



■ ANTECEDENTES

En el año de 1994 el Instituto se encontraba en proceso de ampliación de sus instalaciones, ubicadas en Vasco de Quiroga No. 15, Col. Sección 16, Delegación Tlalpan. Durante la etapa de construcción, el contratista presentó al Instituto un proyecto consistente en instalar un sistema convencional de iluminación.

■ PROYECTO ORIGINAL

La firma constructora encargada de los trabajos de las nuevas instalaciones propuso un sistema de ilumina-

ción con equipos convencionales, como a continuación se indica :



AREA	SISTEMA	CARGA UNITARIA W	NUMERO DE SISTEMAS	CARGA TOTAL kW	HORAS DE USO ^{1/} hrs/año	CONSUMO kWh	IMPORTE \$ ^{2/}
Consulta externa	2X39 W	100	130	13.0	8,760	113,880	24,142.56
Consulta externa	2X75 W	180	2	0.4	8,760	3,154	668.56
Radiología	2X39 W	100	53	5.3	8,760	46,428	9,842.74
Cirugía	2X39 W	100	38	5.3	8,760	33,288	7,057.06
Pasillos 1er. Piso	2X39 W	100	5	0.5	8,760	4,380	928.56
Pasillos 2do. Piso	2X39 W	100	5	0.5	8,760	4,380	928.56
Pasillos 3er. Piso	2X39 W	100	5	0.5	8,760	4,380	928.56
Gobierno	2X39 W	100	65	6.5	8,760	56,940	12,071.28
Sótano	2X39 W	100	6	0.6	8,760	5,256	1,114.27
Planta baja	2X39 W	100	6	0.6	8,760	5,256	1,114.27
Gobierno	Incand.75 W	75	58	4.4	8,760	38,106	8,078.47
TOTAL			373	36.0		315,448	66,874.89

^{1/} Se considera que los equipos son utilizados durante 24 hrs/día y 365 días/año.

^{2/} Se consideró un precio medio de 0.212 \$/kWh.

Como puede apreciarse, en el esquema convencional predominaba la utilización de sistemas fluorescentes de 2X39 W, con lámparas T-12 de arranque instantáneo tipo slimline y balastos electromagnéticos convencionales; los 313 sistemas de 2X39 W que se pretendía instalar, sumaban una carga de 31.2 kW, representando el 86.7% del total de la carga en iluminación; también se contemplaba la utilización de sistemas fluorescentes de 2X75 W con lámparas T-12 de arranque instantáneo tipo slimline y balastos electromagnéticos convencionales, así como la instalación de spots incandescentes de 75 W, teniendo estos sistemas una carga conjunta de 4.4 W que representaba sólo el 12.2% del total.

El FIDE ofreció modificar el proyecto para incorporar un sistema de alta eficiencia, financiando el costo diferencial entre los dos proyectos, así como proporcionar la asesoría técnica necesaria para garantizar el éxito del mismo, por las siguientes razones :

- Sólo había un precedente en el que el usuario decidió modificar su proyecto original alentado por el financiamiento del FIDE. En

consecuencia, el caso del INER debería constituir un refuerzo y abrir las posibilidades de futuros proyectos de esta índole.

- Era necesario demostrar la conveniencia de invertir en un proyecto eficiente, desde la construcción del inmueble, con la seguridad de que los costos por consumo de energía eléctrica tendrían que disminuir, haciendo redituable la sobreinversión en el corto plazo (3 años).
- No se justifica, desde el punto de vista técnico y económico, decidir la instalación de equipo de iluminación sólo porque su precio es más bajo que el de otros, sin tomar en cuenta la eficiencia de ambos y, más aún, no aprovechar los adelantos tecnológicos que ofrece el mercado nacional.

