

# ¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?



**Arq. Jenny Tardan Waltz**  
**CIEN CONSULTORES, S.C.**

**CIEN**<sup>®</sup>  
*consultores*  
Inspección y Verificación  
Gestión de Energía

# **INTRODUCCIÓN**

## **¿QUIÉN ES CIEN CONSULTORES, S.C.**

**¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?**



## INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN

Aprobación por [SENER](#)  
•NOM-001-SEDE-2012  
Aprobación por [CONUEE](#)  
•NOM-007-ENER-2014  
•NOM-008-ENER-2001  
•NOM-013-ENER-2013  
•NOM-020-ENER-2011  
Aprobación por [STPS](#)  
•NOM-025-STPS-2008  
Expedida por la [Secretaría de Economía](#)  
•• NMX-R-046-SCFI-2015

- Planeación
- Implementación
- Evaluación y verificación
- Diagnósticos energéticos
- Acciones de mejora

## GESTIÓN DE LA ENERGÍA

## ASISTENCIA TÉCNICA

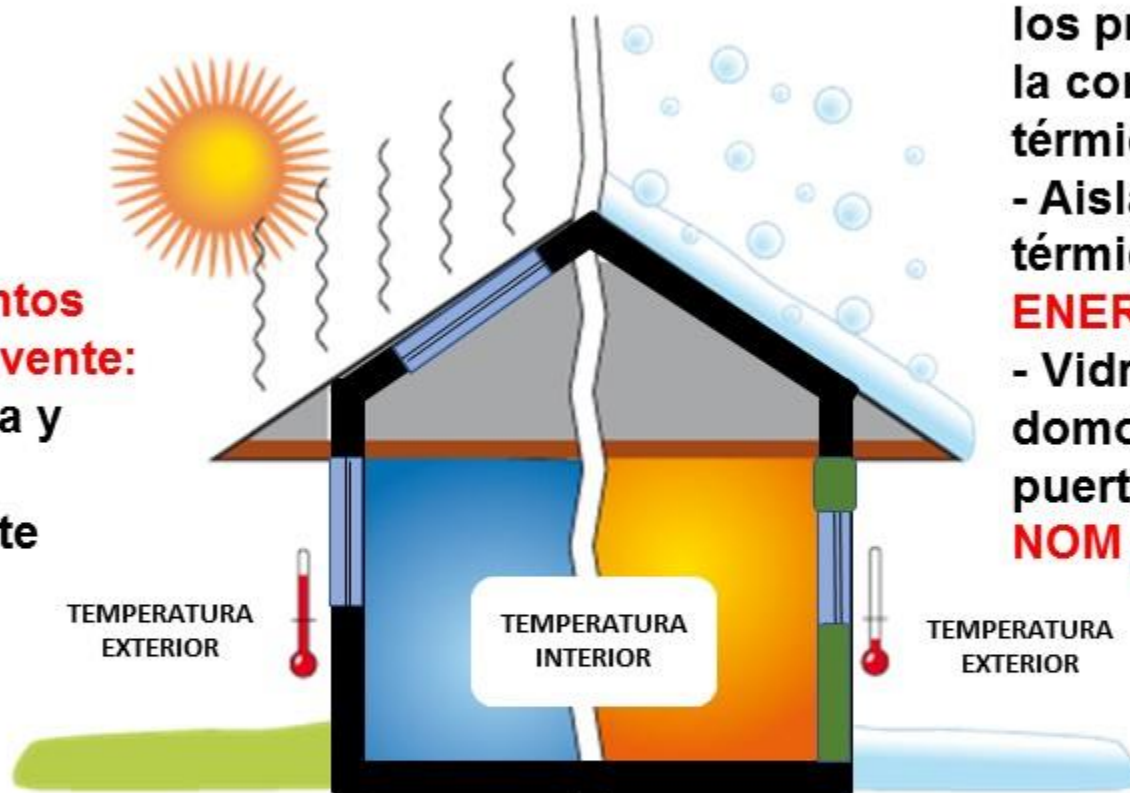
- Proyectos y obras de ingeniería
- Selección, fabricación y gestión de certificación de productos para la edificación sustentable  
Capacitación, formación y educación continua

# LA ENVOLVENTE TÉRMICA

¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?



Los **elementos**  
**de la envolvente:**  
Parte opaca y  
Parte  
transparente



**CERTIFICACIÓN** de  
los productos para  
la conductividad  
térmica de:

- Aislamiento  
térmico **NOM-018-  
ENER.**
- Vidrios, ventanas,  
domos, films,  
puertas, etc.  
**NOM y NMX**

La **envolvente** tiene como objetivo frenar la ganancia de calor  
o pérdida de frío, y proteger de las inclemencias  
climatológicas, (calor, frío, lluvia, nieve).

# **NOM-020-ENER-2011 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES- ENVOLVENTES DE EDIFICIOS PARA USO HABITACIONAL**

**¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?**

## EDIFICIO DE REFERENCIA

TECHO OPACO 100% (TABLA 1)  
TECHO TRANSPARENTE 0%



PARED: FACHADA OPACA 90% (TABLA 1)

PARED: FACHADA TRANSPARENTE 10% ( $K = 5,319 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) SOMBREADO ( $CS = 1$ )

PARED: COLINDANCIA OPACA 100% (TABLA 1)

## EDIFICIO PROYECTADO

Se considera la información  
del apéndice D o la de los  
certificados de los fabricantes





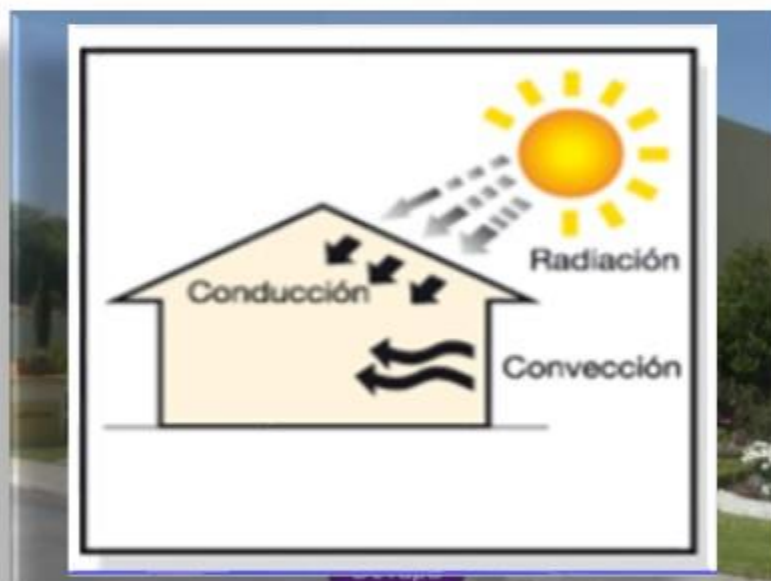
Cálculo de la **ganancia de calor**  
a través de la **envolvente** del  
edificio para uso  
habitacional **proyectado**

