



Title: Alternativa energética sustentable mediante la utilización de aislantes térmicos de diferentes materiales en edificaciones con sistemas de aire acondicionado

Authors: CASADOS-LÓPEZ, Edzel Jair, CASADOS-SÁNCHEZ, Alvaro, CRUZ-VICENCIO, Raúl y HORST-SÁNCHEZ, Alvaro

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2020-04
BCIERMMI Classification (2020): 211020-0004

Pages: 16
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Una alternativa sustentable que genera ahorros energéticos significativos son los aislantes térmicos cuando se aplican de forma adecuada en edificios residenciales.

Los estudios térmicos en edificaciones de tamaño real son costosos por los diseños, la cantidad de materiales, instrumentación y la cantidad de variables que intervienen.

De igual importancia para el ahorro de energía es el cálculo de la carga de enfriamiento, ya que el llevar a cabo el cálculo lo más exacto posible y a la hora pico, este determinará la capacidad del equipo de refrigeración.

El método utilizado para el cálculo de la carga de enfriamiento es el CLTD/SCL/CLF, dicho método fue desarrollado por la (ASHRAE) la Sociedad Americana de Ingenieros en Refrigeración, Calefacción y Aire Acondicionado y es de los más utilizados a nivel mundial.

El cuidado del medio ambiente exige la disminución de emisiones contaminantes originada por la quema de combustibles fósiles. El dimensionamiento adecuado de una instalación de aire acondicionado para resolver la necesidad de confort a un costo energético óptimo resulta crucial.

Por tal el problema planteado constituye el cálculo correcto de la carga de enfriamiento de una edificación con la finalidad de dimensionar la instalación de aire acondicionado de tal manera que se logre el confort requerido con un mínimo de consumo energético.



Método CLTD/ SCL / CLF

Este método es un proceso manual de un paso, basado en el TFM (Método de Función de Transferencia), que podría ser utilizado para aproximar la correspondiente carga de enfriamiento de los primeros tres modos de ganancia de calor y la carga de enfriamiento de la infiltración y ventilación.

- CLTD (Diferencia de Temperatura de la Carga de Enfriamiento)
- SCL (Carga de enfriamiento Solar)
- CLF (Factor de la Carga de Enfriamiento)



El objetivo de este trabajo radica en proponer una metodología para el cálculo de la carga de enfriamiento mínima en modelos de edificación, utilizando aislantes térmicos y materiales de construcción regionales y validada por el desarrollo de un experimento cuyo objeto de estudio son modelos a escala de edificaciones con diferentes materiales

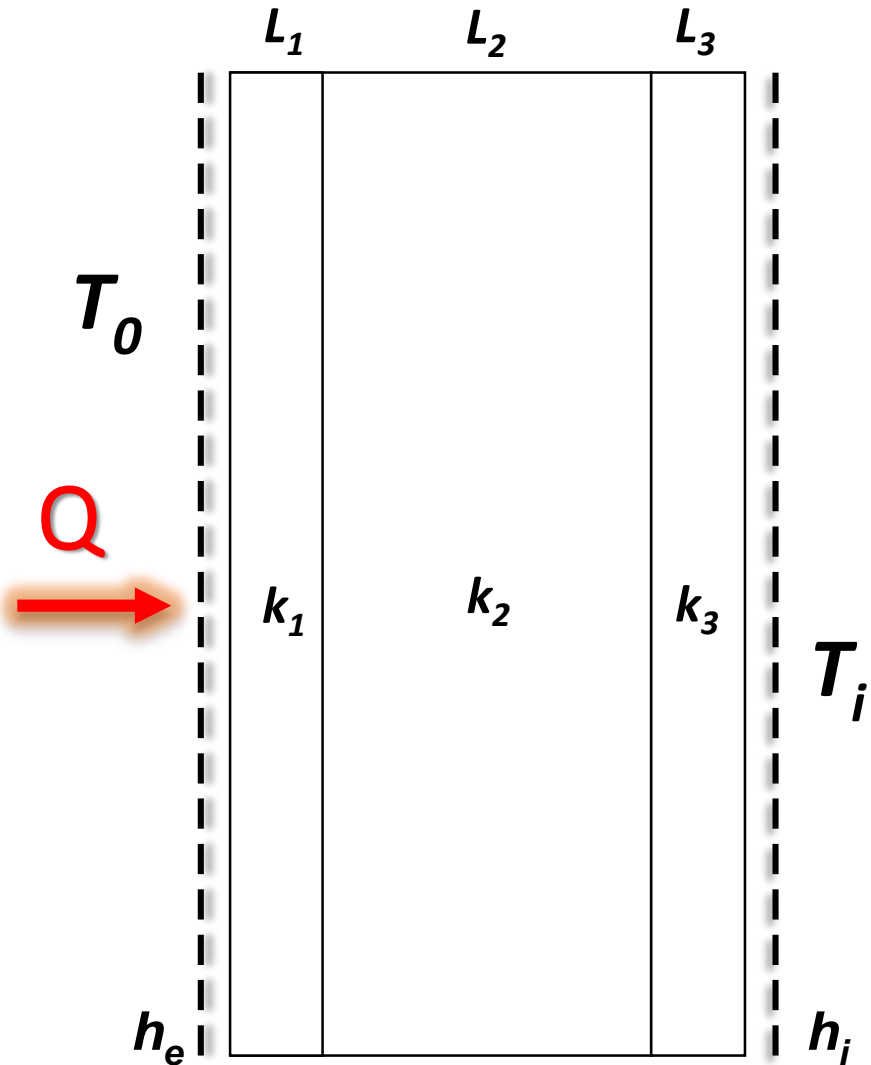
La estrategia de solución consiste en aplicar una metodología para el cálculo de la carga de enfriamiento derivado del método CLTD/SCL/CLF, pero aplicado a materiales de construcción regionales.

