

# El diseño, la construcción, los usuarios y su relación con la NOM 008-ENER

Héctor H. Pantoja Ayala  
Tecnología y Producción

Héctor Iturbide Castillo  
Arquitecto

La Norma Oficial Mexicana 008 (NOM 008-ENER) Eficiencia Energética en las Edificaciones<sup>1</sup> fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 25 de abril de 2001. El siguiente paso es su inclusión en el *Reglamento de Construcciones*. Cuando esto suceda, los lineamientos que establece deberán cumplirse en el diseño y construcción de las edificaciones “no residenciales”. ¿Cuál es el objetivo de esta norma? ¿De qué trata? ¿Cuáles son los beneficios que aportará a los usuarios, a la comunidad y al país? ¿Cuáles son sus relaciones con la práctica de la arquitectura? Enseguida se presentan sus antecedentes y se da respuesta a estos cuestionamientos, así como la explicación científica del fenómeno físico que origina este discurso.

El objetivo de la NOM 008-ENER es “limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con el objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento”.<sup>2</sup> La búsqueda de esta racionalización se debe, en gran medida, a que la energía a cada momento se vuelve más cara y difícil de suministrar (aun

cuando nuestro país es productor de materia prima para los mismos fines), tanto por el crecimiento demográfico como por el (supuesto) de la economía. Otro motivo de la racionalización en el uso de sistemas de enfriamiento y el implícito consumo de energía, es reducir el consumo de los recursos naturales usados para generar tal energía y los subsecuentes efectos de índole ambiental, social y político. De estos efectos, los más fáciles de observar son los daños a los ecosistemas, existiendo también las restricciones al desarrollo social y la dependencia comercial, mismos que son objeto de gran controversia.

Por estos motivos la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) se dedica a encontrar formas para hacer más eficiente el uso de la energía, siendo una de éstas la NOM008-ENER. El anteproyecto de la norma trata principalmente sobre el método para especificar la envolvente del “edificio proyectado” de tal manera que la “ganancia de calor ( $_{p}$ ) a través de esa envolvente resulte menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia ( $_{r}$ ), es decir”:<sup>3</sup>

$$_{p} < _{r}$$

1 Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae). *Anteproyecto de NOM 008-ENER*, “Eficiencia Energética en Edificaciones”.

2 *Ibid.* p. 2.

3 *Ibid.* p. 5.

El ahorro de energía es un tema vital para el futuro y desarrollo de los países, México no es la excepción. En ello radica la importancia de la NOM-008-ENER que pretende limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, para así racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento. Cuando esta norma sea incluida en el Reglamento de Construcciones, convirtiéndose automáticamente en obligatoria, se ahorrará energía en las construcciones gracias a los materiales y las técnicas constructivas que plantea.

*Energy saving is a key issue for the future and development of the countries, Mexico is no exception. In it is the importance of NOM-008-ENER which seeks to limit the gain of heat within the constructions through their covering, in order to rationalize the use of energy for cooling systems. When this norm is included in the Regulation of Constructions, converting automatically into a mandatory one, energy shall be saved in constructions due to the materials and the constructing techniques stated.*

En el contenido del anteproyecto de la norma se explican los términos usados, sus literales, las variables que influyen en la ganancia de calor y sus parámetros, y el procedimiento para cuantificar la ganancia de calor para una ubicación de acuerdo con varias zonas geográficas definidas para la República Mexicana. El contenido incluye los formatos de las cédulas con los cálculos que demuestran que el edificio en proceso de diseño cumple con la condición arriba mencionada. Estos formatos deberán incluirse para la autorización de los permisos de construcción.

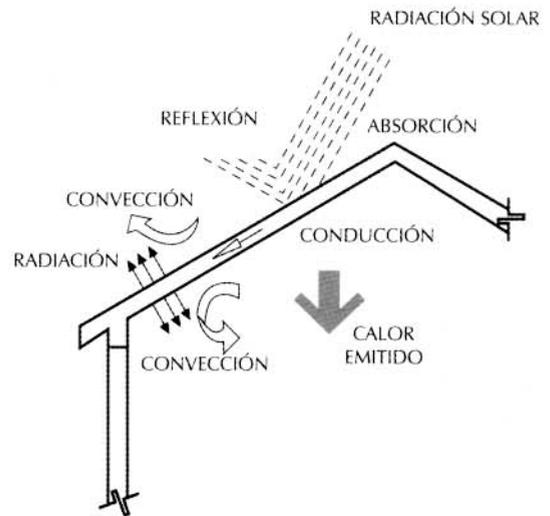
La norma trata sobre el *comportamiento térmico* de las edificaciones, que es la medida de la ganancia y pérdida de calor (en W, watts) de una edificación a través de su envolvente. El hecho de que toda construcción gana y pierde calor es importante porque nos permite recordar que esas fluctuaciones tienen implicaciones en el *ser humano, su salud y su bienestar*<sup>4</sup> (fenómeno que seguramente muchos hemos percibido, aunque no comprendido en términos arquitectónicos).

