Fuente de Calor (2) Intercambiador de calor (3) Bomba (4) Distribución / Guardapolvos (5) Sistema de Radiadores (6) Estanque de Agua Potable (7) Red de Agua Potable



3. Aplicación arquitectónica sistema de radiadores

(1) Caldera (2) Ductos Fríos (3) Ductos Calientes, (4) Radiadores



4. Aplicación arquitectónica sistema losa radiante

(1) Caldera (2) Ductos Fríos (3) Ductos Calientes, (5) Serpentes

SISTEMAS ACTIVOS

CALEFACCIÓN - AIRE FORZADO

Fuentes de Energía: Electricidad, Gas Licuado, Gas Natural, Pellets

Sistema de Transporte: Ductos de Aire

Sistema de Distribución: Regillas

Compatibilidad con otros sistemas: No

¿Qué es?

Los aerocalentadores o también conocidos como los sistemas de aire forzado son aparatos que utilizan circuitos cerrados de aire dentro del recinto para así calefaccionarlo. Este sistema utiliza electricidad como fuente de energía para forzar el aire y calefaccionar el recinto. Sin embargo, existen equipos que utilizan algún proceso de combustión para la calefacción además de electricidad para mover los volúmenes de aire.

¿Cómo funcionan?:

El aparato en si está compuesto por 2 cámaras principales:

VENTILADOR: Utiliza electricidad para forzar aire hacia la segunda cámara. El ventilador extrae aire desde el exterior además de aire que reingresa al dispositivo desde el recinto.

SERPENTINES: En caso de utilizar electricidad para la calefacción, el aire forzado de la primera cámara ingresa a esta segunda lo cual contiene serpentinas. Estas calientan el aire entrante antes de ingresar al sistema de ductos que van a distribuirlo.

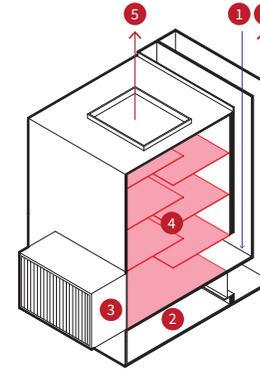
CÁMARA DE COMBUSTIÓN: En caso de utilizar algún combustible como fuente de energía, el aire forzado ingresa una cámara de placas metálicas calentadas por un proceso de combustión. Por lo mismo, estos cuentan con un tubo de escape para los contaminantes generados. Los combustibles utilizados varían desde parafina hasta el uso de pellets.

¿Cómo se aplican?

El aire caliente se distribuye en el recinto mediante una ramificación de ductos que viajan en la losa. Estos ductos terminan en registros ubicados hasta 30 cm por sobre la base de los muros para liberar el aire caliente.

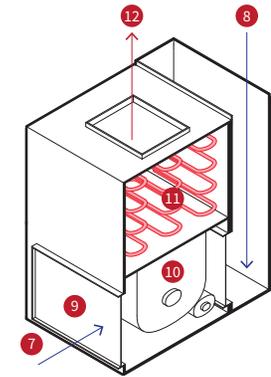
Según las capacidades del aparato instalado, se puede extraer el aire para así renovando el aire dentro del recinto. Para llevar a cabo esto, un segundo registro se ubica opuesto al primero para recolectar el aire caliente que se fue enfriando. De esta forma, se minimiza la extracción de aire caliente que recién sale del primer registro. En cuanto a los ductos de aire extraído, estos siguen la misma lógica que los ductos de aire caliente y se debe minimizar el contacto entre esto para así reducir el intercambio de calor entre ambos. Finalmente, este aire reingresa al aparato y de esta forma generando un circuito cerrado. Los ductos de aire deben ir reduciendo su tamaño para aumentar la presión y velocidad. Éstos no deben tener muchos codos, pero si hay deben ser curvos para evitar el ruido generado por la turbulencia del aire.

El aerocalentador comúnmente se ubica en un sótano al igual que azoteas y cubiertas. Producto a que el aire caliente asciende, la opción óptima es ubicar este sistema en la planta más baja de la vivienda



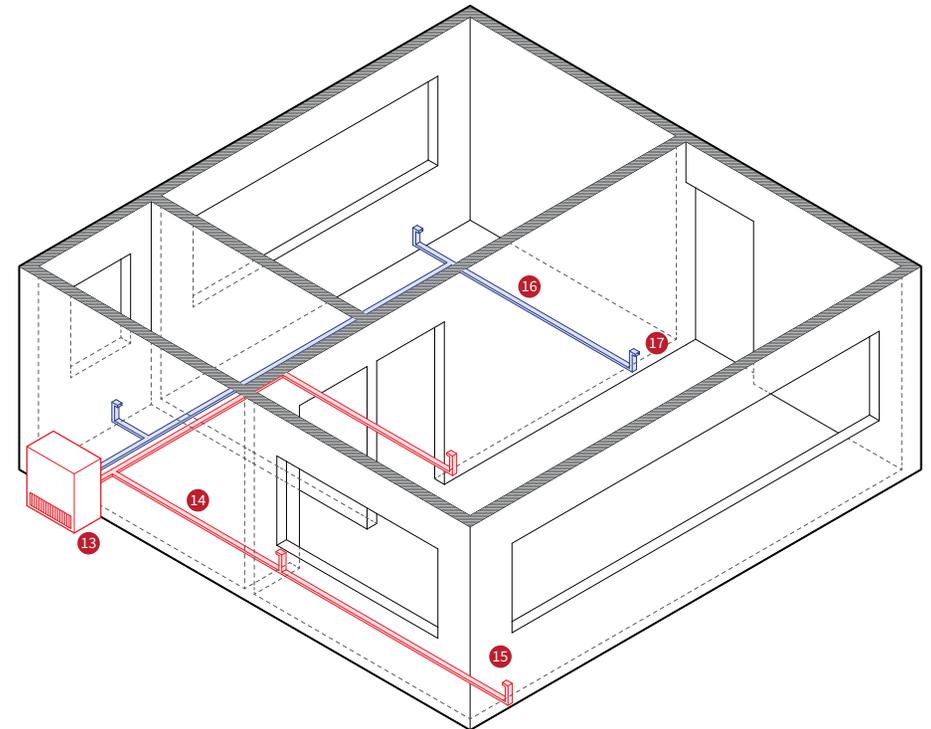
1. Aerocalentador a combustión

(1) Aire Frío (2) Cámara de Combustión (3) Ventilador (4) Placas Metálicas (5) Aire Caliente (6) Tubo de Escape



2. Aerocalentador Eléctrico

(7) Aire Frío exterior, (8) Aire frío interior, (9) Filtro, (10) Ventilador, (11) Serpentina, (12) Aire Caliente.



3. Aplicación arquitectónica

(13) Aerocalentador (14) Ductos de Aire Caliente, (15) Rejilla de inyección Aire Caliente, (16) Ductos de Aire Frío, (17) Rejilla de extracción de Aire Caliente.

