

# Optimización energética en edificios

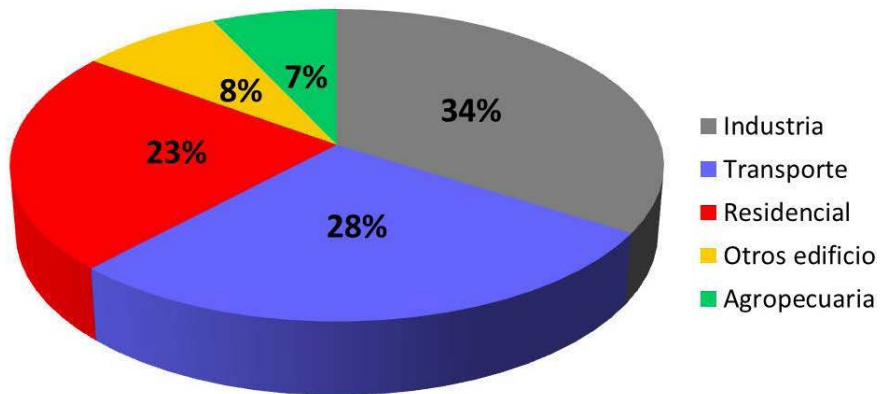
**Ordenanza N° 8757/11**

Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética  
de las construcciones de la ciudad de Rosario.

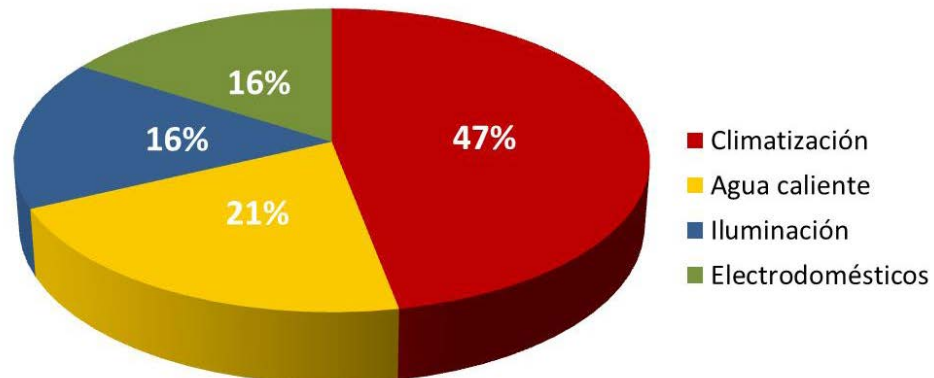
Materialidad III - Cátedra Dr. Arq. E. Di Bernardo  
J. Vazquez – 2016

