

acondicionamiento higrotérmico de edificios

MANUAL DE APLICACIÓN LEY 13059



► Este Manual es producto de un trabajo de recopilación y selección de documentación elaborada por especialistas, diseñado y concebido para orientar en la aplicación de la Ley 13059 y su decreto Reglamentario 1030 de Acondicionamiento Térmico en las viviendas construidas en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires.

Participaron en su elaboración profesionales y técnicos pertenecientes al Instituto de la vivienda quienes aportaron el conocimiento y la experiencia acumulados en el ejercicio de su labor cotidiana.



Índice

▶ PARTE UNO:

INTRODUCCION, CONCEPTOS DE SUSTENTABILIDAD APLICADOS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

Enfoque sustentable	→	1
Recursos y emisiones	→	1

HABITABILIDAD HIGROTÉRMICA, EL CALOR Y LA HUMEDAD EN LA CONSTRUCCION. CONFORT HIGROTÉRMICO

Calor	→	3
Convección	→	3
Radiación	→	4
Radiación entre cuerpos opacos	→	5
Radiación entre cuerpos transparentes y traslucidos	→	5
Conducción	→	5
Efecto invernadero	→	5
Humedad	→	6
Cambio de estado de agua	→	7
Efectos de la humedad sobre edificios	→	7
Condensación superficial	→	8
Generación de vapor en una vivienda	→	9
Puentes térmicos	→	9

Condensación Intersticial	→	10
Barrera de Vapor	→	11
Inercia térmica	→	11
Confort Higrotérmico	→	11
Exigencias de confort	→	12

▶ PARTE DOS:

NORMAS, APLICACIÓN DE NORMAS IRAM DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Normas IRAM de aislamiento térmico en edificios	→	13
Introducción a las Normas	→	13
Norma IRAM 11549	→	13
Norma IRAM 11601	→	13
Norma IRAM 11603	→	14
Norma IRAM 11604	→	16
Norma IRAM 11605	→	17
Norma IRAM 11625	→	19
Norma IRAM 11630	→	22
Norma IRAM 11658	→	22

TALLER VERTICAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

PC 1
FICHA N°03

CREMASCHI • MARSILI • SAENZ
APLICACION LEY 13.059

2013

PAUTAS DE DISEÑO

Pérdidas y ganancias térmicas → 23

Aislación → 23

Vidrios → 24

Infiltraciones → 25

Conservar y ahorrar energía → 25

El sol → 26

El viento → 27

La forma → 30

Recomendaciones generales → 30

▶ PARTE TRES:

Bibliografía → 34

Contactos → 36

Equipo de trabajo → 36



parte uno

INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS DE SUSTENTABILIDAD APLICADOS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICOS

Enfoque sustentable

Intentamos establecer un enfoque desde nuestra disciplina, la arquitectura, para acercarnos al concepto de sustentabilidad, entendiéndola como un proceso el que se busca el bienestar humano sin dañar el equilibrio del ambiente y de sus recursos naturales, ya que son la base de todas las formas de vida.

Las actividades humanas impactan sobre el ambiente y emplean los recursos naturales de manera tal que no se sobrepase la capacidad propia de la naturaleza de absorber los contaminantes que se emiten y de regenerarse a sí misma.

A partir de la segunda mitad de siglo pasado, la actividad desarrollada por los hombres ha generado desequilibrios dentro de la biósfera que han afectado su estabilidad.

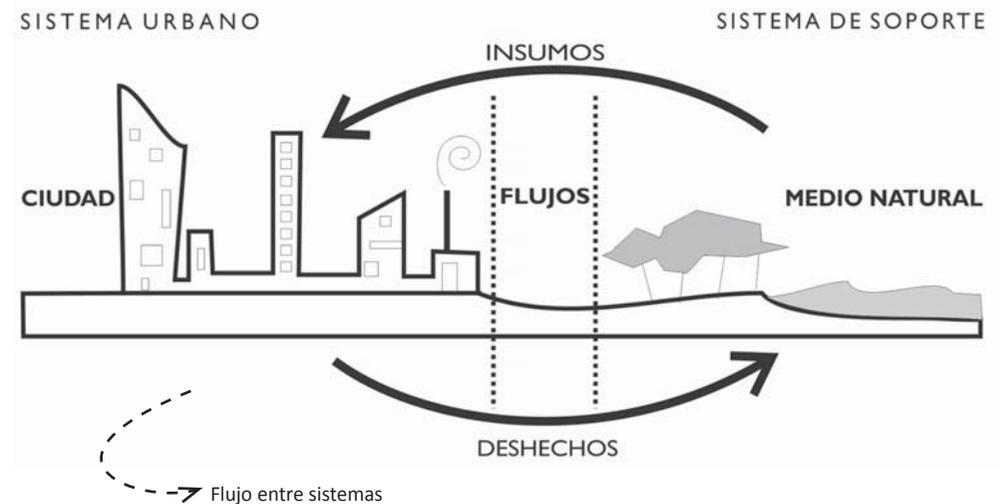
Una de las acciones que tiene mayor incidencia sobre estos desequilibrios, tiene que ver con el diseño, construcción, uso, demolición y reciclado de edificios, así como los procesos que ellos involucran.

Si hablamos de edificación, la ciudad es el organismo que debemos analizar. Es un sistema abierto que requiere del abastecimiento de recursos energéticos, materiales y de información para poder funcionar, lo que implica la interacción entre sistemas.

La ciudad como organismo se abastece de un sin número de recursos naturales e insumos, al mismo tiempo que libera emisiones y deposita desechos en la naturaleza.

Esta trama de relaciones requiere energía, imprimiendo una presión ambiental en su entorno.

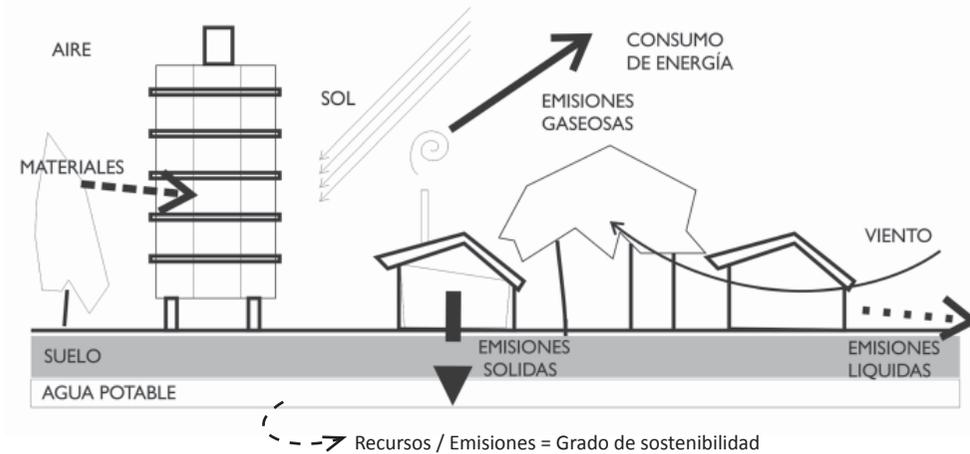
Los procesos entre los sistemas se desequilibran cuando se sobrepasan los niveles de presión sobre los sistemas de soporte.



Recursos y emisiones

A partir del concepto de sustentabilidad y de su aplicación en los sistemas urbanos, cabe destacar aquellos que tienen relación directa con la construcción de edificios y mejoran la dinámica que existe entre los recursos y las emisiones para mantener en equilibrio los sistemas.

Entre los recursos que la naturaleza provee a las construcciones y deben ser utilizados eficientemente, se destacan los siguientes:



■ El consumo de **Energía** de los edificios durante su ciclo de vida, ya sea en la etapa de construcción como en la de operación (calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación).

Para la reducción de la energía de operación, se debe apelar al “diseño energético consciente” y tender con el mismo a la disminución de las pérdidas y ganancias térmicas en la envolvente edilicia.

■ El **Agua Potable** es un recurso definido como crítico. Es necesario mejorar los procesos de extracción y/o purificación y disminuir la contaminación antrópica y el uso indiscriminado.

■ El **Suelo** es un recurso a preservar con el fin de ser ocupados por sistemas de producción que derivan del aprovechamiento natural y actúan como soporte para generar los insumos que abastecen a las ciudades. Para preservarlos se requiere estudiar y analizar críticamente la localización de la intervención, el emprendimiento, y/o la obra de arquitectura, aprovechando al máximo las potencialidades del medio.

■ El uso eficiente de los **Materiales**, en cuanto al tipo y ubicación, requiere evaluar el impacto de producción y de utilización. Es necesario emplear sistemas de construcción que se adapten a materiales y a técnicas constructivas locales y beneficien su reutilización o reciclado.

■ Reducir la cantidad de emisiones **Sólidas**, desperdicios. Esto es posible si tenemos en cuenta, desde la etapa de diseño hasta la de operación, las variables que intervienen para mejorar la eficiencia del edificio. Una forma es fomentar el reciclado y reutilización de materiales, racionalizar su uso y colocación.

■ Para disminuir las emisiones **Líquidas** derivadas de los líquidos cloacales, es necesario incluir técnicas de pre tratamiento y/o de recolección para un posterior tratamiento, contribuyendo a la posible y posterior utilización.

■ El funcionamiento de los edificios causa emisiones **Gaseosas**, que influyen en el aumento de gases efecto invernadero. Para disminuir la incidencia debería reducirse la utilización de sistemas que se basen en energías convencionales y reemplazarlas por sistemas que utilicen energías renovables.

Es recomendable utilizar al máximo los recursos ofrecidos por el sol, puesto que es fuente inagotable de luz y generadora de calor. Con un adecuado diseño de la envolvente edilicia se reduce el consumo de energía eléctrica en horas diurnas, el consumo de gas y otras energías empleadas en la calefacción durante los meses de temperaturas bajas.

En verano, cuando es prioridad mantener los ambientes frescos, si se adoptan pautas de diseño ambientalmente consciente se puede controlar la incidencia de los rayos solares para evitar el excesivo calentamiento y aprovechar las direcciones predominantes de brisas y vientos frescos para una adecuada ventilación natural (ventilación cruzada).

Es importante destacar que la correcta ubicación y elección de especies arbóreas, logran adecuadas condiciones de acondicionamiento térmico en espacios exteriores e interiores de uso humano, llegando a resultados óptimos con la correcta orientación de locales y la apropiada aislación de la envolvente.

► HABITABILIDAD HIGROTÉRMICA

El Calor y la Humedad en la construcción.

Confort Higrotérmico

La buena calidad ambiental deriva de un adecuado diseño formal y tecnológico, que repercute en beneficios para el usuario y para el propio edificio. Las consecuencias ocasionadas por malas prácticas, obligan a un mayor consumo de energía que redundan en elevados costos de dinero para las personas y un gasto mayor de recursos no renovables.

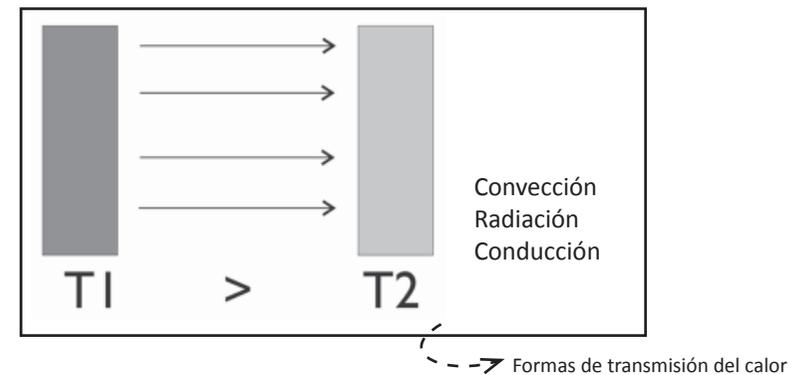
El acondicionamiento higrotérmico es imprescindible para lograr los niveles adecuados de confort térmico, mantener la salud de los habitantes, liberarse de los efectos que produce la condensación de humedad y ahorrar energía.

Calor

El movimiento del flujo calorífico no puede evitarse, pero se puede minimizar colocando aislamiento adecuado o trabajando con la inercia térmica de los materiales.

Físicamente siempre se producirá un flujo de calor de un cuerpo de mayor temperatura hacia uno de menor, hasta lograr el equilibrio entre ambos.

En los edificios, esta diferencia de temperatura se refiere principalmente a la del aire interior y exterior en las diferentes horas del día, estaciones climáticas y localizaciones geográficas.



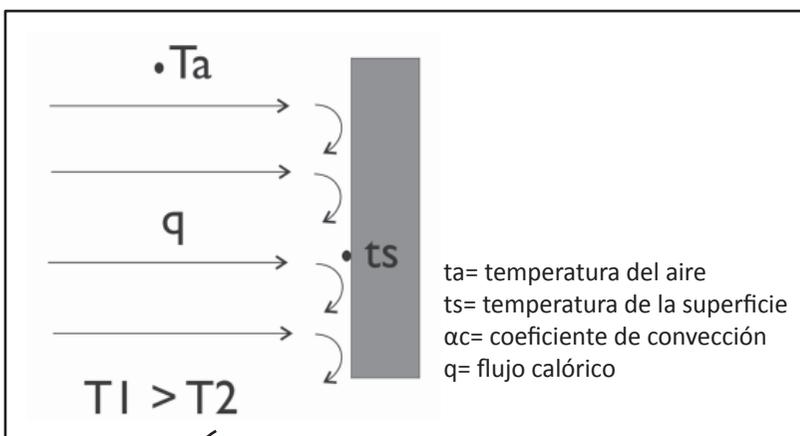
Convección

Entre un cuerpo y aire u otros fluidos

Si la temperatura del aire interior es mayor que la temperatura superficial interior de la envolvente, se producirá un flujo de calor dirigido hacia la superficie de la pared.

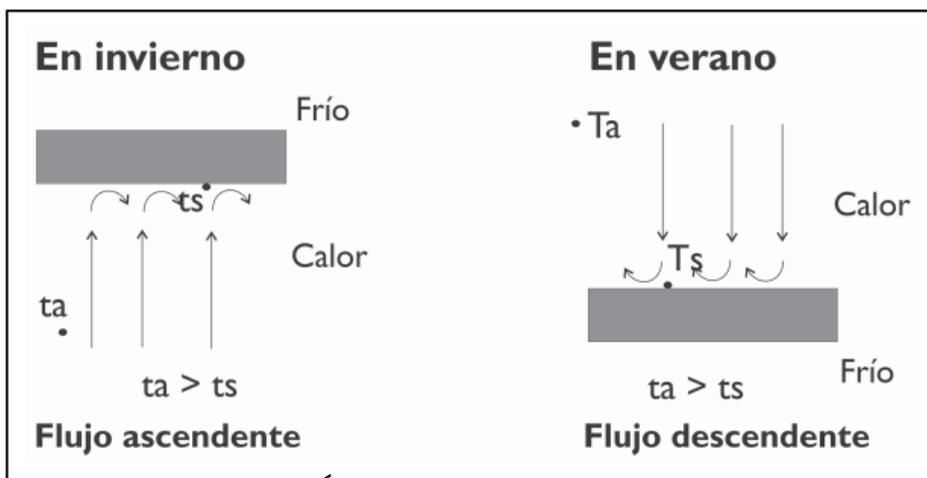
El aire al entrar en contacto con la superficie se enfría y al ser más pesado que el aire del ambiente cae, generando un movimiento descendente llamado convección natural. Cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas, mayor





Convección

será el movimiento. El coeficiente de convección se obtiene en función de la orientación de la superficie y del sentido del flujo calórico. Si la superficie es horizontal el flujo puede ser ascendente o descendente, esto depende de la estación climática. En las superficies verticales el flujo calórico siempre es horizontal.