Esto valida la idea de considerar la temperatura (°C) en el interior de la edificación como otro indicador de la ganancia y pérdida de calor. Para entender mejor la NOM-008-ENER es necesario explicar el fenómeno físico con sus bases científicas, así como recordar sus efectos sobre los habitantes del espacio arquitectónico.

La cantidad de calor que un edificio gana o pierde depende principalmente de los siguientes factores: su orientación, las *características climatológicas del sitio*, los *materiales de la construcción* y sus propiedades térmicas, el calor generado por los ocupantes en cierta medida y la *forma* de la edificación. Como nuestro país se encuentra en la "zona caliente" del globo terráqueo, la *envolvente* de las construcciones sufre larga e intensa captación de rayos solares. Estos rayos al "golpear" la superficie del material se transforman en *calor*. El aumento de calor dependerá de las propiedades térmicas de los *materiales de la construcción* —específicamente su *conductividad h* o *C* en  $W/m^2 \cdot K$  (léase Watt sobre unidad de superficie por grados Kelvin); y la cantidad de calor que se transmita al interior dependerá de su resistividad *r* en  $m^2 \cdot K/W$ . Una vez que este calor se ha movido y atravesado la envolvente de la construcción, puede generar temperaturas en el interior que obligan a quitarse la ropa o poner a

<sup>4</sup> Véase por ejemplo: Baruch Givoni, *Man Climate and Architecture*, England, Elsevier Publishing Co., Ltd., 1969; Martin Evans, *Housing, Climate and Comfort*, Londres, The Architectural Press Limited, 1980; Hassan Fathy, *Natural Energy and Vernacular Architecture; Principles and Examples with Reference to Hot-arid Climates*, The University of Chicago Press, Chicago, 1986.

FIGURA 1.  
FENÓMENO DE LA TRANSMISIÓN DEL CALOR A TRAVÉS DE LA  
TECHUMBRE DE UNA CONSTRUCCIÓN. DE: PANTOJA, 1989.



funcionar ventiladores o aire acondicionado, y cuando los recursos económicos lo permiten. Este fenómeno se esquematiza en la figura 1.

El fenómeno de transmisión de calor puede manifestarse con diferentes características y magnitudes que dependen del tipo de clima que domine en el sitio donde se ubicará el edificio.<sup>5</sup> Por esto la Conae ha establecido zonas geográficas a las que corresponden ciertos valores de  $R$  para techos y muros. En el cuadro 1 se muestran las zonas establecidas y los valores de  $R$  respectivos para los techos de *edificaciones no residenciales*. Como en la práctica de la arquitectura el costo de toda intervención domina su ejecución y puede condicionarla, nos propusimos analizar los efectos de la norma en relación con el costo. Esto se muestra enseguida.

Primero definiremos la  $R$ , o "aislamiento térmico"<sup>6</sup> de dos procedimientos constructivos muy

5 Para mayor comprensión de esto ver por ejemplo: Hassan Fathy, *op. cit.*, 1986; Allan Konya, *Design Primer for Hot Climates*, 1986; Szokolav S.V., *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*, New York, John Wiley and Sons, 1980.

6 Conae, *op. cit.*, p.11.

7 Fernández Alfredo y Morillón David, 1997, p. 33.

usados, enseguida los compararemos con los valores establecidos por la norma y posteriormente lo haremos en términos económicos, usando la técnica de *costo-beneficio*. Finalizaremos especificando las técnicas o procedimientos que pueden aplicarse para mejorar el funcionamiento térmico de las edificaciones, la necesidad de considerar el "diseño solar pasivo", y de encontrar materiales de alto valor  $r$  y de bajo costo, como parte de una estrategia multidisciplinaria para usar la energía eficientemente en el diseño arquitectónico.

En la figura 2, a) y b) se presentan en cortes esquemáticos los procedimientos constructivos de techos de edificios no residenciales; las c) y d) corresponden a los techos más usados en la vivienda producida por instituciones de vivienda oficial. En el apéndice aparecen los cálculos para determinar el aislamiento térmico  $R$  de éstos. Los valores de  $R$  en  $m^2O C/W$  para los dos primeros fueron: a) 1.4217, b) 1.3393. Los valores de  $R$  para c) 0.327 y d) 1.019 fueron tomados de Fernández y Morillón.<sup>7</sup> Comparados con el valor  $1.570 W/m^2OC$  de la NOM008-ENER, es claro que los últimos valores distan mucho de cumplir con la norma. Por el contrario, los correspondientes a los usados en edificios no residenciales se aproximan a ésta.

Ciudad	R invierno (m <sup>2</sup> ;C/W)	R verano (m <sup>2</sup> ;C/W)
1. Mexicali, B.C.	1.470	3.100
2. Hermosillo, Son.	1.240	2.940
3. Chihuahua, Chih.	1.690	2.670
4. Zacatecas, Zac.	1.620	0.500
5. Mérida, Yuc.	0.900	2.900
6. Coahuila de Zaragoza, Ver.	1.030	2.810
7. México, D.F.	1.570	1.450
8. Guanajuato, Gto.	1.400	1.800

TABLA 1. REGIONES Y SUS VALORES DE RESISTENCIA TÉRMICA R PARA TECHUMBRES. FUENTE: CONAE, 1998.