# Consumo de energía de funcionamiento en edificios

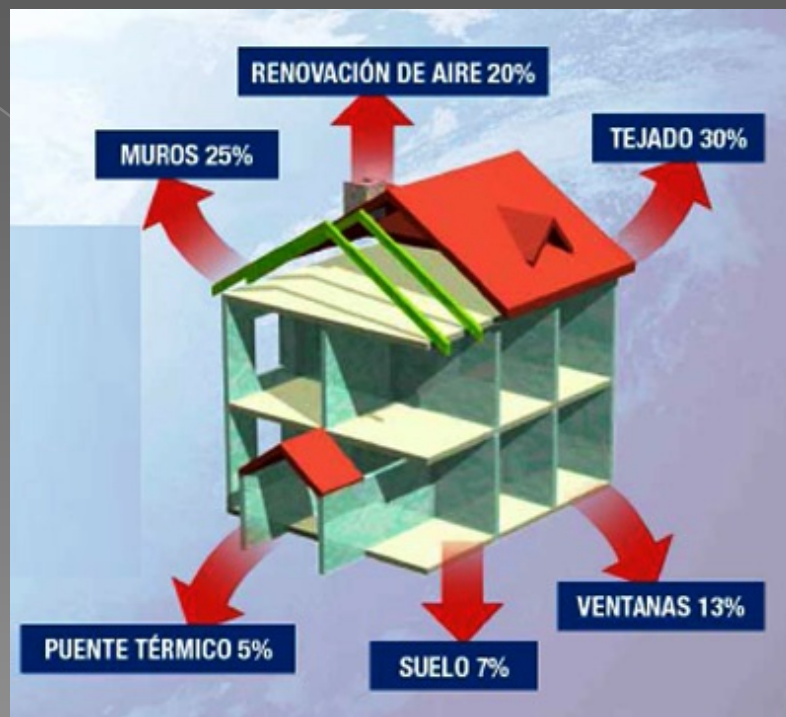
## Balance Energético Nacional



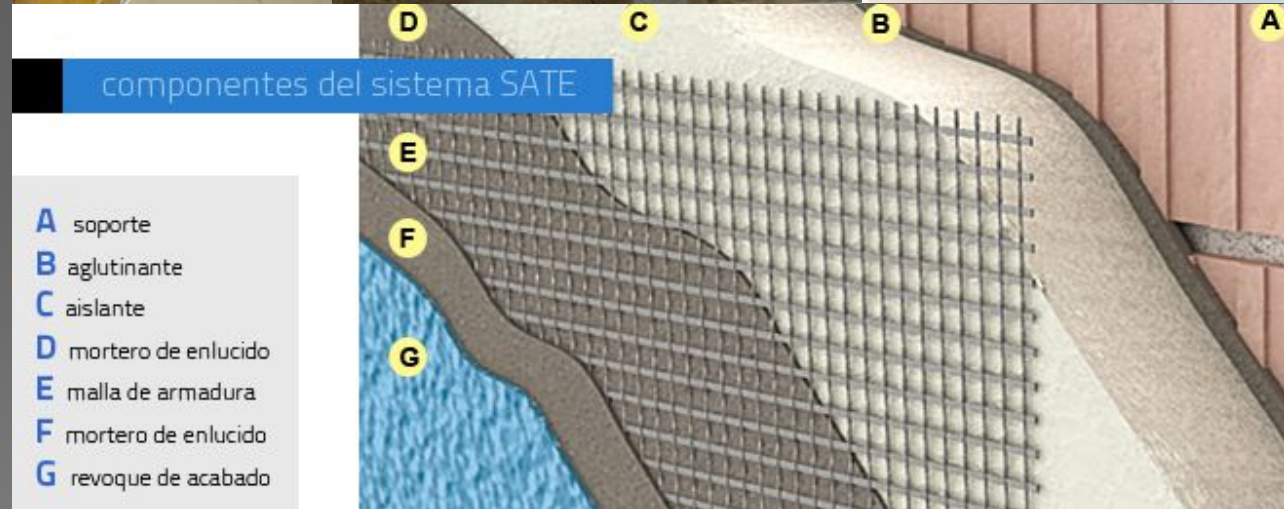
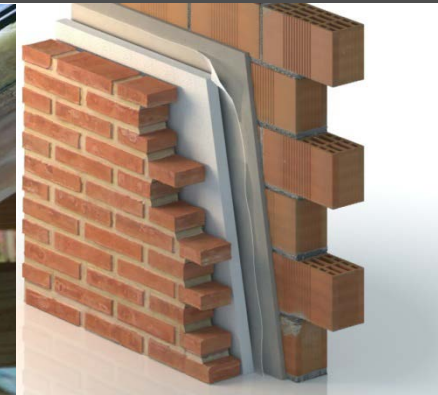
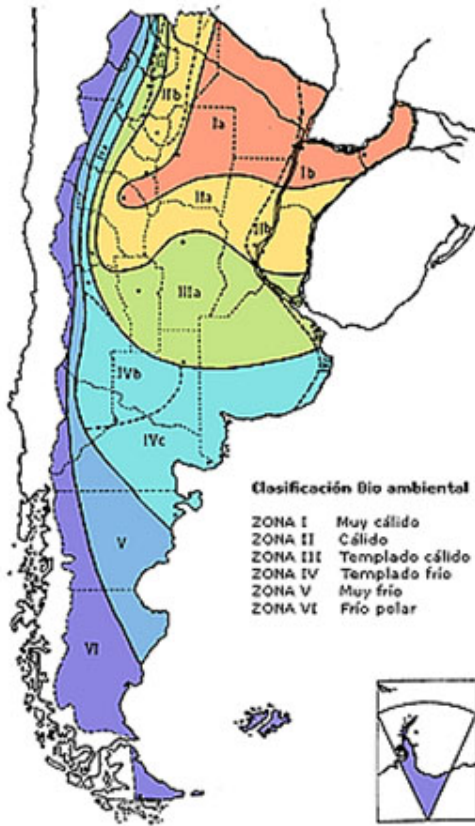
## Distribución promedio del consumo energético de una vivienda



Fuente: Sec. de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Fuente: INE/IDEA



Datos climáticos para Rosario según Norma IRAM 11603 /2012  
Zona bioambiental III . Templado cálido



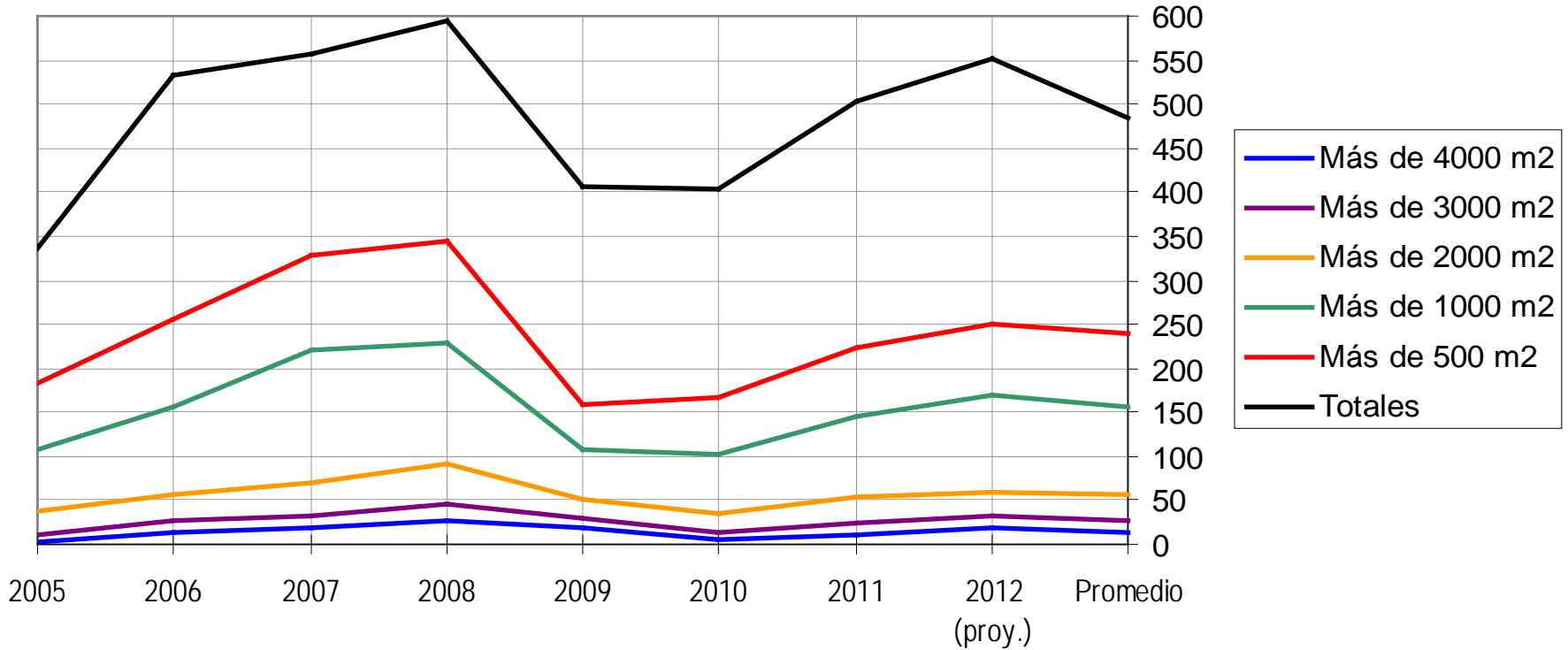
**Calidad de diseño**  
**Calidad de construcción**

