



■ ANTECEDENTES

Sanitarios y Materiales de Madero S.A. de C.V., es una empresa comercializadora de materiales para la construcción y servicios de plomería; se encuentra ubicada en la Ciudad de Altamira, Tamps. En el año 2000 se encontraba construyendo un nuevo edificio y planeaba instalar equipos del tipo convencional, tanto en el sistema de iluminación co-

■ PROYECTO ORIGINAL

**Sistema de iluminación**

El proyecto original contemplaba la instalación de un sistema de iluminación conformado por lámparas incandescentes de 100 W, tanto en el área de exhibición como en la administrativa, cuya carga y consumos serían:

Tipo de luminaria	Número de unidades	Potencia unitaria W	Demanda máxima kW <sup>1/</sup>	Operación hrs/año <sup>2/</sup>	Consumo anual kWh
Lámpara incandescente 100 W	480	100	48	4,680	224,640
<b>Total</b>	<b>480</b>		<b>48</b>		<b>224,640</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario.

<sup>2/</sup> Corresponde a un factor de carga del 53.4%.

mo en el de acondicionamiento ambiental, decisión tomada con base en la baja inversión que ello requería.

Además del alto consumo de energía eléctrica, este sistema presenta la desventaja de contribuir significativamente al incremento

de la carga térmica en el interior del inmueble, pues las lámparas incandescentes transforman aproximadamente el 95% de la energía que consumen en calor, lo que da una idea de su ineficiencia.

### Sistema de acondicionamiento ambiental

En cuanto al sistema de acondicionamiento ambiental, el proyectista propuso instalar una unidad tipo paquete con capacidad nominal de 7.5 TR y relación de eficiencia de 1.7 kW/TR, complementada con otras siete unidades del tipo dividido con capacidad unitaria de 5 TR cada una, y relación de eficiencia de 1.6 kW/TR.

A continuación se muestran los detalles de este sistema.

Tipo de luminaria	Número de unidades	Potencia unitaria W	Demanda máxima kW <sup>1/</sup>	Operación hrs/año <sup>2/</sup>	Consumo anual kWh
Fluorescente 2x59 W	94	118	11.09	4,680	51,911
Fluorescente 2x32 W	2	64	0.128	4,680	599
<b>Total</b>	<b>96</b>		<b>11.22</b>		<b>52,510</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario

<sup>2/</sup> Corresponde a un factor de carga del 53.4%

incluir unidades de alta eficiencia como luminarias fluorescentes de 2x59 W y 2x32 W con lámparas tipo T-8 y balastos electrónicos. En el siguiente cuadro se muestra su detalle:

Cabe observar que el número de luminarias y su distribución fueron determinados por el proyectista con base en su curva fotométrica, conservando el mismo nivel de iluminación proporcionado por las luminarias incandescentes (350 luxes). Como consecuencia, es notable la disminución en el número de luminarias por instalar, lo cual

Equipo	Número de unidades	Capacidad total TR	Relación de eficiencia kW/TR	Carga instalada kW	Demanda máxima kW <sup>1/</sup>	Operación hrs/año <sup>2/</sup>	Consumo anual kWh
Unidad tipo paquete de 7.5 TR	1	7.5	1.7	12.75	11.09	3,900	43,239
Unidad tipo dividida de 5 TR	7	35	1.6	56	48.7	3,900	189,913
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>42.5</b>		<b>68.75</b>	<b>59.79</b>		<b>233,152</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.15

<sup>2/</sup> Considerando que operan con un factor de carga de 53.4% durante 10 meses

Debido a que las unidades propuestas son representativas de una tecnología obsoleta, (prueba de ello es que tienen relación de eficiencias de 1.7 y 1.6 kW/TR), su instalación traería como consecuencia altos consumos de energía eléctrica.

tiene su explicación en que las lámparas incandescentes de 100 W proporcionan un flujo luminoso de 1,560 lúmenes, mientras que las lámparas T-8 de 59 W proporcionan 5,900 lúmenes y las de 32 W, 3,000 lúmenes.