SISTEMAS ACTIVOS

CALEFACCIÓN/REFRIGERACION - BOMBA DE CALOR

Fuentes de Energía: Electricidad, Gas Licuado, Gas Natural

Formas de Transporte: Ductos aire y/o Cañerías agua o fluidos

Formas de Distribución: Losa Radiante, Radiadores, Artefactos

Compatibilidad con otros sistemas: Estanque acumulador agua sanitaria, Planta Fotovoltaica, calderas.

¿Qué es?:

Las bombas de calor son equipos que funcionan mediante la compresión y expansión de un líquido refrigerante para la calefacción o enfriamiento de recintos, ya que su ciclo de funcionamiento puede ser reversible. (Fig 1 y 2, A y B).

Estos equipos pueden funcionar a partir de un consumo eléctrico, gas natural o gas licuado, con la finalidad de mover calor de un lugar a otro (exterior a interior o viceversa) cambiando los niveles de temperatura.

Estos sistemas suelen ser muy eficientes, y dependiendo de donde extraen la energía térmica, sea por aire o por tierra/agua, varían sus rendimientos. A modo de ejemplo, 1kWh de consumo electricidad puede generar 3kWh de energía térmica.

Estos sistemas cuentan con una gran versatilidad. Pueden ser utilizados para la calefacción de aire, en losas radiantes e incluso se puede compatibilizar con sistemas de agua.

¿Cómo funcionan?:

Este sistema se conforma principalmente de dos intercambiadores de calor: un evaporador, que toma el calor de un recinto y un condensador, que lo bota. Estos están conectados por un compresor y por una válvula de expansión los cuales permiten regular la temperatura de estos dos intercambiadores de calor. Este circuito permite cambiar su sentido y así calefaccionar o refrigerar según las necesidades de un recinto.

Componentes

Fluido refrigerante: Está continuamente en circulación y cambiando su estado de líquido a gaseoso, en este proceso absorbe el calor del interior que luego es liberado hacia el exterior.

Compresor: Aumenta la presión del refrigerante que llega en estado gaseoso desde el evaporador.

Condensador: Se encarga de transformar de estado gaseoso a líquido el refrigerante.

Válvula de expansión: Libera la presión del refrigerante provocando el cambio de estado de líquido a gaseoso.

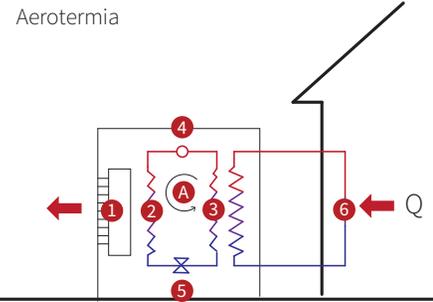
Evaporador: Se produce el cambio de estado del refrigerante de líquido a gaseoso.

¿Cómo se aplican?

En primer lugar, se debe definir cuál es la fuente de calor, si es por aire (Aerothermia) o es por tierra y/o agua (Geothermia).

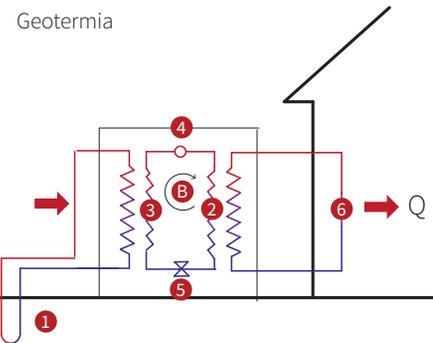
Luego se debe definir el combustible que mueve el ciclo del refrigerante, puede ser eléctrico o por gas.

Por último, se debe definir de qué forma se va a entregar o sacar el calor al recinto. Esto puede ser a través de una losa radiante, radiadores y estanques de agua caliente para calefaccionar y para refrigerar a través de fancoil, sistemas de distribución de aire.



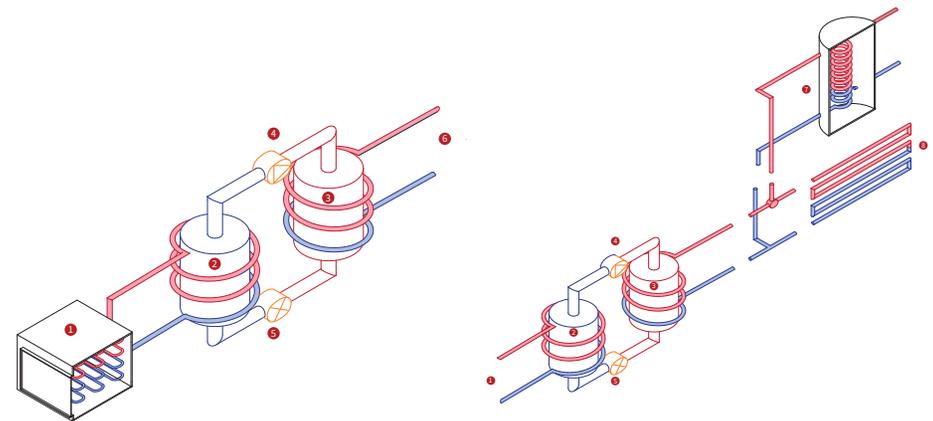
1. Bomba de calor & aerothermia en modo de refrigeración

(A) Ciclo en modo de refrigeración, (1) Sistema de ventiladores, (2) Condensador (3) Evaporador (4) Compresor (5) Válvula de expansión (6) Sistema de clima por ej. fancoil



2. Bomba de Calor & geothermia en modo de calefacción

(B) Ciclo en modo de calefacción, (1) Intercambiador geotérmico Agua / Tierra, (2) Condensador, (3) Evaporador, (4) Compresor, (5) Válvula de expansión (6) Radiadores, losa radiante, estanque de agua etc.



1. Bomba de calor & sistema de distribución por aire

(1) Sistema de ventilación exterior (2) Evaporador (3) Condensador (4) Compresor (5) Válvula de expansión (6)

2. Bomba de Calor & sistema de losa radiante y estanque de agua

(1) Cuerpo de Agua / Tierra, (2) Evaporador, (3) Condensador, (4) Compresor, (5) Válvula de expansión, (7) Estanque de Agua Caliente, (8) Losa radiante o radiadores.

INSTALACIONES DOMÉSTICAS

REFRIGERACIÓN - SISTEMAS SPLIT

Fuentes de Energía: Electricidad,

Formas de Transporte: Cañerías de líquido refrigerante.

Formas de Distribución: Rejillas unidad interior.

¿Qué es?:

Sistema de aire acondicionado y/o de calefacción que se monta en ventanas o a través de muros y que consta de una unidad externa y otra interna. Permiten regular tanto la temperatura como la humedad de un recinto interior. Estos equipos están dimensionados para acondicionar un solo recinto de manera independiente.

Son de fácil instalación y de bajo impacto constructivo.