Mediante esta metodología se dimensionará en forma óptima la instalación de aire acondicionado, lo que garantizará un consumo energético mínimo. Adicionalmente se utilizará aislante térmico de poliestireno extruido incrementando el ahorro energético, lo cual se cuantificará mediante la medición del consumo de energía con instrumentación certificada proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE)



Pared del Modelo Tipo A

Sin/Aislante



$$Q = A U \text{ (CLTD)}$$

$$U = \frac{1}{R}$$

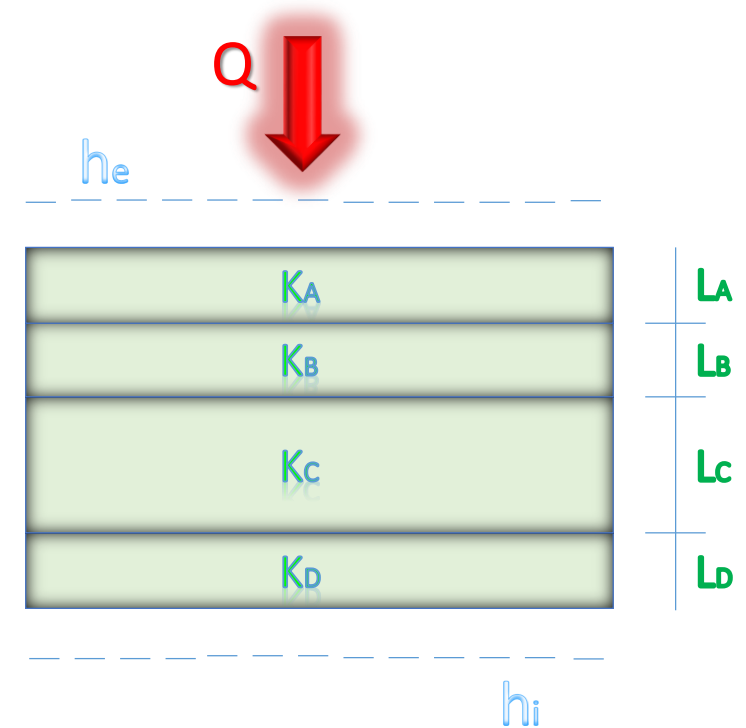
$$R = \frac{1}{h_i} + \frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2} + \frac{L_3}{K_3} + \frac{1}{h_e}$$

$$\text{CLTD}_{\text{CORR}} = [\text{CLTD} + \text{LM}] K + [25.5 \text{ }^\circ\text{C} - T_i] + [T_{\text{oav}} - 29.4 \text{ }^\circ\text{C}]$$