## PROYECTO MODIFICADO

### Sistema de iluminación

Con el apoyo técnico y financiero del FIDE, el proyecto original se modificó para

### Sistemas de acondicionamiento ambiental

Se propuso la instalación de una unidad tipo paquete con capacidad de 4 TR y relación de eficiencia de 1.02 kW/TR,

y cuatro unidades más del tipo mini-split con capacidad de 5 TR con relación de eficiencia de 1.43 kW/TR; es decir, el nuevo proyecto consideraba un total de 24 TR, en lugar de las 42.5 TR del proyecto original, lo cual se debió a que, simultáneamente, debía aplicarse aislamiento térmico para abatir la ganancia de calor, según se explica más adelante. A continuación se muestra el consumo de las nuevas unidades:



Equipo	Número de unidades	Capacidad total TR	Relación de eficiencia kW/TR	Carga instalada kW	Demanda máxima kW <sup>1/</sup>	Operación hrs/año <sup>2/</sup>	Consumo anual kWh
Unidad tipo paquete de 4 TR	1	4	1.02	4.08	3.55	3,900	13,837
Unidad mini-split de 5 TR	4	20	1.43	28.6	24.87	3,900	96,991
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>24</b>		<b>32.68</b>	<b>28.42</b>		<b>110,828</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.15.

<sup>2/</sup> Considerando que operan con un factor de carga de 53.4% durante 10 meses.

Como se observa en el cuadro anterior, el consumo de energía eléctrica se reduciría de 233,152 kWh anuales a sólo 110,828 kWh, debido por una parte, a la mayor eficiencia de las nuevas unidades, y por otra, a que la capacidad total de los equipos se redujo de 42.5 TR a solamente 24 TR, lo que significa una disminución de 18.5 TR, que corresponde al equivalente de la disminución en la carga térmica.

### Aislamiento térmico

Como se mencionó anteriormente, en todo el edificio se aplicó aislamiento térmico, el cual comprendió 1,100 m<sup>2</sup> de colchonetas de fibra de vidrio de 3" de espesor, con acaba-

dos en vinil satinados y reforzados, más 300 m<sup>2</sup> de termoblock relleno de termosil y aplanado con una capa de cobre-muro marca termolita. A continuación se presenta un cálculo de la reducción de ganancia térmica:

### Area de exhibición

Concepto	Sin aislante	Con aislante	Diferencia
Ganancia vidrio (norte y este) BTU/hr	40,610	40,610	
Ganancia vidrio (norte, este y oeste) BTU/hr	43,000	10,443	32,557
Ganancia techo BTU/hr	157,594	34,511	123,083
Ganancia aire de filtraciones BTU/hr	8,212	8,212	
Ganancia por watts instalados BTU/hr	17,612	17,612	
Ganancia por persona BTU/hr	25,000	25,000	
<b>Subtotal de ganancias BTU/hr</b>	<b>292,028</b>	<b>136,388</b>	<b>155,640</b>
10% factor de seguridad	29,203	13,639	15,564
Ganancia aire exterior BTU/hr	75,708	75,708	
<b>Total ganancia BTU/hr</b>	<b>396,939</b>	<b>225,735</b>	<b>171,204</b>
<b>Capacidad necesaria en TR <sup>1/</sup></b>	<b>33.1</b>	<b>18.8</b>	<b>14.3</b>

<sup>1/</sup> 12,000 BTU/hr equivale a 1 TR.

