

ÍNDICE

- 1 INTRODUCCION
- 2 OBJETIVO
- 3 CAMPO DE APLICACION
- 4 REFERENCIAS
- 5 DEFINICIONES
- 6 SISTEMA DE UNIDADES
- 7 CRITERIO GENERAL PARA EL ESTUDIO TERMICO
- 8 PROCEDIMIENTO DE CALCULO
- 9 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA
- 10 APENDICE

1. Introducción.

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

En el Estado de Baja California Sur, el mayor consumo de energía en las edificaciones es por concepto del acondicionamiento de aire, durante las épocas de mayor calor. La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente.

En este sentido, esta Norma Técnica Complementaria optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía y la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento así como un mejor confort de los ocupantes.

2. Objetivo.

Las presentes normas técnicas tienen por objeto fijar criterios y métodos de diseño para el análisis desde el punto de vista térmico de las diferentes partes de que consta una edificación a través de su envolvente para obtener un confort interior óptimo, así como reducción en el consumo de electricidad y disminución de la capacidad de equipo de aire acondicionado.

3. Campo de aplicación.

Esta Norma aplica a todas las nuevas edificaciones o ampliaciones.
Quedan excluidos edificios cuyo uso primordial sea industrial.

4. Referencias.

Como complemento para la aplicación correcta de esta Norma se puede consultar la siguiente norma vigente.
NOM-008-ENER-2001, Norma de eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.

5. Definiciones.

Para los efectos de esta Norma se definen los siguientes términos:

5.1 Ampliación en edificación.

Cualquier cambio en la edificación que incremente el área construida.

5.2 Área construida.

Es la suma de los metros cuadrados de las superficies de todos los pisos de un edificio, medidos a nivel de piso por el exterior de las paredes. No incluye área de estacionamiento.

5.3 Barreras de Vapor.

Es un material, producto o componente de un muro o techo que proporciona resistencia a la transmisión de vapor de agua en forma continua sobre la totalidad de la superficie del muro o techo.

5.4 Coeficiente de sombreado (CS).

La razón entre el calor de radiación solar que se gana a través de un vidrio específico, al calor por radiación solar que se gana a través de un vidrio claro de 3mm de espesor, bajo idénticas condiciones. Estos datos los proporciona el fabricante, puede utilizarse un valor de 0.77 para vidrio claro de 6 mm, 0.74 para vidrio polarizado de 3 mm, y 0.55 para doble vidrio de 3 mm.

5.5 Edificio, edificación.

Cualquier estructura que limita un espacio por medio de techos, paredes, piso y superficies inferiores, que requiere de un permiso o licencia de la autoridad municipal para su construcción.

5.6 Edificio proyectado.

El edificio que se pretende construir.

5.7 Envoltente de un edificio

Está formada por techos, paredes, vanos, piso y superficies inferiores, que conforman el espacio interior de un edificio.

5.8 Muro ligero.

Es aquel construido empleando un bastidor o estructura soportante abierta, la cual se recubre en ambos lados, con tableros de material con espesores hasta de 2.5cm, dejando al interior un espacio hueco o relleno con aislante térmico.

5.9 Muro masivo. Es aquel construido con concreto, bloque hueco de concreto, tabicón, tabique rojo recocido, bloque perforado de barro extruido, bloque o tableros de concreto celular curado con autoclave, bloque de tepetate o adobe, o materiales semejantes con espesor igual o mayor a 10 cm.

5.10 Opaco. Lo que no permite pasar la luz visible.

5.11 Pared. Es la componente de la envoltente de un edificio cuya normal tiene un ángulo respecto a la vertical mayor 45° y hasta 135°.

5.12 Sistemas de enfriamiento. Aparato o equipo eléctrico utilizado para enfriar mecánicamente un espacio al interior del edificio.

5.13 Superficie inferior. Es la componente de la envoltente de un edificio que tiene una superficie exterior cuya normal tiene un ángulo respecto a la vertical mayor de 135° hasta 180°. Comúnmente se le conoce como piso o entrepiso del 1er. nivel habitable.

5.14 Area de techo. Es la componente de la envoltente de un edificio que tiene una superficie exterior cuya normal tiene un ángulo con respecto a la vertical de 0 hasta 45°. Normalmente es el equivalente al área de la losa de azotea.