$$\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps}$$

**Ganancia de calor por  
conducción** a  
través de las  
**partes opacas y  
no opacas**

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

$$\phi_{pci} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)]$$



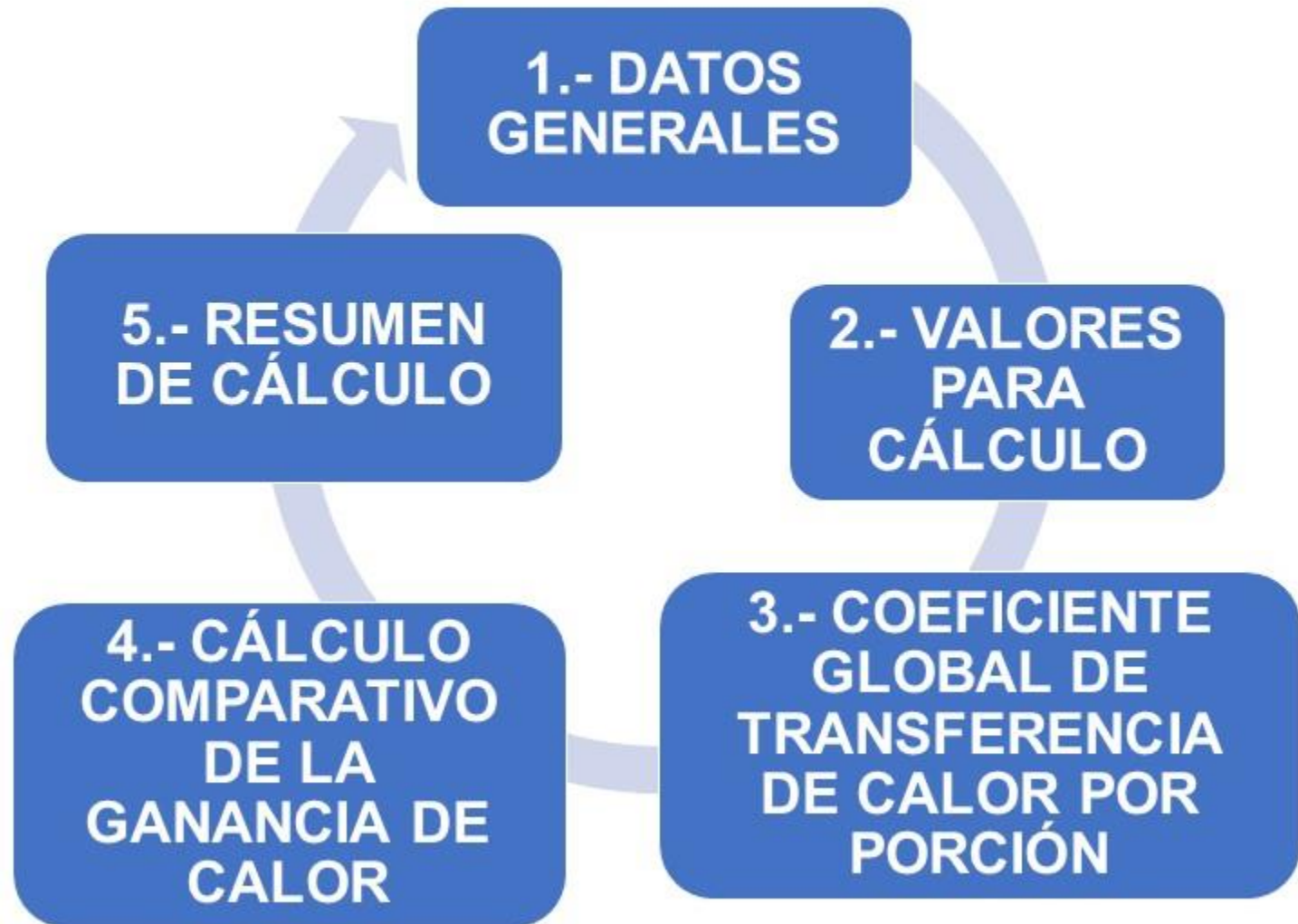
**Ganancia de calor  
por radiación solar**  
a través de las  
**partes  
transparentes**

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

$$\phi_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}]$$



## ¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?



## ¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?

**Datos de construcción y constructor**

**Información de tablas de la norma**

**Calculo de valores R, muro y techo**

**Calculo de ganancia de calor (Referencia)**

**Calculo de ganancia de calor (Proyectado)**

**Resultado comparativo**

**6. Resumen del Cálculo**

**6.1. Pérdidas energéticas**

	Calor transmisión (W)	Calor de ventilación (W)	Calor por radiación (W)
Referencia	W	W	W
Proyectado	W	W	W

**6.2. Condiciones**

Si  $Q_{ref} > Q_{proj}$   No  $Q_{ref} > Q_{proj}$

# DATOS GENERALES Y VALORES PARA CÁLCULOS

¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?



**FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL  
PRESUPUESTO ENERGÉTICO**

**1.- Datos Generales**

**1.1.- Propietario**

Nombre	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Colonia	<input type="text"/>
Ciudad	<input type="text"/>
Estado	<input type="text"/>
Código Postal	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>

**1.2.- Ubicación de la Obra**

Nombre	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Colonia	<input type="text"/>
Ciudad	<input type="text"/>
Estado	<input type="text"/>
Código Postal	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>

**1.3.- Unidad de Verificación**

Nombre	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Colonia	<input type="text"/>
Ciudad	<input type="text"/>
Estado	<input type="text"/>
Código Postal	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>
E-mail	<input type="text"/>
N° De Registro	<input type="text"/>
Fax:	<input type="text"/>

HOJA 1 DE 7



**ECONÓMICA**



**POPULAR**



**TRADICIONAL**



**MEDIA**



**RESIDENCIAL**



**RESIDENCIAL PLUS**

**Ciudad y Estado**



**2.- Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (\*)**

2.1.- Ciudad \_\_\_\_\_  
Latitud \_\_\_\_\_

2.2.- Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C)  
a).- Techo \_\_\_\_\_ b).- Superficie inferior \_\_\_\_\_

c).- Muros

<b>Masivo</b>	<b>Ligero</b>	<b>d).- Partes transparentes</b> Según NOM no existe Tragaluz y Domo _____
Norte _____	_____	
Este _____	_____	
Sur _____	_____	
Oeste _____	_____	Norte _____
		Este _____
		Sur _____
		Oeste _____

2.3.- Coeficiente de transferencia de calor "k" del edificio de referencia (W/m<sup>2</sup>K)

Techo _____	Muro _____	<b>Generación de calor por conducción</b>
Tragaluz y Domo <b>5.952</b>	Ventana <b>5.319</b>	

2.4.- Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m<sup>2</sup>)

Tragaluz y Domo _____	<b>Generación de calor por Radiación</b>
Norte _____	
Este _____	
Sur _____	
Oeste _____	

2.5.- Barrera para vapor

Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

2.6.- Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número (**)	1	2	3	4	5	6	7
Tipo de sombreado (***)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
L/W, L/H o P/E	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
W/H o W/E	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Norte	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Este/Oeste	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Sur	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

\* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 2, 3, 4 y 5 para el inciso 2.6  
 \*\* Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo  
 \*\*\* Indicar el tipo de sombreado: 1 volado simple, 2 volado extendido, 3 ventana rematada y 4 portesil

Página 2 de 7



Tabla 1. Valores para el Cálculo del Flujo de Calor a través de la Envolvente (continuación)

Municipio	Estado	Latitud (Norte)	Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C)										Temperatura ambiente (°C)	Temperatura exterior (°C)	Temperatura interior (°C)	
			Invernal					Veraniega								
			Techo	Muro	Tragaluz y Domo	Ventana	Superficie inferior	Techo	Muro	Tragaluz y Domo	Ventana	Superficie inferior				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabla 2. Valores para el Cálculo del Flujo de Calor a través de la Envolvente (continuación)

Municipio	Estado	Latitud (Norte)	Coeficiente de transferencia de calor "k" (W/m <sup>2</sup> K)										Coeficiente de transferencia de calor "k" (W/m <sup>2</sup> K)	Coeficiente de transferencia de calor "k" (W/m <sup>2</sup> K)	Coeficiente de transferencia de calor "k" (W/m <sup>2</sup> K)	
			Invernal					Veraniega								
			Techo	Muro	Tragaluz y Domo	Ventana	Superficie inferior	Techo	Muro	Tragaluz y Domo	Ventana	Superficie inferior				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabla 3. Valores para el Cálculo del Flujo de Calor a través de la Envolvente (continuación)

Municipio	Estado	Latitud (Norte)	Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m <sup>2</sup> )										Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m <sup>2</sup> )	Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m <sup>2</sup> )	Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m <sup>2</sup> )	
			Invernal					Veraniega								
			Norte	Este	Sur	Oeste	Superficie inferior	Norte	Este	Sur	Oeste	Superficie inferior				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabla 4. Valores para el Cálculo del Flujo de Calor a través de la Envolvente (continuación)

Municipio	Estado	Latitud (Norte)	Factor de corrección de sombreado exterior (SE)										Factor de corrección de sombreado exterior (SE)	Factor de corrección de sombreado exterior (SE)	Factor de corrección de sombreado exterior (SE)	
			Invernal					Veraniega								
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...



