



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

GUIA PARA AHORRO DE ENERGIA EN  
EDIFICIOS

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA INDUSTRIAL

p r e s e n t a

JOSE ANTONIO BAYARTE GUERRERO

DIRECTOR DE TESIS:  
ING. RUBEN AVILA ESPINOSA

México, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	Página	
Introducción ... ..	1	
Contenido ... ..	2	
<b>Capítulo 1</b>		
<b>Condición actual del país en materia eléctrica.</b>		
<b>Capacidad de generación. Demanda y oferta. ... ..</b>	<b>3</b>	
1.1 Producción de Energía primaria. ... ..	3	
1.2 Comercio exterior de Energía primaria. ... ..	5	
1.3 Oferta interna bruta de Energía primaria. ... ..	6	
1.4 Destino de la Energía primaria. ... ..	7	
1.5 Centros de transformación. ... ..	8	
1.6 Comercio exterior de Energía secundaria. ... ..	12	
1.7 Consumo Nacional de Energía. ... ..	12	
1.8 Consumo final total. ... ..	14	
1.9 Consumo final energético por sectores. ... ..	16	
1.10 División del consumo de Energía por rama de actividad económica. ... ..	18	
1.11 Fuentes renovables de Energía. ... ..	19	
1.12 Artículo: Tratado de libre comercio. Asimetría del sector eléctrico Mexicano vs. Estados Unidos y Canadá. ... ..	22	
<b>Capítulo 2</b>		
<b>Necesidades y ventajas del Ahorro de Energía. ... ..</b>		<b>24</b>
2.1 Razones para Ahorrar Energía. ... ..	24	
2.2 Energía y Ahorro de Energía. ... ..	27	
2.3 Ventajas. ... ..	32	
2.4 La Realidad es más bella que la teoría. ... ..	34	
<b>Capítulo 3</b>		
<b>Áreas y sistemas de mayor potencial de ahorro en edificios. ... ..</b>		<b>38</b>
3.1 Recomendaciones sencillas para reconocer áreas de oportunidad para Ahorrar Energía. ... ..	38	

## Capítulo 4

Descripción de medidas. ....	43
4.1 Contenido. ....	43
4.2 Medidas de Ahorro de mínima inversión. ....	44
4.3 Medidas de baja a media inversión. ....	46
4.4 Medidas administrativas. ....	46
4.5 Ubicación de las medidas y su implantación. ..	47
4.6 Acciones de Ahorro de Energía en las que interviene la actitud positiva del personal de I N T E N D E N C I A. ....	48
4.7 Recomendaciones importantes a la alta dirección. ....	52
4.8 Recomendaciones generales para el Ahorro de Energía Eléctrica en Edificios. ....	54
4.9 Artículo: Edificios comerciales modernos en climas tropicales. ....	64
4.10 Motores eléctricos. ....	70
4.11 Fugas de Energía. ....	74
4.12 Recomendaciones generales. ....	74
4.13 Mensajes directos que pueden ser usados en oficinas. ....	76

## Capítulo 5

Potencial por medida y costeo. ....	77
5.1 Desarrollo. ....	77
5.2 Propuestas. ....	78
5.3 Propuestas que no deben faltar en un inmueble. ....	81

## Capítulo 6

Inversiones y periodos de recuperación. ....	82
6.1 Método del Período de recuperación. ....	82
6.2 Método del valor anual equivalente. ....	82
6.3 Método del valor presente. ....	83
6.4 Método de la tasa interna de rendimiento. ....	86
6.5 Proyectos con múltiples tasas internas de rendimiento. ....	90
6.6 Método del costo nivelado. ....	91
6.7 Método del costo de la Energía Ahorrada. ....	92

## Capítulo 7

Acciones subsecuentes y planteamiento de un Beneficio-Costo. ....	93
7.1 Acciones importantes del seguimiento. ....	94

