



ANTECEDENTES

Dentro de los proyectos que el FIDE desarrolla, se encuentra el de brindar apoyo a hoteles que se encuentran en su etapa de construcción o de ampliación, con el objetivo de que sean instalados, desde un principio, sistemas de iluminación que por contener tecnología de vanguardia son más eficientes que los convencionales, generalmente a base de focos incandescentes, cuya operación implica mayores consumos de energía eléctrica.

La práctica, generalmente aceptada cuando se construye un hotel, de instalar luminarios con focos incandescentes o bien lámparas fluorescentes de tecnología obsoleta, encuentra explicación, por una parte, en normas elaboradas con criterios evidentemente archi-

tectónicos y, por otra, en una política encaminada a reducir inversiones sin considerar los altos gastos de operación que esto conlleva. La intención del FIDE es, en consecuencia, contribuir a que el empresario tome en cuenta el costo que implica instalar equipos ineficientes y decida hasta donde es conveniente realizar inversiones adicionales, en la inteligencia de que éstas podrían ser financiadas sin intereses por el FIDE.

TIPOS MAS COMUNES DE LAMPARAS

Lámparas fluorescentes lineales tipo T-12

Las lámparas fluorescentes lineales se componen de un tubo de cristal en cuyo interior se encuentra una carga de gases y otros elementos, a través de los cuales se hace pasar una corriente eléctrica, produciendo luz no

visible (ultravioleta), misma que es transformada en luz visible por medio de un recubrimiento especial en la pared interna del tubo.

El elemento fundamental de este tipo de lámparas es el Mercurio, que se encuentra dentro del tubo y cuando se libera representa una desventaja y un riesgo potencial para el entorno y la integridad física de los usuarios, pues es práctica común que al final de su vida útil sean destruidas y tiradas a la basura sin tomar en cuenta que el mercurio se trasmite al manto friático con sus respectivas consecuencias. Tienen un contenido de mercurio de aproximadamente 28 mg.

La lámpara comúnmente utilizada es la del tipo T-12, en donde la "T" significa que es una lámpara tubular y el 12 corresponde al diámetro del tubo expresado en octavos de pulgada. En el mercado nacional se encuentran también lámparas tubulares denominadas "U" por su forma curva, así como las del tipo "circular", cuyo nombre indica que tienen forma de círculo. La energía consumida por este tipo de lámparas se transforma mayoritariamente en luz visible y sólo una pequeña porción se transforma en calor. Las lámparas fluorescentes lineales existen en diversas potencias.

Como se mencionó anteriormente, para operar una lámpara fluorescente es necesario hacer pasar a través de ella una corriente eléctrica. Para producir esta corriente se requiere de un dispositivo auxiliar, conocido como balastro. El balastro más utilizado durante el último medio siglo ha sido el tipo electromagnético convencional, construido a base de bobinas y componentes asfálticos, mismos que al calentarse pueden derretirse. La utilización de estos balastros incrementa el consumo de energía eléctrica del conjunto lámpara-balastro, debido a sus pérdidas.

Lámparas fluorescentes lineales tipo T-8

El desarrollo tecnológico permitió disponer en el mercado nacional de las lámparas T-8 que por ser más eficientes permiten reducir costos por consumo de energía eléctrica y mantenimiento, ya que su flujo luminoso es superior al de las lámparas tipo T-12, su vida útil es mayor y su diámetro es menor (8/8 ").

Las lámparas tipo T-8 contienen un polvo fluorescente a base de fósforos activados con tierras raras, que les permite tener un mayor flujo luminoso y un mejor rendimiento de color. Además existen lámparas ecológicas que contienen el mercurio encapsulado y solamente liberan la cantidad necesaria para su operación por lo que al romperse no liberan el componente tóxico al medio ambiente. Contienen una cantidad total de mercurio de aproximadamente 6 mg.

Los balastros también han evolucionado y hoy en día se recomienda la utilización de balastros electrónicos, que utilizan componentes de estado sólido y están diseñados para operar en alta frecuencia. Su peso es menor, sus componentes están cubiertos con una resina que los protege de la humedad y actúa como reductor de sonido, además de que prácticamente no presenta pérdidas de energía.

Lámparas incandescentes

Aún hoy en día es común la utilización de lámparas incandescentes o "focos" debido a su bajo costo. Los focos contienen un filamento de tungsteno, encapsulado al vacío dentro de una esfera de cristal y sellado mediante un casquillo metálico con rosca que permite colocarlo en un socket diseñado especialmente para este fin. Debido a que la luz se produce por el calentamiento del fila-

mento, su función principal consiste en transformar la energía eléctrica en calor, razón por la cual su eficiencia es hasta 4 veces inferior a la de una lámpara fluorescente.

Estas lámparas tienen una vida promedio de 1,000 horas, su temperatura de color es de 2,700 °K y tienen un CRI de 100. Aproximadamente el 90 % de la energía eléctrica que consumen es transformada en calor y solamente el 10 % en luz visible. Es posible encontrar focos de diferentes potencias y tipos, como los comúnmente denominados "spots" que proporcionan un haz luminoso dirigido a áreas específicas. Cualquiera que sea su tipo, este tipo de lámparas está cayendo en desuso por su baja eficiencia y el elevado calor que produce.

Lámparas fluorescentes compactas

Debido a la ineficiencia de los focos incandescentes y, como resultado de los avances tecnológicos en materia de iluminación, durante la década de los ochenta apareció la lámpara fluorescente compacta y se inició su comercialización. Su principio de funcionamiento es muy semejante al de las lámparas lineales, con la diferencia de que el tubo es más pequeño y en forma de arco; necesita también de un balastro que además sirve como base para apoyar el tubo y hace posible su conexión eléctrica mediante la utilización de un socket común.