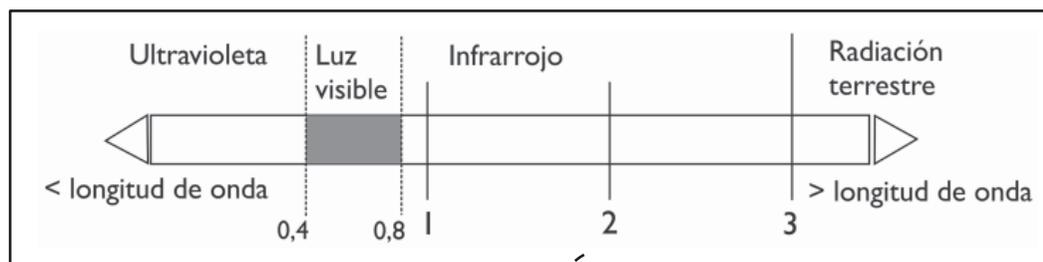


Flujo en superficies horizontales

Radiación

Entre dos cuerpos próximos

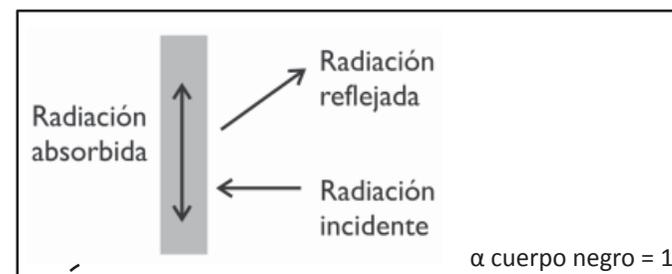
Todo cuerpo con temperatura mayor a 0° kelvin, emite radiación en forma de ondas electromagnéticas. La cantidad de energía emitida dependerá de la temperatura del cuerpo. La radiación puede producirse a través del vacío o a través del aire. Las ondas electromagnéticas tienen diferentes longitudes.



Radiaciones - Longitud de onda

En este caso nos ocupan:

La radiación que proviene del sol, cuyo espectro de onda abarca principalmente ondas ultravioletas, ondas de luz visible e infrarrojas. La radiación terrestre, es decir, la que producen los cuerpos que están en contacto con la superficie de la tierra, es de onda larga. Se deben considerar además, las superficies de los cuerpos porque determinan la capacidad de emitir, absorber y reflejar energía. Las propiedades de éstas superficies se evalúan con dos coeficientes: Coeficiente de Absortancia (α) y el Coeficiente de Emitancia (ϵ).



Coeficiente de absortancia α = Radiación absorbida / Radiación incidente



Radiación

Entre cuerpos opacos

Coefficiente de Absortancia (α):

Al incidir sobre un cuerpo opaco una determinada radiación, parte de ella es absorbida y parte es reflejada. El coeficiente es el cociente entre la radiación absorbida por la superficie y la que incidió sobre el cuerpo, su valor es en la mayoría de los materiales igual al coeficiente de Emitancia (ϵ) para radiaciones de similar longitud de onda.

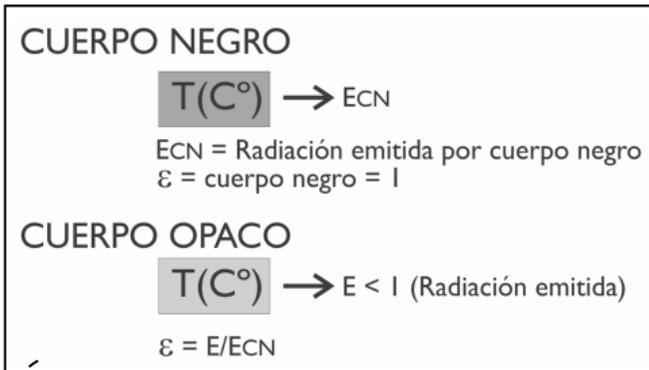
El Coeficiente de Emitancia (ϵ):

Es la relación entre la radiación que emite un cuerpo de una determinada superficie, sobre la que podría emitir un **cuerpo negro** a su misma temperatura.

Radiación

Entre cuerpos transparentes o traslúcidos

Radiación Incidente = Radiación Absorbida + Radiación reflejada + Radiación que pasa. Los vidrios según el tipo de material que se emplee para su composición pasará a través de ellos, radiación en cierto intervalo de longitud de onda. No existe vidrio que detenga la radiación, pero si se puede conseguir que la radiación infrarroja disminuya y no caliente excesivamente el local.



- - - -> Coeficiente de emitancia e

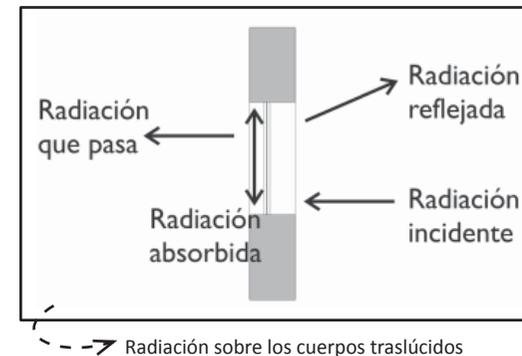
Conducción

Entre dos cuerpos en contacto o partes de un mismo cuerpo

Si se analiza un cuerpo en el que su espesor es mínimo respecto al resto de sus dimensiones, y posee dos planos paralelos a diferentes temperaturas, se produce un flujo de calor del plano de mayor temperatura hacia el de menor. Este flujo es proporcional a la diferencia de temperaturas (t_1-t_2), a la conductividad del material (α) e inversamente proporcional al espesor del material atravesado por el flujo. El estudio de la conducción de calor se realiza en "régimen estacionario", es decir, el flujo es invariable o constante igual que su temperatura.

Efecto Invernadero

Es el calentamiento de un local con aberturas vidriadas, que recibe radiación solar a través de ellas, pero no permite que la radiación terrestre (paredes, piso, etc.) salga del ambiente. Actúa como una trampa solar, donde el calor del sol es acumulado y retenido. Esto ocurre porque la longitud de onda que posee la radiación terrestre es mayor que la infrarroja y no puede salir del ambiente a través de las superficies vidriadas.



Humedad

La humedad en la construcción causa un sin número de incidencias que comprometen el confort de los usuarios, afectan directamente la salud de sus ocupantes y además, son causante del deterioro, rápido envejecimiento y pérdida del valor del edificio.



---> Humedad

En sus diferentes estados, líquido o vapor, se haya siempre presente en la construcción, desde la etapa de obra hasta la de operación. De su cuantía, estado y localización depende que sea un elemento de desarrollo de las actividades del hombre o produzca efectos no deseados.

Por ejemplo, en la “construcción húmeda”, el agua, es un elemento imprescindible para el fraguado de morteros y hormigones, para lograr la fluidez y adherencia de los mismos. Una vez cumplido su objetivo, su excedente debe evaporarse hasta alcanzar la “humedad de equilibrio”. Si la cantidad de agua supera a la Humedad de Equilibrio, el material se considera húmedo y favorece el desarrollo de procesos patológicos.

La presencia de humedad en la envolvente edilicia modifica el comportamiento higrotérmico de la misma y favorece la aparición de procesos patológicos.

Estos son algunos tipos de humedades que pueden aparecer en los diferentes paramentos:

- **Humedad de obra:** la que queda confinada en acabados superficiales cuando no se respetan los tiempos de fraguado. En especial en los casos de construcción tradicional húmeda.
- **Humedad capilar:** la producida por el agua que asciende por los paramentos que se asientan sobre el terreno y que busca equilibrarse con el medio a través de éste. Dicha humedad asciende por los capilares del muro.
- **Humedad de filtración:** la que aparece en fachadas y cubiertas como resultado de la absorción del agua de lluvia que penetra a través de estructuras porosas de los paños ciegos en general, o de juntas constructivas abiertas, unión de muros y carpinterías, encuentro entre materiales distintos, guardapolvos, aleros, arranques de muros y zócalos, etc. Se localiza usualmente en terrazas, balcones y canteros.
- **Humedad accidental:** la que se produce por falla de algún conducto de alimentación o desagüe. Existen materiales usados en acabados interiores o mobiliario que poseen gran capacidad de absorción, su presencia puede contribuir a regular la humedad y colaborar en el mantenimiento del confort higrotérmico.



Cambio de estado del agua

- La **condensación** de agua se produce por un incremento de la “tensión de vapor” a temperatura constante o por un descenso de temperatura, aún sin variar el contenido del vapor de agua en el aire.

Si a un determinado estado de equilibrio del aire interior se le aporta agua como consecuencia de las actividades normales que se desarrollan en el edificio y se mantiene constante la temperatura interior, la humedad relativa ascenderá con la presión de vapor interior y el contenido de agua provocando condensación sobre las superficies interiores de los paramentos



→ Humedad de condensación

- La **evaporación** es un cambio de fase del agua a temperatura ambiente. El aire no saturado es ávido de agua y causa un efecto deshidratante en el medio que lo rodea. Las moléculas de vapor de agua son atraídas y difundidas hacia zonas de aire no saturado. Para que se produzca evaporación el agua necesita un aporte de calor. Para cada temperatura el aire no puede contener más de una determinada cantidad de vapor, este máximo se denominará “peso del vapor saturante o peso saturante”

La relación entre el peso de vapor que contiene el aire y el máximo que podrá contener, peso saturante, se llama “grado higrotérmico o humedad relativa del aire”.

Es aconsejable reemplazar las estufas y calefones de ventilación abierta por los de tiro balanceado, son más seguros y no contaminan el aire interior, pues toman de exterior el oxígeno que necesitan para la combustión y allí evacúan los gases generados por este proceso.

La ventilación natural es optimizada si se colocan las aberturas de manera que se produzca la circulación cruzada del aire.

La ventilación forzada es producida mediante ventiladores, extractores o por conductos. Deberá tenerse en cuenta las condiciones de aire exterior ya que no siempre la ventilación resulta beneficiosa.

Efectos de la humedad sobre los edificios

Las humedades aquí mencionadas producen daños, lesiones y generan **efectos patológicos** sobre los distintos paramentos de la envolvente edilicia.

- **Eflorescencias:** La humedad incorporada durante el proceso de producción o la absorbida por capilaridad desde el suelo, contiene sales disueltas que al ser arrastradas al exterior de los muros y al producirse la evaporación del agua que las contiene se cristalizan. Producen tanto en el interior o exterior de los paramentos manchas superficiales y “copos o cristales algodonosos”.
- **Criptoflorescencias:** La evaporación y cristalización antes mencionada se produce en el interior de paramentos, especialmente en los porosos. Al cristalizar las sales se expanden y disgregan el material que las contiene produciéndose en muchos casos desprendimientos.
- **Organismos:** El exceso de humedad en algunos materiales como la madera, facilita el desarrollo de esporas y semillas trasladadas por el aire. Se producen musgos y líquenes en las superficies exteriores y mohos y colonias de bacterias en las interiores.



- **Disgregación por heladicidad:** Se produce por el aumento del volumen por congelamiento del agua infiltrada o condensada intersticialmente. Produce erosión física, desprendimientos y colapso de piezas. Los niveles de congelamiento de una superficie expuesta a cielo abierto pueden alcanzarse aún cuando la temperatura exterior esté por encima de los 0° C. Además si el elemento no se encuentra saturado o con alto grado de humedad el riesgo de deterioro disminuye.



→ Efectos de la Humedad

Para cubierta de tejas se recomienda el llamado “techo ventilado”, que permite que la cara inferior de las piezas al estar en contacto con el aire exterior, mantengan los niveles de humedad por debajo de las condiciones críticas. Esta precaución es fundamental en climas fríos, pero también en la Zona Bioclimática III, donde se producen anualmente gran número de heladas.

- **Oxidación y Corrosión:** La presencia de humedad acelera el proceso en los metales, la oxidación es menos grave, pero la corrosión implica pérdida del material y en casos extremos anula su capacidad estructural.
- **Pérdida de capacidad aislante:** Los materiales porosos poseen una conductividad térmica menor que los compactos. La presencia de aire en la masa guarda relación directa con su capacidad aislante. Muchos materiales utilizados como aislantes térmicos se basan en el comportamiento del “aire quieto”, pero si se halla saturado de agua, se modificará su respuesta, ya que actuará como sólido. Se eleva la conductividad térmica, se agravan los procesos de evaporación, caída de presión y condensación, afectando seriamente su comportamiento higrotérmico.

Condensación superficial

Se genera en la superficie del cerramiento. Depende de la cantidad de vapor de agua que se halle en el aire del ambiente, (humedad específica), que se obtiene en función de la temperatura del aire y de la temperatura superficial de la envolvente (tsi). La condensación superficial se produce por efecto conjunto de la temperatura de rocío y de la temperatura de las superficies interiores, por ello veremos los factores que las determinan, para prevenir o disminuir sus acciones.



Generación de vapor en una vivienda

Se debe básicamente a actividades en baños, cocinas y de las personas.

Presión de vapor interior

Es importante tomar recaudos, en especial tratar de reducir la producción de vapor de agua interior. Esto se consigue reemplazando las estufas y calefones de combustión abierta por los de tiro balanceado, secando el aire mediante algún sistema de deshumectación o a través de su disipación por ventilación, previendo la rápida ventilación a través de campanas en cocinas y aberturas en baños. Al permitir el ingreso del aire exterior, el aire interior

baja su contenido de humedad.

Es tolerable que se produzca condensación superficial solo en baños y cocinas, puesto que los revestimientos de estos locales están preparados para ello. En días muy fríos es habitual que se produzca en los vidrios, para lo que se deberá prever el escape del agua al exterior por medio de conductos previstos para el desagote.



→ Condensación superficial en paredes

Condensación superficial en paredes

La ventilación natural se favorece con la estratégica colocación de aberturas que permitan la ventilación cruzada y en lugares de elevada producción de vapor (baños y cocinas) es conveniente la ventilación forzada mediante ventiladores y extractores.

Puentes térmicos

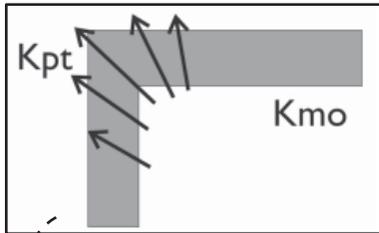
Los puentes térmicos provocan intercambios de calor más fuertes que el resto del paramento, pero es posible acotarlos a partir del diseño y/o la aislación. Los efectos que producen sobre las construcciones son perjudiciales puesto que disminuyen su aislamiento térmico.

Lo que es importante verificar es que no se produzca condensación sobre el puente térmico, esto ocurre porque al descender la temperatura alcanza con facilidad la temperatura de rocío. Las condensaciones producidas por puentes térmicos generalmente se localizan en: pisos, juntas esquinas, instalaciones, marcos de carpinterías y estructuras (vigas, columnas, encadenado).