Establece la obligación de analizar y optimizar las envolventes del edificio con el fin de reducir el consumo de energía para acondicionamiento térmico tanto en calefacción como en refrigeración.

**Gradualidad de aplicación temporal: *por escala y por nivel de exigencia***

Decreto Reglamentario 985/13

Permisos de edificación (últimos 7 años)

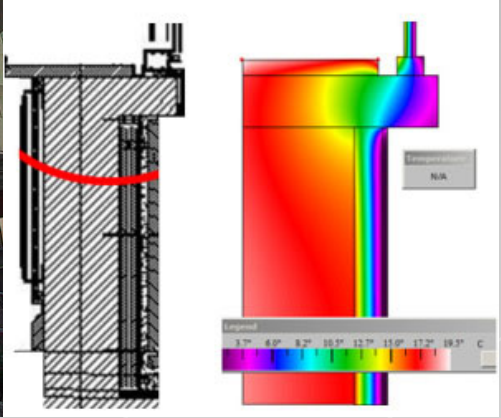
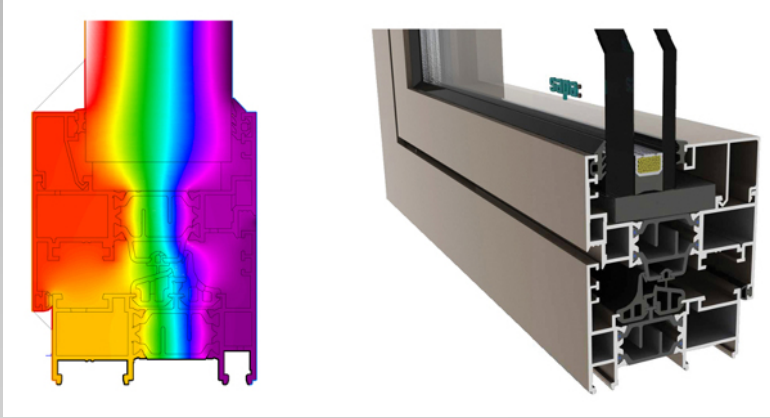
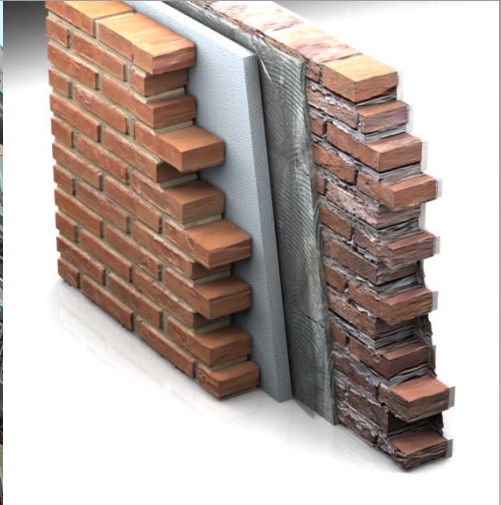
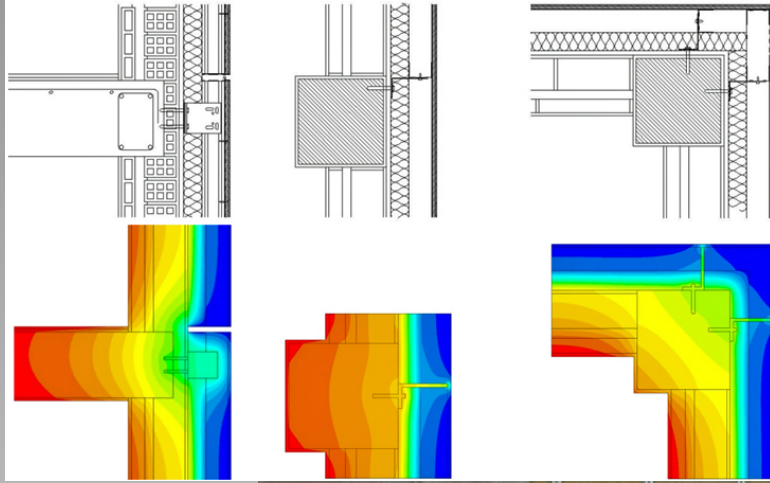