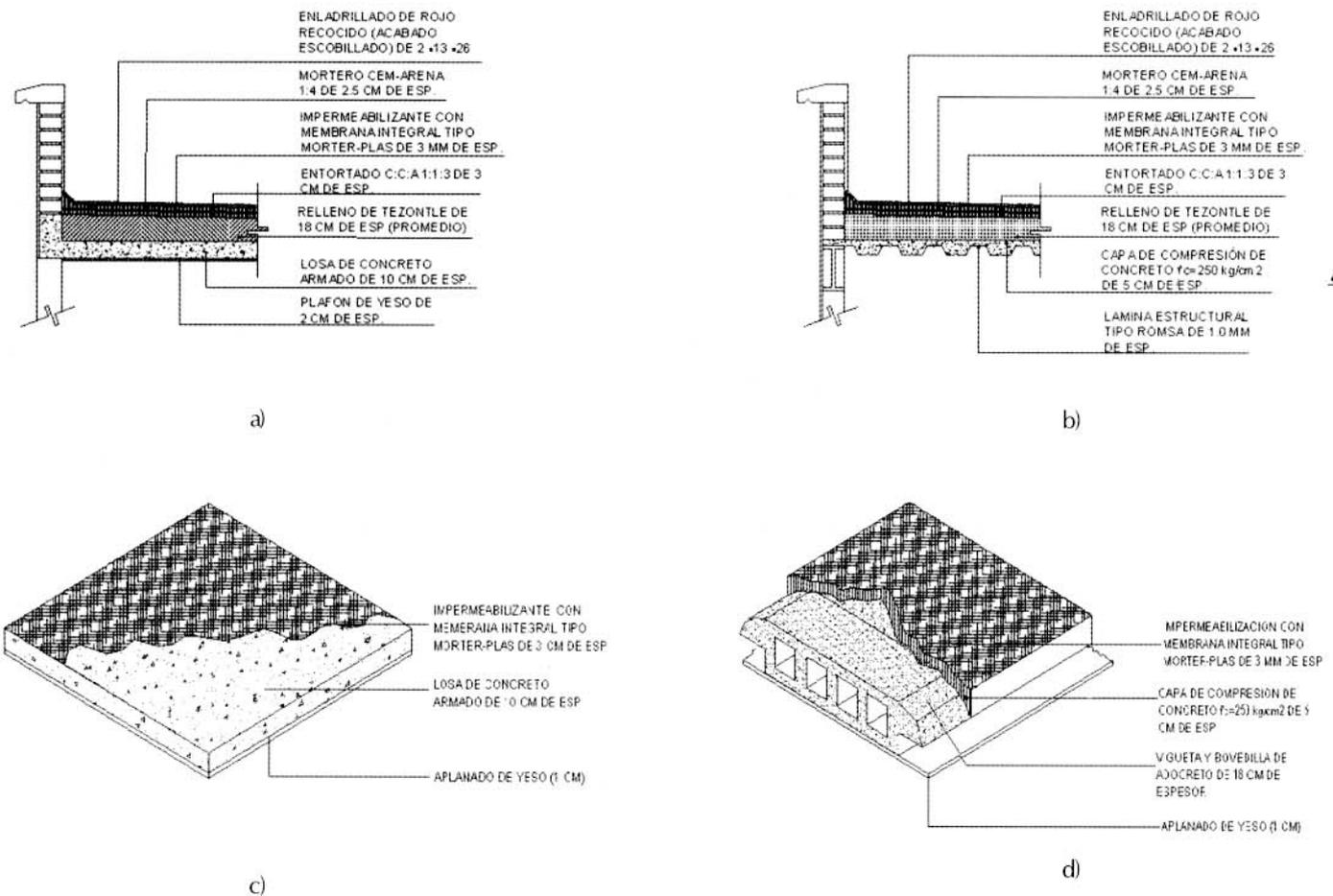


FIGURA 2. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS EN CUBIERTAS COMÚNMENTE USADAS EN MÉXICO.

Posteriormente aplicamos el análisis en el costo de ciclo de vida para estos procedimientos (cuyos cálculos aparecen en el apéndice). En las gráficas 1a) y 1b) se presentan sus valores al aplicar la técnica de costo-beneficio. Se puede observar que ésta sugiere que es más efectivo en costo el procedimiento 1 a) y el 1d).