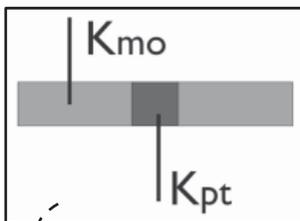
→ Efectos de condensación sobre los puentes térmicos



Existen dos tipos de puentes térmicos:**Puentes Térmicos Geométricos**

---> Puente térmico geométrico- esquinas / $K_{pt} > K_{mo}$

Son puntos singulares en los que la transmitancia térmica se ve aumentada por la forma de la envolvente, se verifican en los encuentros de muros exteriores, en esquinas (se aumenta la exposición de la superficie hacia el exterior y se genera más pérdida térmica) y en elementos constructivos salientes como pilastras y balcones.

Puentes Térmicos Constructivos

---> Puente térmico constructivo $K_{pt} > K_{mo}$

Se forman por la inserción de un elemento, generalmente estructural de menor resistencia térmica que el resto del paramento, produciendo una disminución de la temperatura superficial interior por un aumento de la transmitancia térmica respecto a la que poseen los elementos circundantes. Se deberá tener en cuenta en primer lugar, la prevención en la etapa de diseño y si no ha sido así, se deberá encontrar el modo de aislarlo adecuadamente privilegiando siempre hacerlo por el exterior.

Condensación intersticial

El vapor de agua se difunde a través de los materiales de construcción que conforman cerramientos según sea la permeabilidad y espesor de los mismos y la diferencia de tensión entre los ambientes que separan.

Dado que la capacidad de aire de contener vapor de agua dependerá de su temperatura, en invierno, aún cuando la Humedad Relativa Exterior resulte sensiblemente mayor a la Humedad Relativa Interior, su humedad absoluta puede ser menor debido a la baja temperatura del aire.

Para evitar la condensación intersticial es necesario que la presión de vapor interior en ningún momento alcance Presión de Vapor de Saturación, lo que se puede lograr disminuyendo la Humedad Relativa del aire interior y luego, aumentando la temperatura interior del cerramiento mediante el incremento de su resistencia térmica y la Presión de Vapor de Saturación. Para obtener mayor resistencia térmica en los paramentos, es necesario incorporar un material aislante térmico de un espesor adecuado y si lo hubiera, se deberá entonces incrementar la aislación existente.

Es importante tener en cuenta que los mismos materiales colocados en diferentes órdenes pueden provocar condensación en algunos casos y en otros no, esto no influye sobre su transmitancia térmica total.

- Si fuera al solo efecto de aislar térmicamente y evitar la condensación intersticial, el aislante del cerramiento deberá localizarse lo más exteriormente posible, incluso sobre la cara exterior del mismo.
- Si fuera necesario colocar aislante adicional en un paramento, en el medio, o incluso en el interior, adquirirá mucha significación la Resistencia a la Difusión del Vapor de Agua que posea el material elegido. Y en caso de ser ubicado sobre la superficie interior es necesario colocar una barrera de vapor (sobre el lado caliente del aislante) para evitar la condensación intersticial.



Un muro que se humedece posee una transmitancia térmica mucho mayor que en su estado seco y como consecuencia, su temperatura superficial interior es mucho menor que la estimada, aumentando el riesgo de condensación.

ser liberada al ambiente interior con un retraso, cuando la temperatura del aire es menor que la temperatura de los materiales. Esta situación puede ser favorable o no, de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar.

Barrera de vapor

Los procesos patológicos que se generan en los cerramientos muchas veces se deben a que no ha sido colocada o esta mal ubicada la barrera de vapor. Sus alternativas de ubicación deben analizarse cuidadosamente, “es peor colocar mal la barrera de vapor que no colocarla”

Las barreras de vapor mas usadas en nuestro país son las pinturas asfálticas en los sistemas constructivos tradicionales, los films de polietileno de alta densidad (más de 100 micrones) y el papel kraft con pintura asfáltica.

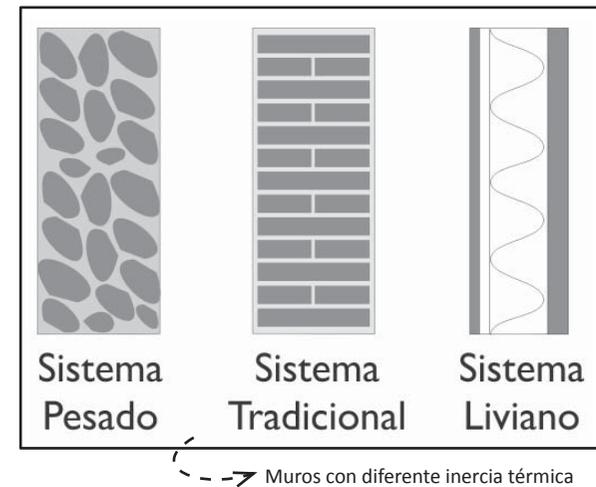
Existen pinturas y revestimientos sintéticos que poseen características similares a las de la barrera de vapor y generalmente se utilizan en el exterior de los paramentos. Esto es un error porque al impermeabilizar con productos plásticos la superficie exterior del muro impiden que la pared o el techo “respiren” causando que la humedad generada durante el invierno en el interior sea cedida al exterior en verano. Otras veces es posible evitar la colocación de la barrera de vapor, esto ocurre cuando la aislación térmica empleada verifica que no se produzca condensación.

Inercia térmica

Es la capacidad de acumulación de calor por muros y techos principalmente que se desprende posteriormente al ambiente interior con un retraso. Esta propiedad usada adecuadamente puede mejorar las condiciones térmicas de las construcciones.

La masa de la envolvente de un edificio tiene la capacidad de almacenar energía en forma de calor por efectos de la radiación solar. Energía que puede

Confort higrotérmico



Sabemos que el confort es el estado de bienestar físico y psíquico, en él juegan diferentes variables de percepción, funcionalidad, etc., estado que denominaremos Confort Higrotérmico.

Mencionamos con anterioridad los efectos que producen el agua y el calor en las edificaciones, enfermedades, deterioros, etc., por ello ahora citaremos algunos factores que influyen en el nivel de confort.

Exigencias del Confort**Invierno:**

- Cierre de ventanas y aberturas para mantener el aire en calma.
- Determinar la temperatura mínima interior y la temperatura ambiente orientada a paredes que no tengan aislación, paredes frías u otras donde falte estanqueidad en las ventanas.
- Mantener los niveles de humedad relativa dentro de los siguientes parámetros: > 30 % (para evitar problemas respiratorios) y <75 % (peligro de deterioro en maderas, papel, corrosiones, etc.)
- Controlar la condensación, solo es permitida en cocinas, baños y lavaderos, pues sus paredes están diseñadas para ello. Debe verificarse en todos los techos y en el resto de la envolvente muraria que no se produzcan intersticialmente, ni superficialmente.

Verano:

- En climas templados o cálidos secos, la temperatura media interior no debe exceder los 28°C y puede llegar hasta los 30°C sin el uso de sistemas de ventilación forzada.
- Se evitarán las paredes calientes, deberán aislarse
- Debe recurrirse a la ventilación cruzada, para el refrescamiento natural.

Las exigencias mínimas que se deberán cumplir para lograr niveles de habitabilidad higrotérmica son:

Aislación térmica (verificación de K , adecuado control de puentes térmicos).

Que no se produzcan condensaciones (intersticiales – superficiales).

Que las pérdidas de calor estén acotadas a un máximo según la zona (verificar los Coeficientes G de pérdidas de calor).



parte dos

► **NORMAS:** Aplicación de normas IRAM de acondicionamiento térmico en la construcción de viviendas

Normas IRAM de aislamiento térmico de edificios

Norma IRAM Nº 11549

Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario. 2002.

Norma IRAM Nº 11601

Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. 2002.

Norma IRAM Nº 11603

Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. 1996.

Norma IRAM Nº 11604

Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. 2001.

Norma IRAM Nº 11605

Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en Edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. 1996.

Norma IRAM Nº 11625

Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general. 2000.

Norma IRAM Nº 11630

Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general. 2000.

Norma IRAM Nº 11658

Aislamiento térmico de edificios. Puentes térmicos.

Parte 1: Cálculo de flujos de calor en edificios. Método para el desarrollo de modelos.

Parte 2: procedimiento para la validación de los métodos de cálculo de gran exactitud. 2003.

Introducción a las Normas

Norma IRAM 11549

Aislamiento Térmico de Edificios. Vocabulario.

Norma IRAM 11601

Aislamiento Térmico de Edificios. Propiedades Térmicas de los Materiales para la Construcción.

Método de Cálculo de la Resistencia Térmica Total. Esta norma incluye además de las propiedades térmicas de los materiales, el método de cálculo de la resistencia térmica total (RT) o el de su inversa y la Transmitancia Térmica Total (K).

Para ejemplificar las exigencias de la norma, se toma como ejemplo lo desarrollado en el Documento Técnico: Acondicionamiento Higrotérmico de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda de La Nación.

Coefficiente de transmitancia termica “K” (en W/m²K) Cantidad de energía calórica medida en Watts, que transmite en estado de régimen un muro o techo por metro cuadrado y por grado Kelvin de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

Para las unidades se ha adoptado el Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA). Recuérdese que cuando se trate de diferencias de temperatura 1K = 1°C (un grado Kelvin = un grado centígrado)

Dado que:

$$K = 1/ R_T$$

Donde:

$$R_T = R_{si} + R_t + R_c + R_{se}$$

R_T = Resistencia Térmica Total

R_{si} = es la resistencia térmica superficial interna, cuyos valores constan en la tabla 2 de la página 9 de IRAM 11601. Depende de la dirección del flujo de calor, horizontal para el caso de los muros, ascendentes para los techos en invierno y descendente para los techos en verano.

R_t = es la resistencia térmica del componente constructivo considerado

$$R_t = (e_1 / \lambda_1) + (e_2 / \lambda_2) + \dots + (e_n / \lambda_n)$$

Se expresa como la sumatoria de los cocientes entre los espesores e_i (en m) y la conductividad térmica (λ) de los materiales que componen el muro o techo (en W/m².K).

Conocidos los espesores, del anexo A (Págs. 16 a 22) de la IRAM 11601 se obtienen los λ_i para los materiales de que se trata, en función de su densidad aparente.

R_c = es la resistencia de las cámaras de aire si las hubiera.

R_{se} = es la resistencia térmica superficial externa cuyos valores están en la Tabla 2 de la Pág. 9.

Se ha aplicado la fórmula básica para el cálculo de “K” pero es aplicable solo en el caso de un muro o techo homogéneo. En la práctica es muy frecuente que aparezcan heterogeneidades, por ejemplo en un edificio con estructura independiente y cerramientos verticales de ladrillos huecos, las vigas y columnas implican la aparición de una heterogeneidad.x

En este caso debe calcularse R_t tanto para la sección 1 como para la sección 2, obteniéndose finalmente un valor promedio (R_{pr}) que se calcula por la fórmula:

$$R_{pr} = \frac{R_{t1} R_{t2} (l_1 + l_2)}{R_{t1} l_2 + R_{t2} l_1}$$

Valor éste que se introduce en la fórmula de cálculo de R_T en reemplazo de R_t.

Norma IRAM 11603

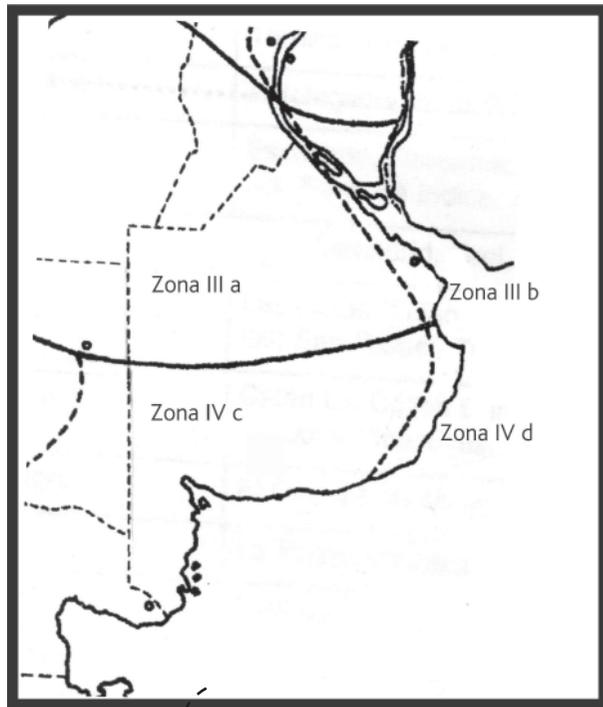
Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

■ **Zonas bioclimáticas:**

Anexamos las descripciones establecidas por norma para cada zona de la Pcia. de Bs.As. teniendo en cuenta las particularidades de cada clima, el asoleamiento recomendado, direcciones predominantes de vientos y las jurisdicciones que abarcan cada una de ellas.

La Provincia de Buenos Aires esta integrada por 2 zonas climáticas y sus respectivas sub zonas. Las características de dichas zonas se encuentran explicadas en las Normas IRAM 11603 y aportan recomendaciones para su aplicación.





---> Zonas bioclimáticas de la provincia de Buenos Aires

Zona III a:

Ameghino, Alberti, Azul, Baradero, Bmé. Mitre, Bolívar, Bragado, Carlos Casares, Carlos Tejedor, Carmen de Areco, Cañuelas, Colón, Chacabuco, Chivilcoy, Daireaux, Gral. Alvear, Gral. Arenales, Gral. Belgrano, Gral. Las Heras, Gral. Paz, Gral. Pinto, Gral. Rodríguez, Gral. Viamonte, Gral. Villegas, Hipólito Irigoyen, Junín, Las Flores, Leandro N. Alem, Lincoln, Lobos, Marcos Paz, Mercedes, Monte, Navarro, 9 de Julio, Olavarría, Pehuajó, Pellegrini, Pergamino, Pila, Ramallo, Rauch, Rivadavia, Rojas, Roque Pérez, Saladillo, Salto, San Andrés de Giles, San Antonio de Areco, San Nicolás, San Pedro, Suipacha, Tapalqué, Trenque Lauquen, Tres Lomas, 25 de Mayo.

Zona III b:

Brandsen, Campana, Chascomús, Escobar, E. De la Cruz, Gran BsAs., La Plata, Lujan, Magdalena, Pilar, San Fernando, Tigre, San Vicente, Zárate, Ciudad de Bs.As.

Zona IV c:

A. González Chaves, Adolfo Alsina, Ayacucho, Bahía Blanca, Benito Juárez, Cnel. Dorrego, Cnel. Pringles, Cnel. Rosales, Cnel. Suarez, Gral. Guido, Gral. La Madrid, Guaminí, Laprida, Lobería, Necochea, Patagones, Puán, Saavedra, Salliqueló, San Cayetano, Tandil, Tres Arroyos, Tornquist Villarino.

Zona IV d:

Balcarce, Castelli, De la Costa, Dolores, Gral. Alvarado, Gral. Lavalle, Gral. Madariaga, Gral. Pueyrredón, Maipú, Mar Chiquita, Pinamar, Tordillo, Villa Gesell.