### Area administrativa

Concepto	Sin aislante	Con aislante	Diferencia
Ganancia vidrio (norte y este) BTU/hr	-	-	
Ganancia vidrio (norte, este y oeste) BTU/hr	10,243	2,609	7,634
Ganancia techo BTU/hr	33,068	7,241	25,827
Ganancia aire de filtraciones BTU/hr	1,848	1,848	
Ganancia por watts instalados BTU/hr	5,114	5,114	
Ganancia por personas BTU/hr	7,500	7,500	
<b>Subtotal de ganancias BTU/hr</b>	<b>57,773</b>	<b>24,312</b>	<b>33,461</b>
10% factor de seguridad	5,777	2,431	3,346
Ganancia aire exterior BTU/hr	17,035	17,035	
<b>Total ganancia BTU/hr</b>	<b>80,585</b>	<b>43,778</b>	<b>36,807</b>
<b>Capacidad necesaria en TR <sup>v</sup></b>	<b>6.7</b>	<b>3.6</b>	<b>3.1</b>

<sup>v</sup> 12,000 BTU/hr equivale a 1 TR

### Total de capacidad necesaria (TR)

Area	Sin aislante (TR)	Con aislante (TR)	Diferencia (TR)
De exhibición	33.1	18.8	14.3
Administrativa	6.7	3.6	3.1
<b>Total</b>	<b>39.8</b>	<b>22.4</b>	<b>17.4</b>
Por instalar según proyectos	42.5	24	18.5

## INVERSION REQUERIDA

A continuación se presenta un desglose de las inversiones necesarias para la instalación, tanto de los equipos convencionales, como para los de alta eficiencia.

### Proyecto convencional

Concepto	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Luminaria incandescente de 100 W	480	25.00	12,000.00
Unidad acond. amb. tipo paquete de 7.5 TR	1	26,712.00	26,712.00
Unidad acond. amb. tipo mini-split de 5 TR	7	15,115.00	105,805.00
<b>Subtotal</b>			<b>144,517.00</b>
<b>IVA</b>			<b>21,677.55</b>
<b>Total</b>			<b>166,194.55</b>

### Proyecto modificado

Concepto	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Luminaria fluorescente de 2x59 W T-8	94	2,112.00	198,528.00
Luminaria fluorescente de 2x32 W T-8	2	2,015.75	4,031.50
Unidad acond. amb. tipo paquete de 4TR	1	38,951.00	38,951.00
Unidad acond. amb. tipo mini-split de 5 TR	4	42,147.60	168,590.40
Colchoneta de fibra de vidrio de 3"	1,100 m <sup>2</sup>	66.55	73,205.00
Termoblock marca Termolita	300 m <sup>2</sup>	522.5	156,750.00
<b>Subtotal</b>			<b>640,055.90</b>
<b>IVA</b>			<b>96,008.39</b>
<b>Total</b>			<b>736,064.29</b>

## ANALISIS COMPARATIVO

### Iluminación

Si bien el proyecto modificado resulta más ventajoso por el ahorro de energía eléctrica generado, su factibilidad debe establecerse en función del costo de la energía eléctrica y de la inversión necesaria para cada una de las alternativas.

En seguida se muestra un comparativo de los dos proyectos:

Sistema de iluminación	Demanda máxima kW	Consumo anual kWh	Importe anual \$ <sup>1/</sup> *	Inversión \$*
Convencional	48	224,640	167,918.40	13,800.00
Alta eficiencia	11.22	52,510	39,251.23	232,943.43
<b>Ahorro</b>	<b>36.78</b>	<b>172,130</b>	<b>128,667.17</b>	<b>219,143.43 <sup>2/</sup></b>
<b>Periodo de recuperación 1.7 años</b>				

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de 0.7475 \$/kWh.

<sup>2/</sup> Se refiere a la diferencia de inversión.

\* Cifras con IVA.

Como es posible observar, el proyecto de iluminación de alta eficiencia pronosticaba ahorros por \$128,667.17 equivalentes a 76.6%, en comparación con el consumo estimado del proyecto convencional, debido a que el equipo considerado es de tecnología de punta.

