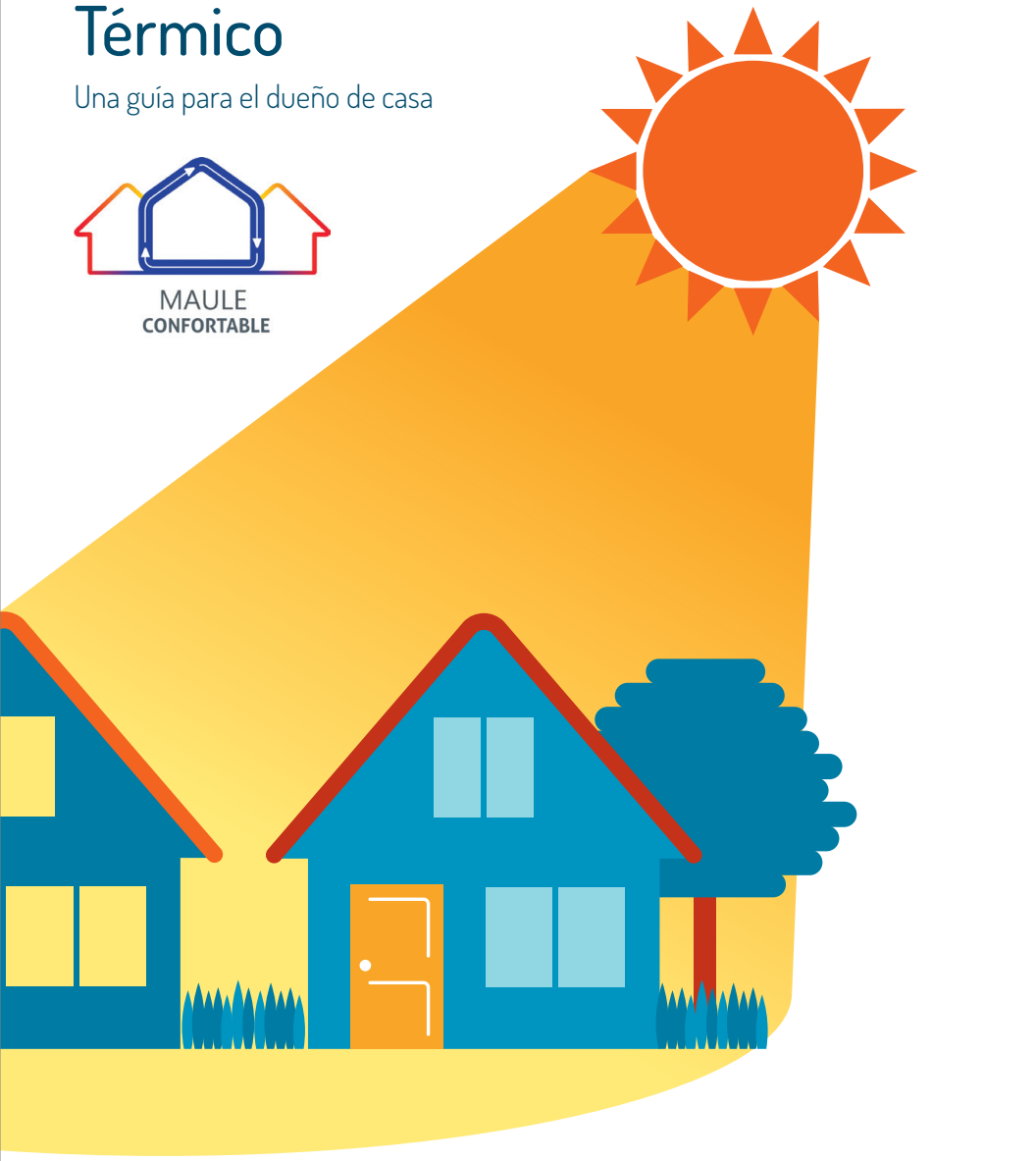
Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico

Una guía para el dueño de casa

MAULE
CONFORTABLE



Proyecto apoyado por

Comité de Desarrollo Productivo Regional
Región del Biobío
gob.cl

CORFO

CDT
SOMOS CChC

cchc
CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico

Una guía para el dueño de casa

MAULE CONFORTABLE

CDT ZONA SUR

CDT SOMOS CChC

CCHC CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

Proyecto apoyado por CORFO

Comité de Desarrollo Productivo Regional Región del Maule gob.cl

COPEVAL DESARROLLA

Patrocina:

Ministerio de Energía Gobierno de Chile

SERVIU Región del Maule Ministerio de Vivienda y Urbanismo

SEREMI Región del Maule Ministerio del Medio Ambiente

SODIMAC

25 años Universidad Católica del Maule

Universidad Autónoma de Chile

50 años nacap Formando a los profesionales que Chile necesita

La Corporación de Desarrollo Tecnológico agradece la colaboración de las siguientes empresas en la publicación de este documento.

BIOAISLANT Fibra Aislante Natural

INGEPANEL Structural Insulated Panel

JONAS Ventilación Eficiente

REIMPAS Investigación, Desarrollo e Innovación

sto

SOLCROM Soluciones para construir mejor

Manual de
(Re) Acondicionamiento Térmico

Documento desarrollado por: Corporación de Desarrollo Tecnológico – Cámara Chilena de la Construcción.

Proyecto financiado por CORFO

Noviembre 2016, Talca, Chile

1° Edición, Noviembre 2016
3000 ejemplares

Editor
Florian Schepp Ferrada,
Arquitecto - Docente
MSc Construction Management
PhD Sustainable Building Design

Diseñadora Gráfica
Natalia Ormeño Uslar

Equipo CDT Talca
· Verena Rudloff Feddersen,
Subgerente Zona Sur
· Mariana Astudillo Molinett
· Patricia Céspedes Alcantar
· Arianne Taito Antivil

Imprenta
El Sur Impresores

Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT.
Marchant Pereira 221, Providencia. Santiago de Chile.
Teléfono: 562 27187500
cdt@cdt.cl / www.cdt.cl

TABLA DE CONTENIDOS

Presentación 4

Introducción 6
Alcance Regional 8
La Energía 9
El Bienestar 10
El Presupuesto Familiar 10

Fundamentos 12
Confort Térmico 14
Factores Fisiológicos 16
Temperatura Efectiva 16
Movimiento de Aire 16
Humedad Relativa 16
Balance Térmico 18
Ganancias de Calor 19
Pérdidas de Calor 19
Envolvente Térmica 20
Transmitancia y Resistencia Térmica 21
Inercia Térmica 22

(Re) Acondicionamiento 24
Aislamiento Térmico 26
Techumbre 28
Pisos 30
Muros..... 32
Ventanas 34
Infiltraciones de Aire 36
Calidad de Construcción 37
Puertas y Ventanas 38
Humedad por Condensación 39
Sobrecalentamiento 42
Ventilación Térmica 43
Ventilación Nocturna 44
Control Solar 45

Sistemas Complementarios 46
Sistema de Calefacción 48
Sistemas Termosolares 50

Costos y Beneficios 52
Conclusiones 56

Directorio Nodo Talca Confortable 58

Materiales y Equipos para el Reacondicionamiento Térmico 70

Bibliografía 75

PRESENTACIÓN

Uno de los grandes desafíos pendientes en el mercado de la construcción, tiene que ver con el acondicionamiento térmico de las viviendas. Si bien la reglamentación actual, establece los parámetros mínimos que debe cumplir una construcción nueva, existe un parque de viviendas existentes, construidas antes del 2001, que cuentan con condiciones deficientes, afectando la calidad de vida de sus ocupantes, y generando una mayor demanda energética en calefacción. Sin embargo actualmente, las personas no cuentan con las herramientas para poder entender, identificar y reparar las fallas presentes en sus viviendas.

El presente documento se enmarca dentro del desarrollo del proyecto "Nodo de Eficiencia Energética en Viviendas Existentes", realizado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), Zona Sur, de la Cámara Chilena de la Construcción (CCHC), con el apoyo de CORFO.

Este Manual tiene por objetivo ayudar y apoyar de forma técnica y práctica a los propietarios y usuarios de viviendas en la toma decisiones para la realización del (re) Acondicionamiento Térmico de ellas , de manera de alcanzar mejores condiciones de confort y bienestar en sus hogares. Esto debería conducir a un menor gasto energético de acondicionamiento, proporcionando beneficios económicos a los usuarios.

Por otra parte se entrega información básica sobre la energía utilizada en las viviendas, y particularmente para su calefacción, con el fin de contextualizar el documento. Asimismo, considera los fundamentos teóricos que influyen sobre la percepción del confort y bienestar en nuestros hogares y se entregan estimaciones del costo y los beneficios de ahorro energético y económico de diversas soluciones de (re) acondicionamiento térmico.

En resumen, con esta iniciativa aspiramos a más y mejor confort térmico para las viviendas de Talca, considerando criterios de costo-efectividad y eficiencia energética.

Carlos Zeppelin H.
Presidente
Corporación de Desarrollo Tecnológico
Cámara Chilena de la Construcción

Esperamos que este Manual sea un gran aporte a todos quienes requieran acceder a soluciones de acondicionamiento térmico y eficiencia energética en su vivienda, junto con las mipes del área de la construcción de la región. A un grupo de éstas las estamos apoyando a través del Nodo de "Eficiencia Energética en viviendas existentes de la región del Maule".

Parte de los objetivos del Nodo fueron fortalecer y mejorar de la competitividad de los servicios ofrecidos por las mipes participantes, y generar un acercamiento entre los distintos actores de la industria, permitiendo mejorar el ambiente competitivo y contribuir a optimar la productividad del sector.

El Nodo, además ha permitido vincular a las empresas del sector con proveedores y clientes, y este documento es un ejemplo que ponemos a disposición de todos los actores involucrados.

El Manual como producto busca principalmente vincular los conocimientos del área con los usuarios de las viviendas. A ellos los invitamos a utilizar esta herramienta que, sin duda, entregará las orientaciones técnicas y la información de los servicios a los que pueden acceder para mejorar las condiciones de sus hogares.

Carlos Leppe Rozas
Director Regional CORFO Maule

Para La CChC Talca el Manual de Reacondicionamiento Térmico, elaborado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), se presenta como una importante herramienta de difusión, que permitirá a los usuarios finales de las viviendas de nuestra región contar con los conocimientos esenciales para optimizar la eficiencia energética en sus hogares, alcanzar un mayor confort habitacional y, con ello, mejorar su calidad de vida y la de sus familias.

Este documento se suma, al trabajo que hemos venido desarrollado en conjunto a la CDT y CORFO, a través del Nodo de Eficiencia Energética, con el que, hemos capacitado, a la fecha, a 28 empresas de la Región del Maule, en el fortalecimiento y mejora de la competitividad de sus servicios de acondicionamiento térmico, siempre orientados al desarrollo y profesionalización del rubro de la construcción.

Ricardo Chamorro Otto
Presidente Cámara Chilena
de la Construcción Talca

¿De qué me sirve este manual?

INTRODUCCIÓN

El manual sirve como guía técnica y práctica para el dueño de casa que busca (re)acondicionar térmicamente su vivienda con el propósito de disminuir el consumo de energía para calefacción, reducir el gasto asociado y/o mejorar el bienestar interior.

A manera de introducción, la siguiente sección muestra el considerable gasto de energía en calefacción realizado en nuestras viviendas para alcanzar el bienestar interior, y los importantes costos que pueden estar asociados a este consumo.

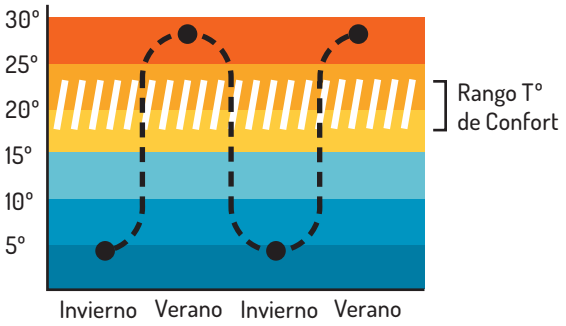
ALCANCE REGIONAL

El clima en Talca es mediterráneo continental, propio de la depresión intermedia de Chile, presentando una estación seca prolongada de 5 a 6 meses. Esta condición es acentuada por encontrarse abrigada de los vientos marinos, resultando veranos secos y calurosos. Por el contrario, los inviernos son fríos, con frecuentes lluvias y nieblas.

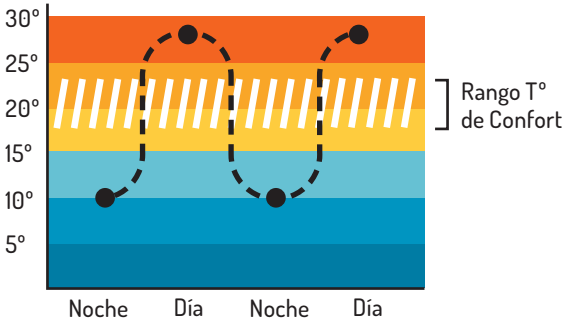
En periodos de verano es posible encontrar temperaturas máximas que frecuentemente sobrepasan los 30°C, mientras que en invierno las temperaturas mínimas puedan bordear los 0°C. Es decir, existe lo que se conoce como una gran amplitud térmica entre invierno y verano. Adicionalmente, en periodos templados, existen diferencias importantes de temperatura entre el día y la noche, resultando en oscilaciones térmicas significativas.

Sin duda, lo anterior afecta directamente el comportamiento y confort térmico de nuestras viviendas, las que debieran tener la capacidad de adaptarse a estas diversas condiciones climáticas para entregar el máximo bienestar a los ocupantes.

Temperaturas Invierno / Verano



Temperaturas Verano - Día / Noche



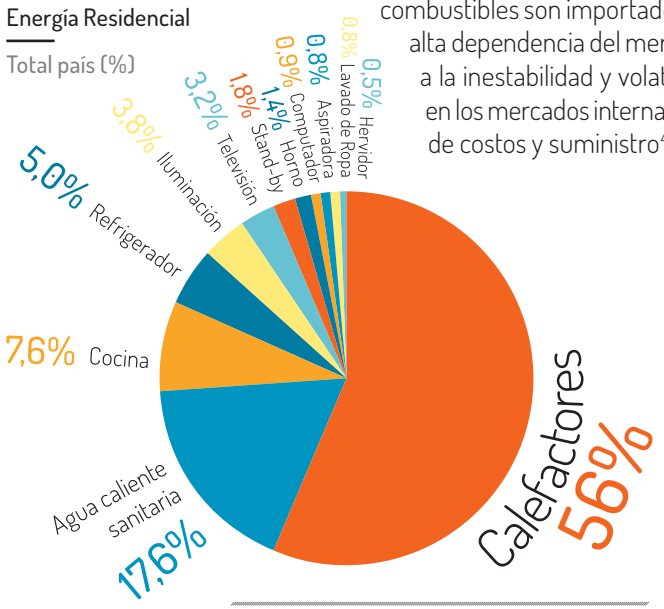
LA ENERGÍA

La calidad térmica de las viviendas es muy relevante en relación al uso eficiente de la energía en nuestros hogares. En este sentido, las estadísticas muestran que en el ámbito residencial se consume alrededor del 20% de la energía total utilizada en el país[1]. Es importante destacar que en la zona térmica 4, donde se ubica Talca, un 56% de la energía utilizada en las viviendas se destina exclusivamente para calefaccionar[2]. De acuerdo a la Síntesis de Resultados del Censo 2012, los combustibles más utilizados para calefaccionar son la leña (30,03%), el gas (26,23%) y la parafina (14,79%). Estos, son combustibles relativamente económicos, pero de alto costo ambiental, debido a la contaminación ambiental e intradomiciliaria que producen.

Igualmente importante es mencionar que gran parte de la energía primaria utilizada en Chile (66%)[3], depende de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), recursos no renovables, que por medio de su combustión, generan un impacto negativo sobre el medio ambiente. Adicionalmente, gran parte de estos combustibles son importados, lo que refleja una alta dependencia del mercado exterior, sujeto a la inestabilidad y volatilidad de los precios en los mercados internacionales en términos de costos y suministro[4].

Consumo de Energía Residencial

Total país (%)



La idea es lograr viviendas confortables con la menor energía posible.

1. Balance Nacional de Energía, Ministerio de Energía 2012.
2. Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de la Conservación de la Energía en el Sector Residencial, CDT 2010
3. Balance Nacional de Energía, Ministerio de Energía 2012.
4. http://www.aprendeconenergia.cl/index.php/energia-en-chile/matriz-energetica/que-es-una-matriz-energetica.

EL BIENESTAR

Si bien pasamos cada vez más tiempo fuera de nuestros hogares (trabajo, transporte, compras, etc.), la vivienda sigue siendo el espacio de descanso, recogimiento y congregación por excelencia. Sin embargo, muchas veces este espacio, no cumple con las condiciones mínimas de confort ambiental, resultando una experiencia poco grata para muchas familias. Por lo mismo, una "buena" vivienda debería mantener las condiciones de confort interior el mayor tiempo posible, e idealmente, con un mínimo consumo de energía.

EL PRESUPUESTO FAMILIAR

Calefaccionar una vivienda durante los periodos necesarios para alcanzar temperaturas de confort interior, puede resultar costoso. En la práctica depende de muchos factores, principalmente, del clima, la tipología de la vivienda (aislada, pareada, etc.) y las características arquitectónicas y constructivas.