PROYECTO MODIFICADO

De acuerdo a las características de los equipos considerados originalmente, se procedió a modificar el proyecto para incluir equipo de alta eficiencia. Enseguida se muestra el sistema eficiente propuesto :

AREA	SISTEMA	CARGA UNITARIA W	NUMERO DE SISTEMAS	CARGA TOTAL kW	HORAS DE USO ^{1/} hrs/año	CONSUMO kWh	IMPORTE \$ ^{2/}
Consulta externa	1X32W	41	132	5.4	8,760	47,409	10,050.73
Radiología	1X32 W	41	53	2.2	8,760	19,035	4,035.52
Cirugía	1X32 W	41	38	1.6	8,760	13,648	2,893.39
Pasillos 1er. Piso	1X32 W	41	5	0.2	8,760	1,796	380.71
Pasillos 2do. Piso	1X32 W	41	5	0.2	8,760	1,796	380.71
Pasillos 3er. Piso	1X32 W	41	5	0.2	8,760	1,796	380.71
Sótano	1X32 W	41	6	0.2	8,760	2,155	456.85
Planta baja	1X32 W	41	6	0.2	8,760	2,155	456.85
Gobierno	2X32 W	72	56	4.0	8,760	35,320	7,487.91
Gobierno	L.F.C.13 W	17	106	1.8	8,760	15,786	3,346.53
TOTAL			412	16.1		140,896	29,869.92

1/ Se considera que los equipos son utilizados durante 24 hrs/día y 365 días/año.

2/ Se consideró un precio medio de 0.212\$/kWh.

Del análisis de los dos cuadros anteriores se pudo concluir que, si se modificaba el proyecto para dar cabida a equipo de nueva tecnología (más eficiente) y eliminar el convencional, la carga de 36 kW se reduciría a 16.1, el consumo de 315,448 kWh anuales a sólo 140,896, mientras que el importe de \$66,874.89 a \$29,869.92 en el mismo período, sin considerar otras acciones como instalar sensores de presencia y sensores eléctricos para fluxómetros.

La decisión respecto si el proyecto resultaba económicamente viable, dependía del costo diferencial entre los dos sistemas; en cambio, la factibilidad técnica se podía asegurar a la vista de lo siguiente:

- El gabinete que se pretendía adquirir por tener el costo más bajo, manufacturado con lámina calibre 24 (lo cual además origina serios problemas de mantenimiento) y cubierto con pintura blanca de baja reflexión, generalmente aplicada con la comúnmente llamada "pistola", se podría sustituir con gabinete de lámina calibre 20 con reflector de aluminio adherido en la parte superior, de tal manera que el índice de reflexión superaba el 90 %.

- Las lámparas T-12 con vida útil de 9,000 horas son representativas de una tecnología atrasada; por lo tanto, podían utilizarse lámparas T-8 con vida útil de 20,000 horas y flujo luminoso de 3,000 lúmenes, con lo cual se obtenía un 11.1% adicional en el flujo y, además, con menor carga en kW.
- Los balastos electromagnéticos convencionales que para un sistema de 2X32 W toman de la línea 100 Watts, se podrían eliminar, instalando en su lugar balastos también electromagnéticos pero de alta eficiencia, los cuales, para el mismo sistema toman 72 Watts.
- Los luminarios con lámparas incandescentes de 75 Watts, se podían sustituir por su equivalente en flujo luminoso para el tipo fluorescente compacto que tienen una carga de sólo 13 Watts.
- Adicionalmente se consideró la instalación de 6 sensores electrónicos en fluxómetros de sanitarios de Cirugía y 4 en el área de Gobierno; por otro lado, se propuso la instalación de 4 sensores electrónicos en llaves de toma del área de Cirugía y 4 más

en el área de Gobierno; se proyectó la utilización de 22 sensores de presencia en los pasillos de circulación de área de Gobierno. Con cada una de estas medidas, se esperaban ahorros del 5 % sobre los obtenidos en el sistema de iluminación eficiente.