Al igual que la lámpara incandescente, estas lámparas tienen la posibilidad de producir una luz cálida como la de un foco, pero adicionalmente, pueden reproducir tonos de luz que van desde un color neutral hasta un color frío.

La lámpara fluorescente compacta es capaz de reproducir los colores fielmente en un 85 %; asimismo, existen en el mercado una

gran variedad de modelos, tamaños y potencias, cuya tendencia es parecida a las dimensiones de un foco normal. A diferencia de las lámparas incandescentes éstas tienen un costo superior, pero las bondades que pueden ofrecer son variadas. La principal es que producen la misma cantidad de luz consumiendo menor cantidad de energía eléctrica y tienen una vida útil de 10,000 horas, es decir, 10 veces más que un foco y sus aplicaciones igualan a las de las lámparas incandescentes.

Lámparas dicróicas

Son lámparas que operan a bajo voltaje, para lo cual necesitan un transformador de tipo electromagnético con altas pérdidas de energía; tienen un flujo luminoso concentrado y disipan gran cantidad de calor. Una desventaja adicional, es que producen radiación ultravioleta y una exposición prolongada podría ser nociva. Es muy común encontrarlas en hoteles por la creencia de que son decorativas; sin embargo, no son recomendables en casas habitación, restaurantes y hoteles, entre otros.

Lámparas halógenas

Para cubrir las necesidades de iluminación que requieran de una luz brillante para acentuar objetos, es posible utilizar lámparas halógenas. Su luz es un poco más blanca que la incandescente convencional, tiene una temperatura de color de 3,000 °K, una vida útil de 3,000 horas, presenta un menor consumo de energía y un flujo luminoso mayor.

Encuentran su mayor aplicación en iluminación de vitrinas de joyerías, aparadores, museos, galerías, etc. Presentan la ventaja de que incorporan filtros para reducir la emisión de rayos ultravioleta, contienen reflectores

especiales para un mejor control de la luz, su disipación de calor es menor y no necesitan balastro. Por su baja eficiencia no son recomendables en hoteles.

EQUIVALENCIAS ENTRE LAMPARAS

La premisa para hacer equivalencias entre estos 2 tipos de lámparas es que tengan el mismo flujo luminoso. Con base en lo anterior, es posible establecer la siguiente tabla:

EJEMPLOS DE PROYECTOS DESARROLLADOS POR EL FIDE

Desde su creación, el FIDE ha promovido y desarrollado acciones que permiten obtener ahorros de energía eléctrica, en comercios y toda clase de servicios. A continuación se presenta una serie de casos en los cuales el FIDE brindó su apoyo a usuarios para la instalación de equipos de alta eficiencia en sus nuevas instalaciones.

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA W	FLUJO LUMINOSO Lm	CRI ^{1/}	TEMPERATURA DE COLOR °K	VIDA UTIL horas
INCANDESCENTE	100	1,560	100	2,700	1,000
FLUORESCENTE COMPACTA	25	1,750	82	2,700	10,000
INCANDESCENTE	75	1,070	100	2,700	1,000
FLUORESCENTE COMPACTA	20	1,200	82	2,700	10,000
INCANDESCENTE	60	820	100	2,700	1,000
FLUORESCENTE COMPACTA	13	825	82	2,700/4,100	10,000
INCANDESCENTE	40	490	100	2,700	1,000
FLUORESCENTE COMPACTA	9	550	82	2,700/4,100	10,000
FLUORESCENTE T-12 A.I.	75	5,200/6,100	79/62	5,000/4,100	12,000
FLUORESCENTE T-8 A.R.	59	5,900	85	3,00/3,500/4,100	15,000
FLUORESCENTE T-12 A.I.	39	2,700/2,500	62/79	4,100/5,000	9,000
FLUORESCENTE T-8 A.R.	32	3,000	85	3,000/4,100	20,000
FLUORESCENTE T-12 A.R.	40	2,600/3,050	79/62	4,100/5,00	20,000
FLUORESCENTE T-8 A.R.	32	3,000	85	3,000/4,100	20,000
FLUORESCENTE T-12 A.I.	21	1,090/990	62/79	4,100/5,000	7,500
FLUORESCENTE T-8 A.R.	17	1,400	85	3,000/4,100	20,000
FLUORESCENTE T-12 A.I.	20	1,350	85	3,100/4,100/5,000	9,000
FLUORESCENTE T-8 A.R.	17	1,400	85	3,000/4,100	20,000
VAPOR DE MERCURIO	250	13,000	45	5,000	24,000
ADITIVOS METALICOS	175	13,000	65	-	10,000
LUZ MIXTA	160	3,000	60	5,000	12,000
SODIO DE ALTA PRESION	70	4,400	60	-	15,000

^{1/} Índice de Rendimiento de Color.

1.- HOTEL HYATT LOS CABOS, CASO CS-HM-36

El Hotel Hyatt Regency Los Cabos, está ubicado en el km. 10 Lote D de la Carretera Transpeninsular en Cabo San Lucas, B.C.S. Pertenece a una importante cadena de hoteles y cuenta con la categoría de 5 estrellas.

Durante su etapa de construcción en el año de 1996, contó con la participación del FIDE para desarrollar un proyecto de ahorro de energía eléctrica, consistente en instalar un sistema de iluminación más eficiente que el proyectado originalmente, el cual consistía en lámparas incandescentes de diversas potencias como se ilustra enseguida:



TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	CONSUMO MENSUAL kWh ^{2/}
Arbotante 75 W incand.	75	1,315	98.6	47,328
Arbotante 100 W incand.	100	47	4.7	2,256
Decorativo 25 W incand.	25	616	15.4	7,392
Empotrar 75 W incand.	75	120	9.0	4,320
Empotrar 100 W incand.	100	56	5.6	2,688
Sobreponer 100 W incand.	100	13	1.3	624
Sobreponer 500 W incand.	500	19	9.5	4,560
TOTAL		2,186	144.1	69,168

^{1/} Considerando un factor de diversidad unitario.