### Acondicionamiento ambiental

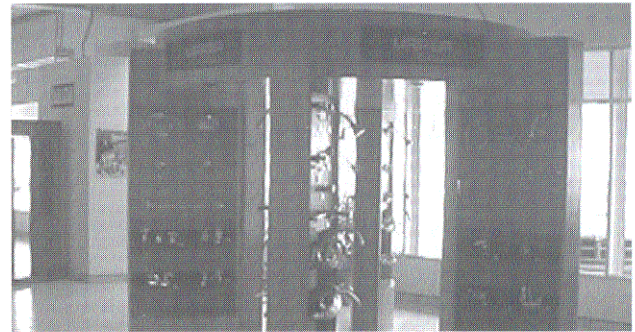
Sistema de Acod. ambiental	Demanda máxima kW <sup>1/</sup>	Consumo anual kWh	Importe anual \$ <sup>2/</sup> *	Inversión \$*
Convencional	59.78	233,152	174,281.12	152,394.55
Alta eficiencia	28.42	110,828	82,843.93	503,120.86
<b>Ahorro</b>	<b>31.36</b>	<b>122,324</b>	<b>91,437.19</b>	<b>350,726.31 <sup>3/</sup></b>
<b>Periodo de recuperación 3.8 años</b>				

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.15.

<sup>2/</sup> Considerando un precio medio de 0.7475 \$/kWh.

<sup>3/</sup> Se refiere a la diferencia de Inversión. Incluye el costo del Aislamiento Térmico.

\* Cifras con IVA.



En el caso del sistema de acondicionamiento ambiental, el sistema de alta eficiencia permitiría obtener ahorros de energía equivalentes a \$91,437.19 anuales, que en relación con el sistema convencional representa un ahorro del 52%. Cabe señalar que estos equipos, dada su alta tecnología, garantizan el incremento en los niveles de confort, lo cual otorga un beneficio extra.

A continuación se muestra un resumen del ahorro total pronosticado.

Sistema de alta eficiencia	AHORRO ANUAL			Inversión \$*
	Demanda máxima kW	Consumo anual kWh	Importe anual \$ <sup>1/</sup> *	
Iluminación	36.78	172,130	128,667.17	232,943.43
Acond. Ambiental	31.36	122,324	91,437.19	503,120.86
<b>Total</b>	<b>68.14</b>	<b>294,454</b>	<b>220,104.36</b>	<b>736,064.29 <sup>2/</sup></b>

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de 0.7475 \$/kWh.

<sup>2/</sup> Corresponde al costo del equipo de alta eficiencia.

\* Cifras con IVA.

Por último, en lo que respecta a la inversión, el proyecto de alta eficiencia tenía un costo total de \$736,064.29 IVA incluido, que comparado con el del sistema convencional, dio como resultado una inversión diferencial de \$569,869.74, del cual el FIDE financiaría la cantidad de \$400,000.00 que sería reembolsada en dos años.

A continuación se presenta el consolidado del ahorro, así como la inversión requerida y el periodo de recuperación de la misma:

Concepto	Sistema convencional	Sistema de alta eficiencia	Ahorro	
			Absoluto	%
Demanda máxima kW	107.78	39.64	68.14	63.22
Consumo mensual kWh	42,035	15,459	26,576	63.22
Importe mensual \$ <sup>1/</sup>	31,421.31	11,555.33	19,865.98	63.22
Importe anual (\$) <sup>2/</sup>	342,199.52	122,095.16	220,104.36	64.32
<b>Diferencia de inversión \$569,869.74</b>				
<b>Periodo de recuperación 2.6 años</b>				

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de 0.7475 \$/kWh.

<sup>2/</sup> Tomando en cuenta 12 meses de operación para el sistema de iluminación y 10 meses para el de acondicionamiento ambiental.

\* Cifras con IVA.

## RESUMEN DEL PROYECTO

A continuación se hace una breve descripción de los equipos instalados:

- 96 gabinetes con lámparas T-8 y balastro electrónico, de los cuales 94 son de 2x59 W y 2 de 2x32 W.
- Una unidad de acondicionamiento ambiental tipo paquete, marca Carrier, con capacidad de 4 TR y relación de eficiencia de 1.02 kW/TR.
- Cuatro unidades de acondicionamiento ambiental tipo mini-split, marca Carrier, con capacidad de 5 TR y relación de eficiencia de 1.43 kW/TR.
- Todo el edificio se reforzó con la aplicación de aislante térmico en techos y paredes, con el fin de reducir la ganancia de calor y, al mismo tiempo, la capacidad instalada de los equipos de acondicionamiento ambiental. El aislamiento consistió en 1,100 m<sup>2</sup> de colchonetas de fibra de vidrio de 3" de espesor, así como 300 m<sup>2</sup> de termoblock, marca Termolita.