5.15 Temperatura equivalente promedio (Te). Es una temperatura exterior promedio, durante el periodo de uso de sistemas de enfriamiento.

5.16 Transparente y/o translúcido. Lo que permite el paso de la luz visible.

5.17 Conductividad térmica. Al proceso de propagación de energía en un medio sólido, líquido o gaseoso.

5.18 Resistencia térmica. A la capacidad de los materiales para impedir la transmisión de calor a través de un cuerpo:

5.19 Espesor. A la dimensión transversal de un cuerpo por el cual se transmite calor:

5.20 Altura de muro exterior. Es la distancia medida verticalmente desde el nivel del piso de la planta baja hasta el nivel superior del techo.

5.21. Temperatura interior (Ti). Es la temperatura en grados centígrados considerada como adecuada en el interior de la edificación cuando este funcionando el equipo de aire acondicionado, proporcionando un confort adecuado.

5.22. Tiempo de retraso (TR). Es el lapso que tarda en fluir el calor desde la superficie mas caliente hasta la opuesta, de un material con espesor dado.

6 Sistema de unidades.

Las disposiciones de estas Normas se presentan en unidades del Sistema Internacional, cuyas unidades básicas son metro, watt, caloría y grado Kelvin.

7 Criterio general para el estudio térmico.

El criterio utilizado en esta norma técnica complementaria para determinar la cantidad de calor que entra a una edificación se calcula utilizando el procedimiento presentado en la NOM-008 y consiste en calcular la transmisión de calor a través de muros, domos, tragaluces, muros y ventanas.

El volumen (VOL) de la edificación se calcula multiplicando el área del techo por la altura exterior (AE).

La suma del calor de todas las porciones de que consta la edificación, se le denomina Total de Ganancia (G) y está expresado en watts. El valor calculado anteriormente (G) entre el volumen de la edificación (VOL), dando como resultado la Ganancia Unitaria (GU) en watts/metro cúbico.

8. Procedimiento de calculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado.

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, es la suma de la ganancia por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$G = G_{\text{CONDUCCION}} + G_{\text{RADIACION}}$$

En donde:

G. Es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, en W;

G CONDUCCION. Es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y transparentes de la envolvente del edificio proyectado, determinada según el inciso 8.1, en W;

G RADIACIÓN. Es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes transparentes de la envolvente del edificio proyectado, determinada según el inciso 8.2, en W.

8.1 Ganancia de calor por conducción.

Es la suma de la ganancia por conducción a través de cada una de las componentes, de acuerdo con su orientación.

$$G = \sum G_{\text{comp}}$$

$$G_{\text{comp}} = [KA(T_e - T_i)]$$

Gcomp es la ganancia de cada uno de los componentes de la edificación (techo, muro N, muro E, est.), en W.

K es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, determinado según el Apéndice B, en W/m² K;

A es el área de cada componente (techo, muro N, muro E, etc), en m²;

Te es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i, determinada según la Tabla 2 del Apéndice, en °C;

Ti es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a 26°C.

Calculo del coeficiente K.

$$K = \frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{M}$$

$M = R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ Es la suma de todas las resistencias térmicas, incluidas las partes opacas, transparentes y las debidas al modo de convección en los extremos del muro.

En su forma más general la resistencia térmica de un muro o techo también involucra los efectos convectivos interiores y exteriores por lo que se define M como:

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{C_1} + \frac{l_2}{C_2} + \dots + \frac{l_n}{C_n}$$

en donde:

M Es la resistencia total

hi Es la conductancia o coeficiente convectivo interno, que para efectos de la evaluación en la norma se toma el valor de :

$$8.10 \frac{W}{m^2 K} \text{ para superficies verticales,}$$

$$9.40 \frac{W}{m^2 K} \text{ para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba,}$$

$$6.60 \frac{W}{m^2 K} \text{ para las superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo.}$$

he Es la conductancia superficial o coeficiente convectivo exterior o en cualquier caso se considera para efectos de la norma con un valor de:

$$13.0 \frac{W}{m^2 K}$$

n Es el número de capas que forman la envolvente del edificio.

l Es el espesor de cada uno de los materiales que componen la porción del envolvente del edificio.

C Es el coeficiente de la conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio.