Por todo lo anterior es conveniente recordar que el procedimiento y las técnicas más efectivas en costo para mejorar el funcionamiento térmico en climas cálidos son: 1) *usar colores claros* en la envolvente de la construcción; 2) *colocar materiales de baja densidad* en el exterior de la envolvente; 3) (cuando los espacios y el tipo de clima

lo permitan) colocar un *falso plafón* ventilado.<sup>8</sup> La figura 3 muestra estas técnicas, las dos primeras en su expresión vernácula u original. Para las tres técnicas es necesario encontrar materiales que sean efectivos en costo; es decir, que su costo en el tiempo valga la reducción de transmisión de calor que brindarán, que no perjudiquen ambiente, que no produzcan gases tóxicos (o contaminen el interior) y que cumplan con los requisitos de seguridad. Para la primera técnica, la variable ambiental indica descartar el poliestireno, el poliuretano y similares. La variable seguridad restringe el uso de la celulosa, el aserrín y el celotex.

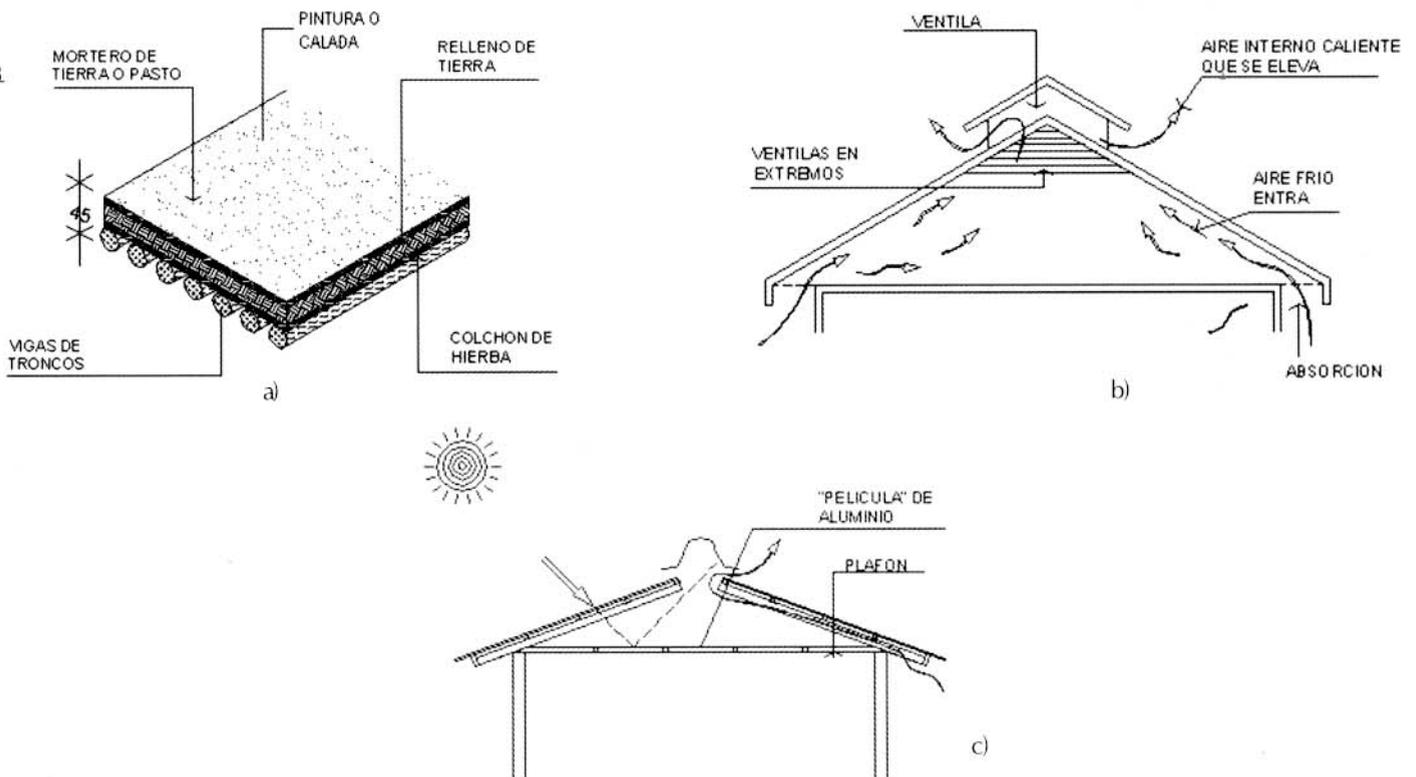


FIGURA 3. LAS TÉCNICAS EFECTIVAS EN COSTO PARA REDUCIR LA TRANSMISIÓN DE CALOR EN LAS EDIFICACIONES.

Con respecto al cuestionamiento de los beneficios de aplicar esta norma en el diseño y construcción pueden ser muchos y de diversa índole. Si bien esta norma se enfoca a restringir el uso de "sistemas de enfriamiento", quizá principalmente por cuestiones de macro economía, el uso de medios mecánicos para reducir las fluctuaciones en el interior de los edificios también tiene implicaciones económicas en la escala micro. Para los habitantes de los edificios, habitarlos con temperaturas mayores a los 25° C o menores a los 20° C demanda gastar en la compra de los aparatos para contrarrestar tal situación y también gastar en el consumo de energía que éstos requieren para funcionar. Sin embargo es importante recordar que en nuestro país más de 50% de la población apenas gana lo justo para subsistir, lo que limita la adquisición de tales aparatos y, por consiguiente, los obliga a padecer calor y frío en el interior de las construcciones.