Componentes

Unidad externa: Se ubica fuera del edificio y contiene el compresor, condensador, la válvula de expansión y el extractor que capta aire del ambiente que luego es liberado a mayor temperatura.

Transporte: Cañería que conecta la unidad externa con la interna y por él circula el fluido refrigerante, además de la conexión eléctrica. Éstos son cañerías, por lo que no ocupan gran espacio en comparación a otros sistemas, como el aire acondicionado.

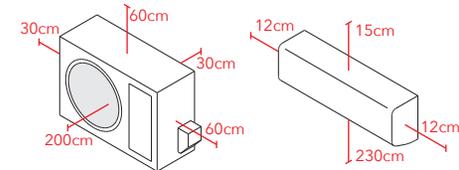
Unidad interna: Se ubica en el interior del recinto y contiene el evaporador y el ventilador que distribuye el aire en el interior.

Criterios de Instalación

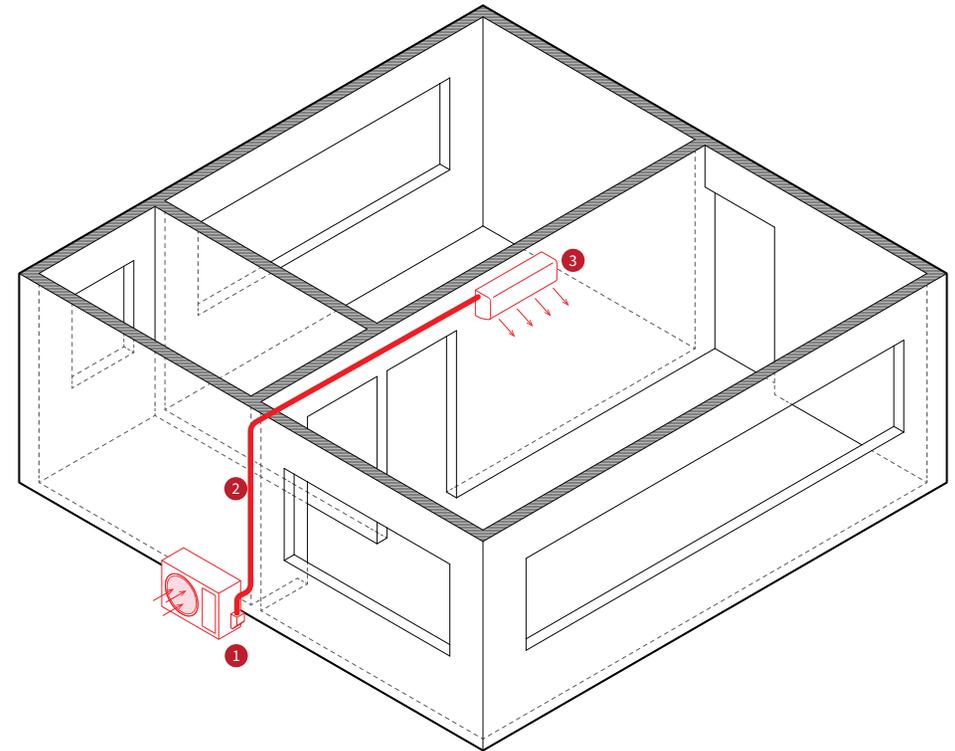
1. Unidad interior: Debe ubicarse en un lugar con buena circulación de aire y sobre un muro o suelo que resista el peso de la unidad, al menos a 1 metro de otro dispositivo electrónico.

2. Unidad exterior: Debe ubicarse en un lugar exterior con buena circulación de aire y sobre un soporte que evite la vibración de la unidad. Protegida de largas exposiciones al sol y la lluvia.

Distanciamiento mínimo



1. Dimensiones de aparatos



2. Aplicación arquitectónica

(1) Unidad externa, (2) Cañería de refrigerante, (3) Unidad interna.

SISTEMAS ACTIVOS

CALEFACCIÓN/REFRIGERACIÓN - CENTRALIZADO

Fuentes de Energía: Electricidad y combustión (gas, GLP, pellet, etc.)

Equipos de generación: Bomba de calor, caldera, chiller, VRV

Formas de Transporte: Cañerías de líquido refrigerante.

Formas de Distribución: Fancoil y red de ductos.

¿Qué es?

El sistema de clima centralizado consta de una unidad de compresión en el exterior, una unidad o más en el interior y ductos de aire para cada recinto climatizando de forma independiente cada uno de ellos. Estos pueden entregar frío o calor.

Uno de los sistemas más utilizados son los VRV (volumen refrigerante variable).

¿Cómo funciona?

La unidad exterior satisface la necesidad de energía de cada una de las unidades interiores que componen el sistema, de esta forma, si una habitación requiere ser enfriada, la unidad exterior procura extraer calor de la habitación para botarlo al ambiente. De forma opuesta, si un recinto requiere ser calefaccionado, el equipo le entregará energía a la unidad interior con tal de calefaccionar el ambiente.

Ya que este equipo permite zonificar, es decir, regular la temperatura de cada recinto por separado, optimiza el consumo energético, porque se utilizará según las necesidades que requiera cada espacio.

Este proceso de distribución es asistido por un ventilador dentro de los ductos, y rejillas que permiten el ingreso de aire frío/calor a distintos recintos.

Componentes

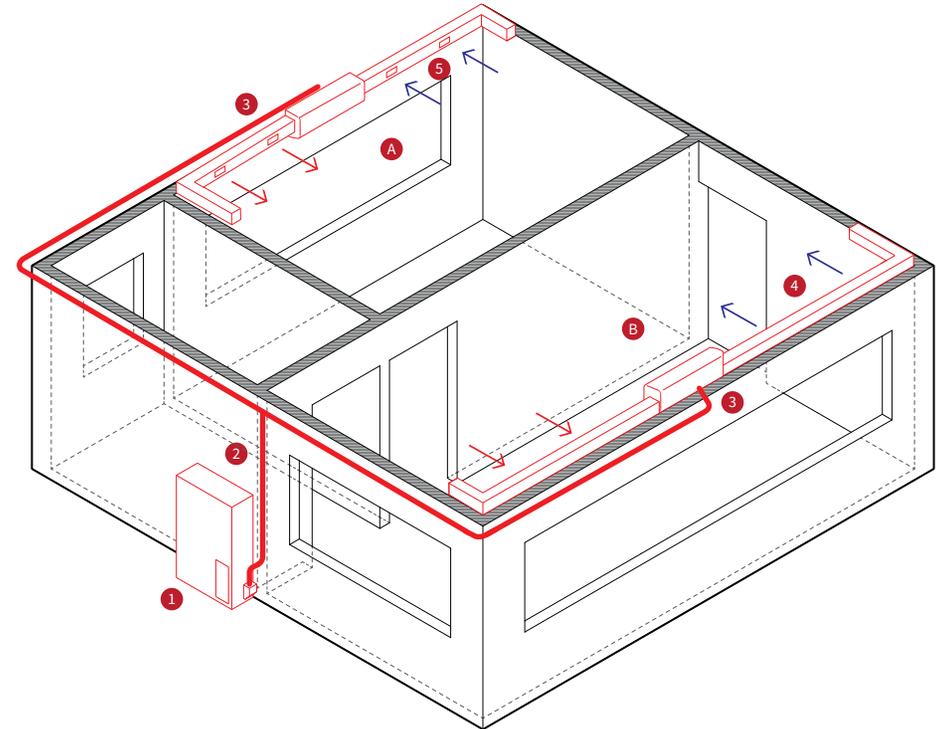
Unidad exterior: compresor y condensador. En esta unidad se aumenta la presión, y por ende la temperatura, del líquido refrigerante, para luego, por medio de ventiladores, expulsar el calor hacia el exterior.