Para citar un ejemplo (ver gráfico en la siguiente página), una vivienda aislada de aproximadamente 84m^2, cuyas soluciones constructivas cumplen con la Reglamentación Térmica, tiene una demanda promedio estimada de 10.341 kWh/año (123 kWh/m^2/año) de energía para calefacción.

Si consideramos que esta demanda es suplida por calefactores eléctricos, con un 100% de eficiencia, y estimamos un costo de la electricidad de $115 el kWh, resulta un costo anual estimado de $1.190.000.- en calefacción.

Cabe mencionar que la Reglamentación Térmica actual, entró en vigencia el año 2007, sin embargo, la mayor cantidad de viviendas existentes fueron construidas previamente, por lo que el costo promedio para alcanzar las condiciones de confort térmico interior debería ser mayor.

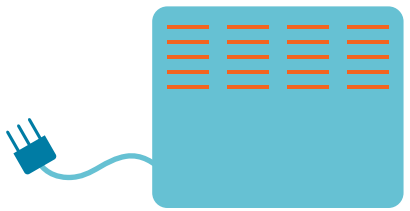
Debemos considerar que el costo podría bajar mediante la utilización de otro energético, parafina por ejemplo, sin embargo, las eficiencias de los calefactores se reducen, y aparecen efectos secundarios como la humedad y la contaminación intradomiciliaria.

84m^2

Reglamentada térmicamente

123 kWh/m^2
anual

demanda en calefacción



100% Eficiente

$115 x kWh
= $1.190.000
anual

¿Qué debo saber para reacondicionar mi casa?

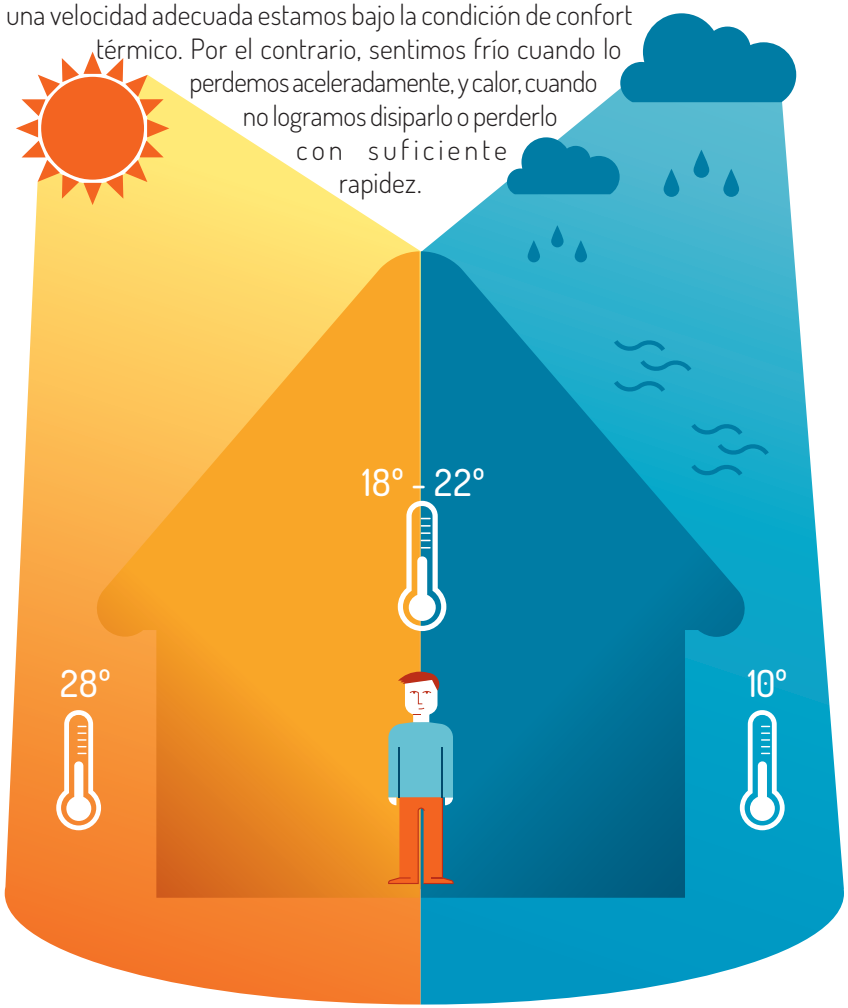
FUNDAMENTOS

Las decisiones de acondicionamiento térmico deben estar centradas en lograr óptimas condiciones de confort interior con un mínimo gasto energético. Para esto debemos entender los factores que influyen sobre las condiciones térmicas de nuestras viviendas y sobre la sensación de bienestar interior.

CONFORT TÉRMICO

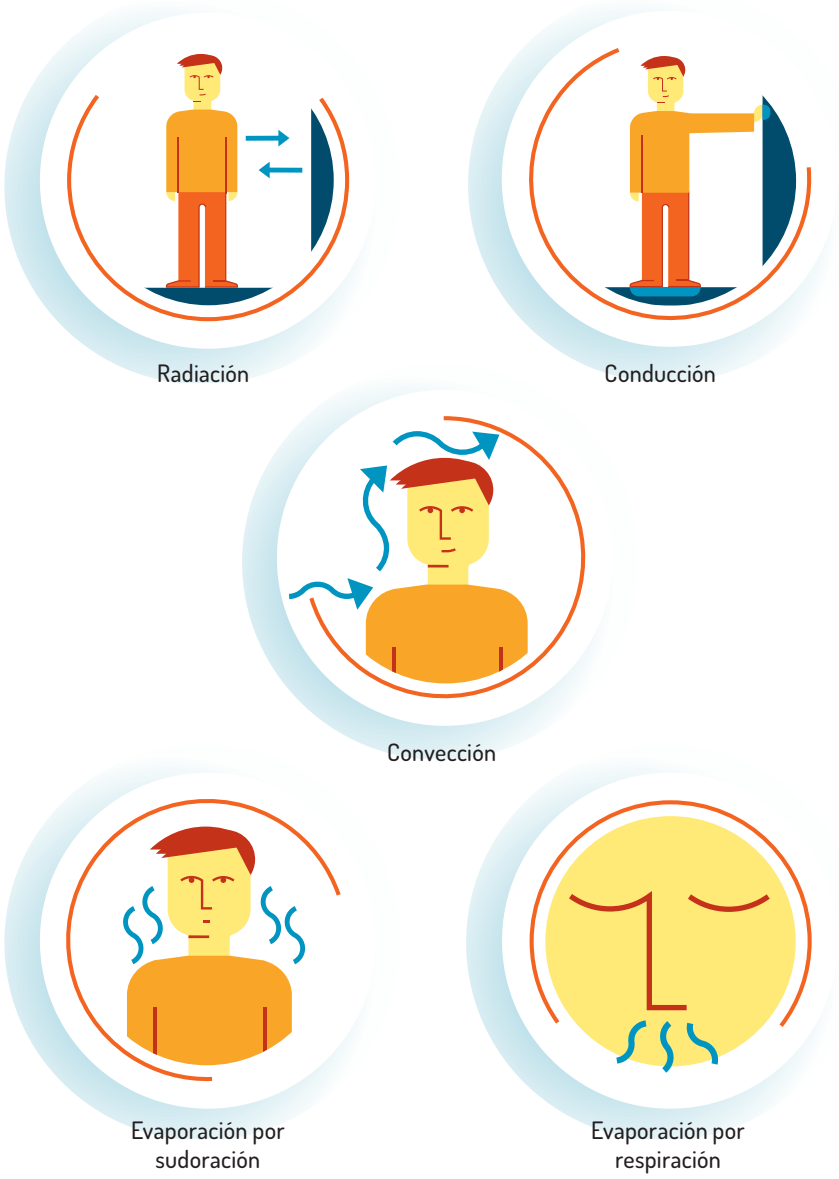
Este concepto define las condiciones ambientales en las que nos sentimos cómodos y sin molestias al interior de nuestras viviendas. Esta percepción depende del intercambio térmico entre las personas y el entorno, y a una serie de variables que afectan el ambiente interior. Una de estas variables es la humedad, por lo que la sensación térmica también se asocia al concepto de "confort higrotérmico".

El intercambio térmico entre las personas y el entorno se produce debido a que el cuerpo humano se encuentra a una mayor temperatura (36 a 37 grados), por lo que se produce una constante pérdida de calor. Cuando nuestro cuerpo pierde calor a una velocidad adecuada estamos bajo la condición de confort térmico. Por el contrario, sentimos frío cuando lo perdemos aceleradamente, y calor, cuando no logramos disiparlo o perderlo con suficiente rapidez.



Nuestro cuerpo está en permanente búsqueda del equilibrio térmico con su entorno, y lo hace a través de diferentes medios de intercambio de calor: convección, conducción, radiación y evaporación por la piel y por respiración.

Intercambio de calor entre el ser humano y su entorno



Existen varios factores que influyen sobre la sensación de bienestar térmico:

- **Factores Fisiológicos (Actividad, Vestimenta)**

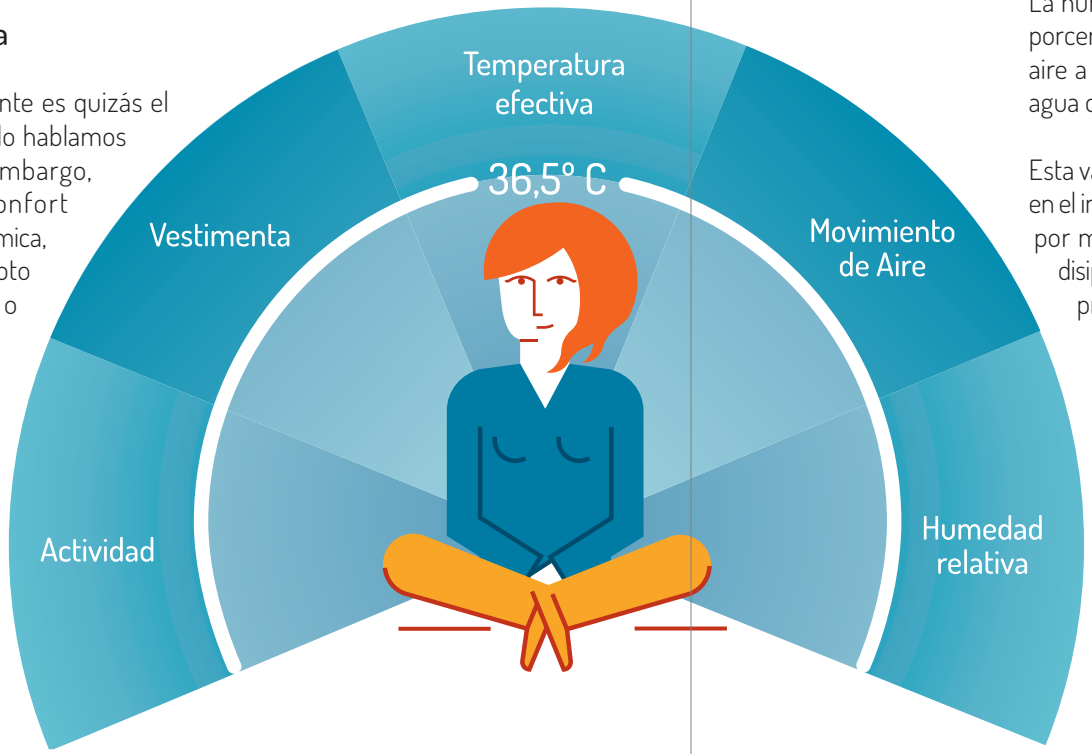
Los factores fisiológicos tienen que ver con las personas, y en particular, con la capacidad de generar calor y la facilidad de transmitirlo al entorno. En este sentido, el tipo de actividad que realizamos dentro de nuestras viviendas define la cantidad de energía potencial que podemos disipar al ambiente; y la cantidad de ropa que usamos, la facilidad para entregarlo al medio.

Por ejemplo, una persona de pie podría llegar a generar y entregar 120W de energía (calor) al ambiente, mientras que la misma persona, realizando una actividad liviana, podría llegar a entregar 400W. La facilidad o velocidad de entrega de calor dependerá de la capacidad de aislamiento de nuestra ropa y de otras variables que veremos a continuación.

- **Temperatura Efectiva**

La temperatura del ambiente es quizás el factor más conocido cuando hablamos de confort térmico. Sin embargo, cuando hablamos de confort higrotérmico, o sensación térmica, debemos utilizar el concepto de temperatura efectiva o resultante.

La temperatura efectiva es aquella que combina la temperatura del ambiente, la temperatura media radiante (considerando muros opacos y traslúcidos, cielos y pisos), la humedad y la velocidad de aire.



- **Movimiento de Aire**

El movimiento y la velocidad de aire es otra variable que afecta las condiciones de bienestar y confort interior. El aumento del movimiento de aire y su velocidad es relevante en las épocas calurosas como medio para favorecer la disipación de calor del cuerpo al ambiente por medio de la convención y evaporación.

Además el ventilar podría ayudar a enfriar o refrescar una vivienda por medio de la ventilación térmica. Sin embargo, el exceso de movimiento o velocidad de aire, puede generar malestar atribuidos al exceso de corrientes de aire.

- **Humedad Relativa**

La humedad relativa es la relación expresada en términos de porcentaje entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire a cierta temperatura, y la máxima cantidad de vapor de agua que el aire podría contener a esa misma temperatura.

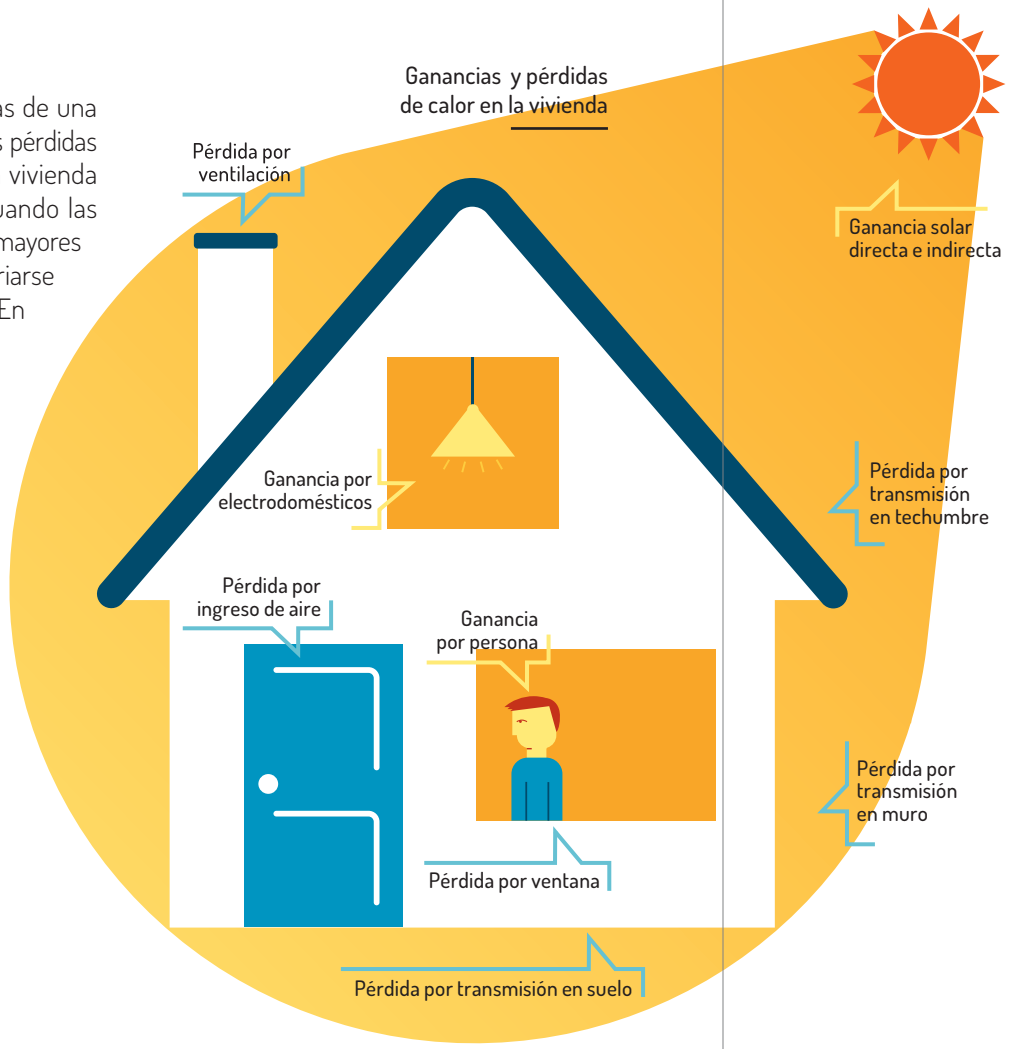
Esta variable afecta la sensación de bienestar ya que interviene en el intercambio térmico entre el cuerpo humano y el ambiente por medio de la evaporación por sudor. En este sentido, la disipación de calor a través de la transpiración, es directamente proporcional a la cantidad de sudor que se evapora[5].

