

# USO RACIONAL

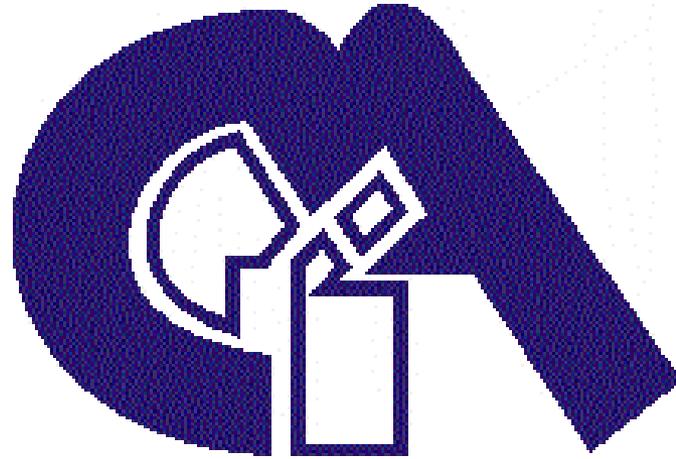
# Y

# EFICIENCIA

# ENERGETICA

# 4ta Parte





**Consejo Profesional de  
Arquitectura  
e Ingeniería de Misiones**



## **AUTORES**

**ING. en CONSTRUCCIONES ZULMA CABRERA**

**MMO. JOSE BARRIOS**

**ING. MECANICO ELECTRICISTA ALEJANDRO  
CUEVAS**

**ING. ELECTRICISTA EDUARDO SORACCO**

# EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

**Ing. Zulma Cabrera**

---

CPAIM



## **Calificación energética de viviendas**

Una **calificación energética para viviendas** es una medida de cuan energéticamente eficiente es una casa, utilizada principalmente en los países desarrollados.

La calificación de energía puede ser utilizada tanto para las viviendas existentes o nuevas. Si una vivienda existente posee una calificación energética será más sencillo implementar mejoras para aumentar su eficiencia energética. Los propietarios podrán utilizar el informe para determinar las formas más eficaces en las que puede mejorarse la eficiencia energética. Una vivienda nueva que cuente con calificación energética permite a los compradores comparar la eficiencia energética de los hogares que están estudiando la posibilidad de compra.

## El índice HERS.

Elaborado en los Estados Unidos de Norte América, es un índice relativo de energía que posee un máximo de 100 cuando se corresponde al estándar de la "American Standard Building" y un índice de 0 (cero) cuando el edificio no consume energía de la red.

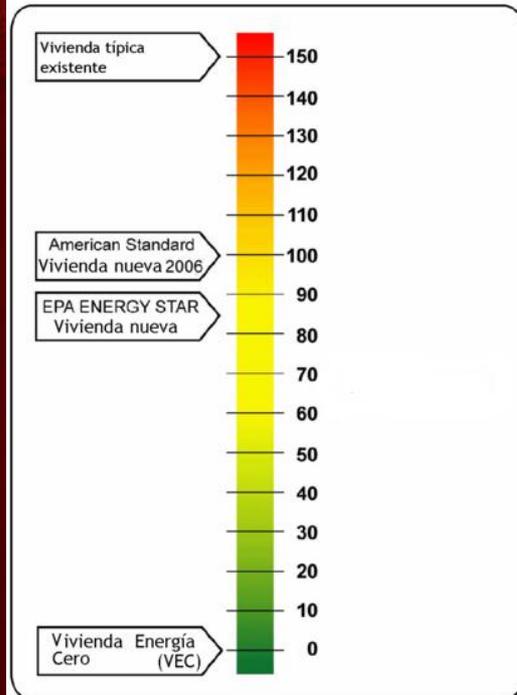
Una vivienda con calificación energética puede ser usada para medir la eficiencia energética de esta o estimar la eficiencia de una casa que está siendo construida o mejorada. Cuando una vivienda posee una calificación energética antes de ser construida y ocupada se la denomina: **Calificación de proyecto.**

Luego de ser ocupada y pasado un cierto período de tiempo, usualmente un año, se le realiza una Auditoría energética a fin de conocer los consumos reales de energía. Con esta información se le puede *Confirmar la calificación* y otorgarle el **Certificado energético definitivo.**

Desde ya las evaluaciones o auditorías energéticas toman en cuenta las diversas condiciones climáticas de cada ciudad, región o país. Cada país que implementa estas calificaciones cuenta con normativa nacional específica para cada parte del proceso de calificación hasta la obtención del Certificado energético definitivo.

# Tipos de Edificios Según su Consumo Energético

Indice HERS



**Edificios ineficientes:** aquellos construidos sin considerar las variables energéticas y climáticas

**Edificio eficiente:** es aquel que minimiza el uso de las energías convencionales (en particular la energía no renovable), a fin de ahorrar y hacer un uso racional de la energía.

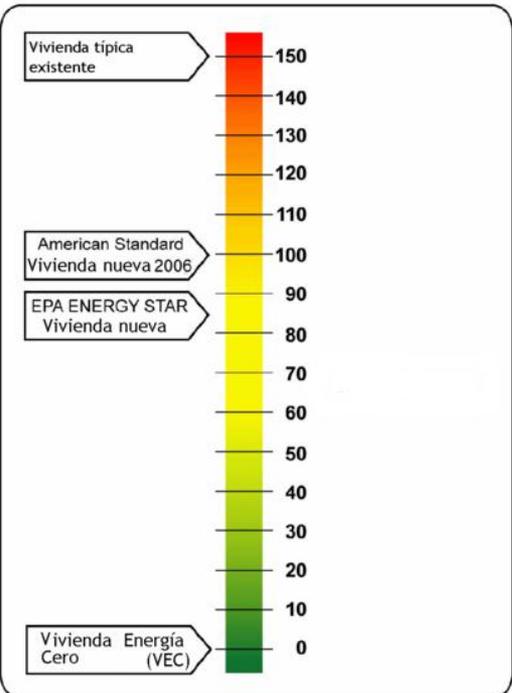
- **Edificio de baja energía:** debe consumir la mitad de energía que uno ineficiente
- **Edificio de muy baja energía:** utilizan típicamente altos niveles de aislamiento térmico, eficiencia energética, ventanas con doble o triple vidriado de baja emisividad (DVH), bajos niveles de infiltración de aire, uso de sistemas de recuperación de calor, entre otras estrategias

$$\eta = \frac{E \text{ útil}}{E \text{ total}}$$

- En la medida que el consumo de energía por unidad de producto producido o de servicio prestado sea cada vez menor, aumenta la eficiencia energética.

# Tipos de Edificios Según su Consumo Energético

Indice HERS



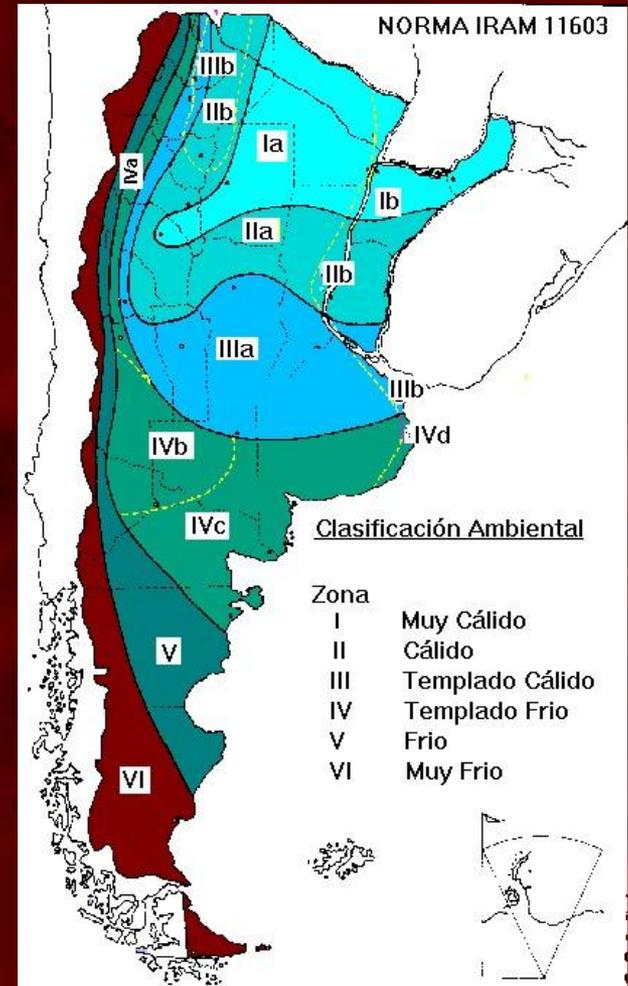
**Edificio Energía Cero:** es un término aplicado a edificios con un consumo de energía neta cercana a cero en un año típico. En otras palabras, la energía proviene del propio edificio mediante fuentes de energías renovables que deberá ser igual a la energía demandada por el edificio.