En relación con el aspecto arriba señalado es necesario reconocer que la aplicación de la NOM 008-ENER implicará mayor cantidad de material, o sea más costo inicial. Sin embargo, aunque este gasto parece ser un problema, es importante recordar que, por otra parte, se reducirá el consumo continuo de energía y, si se observa lo que sugiere la técnica de costo-beneficio, será *más factible pagar menor cantidad de energía* que a futuro se consuma. En el ámbito de la vivienda oficial en particular, las limitaciones de los recursos económicos parecen hacer más complejo el problema. Estas restricciones financieras (que han dominado por décadas y llevado a usar los "económicos" procedimientos constructivos señalados y proporcionar espacios mínimos) reducirán la posibilidad de incrementar la *R*. No obstante, es necesario cambiar esta visión. Para esto quizá serviría considerar el "uso racional de la energía" como una "racionalidad social".<sup>9</sup> No obstante dichas implicaciones y restricciones, la NOM 008-ENER tiene validez e importancia por los beneficios sociales y ambientales

que en el corto y largo plazos pueden proporcionar. En general se puede decir que será benéfico para los usuarios y habitantes de los edificios pues generará ambientes interiores más cómodos y saludables.

¿Qué relación tiene todo esto en el diseño y la construcción? Es claro que la norma está estrechamente relacionada con la práctica de la arquitectura. Ante todo porque la primera variable que determina la cantidad de *ganancia de calor* es la *orientación del edificio*. También porque la *especificación de la envolvente* implica más o diferentes *procedimientos constructivos* a los usados hasta la fecha en los techos, muros y cimentación. Por lo anterior, es muy importante recordar que, para reducir las ganancias de calor a través de la envolvente, es imperativo *mejorar el diseño de las construcciones*. Esto demanda repetir que en el diseño es necesario considerar los factores que ya mencionamos: la orientación, las características climatológicas del sitio, los materiales a usar en la construcción y las sensaciones de los ocupantes. La idea del diseño solar pasivo o ecodiseño ha establecido éstos desde hace tiempo. Para esta corriente la forma de la edificación también desempeña un papel importante.<sup>10</sup>

Para concluir, es innegable la necesidad de profundizar y ampliar el estudio de la conservación de la energía en la práctica de la arquitectura y sus efectos en la sociedad, la economía y el ambiente. Igualmente es importante ponderar si la aplicación de la norma en cuestión será competencia de los arquitectos, de los usuarios, de ambos, o de qué profesión. Finalmente, cualquiera que sea la respuesta al último cuestionamiento, la NOM 008-ENER recuerda, desde una perspectiva actual, la ancestral máxima "dar a todo edificio la mayor cantidad de luz y sol".

10 Ver por ejemplo: Baruch Givoni, *op. cit.*, 1969; Martin Evans, *op. cit.*, 1980; Hassan Fathy, *op. cit.*, 1986; Edward Mazria, *El libro de la energía solar pasiva*, GG, México, 1979; Delia King Binelli, *Acondicionamiento bioclimático*, UAM Xochimilco, México, 1994.