$$Q = A U \text{ (CLTD corregido)}$$

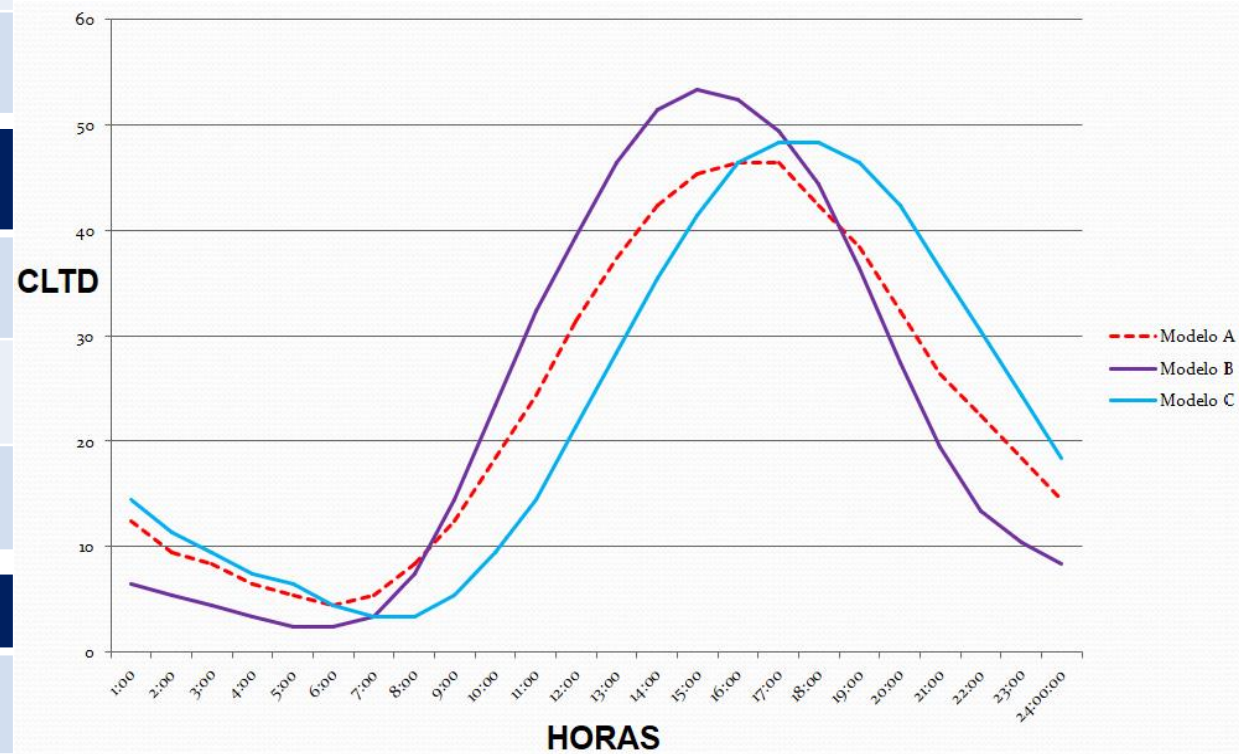
Losa del Modelo Tipo C

Con/Aislante



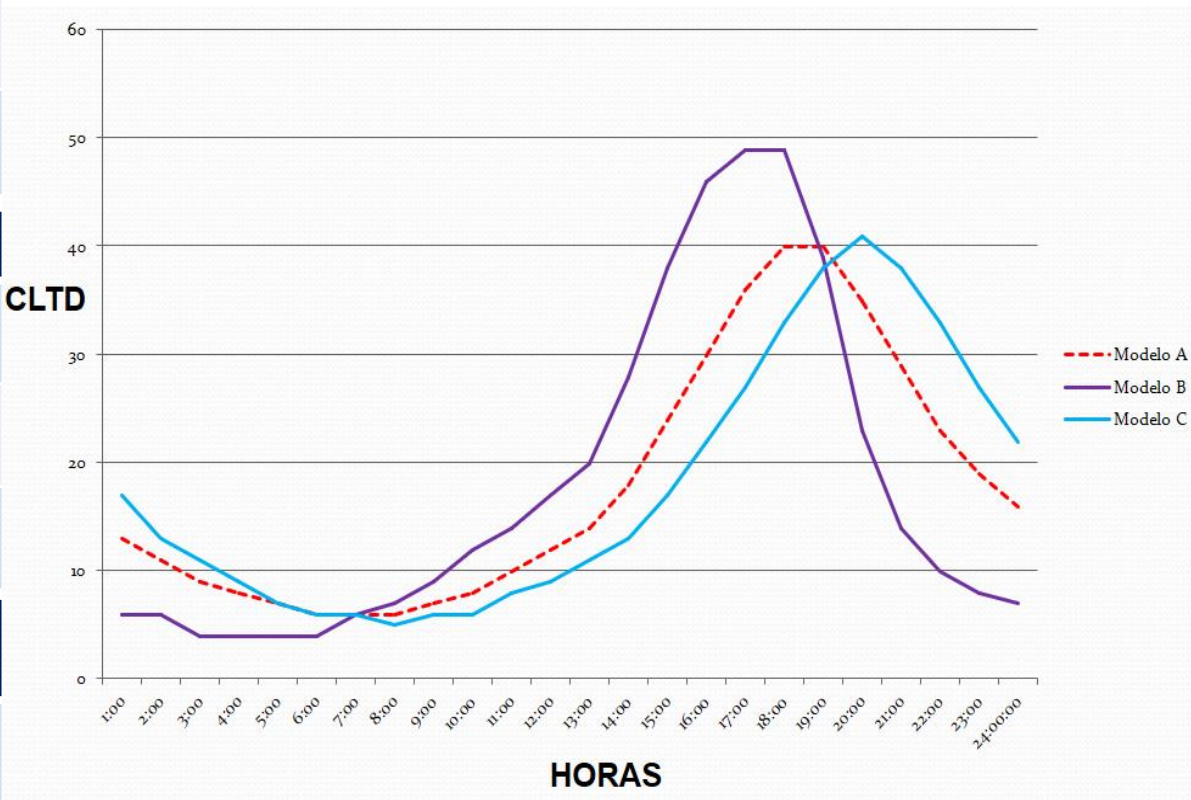
Valores CLTD Corregidos Para Losas de los Modelos A, B y C