7.2 Planteamiento de un Beneficio-Costo. ....	97
---	----

## Capítulo 8

Cómo elaborar un Diagnóstico. ....	98
8.1 El Diagnóstico Energético. ..	98
8.2 Niveles de los Diagnósticos. ....	98
8.3 Etapas de un Diagnóstico Energético. ....	101
8.4 Preliminares del Diagnóstico Energético. ....	103
8.5 Descripción de un Diagnóstico. ....	108
8.6 Tarifas eléctricas. ....	112

## Capítulo 9

Práctica de un un Diagnóstico de primer nivel. ....	116
9.1.0 Antecedentes ....	117
9.2.0 Situación actual ....	118
9.3.0 Estudio ....	121
9.4.0 Conclusiones ....	147
Conclusiones. ....	155
Bibliografía. ....	160

## INTRODUCCION

Se presenta una guía elaborada para Ahorro de Energía en Edificios, pretendiendo ser un apoyo para los inmuebles, que en manos del personal de Mantenimiento e Intendencia y las personas responsables de las condiciones del inmueble, podrán hacer uso eficiente de la Energía, ramificando las diferentes responsabilidades que correspondan al personal y haciendo valer las variadas recomendaciones que en ella se consideran para beneficio del inmueble y del país.

Ahorro de Energía, son palabras que mucha gente al escucharlas, tal vez les dé idea de apagar la luz cuando no se necesite y listo. Esta guía, demuestra que no solo apagando la luz se puede lograr un Ahorro, y que existe una gran variedad de formas de lograrlo, además de las grandes ventajas y beneficios que implica en la economía tanto individual como comunitaria y del país en general.

La justificación del estudio e investigación de este tema, se encuentra en las razones de la importancia de Ahorrar Energía, que surgen al hacerse notar; la necesidad de darle un mejor aprovechamiento a la misma, por el crecimiento en el consumo y por el tremendo desperdicio que se tiene de ella, sin que haya conciencia de esto, además de la necesidad de racionalizar los recursos con los que cuenta el país.

## CONTENIDO

Este trabajo contiene la información necesaria para la visión del panorama general en materia energética del país. El origen y destino de los recursos, uso, participación, y en general las condiciones actuales en que se encuentra. Dada la importancia del tratado de libre comercio; un reportaje interesante de la asimetría del sector Eléctrico de todo el mundo y en especial, la comparación de México, Estados Unidos y Canadá, así como también un diagrama del balance de la Energía Eléctrica de México.

Después se explica y se justifican las necesidades y las ventajas que ofrece el Ahorrar Energía, ilustrando con un artículo La realidad es más bella que la teoría, la diferencia de utilizar lámparas incandescentes contra las fluorescentes en donde se comparan los costos de adquisición y los de utilización, mostrando el ahorro aparente en la adquisición de las lámparas.

Posteriormente, se muestran las áreas de oportunidad con mayor potencial para un Ahorro de Energía, y que deben tener presentes todo el personal laboral. Asimismo se muestra la descripción de las recomendaciones y medidas a ser implantadas, en donde se deja ver el campo tan amplio que abarcan.

En seguida, se presentan algunos de los potencial más comunes en un inmueble, y que en función de los costos se pueden aprovechar eligiendo de varias opciones, la que los explote mejor y maximice los rendimientos.

A continuación, se involucran los diferentes métodos, que forman parte de la sección financiera de un proyecto de inversión para el Ahorro de la Energía, y que hablan de las ventajas que pueden ofrecer con la selección de uno de ellos, el más conveniente para los objetivos de un inmueble.

En las últimas secciones, se explica cuáles deben ser las acciones a seguir y cómo se le dá seguimiento al proyecto, de acuerdo a las metas fijadas por medio del conocimiento en el avance y la efectividad del plan, comparando los diferentes estados de las acciones en el tiempo para cuantificar los beneficios que vayan resultando, e ir modificando, las partes necesarias que se acomoden al mejoramiento de las acciones.

Por último se incluye también, el desarrollo de un Diagnóstico Energético de primer nivel, aplicado a un edificio de oficinas típico, donde los resultados obtenidos en ésta práctica demuestran los alcances del mismo y es prueba de la aplicación de la guía.