## CONCLUSIONES

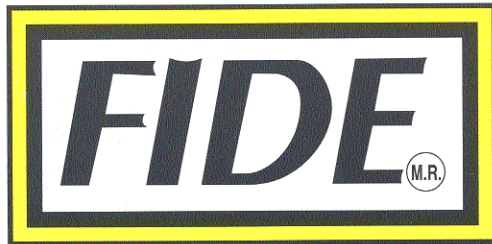
- El sistema de iluminación habría presentado consumos de orden de 224,640 kWh anuales, ya que estaría conformado por lámparas incandescentes de 100 W, sin mencionar que tendría una importante contribución a la carga térmica dentro del inmueble debido a que estas lámparas transforman en calor el 95% de la energía que consumen y solamente el 5% en luz visible .
- En contraparte, los equipos fluorescentes instalados finalmente, permitieron dismi-

nuir el consumo de este sistema hasta 52,510 kWh anuales, lo que representa un ahorro de 172,130 kWh (76.6%), equivalente a \$128,667.17 anuales.

- En cuanto al sistema de acondicionamiento ambiental, las unidades propuestas inicialmente representaban pobres relaciones de eficiencia, la unidad paquete de 7.5 TR y 1.7 kW/TR fue sustituida por una unidad paquete de 4 TR, y 1.02 kW/TR, mientras que de las siete unidades divididas de 5 TR y 1.6 kW/TR, se instalaron en su lugar solamente cuatro mini-split de 5 TR y 1.43 kW/TR; podría parecer que la diferencia de eficiencias no es importante. Sin embargo, permitió disminuir el consumo anual de 233,152 kWh a 110,828 kWh solamente de estas unidades.
- Cabe destacar el hecho de que originalmente serían instaladas 42.5 TR totales, de las cuales sólo fueron necesarias 24 TR. Lo anterior encuentra su explicación en la instalación de 1,100 m<sup>2</sup> de colchonetas de fibra de vidrio de 3" de espesor, así como de 300 m<sup>2</sup> de termoblock relleno de termosil; estos materiales aislantes permitieron disminuir las ganancias térmicas dentro del inmueble.
- El proyecto resultó todo un éxito, ya que, debido a las ventajas de eficiencia y tecnología de los equipos instalados, fue posible reducir los consumos de energía eléctrica en un 63.2%, incluso antes de la inauguración del inmueble, lo que se tradujo en menores costos de operación para la empresa.



- Cabe señalar que en este tipo de proyectos se pretende implementar, desde la etapa de construcción, la iniciativa del uso racional de la energía eléctrica con base en la instalación de equipo con tecnología de vanguardia, ya que éste, además de presentar amplias ventajas con respecto al equipo convencional, en cuanto a eficiencia y operación, implícitamente contempla, proporcionar los mayores niveles de luminosidad y confort, para consolidar, así, el entorno y la imagen corporativa de la empresa.
- El proyecto convencional tendría un costo de \$166,194.55, mientras que el de alta eficiencia requirió una inversión total de \$736,064.29, que si bien parece onerosa, no lo es en realidad, si se toma en cuenta que la diferencia de inversiones ascendió a \$569,869.74, de los cuales el FIDE financió \$400,000.00 que se reembolsaron en dos años libres de intereses, beneficio al que puede tener acceso cualquier usuario interesado en eficientizar su operación y abatir costos en este renglón.



**FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**  
Mariano Escobedo No. 420, 1er piso. Col. Anzures. México, D.F.  
C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Llame sin costo: 01800 5086 417  
Consulte nuestra página web: <http://www.fide.org.mx>