**Transmitancia térmica (K) Factor de exposición solar (Fes)**

**Control de condensaciones superficiales e intersticiales**

**Infiltraciones y Puentes térmicos (flujos transversales y laterales)**

**Demanda energética de acondicionamiento (G)**



**Transmitancia térmica (K)    Factor de exposición solar (Fes)**  
**Control de condensaciones superficiales e intersticiales**  
**Infiltraciones y Puentes térmicos (flujos transversales y laterales)**  
**Demanda energética de acondicionamiento (G)**

## ECUACION DE EQUILIBRIO TERMICO:

$$H = (\Delta T / R_T) + (E \alpha R_e / R_T) + (E \tau)$$

(temperatura del aire)

(sol absorbido)

(sol transmitido)

- + **Ce n° ΔT Vol** (ventilaciones y/o infiltraciones)
- + **Metabólicas** (personas, animales)
- + **Gas** (+ vapor de agua)
- + **Eléctricas** (PC, motores, resistencias)
- + **Iluminación**

Transmitancia térmica (K) Factor de exposición solar (Fes)

Control de condensaciones superficiales e intersticiales

Infiltraciones y Puentes térmicos (flujos transversales y laterales)

Demanda energética de acondicionamiento (G)

**Transmitancia térmica (K) de las envolventes****W/m<sup>2</sup>K****Valores  
“standards”****Valores a exigir****Techos****1,30 a 2,40****0,38****Paredes exteriores****1,95 a 2,85****0,74****Ventanas****5,82****2,80****Paredes a locales no acondicionados****1,85****1,60****Vidriados + 60 % y en techos o / – 60°****1,80****Valor medio ponderado pared-ventana****1,80**

Transmitancia térmica (K) de las envolventes

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

Valores  
“standards”

Valores a exigir

Techos

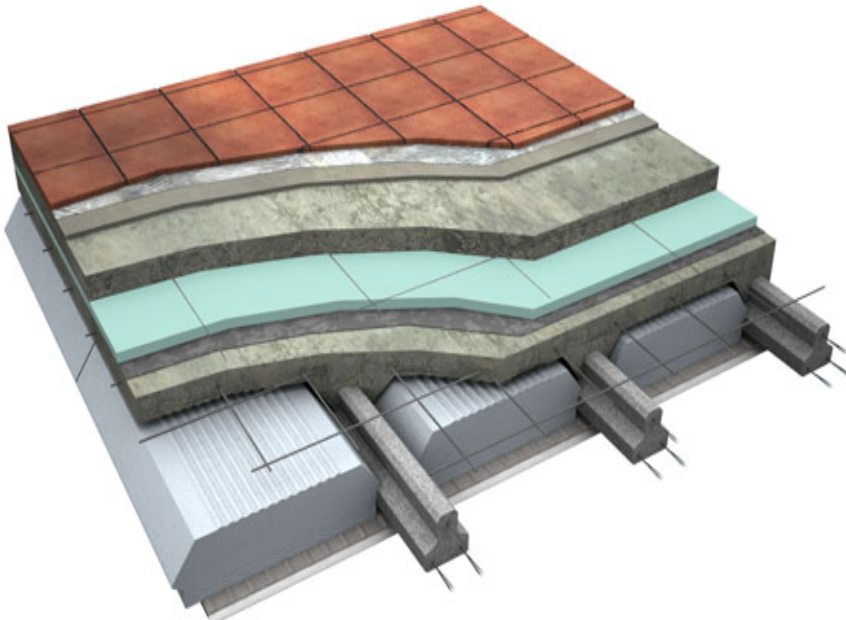
1,30 a 2,40

0,38

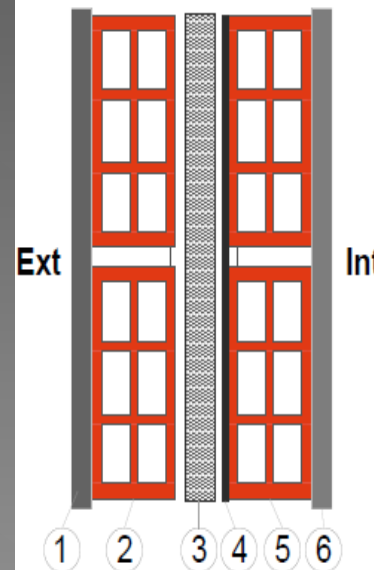
Paredes exteriores

1,95 a 2,85

0,74



Muro LH8D. EPS



CAPAS

AIRE EXTERIOR

- 1- Revoque exterior 0,02m.
- 2- Ladrillo Hueco Cerámico 0.08m.
- 3- Poliestireno expandido 0.020m; 20Kg/m<sup>3</sup> densidad.
- 4- Emulsion Asfáltica como barrera de vapor
- 5- Ladrillo Hueco Cerámico 0.08m.
- 6- Revoque Interior 0,020