## CAPITULO 1



# 1. CONDICION ACTUAL DEL PAIS EN MATERIA ELECTRICA .

## CAPACIDAD DE GENERACION .

### DEMANDA Y OFERTA.

#### Contenido:

El Balance Nacional De Energía, refleja las condiciones actuales del país en materia energética. Se integra por una visión general y completa con la recopilación de una serie de datos de información estadística oficial relativa al origen y el destino final de la energía en México.

Se realiza primeramente un análisis de la producción, el comercio exterior, la variación de inventarios, la transformación y el consumo final de la energía, aquella requerida por el sector energético para su operación, así como las pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento de los productos petrolíferos y de la electricidad. También se muestra el diagrama del balance de energía eléctrica 1991, para el sector público. Finalmente se incluye una sección sobre la utilización de las fuentes renovables de energía.

#### 1.1 Producción de energía primaria.

En México la producción de energía primaria está constituida por: el carbón, el petróleo crudo, los condensados, el gas natural asociado, y no asociado, la generación de electricidad por la vía nuclear, geotérmica e hidroeléctrica, y la biomasa (leña y bagazo de caña).

En 1991, la producción nacional de energía primaria totalizó 2118.9 petacalorías, cifra ligeramente superior a la del año anterior (3 por ciento). En términos generales, este crecimiento se debió básicamente al aumento de los hidrocarburos y a la biomasa, el cual compensó la caída observada en la electricidad obtenida por vía hidroeléctrica y el carbón. En términos de estructura, los hidrocarburos se mantuvieron como la principal fuente de energía al participar con el 90.3 por ciento del total. La producción de petróleo crudo fue superior en 5.0 por ciento a la de 1990, y la de condensados aumentó en un 12.8 por ciento; mientras que, por el contrario, la producción de gas asociado y no asociado observó una baja de 3.8 por ciento.

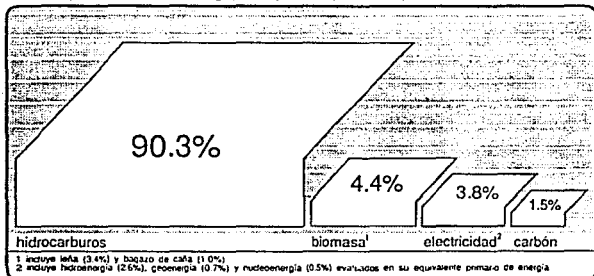
La biomasa, constituida por la leña y bagazo de caña, representó el 4.4 por ciento del total (véase cuadro 1). Por su parte, la generación de electricidad ocupó el tercer lugar, con una participación de 3.8 por ciento, destacando como principal fuente la hidroenergía que representó el 69.1 por ciento del total de electricidad.

cuadro 1: producción de energía primaria

	1990		1991		variación porcentual 1991/1990
	petocalorías	%	petocalorías	%	
total	2056.888	100.0	2118.906	100.0	3.0
carbón	35.640	1.7	32.440	1.5	-9.0
hidrocarburos	1850.522	90.0	1913.834	90.3	3.4
petróleo crudo	1401.261	68.1	1471.940	69.5	5.0
condensados	57.270	2.8	64.608	3.0	12.8
gas no asociado	64.794	3.2	61.888	2.9	-4.5
gas asociado	327.197	15.9	315.398	14.9	-3.6
electricidad	80.779	3.9	80.450	3.8	-0.4
nucleoenergía	7.417	0.4	10.969	0.5	47.9
geoenergía	13.207	0.6	13.898	0.7	5.2
hidroenergía	60.155	2.9	55.583	2.6	-7.6
biomasa	89.847	4.4	92.182	4.4	2.5
bagazo de caña	19.107	1.0	20.939	1.0	9.6
leña	70.840	3.4	71.243	3.4	0.6

Finalmente, el carbón tuvo una participación del 1.5 por ciento, disminuyendo 0.2 puntos porcentuales respecto a 1990. La baja en este último energético se debe a la menor actividad que experimentó el sector siderúrgico y minero-metalúrgico durante dicho período (véase lámina 1).

lámina 1: producción total de energía, 1991 (2118.906 petocalorías)



La producción nacional de petróleo crudo se realiza mayoritariamente en la región marina del Golfo de Campeche, que continúa destacando dentro de la producción nacional de crudo, con el 71.2 por ciento, seguida de la Región Sur, con el 24.8 por ciento y por la Región Norte con el 4.0 por ciento.