Distribución energía: A través de una cañería de cobre se transporta un refrigerante que realiza el intercambio energético entre la unidad exterior y la unidad interior.

Unidad interior o Fancoils: los cuales son capaces de recibir el fluido del equipo de generación, para luego transferir el frío o calor de éste al aire del recinto que se desea climatizar.

Transporte: ductos por los que se mueve el aire frío o caliente apoyado por ventiladores.

Rejillas: Punto desde el cual el aire frío o caliente se expulsa desde los ductos hacia los recintos y se extrae calor desde el recinto hacia los ductos.



1. Aplicación arquitectónica

(1) Unidad exterior, (2) Cañerías líquido refrigerante, (3) Unidad interior o fancoil, (4) Ductos de aire, (5) Rejillas

(A) Habitación en modo calefacción, (B) Habitación en modo refrigeración.

ENERGÍA RENOVABLES NO CONVENCIONALES

INTRODUCCIÓN

¿Qué es?

Las energías renovables han penetrado en el mundo como una alternativa de generación para los distintos requerimientos energéticos. Energías renovables son todas aquellas cuya fuente de producción es inagotable o con una capacidad de recuperación en menor tiempo que el de su uso, por ejemplo: hidráulica, eólica, solar, mareomotriz. Además, dependiendo de su forma de explotación, también pueden ser catalogadas como renovables la energía proveniente de la biomasa, la energía geotérmica y los biocombustibles. En este capítulo se presentarán los sistemas de energías renovables más comunes para el uso residencial, utilizados para el acondicionamiento de las viviendas con la finalidad de producir electricidad, calefaccionar, producir agua caliente (ACS) o para refrigerar los ambientes.

Las energías renovables suelen clasificarse en convencionales y no convencionales, según sea el grado de desarrollo de las tecnologías para su aprovechamiento y la penetración en los mercados energéticos que presenten.

En Chile se define como fuentes de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a la eólica, hidráulicas de paso (centrales hasta 20 MW), la biomasa, el biogás, la geotermia, la solar y la energía de los mares.¹

Potencial de ERNC

Chile tiene un gran potencial para desarrollar proyectos de ERNC al contar con la radiación solar más alta del mundo, fuertes vientos, cursos de agua de alto caudal y un gran recurso geotérmico en la cordillera.

Gracias a esto, existen diversos fomentos a la implementación de ERNC en la escala residencial y de MIPYMES, ya sea mediante subsidios o incentivos tributarios.

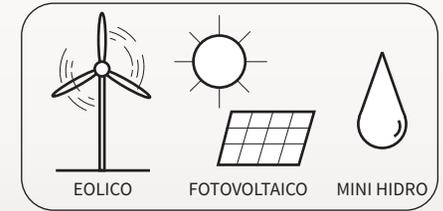
Generación distribuida y autoconsumo

La ley de generación distribuida (Ley 20.571) que opera desde el año 2014 otorga a los clientes regulados (residenciales), de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, el derecho a generar su propia energía eléctrica, mediante medios renovables no convencionales o de cogeneración eficiente, para autoconsumirla o recuperar económicamente los excedentes de energía no consumida que son entregados a la red.

Generación de Energía & Distribución

A continuación, se presentarán diversas formas en cómo captar y aprovechar estos recursos naturales para la escala residencial. Junto con esta variedad, los aparatos utilizados para la captación de energía (denominados generadores) también son diversos; sin embargo, la transmisión de energía entre el generador hacia la vivienda tiene un formato común y compartido entre estos recursos y generadores asociados.

GENERADORES A ESCALA RESIDENCIAL



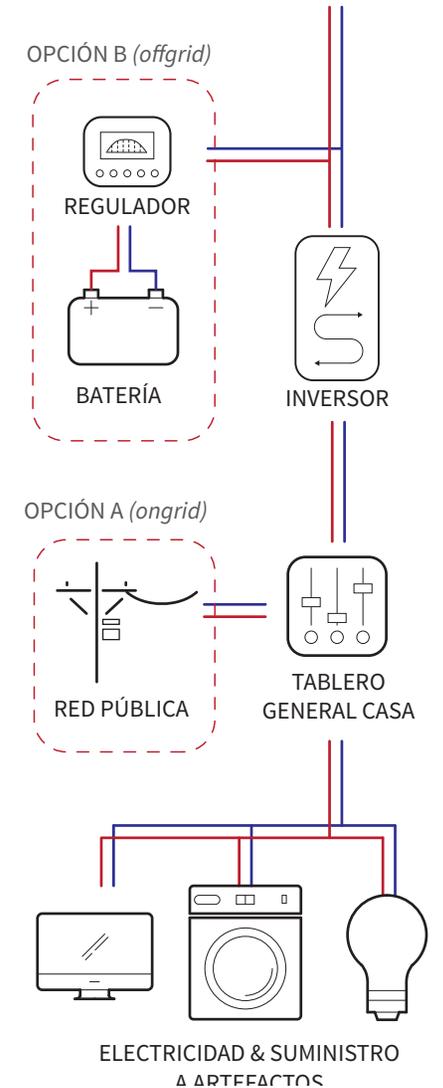
1| GENERADOR: Aparato encargado de la captación de energía. Este comúnmente transforma la energía cinética del medio en que se emplea en potencial eléctrica. Sin embargo, otros avances tecnológicos permiten otros formatos de captación

2| REGULADOR DE CARGA: Sistema que gestiona la energía producida: la envía hacia una batería para almacenar o entrega directa para el consumo. Previene posibles sobrecargas o descargas de las baterías, extendiendo la vida útil de estas.

3| INVERSOR: Sistema encargado de convertir la energía que es producida en formato de corriente continua en corriente alterna (útil para los artefactos). En el caso de Chile, esta conversión tiene que estar en 220 V.

4| TABLERO GENERAL Éste funciona como el punto de control y seguridad del sistema eléctrico de toda vivienda. Al incluir sistemas de energías renovables el tablero debe ser adaptado para ser capaz de integrar el sistema de la red pública con el sistema de inyección de energía.

Existen diversas formas de generar energía eléctrica para la escala residencial, tales como, el panel fotovoltaico, la minicentral hidroeléctrica y la minicentral eólica.