COMPARATIVO DE SISTEMAS

A continuación se describen las soluciones alternas para cada uno de los sistemas que se pretendían instalar:

El ahorro total es la suma del obtenido en el sistema de iluminación y el logrado con la instalación de sensores como se muestra a continuación:

SISTEMA	AHORRO EN CARGA kW	AHORRO EN CONSUMO kWh	AHORRO EN IMPORTE \$
Iluminación	19.9	174,552	37,004.97
Sensores	—	26,184	5,551.01
Total	19.9	200,736	42,555.98
	IVA (10%)		4,255.60
	TOTAL		46,811.58

En la tabla anterior es posible observar que

SISTEMA	CARGA UNITARIA W	NUMERO DE SISTEMAS	CARGA TOTAL kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$ ^{2/}
2X39 W Convencional	100	248	24.8	217,248	46,056.58
1X32 W Eficiente	41	248	10.2	89,072	18,883.20
Diferencia			14.6	128,176	27,173.38
2X75 W Convencional	180	2	0.4	3,154	668.56
1X32 W Eficiente	41	2	0.1	718	152.28
Diferencia			0.3	2,435	516.28
2X39 W Convencional	100	65	6.5	56,940	12,071.28
2X32 W Eficiente	72	56	4.0	35,320	7,487.91
Diferencia			2.5	21,620	4,583.37
Incand.75 W Convencional	75	58	4.4	38,106	8,078.47
L.F.C. 13 W Eficiente	17	106	1.8	15,786	3,346.53
Diferencia			2.5	22,320	4,731.94
Total convencional			36.0	315,448	66,874.9
Total eficiente			16.1	140,896	29,869.9
Ahorro en iluminación			19.9	174,552	37,004.97

^{2/} Se consideró un precio medio de 0.212 \$/kWh.

En el siguiente cuadro se muestran los ahorros esperados con la instalación de sensores electrónicos de presencia y para fluxómetros:

la disminución en demanda era de 20 kW, en consumo de 200,736 kWh y en importe de \$46,811.58 anuales.

AREA	SISTEMA	AHORRO EN CONSUMO kWh ^{3/}	AHORRO EN IMPORTE \$ ^{2/}
Cirugía y Gobierno	Sensor para fluxómetro	8,728	1,850.34
Cirugía y Gobierno	Sensor para llave de toma	8,728	1,850.34
Gobierno	Sensor de presencia	8,728	1,850.34
Ahorro por sensores		26,184	5,551.01

^{2/} Se consideró un precio medio de 0.212 \$/kWh.

^{3/} Se estimó que en cada uno de los rubros se ahorra el 5 % del consumo del sistema eficiente de iluminación.

INVERSION REQUERIDA

Como ya se mencionó, en el caso de nuevas construcciones, el FIDE promueve la instalación de equipos de alta eficiencia desde un principio, financiando la dife-

rencia entre la inversión necesaria para la adquisición de los equipos convencionales y la requerida para los equipos eficientes; en el caso que nos ocupa, las inversiones se desglosan a continuación:

Sistema convencional

CONCEPTO	COSTO UNITARIO S	NUMERO DE SISTEMAS	INVERSION S
Luminario de 2X75 W Fluorescente tipo T-12	88.27	2	176.54
Luminario de 2X39 W Fluorescente tipo T-12	185.00	260	48,100.00
Luminario de 2X39 W Fluorescente tipo T-12	93.00	38	3,534.00
Luminario de 2X39 W Fluorescente tipo T-12	227.00	15	3,405.00
Luminario tipo arbotante de 75 W Incandescente	97.65	58	5,663.70
Total		373	60,879.24

Los equipos convencionales se describen enseguida:

- 2 Luminarios tipo canaleta marca Pluz, 2 lámparas fluorescentes T-12 de 75 W con balastro electromagnético convencional.
- 260 luminarios de empotrar marca Novalux serie 700, 2 lámparas fluorescentes T-12 de 39 W con balastro electromagnético convencional.
- 38 Luminarios tipo canaleta marca Novalux mod. Colombia II, 2 lámparas



fluorescentes T-12 de 39 W con balastro electromagnético convencional.

- 15 Luminarios marca Holophane, 2 lámparas fluorescentes T-12 de 39 W con balastro electromagnético convencional.
- 58 luminarios marca Pluz tipo arbotante para lámpara incandescente de 75 W.

La inversión ascendía a 60,879.24 (sin incluir IVA). Es importante hacer notar que antes de que el FIDE brindara asesoría técnica, se proponían luminarios de diferentes clases y tipos.