Del total de gas producido, una vez descontado el encogimiento en gasoductos, el 83.6 por ciento fue gas asociado y el 16.4 por ciento restante lo conformó el gas no asociado. Como la mayor parte se trata de gas asociado que se extrae en forma conjunta al crudo, la producción se concentra en las regiones en las que éste se produce, la zona Marina y la zona Sur, en donde se obtuvo el 31.9 y 55.1 por ciento de la producción respectivamente, mientras que el 13.0 por ciento se realizó en la región norte.

En 1990, con la integración comercial al sistema nacional de generación de la central nucleoelectrónica de Laguna Verde a fines del mes de julio, el alto factor de planta durante su operación permitió alcanzar el 0.4 por ciento de la producción total de energía primaria (9.2 por ciento del total de electricidad primaria). Durante 1991 se consolidó el lugar que ocupa la energía nucleoelectrónica en la producción de energía primaria en nuestro país, al observar un crecimiento de 47.9 por ciento, con una participación de 13.6 por ciento en el total de electricidad y de 0.5 por ciento de la producción total de energía primaria.

Destaca la caída de 7.6 por ciento, de la hidroelectricidad respecto al año anterior, reduciendo su participación en la producción total a 2.6 por ciento. De manera contraria, la energía geotérmica experimentó un alza del 5.2 por ciento, para representar el 0.7 por ciento de la producción de energía primaria.

## 1.2 Comercio exterior de energía primaria.

A partir de agosto de 1990, México contribuyó con 100 MBD adicionales de crudo al mercado internacional a causa del conflicto en el Golfo Pérsico. De éste modo, las exportaciones de petróleo crudo promediaron 1360.2 MBD de agosto a diciembre, contra 1217.5 MBD de enero a julio.

Para 1991 los intercambios de energía primaria con el exterior básicamente se limitan a petróleo y carbón. Las importaciones totalizaron 0.2 petacalorías, mientras que las exportaciones ascendieron a 756.4 petacalorías.

Respecto al carbón, se exportaron 0.005 petacalorías, mientras que se importaron 0.2 petacalorías lo que arrojó un saldo deficitario para este energético.

De esta manera la balanza de comercio exterior de energía primaria tuvo un saldo neto favorable de 756.2 petacalorías (véase cuadro 2).

cuadro 2: comercio exterior de energía primaria

	exportaciones		importaciones		saldo neto	
	1990 pcal	1991 pcal	1990 pcal	1991 pcal	1990 pcal	1991 pcal
total	703.732	756.428	1.379	0.179	702.353	756.249
carbón	0.038	0.005	1.379	0.179	-1.341	-0.174
petróleo crudo	703.694	756.423	-----	-----	703.694	756.423

### 1.3 Oferta interna bruta de energía primaria.

El concepto de oferta interna bruta de energía primaria se refiere a la producción total, incluye la energía primaria de origen interno y externo, cuyo destino es el mercado nacional, la variación de inventarios y las importaciones de este tipo de energía, a la que se descuenta la energía no aprovechada y las exportaciones (véase cuadro 3).

cuadro 3: oferta interna bruta de energía primaria

	1990 petacalorías	1991 petacalorías
total	1315.999	1326.187
producción	2056.888	2118.906
exportaciones	-703.732	-756.428
importaciones	1.379	0.179
variación de inventarios	-4.281	3.604
energía no aprovechada	-34.255	-40.074

Durante 1991 la variación de inventarios de energía primaria contabiliza el movimiento de la energía almacenada y tuvo movimientos pequeños, con una desacumulación de carbón, de petróleo crudo, y de gas asociado, además de ligeros almacenamientos, de gas no asociado y condensados, lo que finalmente resultó en una incorporación de 3.6 petacalorías a la oferta interna bruta. Al adicionar a este concepto las importaciones de carbón se obtienen 3.8 petacalorías que se suman a la oferta interna bruta.