HORAS	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00
Modelo A	12.4	9.4	8.4	6.4	5.4	4.4	5.4	8.4
Modelo B	6.4	5.4	4.4	3.4	2.4	2.4	3.4	7.4
Modelo C	14.4	11.4	9.4	7.4	6.4	4.4	3.4	3.4
HORAS	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Modelo A	12.4	18.4	24.4	31.4	37.4	42.4	45.4	46.4
Modelo B	14.4	23.4	32.4	39.4	46.4	51.4	53.4	52.4
Modelo C	5.4	9.4	14.4	21.4	28.4	35.4	41.4	46.4
HORAS	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00
Modelo A	46.4	42.4	38.4	32.4	26.4	22.4	18.4	14.4
Modelo B	49.4	44.4	36.4	27.4	19.4	13.4	10.4	8.4
Modelo C	48.4	48.4	46.4	42.4	36.4	30.4	24.4	18.4



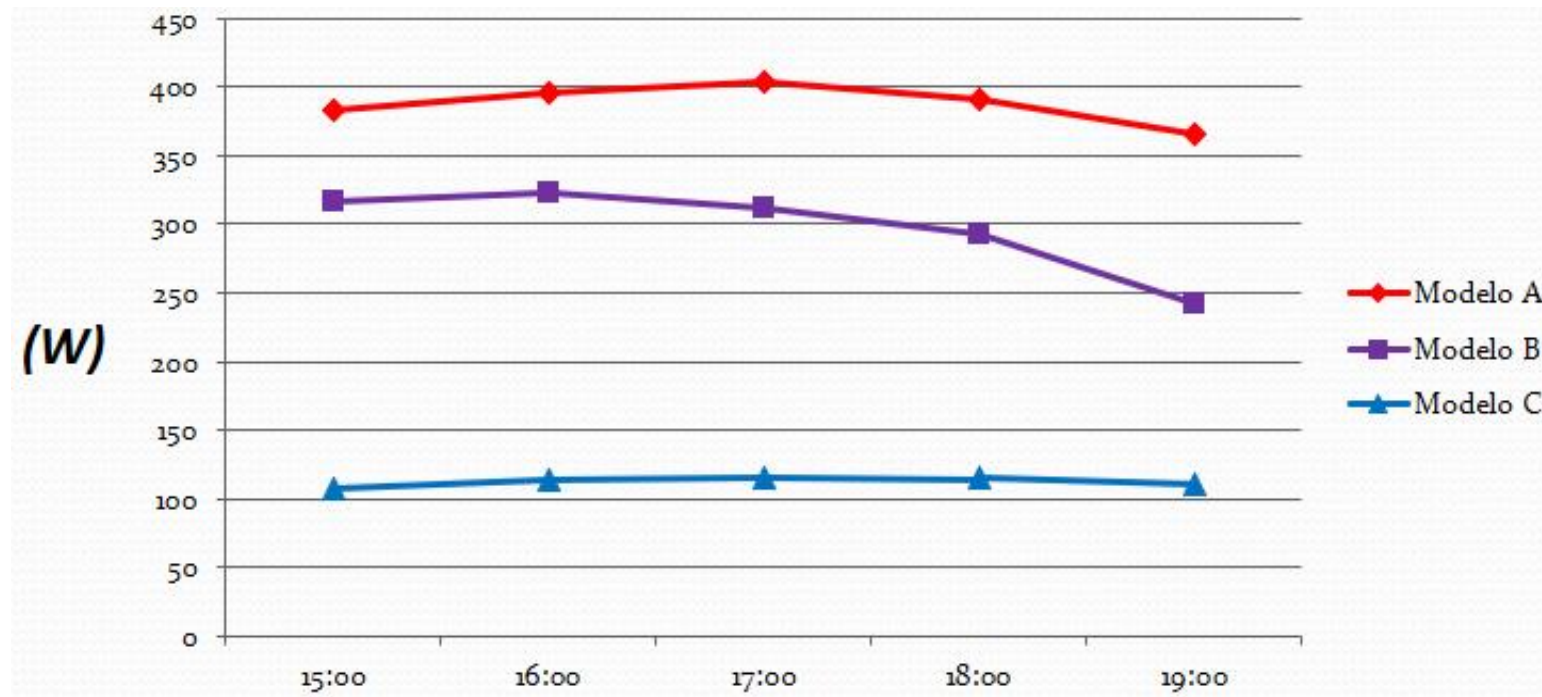
Valores CLTD Corregidos Para Paredes Con Orientación Oeste