Asimismo, la velocidad de transpiración varía de acuerdo a la humedad relativa del ambiente, ya que afecta la facultad del cuerpo de disipar calor. En un ambiente caluroso, el aire seco absorbe la humedad y enfría el cuerpo de forma efectiva. Sin embargo, si la humedad es alta, se dificulta la disipación de calor. Durante la época invernal, en cambio, muchas veces se da la coexistencia de bajas temperaturas y alta humedad. En este caso, la humedad aumenta la sensación de frío, afectando la percepción de confort higrotérmico.

5. Manual de Construcción de Vivienda en Madera, Corma.

BALANCE TÉRMICO

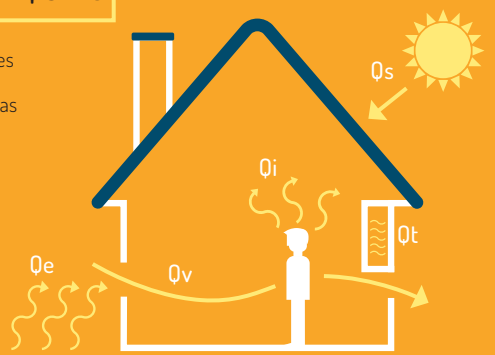
Las condiciones térmicas de una vivienda dependen de las pérdidas y ganancias de calor. La vivienda tenderá a calentarse cuando las ganancias de calor sean mayores que las pérdidas, y a enfriarse en la situación contraria. En cualquiera de los casos, el ambiente interior puede llegar a condiciones de disconfort, requiriendo de sistemas de climatización (calefacción o refrigeración) para ser contrarrestadas.



El balance o equilibrio térmico de una vivienda ocurre cuando la suma de las ganancias y pérdidas de calor es igual a cero. Esta relación neutral se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Qs \pm Qi \pm Qt \pm Qv \pm Qe = 0$$

Ganancias Solares
±
Ganancias Internas
±
Conducción
±
Ventilación
±
Evaporación
= 0



• Ganancias de Calor

Ganancias Solares (Qs)

La radiación solar que incide sobre la vivienda puede generar importantes ganancias de calor. Éstas se obtienen de forma indirecta por medio de la superficies expuestas al exterior (muros y cubiertas), y en mayor relación, de forma directa, a través de las ventanas. Por lo mismo, es muy relevante la orientación de las viviendas. Es decir, que la mayor superficie de ventanas este dispuesta hacia el recorrido del sol, preferentemente hacia el norte, de modo de maximizar las ganancias solares.

Ganancias Internas (Qi)

Las ganancias internas provienen de las fuentes de calor que están situadas dentro de la vivienda. Éstas incluyen las personas, la iluminación, los equipos (TV, computador, etc.) y los artefactos (cocina, hervidor, etc.). Prácticamente todo lo que consume energía, también genera calor. Esta situación puede considerarse positiva, en épocas invernales, sin embargo, contraproducente en periodos de mayor calor.

• Pérdidas de Calor

Por Conducción (Qt)

Cuando existen pérdidas (o ganancias) de calor por la envolvente de la vivienda (muros, pisos y techumbre). La cantidad de calor que se puede perder dependerá de las características térmicas de las soluciones constructivas, de la superficie expuesta hacia el exterior (envolvente) y de la diferencias de temperatura entre el interior y el exterior.

Ventilación (Qv)

Las pérdidas (o ganancias) de calor por ventilación ocurren cuando el aire exterior ingresa a la vivienda, renovando o expulsando el aire interior hacia afuera. Esta ventilación puede darse de forma deliberada por medio de ventanas o puertas, o de manera involuntaria, mediante la infiltración de aire a través de fisuras o aberturas de la envolvente (bajo las puertas exteriores, encuentros de ventanas con muros, sellos de ventanas, etc.).

Evaporación (Qe)

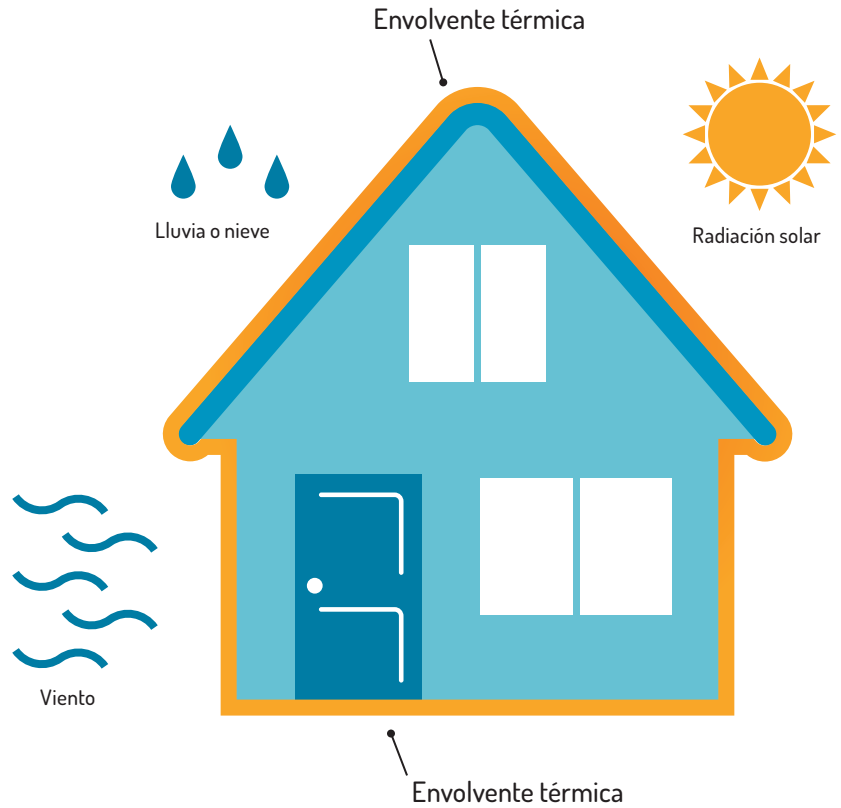
Las pérdidas de energía ocurren por efecto del calor absorbido por la evaporación que puede generarse fuera o dentro de la vivienda.

ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan los recintos habitables del exterior. Estos cerramientos pueden ser pisos, muros opacos o traslúcidos (ventanas) y techumbres.

La envolvente térmica es esencial para lograr el bienestar interior, ya que es la principal barrera que protege a los habitantes del clima "adverso" exterior.

Lo ideal es que la envolvente térmica pueda adaptarse a las distintas condiciones ambientales diarias (día-noche) y estacionales (invierno – verano).



- Transmitancia y Resistencia Térmica

La principal función de la envolvente térmica es limitar el flujo de energía, o transmitancia térmica, entre el interior y el exterior de la vivienda, o viceversa. Para el contexto climático de Talca, esto significa, reducir la pérdida de calor en épocas invernales que se da a través del piso, los muros y techumbre de la vivienda por medio de la conducción de energía.

Para ello, es importante que las soluciones constructivas consideren materiales de baja conductividad térmica en su conformación, es decir, materiales que tengan la capacidad de oponerse al paso del calor.

Materiales Aislantes (Baja Conductividad Térmica)

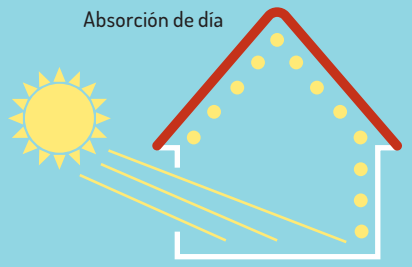
Material	Conductividad Térmica (λ)	Formatos Comunes
Poliestireno Expandido (Densidad 10 kg/m^3)	0,043	Placas
Lana Mineral (Densidad 40 kg/m^3)	0,042	Colchonetas y Rollos
Lana de Vidrio (Densidad 18 kg/m^3)	0,040	Colchonetas y Rollos
Lana de Oveja (Densidad 13,5kg/m^3)	0,045	Rollos
Celulosa Proyectada	0,041	Granulada (para proyectar)

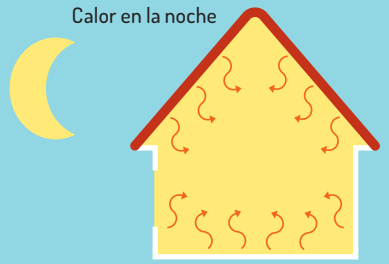
En este sentido, un elemento de construcción que tiene la capacidad de oponerse al paso del calor, es un material con alta resistencia térmica. Asimismo, la suma de capas de materiales que componen una solución constructiva tienen una resistencia térmica total que contribuirá, idealmente, a reducir eficientemente la pérdida de energía.

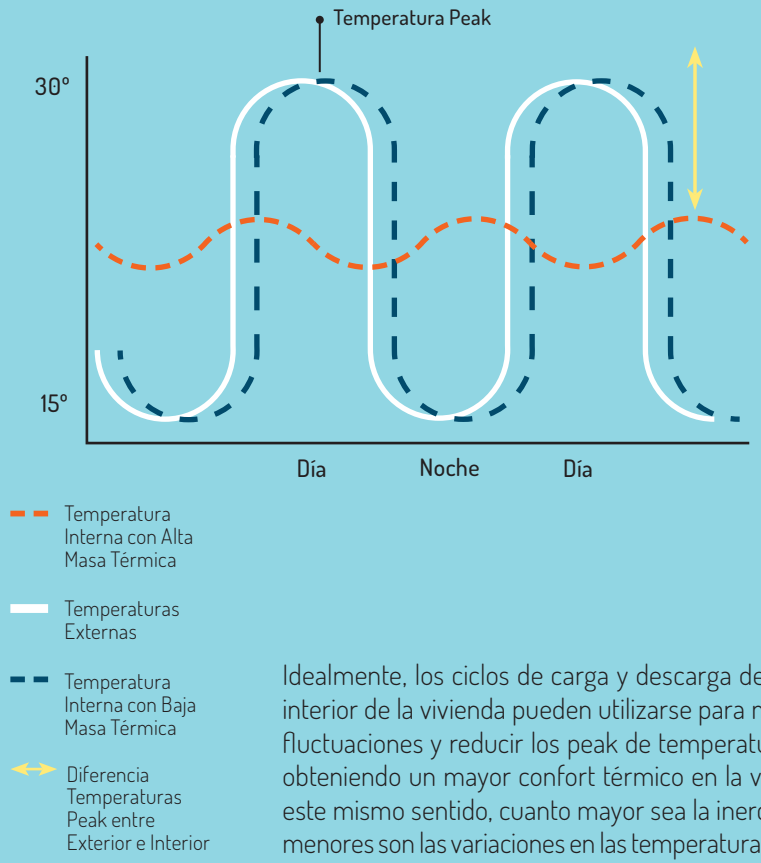
- Inercia Térmica

La inercia térmica es la capacidad de un material de acumular y almacenar energía, la que es liberada de forma posterior. En este mismo sentido, una vivienda construida con materiales de dichas características, tiene la misma capacidad de acumular energía, y liberarla al ambiente interior cuando se encuentra a menor temperatura que el material.

La "carga" de energía de la envolvente interior, principalmente pisos y muros, puede darse de forma natural, por medio de la energía solar que entra mayoritariamente por las ventanas, o de forma artificial, por medio de calefactores situados dentro de la vivienda.







Idealmente, los ciclos de carga y descarga de energía al interior de la vivienda pueden utilizarse para moderar las fluctuaciones y reducir los peak de temperatura interior, obteniendo un mayor confort térmico en la vivienda. En este mismo sentido, cuanto mayor sea la inercia térmica, menores son las variaciones en las temperaturas interiores.

Los materiales de alta inercia térmica tienen, a su vez, baja resistencia térmica, por lo que no generan oposición al paso de calor (malos aislantes). Es importante complementarlos con materiales aislantes

En el contexto climático de Talca, para una vivienda construida con materiales macizos (hormigón y/o albañilería), se recomienda aislar la envolvente por el exterior, aprovechando así la masa térmica expuesta al interior. Asimismo, para una vivienda construida con sistemas constructivos ligeros (tabiques de madera y/o acero galvanizado), se recomienda considerar partes o elementos interiores de la vivienda con alta masa térmica

¿Qué debo hacer para reacondicionar mi casa?

(RE) ACONDICIONAMIENTO

Para el (re)acondicionamiento térmico de nuestras viviendas debemos considerar medidas o soluciones para (1) aumentar el aislamiento térmico en los elementos constructivos (muros, pisos, techumbre y ventanas) , (2) reducir las infiltraciones de aire, (3) reducir la humedad interior y (4) disminuir el (riesgo de) sobrecalentamiento.

AISLAMIENTO TÉRMICO

Al utilizar soluciones constructivas que permitan mejorar la aislación térmica de la vivienda, buscamos mejorar las condiciones de confort y disminuir el gasto de energía por concepto de calefacción.

Estas mejoras en la envolvente de la vivienda se deben realizar considerando el presupuesto familiar, y siguiendo un criterio de costo-efectividad. Es decir, si no es posible realizar el acondicionamiento total de la vivienda de una sola vez, debemos realizarlas de forma gradual buscando el mayor ahorro de energía y aumento del confort, al menor costo posible.

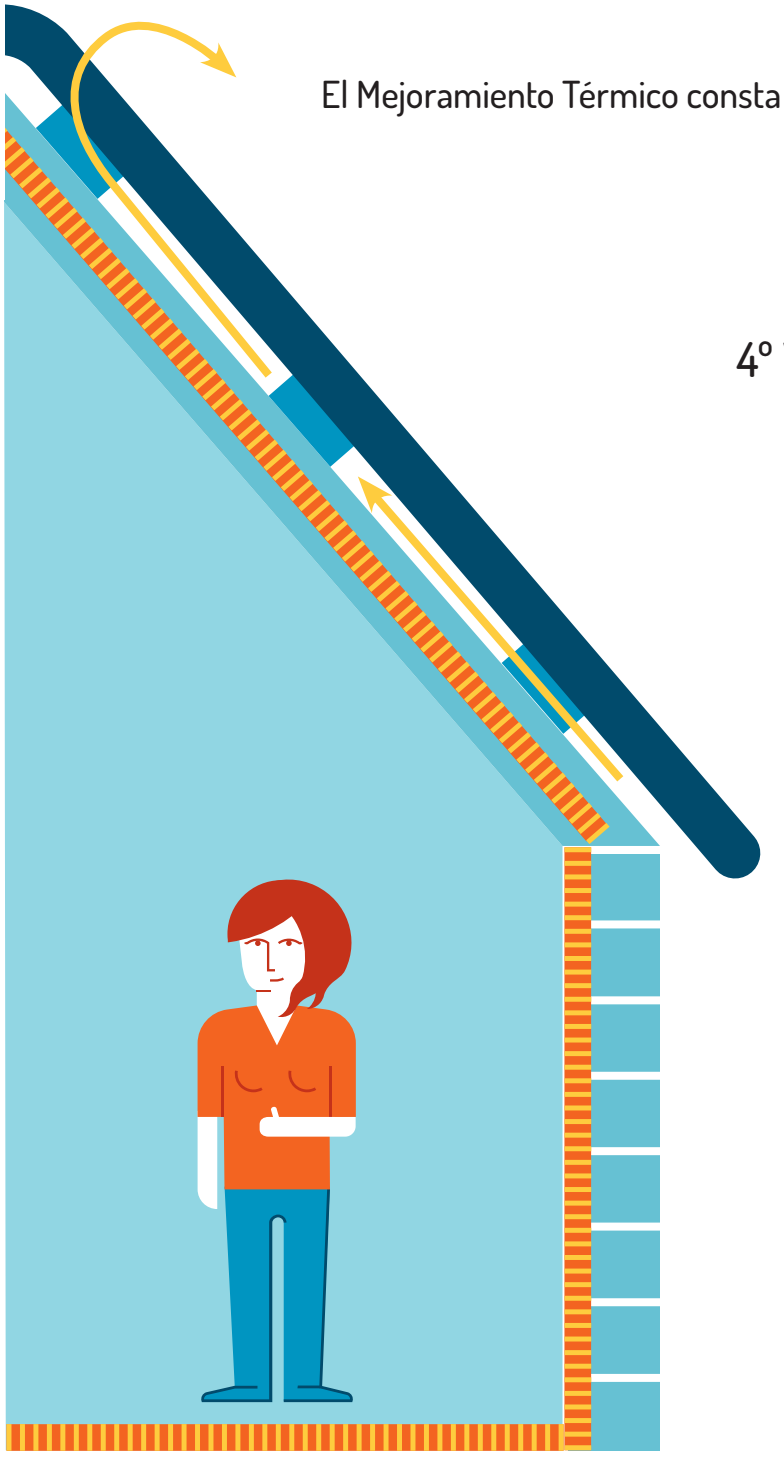
El Mejoramiento Térmico consta de 4 pasos :