Apéndices Normativos

A. Tablas

Tabla 1. Valores para el Cálculo del Flujo de Calor a Través de la Envolvente

ESTADO	Ciudad	K de referencia (W/m <sup>2</sup> K)		CONDUCCIÓN												RADIACIÓN				Barrera para vapor						
				OPACA						TRANSPARENTE						TRANSPARENTE										
		Temperatura equivalente ponderada (a) (°C)												Temperatura equivalente ponderada (b) (W/m <sup>2</sup> )												
		Hasta tres niveles y Conjunto horizontal con muros compartidos		Más de tres niveles		Techo	Paredes exterior	Techo	Muros exteriores			Muros interiores			Techo y muros	Vestibulos			Factor de ganancia solar ponderada (c) (W/m <sup>2</sup> )							
Techo	Muros	Techo	Muros				N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	Techo y muros	N	E	S	O			
QUERÉTARO	Querétaro	0.909	0.909	0.909	24	26	37	24	27	26	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
QUINTANA ROO	Cancún	0.714	0.714	0.833	25	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	Si

( a ) : Utilizar los mismos valores para los municipios conurbados del Estado de México que forman la Zona Metropolitana

( b ) : Utilizar los mismos valores para las ciudades de Celaya, Irapuato, Salamanca y Silao

( c ) : Utilizar los mismos valores para los municipios de: Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan

( d ) : Utilizar los mismos valores para los municipios de: Apodaca, Garza García, Guadalupe, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina

GUANAJUATO	Guajalajara	0.714	0.714	0.909	24	26	36	22	25	24	24	29	32	31	31	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146	
	SAN JUAN DE LOS RIOS	0.714	0.714	0.909	25	27	38	25	28	26	26	31	34	33	32	22	24	24	24	23	274	91	137	118	146	
GUERRERO	Acapulco	0.926	0.926	0.926	25	31	46	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	Si
	Chilpancingo	0.714	0.714	0.909	25	27	38	25	28	27	26	31	34	33	32	22	24	24	24	23	274	91	137	118	146	
HIDALGO	Shushucungo	0.926	0.926	0.926	25	30	42	25	32	30	30	34	38	34	37	25	26	27	27	27	274	91	137	118	146	Si
	Pachuca	0.926	0.926	0.926	22	32	31	18	20	20	20	25	27	27	26	18	20	20	20	20	271	102	140	114	134	
	Tulancingo	0.926	0.926	0.926	23	33	32	19	21	21	20	25	28	27	27	19	20	20	20	20	272	102	140	114	134	



# **SUPERFICIES NO-HOMÓGENEAS**

**¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?**

### 3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de calor de las porciones de la envolvente **NO homogéneas: PARED**

Definir como esta estructurada cada capa no homogénea y en que fracción del total de la superficie de la pared

Calcular el M parcial de la porción

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Partes de la Envolvente (\*)  
(Módulo en los tipos más comunes de partes de la envolvente de un edificio)

3.1.- Descripción de la porción no homogénea  Número (n)

Componente de la envolvente  Fachada  Tejado

Área de la componente en m<sup>2</sup> (A)  m  Alto  X  Ancho

Área que ocupa la componente no homogénea 1

Fracción de la superficie en (p1) (%)

Área que ocupa la componente no homogénea 2

Fracción de la superficie en (p2)

Área que ocupa la componente no homogénea 3

Fracción de la superficie en (p3)

3.2.- Resumen de la parte no homogénea

Material (m)	Espesor (e)	Conductividad térmica (k) (W/m·K)	M parcial de la parte no homogénea (m <sup>2</sup> ·K/W) (M1 a Mn)
Concreto armado (m)	0.15	1.7	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Concreto ligero	1	0.1	<input type="text"/>

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte no homogénea más la envolvente exterior e interior [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Partes de la Envolvente (\*)  
(Módulo en los tipos más comunes de partes de la envolvente de un edificio)

3.1.- Resumen de la parte no homogénea

Fracción (p)	Material (m)	Área (A) (m <sup>2</sup> )	Conductividad térmica (k) (W/m·K)	M parcial de la parte no homogénea (m <sup>2</sup> ·K/W) (M1 a Mn)
p1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
p2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
p3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte no homogénea más la envolvente exterior e interior [Fórmula  $M_{total} = \sum \frac{A_i}{M_{total} + (A_i/k_i)}$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor de la parte homogénea y no homogénea [Fórmula  $M_{total} = \sum M_i$ ]

# INBLOCK 15\_

Es un block de concreto ligero a base de poliestireno reciclado, arena, cemento y acerrín.

Por lo cual, el 20% de la materia prima de estos blocks es material 100% reciclado.

## PROPIEDADES

Densidad Aparente 1 191,60 kg/m<sup>3</sup>

Conductividad Térmica 0,1922 W/m·K

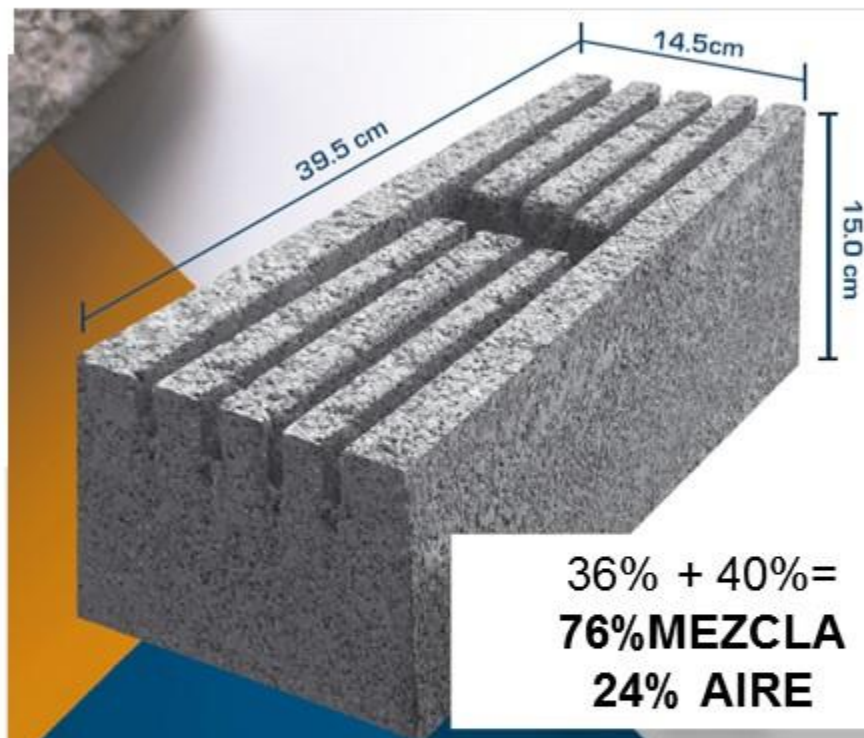
Permeabilidad al Vapor de Agua 0,258 ngPa·s/m

Adsorción de Humedad (Peso) 3,43 % peso

Adsorción de Humedad (Volumen) 4,180 % volumen

Absorción de Agua (Peso) 13,52 % peso

Resistencia a la compresión 65,00 kg/cm<sup>2</sup>



36% + 40% =  
**76% MEZCLA**  
**24% AIRE**

PRODUCTO CERTIFICADO BAJO LA:



Norma Oficial  
Mexicana  
NOM-018-ENER-2011

ASLANTES TÉRMICOS PARA EDIFICACIONES  
CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE PRUEBA.