HORAS	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00
Modelo A	12.9	10.9	8.9	7.9	6.9	5.9	5.9	5.9
Modelo B	5.9	5.9	3.9	3.9	3.9	3.9	5.9	6.9
Modelo C	16.9	12.9	10.9	8.9	6.9	5.9	5.9	4.9
HORAS	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Modelo A	6.9	7.9	9.9	11.9	13.9	17.9	23.9	29.9
Modelo B	8.9	11.9	13.9	16.9	19.9	27.9	37.9	45.9
Modelo C	5.9	5.9	7.9	8.9	10.9	12.9	16.9	21.9
HORAS	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00
Modelo A	35.9	39.9	39.9	34.9	28.9	22.9	18.9	15.9
Modelo B	48.9	48.9	38.9	22.9	13.9	9.9	7.9	6.9
Modelo C	26.9	32.9	37.9	40.9	37.9	32.9	26.9	21.9



Resultados de la demanda de enfriamiento Q (Watts)

HORA	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	TOTAL
Modelo A	383.716	395.327	403.809	390.150	365.122	1938.126
Modelo B	316.453	322.981	311.595	292.563	241.784	1485.377
Modelo C	107.347	113.308	115.100	115.094	111.337	562.188



Reducción de la demanda de enfriamiento con respecto a los modelos A, B y C en (%)

HORA	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	PROMEDIO
Modelo A -B	17.52	18.30	22.83	25.01	33.78	23.36
Modelo B -C	66.07	64.91	63.06	60.66	53.95	62.15
Modelo A -C	72.02	71.33	71.49	70.50	69.50	70.99

Energía de refrigeración (Kw – hr Térmicos) y (Kw – hr eléctricos) para los tres modelos

HORAS		15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	TOTAL
Modelo A	Kw-hr Térmicos	383.71	395.32	403.81	390.15	365.12	1938.12
	Kw - hr Eléctricos	135.11	139.19	142.18	137.37	128.56	682.41
Modelo B	Kw-hr Térmicos	316.45	322.98	311.59	292.56	241.78	1485.36
	Kw - hr Eléctricos	111.42	113.72	109.71	103.01	85.13	522.99
Modelo C	Kw-hr Térmicos	107.34	113.30	115.10	115.09	111.33	562.16
	Kw - hr Eléctricos	37.79	39.89	40.52	40.52	39.20	197.92

Energía de refrigeración (Kw – hr Térmicos) y (Kw – hr eléctricos medidos), para los tres modelos

HORAS		15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	TOTAL
Modelo A	Kw-hr Térmicos	383.71	395.32	403.80	390.15	365.12	1938.1
	Kw - hr Eléctricos (medidos)	141.02	145.40	148.53	143.50	134.30	712.86
Modelo B	Kw-hr Térmicos	316.45	322.98	311.59	292.56	241.78	1485.36
	Kw - hr Eléctricos (medidos)	118.35	120.80	116.53	109.41	90.42	555.52
Modelo C	Kw -hr Térmicos	107.34	113.30	115.10	115.09	111.33	562.16
	Kw - hr Eléctricos (medidos)	39.68	41.88	42.54	42.54	40.95	207.81

Reducción de la energía eléctrica medida para los modelos A, B y C en (%).

Modelo	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	% de ahorro
A con B	16.07	16.91	21.54	23.75	32.67	22.07 %

Modelo	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	% de ahorro
B con C	63.94	62.71	60.73	58.18	51.05	59.76 %

Modelo	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	% de ahorro
A con C	69.74	69.02	69.19	68.11	67.04	68.64 %

ANEXOS

Propiedades
térmicas, y
números de
Código de las
capas utilizadas
en la descripción
de paredes y
techos