8 Héctor Pantoja, 1989, pp. 3-10.

9 Eduardo Neira, 1996, pp. 46-49.

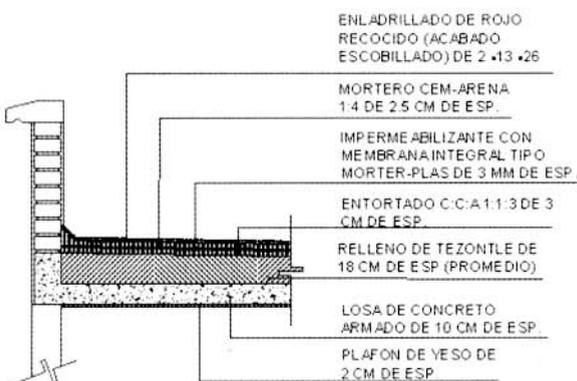
## REFERENCIAS

- Conae, *Anteproyecto de NOM 008-ENER*, "Eficiencia energética en edificaciones".
- Evans, Martin, *Housing, Climate and Comfort*, The Architectural Press Limited, London, 1980.
- Fathy, Hassan, *Natural Energy and Vernacular Architecture; Principles and Examples with Reference to Hot-arid Climates*. The University of Chicago Press, Chicago, 1986.
- Fernández, Alfredo y Morillon, David, *Ganancia térmica en las techumbres más utilizadas para vivienda social*, FIDE, Año 5, núm. 23, pp. 31-37, abril-junio 1997, 1998.
- Givoni, Baruch, *Man Climate and Architecture*, Elsevier Publishing Co. Ltd., England, 1969.
- King Binelli, Delia, *Acondicionamiento bioclimático*, UAM Xochimilco, México, 1994.
- Konya, Allan, *Design Primer for Hot Climates*, 1986.
- Marzria, Edward, *El libro de la energía solar pasiva*, GG, México, 1979.
- Neira, Eduardo, *Hacia un nuevo paradigma urbano*. pp. 17-74, en: *Segundo Foro del Ajusco*, Colmex, México, 1996.
- Pantoja Ayala, Héctor Hugo, *Improving the Thermal Performance of a Light Weight Metal Roof in Hot Climates*, Tesis de maestría no publicada, McGill University, Canadá, 1989.
- Segundo Foro del Ajusco, *El desarrollo sustentable y las metrópolis latinoamericanas*, Colmex-ONU, México, 1996.
- Szokolay S.V., *Environmental Cience Handbook for Architects and Builders*, John Wiley and Sons, New York, 1980.

\* En los cálculos del costo en el ciclo de vida participó la arquitecta Isabel Ochoa Nadal.

## APÉNDICE

Cálculo del aislamiento térmico total de una porción del techo.



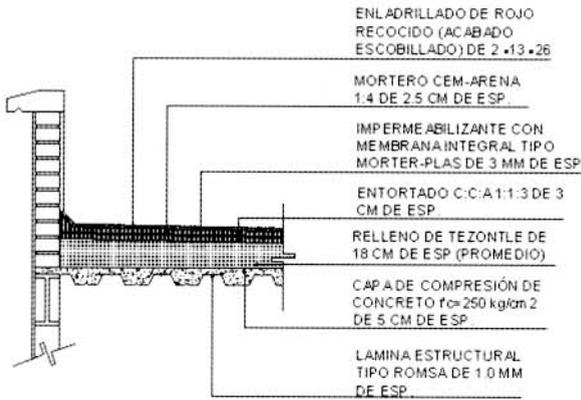
Datos:

$h_e = 13 \text{ W/m}^2\text{K}$	
1. $\_ = 0.872$	$\_ = 0.02$
2. $\_ = 0.630$	$\_ = 0.025$
3. $\_ = 0.170$	$\_ = 0.02$
4. $\_ = 1.740$	$\_ = 0.02$
5. $\_ = 0.372$	$\_ = 0.02$
$h_i = 6.6 \text{ W/m}^2\text{K}$	
3'. $\_ = 0.872$	$\_ = 0.03$
4. $\_ = 0.182$	$\_ = 0.18$

Fórmula:  $M = 1/h_i + 1/h_e + \_1/\_1 + \_2/\_2 + \dots + \_n/\_1$

Desarrollo:  $M = 1/6.6 + 1/13 + 0.02/0.872 + 0.025/0.630 + 0.003/0.170 + 0.10/1.740 + 0.02/0.372 + 0.03/0.872 + 0.18/0.186$

$M = 0.1515 + 0.769 + 0.0229 + 0.0396 + 0.0176 + 0.0574 + 0.0537 + 0.0344 + 0.9677 = 1.4217 \text{ W/m}^2\text{K}$



Fórmula:

$$M = 1/h_i + 1/h_e + \frac{1}{2} + \frac{2}{3} + \frac{3}{n} + \frac{1}{1}$$

Datos:

he = 13 W/m<sup>2</sup>K

- 1.  $\frac{1}{h_i} = 0.872$ ;  $\frac{1}{h_e} = 0.02$
  - 2.  $\frac{1}{h_i} = 0.630$ ;  $\frac{1}{h_e} = 0.025$
  - 3.  $\frac{1}{h_i} = 0.170$ ;  $\frac{1}{h_e} = 0.003$
  - 4.  $\frac{1}{h_i} = 0.872$ ;  $\frac{1}{h_e} = 0.03$
  - 5.  $\frac{1}{h_i} = 0.186$ ;  $\frac{1}{h_e} = 0.18$
  - 6.  $\frac{1}{h_i} = 1.740$ ;  $\frac{1}{h_e} = 0.05$
  - 7.  $\frac{1}{h_i} = 52.30$ ;  $\frac{1}{h_e} = 0.001$
- M.  $\frac{1}{h_i} = 6.6$  W/m<sup>2</sup>K  $\frac{1}{h_e} = 0.18$

Desarrollo:  $M = 1/6.6 + 1/13 + 0.02/0.872 + 0.025/0.630 + 0.10 + 0.003/0.170 + 0.03/0.872 + 0.18/0.186 + 0.05/1.740 + 0.001/52.3$