NO. DE CERTIFICADO

VIGENCIA. 2017-2018







### 3.-Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la envolvente

#### 3.1 Descripción de la porción No-Homogénea

Componente de la envolvente			N°	1
			INBLOCK para muro	
Área de la Componente en m²	0.0532	=	0.14	0.08
	Total		Alto	Ancho
Área de la Componente en m² NO-HOMOGENEA 1	0.00112		0.013	0.02
			Alto	Ancho
Fración de la Combinación (F1)	0.05864662	Mezcla		6%
Área de la Componente en m² NO-HOMOGENEA 1	0.018		0.025	0.18
			Alto	Ancho
Fración de la Combinación (F2)	0.33834586	Mezcla		34%
Área de la Componente en m² NO-HOMOGENEA 2	0.01092		0.013	0.14
			Alto	Ancho
Fración de la Combinación (F3)	0.20526316	Aire		21%
Área de la Componente en m² NO-HOMOGENEA 3	0.0018		0.09	0.02
			Alto	Ancho
Fración de la Combinación (F4)	0.03383459	Aire		3%
Área total no homogénea	0.03384	Mezcla		40%
		Aire		24%

#### 3.2 Aislamiento térmico parcial

Material	Espesor (m) l	Conductividad Térmica (w/mK) A	M aislamiento térmico (m²K/W) l/A
Convección exterior	1	13	0.076923077
ZCLA INBLOCK (certificado ONNCFE)	0.025	0.1922	0.130072841
ZCLA INBLOCK (certificado ONNCFE)	0.025	0.1922	0.130072841
Convección interior	1	8.1	0.12346479
Para obtener el aislamiento térmico parcial sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior			<b>M parcial m²K/W</b> 0.33706876

#### 3.3 Aislamiento Térmico parcial (M parcial)

M parcial m²K/W **0.33706876**

Fración F	Material	Grueso (m) G	Conductividad Térmica w/mk A	G x A
F1	Mezcla INBLOCK	0.013	0.1922	0.0024986
				0.0024986
F1	0.05864662	0.05864662		
	0.33706876	+	0.0024986	0.33956736
M parcial		G x A	Mezcla	= 0.17270982
F2	Mezcla INBLOCK	0.025	0.1922	0.004805
				0.004805
F2	0.33834586	0.33834586		
	0.33706876	+	0.004805	0.34187376
M parcial		G x A	Mezcla	= 0.98968071
F3	Aire INBLOCK	0.025	0.24	0.006
				0.006
F3	0.20526316	0.20526316		
	0.33706876	+	0.006	0.34306876
M parcial		G x A	Aire	= 0.59831492
F4	Aire INBLOCK	0.03	0.24	0.0072
				0.0072
F4	0.03383459	0.03383459		
	0.33706876	+	0.0072	0.34426876
M parcial		G x A	Aire	= 0.09827957

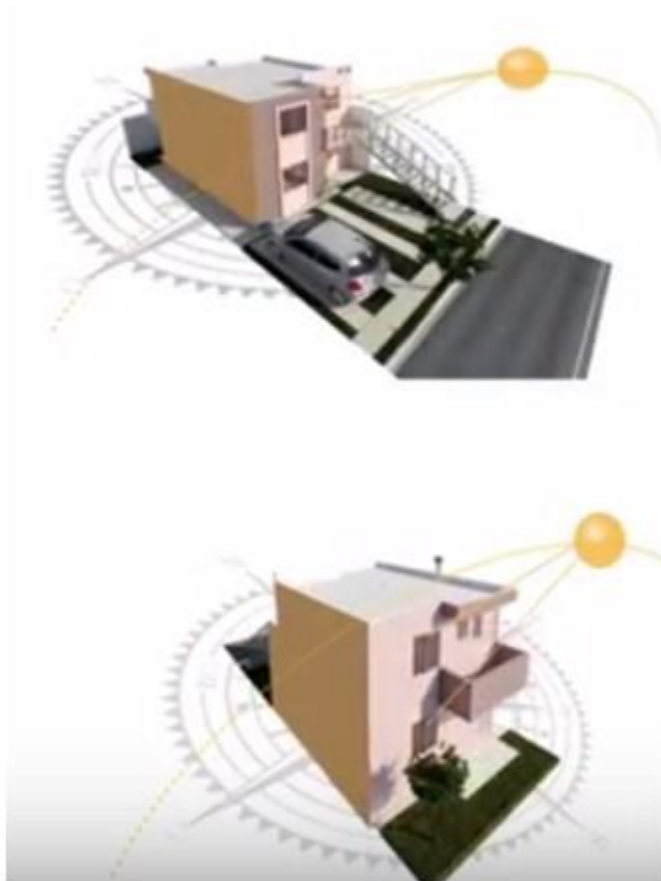
M = 1.16239053 + 0.6965945

**M** M 1.85898503 m²K/W K 0.53792795  
M 11 ft²h°F / BTU K 0.09470562

PASA LA NMX-460-VALOR R en:  
Mínima: si pasa en todas las zonas  
Habitabilidad: si pasa en todas las zonas  
Ahorro de energía si pasa en 1, 2, 3A, 3B y 3C

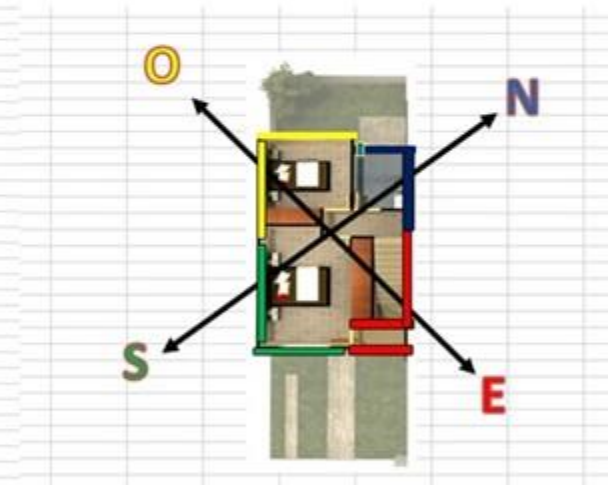
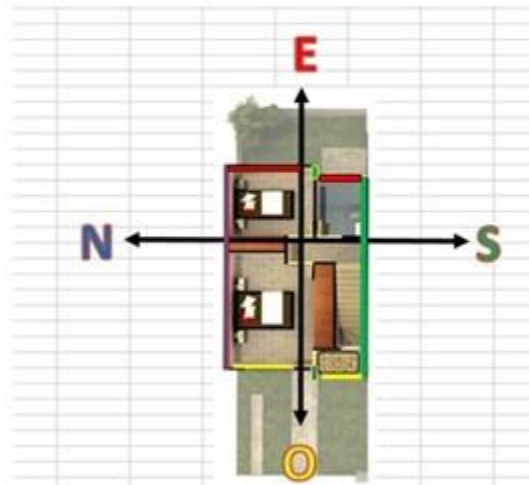
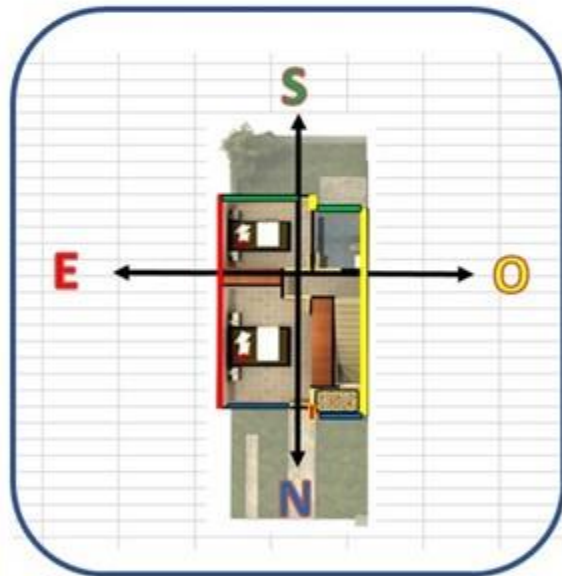
# COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR PORCIÓN

¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su  
cumplimiento con la NOM-020-ENER?