Zona III:

Templado Cálido. Los veranos son relativamente calurosos y presentan temperaturas medias que oscilan entre 20°C y 26°C, con máximas medias que superan los 30°. El invierno no es muy frío y los valores medios de temperatura oscilan entre 8°C y 12°C con mínimas rara vez inferiores a 0°C.

Zona III a:

Amplitudes térmicas mayores a 14°C Se caracteriza por grandes amplitudes térmicas, por lo que es aconsejable el uso de viviendas agrupadas y de todos los elementos y/o recursos que tiendan al mejoramiento de la inercia térmica. Tanto en la orientación como en las necesidades de ventilación, por tratarse de una zona templada las exigencias serán menores. La orientación oeste deberá ser evitada. Las aberturas deben tener sistemas de protección a la radiación solar. Los colores claros exteriores son altamente recomendables.



Zona III b:

Amplitudes térmicas menores a 14°C Las amplitudes térmicas durante todo el año son pequeñas, para el resto valen las mismas recomendaciones que la anterior. Para estas zonas son favorables las orientaciones que tienen asoleamiento. Para latitudes superiores a los 30°, la orientación óptima es NO-N-NE-E. Para latitudes inferiores a los 30°, la orientación óptima es la NO-N-NE-E. Si bien toda zona tiene una característica climática homogénea, eso no ocurre con el asoleamiento, pues las características del mismo dependen de la latitud.

Zona IV:

Templado frío. Los veranos no son rigurosos y presentan máximas promedios que rara vez superan los 30°C. Los inviernos son fríos con valores medios que oscilan entre 4°C y 8°C, pero con mínimas medias que muchas veces alcanzan valores menores a 0°C. Dentro de la Provincia de Buenos Aires se incluyen 2 sub zonas:

Zona IV c: de transición.

Zona IV d: marítima.

Es importante controlar los vientos con adecuados criterios de protección. Una de las características más relevante de la zona marítima es que contiene alto tenor de humedad relativa, por lo que deberán tomarse los recaudos necesarios para evitar condensación. Las amplitudes térmicas son pequeñas durante todo el año. Se recomienda protección solar eficiente durante el verano. La zona de transición se extiende desde zonas de mayores a menores amplitudes térmicas. Para estas zonas son favorables las orientaciones que tienen asoleamiento. Para latitudes superiores a los 30°, la orientación óptima es NO-N-NE-E. Para latitudes inferiores a los 30°, la orientación óptima es la NO-N-NE-E-SE.

Norma IRAM 11604

Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico g de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. 2001.

Definiciones:■ **Coeficiente volumétrico G de pérdida de calor:**

Es la energía térmica que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen, unidad de tiempo y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario, que deberá suplir el sistema de calefacción para mantener constante la temperatura interna del local.

■ **Grados días de calefacción anual:**

Suma de las diferencias de temperaturas entre 18°C y la media horaria diaria, para los días del año en que la media diaria sea menor que 18°C.

■ **Infiltración de aire:**

Caudal promedio del aire que pasa a través de las juntas de los cerramientos móviles (aberturas) del local calefaccionado, dado por unidad de superficie de abertura en la unidad de tiempo y para una diferencia de presión establecida en los ambientes que los cerramientos separan.

■ **Coeficiente G de cálculo (G_{cal}):**

Estimación del coeficiente G que se obtiene en los cálculos.

■ **Coeficiente G máximo admisible (G_{adm}):**

Cantidad de calor máxima que se pierde a través de la envolvente y que esta norma admite por unidad de volumen, tiempo y de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, para una dada situación de diseño. La norma dice que "la evaluación del edificio, a los efectos del ahorro energético, se efectuará en función del coeficiente volumétrico G.



Dicho parámetro considerará la resistencia térmica de los materiales, la situación geográfica y las condicionantes de diseño, y el valor no excederá el máximo admisible fijado por esta norma. El valor de dicho parámetro será necesario para satisfacer un balance - técnico económico

Norma IRAM 11605

Aislamiento térmico de edificios.

Condiciones de habitabilidad en edificios.

Valores máximos admisibles de transmitancia térmica en cerramientos opacos.

Hasta ahora hemos visto como se calcula el valor de “K” pero no sabemos si el valor es aceptable o no.

Este aspecto es cubierto por la Norma IRAM 11605 sobre la base de los datos de la IRAM 11603 para la zona bioambiental y la localidad donde se encuentra la obra. Como se explica en la IRAM 11605, se han establecido tres niveles de confort higrotérmico y su consecuente K MAX ADM.

Nivel A: recomendado

Nivel B: medio

Nivel C: mínimo

Los requisitos que establece la Norma en cuanto al K MAX. ADM., parte de analizar por separado las condiciones de invierno y de verano. Las verificaciones deben realizarse para ambas condiciones.

TABLA 1

Temperatura exterior de diseño (t_{ed}) [°C]	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
- 15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
- 14	0,23	0,20	0,61	0,53	1,04	1,00
- 13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
- 12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
- 11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
- 10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
- 9	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
- 8	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
- 7	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
- 6	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
- 5	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
- 4	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
- 3	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
- 2	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
- 1	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
≥ 0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

* Para valores de t_{ed} intermedios, los valores de $K_{MAX ADM}$ se obtienen por interpolación lineal.

→ Valores K para la condición de invierno. IRAM 11605.

Condición de invierno

La Tabla 1 de la IRAM 11605 establece el K MAX. ADM. Tanto para muros como para techos y para los tres niveles de confort higrotérmico, en función de la temperatura exterior de diseño (t_{ed}). Esta temperatura debe interpretarse como la mínima de diseño para la localidad de que se trate según la Tabla 2 que consta en las páginas 19 a 23 de la IRAM 11603 (TDMN). Para localidades que no figuran en la tabla, deberán adoptarse los datos de la más próxima, teniendo en cuenta las variaciones climáticas debidas a las diferencias de altura sobre el nivel del mar y en la latitud.



TABLA 2

Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para muros			
en W/m ² .K			
Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano en techos			
en W/m ² .K			
Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

→ Valores K para la condición de verano. IRAM 11605.

■ **Condición de verano**

Los valores de K MAX. ADM en verano para los tres niveles de confort en muros y techos son los que constan en las tablas 2 y 3 de la IRAM 11605, según la zona bioambiental a la que pertenezca la localidad (ANEXO B y mapa de pag. 38 de la IRAM 11603)

Es de hacer notar las consideraciones que establece la Norma 11605 en los apartados 5.3.2. y 5.3.3 en función de mayor o menor absorción de la radiación solar de la superficie exterior. La Tabla 8 de la pag. 23 incluye una serie de valores orientativos del coeficiente de absorción de la radiación solar para diversos materiales y pinturas.

■ **Puente Térmico:** Se define como puente térmico a una heterogeneidad en una pared o techo que ocasiona un mayor flujo de calor, favoreciendo así la posibilidad de que se produzca condensación superficial. Un muro de mampostería, interrumpido por una columna de hormigón (rayado).

Llamemos K_{mo} a la transmitancia térmica del muro opaco y K_{pt} a la de la sección que contiene la columna, donde se produce el puente térmico por mayor Conductividad térmica del hormigón. La norma 11605 permite aceptar el puente térmico (apartado 5.4.1, pag.8) siempre que:

$$K_{pt} / K_{mo} < 1,5$$

Y que la distancia entre las secciones donde existen puentes térmicos sea superior a 1,7 m. Si esa distancia es < que 1,70 m solo se permite puente térmico si:

$$K_{pt} / K_{mo} < 1,35$$

Se admiten puentes térmicos en las siguientes situaciones:

1. Cuando K_{pt} es menor que el K MAX ADM para la localidad en condición de invierno
2. Cuando se pueda demostrar por calculo o ensayo que la diferencia entre la temperatura del aire interior (t_i) y la temperatura mínima de la superficie del puente térmico(t) no es más del 50% mayor que la diferencia de la temperatura del aire interior (t_i) y la temperatura de la superficie interior del muro opaco (t_{mo}). $t_i - t_{pt} < 1,5 t_i - t_{mo}$

La Norma IRAM 11605 en el Anexo A, propone un método de cálculo. Si el puente térmico no cumpliera, debe apelarse a modificar la solución constructiva. Para el caso de la columna que hemos tomado como ejemplo, podría adoptarse un revoque aislante con perlita, aplicado del lado interior de la pared y verificar si con él se cumplen estos requisitos. Se recomienda aplicar la aislación en una faja con un ancho igual al doble del ancho de la columna. Para columnas con anchos menores que el espesor de la pared, se puede reducir esta faja a 1,5 veces el ancho de la columna. Es sumamente importante que el proyectista resuelva este tema, no solo porque a partir de los puentes térmicos se produce un flujo de calor excesivo, incompatible con las condiciones de habitabilidad, sino porque estas zonas son las más expuestas a que se produzca condensación.



Es necesario recomendar un buen control, tanto en fábrica como en obra, para que se respeten las decisiones de diseño en función de disminuir los puentes térmicos.

Norma IRAM 11625

Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.

Esta verificación es exigida para todas las zonas bioclimáticas de la provincia y para todas las envolventes. En el punto 5 de esta Norma se muestra el procedimiento de cálculo para los paños centrales, muros exteriores, pisos y techos.

Dos conceptos básicos:

Condensación superficial: es la que se produce sobre la superficie interna de la pared o techo cuando la temperatura de dicha superficie es menor que la temperatura de rocío del recinto.

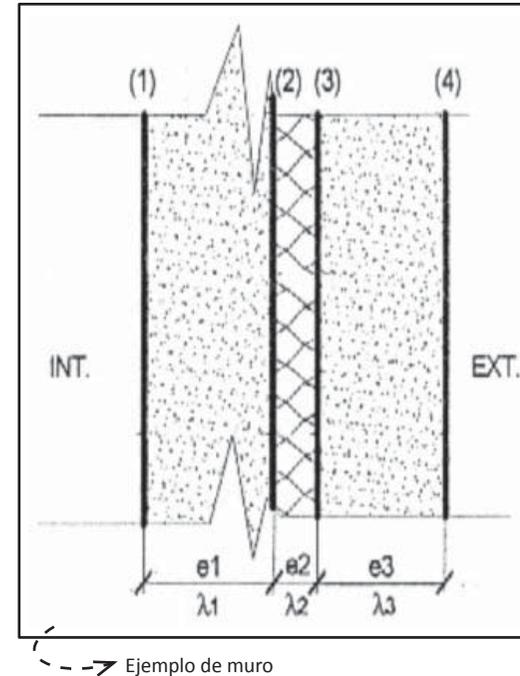
Condensación intersticial: es la que se produce en el interior de las capas del muro (intersticios) o techo, debido a la disminución de su temperatura por debajo del punto de rocío.

En ambos casos entra en las definiciones el concepto de Temperatura de Rocío o punto de rocío, que es aquella temperatura (en este caso de la pared o techo) por debajo de la cual se produce condensación para una determinada presión de vapor de agua en el ambiente, o en el interior de la pared o techo (según se trate de condensación superficial o intersticial respectivamente).

Para realizar las verificaciones es necesario adoptar una temperatura interior de diseño para vivienda de 18°C. según Tabla 2 IRAM 11625 y una temperatura mínima de diseño de invierno exterior (TDMN) correspondiente a cada localidad según Tabla 2 IRAM 11603.

■ **Condensación superficial**

Determinación de la temperatura en la superficie de la pared. Tomando como ejemplo un muro hallamos:



$$\Delta_t = t_i - t_e$$

Y como ya conocemos: $R_T = R_{si} + R_t + R_{se}$

$$R_t = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3}$$

El valor de R_{si} debe adoptarse según el apartado 5.2.3.1 de la Norma es 0.17 m2K/W tanto para muros como para techos.

El valor de R_{se} de la tabla 2 de la Norma IRAM 11601, es (0.04 m2 K/W).

Con estos valores calculamos la temperatura en el plano (1), esto es la superficie interior del muro que llamaremos Θ .

$$\Theta = t_i - \frac{R_{si} \Delta_t}{R_T} = 18^\circ\text{C} - \frac{0,17\Delta_t}{R_T}$$



Determinación de la temperatura de rocío en la superficie de la pared (tr_1)

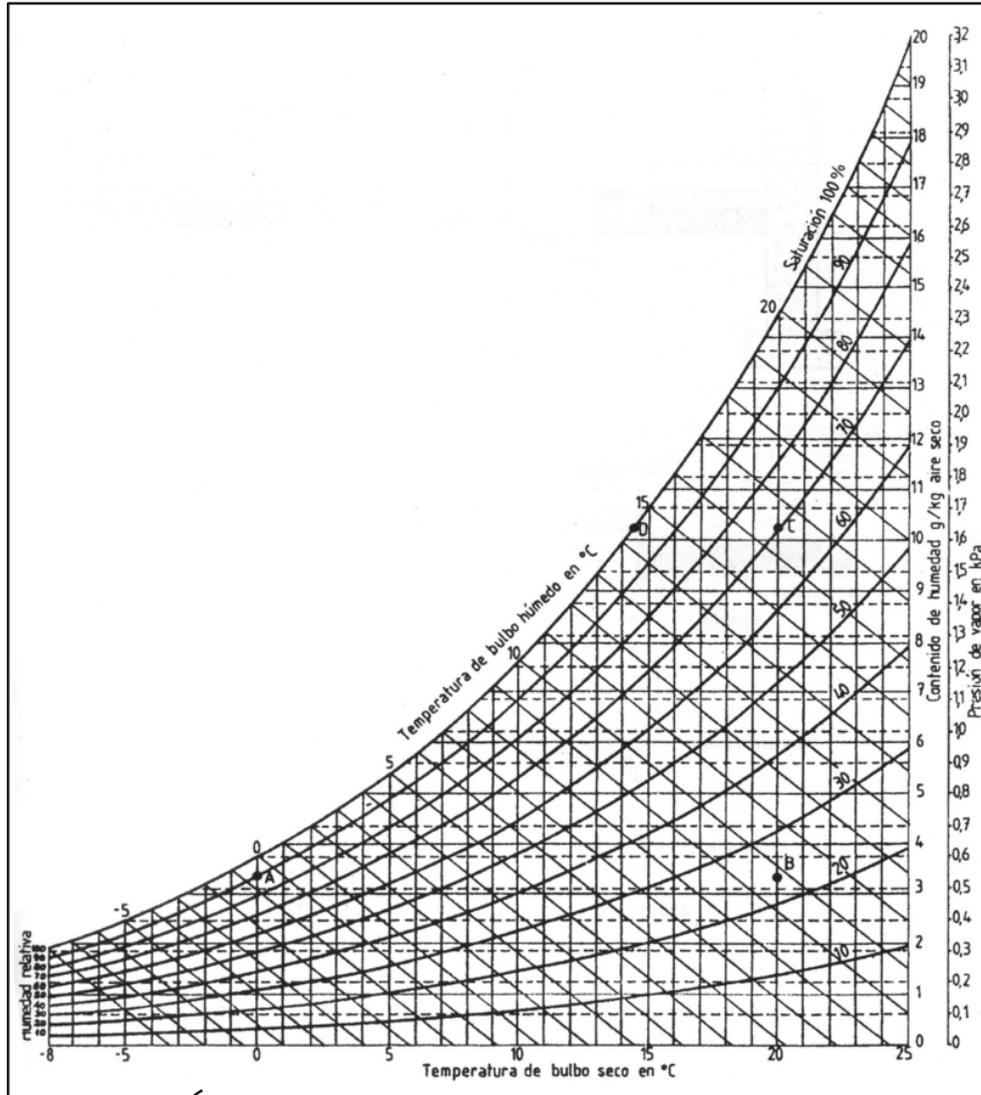


Diagrama Psicrométrico

Analizaremos el diagrama que se conoce como “diagrama psicrométrico” Este diagrama relaciona las temperaturas de bulbo seco (abscisas) con la presión de vapor (ordenada) a través de curvas de humedad relativa (HR) constante, partiendo de la de 10 % hasta llegar a la de 100% que corresponde a la de saturación.