AIRE INTERIOR



Transmitancia térmica (K) en ventanas

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

Ventanas

5,82

2,80



Vidrio simple con cortina exterior



DVH 6+12+6 o DVH 3+6+3 + cortina interna

Transmitancia térmica (K) en ventanas

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

Fachadas + de 60 % vidriadas

5,82

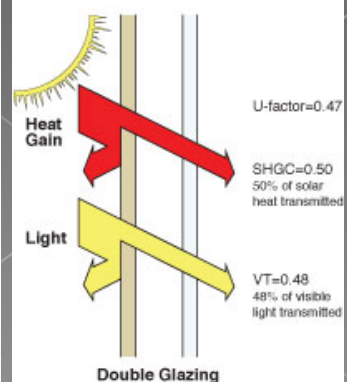
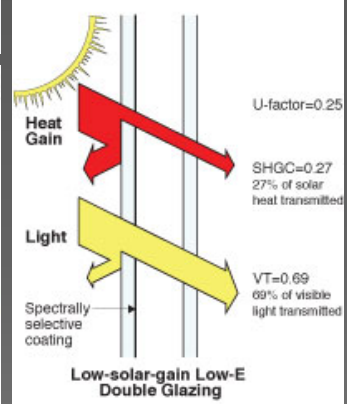
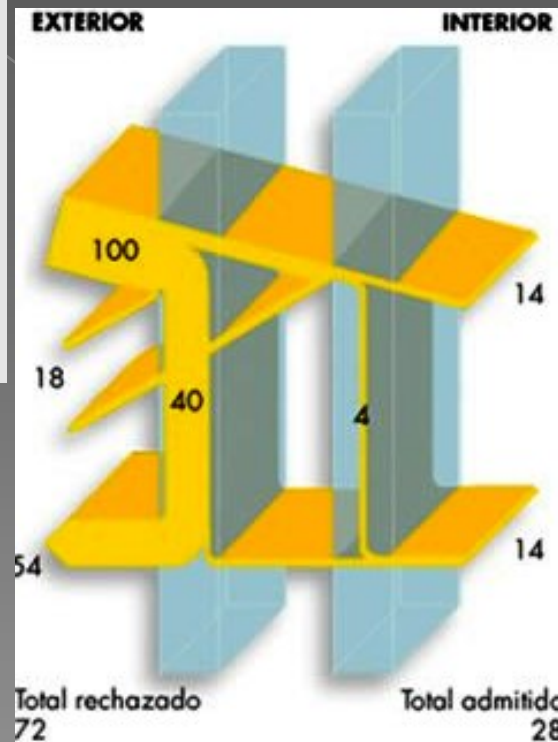
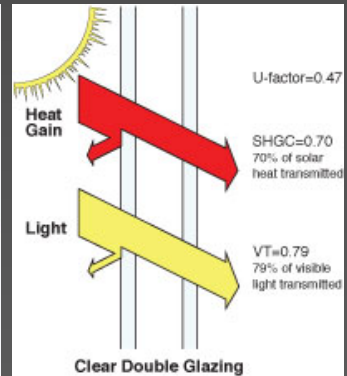
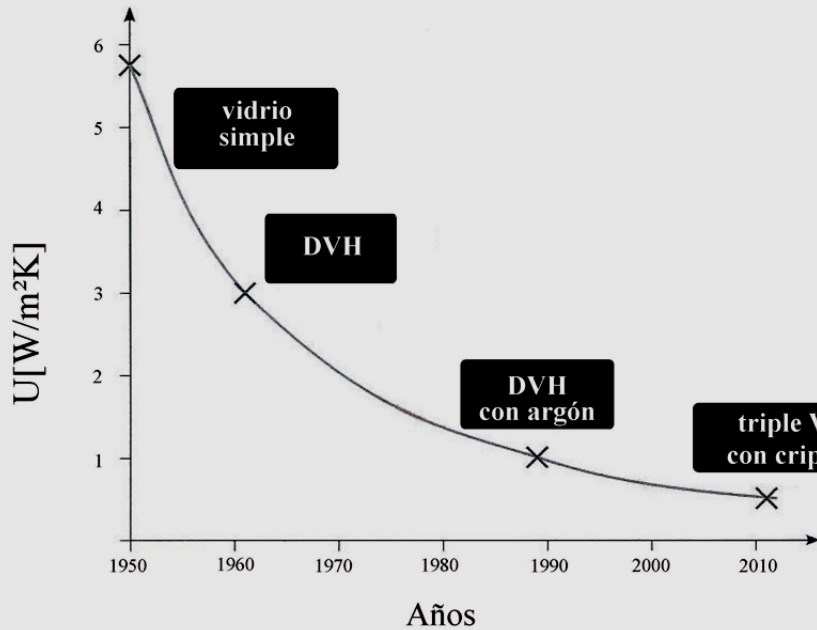
1,80