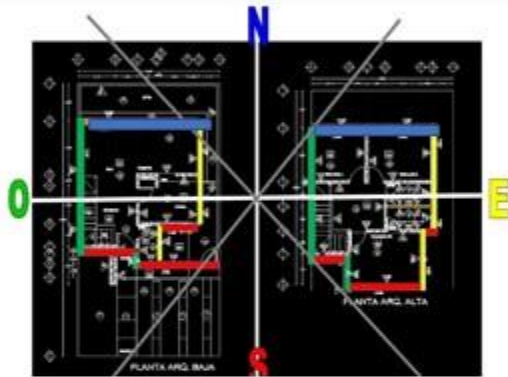




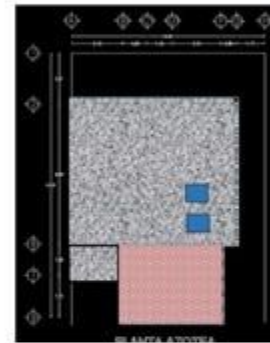
**PRIMER PASO:  
DEFINIR LA ORIENTACIÓN PARA CALCULAR LA SUPERFICIE DE  
CADA PARTE OPÁCA Y TRANSPARENTE**



# ELABORAR CUADRO DE ÁREAS, POR PORCIÓN, DE PARTES OPACAS Y TRANSPARENTES, CON SUS ESPECIFICACIONES



## 1.-TECHO



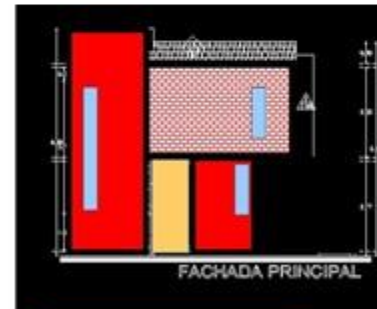
## 6.- SUP. INF.



## 2.- NORTE

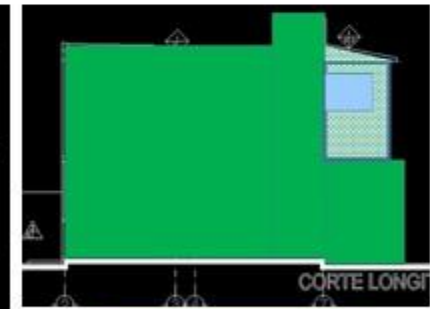


## 3.- ESTE



## 4.-SUR

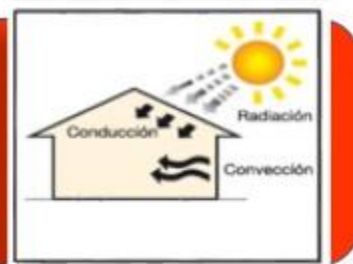
FACHADA PRINCIPAL



## 5.- OESTE



## 3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de calor de la “porción de la envolvente homogénea”:



Conductividad térmica  $\lambda$

TECHO

13

6.6

SUPERFICIE  
INFERIOR

13

9.4

DOMO

13

8.1

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente homogénea (diferenciar entre paredes exteriores e interiores de los edificios de uso habitacional)

3.1.- Descripción de la porción \_\_\_\_\_ Módulo (%) \_\_\_\_\_

Componente de la envolvente: Techo \_\_\_\_\_ Pared \_\_\_\_\_

Módulo (%)	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/mK)	Resistencia Térmica (m <sup>2</sup> ·K/W)

CONVECCIÓN EXTERIOR 1/  $\lambda$

ESPESOR MATERIAL /  $\lambda$

ESPESOR MATERIAL /  $\lambda$

ESPESOR MATERIAL /  $\lambda$

CONVECCIÓN INTERIOR 1/  $\lambda$

SUMA M

1/M = K

Para obtener el coeficiente térmico total, se debe sumar la  $M$  de todas las aberturas y la convección exterior e interior.  
(Generalmente  $M = 2.0$ )

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (U)  
(Generalmente  $U = 1/M$ )

\* Para las aberturas exteriores (1, 2, 3, ...), el coeficiente térmico es el menor de:

\*\* Para las aberturas exteriores que tienen la pared, por ejemplo, en el caso de una ventana, es el menor de los valores de  $U$  de la pared y del vidrio.

o el valor de la superficie exterior y, para las aberturas interiores, se deben aplicar los factores de corrección.

\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores de  $\lambda$  del apéndice "D", y los valores de  $\lambda$  por los fabricantes.

\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de  $h$ , indicados en el apéndice "E".

Página 5 de 7

Conductividad térmica  $\lambda$

13

MURO

8.1

13

PUERTA

8.1

13

VENTANA

8.1



# CÁLCULO COMPARATIVO DE LA GANANCIA DE CALOR

¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su  
cumplimiento con la NOM-020-ENER?



## Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor

### EDIFICIO DE REFERENCIA

4. Cálculo comparativo de la ganancia de calor

4.1 - Edificio de referencia

4.1.1 - Ganancia por conducción (paredes y techos)

$$Q_{cond} = \sum (K_i \cdot A_i \cdot (t_e - t_i))$$

Tipo y ubicación de la superficie de la envolvente	Coefficiente global de transferencia de calor (K)	Área del edificio proyectado (m <sup>2</sup> )	Temperatura exterior (t <sub>e</sub> ) (°C)	Temperatura interior (t <sub>i</sub> ) (°C)	Ganancia de calor por conducción (Q <sub>cond</sub> ) (kWh/año)
Techo	0.1	100	15	25	
Cubierta y muro	0.2	200	15	25	
Muro norte	0.3	100	15	25	
Muro sur	0.4	100	15	25	
Muro este	0.5	100	15	25	
Muro oeste	0.6	100	15	25	
Muro norte	0.7	100	15	25	
Muro sur	0.8	100	15	25	
Muro este	0.9	100	15	25	
Muro oeste	1.0	100	15	25	

Nota: Se debe utilizar los valores específicos de los fabricantes, en la medida de lo posible.

4.1.2 - Ganancia por radiación (paredes transparentes)

$$Q_{rad} = \sum (A_i \cdot C_i \cdot (t_e - t_i))$$

Tipo y ubicación de la superficie de la envolvente	Coefficiente de sombreado (C <sub>i</sub> )	Área del edificio proyectado (m <sup>2</sup> )	Temperatura exterior (t <sub>e</sub> ) (°C)	Ganancia de calor por radiación (Q <sub>rad</sub> ) (kWh/año)
Cubierta y muro	0.1	100	15	
Muro norte	0.2	100	15	
Muro sur	0.3	100	15	
Muro este	0.4	100	15	
Muro oeste	0.5	100	15	

Coefficiente global de transferencia de calor K de cada porción de la envolvente

Ver Cuadro de áreas del edificio proyectado

Ver Temperatura equivalente t<sub>e</sub> en la Tabla 1

Ver Temperatura interior t<sub>i</sub> en la Tabla 1

### GANANCIA POR CONDUCCIÓN

Coefficiente de sombreado según especificación del fabricante, con valor adimensional entre 0 y 1

Ver Cuadro de áreas del edificio proyectado

Ver Ganancia de calor FG en Tabla 1

### GANANCIA POR RADIACIÓN







# RESULTADOS

**¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?**



5.- Resumen del Cálculo

5.1. **PRESUPUESTO  
ENERGÉTICO**

**GANANCIA  
TOTAL DE  
CALOR  
POR  
CONDUC  
CIÓN  
W**

(W)

**GANANCIA  
TOTAL DE  
CALOR  
POR  
RADIACIÓN  
W**

(W)

**GANANCIA  
TOTAL DE  
CALOR  
W**

$\phi_p = \phi_{bc} + \phi_{ps}$   
(W)

**EDIFICIO DE  
REFERENCIA**

$(\phi_r)$

**Q<sub>cr</sub>**

$(\phi_r)$

**Q<sub>rr</sub>**

**Q<sub>cr</sub> + Q<sub>rr</sub>**

**EDIFICIO  
PROYECTADO**

$(\phi_p)$

**Q<sub>cp</sub>**

$(\phi_p)$

**Q<sub>rp</sub>**

**Q<sub>cp</sub> + Q<sub>rp</sub>**

5.2.- Cumplimiento

**SI**

$(\phi_r) > (\phi_p)$

**Q<sub>r</sub> > Q<sub>p</sub>**

**Q<sub>r</sub> = Q<sub>p</sub>**

**NO**

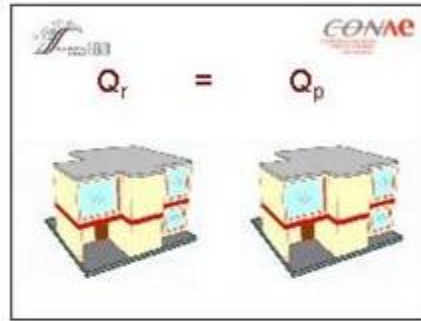
$(\phi_r) < (\phi_p)$

**Q<sub>r</sub> < Q<sub>p</sub>**

# **CORRECCIONES EN ESPECIFICACIONES Y EN ELEMENTOS DE SOMBREADO**

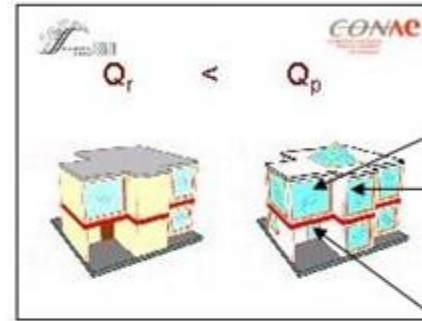
**¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su  
cumplimiento con la NOM-020-ENER?**