^{2/} Considerando un período de operación de 480 horas mensuales.

Como se aprecia, el sistema convencional impondría una demanda máxima de 144.1 kW con un consumo mensual de 69,168 kWh. El proyecto fue modificado para dar cabida a equipos con tecnología de vanguardia, como son lámparas fluorescentes compactas, lámparas lineales tipo T-8 y balastos

electromagnéticos de alta eficiencia. A continuación se presenta el detalle del sistema de alta eficiencia:

TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	CONSUMO MENSUAL kWh ^{2/}
Arbotante 13 W LFC	15	1,315	19.7	9,456
Arbotante 18 W LFC.	20	47	0.9	432
Decorativo 20 W tipo cacahuete	20	616	12.3	5,904
Empotrar 50 W MR 16	50	120	6.0	2,880
Empotrar 4X17 W T-8 ^{3/}	82	56	4.6	2,208
Sobreponer 2X32 W T-8 ^{3/}	72	15	1.1	528
Sobreponer 2X59 W T-8 ^{3/}	120	19	2.3	1,104
TOTAL		2,188	46.9	22,512

^{1/} Considerando un factor de diversidad unitario.

^{2/} Considerando un período de operación de 480 horas.

^{3/} Gabinetes con balastro electromagnético de alta eficiencia.

Con la modificación del proyecto, la demanda disminuyó hasta un valor de 46.9 kW y el consumo mensual hasta 22,512 kWh, mismos que al aplicarles el precio medio arrojaron ahorros por \$12,335.85 al mes. Enseguida se aprecian resumidos los resultados del proyecto:

T-8 de 59 W, así como un balastro electro-magnético de alta eficiencia de 2X59 W.

2.- HOTEL HACIENDA DEL MAR, CASO CS-HM-37

A finales del año de 1997 se construyó el

CONCEPTO	SISTEMA		AHORRO	
	CONVENCIONAL	ALTA EFICIENCIA	ABSOLUTO	%
DEMANDA (kW)	144.1	46.9	97.2	67.5
CONSUMO ANUAL (kWh)	830,016	270,144	559,872	67.5
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	0.2644	0.2644	----	----
IMPORTE ANUAL (\$)	219,456.23	71,426.07	148,030.16	67.5
INVERSION (\$)	270,184.45	513,534.80	243,350.35 ^{1/}	
PERIODO DE RECUPERACION (años)			1.6	

^{1/} Se refiere a la diferencia de inversiones, de la cual el FIDE financió \$200,000.00

Los equipos instalados fueron los siguientes:

1,315 luminarios tipo empotrar cada uno con una lámpara fluorescente compacta PL de 13 W.

47 luminarios tipo arbotante con una lámpara fluorescente compacta SL de 18 W.

616 luminarios decorativos con lámpara halógena del tipo cacahuete de 20 W.

120 luminarias tipo empotrar con una lámpara MR 16 de 50 W.

56 luminarios de tipo empotrar de 60X60 cm con 4 lámparas fluorescentes lineales tipo T-8 de 17 W, además de 2 balastros electromagnéticos de alta eficiencia de 2X17 W cada uno.

15 luminarios de sobreponer de 30X122 cm con 2 lámparas fluorescentes lineales tipo T-8 de 32 W, así como un balastro electro-magnético de alta eficiencia de 2X32 W.

19 luminarios tipo sobreponer de 30X122 cm con 2 lámparas fluorescentes lineales tipo

edificio principal del hotel, ubicado en el Km. 10 lote D, de la carretera transpeninsular en Cabo San Lucas, B.C.S. Originalmente sería instalado un sistema de iluminación con equipos del tipo convencional, que contemplaba en su totalidad lámparas incandescentes de diversas potencias. Este sistema presentaría una demanda de 188 kW, un consumo mensual de 90,192 kWh y un importe aproximado de \$37,267.33 al mes. Enseguida se aprecian las características del sistema convencional:





TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	CONSUMO MENSUAL kWh ^{2/}
Arbotante 75 W incand.	75	520	39.0	18,720
Arbotante 75 W incand.	75	120	9.0	4,320
Arbotante 75 W incand.	75	47	3.5	1,680
Arbotante 40 W incand.	40	199	8.0	3,840
Candil, 6 focos de 40 W	240	77	18.5	8,880
Empotrar 75 W incand.	75	105	7.9	3,792
Empotrar 300 W incand.	300	68	20.4	9,792
Sobreponer 350 W incand.	350	34	11.9	5,712
Sobreponer 500 W incand.	500	90	45.0	21,600
Reflector 150 W incand.	150	83	12.5	6,000
Reflector 150 W incand.	150	70	10.5	5,040
Reflector 75 W incand.	75	22	1.7	816
TOTAL		1,435	187.9	90,192

^{1/} Considerando un factor de diversidad unitario.

^{2/} Los equipos operan durante 480 horas mensuales.

Con base en el proyecto original y con la asesoría técnica del FIDE, se consideró la alternativa de adquirir lámparas fluorescentes en lugar de incandescentes, resultando lo siguiente:

de nuevas construcciones el FIDE financia la diferencia de costos entre el sistema convencional y el de alta eficiencia, que en este caso ascendió a \$ 515,706.92 y pudo recuperarse en un período de 1.7 años.

TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	CONSUMO MENSUAL kWh ^{2/}
Empotrar 13 W LFC	15	520	7.8	3,744
Arbotante 13 W LFC	15	120	1.8	864
Arbotante 18 W LFC	20	47	0.9	432
Arbotante 20 W incand. tipo cacahuete	20	199	4.0	1,920
Candil, 6 lámparas halógenas de 20 W	120	77	9.2	4,416
Empotrar 50 W MR 16	50	105	5.3	2,544
Empotrar 4X17 W T-8 3/	72	68	4.9	2,352
Sobreponer 2X32 W T-8 3/	62	34	2.1	1,008
Sobreponer 2X59 W T-8 3/	111	90	10.0	4,800
Proyector Downlight 70 W Adit. Met.	93	83	7.7	3,696
Proyector Uplight 70 W Adit. Met.	93	70	6.5	3,120
Proyector subacuático 50 W dicroica	50	22	1.1	528
TOTAL		1,435	61.3	29,424

^{1/} El factor de diversidad es unitario.

^{2/} El tiempo de operación es de 480 horas mensuales.

^{3/} Gabinetes con balastro electrónico.

La información presentada en los cuadros anteriores permite establecer que el sistema de alta eficiencia permitiría una reducción de 126.6 kW en la demanda y 60,768 kWh en el consumo mensual, lo cual generaría un ahorro de \$25,109.34 mensuales. En el caso

Cabe aclarar que las sustituciones realizadas se llevaron a cabo en función de las necesidades del área y aplicando la experiencia del proyectista en iluminación. Los resultados del proyecto se resumen en el siguiente cuadro:

CONCEPTO	SISTEMA		AHORRO	
	CONVENCIONAL	ALTA EFICIENCIA	ABSOLUTO	%
DEMANDA (kW)	187.9	61.3	126.6	67.4
CONSUMO ANUAL (kWh)	1,082,304	353,088	729,216	67.4
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	0.4132	0.4132	-	--
IMPORTE ANUAL (\$)	447,208.01	145,895.96	301,312.05	67.4
INVERSION (\$)	426,862.52	942,569.44	515,706.92	^{1/}
PERIODO DE RECUPERACION (años)			1.7	

^{1/} Se refiere a la diferencia de inversiones de la cual FIDE financió \$350,000.00.

Los resultados demostraron la bondad del proyecto, pues los ahorros obtenidos fueron del orden de 67 % en relación con los consumos que se hubiesen tenido al instalar lámparas incandescentes. A continuación se describen brevemente los equipos instalados:

520 luminarios de empotrar marca Construlita con lámpara fluorescente compacta de 13 W.

120 luminarios tipo arbotante marca Construlita con lámpara fluorescente compacta de 13 W.

47 luminarios tipo arbotante marca Construlita con lámpara fluorescente compacta de 18 W.

77 candiles decorativos marca VL, cada uno con 6 lámparas halógenas de 20 W.

105 luminarios de empotrar marca Construlita con lámpara halógena MR 16 de 50 W.

68 luminarios de empotrar de 60X60 cm marca Lithonia, con 4 lámparas fluorescentes lineales tipo T-8 de 17 W y 2 balastos electrónicos de 2X17 W marca Motorola.

34 luminarios de empotrar de 60X122 cm marca Lithonia, con 2 lámparas fluorescentes lineales de 32 W y 1 balastro electrónico de 2X32 W marca Motorola.

90 luminarios de empotrar de 60X244 cm marca Lithonia, con 2 lámparas fluorescentes lineales de 59 W y un balastro electrónico de 2X59 W marca Motorola.

199 luminarios tipo arbotante marca Construlita con lámpara halógena tipo cacahuate de 20 W.

83 proyectores tipo Downlight marca Hadco con lámpara de Aditivos Metálicos de 70 W.

70 proyectores tipo Uplight marca Hadco con lámpara de Aditivos Metálicos de 70 W.

22 proyectores subacuáticos marca Jeha con lámpara halógena MR 16 de 50 W.

3.- CONJUNTO URBANO RANCHO SAN DIEGO, CASO CS-HM-38

El Conjunto Urbano Rancho San Diego, es un condominio que se encuentra ubicado en la carretera federal Ixtapan de la Sal-Tonatico, km. 2.5 Ixtapan de la Sal, Estado de México. En el año de 1999 en que se proyectó su construcción, el sistema de iluminación concebido originalmente estaría compuesto por lámparas T-12 de 21 W y 40 W con balastos electromagnéticos de baja eficiencia, asimismo, hubiesen sido instaladas lámparas incandescentes de 75 W y 150 W, tal como se ilustra a continuación:

TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	HORAS DE OPERACION horas / mes	CONSUMO MENSUAL kWh
Sobreponer 1X21 W T-12 ^{2/}	42	36	1.5	360.0	540
Sobreponer 1X40 W T-12 ^{2/}	53	202	10.7	360.0	3,852
Sobreponer 2X40 W T-12 ^{2/}	95	74	7.0	360.0	2,520
75 W Incandescente	75	19	1.4	390.0	546
75 W Incandescente	75	33	2.5	390.0	975
75 W Incandescente	75	3	0.2	390.0	78
Cánope R30 150 W Incand.	150	380	57.0	360.0	20,520
150 W Incandescente	150	8	1.2	390.0	468
TOTAL		755	81.5		29,499

^{1/} Se considera un factor de diversidad de 1.0

^{2/} Gabinetes con balastro electromagnético convencional.