1° Techo

2° Pisos

3° Muros

4° Ventanas

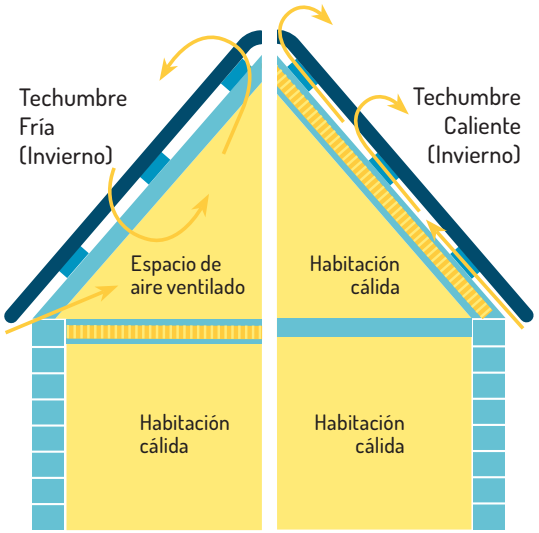


- 1er paso: TECHUMBRE

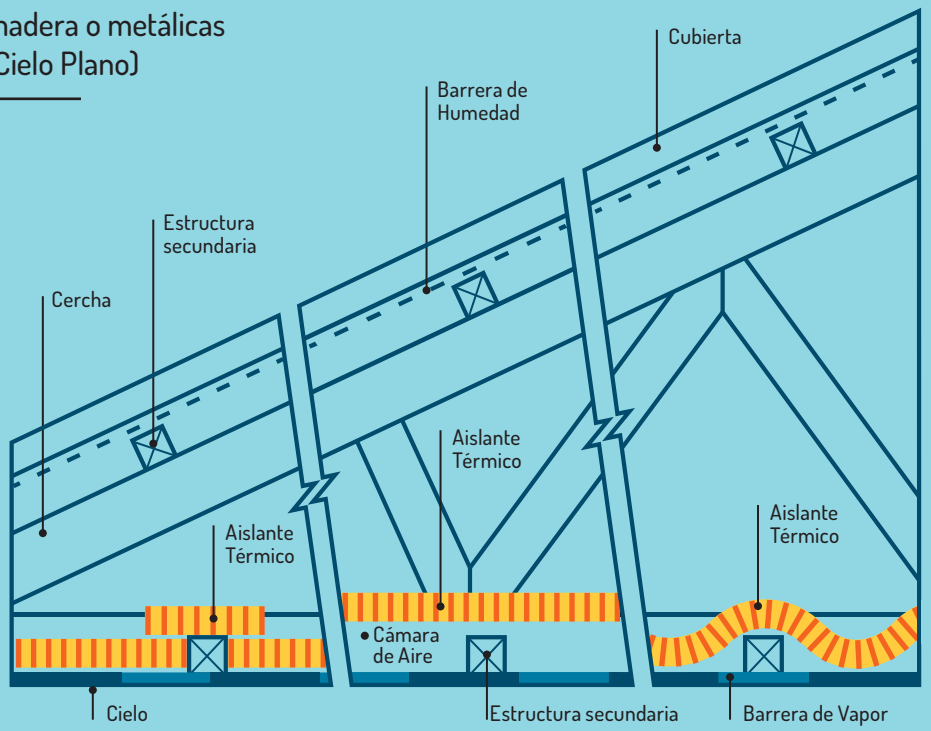
La solución de techumbre comprende desde el cielo interior hasta la cubierta, incluyendo cadenetas, vigas y aislación térmica en su interior.

De acuerdo a la tipología de la techumbre, se puede distinguir entre una techumbre caliente y una fría. La primera ocurre cuando se genera un espacio útil tipo mansarda y la segunda, cuando se genera un espacio sin uso y preferentemente ventilado. También existe la posibilidad que la solución de techumbre mantenga las vigas (o tijerales) a la vista.

Lo relevante, en cuanto a la solución térmica, es situar la aislación dentro de la superficie más próxima al espacio habitado.



Soluciones de aislación para techumbres con cerchas de madera o metálicas (Cielo Plano)

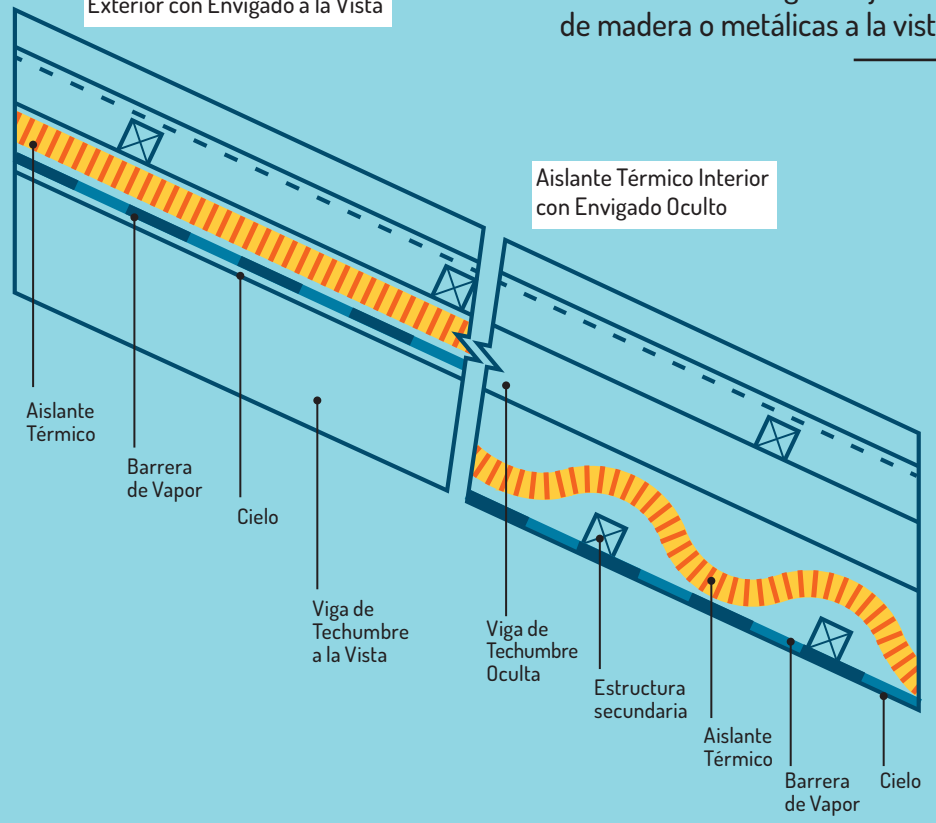


Aislante Térmico Rígido

Aislante Térmico Rígido con Cámara de Aire

Aislante Térmico Flexible

Soluciones de aislación para techumbres con vigas o tijerales de madera o metálicas a la vista

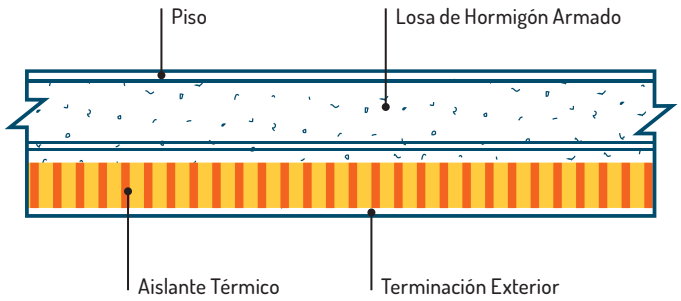


- 2° paso: PISOS

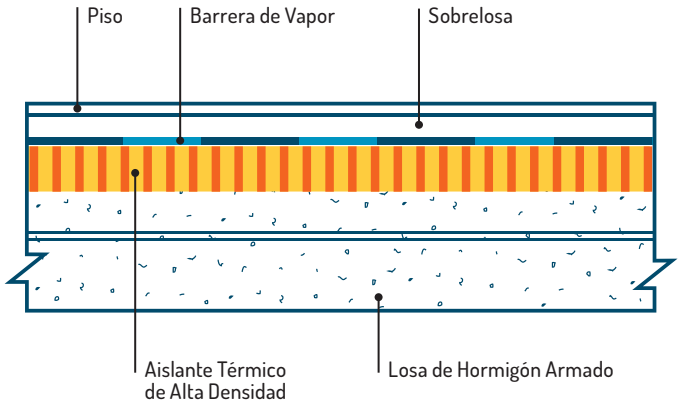
Los pisos están encargados de separar el interior de la vivienda del terreno natural, o bien, del ambiente exterior cuando se trata de un volumen superior sobresaliente. Adicionalmente, existe la variante denominada piso ventilado, cuando el conjunto de piso no está en contacto con el terreno. Si bien solo esta última alternativa está normada dentro de la Reglamentación Térmica, en todas es posible considerar soluciones que mejoren la aislación térmica.

Resulta complejo mejorar térmicamente los pisos y losas una vez construidos. Sin embargo, es una solución económica y efectiva considerarla durante el proceso constructivo.

Soluciones de aislación en pisos tipo losa

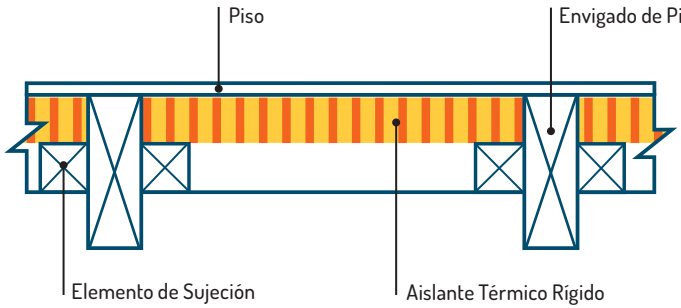


Piso con Losa con Aislación Térmica en Cara Exterior

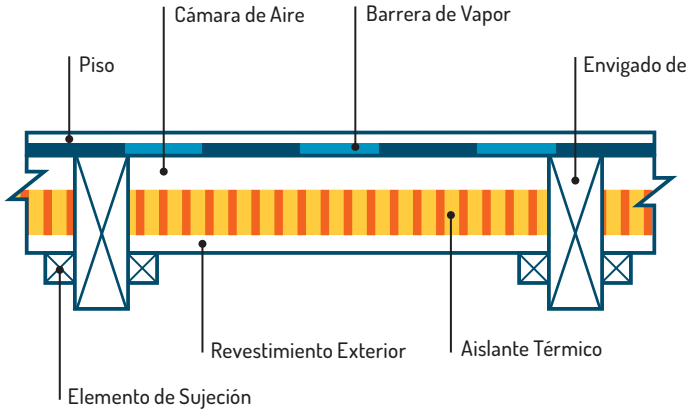


Piso con Losa con AislanteTérmico Adosado en Cara Interior

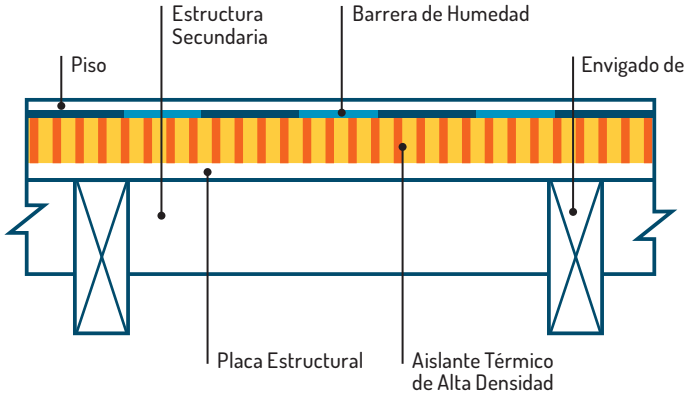
Soluciones de aislación en pisos con vigas



Piso con Vigas y Aislante Térmico Adosado en Cara Exterior



Piso con Vigas y Aislante Térmico Confinado en Cara Exterior

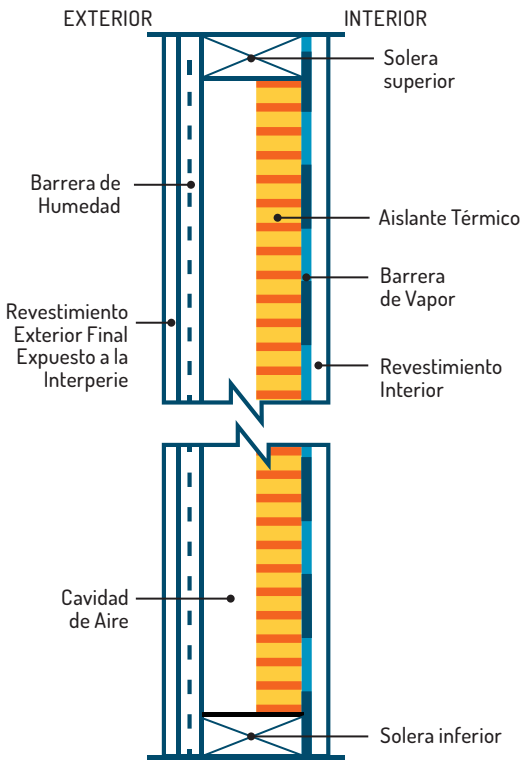


Piso con Vigas y Aislante Térmico Adosado en Cara Interior

- 3er paso: MUROS

Los muros o tabiques perimetrales tienen la función de aislar la vivienda del exterior, o de una edificación vecina, pudiendo además cumplir funciones estructurales. Pueden estar construidos en diferentes materiales, destacando los tabiques con entramado de madera o metálicos, y muros de albañilería y hormigón armado. La ubicación y forma de instalación de la solución de aislación, dependerá de la materialidad que cuenten los muros.

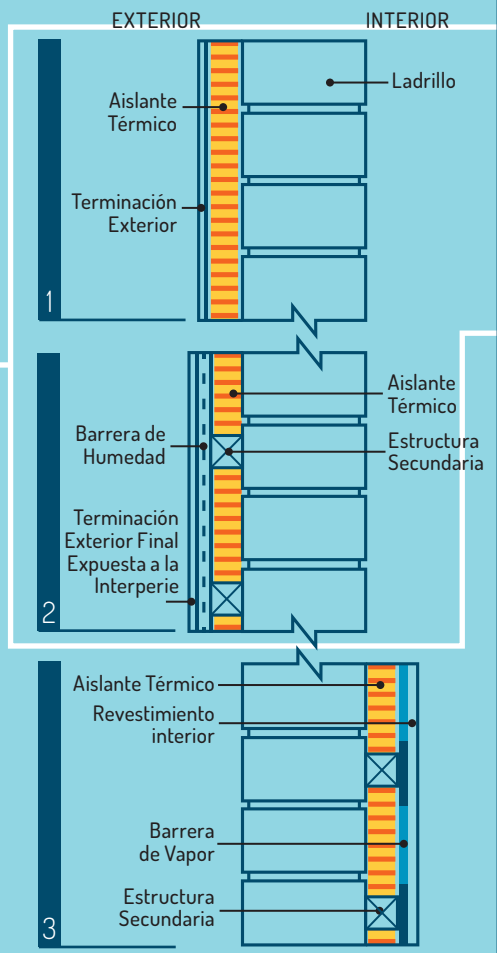
Solución de aislación en tabique perimetral



Tabique perimetral con Aislante Térmico

Es importante recalcar que, si la vivienda está construida con muros de materiales macizos con inercia térmica, como albañilería u hormigón, el aislamiento térmico se instale de preferencia por el exterior para aprovechar la masa térmica expuesta al interior de la vivienda (ver página 22 y 23).