Numero de código	Descripción	Espesor y propiedades técnicas					
		L	k	ρ	Cp	R	Masa
A0	Resistencia de la superficie exterior	0	0	0	0	0.059	0
A1	25 mm de estuco	25	0.692	1858	0.84	0.037	47.34
A2	100 de ladrillo	100	1.333	2002	0.92	0.076	203.5
A3	Acero forrado	2	44.998	7689	0.42	0	11.71
A4	12 mm de escoria	13	0.19	1121	1.67	0.067	10.74
A5	Resistencia de la superficie exterior	0	0	0	0	0.059	0
A6	Final	13	0.415	1249	1.09	0.031	16.1
A7	100 de ladrillo	100	1.33	2002	0.92	0.076	203.5
B1	Resistencia del espacio de aire	0	0	0	0	0.16	0
B2	25 mm de aislamiento	25	0.043	32	0.84	0.587	0.98
B3	50 mm de aislamiento	51	0.043	32	0.84	1.173	1.46
B4	75 mm de aislamiento	76	0.043	32	0.84	1.76	2.44
B5	25 mm de aislamiento	25	0.043	91	0.84	0.587	2.44
B6	50 mm de aislamiento	51	0.043	91	0.84	1.173	4.88
B7	25 mm de madera	25	0.121	593	2.51	0.207	15.13
B8	65 mm de madera	63	0.121	593	2.51	0.524	37.58
B9	100 mm de madera	100	0.121	593	2.51	0.837	60.02
B10	50 mm de madera	51	0.121	593	2.51	0.42	30.26
B11	75 mm de madera	76	0.121	593	2.51	0.628	45.38
B12	75 mm de aislamiento	76	0.043	91	0.84	1.76	6.83
B13	100 mm de aislamiento	100	0.043	91	0.84	2.347	9.27
B14	125 mm de aislamiento	125	0.043	91	0.84	2.933	11.71
B15	150 mm de aislamiento	150	0.043	91	0.84	3.52	14.15
B16	4 mm de aislamiento	4	0.043	91	0.84	0.088	0.49
B17	8 mm de aislamiento	8	0.043	91	0.84	0.176	0.49
B18	12 mm de aislamiento	12	0.043	91	0.84	0.264	0.98
B19	15 mm de aislamiento	15	0.043	91	0.84	0.352	1.46
B20	20 mm de aislamiento	20	0.043	91	0.84	0.44	1.95
B21	35 mm de aislamiento	35	0.043	91	0.84	0.792	2.93
B22	42 mm de aislamiento	42	0.043	91	0.84	0.968	3.9
B23	60 mm de aislamiento	62	0.043	91	0.84	1.408	5.86
B24	70 mm de aislamiento	70	0.043	91	0.84	1.584	6.34
B25	85 mm de aislamiento	85	0.043	91	0.84	1.936	7.81
B26	92 mm de aislamiento	92	0.043	91	0.84	2.112	8.3
B27	115 mm de aislamiento	115	0.043	91	0.84	2.64	10.74
C1	100 mm de placa de arcilla	100	0.571	1121	0.84	0.178	113.7
C2	100 mm de block de concreto de baja densidad	100	0.381	609	0.84	0.266	61.98
C3	100 mm de block de concreto de alta densidad	100	0.813	977	0.84	0.125	99.06
C4	100 de ladrillo común	100	0.727	1922	0.84	0.14	195.2
C5	100 mm de concreto de alta densidad	100	0.731	2243	0.84	0.059	227.9
C6	200 mm de placa de arcilla	200	0.571	1121	0.84	0.352	227.9
C7	200 mm de block de concreto de baja densidad	200	0.571	609	0.84	0.352	123.46
C8	200 mm de block de concreto de alta densidad	200	1.038	977	0.84	0.196	198.62
C9	200 mm de ladrillo común	200	0.727	1922	0.84	0.279	390.4
C10	200 mm de concreto de alta densidad	200	0.731	2243	0.84	0.117	455.79
C11	300 mm de concreto de alta densidad	300	0.731	2243	0.84	0.176	683.2
C12	50 mm de concreto de alta densidad	50	0.731	2243	0.84	0.029	113.7
C13	150 mm de concreto de alta densidad	150	0.731	2243	0.84	0.088	341.6
C14	100 mm de concreto de baja densidad	100	0.173	641	0.84	0.587	64.9
C15	150 mm de concreto de baja densidad	150	0.173	641	0.84	0.88	97.6
C16	200 mm de concreto de baja densidad	200	0.173	641	0.84	1.173	130.3
C17	200 mm de block de concreto de baja densidad	200	0.138	288	0.84	1.467	58.56
C18	200 mm de block de concreto de alta densidad	200	0.588	849	0.84	0.345	172.75
C19	300 mm de block de concreto de baja densidad	300	0.138	304	0.84	2.2	92.72
C20	300 mm de block de concreto de alta densidad	300	0.675	897	0.84	0.451	273.28
E0	Resistencia de la superficie interior	0	0	0	0	0.121	0
E1	20 mm de yeso o yesiforo	20	0.727	1602	0.84	0.026	30.74
E2	12 mm de escoria o piedras	12	1.436	881	1.67	0.009	11.22
E3	10 mm de fieltro o membrana	10	0.19	1121	1.67	0.05	10.74
E4	Espacio de aire en el techo	0	0	0	0	0.176	0
E5	Mosaico acústico	19	0.061	481	0.84	0.314	9.27