En el cuadro anterior se observa que los focos incandescentes de 150 W representaban casi el 70 % de la carga total por iluminación, lo cual habría traído consigo grandes costos por concepto de consumo de energía

la decisión de que en lugar de instalar focos incandescentes y lámparas fluorescentes tipo T-12, fueran adquiridos equipos equivalentes en flujo luminoso pero de alta eficiencia, quedando el sistema de la siguiente manera:

TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	HORAS DE OPERACION horas / mes	CONSUMO MENSUAL kWh
Sobreponer 1X17 W T-8 ^{2/}	19	36	0.7	360.0	252
Sobreponer 1X32 W T-8 ^{2/}	35	202	7.1	360.0	2,556
Sobreponer 2X32 W T-8 ^{2/}	62	74	4.6	360.0	1,656
Empotrar 1X13 W LFC	15	29	0.4	390.0	156
17 W LFC	19	19	0.4	360.0	144
13 W LFC	15	4	0.1	390.0	39
150 W A.M.	190	3	0.6	360.0	216
35 W HID	50	190	9.5	360.0	3,420
2X13 W LFC	34	8	0.3	360.0	108
TOTAL		565	23.7		8,547

^{1/} Se considera un factor de diversidad de 1.0

^{2/} Gabinetes con balastro electrónico.

eléctrica. Estos costos deben ser tomados en cuenta por los usuarios antes de decidir instalar un sistema de iluminación, en el cual predominen las lámparas incandescentes.

Una limitante para la adquisición de equipos ahorradores de energía eléctrica puede ser su mayor costo con respecto a los convencionales; sin embargo, este problema puede ser resuelto mediante la participación del FIDE, quien financia el costo diferencial entre dichos equipos. Bajo este esquema, se tomó

De los cuadros anteriores se puede observar la magnitud del ahorro obtenido ya que en lugar de 81.5 kW y 29,499 kWh, el Conjunto Urbano Rancho San Diego tiene demandas de 23.7 kW y consumos mensuales, de 8,547 kWh, lo que representa ahorros por \$11,733.12 mensuales, pues de haber instalado el equipo convencional pagaría aproximadamente \$16,519.44 mensuales.

En el siguiente cuadro se resumen las características y beneficios del proyecto:

CONCEPTO	SISTEMA		AHORRO	
	CONVENCIONAL	ALTA EFICIENCIA	ABSOLUTO	%
DEMANDA (kW)	81.5	23.7	57.8	70.9
CONSUMO ANUAL (kWh)	353,988	102,564	251,424	71.0
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	0.56	0.56	-	--
IMPORTE ANUAL (\$)	198,233.28	57,435.84	140,797.44	71.0
INVERSION (\$)	94,527.25	394,572.79	300,045.54	1/
PERIODO DE RECUPERACION (años)			2.1	

1/ Se refiere a la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

Un parámetro para cuantificar el éxito de este proyecto es el período de recuperación de la sobreinversión (que fue cubierta por el FIDE), misma que ascendió a \$300,045.54 y se recuperó en tan sólo 2.1 años, con el ahorro en consumo de energía eléctrica

equivalente al 71 % con respecto del consumo del sistema convencional.

Lo equipos finalmente instalados fueron los que a continuación se mencionan:

4 lámparas fluorescentes compactas de 13 W dobles marca MAGG.

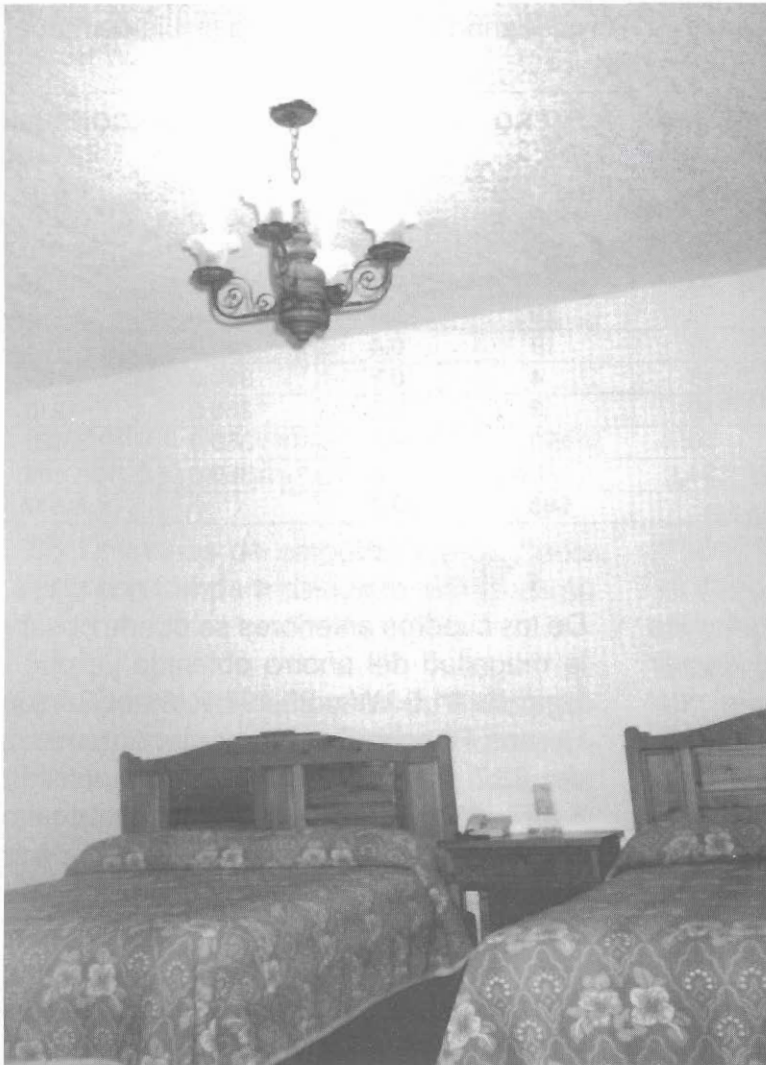
29 luminarios de empotrar marca MAGG, modelo Downlight Decor Center, cada uno con una lámpara fluorescente compacta doble de 13 W.