## Edificio de referencia vs Edificio proyectado



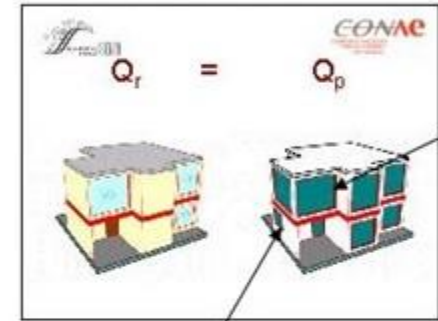
19

**Muchas ventanas y con  
asilamiento en techo**

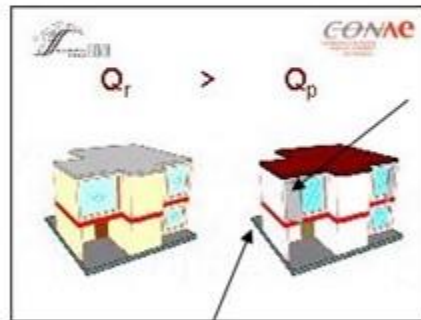


20

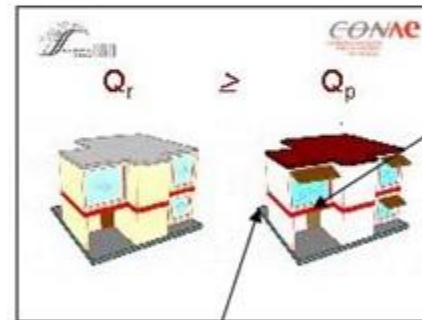
**Vidrio sombreado y con  
asilamiento en techo**



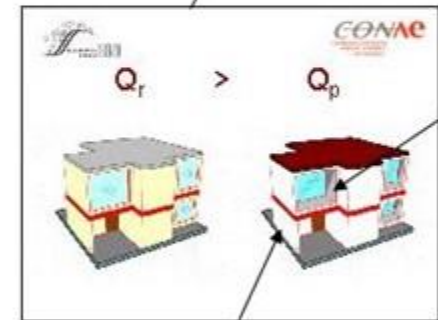
21



**Volado con portasoles y con  
asilamiento en techo**



**Volado y con aislamiento en  
techo**



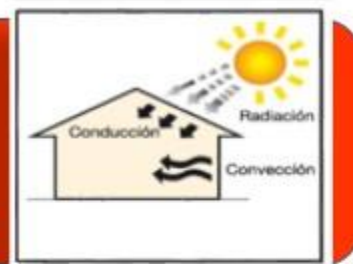
**Ventana remetida y con  
asilamiento en techo**







## 3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de calor de la “porción de la envolvente homogénea”:



**Conductividad térmica  $\lambda$**

**TECHO**

13

6.6

**SUPERFICIE  
INFERIOR**

13

9.4

**DOMO**

13

8.1

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente homogénea (diferenciar entre paredes exteriores e interiores de los edificios de uso habitacional)

3.1.- Descripción de la porción \_\_\_\_\_ Módulo (%) \_\_\_\_\_

Componente de la envolvente: Techo \_\_\_\_\_ Pared \_\_\_\_\_

Módulo (%)	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/mK)	Resistencia Térmica (m <sup>2</sup> ·K/W)

**CONVECCIÓN EXTERIOR 1/  $\lambda$**

**ESPESOR MATERIAL /  $\lambda$**

**ESPESOR MATERIAL /  $\lambda$**

**ESPESOR MATERIAL /  $\lambda$**

**CONVECCIÓN INTERIOR 1/  $\lambda$**

**SUMA M**

**1/M = K**

Para obtener el coeficiente térmico total, se debe sumar la U de todas las aberturas y la convección exterior e interior.  
(Generalmente  $M = \sum u_i$ )

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (U)  
(Generalmente  $K = 1/M$ )

\* Para las aberturas exteriores (U, U<sub>g</sub>, ...), el valor más utilizado es el valor 1.2

\*\* Para las aberturas interiores (por ejemplo, en el caso de una cocina o baño), el valor más utilizado es el valor 1.0

\*\*\* Para las aberturas exteriores (U, U<sub>g</sub>, ...), el valor más utilizado es el valor 1.2

\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de U, indicados en el apéndice "B".

Página 5 de 7

**Conductividad térmica  $\lambda$**

13

**MURO**

8.1

13

**PUERTA**

8.1

13

**VENTANA**

8.1







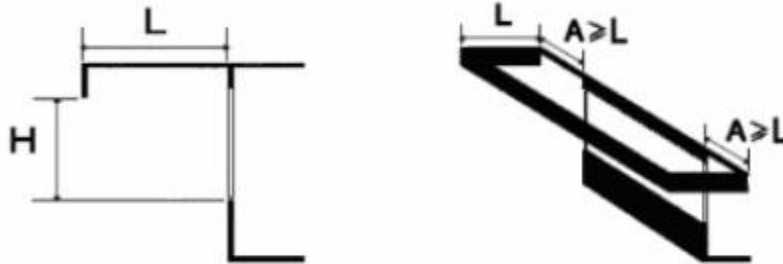
# FACTOR DE CORRECCIÓN DE SOMBREADO EXTERIOR

¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?



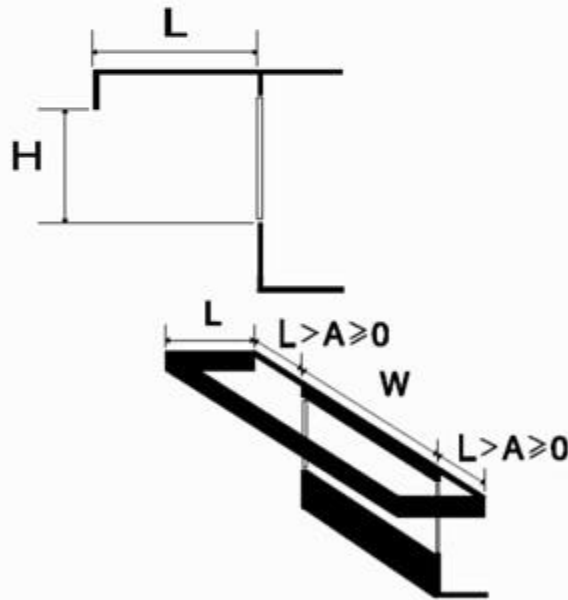
## A.2 Tablas para Determinar el Factor de Corrección de Sombreado Exterior ( $S_e$ )

**A.2.1 Ventana con volado con extensión lateral más allá de los límites de ésta.** Si se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente más allá de los límites de ésta ( $A$ ), una distancia igual o mayor a la proyección del volado ( $L$ ), se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección establecido en la tabla 2.