La energía no aprovechada, que fundamentalmente está constituida por el envío a la atmósfera de gas y condensados y, en forma marginal por derrames accidentales no recuperables de petróleo crudo, alcanzó un total de 40.1 petacalorías, lo que resulta 17.0 por ciento superior al nivel observado en 1990, cuando no se aprovecharon 34.3 petacalorías. Destaca en este concepto la quema de condensados que representó el 70.1 por ciento del total. La deducción más significativa del rubro de oferta interna bruta fueron las exportaciones, que aunadas a la energía no aprovechada, totalizaron 796.5 petacalorías.

De esta forma, la oferta interna bruta de energía primaria registró un incremento de 0.8 por ciento, con respecto a 1990, totalizando 1326.2 petacalorías (véase cuadro 4).

cuadro 4: oferta interna bruta de energía primaria

	1990		1991		variación porcentual 1991/1990
	petacalorías	%	petacalorías	%	
total	1315.999	100.0	1326.187	100.0	0.8
carbón	35.517	2.7	34.429	2.6	-3.1
hidrocarburos	1109.926	84.3	1119.294	84.4	0.8
petróleo crudo	694.487	52.8	716.597	54.0	3.2
condensados	35.611	2.7	38.485	2.8	2.5
gas no asociado	64.669	4.9	61.595	4.6	-4.8
gas asociado	315.159	23.9	304.617	23.0	-3.3
electricidad	80.779	6.2	80.450	6.1	-0.4
nucleoenergía	7.417	0.6	10.969	0.9	47.9
geoenergía	13.207	1.0	13.898	1.0	5.2
hidroenergía	60.155	4.6	55.583	4.2	-7.6
biomasa	89.777	6.8	92.014	6.9	2.5
bagazo de caña	18.937	1.4	20.771	1.5	9.7
leña	70.840	5.4	71.243	5.4	0.6

#### 1.4 Destino de la energía primaria.

Existen dos vertientes de la corriente de energía primaria. En una la oferta interna bruta tuvo como destino los centros de transformación, y en la otra se utilizó directamente por el consumidor final.

En 1991, la energía primaria utilizada directamente por el consumidor final totalizó 102.2 petacalorías, representando el 7.7 por ciento del total de la oferta interna bruta de energía primaria, correspondiendo el 69.7 por ciento a la leña, el 20.3 al bagazo de caña y el 10.0 por ciento a gas natural. La mayor parte de la energía primaria, el 90.8 por ciento que asciende a 1204.1 petacalorías, se sometió a procesos de transformación.

Cabe mencionar que una parte de la energía primaria disponible en el país (el 0.7 por ciento del total) no va a ninguna de estas vertientes sino que es empleada por el propio sector energético. En 1991 estos usos totalizaron 9.1 petacalorías (empleada para la preparación de lodos en la barrenación de pozos, y en los equipos de compresión, desulfuración, deshidratación, etc.), mientras que 6.5 petacalorías (0.5 por ciento del total) se atribuyen a pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento. Se observa una diferencia estadística, variable de cierre o ajuste, de 4.3 petacalorías (el 0.3 por ciento restante).

### 1.5 Centros de transformación.

En esta sección se detalla el proceso de obtención de energía secundaria a partir de la energía primaria en los diversos centros de transformación.

En general, las fuentes primarias de energía se someten a un proceso de transformación para que el consumidor final pueda hacer uso de éstas. Una vez transformada, la energía primaria se convierte en secundaria.

Para la obtención de energía secundaria se utilizan diversos centros de transformación ubicados en el territorio nacional.

En 1991, se contó con siete refinерías para proceso de crudo, 6 de ellas con una capacidad de destilación que varía de 195 a 130 MBD y una con solo 9 MBD, integrando una capacidad de refinación completa de 1333 MBD. Para el procesamiento de gas natural y condensados se tuvo una capacidad nominal de 1300 MMPCD de absorción y 3329 MMPCD de plantas criogénicas.