Soluciones de aislación en muros de albañilería

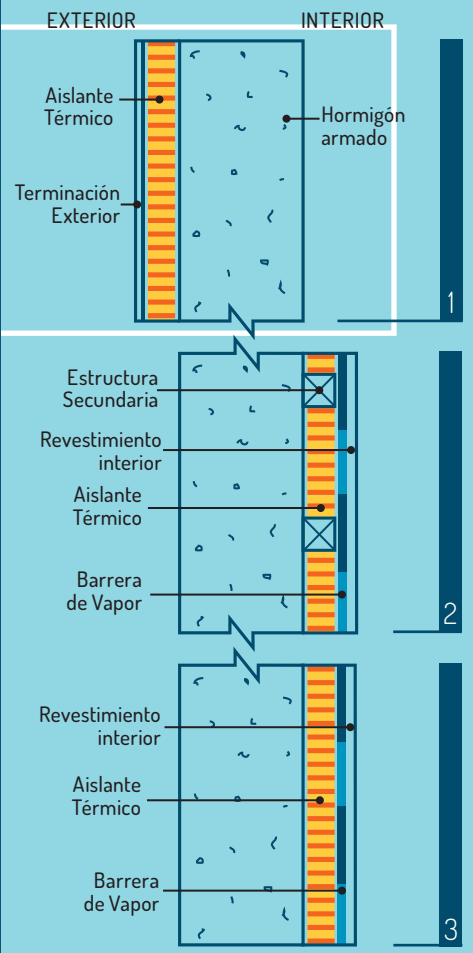


1 Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Adosado a Cara Exterior

2 Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Confinado en Cara Exterior

3 Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Confinado en Cara Interior

Soluciones de aislación en muros de hormigón armado



1 Muro de Hormigón Armado con Aislante Térmico Adosado a Cara Exterior

2 Muro de Hormigón Armado con Aislante Térmico Confinado en Cara Interior

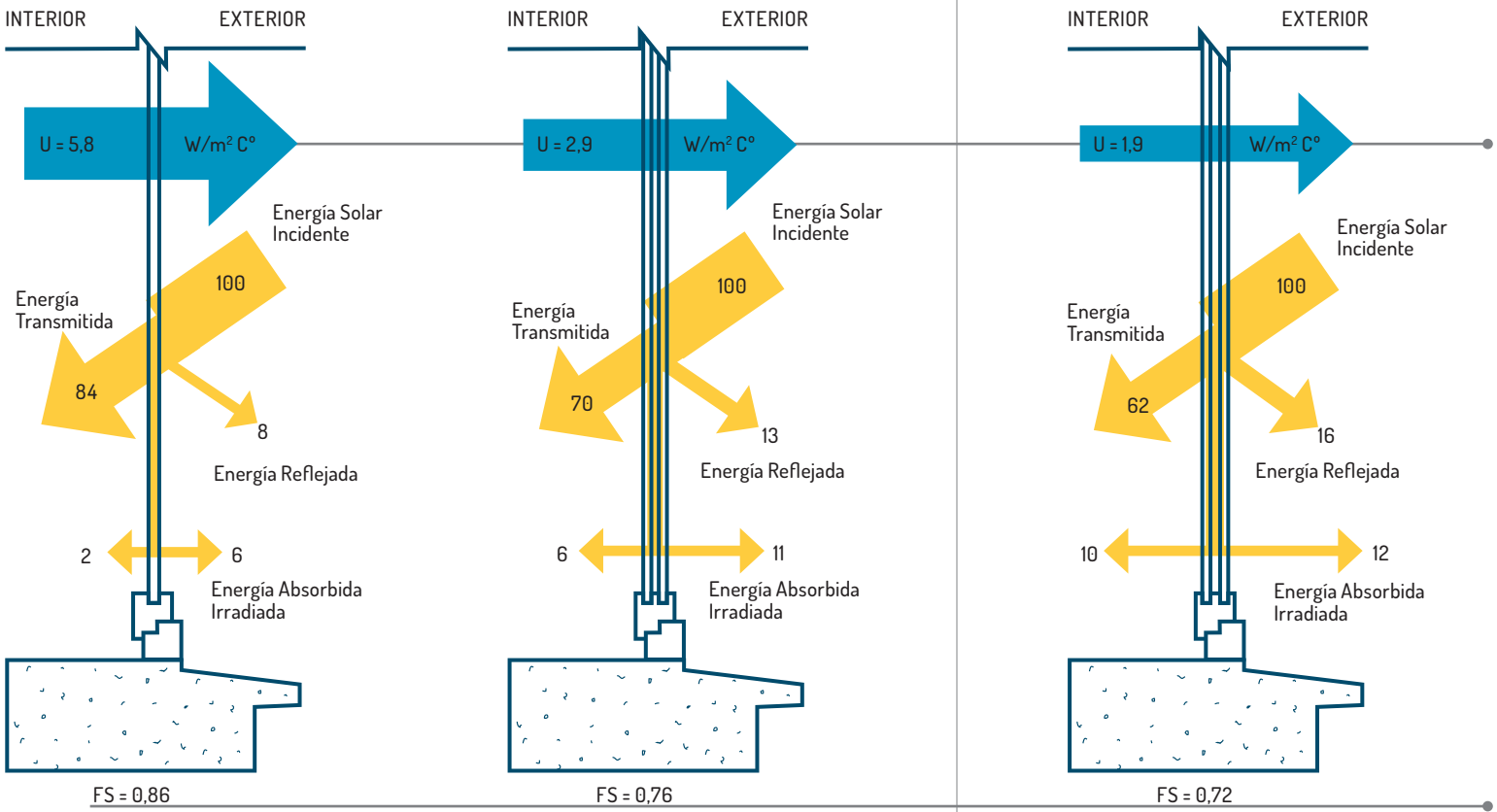
3 Muro de Hormigón Armado con Aislante Térmico Adosado a Cara Interior

* Esta solución también es aplicable en muros de albañilería.

- 4° paso: VENTANAS

Una de las formas más simples de reacondicionar térmicamente una vivienda, pero no necesariamente la más económica, es mediante la sustitución de ventanas simples por ventanas con doble vidrio hermético (DVH) o termopanel. Esto permite aumentar la resistencia térmica que ofrece la ventana, además de aumentar su aislación acústica.

En una vivienda, dado que lo más relevante es conservar el calor (en nuestro clima), mientras menor sea la transmitancia térmica de la ventana, mejor.



Transmitancia térmica:
Flujo de energía (calor) entre el interior y el exterior.

Factor Sombra:
Energía transferida hacia el interior respecto de la energía solar incidente.

La materialidad de los marcos de ventanas también influye, aunque de menor manera, sobre la capacidad de las ventanas de oponerse al traspaso del calor. Mientras menor sea la transmitancia térmica de los marcos, mejor.

Transmitancia Térmica de Materiales más Utilizados como Marcos para Ventanas[6]

Material	U (W/m²K)
Madera	2,6
PVC	2,8
Aluminio RPT	3,3
Metal sin RPT	5,8

6. Manual de procedimiento para la calificación energética de viviendas en Chile, MINVU 2013

INFILTRACIONES DE AIRE

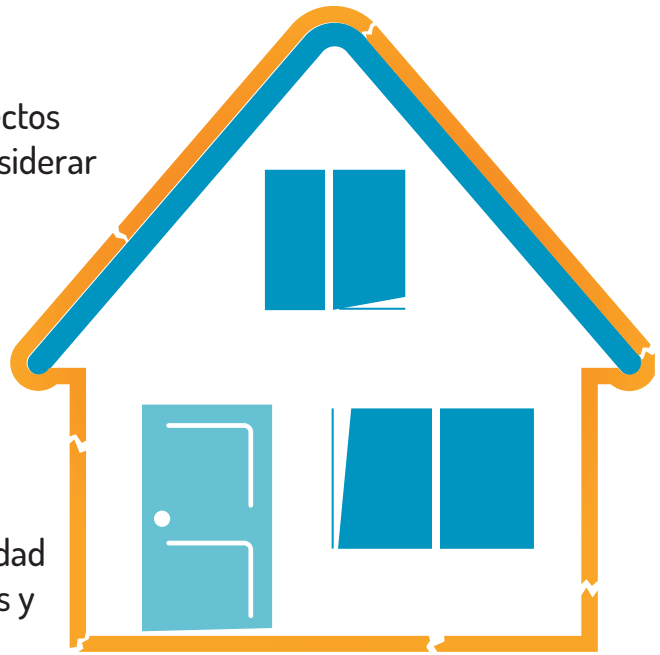
Las infiltraciones se refieren al paso de aire no deseado a través de grietas o aberturas de la envolvente, las que dependiendo de la temporada, generan pérdidas o ganancias de energía, afectando el confort y el desempeño energético de la vivienda. Las infiltraciones pueden llegar incluso a representar el 60% de la demandas de energía para el acondicionamiento térmico de viviendas emplazadas en zonas ventosas y con altos diferenciales térmicos[7].

Este flujo de aire es inducido por diferencias de presión, las que a su vez se producen por el viento y/o diferencias de temperatura entre el interior y el exterior.

Es importante que la vivienda sea bien hermética, es decir, esté "sellada".

Existen dos aspectos relevantes a considerar para limitar las infiltraciones:

1. La calidad de sellado de las juntas de unión de elementos constructivos.
2. La permeabilidad al aire de puertas y ventanas[8].



7. Manual de Hermeticidad al Aire de Edificaciones, CITEC UBB y DECON UC, 2014
8. Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, CITECUBB 2012.

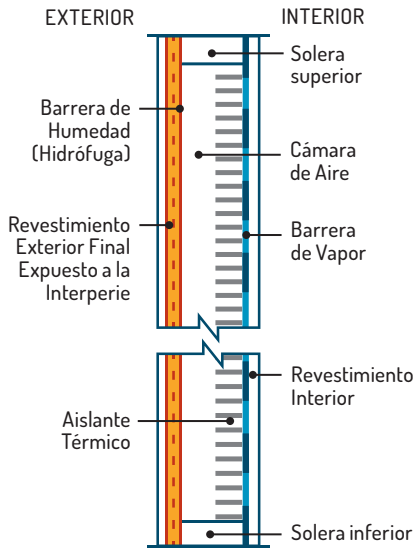
- Calidad de Construcción

Muros y Revestimientos

Los muros exteriores de albañilería y bloques de hormigón poseen importantes niveles de porosidad que permiten el paso del aire a través de ellos. En este caso la utilización de estucos por el exterior e interior mejoran la hermeticidad de la solución constructiva.

En el caso de tabiques exteriores de madera o metal, revestidos con placas (fibrocemento, terciado, OSB, u otro tipo de placa), se debe procurar sellar las uniones con cielo, el piso y entre placas, además de considerar una barrera hidrófuga en la solución constructiva. La membrana hidrófuga actúa como barrera de viento y humedad evitando su ingreso o filtración.

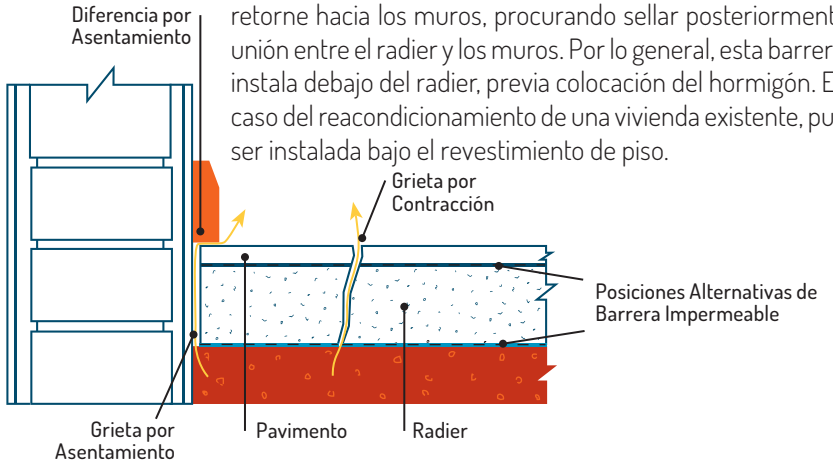
Solución de aislación en tabique perimetral



Tabique perimetral con Aislante Térmico

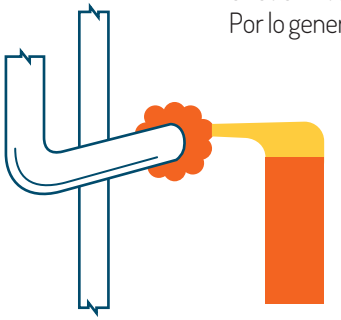
Radier

El radier es el piso de hormigón en contacto con el terreno. Estos pueden sufrir contracciones durante el proceso de "curado" (fraguado), por lo que se recomienda considerar una barrera de humedad y aire continua (lámina de polietileno), que retorne hacia los muros, procurando sellar posteriormente la unión entre el radier y los muros. Por lo general, esta barrera se instala debajo del radier, previa colocación del hormigón. En el caso del reacondicionamiento de una vivienda existente, puede ser instalada bajo el revestimiento de piso.



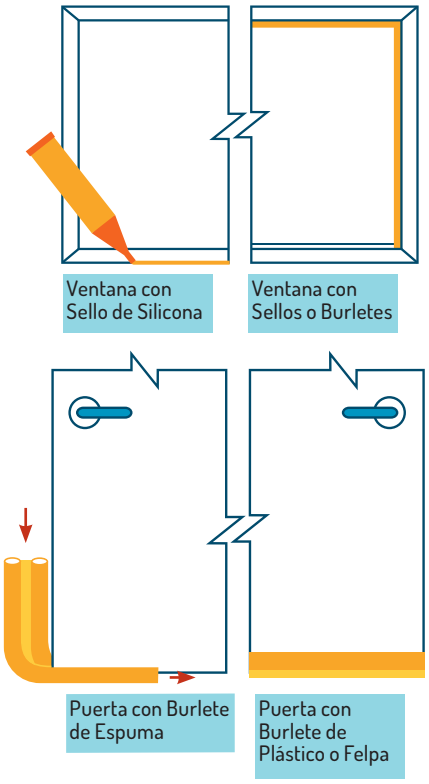
Pisos Ventilados

Por lo general, la construcción de pisos ventilados mediante piezas de madera o acero y placas, resulta en intersticios en las uniones de los diferentes elementos. El aire tiende a filtrarse a través de estas aberturas por lo que se recomienda sellar los encuentros críticos antes de instalar el revestimiento de piso. Por lo general se recomienda sellar con cintas adhesivas o siliconas



Ductos e Instalaciones

Ductos de ventilación o extracción de humos, o tuberías de instalaciones eléctricas, de gas o agua que atraviesen cielos, muros exteriores o pisos ventilados, deben ser propiamente sellados para evitar el paso de aire alrededor de estos.
Se recomienda utilizar espuma de poliuretano expansiva o silicona de alta temperatura de ser necesario.



- Puertas y Ventanas

La cantidad de aire que pasa a través de puertas y ventanas en las infiltraciones pueden llegar a representar cerca del 50% en el caso de construcciones macizas (más herméticas)[9].

Las principales causas de infiltración de aire por medio de puertas y ventanas se debe a su calidad de construcción e instalación. Para mejorar la hermeticidad de puertas y ventanas, se deben considerar soluciones de sellado tales como silicona para juntas entre marcos y muros, sellos de espuma o caucho entre marcos y puertas o ventanas, y burletes de espuma o felpa para aberturas en la parte inferior de puertas.

9. Manual de Hermeticidad al Aire de Edificaciones, CITEC UBB y DECON UC, 2014.

HUMEDAD POR CONDENSACIÓN

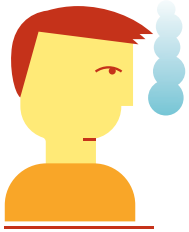
La condensación se produce al enfriarse el vapor de agua contenido en la atmósfera, y se puede presentar de dos formas en nuestras viviendas: como condensación superficial y como condensación intersticial. La primera la podemos ver, generalmente sobre superficies frías, mientras que la segunda no la vemos, ya que se puede generar en el interior de los muros, techumbre y pisos.

Fuera de los efectos que la condensación produce sobre el confort y el bienestar de los usuarios, y el propio deterioro de los materiales de construcción, la humedad reduce la aislación térmica de la envolvente, lo que produce mayores pérdidas térmicas y, consecuentemente, mayores gastos de calefacción.

Los principales factores que influyen para que el fenómeno de la condensación se produzca son:
· Alta humedad relativa interior
· Baja temperatura exterior
· Deficiente aislación térmica

El primer factor, tiene directa relación con las actividades que realizamos en nuestros hogares. Generalmente son los baños el lugar más propenso a la condensación debido a la gran cantidad de vapor que se genera por duchas de agua caliente. Si la ropa es secada al interior de la casa, toda esta agua se va al ambiente en forma de vapor. La cocina es otra fuente generadora de vapor de agua, sobre todo aquellas que no poseen una campana extractora de aire, debido a que la mayoría de los alimentos que consumimos deben ser hervidos o preparados con agua.

Los habitantes de un inmueble también son fuente generadora de vapor de agua debido a la transpiración y la respiración. La cantidad de agua que evapora una persona depende en gran medida de la actividad física que esté realizando y en menor medida de su masa corporal.



El riego de plantas entrega menor vapor de agua al ambiente que las anteriores, sin embargo, es una fuente que generalmente no se toma en cuenta y que produce vapor por transpiración de las plantas. Gran parte del agua usada en el riego termina por evaporarse

Por último, pero no menos importante, existen sistemas de calefacción que generan alta cantidad de vapor de agua. Estos son los sistemas de calefacción húmeda, que queman combustibles a base de hidrocarburos (kerosene, gas licuado, natural o de ciudad) y que, al ser de llama abierta (sin expulsión de gases quemados al exterior), dejan dichos gases en los ambientes donde están operando. Entre estos gases se encuentra el vapor de agua que aumenta la humedad ambiental e incrementa los riesgos de condensación al interior de los recintos. Lamentablemente estas estufas son las más usadas en nuestro país siendo, generalmente, la principal causa de condensaciones en la vivienda.