8.1.1 Parte homogénea.

En los casos en que los componentes de la envolvente de un edificio estén formados por componentes térmicamente homogéneas y por componentes térmicamente no homogéneas, paralelas a la superficie, hay que considerarlas para el cálculo de la resistencia térmica total.

$$M_{Hmogeneous} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{C1} + \dots + \frac{l_n}{Cn}$$

o sea $M_{Hmogeneous}$ son todas las componentes del envolvente excepto la parte no homogénea.

8.1.2 Parte no homogénea.

De acuerdo a lo descrito en el punto anterior, la parte no homogénea sería la complementaria a la homogénea, en este caso la parte no homogénea será:

$$M_{No\ homogenea} = \frac{F_1 g_1}{C_1} + \frac{F_2 g_2}{C_2} + \dots + \frac{F_m g_m}{C_m}$$

$$\sum F1 + F2 + F3 + \dots + Fm = 1.00$$

m Es el número de materiales que forman la capa no homogénea.

F Es la fracción del área total de la componente, ocupada por cada material en la capa no homogénea.

g Es el grueso de la capa no homogénea.

$$M = M_{Hmogeneous} + M_{No\ Hmogeneous}$$

8.2 Ganancia de calor por radiación.

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes transparentes.

$$Gradiación = \sum G_{comp}$$

G radiación es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W;

A es el área de la porción transparente, en m²;

CS es el coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante con valor adimensional entre cero y uno;

FG es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según la Tabla #2 en W/m²;

SE es el factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, determinado de acuerdo a las Tablas 2, 3, 4 y 5 según corresponda, localizadas en el Apéndice A, con valor adimensional entre cero y uno de la NOM-008.

9. Cumplimiento de la norma.

El valor de la Ganancia Unitaria (GU) calculado en el inciso siete (7) no debe exceder de 15 (QUINCE) WATTS POR METRO CUBICO.

10. APENDICE

TABLA #1 CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

MATERIAL	DENSIDAD D KG/M ³	CONDUCTIVIDAD TERMICA C W/MK	CALOR ESPECIFICO CA CAL/KG
TABIQUE ROJO RECOCIDO			
• AL EXTERIOR	1,600	0.872	280
• CON RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE POR FUERA	1,600	0.768	280
• AL INTERIOR	1,600	0.698	280
TABIQUE DE BARRO EXTRUIDO			
• SÓLIDO VIDRIADO, P/ ACABADO EXTERIOR	2,050	1.282	280
• BLOQUE HUECO VERTICAL (60 A 67% SÓLIDO)	2,050	0.998	280
• BLOQUE HUECO VERTICAL, RELLENO DE VERMICULITA	2,050	0.575	
BLOQUE DE CONCRETO CELULAR CURADO C/ AUTOCLAVE			
• DENSIDAD	450	0.120	
• DENSIDAD	600	0.210	
MURO DE CONCRETO CELULAR			
• DENSIDAD	1,600	0.580	
MURO DE BLOQUE DE CONCRETO			
• 6 CM DE ESPESOR DE CONCRETO	1,700	5.555	200
• EL MISMO CON PERLITA	1,700	2.778	
• EL MISMO CON VERMICULITA	1,700	3.333	
CONCRETO			
• ARMADO	2,400	1.740	210
MORTERO			
• CEMENTO ARENA	2,100	0.630	200
• CAL ARENA	1,800	0.872	200
ASBESTO CEMENTO, PLACA	1,800	0.582	138

**CONTINUACIÓN DE TABLA #1 DE CARACTERÍSTICAS
DE MATERIALES**

MATERIAL	DENSIDAD D KG/M ³	CONDUCTIVIDAD TERMICA C W/MK	CALOR ESPECIFICO CA CAL/KG
BLOQUE			
• DE ADOBE AL EXTERIOR	1,800	0.930	240
PIEDRA			
• CALIZA	2,180	1,400	240
• GRANITO, BASALTO	2,600	2,500	200
• MÁRMOL	2,500	2,000	193
• PIZARRA	2,700	2,000	200
• ARENISCA	2,000	1,300	270
MADERA			
• VIRUTA, AGLUTINADA	700	0.163	449
• FIBRACEL	1,000	0.128	500
• PINO	663	0.162	940
• CEDRO	505	0.130	650
• ROBLE	753	0.180	650
• FRESNO	674	0.164	800
VIDRIO			
• SENCILLO	2,700	1.160	200
METALES			
• ALUMINIO	2,700	204.0	226
• COBRE	8,900	372.2	118
• ACERO Y FIERRO	7,800	52.3	118