DVH 6+12+6 reflectivo exterior – DVH con Low e – DVH con cámara argón - TVH

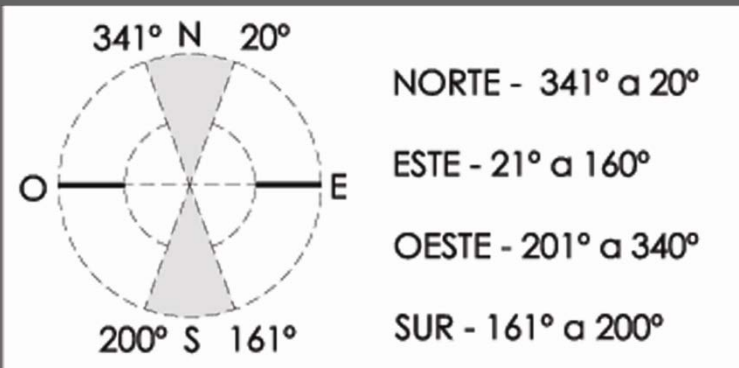
Transmitancia térmica (K) en ventanas

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

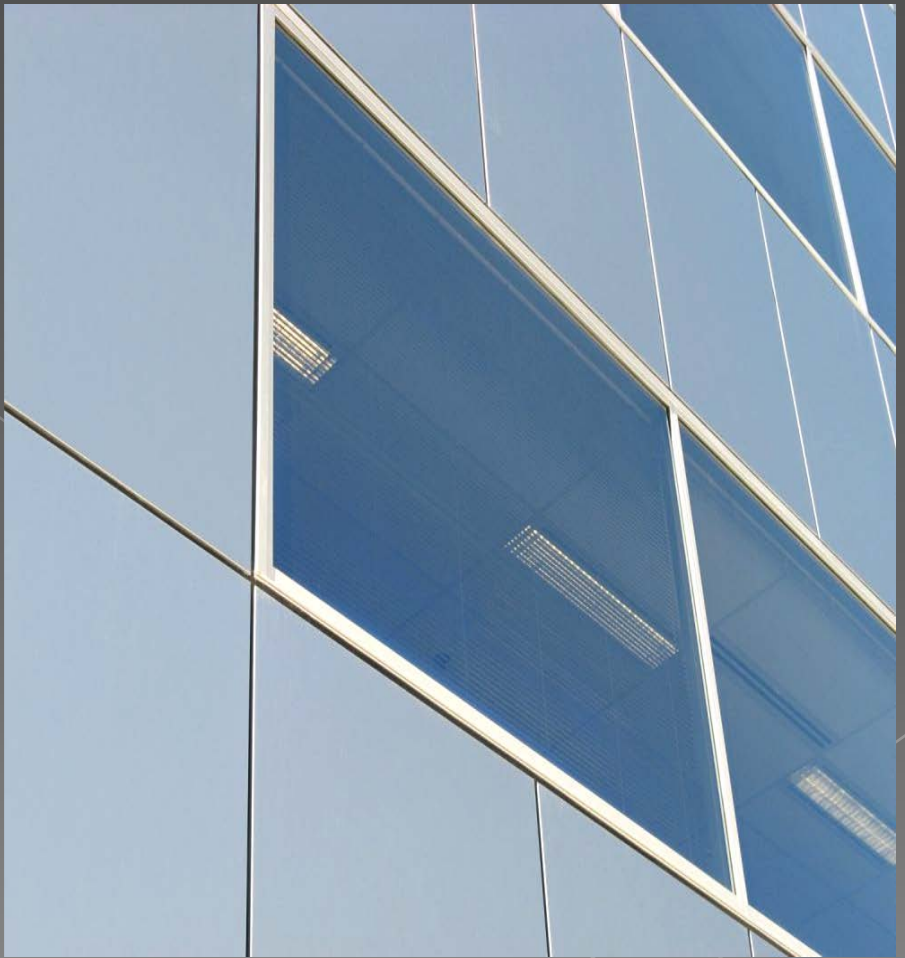


**Factor de exposición solar (Fes) de ventanas**

Cuadrante:	Fes:
Norte (NNE - NNO)	0,45
Este y Oeste	0,25
Sur (SSE - SSO)	0,75



**Vidrio simple sin protección: Fes = 1**







**CORTINAS**

**PERSIANAS**

**CELOSIAS**

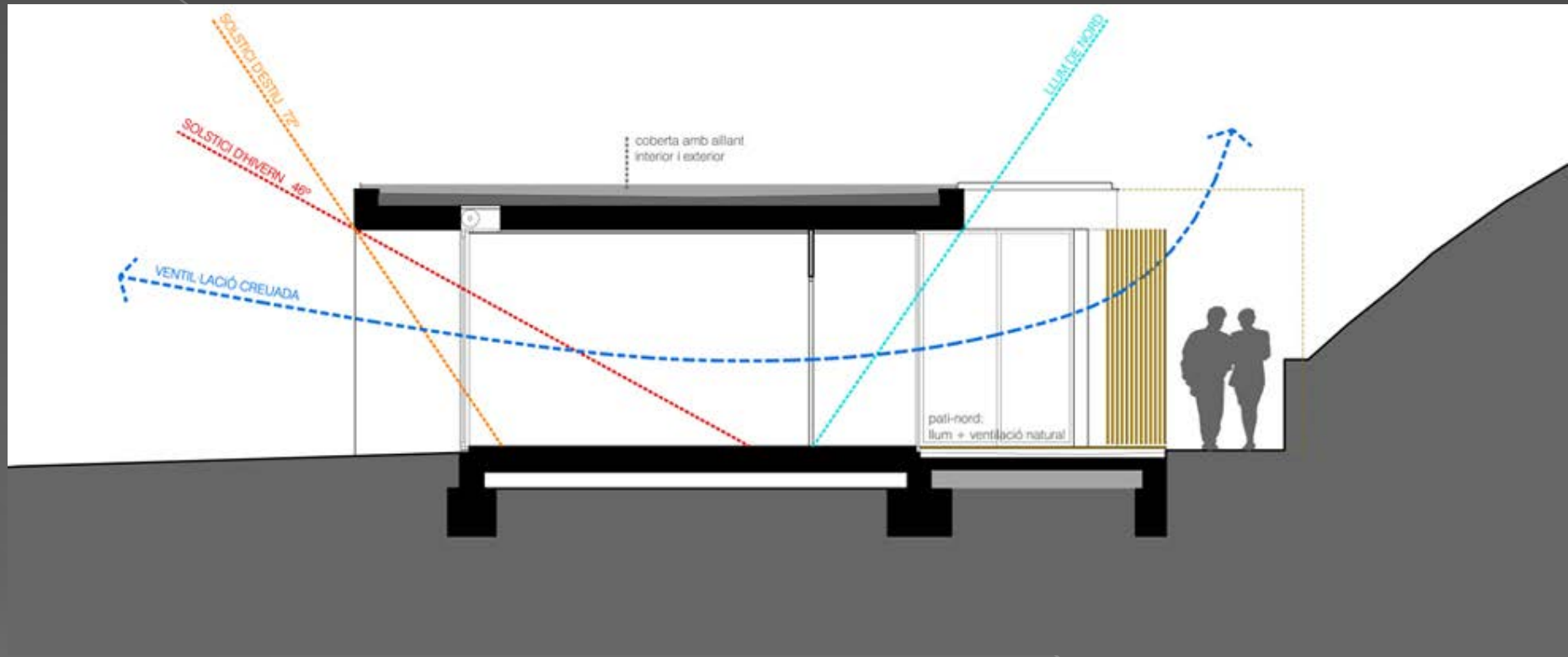
**POSTIGOS**

**PARASOLES**

**SOMBRILLAS**



**DVH 6+12+6 reflectivo exterior – DVH con Low e – DVH con cámara argón - TVH**



Relación: saliente / altura libre [“4/5”]