En diciembre de 1991, la capacidad instalada para la generación de electricidad totalizó 26797 MW, de los cuales el 60.7 por ciento correspondieron a centrales térmicas convencionales, el 29.6 a hidroeléctricas, el 4.5 por ciento a carboeléctricas, el 2.7 por ciento a geotérmicas y el 2.5 por ciento a la central nucleoelectrica.

En el sector carbonífero se mantienen en funcionamiento 4 plantas coquizadoras con recuperación de productos y 2 con hornos de colmena, cuya capacidad instalada en 1991 fue de 3.4 millones de toneladas, en donde se obtuvo el coque que se emplea en la industria siderúrgica y minero-metalúrgica.

#### 1.5.1 Energía primaria a transformación por centros de destino.

En 1991 se enviaron 1204.1 petacalorías a transformación. Dentro de las refinерías se procesó el 58.8 por ciento del total, sumando 707.6 petacalorías; 99.8 por ciento correspondió a petróleo crudo y el 0.2 por ciento restante a condensados. A las plantas de gas y fraccionadoras se envió el 31.7 por ciento del total, es decir, 381.7 petacalorías de gas húmedo dulce, gas amargo y condensados.

En centrales eléctricas se transformó el 8.2 por ciento del total, que significó el 99.2 petacalorías. En las plantas hidroeléctricas se convirtieron 55.6 petacalorías; las plantas geotérmicas procesaron 13.9 petacalorías; en la central nucleoelectrica se transformaron 11.0 petacalorías y en las carboeléctricas 18.7 petacalorías de carbón térmico.

Por otro lado, en las plantas coquizadoras se transformaron 15.6 petacalorías de carbón, el 1.3 por ciento restante de la energía total enviada a procesamiento en el país (véase cuadro 5).

cuadro 5: centros de transformación

	1990		1991		variación porcentual 1991/1990
	petcalorías	%	petcalorías	%	
total	1201.643	100.0	1204.088	100.0	0.2
refinerías	692.588	57.6	707.566	58.8	2.2
plantas de gas y fraccionadoras	393.059	32.7	381.691	31.7	-2.9
centrales eléctricas	98.942	8.2	99.192	8.2	0.3
coquizadoras	17.054	1.5	15.639	1.3	-8.3

### 1.5.2 Energía primaria a transformación por tipo de energético.

Del total de energéticos enviados a los centros de transformación, el petróleo crudo, el gas natural, y los condensados conformaron el 90.4 por ciento del total (véase cuadro 6).

cuadro 6: energía primaria a transformación

	1990		1991		variación porcentual 1991/1990
	petcalorías	%	petcalorías	%	
total	1201.643	100.0	1204.088	100.0	0.2
carbón	35.217	2.9	34.381	2.9	-2.4
petróleo crudo	690.530	57.5	705.900	58.6	2.2
condensados	35.611	3.0	36.475	3.0	2.4
gas no asociado	51.233	4.3	49.366	4.1	-3.6
gas asociado	308.273	25.6	297.516	24.7	-3.5
nucleoenergía	7.417	0.6	10.969	0.9	47.9
geoenergía	13.207	1.1	13.898	1.2	5.2
hidroenergía	60.155	5.0	55.583	4.6	-7.6

### 1.5.3 Productos obtenidos en los centros de transformación.

La producción de los centros de transformación totalizó 1188.8 petcalorías.

De las refinerías, plantas de gas y fraccionadoras se obtuvieron 1073.0 petcalorías de diversos productos, cantidad 2.0 por ciento superior a la cifra de 1990 y que representó el 90.2 por ciento de la producción bruta de energía secundaria o energía transformada. El análisis de la estructura de la producción de petrolíferos indica que el 23.8 por ciento correspondió al gas, 22.6 al combustóleo, el 22.5 a las gasolinas y naftas, el 13.8 al diesel, el 8.8 al gas licuado y el restante 8.5 por ciento lo conformaron los productos no energéticos, las kerosinas y el coque de petróleo.