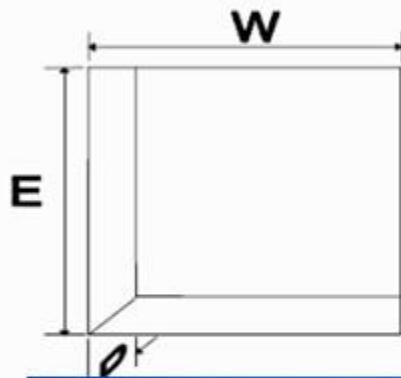




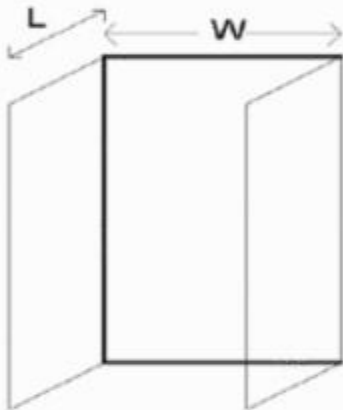
**A.2.2 Ventana con volado con extensión lateral hasta los límites de ésta.** Si se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente hasta los límites de ésta, o más allá de los límites de ésta, una distancia menor a la proyección del volado ( $L$ ), se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la tabla 3:



**A.2.3 Ventana remetida.** Si se construye una ventana remetida, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la tabla 4.



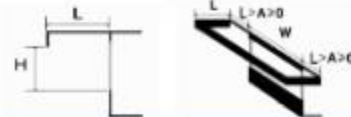
**A.2.4 Ventana con partesoles.** Si se construye una ventana con partesoles, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la tabla 5.



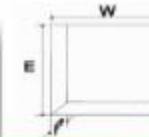




Volado extendido



Volado Simple



Remetida



Partesol

### 2.6.- Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número (**)	1	2	4	3	5	6	7
Tipo de sombreado (***)	1	2	4	3			
L/W, L/H o P/E	L/H	L/H	P/E	L/W			
W/H o W/E		W/H	W/E				
Norte	0.78	0.8377	0.2717	0.9907			
Este/OESTE	0.670	0.5616	0.3186	0.9907			
Sur	0.78	0.8377	0.1640	0.9907			

\* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 2, 3, 4 y 5 para el inciso 2.6

\*\* Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo

\*\*\* Indicar el tipo de sombreado: 1 volado simple, 2 volado extendido, 3 ventana remetida y 4 partesol



5.- Resumen del Cálculo

5.1. **PRESUPUESTO ENERGÉTICO**

**GANANCIA  
TOTAL DE  
CALOR  
POR  
CONDUC  
CIÓN  
W**

(W)

**GANANCIA  
TOTAL DE  
CALOR  
POR  
RADIACIÓN  
W**

(W)

**GANANCIA  
TOTAL DE  
CALOR  
W**

$\phi_p = \phi_{bc} + \phi_{ps}$   
(W)

**EDIFICIO DE  
REFERENCIA**

$(\phi_r)$

**Q<sub>cr</sub>**

$(\phi_r)$

**Q<sub>rr</sub>**

**Q<sub>cr</sub> + Q<sub>rr</sub>**

**EDIFICIO  
PROYECTADO**

$(\phi_p)$

**Q<sub>cp</sub>**

$(\phi_p)$

**Q<sub>rp</sub>**

**Q<sub>cp</sub> + Q<sub>rp</sub>**

5.2.- Cumplimiento

**SI**

$(\phi_r) > (\phi_p)$

**Q<sub>r</sub> > Q<sub>p</sub>**

**Q<sub>r</sub> = Q<sub>p</sub>**

No

$(\phi_r) < (\phi_p)$



<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	
<b>Ganancia de Calor</b>	
Determinada como se establece en la NOM-020-ENER-2011	
Ubicación del Edificio para uso Habitacional	
Nombre:	
Dirección:	
Colonia:	
Ciudad:	
Delegación y/o Municipio:	
Entidad Federativa:	
Código Postal:	
Ganancia de Calor permitida por esta norma (edificio para uso habitacional de referencia) (watts)	██████████
Ganancia de Calor de este Edificio (edificio para uso habitacional Proyectado) (watts)	██████████
<b>Ahorro de Energía</b>	
Ahorro de Energía de este Edificio	
Menor Ahorro	Mayor Ahorro
Fecha:	
Nombre y Clave de la Unidad de Verificación:	CIEN CONSULTORES, SC
<b>Importante UVCONUEE -E-006</b>	
Cuando la ganancia de calor del edificio proyectado sea igual a la del edificio de referencia el ahorro será del 0% y por lo tanto cumple con la norma. La etiqueta no debe retirarse del edificio.	

<b>EFICIENCIA ENERGETICA</b>	
<b>Ganancia de Calor</b>	
Determinada como se establece en la NOM-020-ENER-2011	
Ubicación de la Edificación:	
Nombre	0
Dirección	0
Colonia	0
Ciudad	Hermosillo
Delegación:	
Entidad Federativa	SONORA
Código Postal	
Ganancia de Calor del Edificio de Referencia (Watts)	1,751.60
Ganancia de Calor del Edificio Proyectado (Watts)	1,460.61
<b>Ahorro de Energía</b>	
Ahorro de Energía de este Edificio	
Menor Ahorro	Mayor Ahorro
Fecha	
Nombre y Clave de la Unidad de Verificación	
<b>Importante</b>	
Cuando la ganancia de calor del edificio proyectado sea igual a la del edificio de referencia el ahorro será del 0% y por lo tanto se cumple con la norma. La etiqueta no debe retirarse del edificio.	

# REFLEXIONES

**¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?**

- La normalización para la eficiencia energética en edificios para uso habitacional representa un esfuerzo encaminado a mejorar el **diseño térmico de edificios**, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía.

*Confort térmico:*

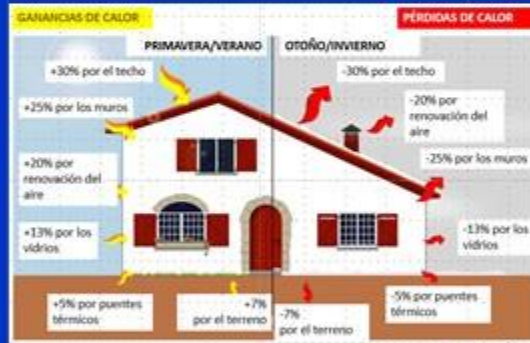
Condición de la mente que expresa satisfacción con el entorno térmico.

ASHRE 55





# FABRICANTES



**NOM-018-  
ENER  
AISLAMIENTO  
TÉRMICO**

**(MÍNIMO  
2.54 cm DE  
ESPESOR)**





Organismo Nacional de Normalización y  
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.



Numero de acreditación No. 0810. Fecha de acreditación: 2010-06-01

Acreditación de la CONUEE: DG-030-0002-2010

Se otorga el presente

## CERTIFICADO

No. BQZ-017-001/16

Con vigencia del 11 de octubre de 2016 al 11 de octubre de 2017

A LA EMPRESA

**ONDULINE MATERIALES DE CONSTRUCCION, S. DE R. L. DE C. V.**

Producto	Lámina y Teja de fibrodúctilum
Densidad aparente:	915,84 kg/m <sup>3</sup> (57,20 lb/ft <sup>3</sup> )
Conductividad térmica:	0,0470 W/mK (0,3293 BTU·inch/(h·ft <sup>2</sup> ·°F))
Permeabilidad al vapor de agua:	0,002 ng/Pa·s·m
Absorción de humedad:	% masa 7,21 % volumen 6,285
Absorción de agua:	% masa 6,63
Fración arenosa:	8807 80 99
Norma de referencia:	<b>NOM-018-ENER-2011</b>

El valor de resistencia térmica debe ser calculado por el proyecto.

La cobertura de esta certificación comprende al producto especificado, de cumplimiento con lo establecido en el Anexo Técnico de Certificación AC-07, aprobado por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

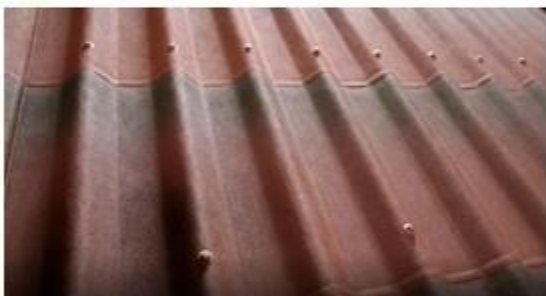
El presente certificado es otorgado bajo la clase B y aplica para los productos de importación por la empresa indicada con domicilio fiscal en Carretera Nacional No. 110 Piso 3-802, Col. Las Mercedes, C.P. 11515 Ciudad de México, evidenciando el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-018-ENER-2011 "Requisitos Técnicos para Edificaciones - Características y Métodos de Prueba", con base en el informe No. 840 emitido por Novotest, S. R. L. de C. V., laboratorio de prueba acreditado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con No. de acreditación 086-C-0001-000/11.