(1) Ministerio de energía, 2019

ERNC

SOLAR FOTOVOLTAICA

¿Qué es?

Los sistemas fotovoltaicos permiten la captación y transformación de radiación solar en energía eléctrica para su consumo. Su uso puede ser tanto para auto consumir energía eléctrica durante el día, o para reducir costos de energía si el sistema está conectado a la red central (ongrid). Por otro lado, es muy útil para la obtención de energía en zonas remotas donde no es posible conectarse a la red central (offgrid). El panel solar a diferencia de otros sistemas renovables tiene la desventaja que, al funcionar con el sol, es necesario almacenar la energía por medio de baterías en el caso de requerir electricidad durante la noche si es que el sistema no está conectado a la red.

Componentes

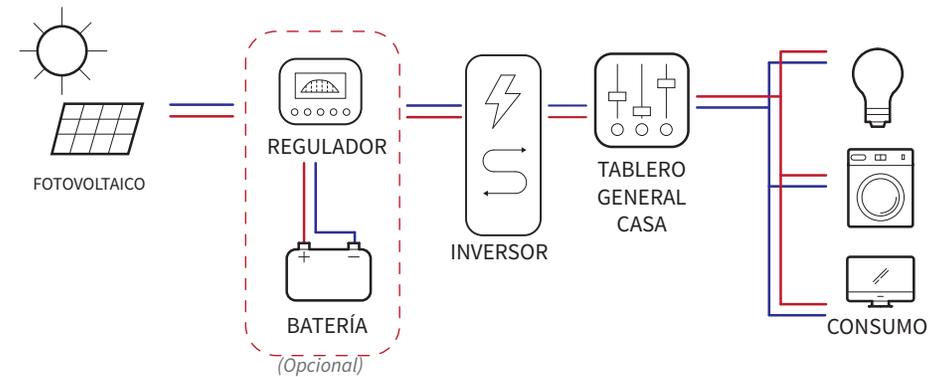
Panel fotovoltaico: Es el encargado de transformar la radiación solar a energía eléctrica. Las celdas de Silicio policristalinas son las más comunes, sin embargo, existen diversos tipos con distinta eficiencia o aplicabilidad. Se caracterizan por su potencia nominal o potencia máxima que pueden generar según condiciones ideales.

Regulador de carga y batería: Determina si la energía se traslada a una batería o directamente al uso. Esto es mayormente aplicable a sistemas sin conexión a la red central.

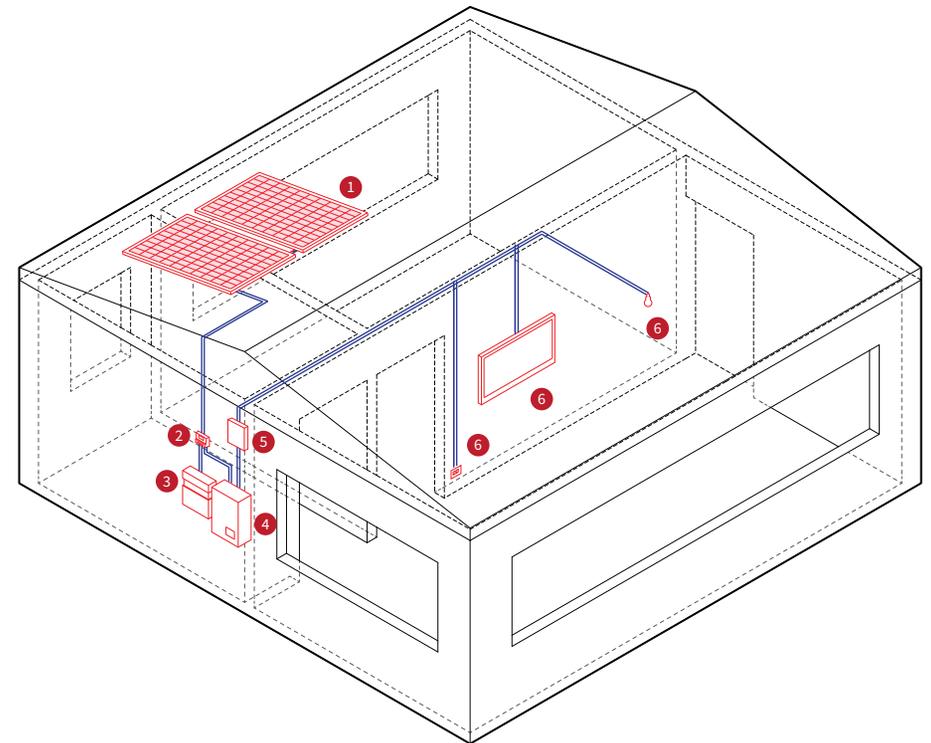
Inversor: sistema de conversión de energía captada en corriente alterna útil para el uso de artefactos en el interior de la vivienda.

Recomendaciones

- Se debe cumplir la orientación y ángulo de inclinación recomendados para el lugar de emplazamiento.
- No les debe llegar sombra.
- Ángulo de inclinación es distinto según latitud del país donde se ubique el proyecto.
- El lugar debe ser accesible fácilmente para su limpieza y mantenimiento
- Las altas temperaturas reducen la eficiencia de las celdas, por lo tanto, se recomienda cierta ventilación en los módulos.
- El uso de baterías no es recomendable para usos conectados a la red, ya que además de encarecer el proyecto, lo hace menos sustentable debido a que pierden energía y son contaminantes.



1. Esquema de funcionamiento Panel Fotovoltaico



2. Aplicación arquitectónica

(1) Paneles fotovoltaicos, (2) Controlador de carga solar (3) Batería, (4) Inversor voltaje, (5) Tablero general, (6) Consumo

ERNC

MINI CENTRAL EÓLICA

¿Qué es?

La energía eólica es energía producida a partir del viento. Ésta en general es utilizada a una escala mayor, pero también se puede usar a escala doméstica.

¿Cómo funciona?

Las palas del aerogenerador giran y transforman la energía cinética del viento en energía mecánica. Esta energía mecánica, ya dentro del generador, es convertida en energía eléctrica. Luego, esta energía pasa al inversor para ser transformada en corriente alterna y finalmente es utilizada para alimentar los aparatos eléctricos de la casa. Estos equipos por lo general necesitan una velocidad de viento mínimo de 4,5 m/s para comenzar a producir energía, y están en condiciones óptimas en un sitio a nivel del mar, ya que no hay obstáculos geográficos que impidan o disminuyan el viento. Debido a que el viento a nivel de suelo es más irregular por los cambios de temperatura del terreno, el aerogenerador debe estar al menos a 7m del suelo para que esté expuesto a un viento constante. Esta altura por lo general se alcanza instalando el generador sobre una torre.