**Edificio Energía Plus:** produce más energía generada por fuentes renovables, en el curso de un año promedio, respecto de la energía importada de la red. Para esto se requiere una combinación de tecnología de microgeneración y un edificio de baja energía mediante la implementación de técnicas de diseño edilicio solar pasivo, aislamiento térmico junto a una cuidadosa elección del sitio y el emplazamiento.

# Clima

- ZONA Ib: Muy Cálida y húmeda
- Los valores de TEC media son superiores a  $26.3^{\circ}\text{C}$ , en el día típicamente cálido.
- Tiene amplitudes térmicas menores de  $14^{\circ}\text{C}$ .
- En la época caliente toda la zona presenta valores de temperaturas máxima superiores a  $34^{\circ}\text{C}$  y valores medios superiores a  $26^{\circ}\text{C}$ , con amplitudes térmicas siempre inferiores a los  $15^{\circ}\text{C}$ .
- La tensión de vapor mínima es de 1870 Pa (14 mm Hg) y aumenta según el eje Sur Oeste-noroeste. En el período invernal las temperaturas medias durante el mes más frío son algo superiores a los  $12^{\circ}\text{C}$ .

Podemos inferir razonablemente que alrededor de 4.000.000 (50% de las viviendas no deficitarias ocupadas del país), están ubicadas en la zona bioambiental III, correspondiente a un clima templado-cálido.



# Clima en el Nea

## •Recomendaciones de diseño según Norma Iram 11603:

Colores claros en paredes exteriores y techos.

Gran aislación térmica en techos y en las paredes orientadas al este y al oeste.

El eje mayor de la vivienda será, preferentemente, Este-Oeste.

Bajo todos los conceptos, deben estar todas las superficies protegidas de la radiación solar. Para las ventanas, si es posible, no orientarlas al Este o al Oeste, y minimizar su superficie.

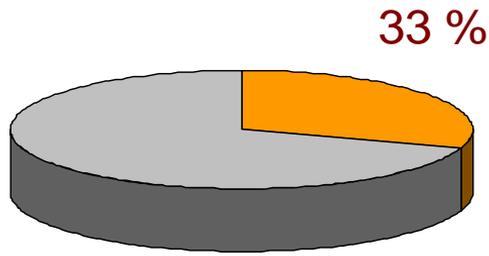
La ventilación cruzada de la vivienda es fundamental, dada la influencia benéfica de la velocidad del aire, para disminuir el "disconfort".

La existencia de espacios semi-cubiertos (galerías, balcones, terrazas, patios) que puedan ser protegidos de los insectos, sería sumamente conveniente; la necesidad de mosquiteros implica, contrariamente, una sensible reducción de la ventilación.

La necesidad de minimizar las superficies que miren al Oeste y al Este deberá tenerse en cuenta. En esta zona, el invierno reviste muy poca importancia, por lo que no será necesario prestar atención a este aspecto.

Deberá considerarse la necesidad de aprovechar los vientos dominantes y la creación de zonas de alta y baja presión que aumenten la circulación de aire.

## Energía Consumida en Edificaciones



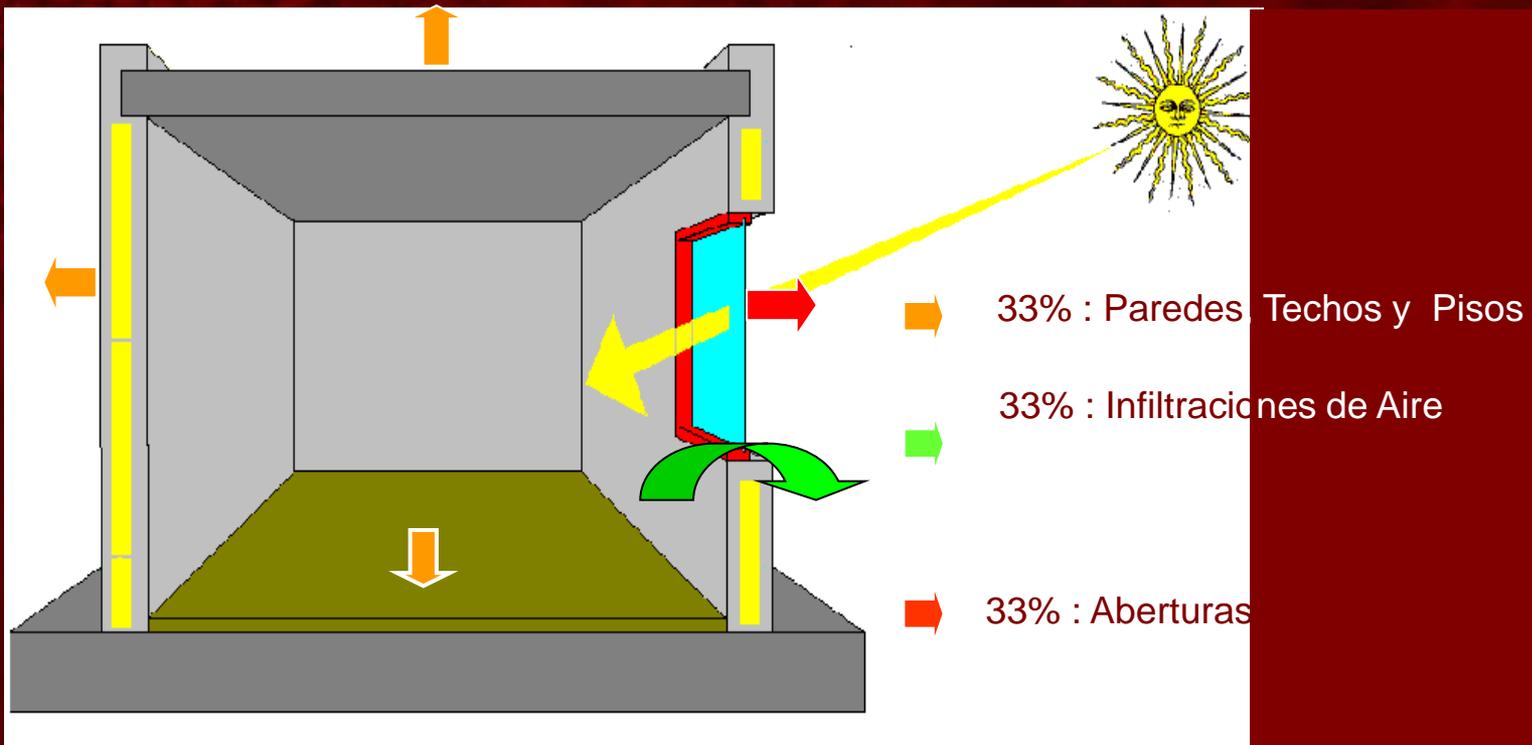
Se estima que aproximadamente un tercio de la energía producida en nuestro país, es consumida en y para el desenvolvimiento de los edificios.