L = Espesor, mm
k = Conductividad térmica, W/(m²K)
 ρ = Densidad, kg/m³

Cp = Calor específico, kJ/(kg²K)
R = Resistencia térmica, (m²K)/W
Masa = Masa x unidad área, kg/m²

Materiales del techo ^a		Masa interior					Masa integral						Masa exterior						
No	Códigos	Números del rango del valor R ^b						Números del rango del valor R ^b						Números del rango del valor R ^b					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	B7							1	2	2	4	4							
2	B8							4	5	9	10	18							
3	B9							19	21	27	27	28							
4	C5	6	7	7	10	10		3					6	7	7	10	11		
5	C12	2	2	4	4	5		2					2	3	4	5	5		
6	C13	7	12	13	13	20		5					7	12	13	13	20		
7	C14		4	5	9	9		2	2				4	5	9	9			
8	C15		5	10	18	18	18		4				5	10	10	18	18	18	
9	C16		9	19	20	27	27		9				9	18	20	27	27		
10	A3							1	1	1	2	2							
11	Ático							1	2	2	2	4							

Sistemas de azotea

12	C12-C12							4	5	9	9	9	5	5	7	9	9		
13	C12-C5							6	11	12	18	18	7	12	12	12	20		
14	C12-C13							11	20	20	21	27	12	13	21	21	21		
15	C5-C12							5	10	10	17	17	5	10	11	11	18		
16	C5-C5							10	20	20	26	26	10	13	21	21	21		
17	C5-C13							20	27	28	28	35	20	22	22	22	28		
18	C13-C12							10	18	20	20	26	10	13	20	29	21		
19	C13-C5							18	27	27	28	35	20	22	22	28	28		
20	C13-C13							21	29	30	36	36	21	29	30	31	36		

Techo con cielo

Materiales del techo ^a		Masa interior					Masa integral						Masa exterior						
No	Códigos	Números del rango del valor R ^b						Números del rango del valor R ^b						Números del rango del valor R ^b					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	B7							4	5	9	10	10							
2	B8							9	20	21	22	28							
3	B9							20	28	30	37	38							
4	C5	8	15	18	18	23		6					7	7	7	10	10		
5	C12	5	8	13	13	14		3					3	3	4	5			
6	C13		18	24	25	25		11	11				12	13	13	20			
7	C14		4	10	11	18	20		4				4	5	9	9	17		
8	C15		10	18	21	21	28		9				9	10	18	19	26		
9	C16			20	28	29	36			18				18	26	27	27		
10	A3							1	1	2	2	4							
11	Ático																		

Sistemas de azotea

12	C12-C12							6	13	22	22	22	5	5	7	9	9		
13	C12-C5							10	21	23	24	31	12	12	18	18	20		
14	C12-C13							13	23	24	33	33	13	21	21	21	21		
15	C5-C12							10	20	22	28	29	10	12	18	18			
16	C5-C5							13	23	32	32	33	20	21	21	21	21		
17	C5-C13							21	32	34	40		22	22	28	28			
18	C13-C12							12	28	30	31	37	13	20	20	21			
19	C13-C5							21	31	39	40	40	22	22	28	28			
20	C13-C13							39	41	41	42	42	29	30	31	36	37		

^aLos espacios en blanco denotan un techo que no es posible con las combinaciones de los parámetros elegidos. Los números 12 a 20 son sistemas de azoteas. El primer material es una capa exterior, el segundo material es una capa interior. Los números de los materiales masivos son: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20. Los números de los materiales no masivos son: 1, 2, 3, 10 y 11.