Componentes

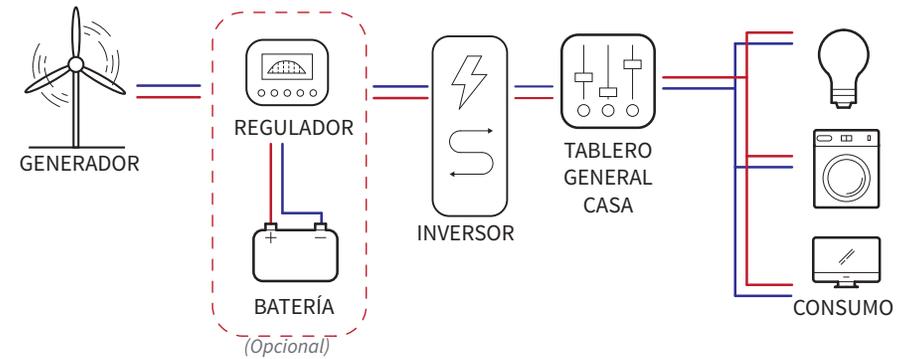
Aerogenerador: transforma la energía del viento en electricidad. Además de la velocidad del viento, la energía que podrá producir el aerogenerador depende del diámetro de sus rotores, mientras más grande mayor energía ya que más volumen de viento alcanza.

Torre: El generador eólico, ya que debe estar en altura, en la mayoría de los casos necesita de una torre que lo levante. Se puede prescindir de ella si el generador está ubicado en algún lugar del edificio que esté en altura y expuesto al viento.

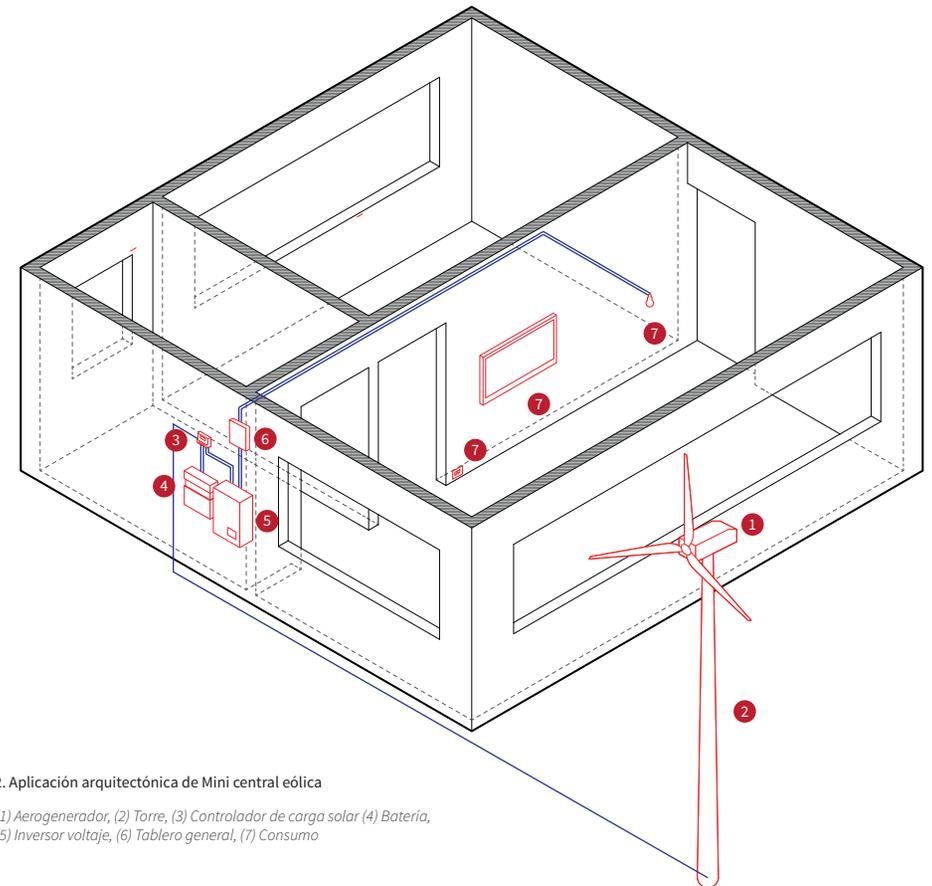
Acumulador: batería que acumula la energía generada por el aerogenerador.

Regulador de carga: regula la cantidad de energía acumulada en la batería, evita la descarga y la sobrecarga.

Inversor: transforma la energía del acumulador en corriente continua, haciéndola apta para el consumo doméstico.



1. Esquema de funcionamiento Mini central eólica



2. Aplicación arquitectónica de Mini central eólica

(1) Aerogenerador, (2) Torre, (3) Controlador de carga solar (4) Batería, (5) Inversor voltaje, (6) Tablero general, (7) Consumo

ERNC SOLAR TÉRMICA

¿Qué es?

El sistema solar térmico tiene como finalidad calentar agua. Se basa en calentar un fluido que circula a través de un panel expuesto a la radiación, y que así este aumente su temperatura para usos como agua caliente sanitaria, calefacción, climatización de piscina, etc. Estos sistemas se diferencian según el tipo de circuito que utilizan: El de circuito cerrado, que corresponde a la circulación de un fluido que toma temperatura, llega a un intercambiador de calor que entrega el calor en un acumulador de agua, para luego volver al panel. La circulación del fluido depende de una bomba recirculadora (sistema forzado), o de la gravedad en el caso de los termosifones; El caso con circuito abierto, corresponde a la circulación de agua proveniente directamente de la red (utiliza su presión), la cual circula a través del panel para luego desembocar en el consumo. Se suelen usar para la producción de agua caliente sanitaria, aunque hoy en día en general no se comercializan por lo que suelen ser artesanales.

El rendimiento de estos sistemas depende de la temperatura del agua que se desea obtener y la tecnología utilizada, de esta forma para calentar una piscina lo más conveniente sería un panel solar no vidriado (suelen ser de plástico), mientras que si se desea calentar agua a 60°C se sugiere uno vidriado con tubería de cobre y una placa que absorbe la radiación. Los sistemas solares no cubren el 100% de la demanda dado que en los días de mucha nubosidad la producción de calor será muy baja o nula, por lo cual siempre se deben complementar con un sistema anexo como una caldera, calefón, u otro.

Componentes

Colector solar térmico: Capta la radiación solar y calienta el fluido en su interior. Existen distintos tipos en que varía la materialidad de los componentes la que determina la eficiencia con la que se capta el calor.

Acumulador: Lugar donde se almacena el agua calentada para su posterior uso.