Las estrategias recomendadas para reducir el riesgo de condensación son:

1. Ventilación

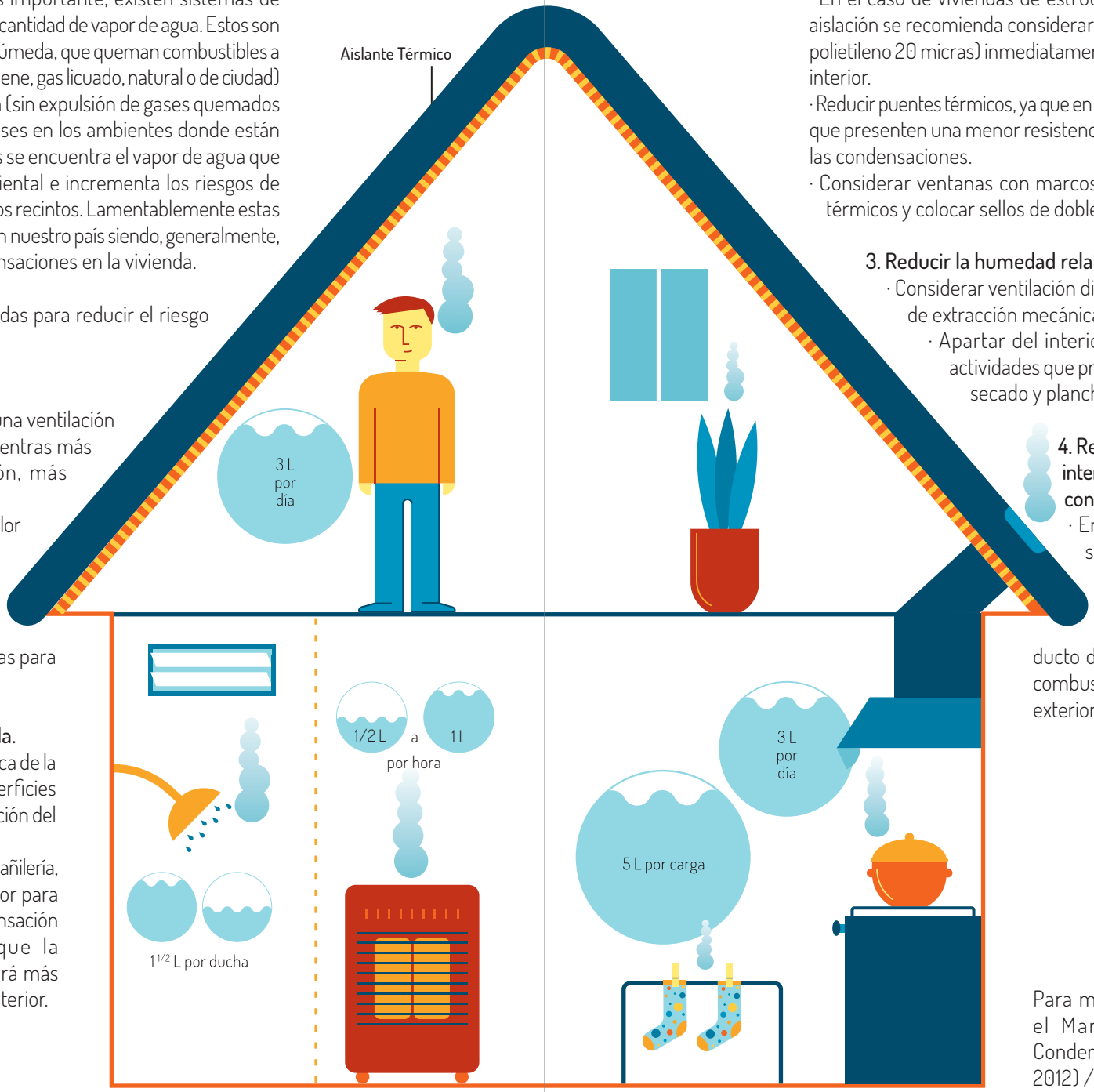
· La principal estrategia es una ventilación adecuada de la vivienda. Mientras más seco el aire de ventilación, más efectiva.

· Para reducir la pérdida de calor en invierno, la ventilación debe ser controlada pudiendo considerar ductos de ventilación pasiva (de pared) y/o celosías para marcos de ventanas.

2. Envolvente de la vivienda.

· Al mejorar la aislación térmica de la vivienda, se reducen las superficies frías y el riesgo de condensación del vapor de agua sobre ellas.

· En el caso de viviendas de albañilería, conviene aislar por el exterior para disminuir el riesgo de condensación intersticial, debido a que la temperatura del muro estará más cercana a la temperatura interior.



· En el caso de viviendas de estructura liviana, además de la aislación se recomienda considerar una barrera de vapor (film polietileno 20 micras) inmediatamente detrás del revestimiento interior.

· Reducir puentes térmicos, ya que en aquellos materiales o puntos que presenten una menor resistencia térmica se concentrarán las condensaciones.

· Considerar ventanas con marcos que no generen puentes térmicos y colocar sellos de doble o triple contacto.

3. Reducir la humedad relativa del ambiente interior.

· Considerar ventilación directa al exterior o sistemas de extracción mecánica en cocina y baños.

· Apartar del interior de la vivienda aquellas actividades que produzcan humedad (lavado, secado y planchado).

4. Reducir la humedad relativa interior producto de calefacción con aparatos de llama abierta.

· En lo posible, no considerar sistemas de calefacción de llama abierta.

· Considerar un espacio para la instalación de ducto de evacuación de gases de combustión o una salida de aire al exterior.

Para más información consultar el Manual de Humedad por Condensación en Viviendas (CDT 2012) / www.cdt.cl

SOBRECALENTAMIENTO

En general, en nuestra zona, tendemos a preocuparnos preferentemente de las necesidades de calefacción. Sin embargo, el "calor" en verano, también puede convertir la vivienda en un lugar poco grato, elevando la temperatura efectiva en su interior por sobre el rango superior de confort (25°C aprox.).

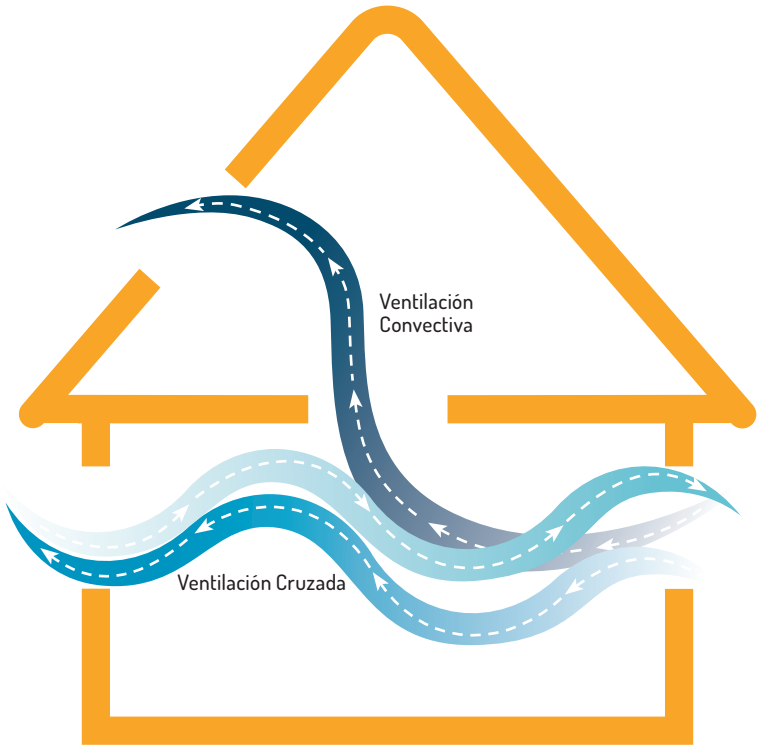
Existen una serie de factores que influyen sobre el riesgo o nivel de sobrecalentamiento, por ejemplo, el clima, la materialidad de la vivienda, la aislación, la proporción y orientación de las ventanas, la ventilación, etc.

De éstas, las más prácticas y eficaces a considerar son la ventilación y el control solar en las ventanas.

- Ventilación Térmica

Cuando las condicionantes exteriores lo permiten (temperatura, velocidad del viento, ruido, etc.) el medio más simple para enfriar los ambientes es la ventilación térmica. Ésta se logra mediante la abertura de ventanas en fachadas opuestas, las que por diferencia de presiones de viento, generan movimiento y renovación de aire en el interior de la vivienda.

Existe además la posibilidad de utilizar la ventilación convectiva, haciendo uso de las diferencias de altura en una vivienda y de la estratificación de aire que se produce por su temperatura y densidad. A medida que el aire se calienta, se vuelve menos denso y tiende a subir, pudiendo ser extraído por medio de aberturas y reemplazado por aire fresco que ingresa, preferentemente, por aberturas situadas en la parte inferior de la vivienda.



• Ventilación Nocturna

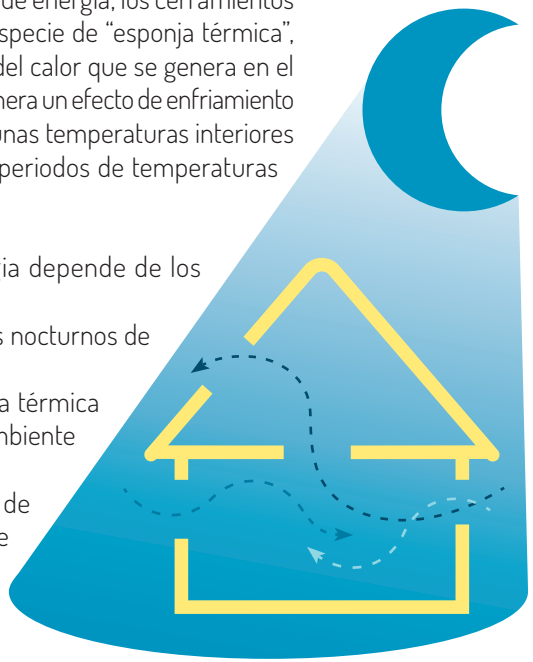
En ocasiones las estrategias de ventilación térmica, cruzada y convectiva, no son suficientes para lograr enfriar el ambiente interior. Esto obedece, principalmente, a la presencia de vientos débiles y/o poco constantes. Adicionalmente, no es extraño que el aire exterior presente condiciones poco favorables, como su temperatura, la que puede ser excesivamente alta.

La ventilación natural nocturna es una alternativa, la que puede emplearse en viviendas construidas con materiales de alta masa térmica (albañilería, bloques de hormigón, hormigón), para mejorar el efecto de enfriamiento de la ventilación.

Esta estrategia es especialmente efectiva en lugares con importantes oscilaciones diarias de temperatura, como Talca, donde se tienen temperaturas elevadas durante el día y relativamente bajas durante la noche.

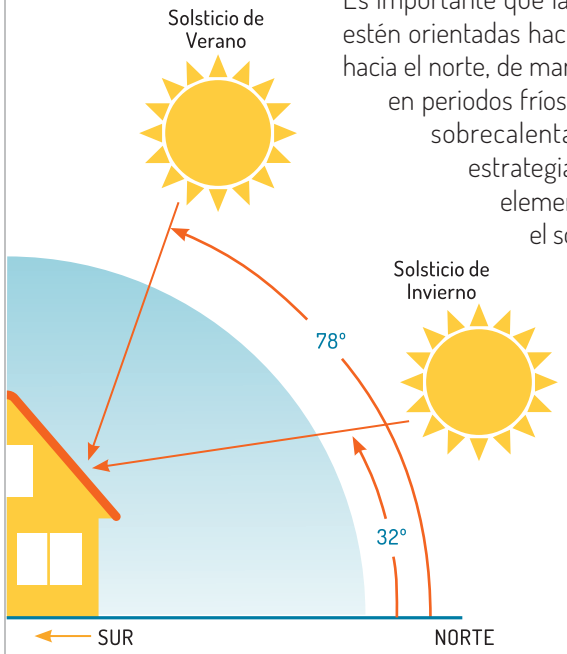
Los flujos de aire fresco nocturno provenientes del exterior contribuyen a enfriar los cerramientos interiores de elevada masa térmica (muros, pisos y cielos), de tal manera que éstos descargan su energía calórica y disminuyan su temperatura. Al día siguiente, ya "descargados" de energía, los cerramientos interiores funcionan como una especie de "esponja térmica", capaces de absorber gran parte del calor que se genera en el interior del edificio. Este proceso genera un efecto de enfriamiento diurno, al contribuir a mantener unas temperaturas interiores relativamente bajas durante los periodos de temperaturas exteriores elevadas.

La efectividad de esta estrategia depende de los siguientes factores:
· Intensidad y constancia de flujos nocturnos de aire provenientes del exterior.
· Cerramientos con elevada masa térmica suficientemente expuestos al ambiente interior (no cubiertos).
· Vivienda de espacios abiertos, de tal manera que los flujos de aire incidan sobre la mayor cantidad de superficies posible.



• Control Solar

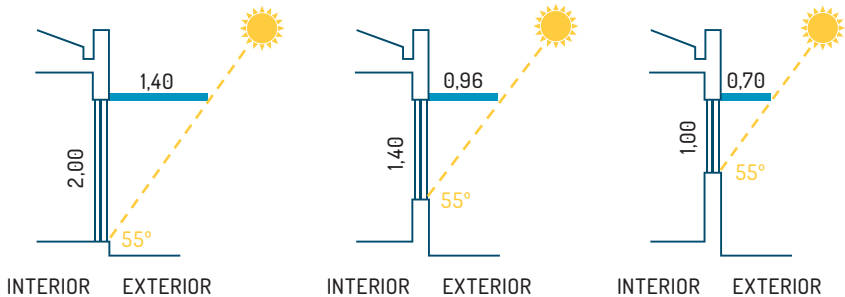
Es importante que las superficies vidriadas de las viviendas estén orientadas hacia el recorrido del sol, preferentemente hacia el norte, de manera de maximizar las ganancias solares en periodos fríos. Sin embargo, para reducir el riesgo de sobrecalentamiento, es recomendable considerar estrategias de control solar. Es decir, considerar elementos constructivos que puedan bloquear el sol.



Para esto se debe considerar el recorrido solar y, principalmente, la diferencia de la altura del sol en verano e invierno. Por ejemplo, en Talca, durante el solsticio de invierno (21 de Junio), a medio día, el sol se encuentra a una altura de 32° aprox., mientras que para el solsticio de verano (21 de Diciembre), el sol se encentra a una altura de 78° aprox.

Esta diferencia en la altura solar durante las estaciones del año, se utiliza para dimensionar un control solar efectivo. Es importante destacar, que esta diferencia en altura es mucho más pronunciada hacia la orientación norte (medio día), por lo cual es más simple ocuparse "del control solar" en las ventanas con esta orientación.

En términos prácticos, para bloquear el ingreso de la radiación solar en la mitad más cálida del año se aconsejan los siguientes dimensiones de los aleros o protecciones solares horizontales (para sombrear el 100% de la ventana) para orientaciones norte.



¿Como calefaccionar y calentar el agua de forma eficiente?

SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

Existen diversos sistemas complementarios para que una vivienda funcione eficientemente. Entre estos se encuentran la calefacción y el calentamiento de agua sanitaria. Entre ambos consumen casi un 75% de toda la energía utilizada en nuestras viviendas.

SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Una vez mejorada térmicamente la vivienda, debemos preocuparnos del sistema de calefacción. De acuerdo al clima de Talca, y a la calidad térmica de nuestras viviendas, podemos llegar a requerirla hasta por 5 o 6 meses para alcanzar niveles confortables de temperatura. Esto implica importantes costos que pueden afectar el presupuesto familiar y causar, de acuerdo al tipo de calefacción, un deterioro de la calidad ambiental interior.

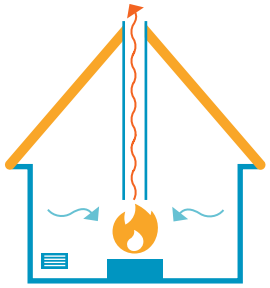
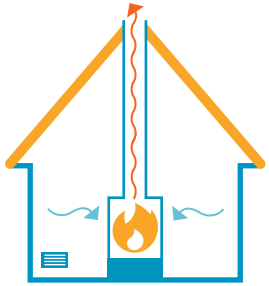
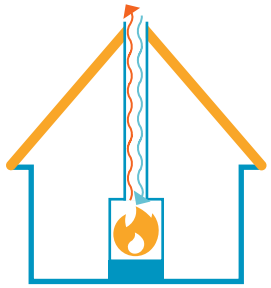
Esto último ocurre cuando los gases y partículas producto de la combustión del artefacto se liberan dentro de la vivienda, aportando mayor humedad de la ya existente al ambiente y contaminando el aire interior. Esto se conoce como Contaminación Intradomiciliaria.

Los sistemas de calefacción más utilizados se clasifican de acuerdo al origen del aire de combustión, y al destino de los gases y partículas emanadas del artefacto.

El sistema de calefacción recomendable, es aquel que no utiliza el aire interior y el que no lo afecta producto de la combustión. Asimismo, el calefaccionar es más eficiente, al no requerir ventilación constante de la vivienda, reduciendo las pérdidas de energía.

Existen además otros factores a considerar en la elección de un sistema de calefacción: El poder calorífico del combustible a utilizar y la eficiencia propia del artefacto. El primero se refiere a la cantidad de calor que un combustible puede entregar por unidad (litros, kg, m3, etc), y el segundo, a la capacidad del artefacto de convertir la energía contenida en el combustible en calor útil para la vivienda.

Para dar un ejemplo de estas variables, consideremos una estufa a leña. El poder calorífico de la leña seca es mayor al de la húmeda, ya que en esta última, parte de la energía se ocupa para evaporar el agua contenida. Es decir, podemos obtener mayor calor por astilla seca. Por otro lado, la eficiencia de la estufa puede variar entre 60 y 80%, dependiendo del tipo y calidad (llama abierta, cámara cerrada, doble combustión, etc).

Tipo de Calefacción	Calefacción de Llama Abierta	Calefacción Llama Abierta de Tiro Natural o Forzado	Calefacción Cámara Cerrada de Tiro Natural	Calefacción Cámara Cerrada de Tiro Balanceado
				
Aire para Combustión	Interior (Consumen Oxigeno)	Interior (Consumen Oxigeno)	Interior (Consumen Oxigeno)	Exterior
Gases y Partículas de Combustión	Interior	Exterior	Exterior	Exterior
Ventilación Interior Requerida	Constante en gran cantidad	Constante	Reducida	No Requiere
Ejemplo	Estufa Móvil a Gas o Kerosene	Estufa Mural a Gas o Kerosene, Chimeneas.	Estufas de Combustión lenta leña o pellet	Estufas gas con cámara cerrada y aireación exterior.
Recomendación	✗✗✗	✗✗✓	✗✓✓	✓✓✓

SISTEMAS TERMOSOLARES

Antes que todo, debemos distinguir los sistemas Fotovoltaicos de los Sistemas Solares Térmicos (SST). Los primeros transforman la radiación solar en energía eléctrica, mientras que los segundos, la transforman en energía térmica para producción de agua caliente sanitaria (ACS).