No	Rango	No	Rango	No	Rango
1	0 a 0.88	3	1.76 a 2.64	5	3.52 a 4.40
2	0.88 a 1.76	4	2.64 a 3.52	6	4.40 a 5.28

Techos

No	Hora																							
1	0	-1	-2	-3	-3	-3	0	7	16	25	33	41	46	49	49	46	41	33	24	14	8	5	3	1
2	1	0	-1	-2	-3	-3	-2	2	9	18	27	34	41	46	48	47	44	39	31	22	14	8	5	3
3	7	4	3	1	0	-1	0	3	7	13	19	26	32	37	40	41	41	37	33	27	21	17	13	9
4	9	6	4	2	1	-1	-2	-2	0	4	9	16	23	30	36	41	43	43	41	37	31	25	19	13
5	12	9	7	4	3	2	1	1	3	7	12	17	23	28	33	37	38	38	36	33	28	23	19	15
8	16	13	12	9	8	7	6	6	7	9	12	16	19	23	27	29	31	32	31	29	27	24	21	18
9	18	14	12	9	7	5	3	2	2	4	7	11	15	20	25	29	33	35	36	35	32	29	25	21
10	21	18	15	13	11	8	7	6	5	6	7	9	13	17	21	24	28	31	32	32	31	29	26	23
13	19	17	16	14	12	11	10	9	9	9	11	13	16	18	21	23	26	27	27	27	26	24	22	21
14	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	12	13	16	18	20	22	23	24	25	25	24	23	22	21

Nota: 1. Aplicación directa de datos

Superficie oscura

Temperatura interior de 25.5 °C

Temperatura máxima exterior de 35 °C con temperatura promedio de 29.5 °C y rango diario de 11.6 °C

Radiación solar típica de un día claro el día 21 del mes

Resistencia de la película de la superficie exterior de 0.059 m²K/W

Con o sin techo suspendido y sistemas de cámaras de retorno de aire

Resistencia de la superficie interior de 0.121 m²K/W

Nota: 2. Ajuste de la tabla de datos

Diseño de temperaturas: $\text{Corr: CLTD} = \text{CLTD} + (25.5 - t_i) + (t_m - 29.4)$

Donde:

t_i = temperatura interior y t_e = temperatura exterior promedio

t_m = temperatura exterior máxima - (rango diario)/2

Ningún ajuste recomendado para el color

Ningún ajuste recomendado para la ventilación del aire del espacio sobre el techo

Diferentes temperaturas de la carga de enfriamiento de Julio para le cálculo de la carga de enfriamiento de los techos planos a 40° latitud norte

Conclusiones

Al aplicar la metodología desarrollada para el cálculo de la carga de enfriamiento, derivado del método CLTD/SCL/CLF, para el diseño en sistema de aire acondicionado conduce un retraso en la hora pico, reduciendo la carga de enfriamiento, y que la utilización de aislantes térmicos en muros y losas conduce a una disminución en el flujo térmico.

Tomando como base los resultados obtenidos, en este trabajo se observa lo siguiente:

Al utilizar el modelo tipo C, el ahorro de flujo térmico que se obtiene con respecto al tipo A, es del 68.64 %, lo cual representa un ahorro considerable en el consumo de energía por lo que se justifica el uso de estos materiales en la construcción de edificios desde el punto de vista energético.

Referencias

- Falconer, D.R., E.F. Sowell, J. D. Spitler, and B. Todorovich. (1993). Electronic tables for the ASHRAE transactions 99
- Harris, S. M., & McQuiston, F.C. (1988). A study to categorize walls and roofs on the basis of thermal response, "ASHRAE Transactions", 94(2), 688 – 715.
- Lindsey, Kirk (1991). Revision of the CLTD/CLF Cooling Load Calculation Method, M.S. Creative Component, Oklahoma State University.
- Machler, M. A., & Iqbal M. (1985). A modification of the ASHRAE clear sky irradiation model, ASHRAE Transactions, 91(IA), 106 – 115.
- McQuiston, F. C., & Parker, J.D. (1988). Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Analysis and Design, John Wiley & Sons, New York.
- Mitallas, G. P., & Stephenson, D. G. (1971). Calculation of heat conduction transfer functions for multi – layer slabs, ASHRAE Transactions.
- Romine, T. B. (Jr.) (1992). Cooling Load Calculation: Art or Science?, ASHRAE Journal, 34, 14-24
- Rudoy, W., & Duran, F. (1975). Development of an Improved Cooling Load Calculation Method, ASHRAE Transactions, 81(2), 19 – 69.
- Spitler, J. D., McQuiston F.C., & Lindsey K. (1993). The CLTD/SCL/CLF Cooling Load Calculation Method, ASHRAE Transactions.
- Stephenson, D. G. (1968). Calculation of cooling load by digital computer, ASRAE Journal, 4, 41 – 43.
- Sowell, E. F., & Chiles, D. C. (1984a). Characterization of zone dynamic response for CLF/CLTD tables, ASHRAE Transactions, 91(2A), 162 – 178.
- Threlkeld, J. L. (1963). Solar Irradiation of Surfaces on Clear Days, ASHRAE Transactions, 69, 24 – 36.
- Todorovic B. (1982). Cooling Loads from Solar Radiation through Partially Shaded Windows, taking Heat Storage Effect into Account, ASHRAE Transactions.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)