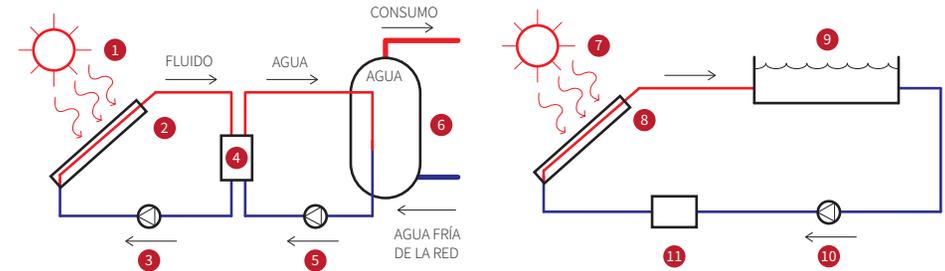
Intercambiador: En el caso de ser un sistema de circuito cerrado, existirá un intercambiador dentro o fuera del acumulador que traspasará el calor del fluido calentado al agua.

Estación de control: Controla la temperatura del sistema determinando cuando debe circular el fluido para ser calentado. Por otro lado, permite prevenir los sobrecalentamientos del sistema o su congelamiento. También se puede conectar el sistema a un sistema complementario para evacuar el exceso de temperatura en una fuente de agua de mayor tamaño de un acumulador. Por ejemplo, para el caso de una vivienda, conviene traspasar el sobrecalentamiento a una piscina, fuente de gran cantidad de agua.

Criterios de instalación

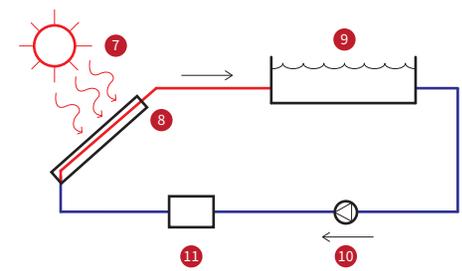
En caso de ser instalado en el techo, debe ser considerada una estructura portante en el caso de ser un panel con el estanque de agua integrado, el cual le generará un sobrepeso al techo de la vivienda.

Es recomendable mantenerlos limpios y todas las válvulas y llaves de paso sean de calidad de modo de asegurar un buen funcionamiento ante el sobrecalentamiento.



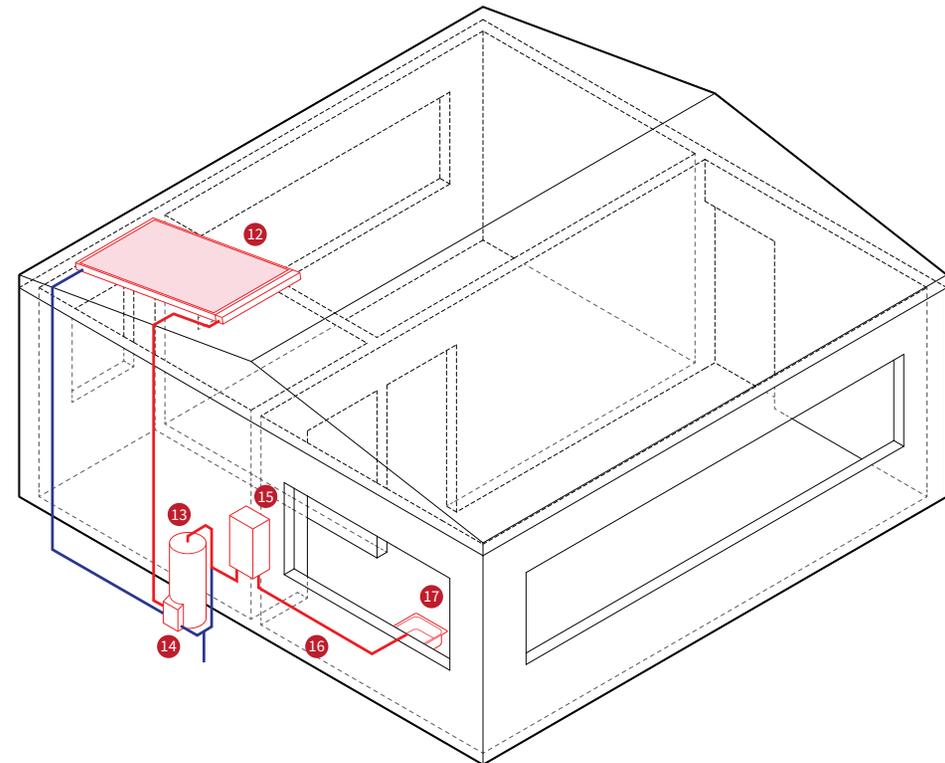
1. Esquema del Sistema Solar Térmico

(1) Radiación Solar (2) Colector (3) Circuito Primario (4) Intercambiador (5) Circuito Secundario (6) Acumulador



2. Aplicación del Sistema Solar Térmico a un Cuerpo de Agua

(7) Radiación Solar (8) Colector (9) Piscina (10) Bomba (11) Filtro



3. Aplicación del Sistema Solar Térmico para consumo

(12) Panel solar térmico, (13) Acumulador (14) Estación de control, (15) Caldera, (16) Cañería agua caliente, (17) Artefacto sanitario

¿Qué es?:

La energía geotérmica es una forma de energía renovable que aprovecha el calor natural del interior de la tierra. Esta es una fuente de temperatura constante, por lo que es un foco térmico estable de baja temperatura que permite calentar o enfriar según el contexto. Entre más profunda la excavación, más estable es esta temperatura.

¿Cómo funcionan?:

Se construye un intercambiador geotérmico que permite calentar o enfriar un fluido que circula por él. Estos pueden ser horizontales o verticales, según la disponibilidad de suelo y las temperaturas que se desean alcanzar. Para ello se instala una cañería de HDPE de hasta 150 m bajo tierra en dos distintos formatos:

CICLO CERRADO

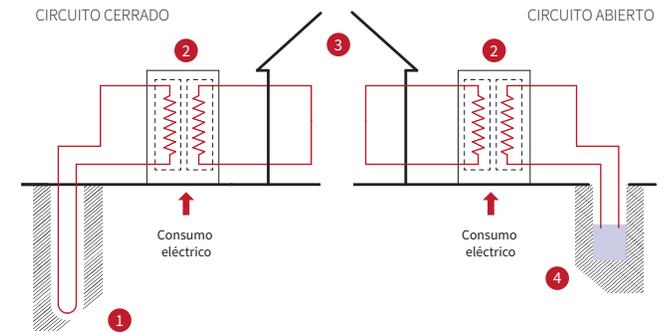
Sistema que utiliza un circuito cerrado de tuberías para el intercambio de calor entre el interior de la tierra con una bomba de calor del edificio. Dentro de estas tuberías se encuentra un fluido que está en constante circulación para realizar este intercambio. El formato de esta tubería puede ser en formato vertical u horizontal. La opción vertical requiere de una gran excavación en el sitio para alcanzar estas temperaturas más estables (estudio previo requerido). Por otra parte, la distribución horizontal asimila a una serpentina y puede ser situado a una profundidad mínima de 1m o incluso en cuerpos de aguas como lagos y piscinas.