## Consumo Medio de una Vivienda

Se distribuye de la siguiente manera:

- **39%** Calefacción – Refrigeración (este porcentaje se reduce con una mayor aislación térmica de la envolvente)
- **28%** Para calentamiento de agua sanitaria
- **21%** Electrodomésticos
- **12%** Iluminación

# Distribución de Pérdida de Energía en una Vivienda



# Coeficientes de la física de la construcción

- **COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD ( $\lambda$ ):** es un valor específico de cada material que significa la capacidad del material de conducir el flujo calórico, independientemente del espesor y de la situación constructiva del mismo. Su unidad es: “W/mK”, y cuanto menor es el valor numérico, mucho mejor es el efecto aislante. Se considera a un material como aislante cuando su valor de “ $\lambda$ ” es menor a 0,1 W/mK;
- **COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA (K):** es el valor físico del flujo calórico transmitido por un elemento constructivo, considerando su espesor total y de sus componentes, los componentes constituyentes (por ende los valores “ $\lambda$ ” de cada uno de ellos), su situación constructiva y su ubicación en la edificación. Su unidad es: “W/m<sup>2</sup>K”. Su denominación internacional es el “U”. El valor de “K” deja reconocer inmediatamente si un elemento constructivo deja fluir el calor o no desde el interior al exterior en invierno y viceversa en verano, por lo que permite estimar en primera instancia si una tecnología constructiva determinada es o no amiga del medio ambiente, pues por ejemplo, ante un valor alto de “K” en situación de “invierno”, se deberá incorporar energía calórica a la edificación para mantenerla calefaccionada, por lo que implica un alto dispendio de energía, pues la envolvente constructiva no cumple correctamente su función aislante al no mantener la temperatura interior en valores constantes sin necesidad de gastos energéticos extras. Lo mismo sucederá en situación de “verano”, o sea que la edificación no tendrá la capacidad aislante ante la carga térmica externa, por lo que se deberá realizar un dispendio energético extra con equipos de refrigeración.

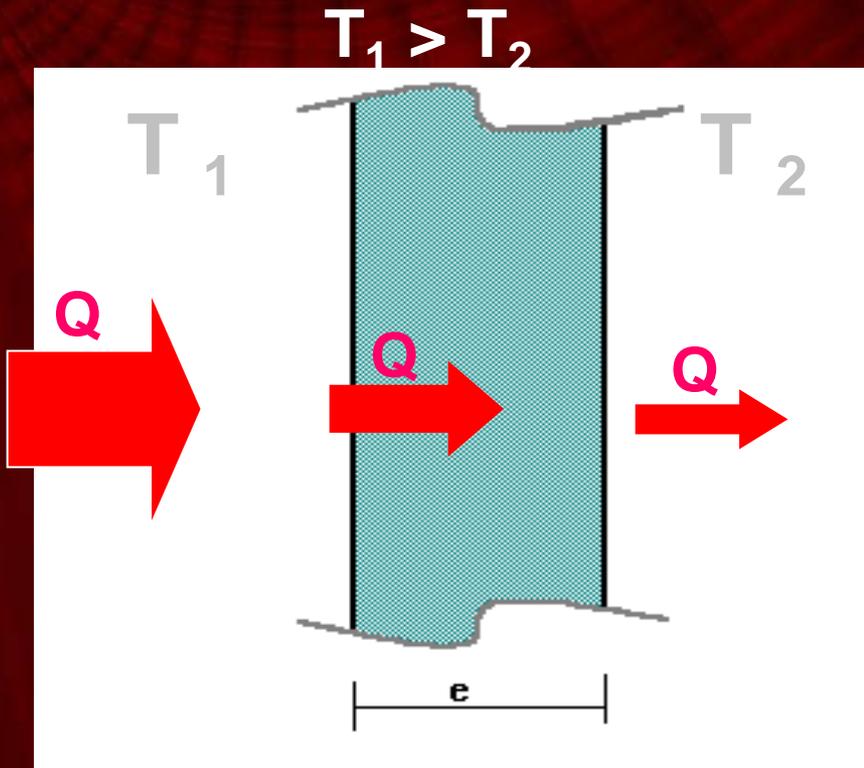
# Coeficiente de Conductividad

MATERIAL	ESPESOR (cm)
MATERIAL AISLANTE ( $\lambda = 0,04$ W/MK)	17
PLACA DE HORMIGÓN ARMANDO ALIVIANADA	51
PANEL DE MADERA DE PINOS	55
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO HUECO CERÁMICO	246
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO COMÚN CERÁMICO	344
TABIQUE DE HORMIGÓN ARMANDO	892

Fuente: *FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH*, Alemania & *ENERGIEAGENTUR NRW*, Alemania.

Necesidad de espesor (cm) de diferentes materiales de uso corriente en la construcción, con respecto a un material propiamente aislante de 17 cm de espesor con un “coeficiente de conductividad” ( $\lambda$ ) de 0,04 W/mK

# Coeficiente de Transmitancia Térmica



$$K = \frac{Q}{A} \times (T_1 - T_2)$$

$< K$

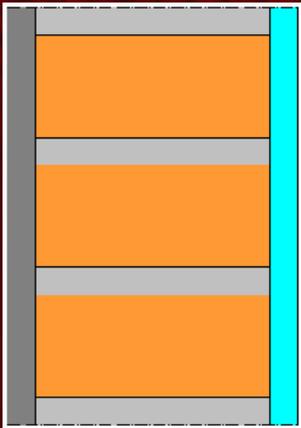


$< Q$



$<$  intercambio energético

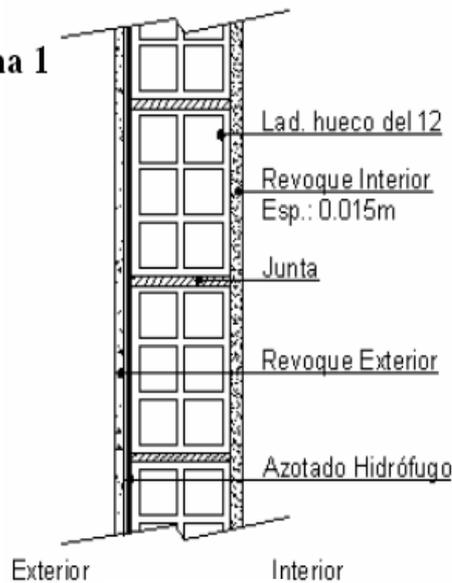
# Paredes Exteriores



Pared de 30 cm de ladrillo macizo

• $K = 1,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

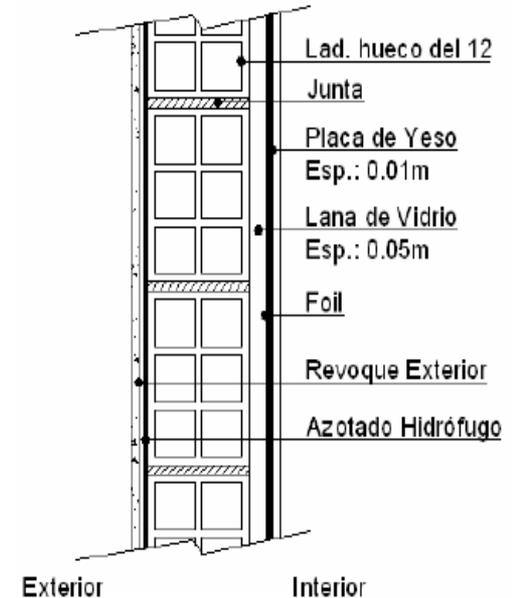
Sistema 1



Pared de ladrillo hueco

Sin aislación térmica

• $K = 2.1 \text{ W/m}^2\text{K}$



Con aislación térmica

•Espesor = 2 cm  $K = 1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$

•Espesor = 5 cm  $K = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$

# Valores máximos de transmitancia térmica determinados por la norma IRAM 11605

en W/m<sup>2</sup>K

Temperatura exterior de diseño (t <sub>ed</sub> ) [°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<sub>ed</sub> intermedios, los valores de K<sub>MAXADM</sub> se obtienen por interpolación lineal.

condiciones de invierno

Valores máximos de transmitancia térmica para muros en W/m <sup>2</sup> .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 en techos en W/m <sup>2</sup> .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