8 luminarios de empotrar marca MAGG, modelo Downlight Decor Center, cada uno con 2 lámparas fluorescentes compactas dobles de 13 W.

19 lámparas fluorescentes compactas autobalastadas tipo esfera de 17 W marca MAGG.

3 luminarios de sobreponer tipo proyector modelo Urano marca MAGG, con lámpara HID de 150 W, para la iluminación del muro de la fachada principal del centro de convenciones.

190 luminarios de sobreponer tipo proyector marca Swimquip, con lámpara HID de 35 W CDM PAR 20,



para iluminar el jardín interior del centro de convenciones.

36 canaletas de 10X50 cm con una lámpara fluorescente lineal tipo T-8 de 17 W, así como 18 balastos electrónicos de 2X17 W marca Osram.

26 canaletas de 10X122 cm con una lámpara fluorescente lineal tipo T-8 de 32 W, así como 13 balastos electrónicos de 2X32 W marca Osram.

176 canaletas de 10X122 cm con una lámpara fluorescente lineal tipo T-8 de 32 W, así como 88 balastos electrónicos dimeables de 2X32 W MARC X marca Philips.

40 gabinetes universal de lámina calibre 22, con 2 lámparas fluorescentes lineales

TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	TIEMPO DE OPERACION horas / mes	CONSUMO MENSUAL kWh
Arbotane 75 W incand.	75	1,146	86.0	195	16,770
Empotrar 150 W incand. (A 21)	150	8	1.2	195	234
Arbotante 200 W incand.	200	4	0.8	180	144
Arbotante 75 W incand.	75	225	16.9	180	3,042
Arbotante 100 W incand.	100	11	1.1	180	198
Empotrar 150 W incand. (A 19)	150	6	0.9	195	176
Proyector 75 W R 30 incand.	75	160	12.0	180	2,160
Proyector 150 W PAR 38 incand.	150	106	15.9	180	2,862
Proyector 500 W Yodo Cuarzo	500	44	22.0	180	3,960
Proyector 500 W Yodo Cuarzo	500	32	16.0	180	2,880
Proyector 300 W R 40 incand.	300	35	10.5	180	1,890
Empotrar 1X21 W fluorescente ^{2/}	42	50	2.1	180	378
Empotrar 1X40 W fluorescente ^{2/}	53	204	10.8	180	1,944
TOTAL		2,031	196.2		36,638

^{1/} El factor de diversidad es unitario.

^{2/} Gabinetes con balastro electromagnético convencional.

tipo T-8 de 32 W y un balastro electrónico de 2X32 W marca Osram.

34 luminarios marca MAGG envolvente línea Gamma con 2 lámparas fluorescentes lineales tipo T-8 de 32 W y un balastro electrónico de 2X32 W marca Osram.

4.- HOTEL RANCHO SAN DIEGO, CASO CS-HM-39

El Hotel Rancho San Diego tiene la misma ubicación que el Conjunto Urbano, con la diferencia de que son propiedades pertenecientes a diferentes empresas. Cuenta con 46 habitaciones de lujo, incluyendo Jr. Suites con alberca privada, alberca monumental, snack bar, restaurante, salones de convenciones y eventos, campo hípico, rappel, jardines, bosque y lago de pesca deportiva.

El hotel fue inaugurado en el año 2000 y durante su etapa de construcción contó con el apoyo del FIDE, debido al interés que el usuario mostró para instalar equipos eficientes. Antes de la intervención del FIDE, la empresa constructora pretendía instalar el siguiente sistema de iluminación:

Después de realizar un análisis del sistema convencional y de las aplicaciones que los luminarios tendrían, se determinó la factibilidad de disminuir el número de luminarios, debido a que las lámparas de alta eficiencia tienen flujos luminosos superiores, así como mayor vida útil. En tal virtud, el



proyecto se modificó quedando de la siguiente manera:

En el Hotel Rancho San Diego se instaló el siguiente equipo:

TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	TIEMPO DE OPERACION horas / mes	CONSUMO MENSUAL kWh
Arbotane 13 W LFC	15	1,146	17.2	195	3,354
Empotrar 2X13 W LFC	30	8	0.2	195	39
Arbotante 3X13 W LFC	45	4	0.2	180	36
Arbotante 17 W LFC	19	225	4.3	180	774
Arbotante 25 W LFC	27	11	0.3	180	54
Empotrar 42 W LFC	45	6	0.3	195	59
Proyector 35 W tipo CDM A.M.	50	80	4.0	180	720
Proyector 70 W tipo CDM A.M.	93	53	4.9	180	882
Proyector 150 W tipo HQI A.M.	190	29	5.5	180	990
Proyector 250 W tipo CDM A.M.	290	16	4.6	180	828
Proyector 100 W tipo CDM A.M.	130	41	5.3	180	954
Empotrar 1X17 W T-8 fluorescente ^{2/}	17	50	0.9	180	162
Empotrar 1X32 W T-8 fluorescente ^{2/}	32	204	6.5	180	1,170
TOTAL		1,873	54.2		10,022

^{1/} El factor de diversidad es unitario.
^{2/} Gabinetes con balastro electrónico.

Como es posible notar, la demanda se redujo de 196.2 kW a solamente 54.2 kW; el consumo mensual de 36,638 kWh, se vio reducido hasta un valor de 10,022 kWh. En el siguiente cuadro se aprecia el resumen de las características del proyecto con el sistema convencional y el de alta eficiencia:

1,146 luminarios de empotrar marca MAGG, modelo Downlight Decor Center con una lámpara fluorescente compacta doble de 13 W.

8 luminarios de empotrar marca MAGG, modelo Downlight Fit Center con 2 lámparas fluorescentes compactas sencillas de 13 W.