Veamos una aplicación:

Si conozco la temperatura en el interior del local (t_i) y la humedad relativa en el (H_{ri}) puedo entrando con t_i hasta la curva de humedad H_{ri} constante, (punto A del gráfico), leer en ordenadas el valor de p_{vi} , es decir la presión parcial de vapor en el interior de la vivienda.

Si mantengo esa presión de vapor disminuyendo la temperatura (o sea me desplazo a la izquierda de A en dirección paralela al eje de las abscisas) me voy a encontrar en el punto B con la curva de saturación (100% de H_{ri} , comienza la condensación), de manera que si leo en abscisas la temperatura, esta será la temperatura de rocío (tr_1) en la superficie del muro, por debajo de la cual para la presión de vapor (p_{vi}) en el interior de la vivienda se produce condensación. Hemos obtenido entonces tr_1 .

Comparación de las temperaturas:

Si $\Theta > tr_1$ no hay riesgo de condensación superficial

Si $\Theta < tr_1$ existe riesgo de condensación superficial y debe reestudiarse la solución constructiva del muro.

En los apartados A.6.1.1 y A.6.2.1 de la IRAM 11625 se desarrollan 2 ejemplos que ilustran sobre el procedimiento de verificación para condensación superficial.

■ **Condensación intersticial**

Determinación de las temperaturas en los distintos planos.

Como vimos en Condensación Superficial, debemos hallar Θ_t y R_t aplicando las fórmulas ya conocidas.

Cabe tener presente una diferencia importante en el valor de R_{si} . Mientras para la verificación del riesgo de condensación superficial adoptábamos



0,17 m²K/W, para la condensación intersticial deben tomarse los valores de la Tabla 2 de la IRAM 11601, esto es:

$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ para muros (flujo horizontal)

$R_{si} = 0.10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ para techos (flujo ascendente)

Para R_{se} se adopta también $0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Calculados Θ_t y R_T podemos calcular la temperatura en cada uno de los planos que separan las capas que componen el muro mediante la fórmula:

$R_x \Theta_t$

$t_x = t_{(x-1)} - R_T$

Esta fórmula expresa la temperatura en el plano X, que es igual a la temperatura en el plano anterior ($x-1$), menos R_x (resistencia térmica del estrato o capa comprendido entre los planos x y $(x-1)$), multiplicada por Θ_t y dividido por R_T). Apliquemos la fórmula para determinar por ejemplo t_1 que es la temperatura de la cara interna de la pared (Ver figura 20)

$R_{si} \Theta_t$

$t_1 = t_i - R_T$

Nótese que $t_{(x-1)} = t_i$ (temperatura interior) y que $R_x = R_{si}$ ya que antes del plano (1) no hay otro material. Esto nos indica que la temperatura de la superficie de la pared es menor que la temperatura del ambiente interior (t_i) y la causa de esa caída es justamente R_{si} , que tiene su origen en una capa de aire más o menos inmóvil adherida a la pared, originando un efecto de aislante térmico.

Nótese también que esta t_1 no es la misma que Θ (ver condensación superficial), ya que varía el valor de R_{si} (y en consecuencia el de R_T). Por la misma fórmula calculamos la temperatura en el plano (2)

$R_2 \Theta_t$

$t_2 = t_1 - R_T e_1$

$R_T = L_1$

Siguiendo se calcula la temperatura en los sucesivos planos obteniéndose finalmente un gráfico que marca la unión de las temperaturas en cada plano con una línea.

Algunos conceptos:

■ **Permeabilidad al vapor de agua “δ”** es la propiedad de un material que indica la facilidad que tiene para ser atravesado por una masa de vapor de agua, se mide en g/mhkPa.

■ **Permeancia “P”** a la cantidad de vapor (expresada en gramos) que atraviesa en estado de régimen un metro cuadrado de pared o techo durante una hora y para una diferencia de presión de vapor entre el interior y el exterior de un Kilo-Pascal. Se mide en g/m²hkPa. $1 > = R_v$.

Expresión que indica que la permeancia es la inversa de la resistencia al paso de vapor (así como antes dijimos que la conductividad térmica es la inversa de la resistencia térmica). En el diagrama psicrométrico con el mismo procedimiento que calculamos p_{vi} a partir de t_i . Con el mismo procedimiento puedo obtener p_{ve} a partir de t_e y H_{Re} .

Conocidas las presiones de vapor, vamos al diagrama psicrométrico, con este dato y tal como lo hicimos para condensación superficial vamos con una paralela al eje de las abscisas hasta interceptar la curva de saturación (HR 100%) y leemos en abscisa la temperatura de rocío en cada uno de los planos.

Se llega así, a un segundo gráfico que marca las temperaturas de rocío en el muro que estamos analizando.

■ **Verificación:** Superposición de gráficos.

Tenemos 2 herramientas básicas, el gráfico de temperaturas en los distintos planos y el de temperatura de rocío en los mismos planos. Si superponemos los gráficos, vemos que en ningún plano se cruzan y que el de temperaturas del muro siempre está por encima del de temperaturas de rocío (la temperatura del muro no es inferior a la temperatura de rocío), se verifica que no se produce condensación intersticial. Si las temperaturas en el interior del muro son inferiores a las de rocío si se produce condensación intersticial.



Norma IRAM 11630

Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua intersticial y superficial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.

- **Puntos Singulares:** los puntos singulares están constituidos por aristas y rincones de los muros exteriores, pisos y techos de los edificios en general. Se consideran según Norma con un ancho de 0.50 m medido desde las aristas formadas por los encuentros de los paramentos. También se consideran puntos singulares a los rincones y aristas protegidas (interiores de placares y muebles sobre muros exteriores) A efectos de evitar condensación se adoptan los valores máximos de resistencia térmica superficial interior de la Tabla 2 Norma IRAM 11630

En el punto 5 de ésta Norma se explica el procedimiento de cálculo.

LUGAR	R_{si} (m ² K / W)
Aristas superiores y rincones	0,25
Aristas verticales a altura media	0,25
Aristas y rincones inferiores	0,34
Vidrios	0,15
Rincones y aristas "protegidas" (por ejemplo: interiores de placares y muebles sobre muros exteriores)	0,50
Detrás de muebles en muros externos	0,50

→ Valores de resistencia térmica superficial interior

Norma IRAM 11658

Aislamiento térmico de edificios. Puentes térmicos.

- **Parte 1:** cálculo del flujo de calor en edificios. Método para el desarrollo de modelos.
- **Parte 2:** procedimiento para la validación de los métodos de cálculo de gran exactitud.

▶ **PAUTAS DE DISEÑO**

“Los principios bioclimáticos deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción. Por eso se debe hablar de buenas prácticas y de buena arquitectura y no de arquitectura singular”
Javier Neila.

Las buenas prácticas, o el arte del buen construir, tan bastardeado en estos tiempos, hace repensar los procesos de la obra de arquitectura, desde su concepción hasta su materialización.

Entendemos que cada uno de los aspectos que intervienen en la construcción influyen en el ahorro de energía, en el confort y en mantener la salud de los habitantes y tienen implicancias directas en la calidad ambiental y en el desarrollo sustentable.

El ahorro de energía y la crisis del petróleo, son temas que están instaurados en la opinión pública desde hace años y cada vez toman más importancia. Importancia que está dada porque los hábitos que conocemos se basan en el consumo y para mantener el funcionamiento actual implica gastar grandes cantidades de energía, primero proveniente del petróleo, y luego de las represas hidroeléctricas.



Si bien “calidad de vida” mejora continuamente, al mismo tiempo se arrasa con la calidad ambiental, porque el ascenso se realiza sobre la base de consumos cada vez mayores, que no sólo ponen en riesgo de extinción al combustible, sino que día a día, la contaminación, la destrucción de la capa de ozono y el cambio climático producido por el calentamiento global son causados por esta explotación sin límites.

No solamente la variable ambiental está en una situación crítica, además el crudo al ser un bien que parece escasear el valor aumenta notablemente, sus derivados llegan a cifras desmesuradas, por lo que a los sectores sociales de menores recursos se le hace imposible mantener los niveles mínimos de confort dentro de las viviendas.

Cuando hablamos de ahorro de energía, nos referimos al ahorro de los combustibles que generan esa energía, la que a la vez se consume de varias formas, pero fundamentalmente en calefacción, refrigeración e iluminación, como ya mencionamos.

Anteriormente hablamos del calor y de sus formas de transmisión desde los lugares de mayor temperatura hacia los de menor (conducción, convección y radiación), intentaremos ahora ver como pueden ser utilizados en el diseño en favor del ahorro de energía, por ejemplo:

- **La convección** puede ser forzada si hacemos circular el aire más rápidamente, esto aporta energía que enfría más que el proceso natural.
- **Las ondas de radiación** pueden ser absorbidas en relación al color de la superficie, más fuertemente cuanto más oscura y cuando más clara y reflectante mas levemente o incluso produciendo un rechazo. Los colores claros son buenos para climas cálidos, los oscuros para los fríos.

Pérdidas y ganancias térmicas

En los edificios las pérdidas y ganancias de calor se producen en techos, paredes, pisos y ventanas, por ello mencionaremos criterios de evaluación de algunas partes de la envolvente para atenuar estas acciones.

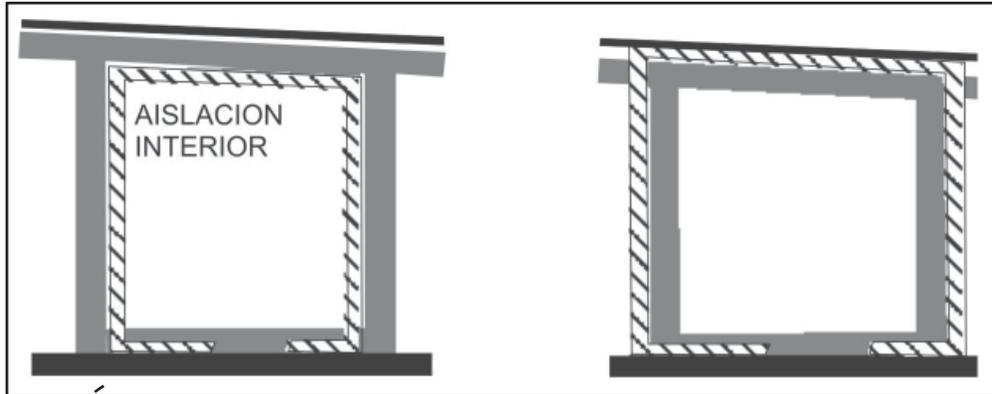
Aislación

Como primera medida a seguir surge la necesidad de aislar, los aislantes utilizan el aire encerrado en pequeñas particiones que evitan el paso del calor, el aire posee mínima conductividad térmica por lo que las aislaciones, al contar con cientos de éstas particiones de aire encerrado, aumentan la propiedad no conductora del aire. La aislación es sumamente importante en los techos, puesto que es la zona de los edificios que está fuertemente sometida a la acción del sol y el viento, por lo tanto es donde se produce mayor ganancia y pérdida de calor. Los aislantes más conocidos son, lana de vidrio, poliestireno expandido, poliuretano, lana mineral y otros en forma de espumas que se colocan en el lugar. El uso de aislantes es uno de los mejores caminos para bajar los gastos de energías convencionales.

Además de aislar hay que asegurarse evitar el riesgo de condensación superficial e intersticial en los paramentos, los efectos que produce son nocivos para los habitantes, deterioran la calidad de los materiales y del propio edificio. Para prevenir este fenómeno es necesario verificar la envolvente para cada zona bioclimática y proponer soluciones que se adapten al clima.

Las aislaciones pueden ser colocadas en el exterior o en el interior. En caso de una vivienda o edificio ya construido, en general, es más fácil ubicar los aislantes en el interior de los paramentos. Sin embargo, desde el punto de vista térmico es óptimo colocarlos en el exterior para que los efectos aislantes sean más pronunciados, evitando que el muro se cargue térmicamente.

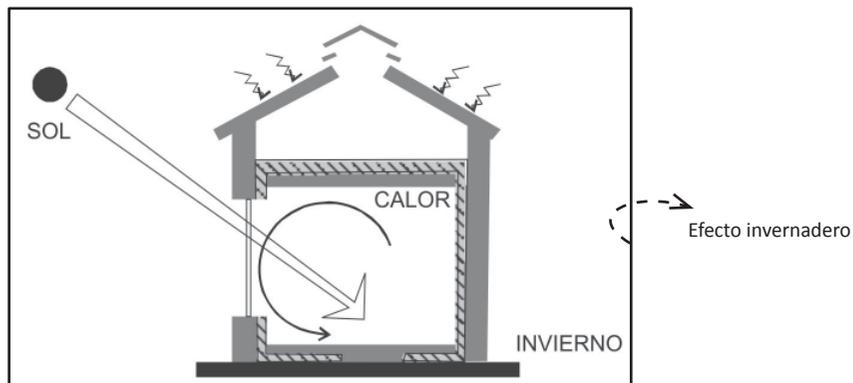




Ubicación de los aislantes en los edificios

Vidrios

Las ventanas permiten la visión y el pasaje de luz imprescindible para la iluminación natural de los ambientes, se recubren de vidrio para que no penetre el viento, el polvo y la suciedad. Pero de todos los componentes de la envolvente, es el que mayor conductividad térmica posee, por lo que es el lugar donde se pierde más carga térmica en invierno y se recibe en verano. Es necesario estudiar cuidadosamente la superficie, la forma y localización de las ventanas, como así también los elementos de protección, llámense aleros, parasoles, etc. que controlen el paso del sol en verano y permitan el mismo en invierno. Igual cuidado se debe tener con las superficies de contacto de las carpinterías para disminuir las infiltraciones de aire.



El vidrio en su comportamiento deja pasar la luz del sol pero no las radiaciones infrarrojas. En consecuencia, en toda ventana se produce un efecto que se llama invernadero (caracterizado por el pasaje de luz y el no pasaje del infrarrojo). El vidrio impide que la emisión de calor de paredes y pisos se vaya por la ventana hacia el exterior, además, impiden el paso del viento, con lo cual el enfriamiento por convección forzada no se produce.