Sistema eficiente

En el siguiente cuadro se aprecia la inversión necesaria para la instalación de equipos eficientes:

CONCEPTO	COSTO UNITARIO S	NUMERO DE SISTEMAS	INVERSION S
Luminario de 1X32 W Fluorescente tipo T-8	488.83	250	122,207.50
Luminario de 2X32 W Fluorescente tipo T-8	440.00	56	24,640.00
Luminario tipo arbotante de 13 W con L.F.C.	137.00	106	14,522.00
Sensor para fluxómetro	1,654.62	10	16,546.20
Sensor para llave de toma	1,715.00	8	13,720.00
Sensor de presencia	160.00	22	3,520.00
Total		412	195,155.70

En el caso del sistema de alta eficiencia, los equipos instalados se describen a continuación:

- 250 luminarios de 0.6X1.22 m, marca ELMSA mod. 200 30 SR, una lámpara T-8 de 32 W, un balastro electromagnético de alta eficiencia de 1X32 W con termoprotector y reflector especular de aluminio.

- 56 luminarios de 0.6X1.22 m, marca ELMSA mod. 200 CH D, dos lámparas T-8 de 32 W, un balastro electromagnético de alta eficiencia de 2X32 W con termoprotector y reflector especular de aluminio.
- 106 luminarios de empotrar tipo campana de aluminio marca DEILIGHT mod. 138 CG, con reflector semiespecular texturizado y lámpara fluorescente compacta de 13 W.

La inversión sin IVA era de \$195,155.70, y la diferencia entre ambas inversiones resultó ser:

SISTEMA	INVERSION S
Convencional	60,879.24
Alta Eficiencia	195,155.70
Diferencia	134,276.46
IVA (10%)	13,427.65
Total	147,704.11

RESULTADOS

A continuación pueden observarse en forma sintetizada los beneficios que arrojó el proyecto :

CONCEPTO	PROYECTO ORIGINAL	PROYECTO MODIFICADO	AHORRO	
			UNITARIO	%
CARGA (kW)	36.0	16.1	19.9	
FACTOR DE DIVERSIDAD	1.00	1.00		
DEMANDA (kWh)	36.0	16.1	19.9	55.28
CONSUMO (kWh)	315,448	114,712	200,736	63.64
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	0.212	0.212		
IMPORTE ANUAL (\$) ^{3/}	73,562.38	32,856.91	40,705.47	55.33
INVERSION (\$) ^{3/}	66,967.16	214,671.27	147,704.11 (Diferencia)	
DIFERENCIA DE INVERSION (\$)147,704.11		RECUPERACION (años)		3.6

^{3/} Incluye el 10 % de IVA.

Como se puede observar, los valores de demanda, consumo e importe en las nuevas instalaciones al utilizar equipos eficientes, disminuyeron a más del 50% de los esperados con el sistema convencional de iluminación.

CONCLUSIONES

- Con este proyecto se pudieron demostrar las ventajas de utilizar equipos de alta eficiencia desde la construcción del edificio, eliminando el uso de equipos convencionales.

- Con el esquema de un sistema eficiente de iluminación, se logró disminuir en 20 kW la carga, lo que significó un ahorro de 200,736 kWh anuales, equivalentes a \$40,705.47 en relación con un sistema de tecnología obsoleta.
- La instalación de lámparas fluorescentes compactas en lugar de las incandescentes proyectadas originalmente, aseguró los niveles de iluminación requeridos, obteniéndose por añadidura, menores costos de operación y mejor armonía arquitectónica.
- La utilización de sensores de presencia y sensores electrónicos para los sanitarios, resultó ser una magnífica alternativa para obtener ahorros de energía adicionales a los conseguidos con la instalación de equipos con tecnología de punta, llegando a ser el 15 % de los obtenidos en el sistema de iluminación.

• No obstante de que los equipos ahorradores tuvieron un precio superior al de los equipos normales, la diferencia de inversión por la cantidad de \$147,704.11 (IVA

incluido), se recuperó en 3.6 años con el importe ahorrado anualmente, que ascendió a \$40,705.47.

- El FIDE seguirá apoyando este tipo de proyectos, como una manera de modificar el criterio de los constructores, quienes prefieren reducir sus costos a cambio de conseguir proyectos, aún cuando ello lesione los intereses de quién consume la energía eléctrica.