CONCEPTO	SISTEMA		AHORRO	
	CONVENCIONAL	ALTA EFICIENCIA	ABSOLUTO	%
DEMANDA (kW)	196.2	54.2	142.0	72.4
CONSUMO ANUAL (kWh)	439,656	120,264	319,392	72.6
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	0.560	0.560	-	-
IMPORTE ANUAL (\$)	246,207.36	67,347.84	178,859.52	72.6
INVERSION (\$)	144,790.89	485,116.71	340,325.82 ^{1/}	
PERIODO DE RECUPERACION (años)			1.9	

^{1/} Se refiere a la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

Los resultados muestran lo acertado de la decisión al instalar equipos ahorradores de energía eléctrica, pues el proyecto resultó altamente rentable como lo demuestra el hecho de que la diferencia de inversiones (\$340,325.82) se recuperó en un período de 1.9 años, lo cual es aún más atractivo si se toma en cuenta que el FIDE cubrió esta cantidad y que el usuario la reembolsó en el mismo período sin intereses.

4 luminarios marca MAGG, modelo Security Basic con 3 lámparas fluorescentes compactas sencillas de 13 W.

225 lámparas fluorescentes compactas auto-balastradas tipo esfera de 17 W marca MAGG.

11 luminarios marca BJC modelo Farolita Cilíndrica con lámpara fluorescente compacta de 25 W.

6 luminarios de empotrar marca MAGG, modelo Downlight Blue Chip con lámpara fluorescente compacta de 42 W.

80 luminarios de sobreponer tipo proyector marca Swimquip con lámpara HID de 35 W CDM-PAR 20.

53 luminarios de sobreponer tipo proyector marca MAGG, modelo Quadro con lámpara HID de 70 W.

29 luminarios de sobreponer tipo proyector marca MAGG, modelo Urano con lámpara HID de 150 W.

16 luminarios de sobreponer tipo proyector marca BJC con lámpara HID de 250 W.

41 luminarios de sobreponer tipo proyector marca Swimquip con lámpara de HID de 100 W CDM PAR 20.

204 canaletas de 10X122 cm con una lámpara fluorescente lineal tipo T-8 de 32 W y un balastro electrónico de 1X32 W marca Osram.

5.- HOTEL HOSTAL MONEDA, CASO CS-HM-40

Este hotel se ubica en el Centro Histórico de la Ciudad de México (Moneda N° 8) cuya arquitectura es de tipo Colonial. Cuenta con una acometida en baja tensión y se aplica la Tarifa 02.

El hotel entró en operación en el año 2000 después de haber permanecido cerrado durante varios años y como era de esperarse, fue necesario efectuar diversas remodelaciones en su estructura, incluyendo el sistema de iluminación, el cual originalmente contemplaba lámparas incandescentes de 100 W, así como reflectores de 1,000 W y 1,500 W del tipo incandescente también, que si bien proporcionarían un nivel de iluminación confortable, generarían altos consumos de energía eléctrica. A continuación se detalla el sistema proyectado originalmente:

TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	CONSUMO MENSUAL kWh ^{2/}
Campana CPQ 100 W Spot incand.	100	90	7.5	2,700
Campana CPQ 100 W Foco incand.	100	50	4.2	1,512
Arbotante 100 W incand.	100	40	3.3	1,188
Arbotante 100 W incand.	100	20	1.7	612
Reflector 500 W Yodo Cuarzo	500	3	1.3	468
Reflector 500 W Yodo Cuarzo	500	6	2.5	900
Campana CPQ 100 W Foco incand.	100	2	0.2	72
Campana CPQ 100 W Foco incand.	100	6	0.5	180
TOTAL		217	21.2	7,632

^{1/} Considerando un factor de diversidad de 1.2

^{2/} Considerando un periodo de operación de 360 horas mensuales.

50 canaletas de 10X50 cm con una lámpara fluorescente lineal tipo T-8 de 17 W y un balastro electrónico de 1X17 W marca Osram.

Mediante la incorporación de equipos de alta eficiencia, fue posible disminuir el consumo de energía eléctrica y aumentar el nivel de confort de los huéspedes. El proyecto con equipos ahorradores se describe enseguida:

TIPO DE LUMINARIO	POTENCIA UNITARIA W	NUMERO DE EQUIPOS	DEMANDA TOTAL kW ^{1/}	CONSUMO MENSUAL kWh ^{2/}
Empotrar 13 W LFC	15	90	1.1	396
Empotrar 2X13 W LFC	30	50	1.3	468
Arbotante 13 W LFC	15	40	0.5	180
Candil 2X13 W LFC	30	20	0.5	180
Reflector 250 W S.A.P.	280	3	0.7	252
Reflector 250 W A.M.	290	6	1.5	540
Sobreponer 1X32 W T-8 ^{3/}	41	2	0.1	36
Sobreponer 2X32 W T-8 ^{4/}	72	6	0.4	144
LFC de 20 W	22	8	0.1	36
LFC de 13 W	15	15	0.2	72
Subtotal luminarios		217	6.4	2,304

^{1/} Considerando un factor de diversidad de 1.2.

^{2/} Considerando un período de operación de 360 horas mensuales.

^{3/} Gabinetes con balastro electromagnético de alta eficiencia y reflector de aluminio.

^{4/} Gabinetes con balastro electromagnético de alta eficiencia.