La implementación de sistemas fotovoltaicos a nivel residencial es aún baja, debido a la relación costo-beneficio y los insuficientes incentivos existentes. Los sistemas solares térmicos, sin embargo, se han masificado cada vez más, siendo una buena solución para aquellas familias que no cuentan con un medio para calentar agua en sus viviendas, o bien, para generar ahorros en el consumo anual de energía.

Recordemos que, en el sector residencial, la energía utilizada para la producción de ACS es el segundo consumo en importancia después de la calefacción, alcanzando un 18% del consumo total de una vivienda a nivel nacional aproximadamente[10].

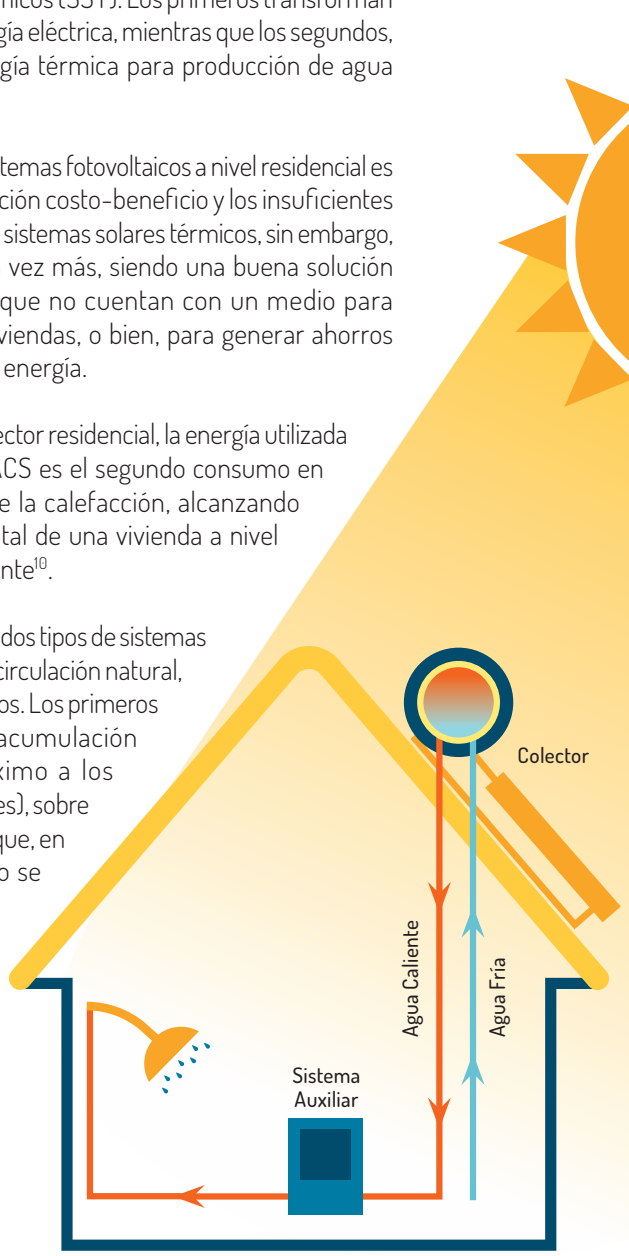
A grandes rasgos, existen dos tipos de sistemas solares térmicos. Los de circulación natural, o termosifón, y los forzados. Los primeros tienen el depósito de acumulación de agua caliente próximo a los colectores solares (paneles), sobre la techumbre, mientras que, en los forzados, el depósito se encuentra dentro de la vivienda y requieren de una bomba de circulación para su funcionamiento.

Los colectores solares deben ser instalados de manera de aprovechar al máximo la radiación solar disponible. Se considera como orientación óptima el norte geográfico y la inclinación en relación al plano horizontal, para una demanda constante anual, la latitud geográfica. Es decir, una inclinación de 35° para Talca.

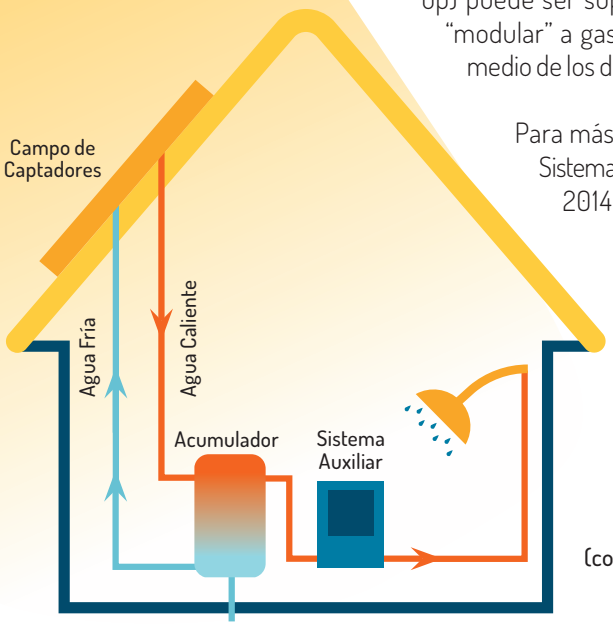
La superficie de captación de radiación solar (n° de colectores) y el tamaño del depósito de acumulación dependen de la cantidad de personas que viven en la vivienda y la cantidad de agua caliente que utilicen. En general, para conseguir aportes del 50% de las necesidades totales de agua caliente sanitaria para una vivienda de 4 personas, se necesita un sistema con 2 a 4 m^2 de colectores y 200 a 300 litros de acumulación[11].

En la mayoría de los casos, las instalaciones de energía solar térmica pueden proporcionar entre un 50% y un 70% del agua caliente. La diferencia (back up) puede ser suplida mediante calefont "modular" a gas o energía eléctrica por medio de los depósitos de acumulación.

Para más información ver Manual Sistemas Solares Térmicos, MINVU 2014 / www.cdt.cl.



Sistema Termosifón
(con presión de la red)



Sistema Forzado
(con bombas de recirculación)

10. Balance Nacional de Energía, Ministerio de Energía 2012.

11. http://www.programasolar.cl

¿Cuánto me cuesta y cuánto voy a ahorrar con el reacondicionamiento?

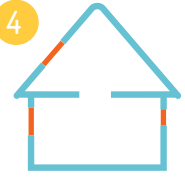
COSTOS Y BENEFICIOS

Con medidas conjuntas de aislamiento térmico es posible reducir el consumo de energía para calefacción, y los costos asociados, en más de un 60%. Sin embargo, y sobre todo con presupuestos de reacondicionamiento limitados, las decisiones y pasos de mejoramiento deben tomarse considerando los costos y beneficios que presentan: mientras menor sea el costo por energía ahorrada, mejor.

En el siguiente cuadro se ilustran los pasos a considerar para el mejoramiento térmico de una vivienda, además de los costos y beneficios que puedan implicar. Para realizar estas estimaciones se consideró una vivienda de 50m2 emplazada en Talca. El orden de intervención tiene relación al indicador de costo-efectividad. Es decir, a menor costo por energía ahorrada, mejor.

Consideraciones

Método:	Coeficiente Volumétrico Global de Pérdidas Térmicas	Superficie (m2):	50
Grados Día:	1250	Pisos (N°):	2
Renovaciones Hora:	2 Ventanas Simples, 1.5 Ventanas Termopanel	Altura Piso a Cielo (m):	2,5
Caso Base:	Albañilería Confinada, Sin Aislación	Volúmen (m3):	125
		Área Muros (m2):	80
		Área Techumbre (m2):	25
		Área Ventanas (m2):	18
		Área Puertas (m2):	2
		Perímetro Piso:	20

Pasos	Mejora	Costo Unitario Estimado con Instalación ($/m2)	Costo Total Mejora	Ahorro de Energía Estimado (%)	Indicador Costo Efectividad ($/kWh Ahorrado)
Caso Base	Sin Mejoras	0	0	-	-
1	**Aislación de Techumbre** 100mm	$10.000	$250.000	23%	$70
	Nota: Considerar barrera de vapor (polietileno) entre la terminación interior y la aislación				
2	**Aislación de Piso** Poliestireno Expandido Alta Densidad 30mm	$2.250	$56.25000	1,5%	$232
	Nota: De poder intervenir el piso, considerar barrera impermeable (polietileno)				
3 Alternativa 1	**Aislación Interior Muros** Listoneado pino 2"x2" + Poliestireno Expandido 40mm + Barrera Hidrófuga + Placa Yeso Cartón 10mm	$12.000	$960.000	19%	$420
	Nota: Solución económica, sin embargo, no recomendable para construcción de albañilería u hormigón por riesgo de condensación intersticial y reducir masa térmica expuesta interior (ver inercia térmica).				
3 Alternativa 2	**Aislación Interior Muros** Placa Conjunta Poliestireno Expandido 20mm (Aislapol) + Yeso Cartón 10mm	$15.000	$1.200.000	16%	$500
3 Alternativa 3	**Aislación Exterior Muros** Poliestireno Expandido Alta Densidad 40mm	$26.500	$2.120.000	21%	$650
	Nota: Solución recomendable ya que reduce puentes térmicos, no reduce superficie útil interior, y en el caso de construcción de albañilería u hormigón , No tapa la masa térmica interior.				
4 	**Ventanas Termopanel**	$150.000	$2.700.000	15%	$1.200
Caso Combinado	**Aislación de Techumbre, Aislación de Piso, Aislación Muro Exterior, Ventanas Termopanel**	-	$5.126.250	60%	-

CONCLUSIONES

(Re)Acondicionamiento=

+ Confort y Bienestar

+ Ahorro Calefacción

+ Eficiencia Energética

La calidad térmica de nuestras viviendas influye sobre el confort, el consumo de energía y el gasto en calefacción.

Para (re)acondicionar térmicamente nuestras viviendas existen 5 áreas de mejoramiento:

1. Aislamiento Térmico
2. Infiltraciones de Aire
3. Humedad Interior
4. Sobrecalentamiento
5. Sistemas Complementarios

Para mejorar el aislamiento térmico, debemos considerar materiales aislantes en las soluciones constructivas que puedan aumentar la capacidad de oponerse a la pérdida de calor.

Es relevante, frente a un presupuesto limitado, realizar el mejoramiento térmico considerando los siguientes pasos:
1. Techumbre
2. Piso (de ser factible)
3. Muros
4. Ventanas

El mejoramiento de las ventanas es una buena alternativa, sin embargo, no la más económica.

Para reducir la pérdidas de calor por infiltraciones de aire debemos considerar barreras hidrófugas y sellos en las soluciones constructivas. Puertas y ventanas son puntos especialmente críticos, donde sellos y burletes logran reducir el flujo de aire a través de grietas y aberturas.

Al reducir las pérdidas de calor disminuye la dependencia y utilización de algún sistema de calefacción. De todas formas, es altamente aconsejable considerar un calefactor que no evacue los gases y partículas, producto de la combustión, al interior de la vivienda.

Por último, para reducir el sobrecalentamiento en periodos de calor, debemos considerar la ventilación (cruzada y/o convectiva) como medio para enfriar los ambientes, y utilizar soluciones de control solar para bloquear la radiación solar cuando no sea requerida.

DIRECTORIO NODO TALCA CONFORTABLE

¿Quién puede ayudarme?

BARBARA LETELIER HIDALGO

Constructor Civil, especialista en instalaciones Solares Térmicas. Presta servicios de inspección técnica de obras, bioconstrucción y formulación de proyectos de inversión pública.

Representante: Bárbara Letelier Hidalgo
Dirección: 2 ½ Sur #3122 - 23 ½ Oriente.
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 87981299
E-mail: barbara.letelier.hidalgo@gmail.com

SERVICIOS

COMERCIAL ARROAS LTDA. – MUNDO CONSTRUCTOR

mc mundo constructor

Fábrica de ventanas de PVC, termopaneles y estructuras de aluminio.

Representante: Gerardo Astete Martínez
Dirección: Ruta 5 Sur, Calle 20 Oriente #45
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 242108
E-mail: info@mconstructor.cl / gastete@mconstructor.cl
Sitio web: www.mconstructor.cl

SERVICIOS

CONSTRUCTORA CONCRETA

CONCRETA

Diseño, gestión, ejecución y control de proyectos de arquitectura en el ámbito público y privado.

Representante: Julio César Santos Parada
Dirección: Isabel Riquelme #45
Ciudad: Maule
Teléfono: +56 9 73074989
E-mail: constructoraconcreta@gmail.com

SERVICIOS

CDT SOMOS CChC

ICONOGRAFÍA DE SERVICIOS

CONSTRUCTORA DI MAULE LTDA.

DI Maule Ltda. Constructora e Inmobiliaria

Servicios de construcción y desarrollo proyectos, de mandantes públicos y privados.

Representante: Jorge Inostroza Díaz y Ricardo Donoso Núñez
Dirección: 23 Oriente #1162 , Población Francisco Encina
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 92158463
E-mail: j.inostroza@yahoo.es

SERVICIOS

CONSTRUCTORA DOMUM SPA.

DOMUM S.p.A. CONSTRUCTORA

Desarrollo y ejecución de proyectos PPPF de mejoramiento, de ampliación, y de acondicionamiento térmico de viviendas. Ejecución de todo tipo de proyectos públicos y privados.

Representante: Edward Berríos Pavez
Dirección: 2 Norte #1681 - 9 y 10 Oriente
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 50046552 / +56 9 98827684
E-mail: constructora.domum@gmail.com / aespinoza@domumspa.cl
Sitio web: www.domumspa.cl

SERVICIOS

CONSTRUCTORA POM EIRL

Ejecución de obras civiles en general, mejoramiento y proyectos térmicos para viviendas con financiamiento público y privado.

Representante: Pablo Marcelo Ormázabal Medina
Dirección: Juan Esteban Montero #99
Ciudad: Licantén
Teléfono: +56 9 90888831
E-mail: constructorapom@hotmail.com

SERVICIOS

Fabricante | Diseño y Gestión | Proveedor | Gestión e instalación de paneles solares | Constructora | Instalador

CONSTRUCTORA SEPCOR LTDA.

Construcción de proyectos de edificación, instalaciones y urbanización.

Representante: Manuel Sepúlveda Villena
Dirección: 11 Norte #3162
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 50138552
E-mail: msepulveda@sepcor.cl
E-mail: www.sepcor.cl

SERVICIOS

DOMÍNGUEZ Y DOMÍNGUEZ LTDA.

Ejecución de Proyectos del subsidio PPPF Título I, I, III del MINVU, condominios sociales y viviendas unifamiliares. Se desempeña en el ámbito público y privado.

Representante: David Aarón Domínguez Fuentes
Dirección: 14 Sur #740
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 357225
E-mail: constructoradyd2010@gmail.com

SERVICIOS

ESTEBAN ROJAS Y FERNÁNDEZ CIA. LTDA.

Ejecución de obras de edificación en el ámbito público y privado.

Representante: Esteban Rojas Villar
Dirección: 4 Oriente #856
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 238537
E-mail: erojasvi@gmail.com

SERVICIOS

ICONOGRAFÍA DE SERVICIOS

ESTUDIO MAP ARQ

Nuestro estudio ofrece un diseño personalizado de acuerdo a los requerimientos, estilo y necesidades del cliente. Ofrecemos la documentación y propuesta adecuada para el total entendimiento de su proyecto (plantas, vistas, perspectivas, renders, estudio de soleamiento, mejoramiento térmico).

Representante: Patricia Andrades Méndez
Dirección: 1 Norte #931, Of. 507
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 74580223
E-mail: estudio.map.arq@gmail.com
Sitio web: map-estudio.wixsite.com/map-estudio

SERVICIOS

FABIOLA ANDREA ANDRADES MÉNDEZ

Ingeniero Constructor, profesional residente en obras, presta servicios en cubicación, estudio y planificación de proyectos y desarrollo de proyectos públicos y privados.

Representante: Fabiola Andrea Andrades Méndez
Dirección: 16 ½ Norte B #1960
Ciudad: Linares
Teléfono: +56 9 77352127
E-mail: faam.ico@gmail.com

SERVICIOS

GESTA CONSULTORES LIMITADA

Desarrollo de proyectos de arquitectura y construcción en el ámbito público y privado.

Representante: Víctor Arnoldo Ramírez Agusto
Dirección: 2 Norte #57
Ciudad: Longaví
Teléfono: 73 2 412336
E-mail: gestaconsultores@gmail.com
Sitio web: www.gestaltda.cl

SERVICIOS

Fabricante · Diseño y Gestión · Proveedor · Gestión e instalación de paneles solares · Constructora · Instalador

HÉCTOR MANUEL HERNÁNDEZ ROJAS

Suministro e instalación de aislación exterior EIFS, proyectos de eficiencia energética y otros.

Representante: Héctor Manuel Hernández Rojas.
Dirección: 22 ½ Poniente A #326
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 85950541
E-mail: hhernandez@ingemaule.cl

SERVICIOS

INFRA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN LIMITADA

INFRA se desarrolla en dos ámbitos de competencia: consultora en proyectos de arquitectura pública y privada y constructora en obras civiles y obras menores.