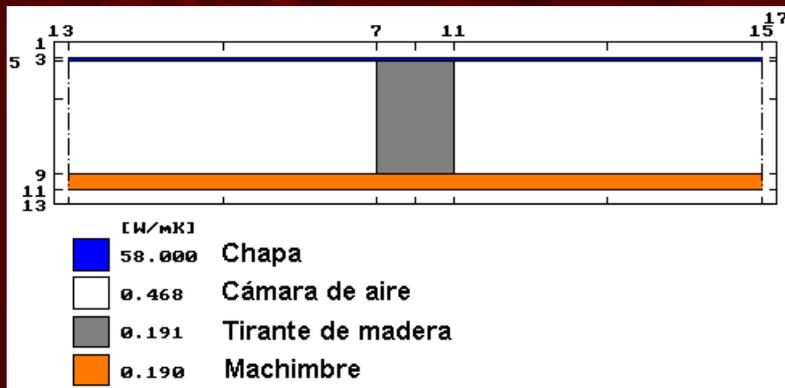
condiciones de verano

- Nivel A: Recomendado
- Nivel B: Medio
- Nivel C: Mínimo

# Techos

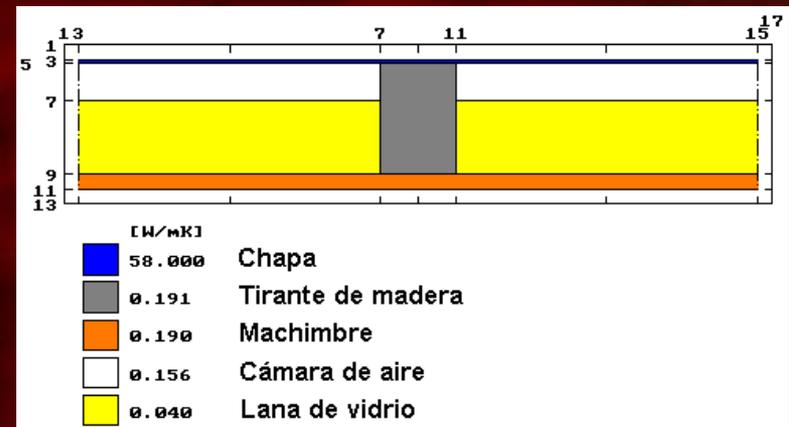
Es la parte de una vivienda que presenta una gran pérdida energética, ya que por su orientación es la que intercambia mayor transferencia de calor con el exterior

TECHO ORIGINAL



**K= 2.74 W/m<sup>2</sup>K**

TECHO CON 5cm AISLACIÓN TÉRMICA



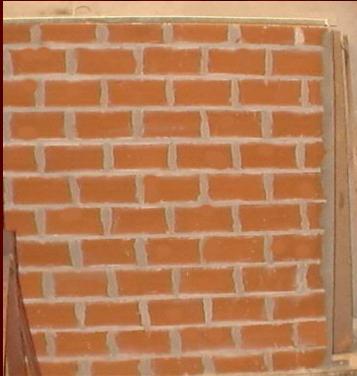
**K= 0.78 W/m<sup>2</sup>K**

La reducción por pérdida de calor por el techo puede llegar al 70%.

# Color

Es importante la terminación que presenta el cerramiento, ya que de esto depende la capacidad de absorber calor por radiación. Las superficies con colores claros poseen un coeficiente de absorción de menor valor que las de colores oscuros, alcanzando éstas últimas temperaturas mayores debido a la intensidad de radiación solar incidente.

A mayor Absorción      Mayor Q



• Referencia color medio  
(Rojo Teja cerámica)  
 $a = 0,7$



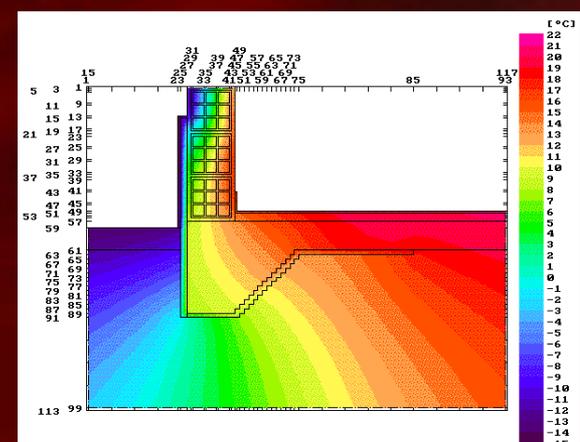
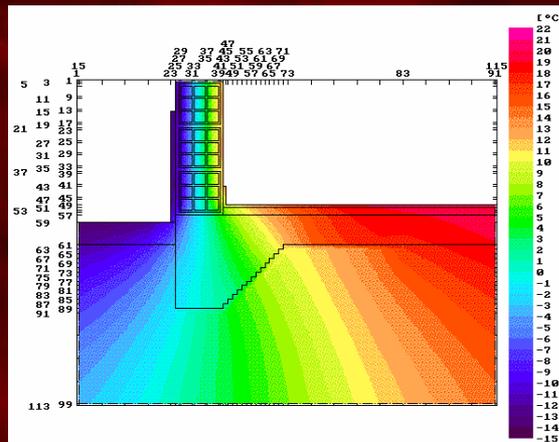
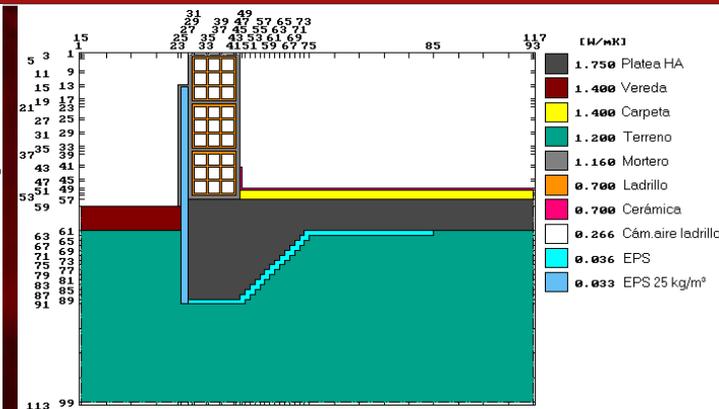
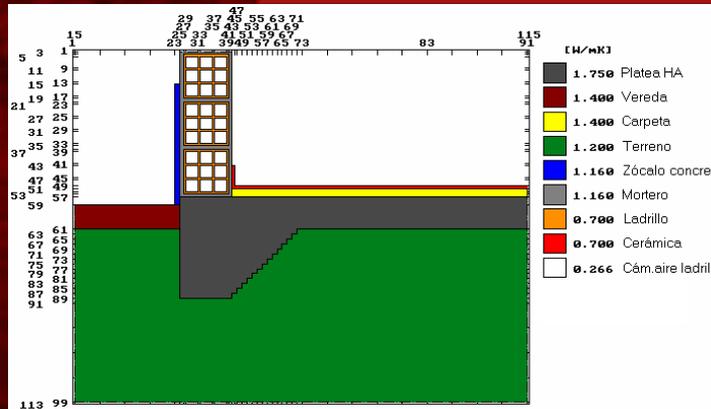
• Color oscuro  
( $Q > 17\%$ )  
 $a = 0,87$