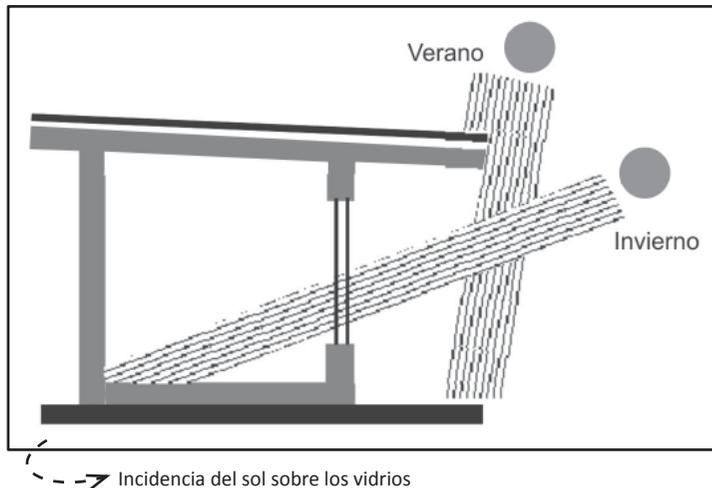
Se recomienda la utilización de doble vidriado en ventanas para todas las zonas bioclimáticas que se encuentran en la Pcia. de Buenos Aires.

La orientación de los locales es otro dato importante, en invierno, si tenemos en cuenta las horas al día que los ambientes reciben sol a través de las ventanas se puede disminuir el gasto de energía en calefacción e iluminación y si además, no poseen pérdidas porque están correctamente aislados, la necesidad de calefaccionar por una fuente convencional puede ser nula, incluso cuando las temperaturas exteriores sean muy bajas.

Esta energía que durante el día penetra en los ambientes, puede acumularse en los materiales y liberarse con cierto retardo, dependiendo de la inercia térmica de los componentes en horas nocturnas y aportar energía que disminuirá la necesaria para calefaccionar.

Los vidrios colocados en la envolvente del edificio, ya sea en paredes o techos, son los elementos que más inciden en la carga térmica de calefacción para invierno y de refrigeración en verano por tener elevada conductividad y permitir el efecto invernadero con la incidencia del sol.

Para que los rayos solares no nos perjudiquen en verano, hay que controlar el paso, estudiar la forma y posición de elementos de protección en función de los ángulos de incidencia que marcan su recorrido. En invierno el estudio de éste movimiento marcará la correcta colocación y dimensionamiento de las áreas acristaladas para aprovechar los beneficios de calefacción directa.



contrario al deseado. Para evitarlo, es conveniente cubrir la boca de la chimenea con un vidrio o tomar el aire de combustión del exterior y tener la precaución de cerrar de noche el tiraje de la chimenea después de apagar el fuego. Si se desea usar leña, es más aconsejable la salamandra cerrada de hierro forjado.

Conservar y ahorrar energía

“Si consideramos una vivienda diseñada a partir de estrategias bioclimáticas: adecuada orientación, terminaciones, color, correcto ingreso solar en invierno, aislación con espesores que correspondan a cada zona se ahorraría durante la vida útil de la vivienda valores iguales o mayores al costo de la misma, teniendo en cuenta que estos costos iniciales son muchas veces menores al 3% del valor del edificio”

Infiltraciones

En invierno la infiltración excesiva producida en el cierre de las carpinterías, enfría el aire por mezcla elevando la carga térmica necesaria para calefaccionar, en verano, la temperatura del aire exterior al no estar controlada puede aumentar la temperatura interior aumentando el caudal de aire a refrigerar.

La calidad de los contactos y de los burletes es sumamente importante a la hora de elegir la carpintería, además de tener en cuenta las orientaciones de las fachadas donde se coloquen y las velocidades de los vientos, puesto que inciden en el caudal de aire infiltrado.

■ Hogares y Chimeneas

Son elementos productores de verdaderos desastres desde el punto de vista del ahorro de energía. Una chimenea a leña, cuando está prendida, generalmente calefacciona un ambiente y congela los restantes. El efecto se produce porque la combustión genera un tiraje de aire desde el interior al exterior, aire que viene desde las habitaciones aledañas. Este aire es introducido por las rendijas de las ventanas y puertas del exterior, las habitaciones sufren una gran pérdida de energía produciéndose un efecto

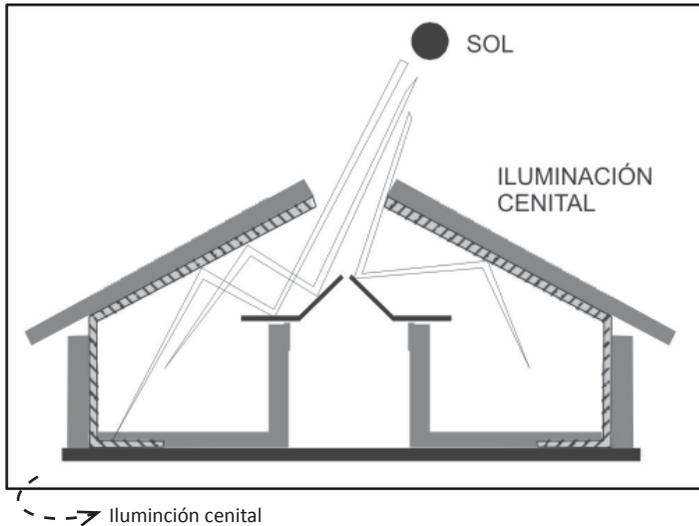
Los que intentamos es que las decisiones de diseño respeten, entre otras variables, el clima, la geografía y la tecnología del lugar. De acuerdo a criterios generales, se pueden usar los elementos naturales a favor o en contra. Si los usamos a favor, se ahorrará energía, las edificaciones responderán a cada sitio no siendo lo mismo pensar el diseño para un edificio construido en Bahía Blanca, en La Plata u otra región bioclimática, se beneficiará al equilibrio entre sistemas disminuyendo los efectos contaminantes producidos por los gases y residuos emitidos, etc., si los usamos en contra, los efectos nocivos agudizaran cada vez más su repercusión, continuando con el agote de recursos y la destrucción del medio natural.

Lo que sabemos es que si ignoramos el clima la única manera posible de mantener el confort será en base de enormes gastos de dinero en sistemas de calefacción y aire acondicionado y en consumos de energía para mantenerlos en régimen.

En todas las etapas del proceso de diseño del edificio, desde la ubicación o implantación, hasta la resolución de los detalles, hay desde el punto de vista del ahorro y conservación de la energía variables sumamente significativas a la hora de decidir: la incidencia del sol, la incidencia del viento y la forma.



El Sol



El asoleamiento directo a través de ventanas (en invierno) proporciona beneficios psicosigiénicos, mejora la calidad de la iluminación natural, y disminuye la demanda de energía convencional para calefacción e iluminación. Dependerá del diseño de la envolvente que se puedan captar y optimizar los beneficios de luz natural y calor en cada época del año.

Las recomendaciones mínimas de asoleamiento invernal de las normas IRAM facilitan la verificación y aseguran niveles mínimos de aporte de energía solar, tomando en cuenta la variación de la radiación directa según la altura del sol, la transmisión de la radiación a través de vidrios, el ángulo de incidencia, y la relación entre costo de proyecto y los beneficios de asoleamiento.

Se considera obligatorio según ésta normativa la verificación de los niveles de iluminación natural en el interior de la vivienda en la totalidad de los locales principales que se definen de acuerdo a las funciones que cumplen.

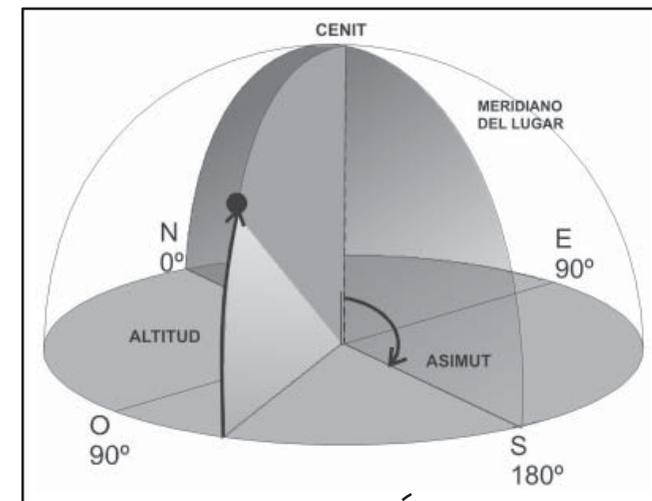
Es favorable tener en cuenta el nivel de iluminación interior y exterior, la uniformidad y deslumbramiento, el tipo, tamaño y disposición de las aberturas, ya sea para lograr luz cenital unidireccional o bidireccional dando respuesta a la mayor eficiencia para el tipo de actividad que se desarrolle.

En situaciones es recomendable el diseño u utilización de dispositivos como: estantes de luz, lumiductos, difusores, claraboyas, sistemas de oscurecimiento tanto manual como automatizado para mejorar la calidad de la luz ingresada al ambiente.

Para que el diseño sea optimizado dando respuesta a cada localización, es importante tomar conocimiento de que el sol recorre un arco en el cielo, que nace en el cuadrante este y muere en el oeste y que al mediodía, el sol está más alto en verano que en invierno.

Para precisar estas diferentes posiciones existe un sistema de coordenadas astronómicas que se utilizan para medir los ángulos de incidencia de los rayos solares sobre los paramentos.

Los ángulos de los rayos solares varían con las diferentes estaciones del año, diferentes horas del día y distintas latitudes, por ejemplo, no es lo mismo el recorrido del sol en Tierra del Fuego que en el Chaco, los ángulos varían con respecto a la altura y al recorrido.



Coordenadas polares



Las **coordenadas** que determinan la posición del sol son acimut (A) y altura (H), si colocamos un plano sobre la esfera terrestre le corresponderán determinados ángulos que indicaran la posición del sol, dando los datos necesarios para optimizar el diseño de la envolvente, protecciones, invernaderos, espacios exteriores, etc.

Por normativa se recomienda disponer los edificios con el eje mayor en dirección Este - Oeste, de esta manera se minimiza la exposición a la radiación Este y Oeste, logrando que la mayor superficie esté expuesta al Norte. Hacia el Norte es donde se recomienda abrir los locales de uso frecuente para obtener ganancia de calor en forma directa por radiación solar incidente, para esto las ventanas deberán estar correctamente ubicadas en relación al recorrido de los rayos solares.

Los espacios que actúan como invernaderos, también deben respetar esa orientación, tanto para la generación de calor para calefacción, o para espacio de cultivo, expansiones o secaderos de ropa.

El sol es importante entre las 9 y las 15 horas en invierno, de la cantidad de energía que llega en este intervalo del día, el 90 % se encuentra alrededor de mediodía, todo obstáculo sea natural o artificial que pueda tapar el sol en esas horas impedirá que llegue la radiación.

Será necesario estudiar a fondo las sombras que proyectan los árboles y edificios adyacentes para colocar la nueva construcción, el estudio del corte del conjunto o de la obra respecto a su entorno inmediato, nos dará los datos para determinar la separación entre los volúmenes.

Para el verano, la sombra proyectada por los árboles marcan considerables situaciones de confort ya sea en los exteriores u interiores del edificio. Se recomienda en esta estación la protección solar para espacios exteriores, intermedios y las superficies vidriadas, pudiendo ser: techos de sombra, galerías, parasoles (norte - este - oeste), barreras vegetales, balcones

terrazas, persianas, pantallas integradas o exentas, voladizos, toldos. La Norma IRAM 11603 aconseja para las zonas III y IV para las orientaciones SO-O-NO-NE-E-SE, el uso de sistemas de protección solar.

Los espacios abiertos en un terreno, aquellos que deja libre el edificio si no reciben una buena cantidad de sol en invierno, probablemente nadie los utilice, un patio con sombra en esta estación es húmedo y frío.

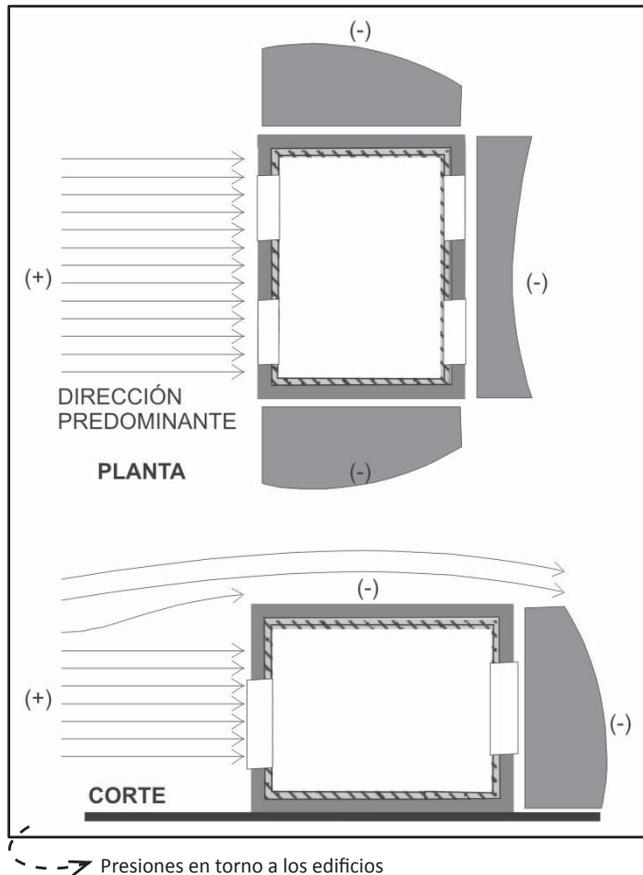
Otra alternativa para aprovechar al máximo la energía entregada por el sol es incorporar muros captoreadores. El diseño de estos muros es variado y pueden ser livianos o pesados, pueden calentar el aire o la propia masa, los primeros son de respuesta instantánea, los segundos se resuelven desfasando la onda térmica por acumulación. Los edificios que aprovechan la radiación solar a través de sistemas solares pasivos, es necesario obtener por lo menos 6 horas de asoleamiento para optimizar la captación de energía. En este caso los niveles de aislación térmica deberán tender al nivel "A" de la Norma IRAM 11605.

El Viento

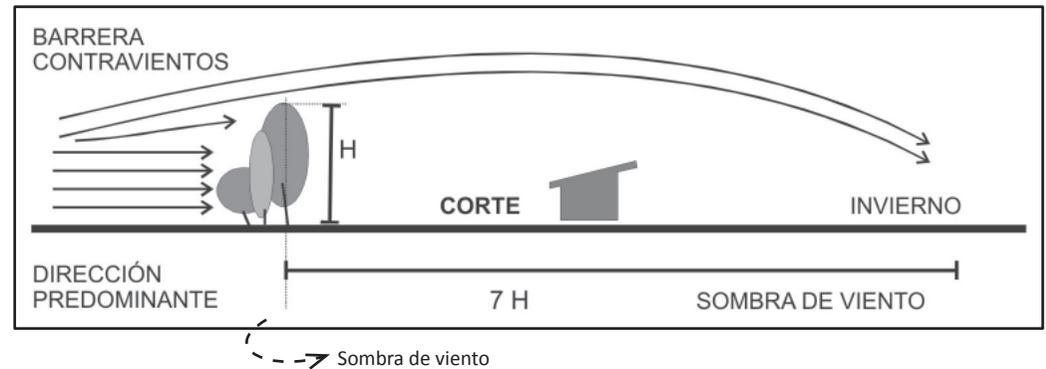
La ventilación natural cumple con funciones importantes en los edificios:

- **Renovar el aire interior:** Esto se refiere a mantener en condiciones higiénicas del aire interior para favorecer a la correcta respiración.
- **Ventilar para el Confort:** Es decir, que las recomendaciones para mantener el confort en el interior de los locales depende fundamentalmente de la toma de decisiones en las diferentes escalas del proyecto. Desde su ubicación, hasta la resolución de detalles.