No obstante que el consumo de energía eléctrica con el proyecto original (91,584 kWh anuales) parecería no ser excesivo, el proyecto

modificado ofreció la posibilidad de disminuirlo en un 69.8 %, equivalente a 63,936 kWh anuales, como se aprecia a continuación:

CONCEPTO	SISTEMA		AHORRO	
	CONVENCIONAL	ALTA EFICIENCIA	ABSOLUTO	%
DEMANDA (kW)	21.2	6.4	14.8	69.8
CONSUMO ANUAL (kWh)	91,584	27,648	63,936	69.8
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	1.25	1.25	-	-
IMPORTE ANUAL (\$)	114,480.00	34,560.00	79,920.00	69.8
INVERSION (\$)	62,321.95	262,034.45	199,712.50 ^{1/}	
PERIODO DE RECUPERACION (años)			2.5	

^{1/} Se refiere a la diferencia de inversiones.



Adicionalmente, fueron instalados 58 sensores de presencia, 40 en habitaciones y 18 en pasillos, cuyo potencial de ahorro se determinó conforme a lo siguiente:

40 luminarios tipo arbotante marca Construlita, modelo 62/80 con una lámpara fluorescente compacta de 13 W.

UBICACION	CARGA kW	HORAS/MES SIN SENSORES	HORAS/MES CON SENSORES	DIFERENCIA DE HORAS	AHORRO EN CONSUMO kWh	AHORRO EN IMPORTE \$ 1/
HABITACIONES	3.4	480	375	105	357	446.25
PASILLOS	3.0	390	300	90	270	337.50
TOTAL	6.4	-	-	-	627	783.75
INVERSION (\$)	30,000.00		PERIODO DE RECUPERACION (años)		3.2	

1/ Considerando un precio medio de 1.25 \$/kWh.

El ahorro total obtenido fue el siguiente:

20 luminarios tipo candil marca Construlita, modelo 79/5H con 2 lámparas fluorescentes compactas de 13 W.

CONCEPTO	AHORRO ANUAL		
	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$
Iluminación	14.8	63,936	79,920.00
Sensores de presencia	-	7,524	9,405.00
TOTAL	-	71,460	89,325.00
DIFERENCIA DE INVERSIONES (\$) 1/			229,712.50
PERIODO DE RECUPERACION (años)			2.6

1/ Cantidad financiada por el FIDE.

El proyecto debe calificarse como exitoso debido a que el costo diferencial, financiado sin intereses por el FIDE se recuperó en 2.6 años con el ahorro obtenido. Es necesario mencionar que la instalación de 58 sensores de presencia, propició importantes ahorros de energía eléctrica ya que éstos dispositivos evitan desperdicios de energía al apagar los luminarios que pudiesen quedar en operación, principalmente en las habitaciones.

3 luminarios Novalite II marca Lumisistemas con una balastro tipo reactor autoregulado, para operar una lámpara de Vapor de Sodio Alta Presión de 250 W.

6 luminarios Novalite II marca Lumisistemas con una balastro tipo reactor autoregulado, para operar una lámpara de Aditivos Metálicos de 250 W.

Los equipos instalados se describen a continuación:

2 luminarios tipo sobreponer marca Enerlux, con 1 lámpara fluorescente lineal tipo T-8 de 32 W, un balastro electromagnético de alta eficiencia de 1X32 W y un reflector de aluminio dentro de cada gabinete.

90 luminarios de empotrar marca MAGG, modelo Downlight Chip con una lámpara fluorescente compacta de 13 W.

6 luminarios tipo sobreponer marca Enerlux, con 2 lámparas fluorescentes lineales tipo T-8 de 32 W y un balastro electromagnético de alta eficiencia de 2X32 W.

50 luminarios de empotrar marca Construlita modelo Domus Maxi, con 2 lámparas fluorescentes compactas de 13 W.

8 lámparas fluorescentes compactas SLS de 20 W marca Philips.

15 lámparas fluorescentes compactas PLC de 13 W marca Philips.

40 sensores de presencia infrarrojos tipo pasivo, marca Watt Stopper modelo CX 100-1.

18 sensores de presencia ultrasónicos, marca Watt Stopper modelo CX W2000-1.

CONCLUSIONES

- Se demostró que instalar luminarios de alta eficiencia desde el inicio de una construcción, es la decisión más inteligente y acertada que puede tener un usuario, ya que le permitirá tener bajos costos por concepto de consumo de energía eléctrica, en relación con los que tendría si instalara equipos convencionales.
- Quedaron demostradas las ventajas de los equipos ahorradores sobre los de tecnología obsoleta, como son:
 - Mayor vida útil.
 - Mayor flujo luminoso.
 - Eficiencia superior.
 - Menor consumo de energía eléctrica.
 - Mejor índice de rendimiento de color (CRI).
 - Gran variedad de lámparas y luminarios, para cualquier tipo de aplicación.
 - Disminución de costos por mantenimiento.
 - Posibilidad de ahorros sustanciales al utilizar accesorios adicionales, como en el caso de los sensores de presencia.
- Si bien el costo de los equipos de alta eficiencia es superior al de los convencionales, en todos los casos los ahorros fueron de tal magnitud que la diferencia de inversión se recuperó en períodos de tiempo razonables, de tal modo que la sobreinversión no resulta de ninguna manera onerosa, como lo comprueba el hecho de que en los 5 casos aquí descritos, 3 pudieron recuperar la sobreinversión en menos de 2 años y en los restantes 2 proyectos la recuperación fue en 2.1 y 2.6 años.
- Una ventaja adicional y, quizás la que convenció a los usuarios, consistió en que la diferencia de costos entre el sistema convencional y el de alta eficiencia, fue financiada por el FIDE y reembolsada entre 1.6 y 2.6 años sin intereses, lo que permite vislumbrar el beneficio real que percibieron los usuarios, tratamiento que está al alcance de cualquier usuario interesado en instalar equipo de alta eficiencia en su nueva construcción.
- Los proyectos aquí descritos fueron diferentes con características singulares, lo que proporciona a los empresarios una idea de las variantes que pueden introducir cuando tengan la oportunidad de construir un nuevo hotel o bien ampliar el existente.