• Color claro  
( $Q < 50\%$ )  
 $a = 0,23$

# Pisos

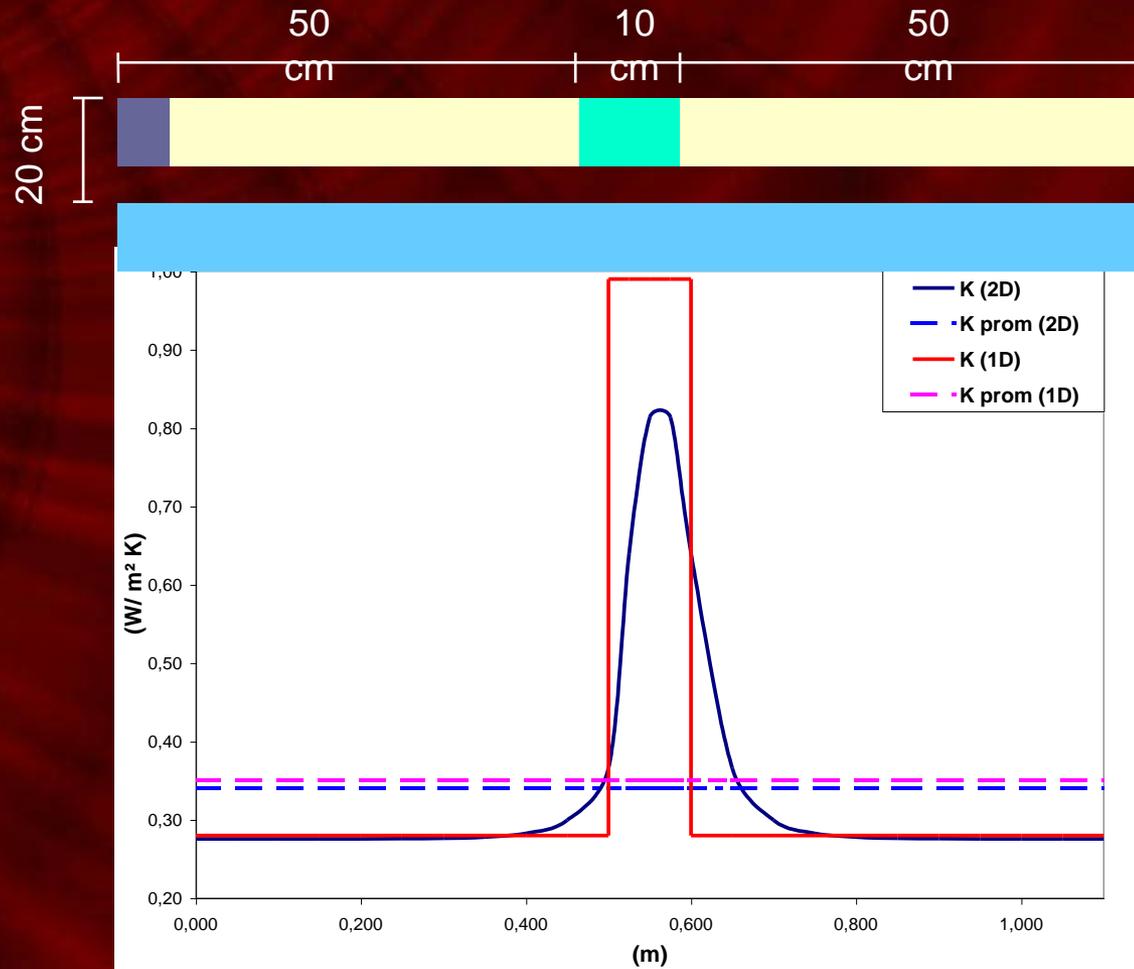
Es conveniente que se encuentren aislados, si bien no es necesaria toda su superficie, se recomienda utilizar material aislante térmico en forma perimetral del contorno, abarcando una franja de aprox. 1 metro y con un espesor mínimo de 1,5 cm.



Reduciendo 100% la transmitancia térmica del piso, sólo se disminuye la pérdida de energía en 10%.

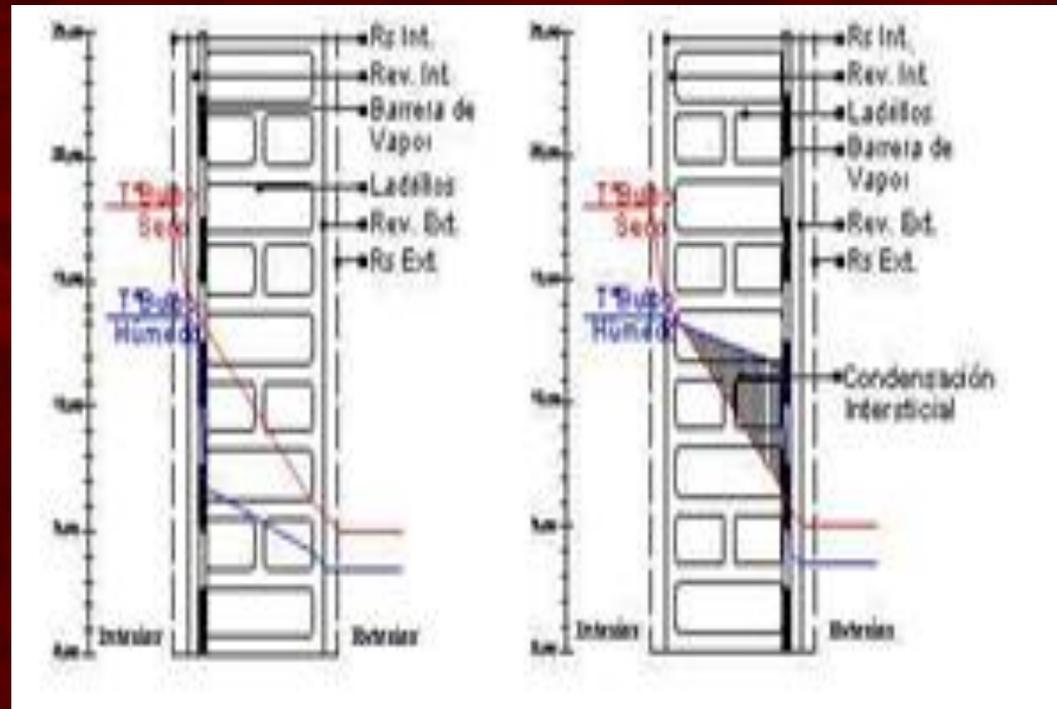
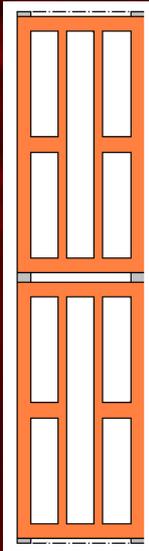
# Puentes Térmicos

En configuraciones de fachada con técnicas de construcción tradicional a través de los puentes térmicos, se puede perder por calor hasta un 20% de la energía total de pérdida del edificio

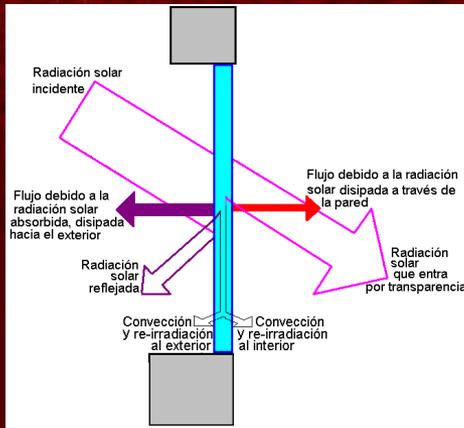


# Condensaciones de Humedad

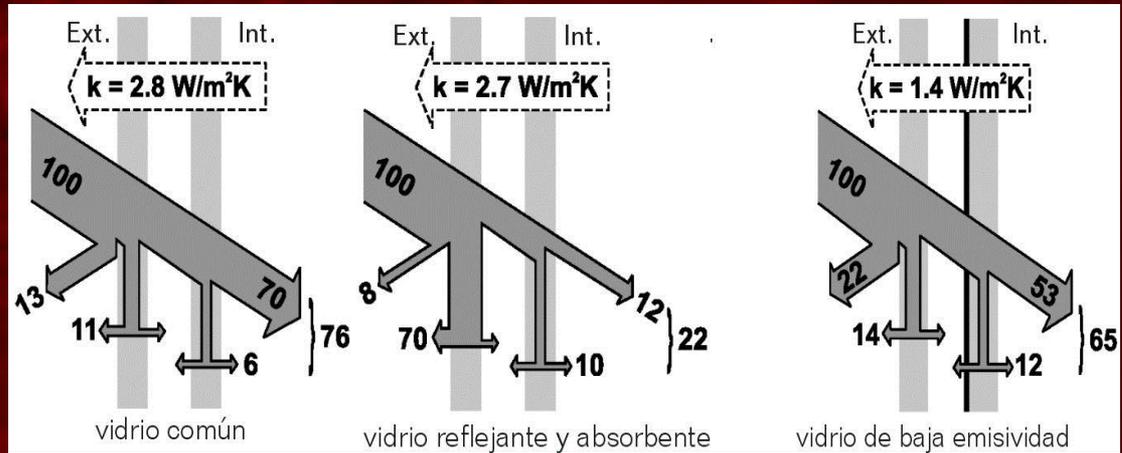
La condensación de humedad existente en un cerramiento, modifica las propiedades de los materiales componentes, aumentando la transmitancia térmica del cerramiento y agravando el fenómeno de condensación. Existe mayor caudal de pérdidas de calor al exterior y por lo tanto, mayor consumo de energía.