Consumo energía período estival:

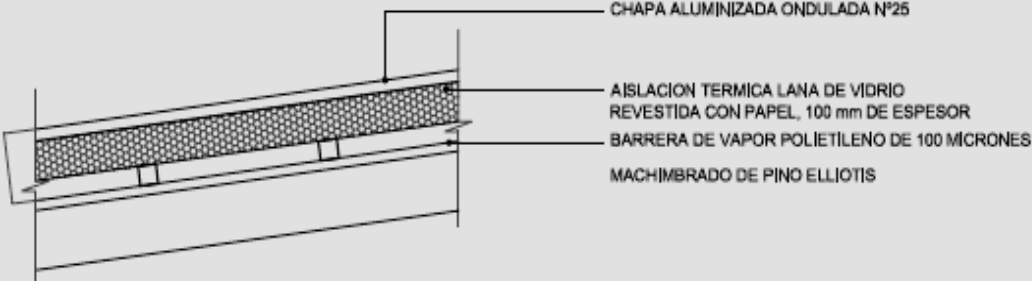
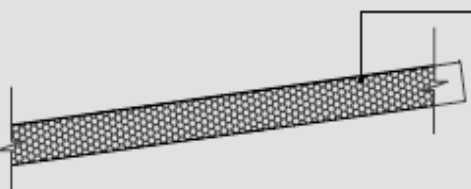
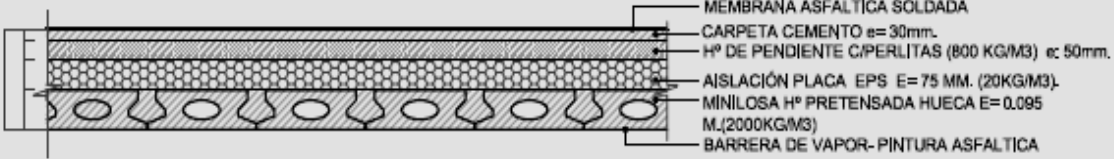
Control solar vs iluminación natural

Relación: piel expuesta / volumen interior

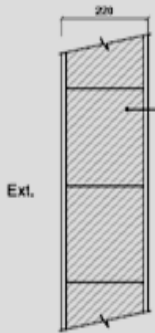
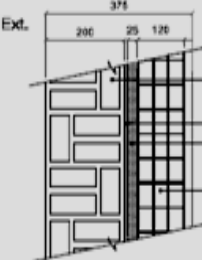
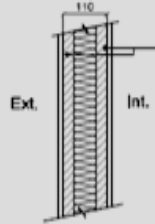
Mayor relevancia de la ventilación cruzada: **dos** aberturas opuestas



Planilla 1: Verificación de transmitancia térmica para cerramientos opacos en cubiertas

VERIFICACIÓN DE TRANSMITANCIA TÉRMICA PARA CUBIERTAS DE CADA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA		
TIPO DE CUBIERTA	DETALLE TECHOS	TRANSMITANCIA TÉRMICA K [W/m² K]
TECHO DE CHAPA CON AISLACIÓN	 <p>CHAPA ALUMINIZADA ONDULADA Nº25</p> <p>AISLACION TERMICA LANA DE VIDRIO REVESTIDA CON PAPEL, 100 mm DE ESPESOR</p> <p>BARRERA DE VAPOR POLIETILENO DE 100 MICRONES</p> <p>MACHIMBRADO DE PINO ELLIOTIS</p>	0,32
PANEL AUTOPORTANTE CHAPA + AISLACIÓN + CHAPA	 <p>PANEL AUTOPORTANTE TIPO ACIER CON NÚCLEO AISLANTE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 15KG/m3 e= 100 mm.</p>	0,37
TECHO DE MINILOSA + AISLACIÓN + Hº PENDIENTE	 <p>MEMBRANA ASFALTICA SOLDADA</p> <p>CARPETA CEMENTO e= 30mm.</p> <p>Hº DE PENDIENTE C/PERLITAS (800 KG/M3) e: 50mm.</p> <p>AISLACIÓN PLACA EPS E= 75 MM. (20KG/M3).</p> <p>MINILOSA Hº PRETENSADA HUECA E= 0.095 M.(2000KG/M3)</p> <p>BARRERA DE VAPOR- PINTURA ASFALTICA</p>	0,38