- **Evitar las pérdidas de calor en invierno**, es conveniente disminuir la incidencia de los vientos dominantes en invierno sobre los edificios, por lo tanto la forma de agrupación en línea es la más conveniente puesto que genera más sombra de viento.



Será necesario tener en cuenta en la disposición de edificios altos y bajos, la necesidad de ventilación de los últimos. Un edificio alto delante de uno bajo con relación a la dirección predominante del viento hace que el edificio bajo no pueda ventilar naturalmente.

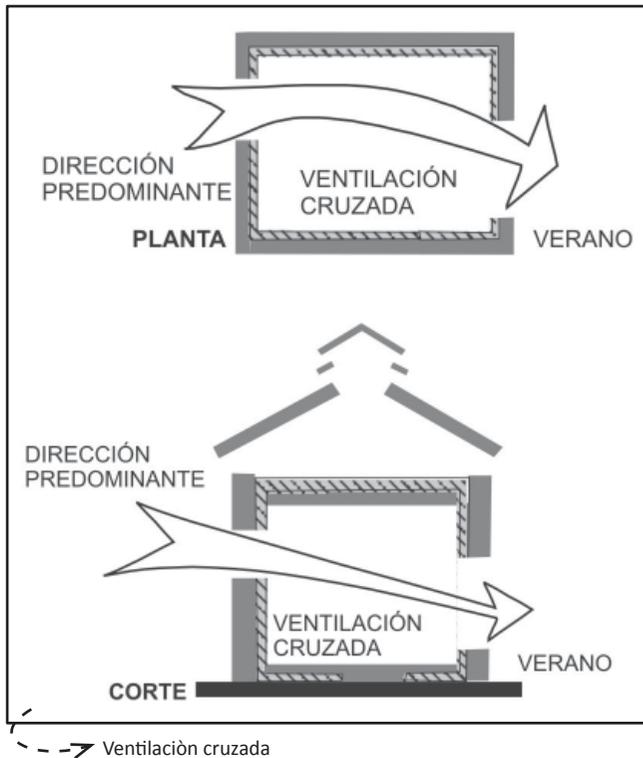
Es necesario además conocer las zonas de baja y alta presión generada por los edificios para la correcta ubicación de las expansiones, en nuestra zona se recomienda usar los sectores de calma.

El viento de verano es apropiado para refrescar los ambientes, para lo cual deberemos orientar las ventanas en su dirección predominante para que se produzca ventilación cruzada.

Teniendo en cuenta las características de cada zona se recomienda:

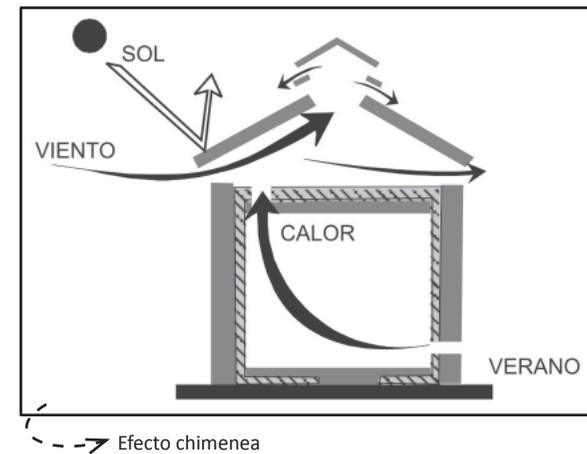
- **Beneficiar la ventilación natural en verano**, esto depende de la dirección del viento dominante y de la ubicación de ventanas respecto al mismo. Es conveniente que se coloquen ventanas de entrada de aire en las zonas de mayor presión y de salida en las de menor, para facilitar la ventilación cruzada.





En invierno, deberá evitarse exponerse a las direcciones predominantes, cerrando las ventanas disminuyendo su superficie y previendo en el diseño exterior barreras arbóreas que frenen parte de su velocidad o actúen como corta vientos. En los accesos se producen grandes pérdidas térmicas si no son controladas con el diseño, según las características del clima muchas veces es necesario colocar doubles puertas o giratorias que disminuyan las pérdidas.

Cuando la temperatura del aire exterior es mas baja que la interior se produce una diferencia de densidades y un gradiente de presiones generando un movimiento térmico, el aire caliente, es más liviano y asciende, si se colocan aberturas en la parte superior del local, se puede evacuar el mismo, facilitando el acceso del aire fresco por ventanas ubicadas en partes inferiores de los muros. Es recomendable para favorecer la circulación del aire por efecto chimenea especialmente en horas nocturnas y en el verano, el diseño de chimeneas solares o techos solares, que actúan como elementos de succión o dispositivos de acceso. En invierno, estas aberturas deberán estar obstruidas, previéndose sistemas de cierre manuales o mecánicos para lograr una eficiente ventilación cruzada y selectiva.



El viento tiene direcciones preferenciales según cada estación climática, sopla la mayor parte del tiempo desde una en particular. En la norma IRAM 11603 tabla 4 se determinan estas direcciones predominantes por estación. Un acertado diseño de la masa del edificio hace que actúe como disipadora, canalizadora o protectora de brisas o vientos.



La Forma

Además del sol y del viento, la forma del edificio tiene gran incidencia en los consumos de combustible para calefacción y refrigeración. Estos dependerán de la rigurosidad del clima en el cual está localizado, pero en general las formas posibles pueden relacionarse con las ganancias y pérdidas de calor.

Los edificios de una planta cuentan con más superficie de paredes y techos que uno de dos plantas con el mismo volumen.

De los diseños posibles, la forma cuadrada es la menos eficiente. Se ha comprobado que el mejor edificio para evitar el consumo de energía es el de forma rectangular, con el eje mayor en dirección este - oeste. La forma rectangular alargada expone en invierno su cara norte, al recibir los rayos solares en su parte más alargada, obtendrá también mayor cantidad de energía.

En verano, esta fachada recibirá menor cantidad de energía solar que el techo y las caras este y oeste, puesto que el sol estará más alto.

Esta superficie de alargamiento, estará relacionada con el clima. Cuanto más frío, menos alargamiento, habrá que conservarlo compacto y con bajas pérdidas. En climas cálidos, el concepto es el inverso, alargar las viviendas y permitir a través de las ventanas y espacios intersticiales que circule el aire, provee un amplio barrido para la ventilación en las habitaciones. La forma alargada este - oeste permitirá una buena iluminación, para lo cual las ventanas deberán estar relacionadas con el tamaño de la habitación.

Así como el lado norte es el lado más privilegiado, el sur es más castigado, todas las pérdidas de energía se producirán por allí, pues el sur casi siempre permanece en sombras.

Por tal razón es conveniente disminuir la superficie expuesta en esa dirección o resolverla con un adecuado diseño.

La situación óptima es aquella en la cual las paredes que dan al sur no tienen ventanas o tienen pocas y de superficie adecuada; en todos los casos los

muros deberán tener una aislación reforzada; es aconsejable en el diseño volcar en esta orientación espacios tapón o de servicios, que no requieren calefacción o refrigeración, creando una cámara de contención que impida la fuga de calor, pueden funcionar los pequeños galpones, habitaciones de depósito, garajes, baños, núcleos de limpieza, ascensores, etc.

El último piso al estar expuesto su techo al sol y al viento las variaciones de temperatura son significativas, es conveniente ubicar en ese sitio las salas de ascensores y demás espacios que no necesiten climatización.

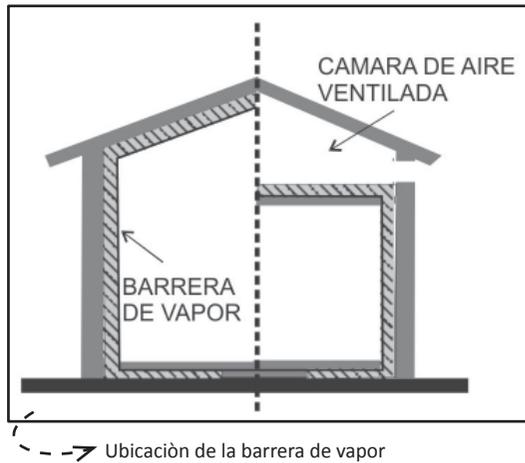
En una vivienda, las habitaciones que requieren una buena cantidad de sol, las de estar y las de dormir, la orientación oeste es peligrosa en verano, pues a la tarde crea una zona donde se recibe una alta cantidad de energía solar. Es importante crear allí también un espacio que actúe como pulmón amortiguador.

Recomendaciones generales

Las barreras de vapor son soluciones para los problemas de condensación, detienen el movimiento de la humedad en las cercanías de la superficie interior de la envolvente exterior, con el objeto que no alcance las capas internas de la misma que estarían a temperaturas iguales o inferiores al punto de rocío.

La regla general señala que la barrera debe ubicarse siempre del lado caliente del aislante térmico, de esta manera frena el vapor en el lugar más adecuado e imposibilita que entre en las capas frías. Al encontrarse con la barrera "caliente" el vapor no puede condensarse en ella. Se recomienda utilizar barreras de vapor en pisos, techos y muros.



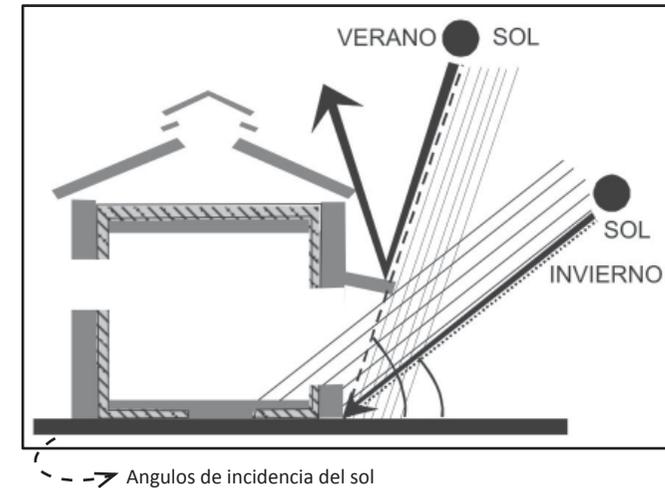


Especial cuidado como ya mencionamos, es pensar en las ventanas, no solo son medios de comunicación visual con el exterior y de iluminación natural para el interior, sino que adquieren importancia en el sistema de calefacción de una casa.

El sol penetrando dentro de un ambiente, contribuye a la calefacción con una buena cantidad de energía por efecto invernadero. Pero al mismo tiempo, las ventanas son aberturas por donde se pierde energía principalmente de noche, se deberán prever persianas, postigones u elementos que disminuyan estas pérdidas.

De todas las orientaciones posibles en general la mejor es la norte, para el verano las ventanas deben diseñarse de manera que eviten el paso directo de los rayos solares, mediante sistemas de protección u árboles de hojas caducas. Pero en el invierno, éstos elementos de protección no deberán impedir el paso del sol, de manera que estarán diseñados de acuerdo a los ángulos que el sol marque en las distintas estaciones. No es fundamental que las ventanas estén orientadas exactamente al norte, son aceptables variaciones de hasta 15°.

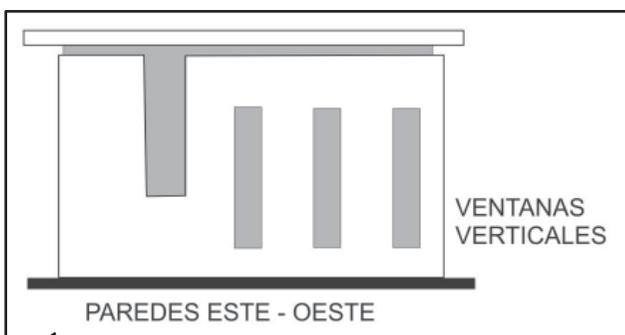
Una ventana adecuadamente colocada y dimensionada, es un factor nato de ahorro de energía. En días nublados y lluviosos, poca energía solar llegará a las habitaciones a través de las ventanas, en esos casos será necesario utilizar un sistema tradicional de calefacción.



Para ahorrar en iluminación, es necesario considerar dos instancias, el día y la noche, iluminar implica consumir energía y lo más apropiado es aprovechar la del sol todo lo que mas se pueda y reducir el uso de la energía eléctrica solo a las horas nocturnas.

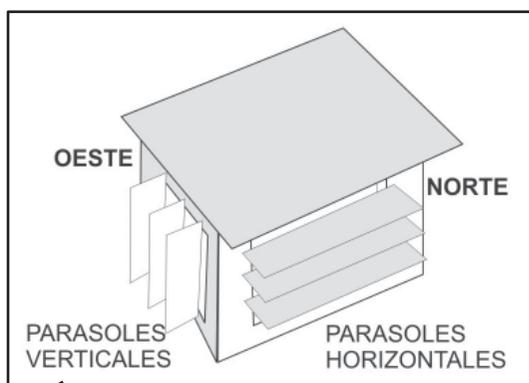
Una abertura al norte es lo más adecuado para iluminar, pero para hacerla útil se deberán utilizar elementos sombreadores horizontales para impedir en verano el paso directo de los rayos solares.





Posición de las ventanas según la orientación

Las ventanas verticales son más adecuadas para el este y el oeste. Las cortinas colocadas del lado interior de los vidrios no impiden que el sol entre y una vez convertido en infrarrojo quede atrapado generando calor. Es necesario frenarlo con algún tipo de protección exterior, natural o artificial. Las ventanas colocadas en las partes altas de los muros tienen mejor distribución de la luz cuando los locales son profundos. Se recomienda en ventanas de orientación este y oeste el uso de protecciones solares en posición vertical y en orientación norte horizontal.