# Elementos Vidriados



**Vidrio simple incoloro**  
( $K = 5,8 \text{ W/m}$ )



**DVC:**  
ahorro 52%

**DVH con Low-E:**  
ahorro 69%

**DVH con Ar:**  
ahorro 74%

**Utilización de protecciones solares: (Persianas, cortinas gruesas, etc)**

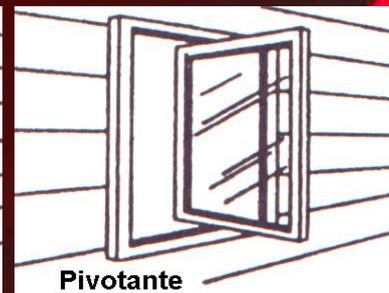
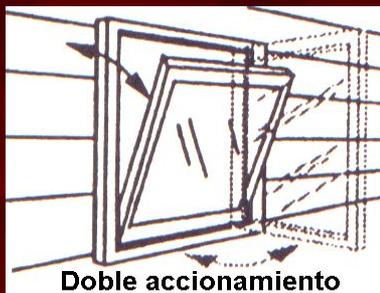
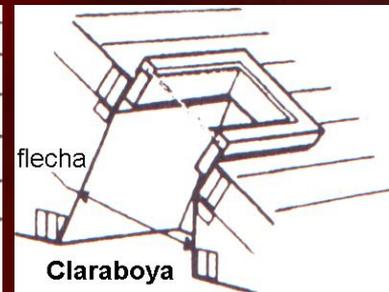
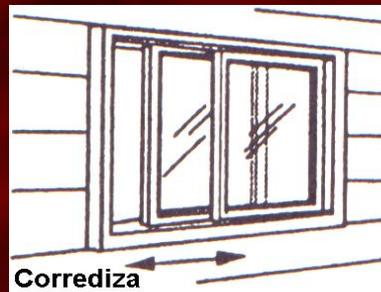
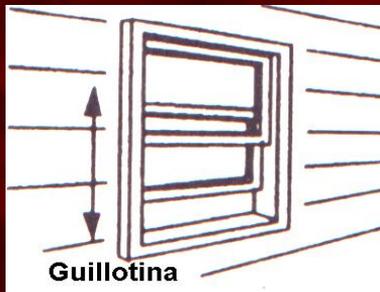
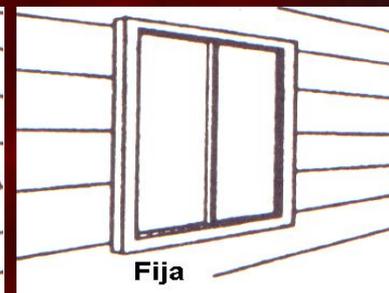
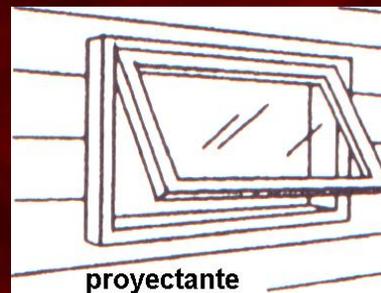
**Vidrio simple incoloro**  
Ahorro 64%

**DVH:**  
ahorro 73%

Cuanto mayores sean las dimensiones que posean las aberturas, más incidencia tendrá este sobre el ahorro de energía en el total del edificio.

# Carpinterías

Carpintería	Fija Vidrio Simple	Fija DVH	Operable DVH
Aluminio	6,4	3,0	4,1
Al con RPT	6,1	2,6	2,9
Madera/ Plástico	5,6	2,2	2,4
Plástico con relleno de fibra de vidrio	5,4	2,1	2,1



# Edificios de Fachadas Vidriadas

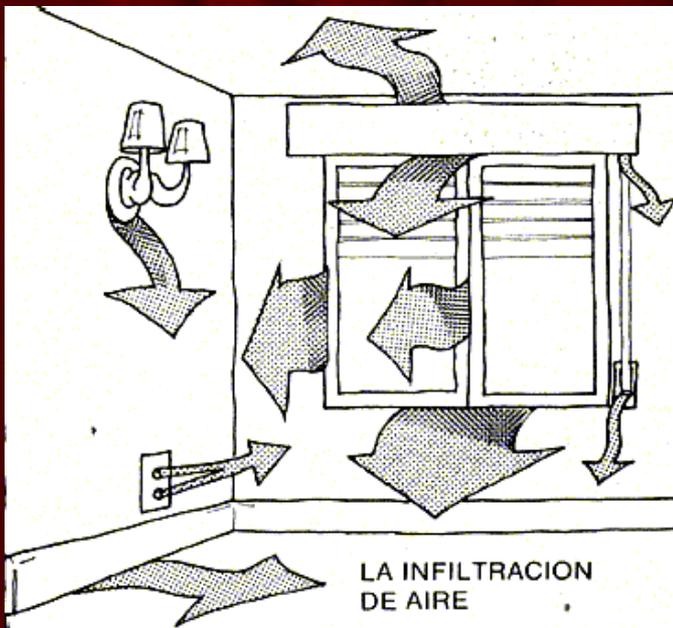
Representan verdaderos sistemas consumidores de energía. Los edificios con enormes muros de vidrio reemplazando a las paredes, van a gastar tres veces más que uno de construcción tradicional y seis veces más que uno convenientemente aislado.



# Infiltración de Aire

Las infiltraciones son flujos descontrolados del aire exterior que ingresan al edificio por hendidias u otras aberturas no intencionales, como así también mediante el normal uso de apertura y cierre de la puerta de entrada.

Las pérdidas de calor causadas por infiltraciones de aire pueden representar hasta un 30 % de las totales de un edificio.

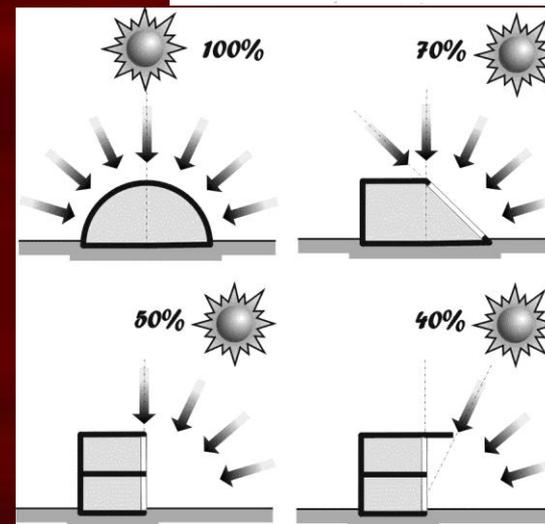
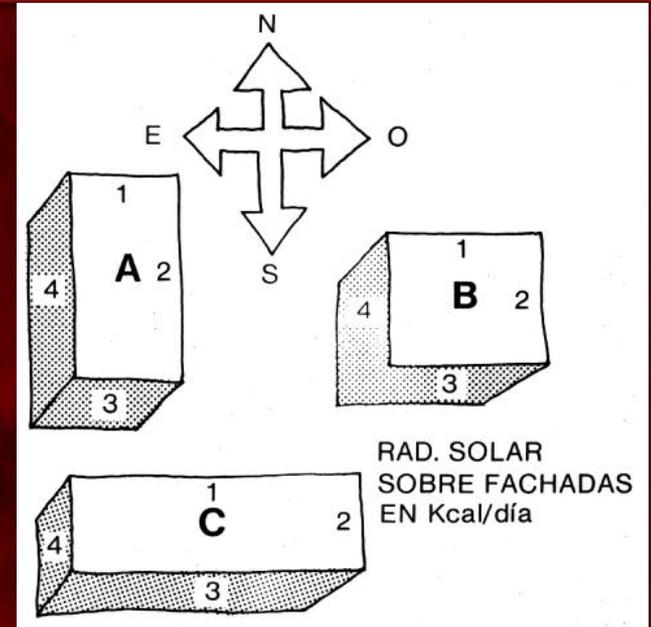