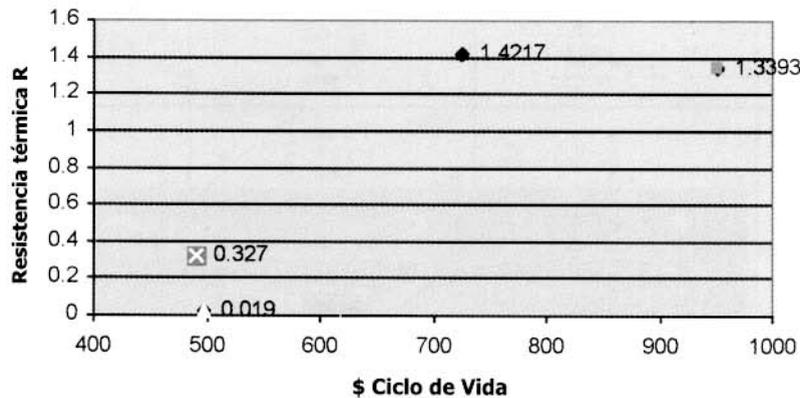
$M = 0.1515 + 0.769 + 0.0229 + 0.0396 + 0.0176 + 0.0344 + 0.9677 + 0.0287 + 0.000019$

$M = 1.3393$  W/m<sup>2</sup>K

S/R	Cubierta			
	Concreto armado con relleno	Losacero	Concreto armado sin relleno	Vigueta y bovedilla
Costo ciclo de vida \$	725.87	950.6	498.26	490.26
R m <sup>2</sup> °C/W	7.4217	1.3393	0.337	1.019

Gráfica costo/R

GRÁFICA 1: RELACIÓN DEL COSTO CICLO DE VIDA - RESISTENCIA TÉRMICA.



Tasa de descuento: 10% Ciclo de Vida: 30 años Obra: Tipo

Ubicación:

Fecha:

SISTEMA	AÑO	P.U.	FACTOR SPW	COSTO DE VALOR PRESENTE
<b>COSTO INICIAL</b>				
Losacero	0	\$ 277.38		
Concreto	0	\$ 279.54		
Relleno de tezontle	0	\$ 191.79		
Entortado	0	\$ 26.07		
Impermeabilizante	0	\$ 63.26		
Enladrillado	0	\$ 86.69		
		<u>\$ 924.73</u>		
<b>COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>				
*Losacero, concreto, relleno de tezontle, entortado, impermeabilizante, enladrillado				
<b>COSTOS MEJORAS O ALTERACIONES</b>				
*Losacero, concreto, relleno de tezontle, entortado, impermeabilizante, enladrillado				
<b>COSTO REPARACIÓN Y REPOSICIÓN</b>				
Losacero	75 (40)	\$ 277.38	0.0221	\$ 6.13
Concreto	70 (40)	\$ 279.54	0.0221	\$ 6.18
Relleno de tezontle	50 (40)	\$ 191.79	0.0221	\$ 4.24
Entortado	70 (40)	\$ 26.07	0.0221	\$ 0.58
Impermeabilizante	25	\$ 63.26	0.0923	\$ 5.84
Enladrillado	25	\$ 86.69	0.0923	\$ 8.00
				<u>\$30.96</u>
<b>COSTO O VALOR RESIDUAL (-)</b>				
Losacero (10%)	75 (40)	\$ 27.74	-0.0221	-\$ 0.61
Concreto (30%)	70 (40)	\$ 83.86	-0.0221	-\$ 1.85
Relleno de tezontle (60%)	50 (40)	\$ 115.07	-0.0221	-\$ 2.54
Entortado (30%)	70 (40)	\$ 7.82	-0.0221	-\$ 0.17
<b>Techumbre</b>				
<b>COSTO O VALOR RESIDUAL (-)</b>				
Impermeabilizante (5%)	25	\$ 3.16	-0.0923	-\$ 0.29
Enladrillado (60%)	25	\$ 52.01	-0.0923	-\$ 4.80
				<u>-\$ 5.09</u>
<b>COSTO DE FUNCIONAMIENTO</b>				
*Cimbra, acero, concreto, impermeabilizante, enladrillado, acabado yeso				
<b>VALOR PRESENTE TOTAL</b>		\$ 924.73		\$ 25.87
				\$ 924.73
				<u>\$ 950.60</u>
<b>Techumbre</b>				
<b>COSTO INICIAL</b>				
Cimbra	0	\$ -		
Acero	0	\$ 16.51		
Concreto	0	\$ 279.54		
Impermeabilizante	0	\$ 63.26		
Enladrillado	0	\$ 86.69		
Acabado yeso	0	\$ 34.55		
		<u>\$ 480.55</u>		
<b>COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>				
*Cimbra, acero, concreto, impermeabilizante, enladrillado, acabado yeso				
<b>COSTOS MEJORAS O ALTERACIONES</b>				
*Cimbra, acero, concreto, impermeabilizante, enladrillado, acabado yeso				
<b>COSTO REPARACIÓN Y REPOSICIÓN</b>				
Cimbra	1	\$ -	0.9091	\$ -
Acero	5 (40)	\$ 16.51	0.0221	\$ 0.36
Concreto	70 (40)	\$ 279.54	0.0221	\$ 6.18
Impermeabilizante	25	\$ 63.26	0.0923	\$ 5.84
Enladrillado	25	\$ 86.69	0.0923	\$ 8.00
Acabado yeso	20	\$ 34.55	0.1486	\$ 5.13
Acabado yeso	40	\$ 34.55	0.0221	\$ 0.76
				<u>\$ 26.28</u>
<b>COSTO O VALOR RESIDUAL (-)</b>				
Cimbra (70%)	1	\$ -	-0.9091	\$ -
Acero (10%)	5 (40)	\$ 1.65	-0.0221	-\$ 0.04
Concreto (30%)	70 (40)	\$ 83.86	-0.0221	-\$ 1.85
<b>Techumbre</b>				
Impermeabilizante (5%)	25	\$ 3.16	-0.0923	-\$ 0.29
Enladrillado (60%)	25	\$ 52.01	-0.0923	-\$ 4.80
Acabado yeso (30%)	20	\$ 10.37	-0.1486	-\$ 1.54
Acabado yeso (30%)	40	\$ 10.37	-0.0221	-\$ 0.23
				<u>-\$ 8.75</u>
<b>COSTO DE FUNCIONAMIENTO</b>				
*Cimbra, acero, concreto, impermeabilizante, enladrillado, acabado yeso				
<b>VALOR PRESENTE TOTAL</b>		\$ 480.55		\$ 17.53
				\$ 480.55
				<u>\$ 498.08</u>