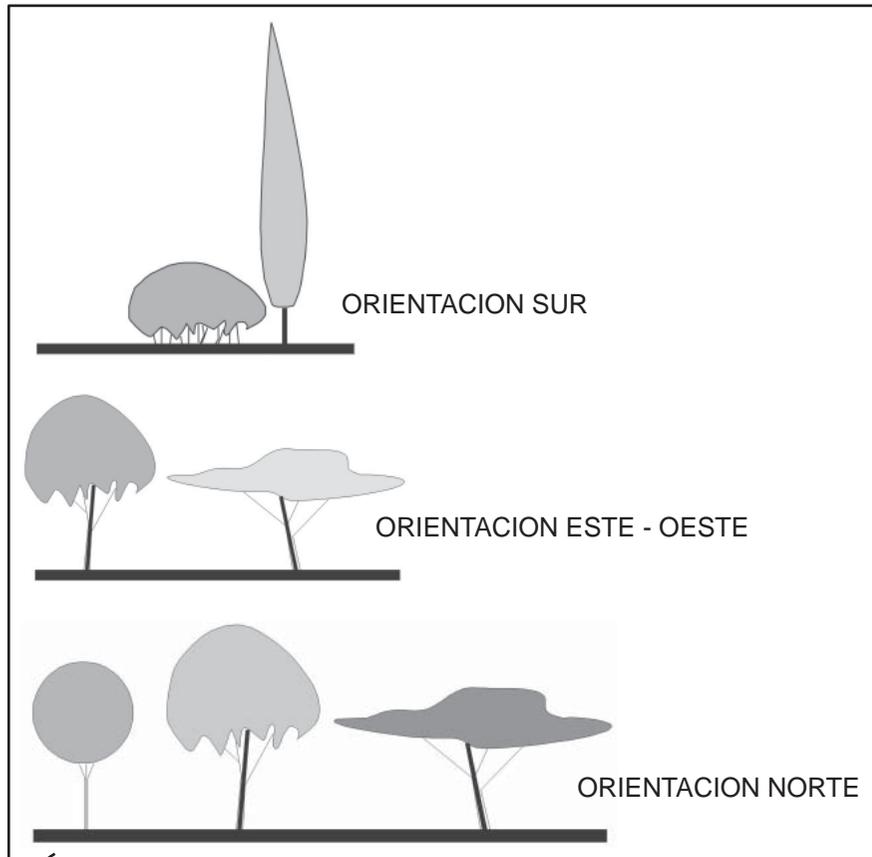
Dirección de las protecciones solares

Es beneficioso colocar ventanas cenitales protegidas de la radiación solar directa en los meses de verano y que permitan asoleamiento en invierno. Las paredes y cielorrasos pueden ser utilizados como difusores de luz, si el color es claro y la superficie no es texturada, reparte la iluminación en el ambiente haciéndola pareja y sin deslumbres. Se recomienda utilizar colores claros y materiales de baja capacidad térmica para celosías y protecciones solares.

La planificación de la iluminación es importante en el ahorro de energía. El diseño más eficiente de los sistemas de iluminación es el que coloca artefactos que provean la máxima iluminación necesaria para cada tarea, y no la máxima a todo un local por amplio que éste sea, porque ello significa derrochar energía. La distribución de las llaves de luz en casas o edificios, es también de gran significación, facilita el control de las luces por áreas.

La vegetación como ya mencionábamos, influye directamente en el condicionamiento interior y exterior de los edificios, se recomienda proteger con sombra las superficies exteriores durante el verano pudiéndose utilizar vegetación: Al norte colocar especies de hojas caducas, de altura mediana, copa en forma esférica, extendida, abanico u horizontal, para que den suficiente sombra en verano y en invierno dejen pasar los rayos solares. Al este u oeste, especies de hojas caducas, altura mediana o grande, copa en forma extendida u horizontal. Al sur arbustos y árboles en forma de pantallas verticales como cortina corta vientos, lo recomendable es la disposición en forma triangular en planta.





→ Especies según la orientación

De ser posible no se deberán proponer expansiones ni superficies transparentes en la orientación oeste, en caso de hacerlo, estarán protegidas por galerías o pérgolas de no menos de 3 m de profundidad. No se recomienda proponer expansiones al sur, en invierno no recibirán asoleamiento.

Es beneficioso crear zonas de expansión asoleadas para los días fríos, si son cerradas, galerías acristaladas (invernaderos) se preverá la protección con celosías para evitar pérdidas por la noche y la incidencia de los rayos directos en verano.

Aislar adecuadamente, es dar respuesta a cada situación climática particular,

no solo proteger los ambientes de las condicionantes exteriores, sino mantener los niveles de confort higrotérmico conservando la energía captada. El techo requiere una especial atención en cuanto a su comportamiento térmico por ser la superficie más expuesta a las incidencias climáticas, como las pérdidas más importantes se dan en él, requiere de mayores espesores y densidades de materiales aislantes en relación al resto de la envolvente. Además de las cubiertas se deberán plantear aislaciones suficientes en los muros orientados al oeste.

Será necesario minimizar las ganancias de calor a través de las superficies opacas de la envolvente en el periodo cálido y calefaccionar el edificio en forma pasiva a partir del aprovechamiento de la radiación solar en invierno.

En edificios de una sola planta el techo, es la superficie más extensa y en los de varios pisos se plantea que el diseño de la última planta deberá responder a situaciones diferentes que el resto. En nuestro país la temperatura superficial exterior de un techo puede elevarse a 80°C en verano (cuando el color de la cubierta es oscuro y el día claro), por ello el 50% de la carga térmica del local puede deberse al techo si éste no está aislado térmicamente. En invierno las pérdidas de calor son directamente proporcionales a la diferencia de temperatura y a la superficie expuesta.

En los cerramientos, los vidrios y carpinterías representan los elementos térmicamente más débiles. Los vidrios aislantes, doble o triple vidrio, son utilizados en forma generalizada. Las carpinterías pueden convertirse en los puentes térmicos de las ventanas si no se cuidan eligiendo aquellas lo suficientemente aislantes, como también pueden descontrolar el posible sistema de ventilación controlada si no se toma en cuenta la infiltración producida en los contactos, para evitarlo se requiere seleccionar carpinterías de alta hermeticidad.

El utilizar doble o triple vidrio, disminuye las pérdidas y ganancias de calor, en la zona fría se ahorra en calefacción y en la zona templada en calefacción y refrigeración.

PG 1
FICHA N°03

parte tres

BIBLIOGRAFIA

■ **Ley 13059/03.**

Acondicionamiento térmico de edificios.

■ **Decreto Reglamentarios 1030/10**

■ **Documento Técnico Acondicionamiento Térmico.**

Secretaría de Obras Públicas. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Dirección Nacional de Políticas Habitacionales. Dirección de Tecnología e Industrialización

■ **Pablo Azqueta- Patología y terapéutica de las condensaciones de Humedad en la Edificación.**

Seminario de la Construcción Industrializada- junio 2001- Calidad, patología y rehabilitación de edificios.

■ **Pablo Azqueta- Sistema de techo plano horizontal con aislación térmica superior, Techo invertido.**

Revista Vivienda, marzo 2003.488.

■ **Pablo Azqueta, Las mejores opciones para el aislamiento térmico de cubiertas.**

Asociación Argentina del Poliestireno Expandido.

■ **Pablo Azqueta, Acción Patológica del Agua en la construcción.**

La humedad como lesión, causas, efectos, medidas preventivas y soluciones-

Unidad de Investigación en “Calidad, Patología y Rehabilitación de edificios”. CaPRE, del Centro para la Promoción de la Investigación en Arquitectura CEPIA- Facultad de Arquitectura UNR.

■ **Paul Ulrich Bittner - Aislantes térmicos de plásticos celulares.**

■ **Jorge Czajkowski-Gómez Analía- Diseño Bioclimático y Economía Energética Edilicia- Fundamentos y métodos.**

Colección Cátedra. UNLP. 1994

■ **Jorge Czajkowski – Arq. Analía Gómez arquinstal.net- cómo ahorrar energía y proteger el medio ambiente.**

Cátedra Czajkowski – Gómez - FAU -UNLP.

■ **Gonzalo Guillermo- Sara lía Ledesma- Viviana María Nota. Habitabilidad en Edificios.**

Propuestas de Normas para Tucumán- ISN 987-43-2618-2 – Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente. Instituto de Acondicionamiento Ambiental. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán.

■ **Gonzalo G.E., “Manual de Arquitectura Bioclimática”.**

Ed. Arte Color, Tucumán, 1998, ISBN N° 950-43-9028-5. (pp. 498 y CD con 26 programas de computación) Los programas sobre coeficiente K y condensación, que responden a NORMAS IRAM y se utilizan para su verificación según la metodología indicada en la mismas, son de autoría del Dr. Arq. Guillermo E. Gonzalo y para la comprobación de su funcionamiento en distintas zonas climáticas y para centenares de casos de envolventes se contó con la colaboración de: Magíster Auditoría Energética Arq. Cecilia Fernanda Martínez, Arq. Sara Lía Ledesma y Arq. Viviana María Nota.

■ **Hoja de información técnica referida a techos.**

INTI – CITE. T.A Nota 1

■ **ISOVER- Ficha Información Técnica.**

Lana de Vidrio.

■ **Manual de la Construcción Industrializada.**

Revista Vivienda SRL.

■ **Horacio Mac Donnell /Patricio Mac Donnell. Manual de la Construcción Industrializada.**

Revista Vivienda SRL 1999

■ **Javier Neila -Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias.**

Madrid, octubre del 2000

■ **Normas IRAM. Comité de Acondicionamiento térmico de edificios.**

Norma IRAM N° 11549. Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario.

Norma IRAM N° 11601. Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total.

Norma IRAM N° 11603. Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

Norma IRAM N° 11604. Aislamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor.

Norma IRAM N° 11605. Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica "K" (como máximo los valores correspondientes a Nivel B).

Norma IRAM N° 11625. Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales.

Norma IRAM N° 11630. Aislamiento térmico de edificios. Verificación riesgo de condensación intersticial y superficial en puntos singulares.

Norma IRAM N° 11507-1. Carpintería de obra. Ventanas exteriores.

Requisitos básicos y clasificación.

Norma IRAM N° 11507-4. Carpintería de obra. Ventanas exteriores.

Requisitos complementarios. Aislación térmica

■ **John R. Vallentyne -Biosfera y enfoque ecosistémico.**

■ **Vicente Volantino UT. Habitabilidad higrotérmica-Characterización higrotérmica de los Materiales de Construcción.**

UT. Habitabilidad higrotérmica INTI.

■ **Vicente Volantino, José Víctor Moruga- Patologías Higrotermicas Existentes en cerramientos exteriores construidos con bloques huecos de hormigón o de material cerámico.**

Unidad Técnica habitabilidad higrotermica, INTI Construcciones.

■ **Vicente Volantino, Paula A. Bilbao. Uso racional de la energía.**

Ahorros mediante Aislamiento Térmico en la Construcción Unidad Técnica Habitabilidad Higrotérmica – INTI Construcciones –Arq. P. E. Azqueta, Ing. P. U. Bittner, Ing. A. Englebert, Ing. M.Schopflocher, Integrantes del Comité Ejecutivo de INTI Construcciones; Comisión de Trabajo URE en Edificios. INTI Construcciones. Julio de 2007.

■ **Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social.**

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaría de Obras Públicas. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. REVISIÓN 2006

■ **Normas Técnicas IVBA**

Capítulo Higrotermico.



▶ CONTACTOS

■ Instituto de la Vivienda de la Provincia de Buenos Aires

Avenida 7 N° 1267 e/ 58 y 59 – (1900) La Plata

Horario de atención: 9 a 15 hs.

Conmutador: (0221) 429-4900

web: www.vivienda.mosp.gba.gov.ar

■ Dirección General de Obras

(0221) 429-4965

■ Dirección de Estudios y Proyectos

(0221) 429-4968

■ Departamento Elaboración de Proyectos

(0221) 429-5188 / 89

e-mail: proyectosivba@yahoo.com.ar

■ Área Evaluadora de Sistemas Constructivos

e-mail: cativba@vivienda.mosp.gba.gov.ar

▶ EQUIPO DE TRABAJO

■ Autor

Arq. Andrea Lanzetti

■ Colaboradores

Arq. Lorena Clavijo

D.I. Ricardo Cortés

■ Corrección

Lic. Maria Isabel Prigrione Greco

Prof. Ramiro Larraín

■ Diseño

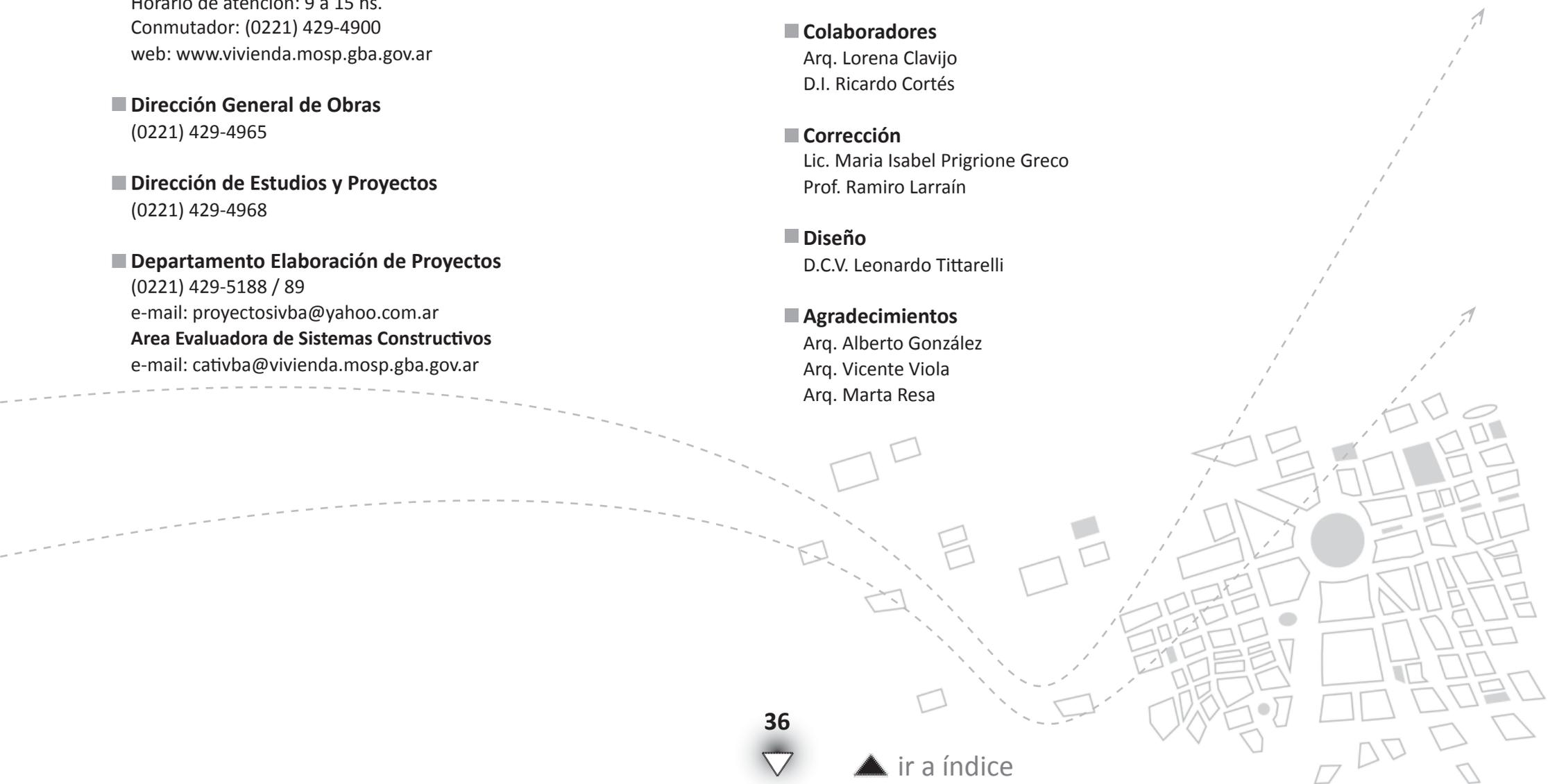
D.C.V. Leonardo Tittarelli

■ Agradecimientos

Arq. Alberto González

Arq. Vicente Viola

Arq. Marta Resa



TALLER VERTICAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS
CREMASCHI • MARSILI • SAENZ
APLICACION LEY 13.059

PC 1
FICHA N°03

2013