**CONTINUACIÓN DE TABLA #1 DE CARACTERÍSTICAS
DE MATERIALES**

MATERIAL	DENSIDAD D KG/M ³	CONDUCTIVIDAD TERMICA C W/MK	CALOR ESPECIFICO CA CAL/KG
RELLENO			
• TIERRA, ARENA O GRAVA HUMEDA	1,800	2.326	212
• TERRADOS SECOS EN AZOTEAS	1,700	0.582	212
• ARENA SECA, LIMPIA	1,700	0.407	170
OTROS			
• PLASTICO PVC	800	0.151	600
• AZULEJOS Y MOSAICOS	2,500	1.047	220
• LADRILLO EXTERIOR	1,600	0.872	280
• LADRILLO CON RECUBR. IMPERM. POR FUERA	1,700	0.768	200
• YESO	800	0.372	280
• AGUA	1,000	0.580	1,000
• AIRE	1.20	0.025	240
MATERIAL DE AISLAMIENTO TERMICO			
• LANA DE FIBRA DE VIDRIO	50		160
• POLISTIRENO DE BAJA DENSIDAD	15	0.037	290
• POLISTIRENO DE ALTA DENSIDAD	25	0.035	380
• POLIURETANO ESPERADO	40	0.030	380
MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES			
• MEMBRANAS ASFÁLTICAS	1,127	0.170	
• ASFALTO BITUMINOSO	1,050	0.174	
• FIELTRO DE PAPEL PERMEABLE	1,200	0.170	

TABLA #2 VALORES PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE. PARA LAS PRINCIPALES CIUDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

CONDUCCION																	
OPACA																	
TEMPERATURA EQUIVALENTE PROMEDIO (te)																	
SUPERFICIE																	
DOMO O TRAGALUZ																	
VENTANAS																	
TEMP INTERIOR		TECHO		MURO MASIVO				MURO LIGERO									
CIUDAD				N	E	S	O	N	E	S	O			N	E	S	O
LA PAZ	26	44	30	34	34	34	34	36	40	38	39	32	27	28	32	32	
SANJOSEDELCABO	26	44	30	34	34	34	34	36	40	38	39	32	27	28	32	32	
CABO SAN LUCAS	26	44	30	34	34	34	34	34	40	38	39	32	27	28	32	32	
TODOS SANTOS	26	44	30	34	32	32	32	36	40	38	39	32	27	28	32	32	
CD.CONSTITUCION	26	44	30	34	34	34	34	36	40	38	39	32	27	28	32	32	
CD. INSURGENTES	26	44	30	34	34	34	34	36	40	38	39	32	27	28	32	32	
LORETO	26	44	30	34	34	34	34	36	40	38	39	32	27	28	32	32	
SANTA ROSALIA	26	44	30	34	34	34	34	36	40	38	39	32	27	28	32	32	
GUERRERO NEGRC	22	38	28	30	30	30	30	30	34	34	34	30	25	26	28	28	

RADIACION					
TRANSPARENTE					
FACTOR DE GANANCIA SOLAR PROMEDIO FG (W/M2)					
DOMO		MURO			
CIUDAD	o TRAGALUZ	N	E	S	O
SAN JOS DEL CABO	322	70	159	131	164
CABO SAN LUCAS	322	70	159	131	164
TODOS SANTOS	322	70	159	131	164
CD. CONSTITUCION	322	70	159	131	164
CD. INSURGENTES	322	70	159	131	164
LORETO	322	70	159	131	164
SANTA ROSALIA	322	70	159	131	164
GUERRERO NEGRO	322	70	159	131	164

NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICACIONES COMERCIALES, PUBLICAS, EDUCATIVAS Y RESIDENCIALES EN EL ESTADO DE B.C.S.