SISTEMA	AÑO	P. U.	FACTOR SPW	COSTO DE VALOR PRESENTE
Techumbre				
COSTO INICIAL				
Vigueta y bovedilla	0	\$ -		
Malla	0	\$ 8.84		
Concreto	0	\$ 279.54		
Impermeabilizante	0	\$ 63.26		
Enladrillado	0	\$ 86.69		
Acabado yeso	0	\$ 34.55		
		<u>\$ 472.88</u>		
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
*Vigueta y bovedilla, malla, concreto, impermeabilizante, enladrillado, acabado yeso				
COSTO MEJORAS O ALTERACIONES				
*Vigueta y bovedilla, malla, concreto, impermeabilizante, enladrillado, acabado yeso				
COSTO REPARACIÓN Y REPOSICIÓN				
Vigueta y bovedilla	75 (40)	\$ -	0.9091	\$ -
Malla	70 (40)	\$ 8.84	0.0221	\$ 0.20
Concreto	70 (40)	\$ 279.54	0.0221	\$ 6.18
Impermeabilizante	25	\$ 63.26	0.0923	\$ 5.84
Enladrillado	25	\$ 86.69	0.0923	\$ 8.00
Acabado yeso	20	\$ 34.55	0.1486	\$ 5.13
Acabado yeso	40	\$ 34.55	0.0221	\$ 0.76
				<u>\$ 26.11</u>
Techumbre				
COSTO O VALOR RESIDUAL (-)				(-)
Vigueta y bovedilla (30%)	1	\$ -	-0.9091	\$ -
Malla (10%)	5 (40)	\$ 0.88	-0.0221	-\$ 0.02
Concreto (30%)	70 (40)	\$ 83.86	-0.0221	-\$ 1.85
Impermeabilizante (5%)	25	\$ 3.16	-0.0923	-\$ 0.29
Enladrillado (60%)	25	\$ 52.01	-0.0923	-\$ 4.80
Acabado yeso (30%)	20	\$ 10.37	-0.1486	-\$ 1.54
Acabado yeso (30%)	40	\$ 10.37	-0.0221	-\$ 0.23
				<u>-\$ 8.74</u>
COSTO DE FUNCIONAMIENTO				
*Vigueta y bovedilla, malla, concreto, relleno de tezontle, entortado, impermeabilizante, enladrillado, acabado yeso				
VALOR PRESENTE TOTAL		\$ 472.88		\$ 17.38
				\$ 472.88
				\$ 490.26
Techumbre				
COSTO O VALOR RESIDUAL (-)				(-)
Cimbra (70%)	1	\$ -	-0.9091	\$ -
Acero (10%)	5 (40)	\$ 1.65	-0.0221	-\$ 0.04
Concreto (30%)	70 (40)	\$ 83.86	-0.0221	-\$ 1.85
Relleno de tezontle (60%)	50 (40)	\$ 115.07	0.0221	\$ 2.54
Entortado (30%)	70 (40)	\$ 7.82	0.0221	\$ 0.17
Impermeabilizante (5%)	25	\$ 3.16	-0.0923	-\$ 0.29
Enladrillado (30%)	25	\$ 26.01	-0.0923	-\$ 2.40
Acabado yeso (30%)	20	\$ 10.37	-0.1486	-\$ 1.54
Acabado yeso (30%)	40	\$ 10.37	-0.0221	-\$ 0.23
				<u>-\$ 3.64</u>
COSTO DE FUNCIONAMIENTO				
*Cimbra, acero, concreto, relleno de tezontle, entortado, impermeabilizante, enladrillado, acabado yeso				
VALOR PRESENTE TOTAL		\$ 698.41		\$ 27.46
				\$ 698.41
				\$ 725.87

\*Estos sistemas no tienen costo.