Representante: Cristián Eduardo Carreño Espinoza
Dirección: 23 ½ Oriente #1875 - 8 y 10 Norte
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 77484251
E-mail: infraltda@gmail.com
Sitio web: www.infraltda.com

SERVICIOS

INGEMAULE LTDA.

Ejecución de obras de edificación para mandantes públicos y privados, mejoramiento térmico de Edificios (instaladores certificados de revestimiento térmico EIFS).

Representante: Claudio Peña Jaque
Dirección: 1 Sur #690 Of. 910
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 256921 / +56 9 98482505
E-mail: cpena@ingemaule.cl
Sitio web: www.ingemaule.cl

SERVICIOS

CDT SOMOS CChC

ICONOGRAFÍA DE SERVICIOS

INGRID VALENZUELA FERNÁNDEZ - PERMATECTURA.

Consultora de diseño y ejecución de proyectos en permacultura, arquitectura sustentable y bioconstrucción: planeamiento sustentable del terreno, agroforestería orgánica (bosques comestibles), huertos biointensivos, compostaje, construcción con materiales naturales, terminaciones en tierra, bioarquitectura

Representante: Ingrid Valenzuela Fernández
Dirección: 5 Oriente #1845
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 7966 3384
E-mail: ingridvalen@gmail.com
Sitio web: www.permatectura.com
www.facebook.com/permatecturachile/

SERVICIOS

JAIME ANDRÉS CASTILLO BREVIS

Empresa de Ingeniería y Construcción. Diseño de proyectos de urbanización, sanitarios y de eficiencia energética. Construcción de obras menores: mejoramiento de viviendas y ejecución de Proyectos Térmicos, de mandantes públicos y privados.

Representante: Jaime Andrés Castillo Brevis
Dirección: 1 Norte #931 Of. 307, Edificio Portal Maule.
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 76836857
E-mail: castillobrevis@gmail.com

SERVICIOS

JOSÉ MIGUEL TOBAR ARAVENA

Ejecución de viviendas sociales con financiamiento Minvu y viviendas unifamiliares privadas.

Representante: José Miguel Tobar Aravena
Dirección: Los Castaños #1679, Población Astaburuaga
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 5758 5800 / +56 9 7879 7885
E-mail: constructora_josetobar@hotmail.com

SERVICIOS

Fabricante | Diseño y Gestión | Proveedor | Gestión e instalación de paneles solares | Constructora | Instalador

MARÍA JOSÉ CERDA KANDALAFT

Arquitecto que desarrolla proyectos públicos y privados con énfasis en la sustentabilidad y la eficiencia en el uso de los materiales y la energía, además de entregar asesorías de eficiencia energética en la edificación.

Representante: María José Cerda Kandalaft
Dirección: 4 Sur #980, casa 5, Condominio Patio Inglés
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 99175474
E-mail: mjcerda@gmail.com
Sitio web: www.biomarquitectura.com

SERVICIOS

MORENO WELLMANN ARQUITECTOS

Arquitectura, planificación y paisajismo. Desarrolla proyectos para el ámbito público y privado.

Representante: Carlos Moreno Letelier
Dirección: 2 Norte #945, Of. 401
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 217172 / +56 9 84095676
E-mail: cm@mwarquitectos.cl
Sitio web: www.mwarquitectos.cl

SERVICIOS

MUBER CONSTRUCCIONES LTDA.

Constructora que ofrece servicios al ámbito público y privado.

Representante: Bernardino Antonio Muñoz Loyola.
Dirección: Km 2 El Arbolito, camino a Pelarco.
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 97899336
E-mail: muberconstrucciones@muber.cl

SERVICIOS

ICONOGRAFÍA DE SERVICIOS

NICOLE SEPÚLVEDA NÚÑEZ

Constructor Civil, presta asesorías y ejecución en desarrollo de proyectos para el Programa de Protección Patrimonio Familiar PPPF (mejoramientos, acondicionamientos térmicos, colectores solares), inspecciones de obras y asesoría de proyectos de obras menores.

Representante: Nicole Sepúlveda Núñez
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 87138252
E-mail: nconsuelo.sn@gmail.com

SERVICIOS

RENE VICENTE SEPÚLVEDA BERNAL

Mejoramientos térmicos, remodelaciones, habilitaciones y acondicionamiento de obras de mandantes públicos y privados.

Representante: René Vicente Sepúlveda Bernal
Dirección: 14 Sur #770 - 1½ Oriente A
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 230520
E-mail: rsepulveda@trian.cl
Sitio web: www.trian.cl

SERVICIOS

SOCIEDAD COMERCIAL KARLSSON VENEGAS Y GUTIÉRREZ LIMITADA

Empresa dedicada a proyectos de energías renovables y no contaminantes, tales como colectores solares térmicos, sistemas fotovoltaicos y estufas a pellet. Nuestros proyectos se concentran mayoritariamente en el sector público, desarrollando en menor escala proyectos privados.

Representante: Sven Börje Bernhard Karlsson
Dirección: 19 Sur #710 - 1 ½ Poniente, Villa Santa Elvira
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 313779
E-mail: agutierrez@natenergy.cl
Sitio web: www.natenergy.cl

SERVICIOS

Fabricante
Diseño y Gestión
Proveedor
Gestión e instalación de paneles solares
Constructora
Instalador

SOCIEDAD CONSTRUCTORA BURGOS VALERA Y CIA. LTDA.

Ejecución de obras públicas con financiamiento MOP.

Representante: Claudio Adolfo Burgos Valera
Dirección: 4 Oriente #2140
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 220222
E-mail: burgos_valera@tie.cl

SERVICIOS

SOCIEDAD CONSTRUCTORA MANTIS LTDA.

Constructora e inmobiliaria que trabaja en ámbito público y privado.

Representante: Consuelo Herbage Guerrero
Dirección: Av. 27 Sur #184
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 77951688
E-mail: cherbage@hotmail.com

SERVICIOS

SOCIEDAD CONSULTORA E INMOBILIARIA M&A E.I.R.L

Empresa constructora dedicada al desarrollo de proyectos de arquitectura e ingeniería en viviendas sociales y particulares.
Importadores e instaladores de paneles solares, contamos con certificación SEC.

Representante: Eliceo Armando Moya Espinoza
Dirección: 14 ½ Oriente - 6 ½ Norte #2147
Ciudad: Talca
Teléfono: 71 2 245712
E-mail: consultoramyaing@gmail.com

SERVICIOS

SOCIEDAD DE INVERSIONES COYAM LTDA.

Empresa del área de la construcción que se desempeña en el ámbito público y privado. Diseño y ejecución de proyectos de infraestructura, urbanización y paisajismo, servicio de cubicaciones.

Representante: Jaime Castro Castro.
Dirección: 18 Poniente #258.
Ciudad: Talca
Teléfono: +56 9 98264708
E-mail: jjaicas@gmail.com

SERVICIOS

CDT SOMOS CChC

ICONOGRAFÍA DE SERVICIOS

Fabricante · Diseño y Gestión · Proveedor · Gestión e instalación de paneles solares · Constructora · Instalador

MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL (RE) ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO

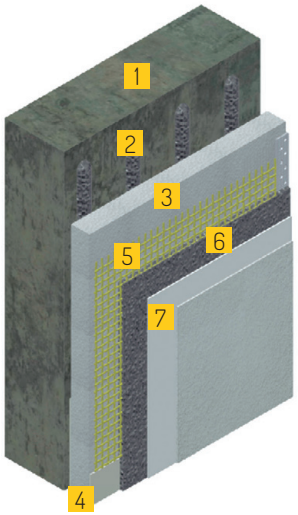
COMERCIAL JONAS LTDA.

Comercial Jonas Ltda. se especializa en el desarrollo, fabricación y venta de productos que generen un aporte en la calidad del aire interior a través de sistemas de ventilación pasiva, forzada y su nueva línea comercial, según los estándares y normativas vigentes, además contamos con Departamento Técnico especializado para ofrecer la mejor solución a sus proyectos. Innovación, Calidad y Medio Ambiente son palabras claves en toda nuestra cadena de producción.

Contacto: Pablo Meza V. / Correo de contacto: concepcion@cjonas.cl / Teléfonos: +56 41 2794325 - +56 9 54148655 / Sala de Ventas Concepción: Megacentro Los Carros, Camino Los Carros # 1955, Concepción / Casa Matriz: Puerto Varas - Sucursales: Temuco-Concepción-Santiago-La Serena / www.jonas.cl

INDUSTRIAL Y COMERCIAL STO CHILE LIMITADA.

Sto. es una empresa alemana, líder mundial de sistemas térmicos con recubrimientos para fachadas para la industria de la construcción.
En el 2015 Sto Chile reinaugura su planta en Concepción, que tiene la capacidad de producir, entregar en tiempo y a un buen precio productos de alta calidad que antes sólo estaban disponibles por importación.
Sto ofrece una gama de Sistemas de Revestimiento científicamente comprobados para satisfacer sus requisitos de diseño. Elija entre nuestros Sistemas aislados StoTherm® EIFS (de ahorro energético), StoQuik® Silver (o aplicación directa) y Sto Silt® (ahorro energético con terminación de enchape).



1. Sustrato Hormigón Armado y/o Albañilería
2. Sto Primer Adhesive
3. Panel Aislante EPS
4. Encapsulado Americano
5. Malla Sto G-Mesh
6. Sto Primer Adhesive
7. Sto ProPasta 1.1

Representante Comercial VI y VII regiones: Rodrigo García G. / Correo de contacto: rgarcia@stocorp.cl / Teléfonos +56 2 29493593 - +56 9 65992112 / Casa Matriz: Av. José Manuel Infante #8456 Parque Industrial El Montijo Renca, Santiago - Sucursal Concepción: Tucapel 945 / www.stochile.com

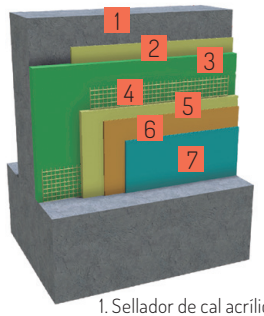
INGENIERÍA Y PANELES DEL MAULE S.A.

INGEPANEL es una empresa dedicada la fabricación de Paneles SIP (Structural Insulated Panel).
INGEPANEL es una empresa con 7 años en el mercado y una experiencia de más de 410.000 m2 de soluciones constructivas para constructoras, colegios, particulares, etc.
Los Paneles SIP INGEPANEL por su gran capacidad estructural y térmica representan una gran alternativa en calidad y velocidad de construcción que les permiten ser usados en muros, techos y pisos, reduciendo los costos de construcción y ahorros de más de 75% en gastos de energía.
INGEPANEL se ha consolidado como uno de los más importantes fabricantes de Paneles SIP en el país, entregando soluciones constructivas desde La Serena hasta Coyhaique con apoyos de montaje y todo el material necesario para una correcta instalación y así obtener todas las ventajas del sistema.
INGEPANEL cuenta con Certificación DITEC del Ministerio de Vivienda de su Sistema Constructivo, lo que respalda la calidad de su fabricación y correcto montaje.

Contacto: Roberto Schwarzanberg Sch. / Correos de Contacto: ingepanel@ingepanel.cl - rschwarz@ingepanel.cl / Teléfonos: +56 71 2617436 - +56 9 81985080 / Planta Matriz: Ruta 5 Sur Km. 262, Maule - Planta Valdivia: Lote B-3-C Km. 7, Llancahue, Valdivia / www.ingepanel.cl

REIMPAS S.A.

Empresa pionera en investigación, desarrollo e innovación, comprometida con el mercado constructivo otorgando soluciones integrales a nuestros clientes, desarrollamos e innovamos junto a ellos en las diferentes etapas constructivas, entregamos servicio, asesoría y productos con altos estándares de calidad, de acuerdo a las normativas vigentes y vanguardia de materiales que se han ido incorporando en la construcción.
Reimpas es una empresa líder y especializada en el desarrollo para el sistema constructivo, en nuestro permanente trabajo hemos desarrollado Estucos Acrílicos en Pasta, Estancos para evitar filtraciones y humedad por capilaridad, Soluciones EIFS, Pinturas Acrílicas Hidrorrepelentes, Texturas Elásticas, Texturas Acrílicas canto rodado, Estucos Térmicos, entre otros, con el fin de satisfacer los requerimientos y necesidades de nuestros clientes.
Trabajamos constantemente con pasión para entregar soluciones definitivas y garantizadas, eliminando costo de post-venta.



1. Sellador de cal acrílico
2. Repac acrílico como adhesivo
3. Poliestireno expandido
4. Malla fibra de vidrio
5. Repac como estuco en carga requerida
6. Sandur Elastomérico
7. Hidrorrepelente acrílico "AR"

Representante Regional: Servicios de Gestión Ltda. - Daniel Silva Donoso / Correos de contacto: dsdgestion@gmailcom - contacto@reimpas.cl / Teléfonos: +56 9 78084724 - +56 2 2747 1911 - +56-2 2738 5958 / Cerro San Cristóbal #9501, Quilicura, Santiago / www.reimpas.cl

SOCIEDAD DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN SPA (SOCMC SPA)

BIOAISLANT®
Fibra Aislante Natural

SocMC SpA es referente en Sudamérica para productos aislantes 100% sustentables para uso construcción, con su línea de productos BIOAISLANT®; únicos materiales aislantes para techumbres, muros y pisos ventilados fabricados con fibra natural de lana de oveja.

Los productos BIOAISLANT® se encuentran certificados e inscritos en los Listados Oficiales del MINVU, constituyendo una alternativa eficiente, económica y segura de utilizar, ya que no desprende partículas nocivas o irritantes durante su instalación o intervención de elementos de la vivienda, y son los únicos materiales aislantes para construcción amigables con el medioambiente y que poseen componentes de responsabilidad social, distribuyendo el 60% de nuestros ingresos a pequeños productores de lana en situación de vulnerabilidad económica.

Ficha Técnica			
Parámetros Técnicos	Valor		
Conductividad térmica (λ) (*)	0,045 (W/m·K)		
Densidad comercial	13,5 (Kg/m3)		
Formatos comerciales	Bioaislant®-30	Bioaislant®-40	Bioaislant®-50
Espesor	32 (mm)	43 (mm)	54 (mm)
Resistencia Térmica (R100)	71,0 (m2·K/W)·100	95,5 (m2·K/W)·100	120,0 (m2·K/W)·100
Dimensiones disponibles			
Ancho	0,6 (m)	1,2 (m)	
Largo	5,0 (m)	10,0 (m)	24,0 (m)
Superficie	3,0 (m2)	12,0 (m2)	28,8 (m2)

Contacto Comercial: ventas@socmc.cl / Teléfono Atención: +56-41 256 9001 / Oficinas Comerciales: Ambrosio O'Higgins #1767, Comuna de San Pedro de la Paz, Región del Biobío / Planta Producción: Las Acacias #02503, Comuna de San Bernardo, Región Metropolitana / www.bioaislant.cl

SOLCROM S.A

SOLCROM
Soluciones para construir mejor

SOLCROM S.A., a través de su línea de productos Termoplac® ofrece una amplia gama de soluciones y productos desarrollados para satisfacer los requerimientos de aislación térmica y ahorro energético en edificaciones. Sistemas para aislación térmica de muros con adhesivos de alto desempeño y terminaciones con granos elastómeros y revestimientos pesados (enchapes) nos destacan dentro de la industria.
Desde la especificación, capacitación y control de obra, SOLCROM S.A., se compromete con cada proyecto entregando el mejor servicio y los mejores productos para su proyecto. La calidad de nuestros productos está validada bajo mediciones y exigencia de Normas Chilenas NCh., destacando dentro de los parámetros exigidos por dichas normativas.

Contacto: Iván Alarcón S. / Fábrica y Sala de Ventas: Calle El Lucero #244, Lampa, Santiago / Teléfono: +56 2 2738 9393 / Correos de contacto: contacto@solcrom.cl - ialarcon@solcrom.cl / www.solcrom.cl

BIBLIOGRAFÍA

Cámara Chilena de la Construcción (2011)
Manual de Uso y Mantención de la Vivienda (6a. Ed.). Santiago.

CITEC UBB - DECON UC (2014)
Manual de Hermeticidad al Aire de Edificaciones.

CITEC UBB - DECON UC – MOP (2012)
Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental, para Licitaciones de Diseño y Obra de la Dirección de Arquitectura, según Zonas Geográficas del País y según Tipología de Edificios.

Corporación de Desarrollo Tecnológico (2010)
Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de la Conservación de la Energía en el Sector Residencial.

Corporación de Desarrollo Tecnológico (2010)
Manual Técnico de Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso.

Corporación Chilena de la Madera (2011)
Manual de Construcción de Viviendas en Madera.

Instituto de la Construcción (2006)
Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Artículo 4.1.10. Instituto de la Construcción, Santiago, Chile.

Instituto de la Construcción (2012)
Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, Primera Edición.

Ministerio de Energía (2012)
Balance Nacional de Energía.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2009)
Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en Vivienda Social.

Corporación de Desarrollo Tecnológico (2012)
Manual de Humedad por Condensación en Viviendas.

MAULE
CONFORTABLE

Descarga este manual en
zonasur.cdt.cl