## Planilla 2: Verificación de transmitancia térmica para cerramientos opacos verticales

VERIFICACIÓN DE TRANSMITANCIA TÉRMICA PARA CERRAMIENTOS OPACOS DE CADA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA		
PROTOTIPO	DETALLE CERRAMIENTO OPACO	TRANSMITANCIA TÉRMICA K [W/m² K]
MAMPOSTERÍA BLOQUES Hº CELULAR	 <p>MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE Hº CELULAR TIPO RETAK E=0.20 M. .</p>	<b>0,7</b>
MAMPOSTERÍA 0,15 LADRILLO CERÁMICO MACIZO + AISLACIÓN + TABIQUE LADRILLO CERÁMICO HUECO 0,12	 <p>MAMPOSTERÍA LADRILLOS CERÁMICOS MACIZOS e=0.20 (1600 KG/M3)          AISLACIÓN HIDRÓFUGA          AISLACIÓN PLACA EPS e=0,025 M. (20KG/M3)          MAMPOSTERÍA LADRILLO CERÁMICO HUECO e=0,12 M. (1200 KG/M3)</p>	<b>0,73</b>
PANEL EMMEDUE Hº PROYECTADO +NUCELO EPS +Hº PROYECTADO	 <p>Hº PROYECTADO          PANEL SIMPLE PSM 60 EMMEDUE          PANEL MODULAR INTEGRADO COMPUESTO CON REDES DE ACERO GALVANIZADO ELECTROSOLDADAS CON UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 15KG/m3 e= 100mm.</p>	<b>0,57</b>

[Planillas Muni\Planilla 2 \(Transmitancia Termica de Paredes\).xls](#)

## Planilla 3: Verificación de transmitancia térmica y Factor de exposición solar de cerramientos transparentes

[Planillas Muni\Planilla 3 \(Transmitancia Termica v FES\).xls](#)

## Normas voluntarias Nacionales de Acondicionamiento térmico de edificios

- IRAM 11549/1993.** Acondicionamiento térmico de edificios. Vocabulario.
- IRAM 11601/1996.** Método de cálculo. Propiedades térmicas de los materiales.
- IRAM 11603/2012.** Clasificación bioambiental de la Rep. Argentina.
- IRAM 11604/1990.** Ahorro de energía en calefacción.
- IRAM 11605/1996.** Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- IRAM 11625/1991.** Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos.
- IRAM 11630/2000.** Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en los puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos.
- IRAM 11659-1-2/2004.** Verificación de condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración.

**Parámetros higrotérmicos:** aquellos parámetros físicos que cuantifican el intercambio de energía y vapor de agua, por unidad de superficie y diferencia de temperatura, entre interior y exterior de la envolvente de los edificios.

**Envolvente:** conjunto de cerramientos opacos y semitransparentes que separan el interior del edificio del ambiente externo, modificando las condiciones de habitabilidad.

**Cerramiento:** cada uno de los componentes monocapa o multicapa, opaco o semitransparente, en posición vertical, horizontal o inclinada, que componen la envolvente y que por sus características físico químicas actúan como filtro de las condiciones ambientales externas hacia el interior de los edificios.

**Conductividad térmica:** ( $\lambda$ ) flujo de calor transmitido a través de un material de espesor unitario por unidad de superficie, cuando el gradiente de temperatura en dirección normal, es unitario.

**Nota:** En la Norma IRAM 11601 se indican los valores de conductividad térmica de los materiales de construcción. La transmisión de calor por combinación de conducción, convección y radiación en materiales porosos se denomina conductividad térmica aparente.

**Resistencia térmica:** (R) cociente entre la diferencia de temperatura y la densidad del flujo de calor, en condiciones de régimen estacionario.

**Nota 1:** Para placas planas a las cuales es aplicable el concepto de conductividad térmica, y si esta propiedad es constante o varía linealmente con la temperatura, la resistencia térmica es el cociente entre el espesor (e) y la conductividad ( $\lambda$ ).

**Nota 2:** La resistencia térmica es una característica propia de las capas de material de los elementos constructivos y de sus cámaras de aire, cuando las posea. La Norma IRAM 11601 establece los valores de resistencia térmica de las cámaras de aire.

**Transmitancia térmica:** (K) es la cantidad de calor que fluye a través de un cerramiento, por unidad de tiempo y de área, cuando existe un gradiente térmico de 1 C (1 K) entre los ambientes que aquél separa. En el Sistema Internacional se mide en W/m<sup>2</sup>C o en W/m<sup>2</sup>K. Su valor incluye las resistencias térmicas superficiales (Re y Ri) de ambas caras y la resistencia térmica del propio cerramiento según los materiales y espesores que lo componen y las cámaras de aire, si las hubiera.

**Condensación superficial:** condensación de vapor de agua sobre la superficie interna de los cerramientos exteriores que se produce cuando la temperatura de dichas superficies es menor que la temperatura de rocío del aire del recinto que limitan.

**Condensación intersticial:** condensación que se produce en un punto de la masa interior de un cerramiento, cuando el vapor de agua que lo atraviesa alcanza la presión parcial de saturación.

**Nota:** las Normas IRAM 11625 e IRAM 11630 establecen los métodos de cálculo para la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial.

**Barrera de vapor:** capa de material, generalmente de pequeño espesor, que ofrece alta resistencia al pasaje del vapor de agua.

**Nota 1:** para que un material se considere apto como barrera de vapor, su permeancia debe ser menor que 0,75 g/m<sup>2</sup>.h.kPa.

**Nota 2:** La Norma IRAM 11601 establece valores de permeancia al vapor de agua en algunos materiales.

**Nota 3:** La verificación se debe realizar con las Normas IRAM 11625 e IRAM 11630.

**Factor de exposición solar:** (Fes) es un parámetro que indica la capacidad de un cerramiento transparente en filtrar la incidencia de la radiación solar. Su valor indica la relación entre el tipo de protección solar ofrecida por un cerramiento cualquiera con el valor correspondiente a un vidrio común incoloro de 3 mm de espesor sin protecciones ni obstrucciones (valor 1).