TABLA #3 COEFICIENTES DE ABSORVENCIA DE CALOR SEGÚN LA SUPERFICIE EXPUESTA A LA RADIACIÓN SOLAR

		COEF.		COEF.
C	MUY BLANCO	0.20	BLANCO	0.25
O	AMARILLO LIMON	0.30	MARFIL	0.30
L	CREMA	0.40	AMARILLO ORO PURO	0.40
O	AMARILLO PAJA	0.40	OCRE CLARO	0.40
R	ANARANJADO CLARO	0.70	ANARANJADO INTENSO	0.75
E	CASTANO CLARO	0.75	BEIGE	0.75
S	ROSA SALMON	0.60	ROJO ESCARLATA	0.85
	BERMELLÓN	0.80	CARMIN OSCURO	0.85
	VIOLETA OSCURO	0.85	AZUL CLARO	0.50
	AZUL INTERMEDIO	0.60	CIELO AZUL	0.70
	AZUL TURQUESA	0.75	VERDE CLARO	0.40
	VERDE OSCURO	0.85	VERDE HIERBA	0.75
	VERDE PASTEL	0.50	VERDE PLATA	0.50
	GRIS CLARO	0.40	GRIS INTERMEDIO	0.65
	GRIS OSCURO	0.85	ROJO LADRILLO OSCURO	0.80
	NEGRO (NO METALICO)	0.85	NEGRO MATE INTENSO	0.95
	ROBLE OSCURO	0.67	M ROBLE CLARO	0.67
M	PINO BLANCO NUEVA	0.40	A	
A	NOGAL	0.80	T ALUM. PULIDO MUY BRILLANTE	0.05
T	ALUM. PULIDO NUEVO	0.10	E ALUM. PUL POCO INTEMP	0.30
E	ALUM. PULIDO REG INTEMP	0.40	R ALUM. SIN PULIR NUEVO	0.30
R	ALUM. SIN PULIR INTEMP	0.50	I BRONCE PULIDO NUEVO	0.65
I	BRONCE SIN PULIR NUEVO	0.40	A BRONCE POCO INTEMP.	0.50
A	COBRE MUY PULIDO NUEVO	0.30	L COBRE PULIDO POCO INTEMP.	0.65
L	COBRE SIN PULIR NUEVO	0.50	E ESTANO POCO INTEMP	0.40
E	ESTANO PULIDO ESPEJO	0.10	S CROMO PULIDO INTEMP	0.40
S	CROMO PULIDO ESPEJO	0.10	LAMINA GALVAN POCO INTEMP.	0.65
	LAMINA GALVAN. NUEVA	0.45	FIERRO CORRUG POCO INTEMP.	0.80
	FIERRO CORRUG. NUEVO	0.60	TIERRA	0.85
	PASTOS	0.80	ARENA CLARA SECO O HUMEDA	0.68
	TIERRA ARENOSA	0.80	ASFALTO SECO	0.85
	HIERBA O PASTO SECO	0.70	PIEDRAS CLARAS	0.25
	ASFALTO HUMEDO	0.90	CONCRETO APARENTE NUEVO	0.45
	CAL	0.10	GRAVA GRIS	0.60
	CONCRETO APAR INTEMPER	0.65	TABIQUE DE CEMENTO-ARENA	0.60
	TABIQUE VID BLAN LIMPIO	0.25	RECUBRIMIENTO ASFALTICO	0.85
	TABIQUE OSCURO LIMPIO	0.65	TEJA BLANCA	0.30
	TEJA ROJA BARRO RECOCIDO	0.65	LAMINA ASBESTO-CEM. NUEVA	0.45
	ENCALADO NUEVO	0.10	LADRILLO ROJO RECOCIDO NUEVO	0.65
	LAMINA ASBES-CEM INTEMP.	0.60	REC. DE APLANADO CLARO NUEVO	0.50
	PAPEL BLANCO	0.80	REC. OSCUROS SUCIOS	0.80
	RECUBRIMIENTO COLOR INTERM SUCIO	0.70		

YESO BLANCO SECO

0.10

TABLA #4 TIEMPO DE RETRASO

LOSA DE CONCRETO DE 10 CM	4 HORAS
MURO DE BLOCK HUECO DE 15 CM TERMINADO	3 HORAS
PANEL 'W' DE 10 CM	2.5 HORAS
LOSA DE VIGUETA Y BOVEDILLA DE 20 CM	5 HORAS
MURO DE TABIQUE DE 15 CM TERMINADO	5 HORAS
VIDRIO DE 6 MM	15 MIN.
MURO DE ADOBE DE 40 CM TERMINADO	17 HORAS
MADERA DE 2 CM DE ESPESOR	1.4 HORAS
LAMINA GALVANIZADA CALIBRE # 28	1 SEG.