Arq. Evangelina Hirsta Nagasaki  
Directora Ejecutiva

Ciudad de México, a 11 de octubre de 2016

Folio No. 7  
Caj. Cuentas Contables  
Del Banco México



**NOM-018-ENER  
AISLAMIENTO  
TÉRMICO**

**(MÍNIMO  
2.54 cm DE  
ESPELOR)**



<b>INTRACEL</b> MEXICO	<b>FICHA TÉCNICA</b> INTRACEL® Muros	<b>Descripción:</b> Sistema de paneles alveares de poliestireno para muros divisorios y fachadas. Logra aislamiento térmico-acústico y favorecen el menor consumo de energía. Comienzo con muro en canal y con 2 y 3 canales.	<b>Acabado:</b> laminado												
<b>PROPIEDADES DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO DE INTRACEL</b>		<b>Acabado:</b> laminado <b>Canal:</b> lámina galvanizada Cal. 24													
<table border="1"> <tr><td>Densidad Aparente:</td><td>14,19 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Conductividad Térmica λ:</td><td>0,0383 W/m·K</td></tr> <tr><td>Permeabilidad de vapor de agua:</td><td>0,053 ng/Pa·s·m</td></tr> <tr><td>Adsorción de humedad % peso:</td><td>0,73 %</td></tr> <tr><td>Adsorción de humedad % volumen:</td><td>0,011 %</td></tr> <tr><td>Absorción de Agua % peso:</td><td>107,08 %</td></tr> </table>				Densidad Aparente:	14,19 kg/m <sup>3</sup>	Conductividad Térmica λ:	0,0383 W/m·K	Permeabilidad de vapor de agua:	0,053 ng/Pa·s·m	Adsorción de humedad % peso:	0,73 %	Adsorción de humedad % volumen:	0,011 %	Absorción de Agua % peso:	107,08 %
Densidad Aparente:	14,19 kg/m <sup>3</sup>														
Conductividad Térmica λ:	0,0383 W/m·K														
Permeabilidad de vapor de agua:	0,053 ng/Pa·s·m														
Adsorción de humedad % peso:	0,73 %														
Adsorción de humedad % volumen:	0,011 %														
Absorción de Agua % peso:	107,08 %														
<p><b>Características de dimensiones:</b></p> <table border="1"> <tr><td>Ancho:</td><td>1,20 m.</td></tr> <tr><td>Longitud:</td><td>Sobre pedido.</td></tr> <tr><td>Espesores:</td><td>75, 90, 105, 120 y 140 mm.</td></tr> <tr><td>Modos de precaución:</td><td>Manéjese con cuidado, no se dobla.</td></tr> <tr><td>Uso del Producto:</td><td>si intempere Muros no estructurales en</td></tr> </table>				Ancho:	1,20 m.	Longitud:	Sobre pedido.	Espesores:	75, 90, 105, 120 y 140 mm.	Modos de precaución:	Manéjese con cuidado, no se dobla.	Uso del Producto:	si intempere Muros no estructurales en		
Ancho:	1,20 m.														
Longitud:	Sobre pedido.														
Espesores:	75, 90, 105, 120 y 140 mm.														
Modos de precaución:	Manéjese con cuidado, no se dobla.														
Uso del Producto:	si intempere Muros no estructurales en														
<p><b>Representación gráfica</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Muro INTRACEL® con 2 canales</td> <td>Muro INTRACEL® con 3 canales</td> <td>Muro INTRACEL® con 3 canales</td> </tr> </table>				Muro INTRACEL® con 2 canales	Muro INTRACEL® con 3 canales	Muro INTRACEL® con 3 canales									
Muro INTRACEL® con 2 canales	Muro INTRACEL® con 3 canales	Muro INTRACEL® con 3 canales													
<p><b>Componentes de la perilla del EPS de INTRACEL®</b> Poliestireno expandido (EPS) modificado (ignífugo / anti-fuego / auto-extinguible) que contiene entre 3.5 a 4.4 % en peso de perlas como digesto expandido. Los productos INTRACEL® están fabricados con materia prima que no contienen compuestos clorofluorocarbonados e hidrofluorocarbonados.</p> <p><b>Efectos Biológicos</b> ninguno de sus componentes es soluble en agua, no emite sustancias tóxicas que contaminen las aguas subterráneas, no se descompone ni forma sustancias contaminantes. <b>ES TOTALMENTE RECICLABLE</b></p>															
<p><b>Mechanismo A</b> No estructura aislada.</p>		<p><b>Mechanismo B</b> Estructura aislada.</p>													
<p><b>GRUPO GMI</b> MEXICO</p>		<p>Oficina de México Carretera 16, Nuevaquim, Estado de México, C.P. 50570 55 138 485-52</p> <p>Complejo Industrial Av. Paseo Central 262, Zona Industrial 666 de Oco, San Juan de los Rios, México, C.P. 8462 94 07 427 101 8488</p> <p><a href="http://www.gmi.com.mx">www.gmi.com.mx</a> <a href="mailto:ventas@gmi.com.mx">ventas@gmi.com.mx</a></p>													

PROPIEDADES DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO DE INTRACEL	
Densidad Aparente:	14,19 kg/m <sup>3</sup>
Conductividad Térmica λ :	0,0383 W/m·K
Permeabilidad de vapor de agua:	0,053 ng/Pa·s·m
Adsorción de humedad % peso:	0,73 %
Adsorción de humedad % volumen:	0,011 %
Absorción de Agua % peso:	107,08 %

Contribuye a reducir los costos de calefacción y refrigeración.  
Resista a la intemperie

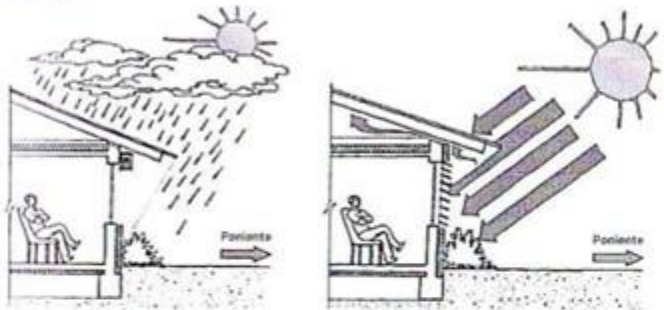
<b>INTRACEL</b> MEXICO	<b>FICHA TÉCNICA</b> INTRACEL® Muros
<p>Use siempre su equipo de seguridad</p>	
<p><b>Instalación:</b> El muro INTRACEL® es un panel que puede ser instalado en cualquier tipo de mano de obra calificada.</p> <p><b>NOTA:</b> Consulte su manual de instalación especializado para su proyecto y/o plan de instalación.</p>	
<p>Perilla de sustitución de canales mediante un mecanismo para disminuir el peso</p>	
<p><b>GRUPO GMI</b> MEXICO</p> <p><a href="http://www.gmi.com.mx">www.gmi.com.mx</a> <a href="mailto:ventas@gmi.com.mx">ventas@gmi.com.mx</a></p>	

**Instalación panel INTRACEL®**

**CANTIDAD**  
PIEZAS

# PILARES DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

**SOCIAL**



## CONFORT TÉRMICO Y ACÚSTICO

**ECONÓMICO**



**MEDIO AMBIENTE**



**USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA:  
MENOR CONSUMO DE AIRE ACONDICIONADO**



**MATERIALES Y PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE**





¿Qué hay que hacer para evaluar una edificación en su cumplimiento con la NOM-020-ENER?

**NOM-020-  
ENER**



# ¡Muchas gracias!



72 zonaprop.com.mx

**Arq. Jenny Tardan Waltz**  
**CIEN CONSULTORES, S.C.**

[www.ciensc.mx](http://www.ciensc.mx)

[jtw@ciensc.mx](mailto:jtw@ciensc.mx)

**CIEN**<sup>®</sup>  
consultores  
Inspección y Verificación  
Gestión de Energía