CICLO ABIERTO

Sistema que utiliza fuentes de aguas subterráneas, napas, acuíferos, pozos, etc. como fuente de calefacción o enfriamiento según la época y condiciones. El agua es bombeada y transportada hacia una bomba de calor de la edificación para llevar a cabo el proceso de intercambio de calor. Posteriormente esta agua es retornada a la misma fuente. Es importante mencionar que para el uso de este recurso se deben tramitar derechos de agua no consuntivos. Esto significa que el agua utilizada no será consumida y será devuelta a la fuente o napa.

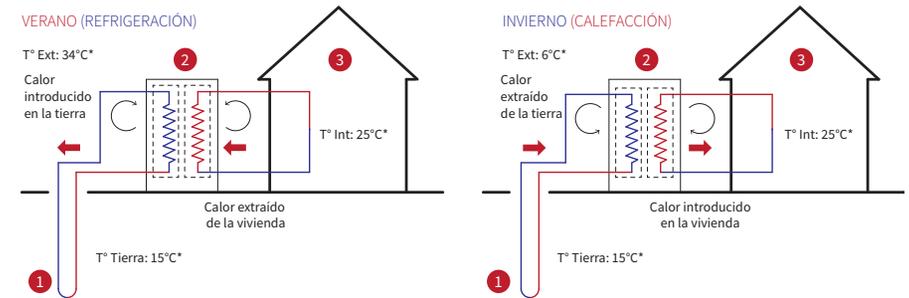
¿Cuándo se aplican?

Esta fuente de energía se puede implementar a escala de vivienda, sin embargo, el costo para este tipo de instalaciones es alto. Por lo mismo, es común encontrar el uso de la energía geotérmica en obras de mayor escala, tales como condominios, o edificios que compartan el mismo punto de extracción para así bajar los costos de instalación y operación. La tecnología de las bombas de calor ha incorporado esta fuente de energía ya que al ser estable permite mejorar la eficiencia y rendimiento de estos equipos. Las bombas de calor geotérmica pueden conseguir un COP o rendimiento de 5, equivalente a un 500% de eficiencia.



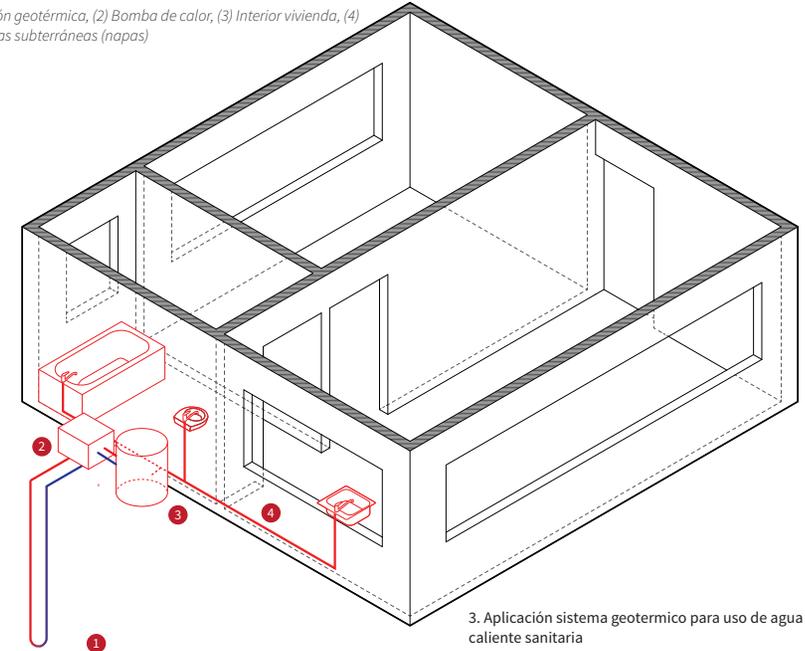
1. Tipos de circuitos sistema geotérmico

(1) Perforación geotérmica, (2) Bomba de calor, (3) Interior vivienda, (4) Pozo de aguas subterráneas (napas)



1. Aplicación sistema geotérmico para verano e invierno

(1) Perforación geotérmica, (2) Bomba de calor, (3) Interior vivienda, (4) Pozo de aguas subterráneas (napas)



3. Aplicación sistema geotérmico para uso de agua caliente sanitaria

(1) Perforación geotérmica, (2) Bomba de calor, (3) Estanque de acumulación de ACS, (4) Cañerías de agua caliente.

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 3

Alex Wilson & John Morill. (2013). Chapter 4: Heating Systems. En Consumer Guide to Home Energy Savings (53-113). Washington DC: American Council for and

Energy-Efficient Economy.

Alex Wilson & John Morill. (2013). Chapter 5: Cooling Systems. En Consumer Guide to Home Energy Savings (113-145). Washington DC: American Council for and Energy-Efficient Economy.

Alejandra Molina. (2017). Modelo de Radiación. 25 de mayo del 2018, de Ministerio de energía Sitio web: <http://ernc.dgf.uchile.cl:48080/downloads/radiacion.pdf>

Allen, L. (2015). Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior. Greywater Action.

Franco Alvarado, M. (2007). Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile. Disponible en <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/104596>

Godfrey Boyle. (2002). Chapter 9: Geothermal Energy (353-392). Reino Unido: The Open University.

Godfrey Boyle. (2002). Chapter 10: Integration (393-430). Reino Unido: The Open University.

IDAE. (2006). Energía eólica. Madrid: Ediciones IDAE.

IDAE. (2006). Energía solar térmica. Madrid: Ediciones IDAE.

IDAE. (2006). Minicentrales Hidroeléctricas. Madrid: Ediciones IDAE.

IDAE. (2011). Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica - Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Madrid: Ediciones IDAE.

Jorge Pablo Díaz Vellilla. (2015). Sistemas de energías renovables. Madrid: Ediciones Parainfo.

Ministerio de energía. (2016). Explorador solar para autoconsumo. 25 de mayo del 2018, de Ministerio de energía Sitio web: http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/doc/Manual_Explorador_Solar.pdf

Thorpe, D.. (2011). Solar Technology. USA: Earthscan.

El Manual de profundización en Instalaciones, Sistemas y Proyecto Arquitectónico se gesta como un complemento al curso del mismo nombre abreviado ISPA. Los contenidos asociados al curso constituyen la información básica que necesita un arquitecto para poder desempeñarse desde el punto de vista técnico y constructivo, a saber: lógicas de las instalaciones y sistemas en un proyecto de arquitectura, tipos de materiales y composiciones constructivas idóneas para responder a las necesidades de la arquitectura eficiente. Por medio del escantillón, detalles constructivos y modelos, procura desarrollar y explorar soluciones innovadoras de diseño pasivo en los edificios, ajustándose a los requerimientos propios del clima del lugar.

El espíritu del manual es colaborar con la educación y la aproximación de todo público, no solo arquitectos, a temas de sostenibilidad, es por esto y en el mismo espíritu que recomendamos el uso de este manual en su versión digital. Si lo vas a imprimir, compártelo, difúndelo y recíclalo cuando dejes de usarlo.