Carpintería estándar aproximadamente:  $3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ídem con burletes adecuados: de  $0,35$  a  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

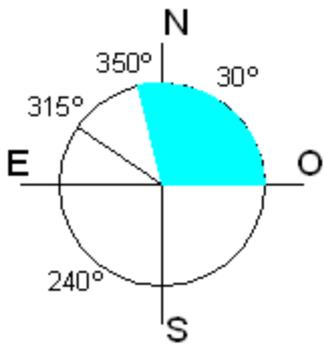
# Diseño - Forma

La forma del edificio tiene gran incidencia en los consumos de combustible para calefacción y refrigeración, que dependerán de la rigurosidad del clima en el cual está localizada la vivienda, pero en general las formas posibles pueden relacionarse con las ganancias y pérdidas de calor. 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. Esta superficie de alargamiento, estará relacionada con el clima. Cuanto más frío, menos alargamiento (más compacto) y con bajas pérdidas. En climas cálidos, el concepto es el inverso; alargar las viviendas y permitir a través de las ventanas un amplio barrido de 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



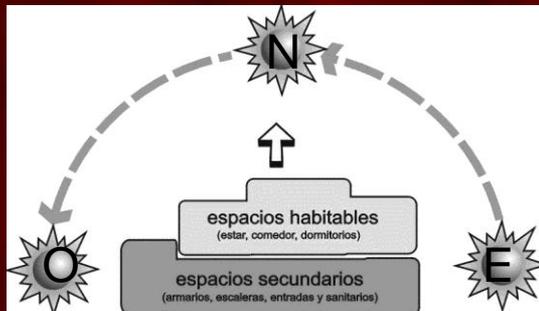
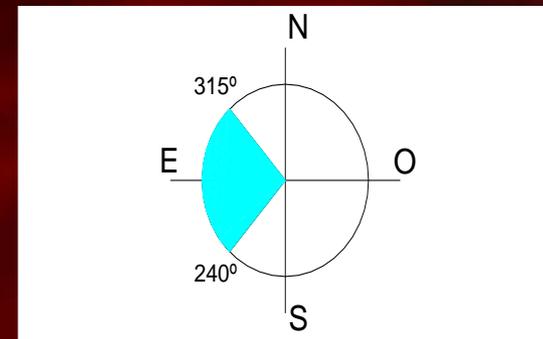
# Diseño - Orientación

ZONA BIOAMBIENTAL Ib MUY CÁLIDA Y HÚMEDA 60' LATITUD SUR



Orientaciones con protección solar necesaria

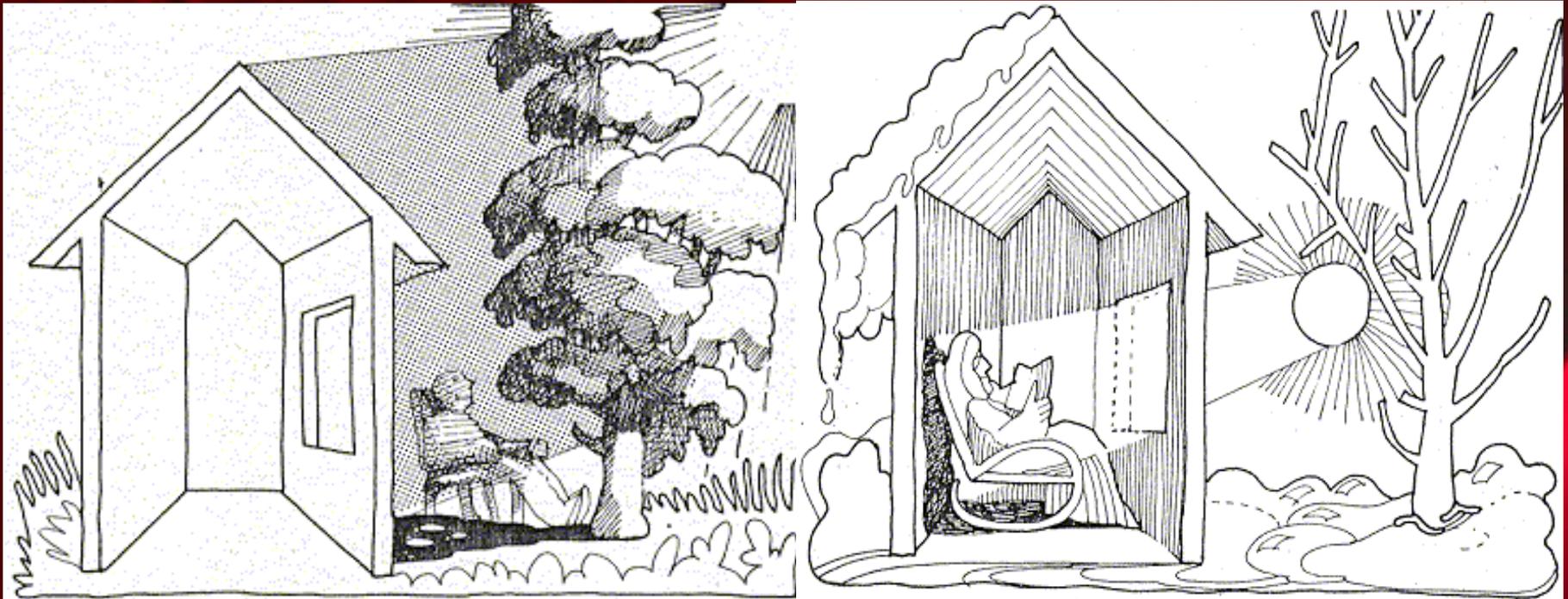
Orientaciones donde se reciben como mínimo 2 horas de asoleamiento



Orientaciones.  
Favorables y óptimas

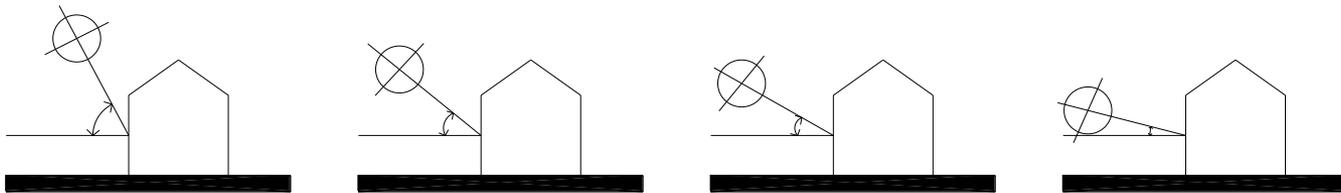
## Acceso al Sol: Vegetación

Para contar con un edificio "ahorrativo", el primer factor a considerar es la incidencia del sol. Para el verano, un árbol o planta que proyecte sombra sobre un edificio o ventana, puede ser la diferencia entre confort y discomfort. Evidentemente, los árboles de hojas caducas son el ideal para esta situación. Con hojas en verano, sin hojas y dejando pasar el sol en invierno



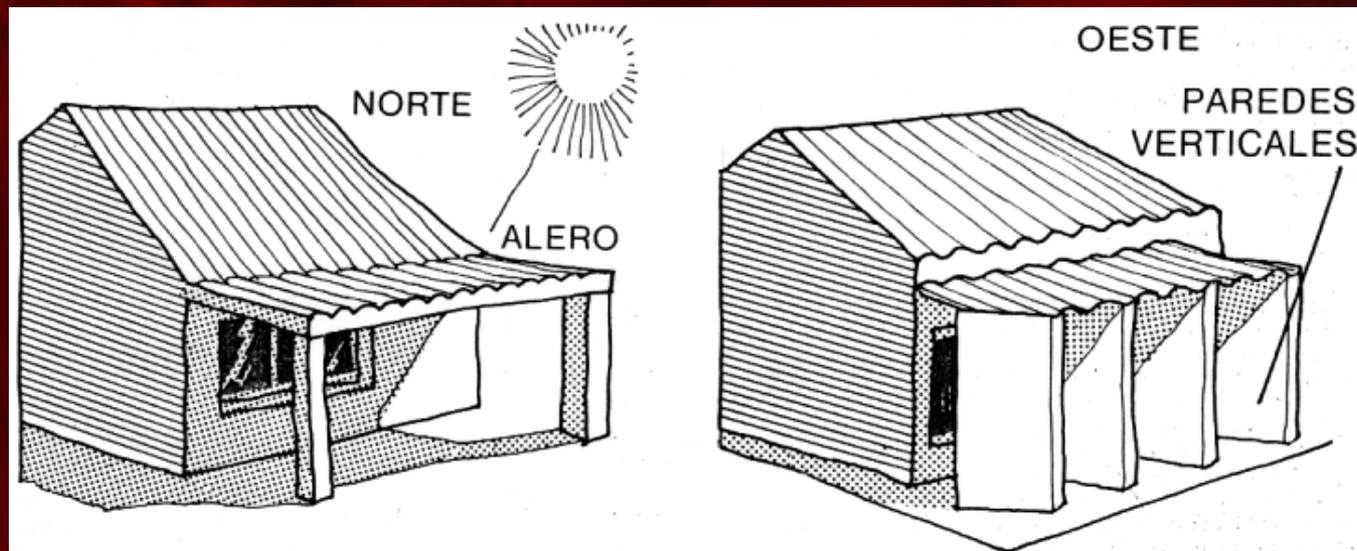
# Acceso al Sol: Radiación Incidente

La radiación solar incidente sobre un plano vertical en condiciones de invierno, asumiendo cielo claro e iguales valores de nubosidad y heliofanía, define diferentes ángulos para las distintas latitudes.



# Parasoles

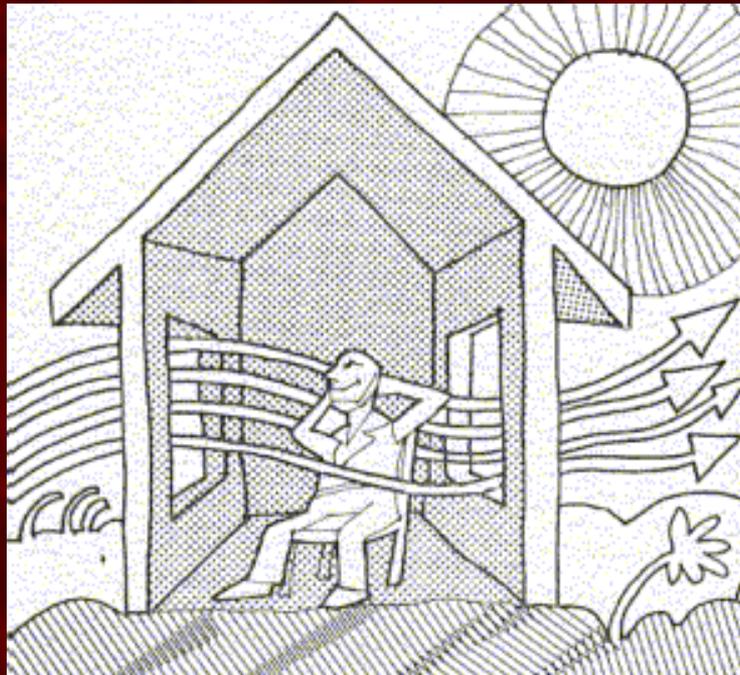
En la Argentina, los climas templados abarcan desde los 20° hasta los 40° de latitud sur, de tal forma que la mayor concentración de población se encuentra en dicha área. Es de interés, por consiguiente, tener en cuenta que el invierno tiene menor o igual importancia que el verano. En general son más los días de calor que los de frío. Hay que cuidar mucho las ganancias de calor en las casas y edificios. Una ventana mal orientada y de gran superficie, puede ser la diferencia entre un local inaguantablemente caluroso y otro que no lo es. El sol se evita sólo con elementos sombreadores. El oeste es la peor orientación, por lo que los rayos solares deberán ser detenidos mediante persianas o postigones.



# Ventilación

El viento tiene direcciones, preferenciales, según la estación sopla la mayor parte del tiempo desde una determinada dirección.

El viento servirá para remover el calor indeseable acumulado en un ambiente. Pero para ello, deberemos orientar las ventanas de manera tal que, en verano el viento cruce la habitación, ventilándola. En invierno, ese mismo viento deberá evitarse, cerrando las ventanas.



# RECOMENDACIONES

Mantener puertas y ventanas cerradas. Abrirlas solo cuando sea indispensable renovar el aire.

Tapar y sellar todo tipo de hendiduras para asegurar que el aire acondicionado quede perfectamente aislado.

Revisar que los ductos estén debidamente aislados si el aire acondicionado es integral.

La aislación térmica puede representar un costo inicial elevado ,pero significa que los equipos de calefacción y de aire acondicionado sean menores, que al no tener el recinto lo suficientemente aislado. Y lo peor es que en el tiempo la perdida energética implica una perdida económica que supera con creces la inversión inicial realizada por la aislación.

Es necesario recordar que la matriz energética Argentina es de origen térmico no renovable y su ahorro implica el uso para otras aplicaciones como por ejemplo la industria, y además que el sistema energético sea mas durable en el tiempo, con la consiguiente retardo de inversiones.

La perdidas de calor causadas por filtraciones pueden llegar a representar hasta un 30% de la perdidas totales, en un edificio. Se deben colocar burletes u otros materiales de comportamiento similar.

El aislamiento térmico permite ahorrar hasta un 50% de la energía que se utiliza para calefacción y o refrigeración.

# Conclusiones Finales

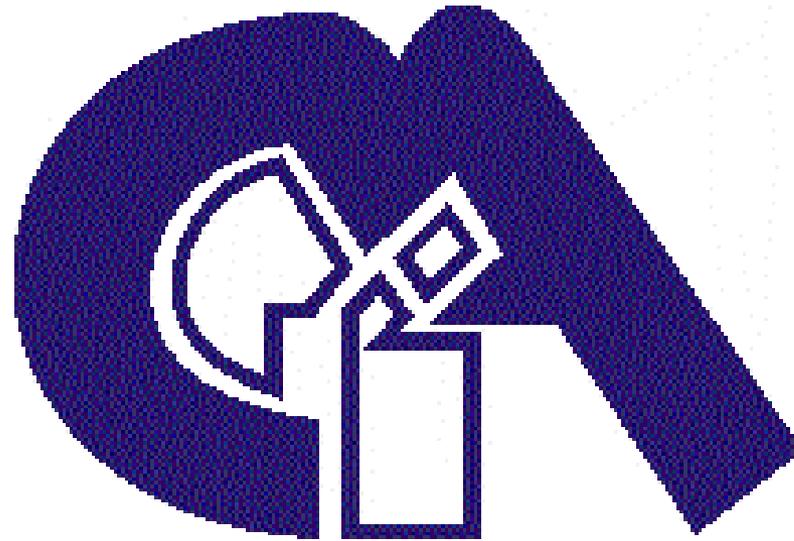
**Se puede aplicar tanto a construcciones existentes como en aquellas a construir.**

**Ahorrar energía en una vivienda construida es mucho más difícil.**

**En un edificio a construir se puede intervenir desde la etapa de proyecto, planificando su ubicación, diseño y construcción, con el objeto de utilizar técnicas apropiadas..**

# Bibliografía

- INTI – Construcciones
- Universidad Nacional de La Plata (UNLP)
- Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)
- Internet
- Sensoar
- Fundacion Universitaria Iberoamericana (Funiver)
- IRAM 11603



***el CPAIM***

***AGRADECE SU ATENCION***

**[www.cpaim.com](http://www.cpaim.com)**

**[cpaim@arnet.com.ar](mailto:cpaim@arnet.com.ar)**