De estos productos, 203.5 petacalorías se utilizaron en la generación de energía eléctrica y 149.6 petacalorías fueron destinadas a usos propios en refinerías, plantas de gas y fraccionadoras. Deduciendo estas cantidades, de las 1073.0 petacalorías originales, quedó un total de 719.9 petacalorías que se destinaron a los demás sectores.

Como resultado de las transformaciones en termoeléctricas convencionales se obtuvieron 67.9 petacalorías de electricidad, las que adicionadas al resto de la generación por otras fuentes (núcleo, carbo, geo e hidroeléctricas) arrojaron un total de 101.8 petacalorías de electricidad (ambas cantidades referidas al equivalente de 860 kcal/kWh), cifra que significó el 8.6 por ciento del total de energía transformada en el país.

Por otro lado las coquizadoras contribuyeron con 14.1 petacalorías, representando el 1.2 por ciento de la producción total de los centros de transformación.

Estos tres conceptos sumaron un total de 835.8 petacalorías de las cuales hay que deducir 5.2 de electricidad que utilizó el propio sector energético, 14.1 petacalorías de pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento y añadir 0.2 petacalorías por concepto de diferencia estadística, quedando un saldo neto de 816.7 petacalorías, las que adicionadas a las 35.1 petacalorías correspondientes al saldo neto del comercio exterior y a la variación de inventarios dan un total de 851.8 petacalorías que se enviaron a consumo final secundario.

#### 1.5.4 Pérdidas por transformación.

Las pérdidas por transformación se obtienen de la diferencia entre la energía enviada a transformación y la obtenida en forma de energía secundaria. (véase diagrama 1)

Las pérdidas por transformación en refinerías, plantas de gas y fraccionadoras fueron de 16.3 petacalorías, lo que implica un coeficiente de conversión del 98.5 por ciento, nivel superior al del año anterior en 1.6 puntos porcentuales.

Al evaluar las pérdidas por transformación en las centrales eléctricas, estas ascendieron a 200.9 petacalorías; el 77.0 por ciento se registró en plantas térmicas convencionales, incluyendo la nucleoelectrónica, y el 23.0 por ciento en centrales hidroeléctricas y geotérmicas. Lo anterior significa que, en conjunto, las centrales del sistema eléctrico nacional tuvieron una eficiencia de 33.6 por ciento, 0.3 puntos porcentuales superior a la observada en 1990 (véase diagrama 5).





Por su parte las coquizadoras registraron pérdidas por transformación de 1.6 petacalorías, lo que arrojó un coeficiente de conversión del 89.9 por ciento. En consecuencia, el total de pérdidas por transformación fue de 218.7 petacalorías.

### 1.6 Comercio exterior de energía secundaria.

Para cubrir las necesidades energéticas del país y enviar al exterior los excedentes de algunos productos, se realizaron movimientos comerciales con el exterior. En 1991, las exportaciones de energía secundaria estuvieron compuestas casi en su totalidad por productos refinados, representando el 95.9 por ciento, mientras que la electricidad participó con el 3.7 por ciento, y el coque con el 0.4 por ciento restante.

Las exportaciones estuvieron 10.2 por ciento menores respecto a 1990 como resultado de las bajas de algunos productos, sobre todo el gas licuado, que declina un 23.6 por ciento y el diesel que lo hace en un 35.8 por ciento (véase cuadro 7). Por el contrario, los envíos de gasolinas y naftas se elevaron en 83.7 por ciento, las kerosinas en un 12.1 por ciento, el combustóleo en 1.5 por ciento, y las exportaciones de coque también aumentan significativamente.

Al analizar las importaciones de energía, se observa que de un total de 88.4 petacalorías, los derivados del petróleo y el gas natural representaron el 98.8 por ciento, mientras que el coque y la electricidad provenientes del exterior tuvieron una participación del 0.6 por ciento cada uno.

Las importaciones de productos petrolíferos y gas natural alcanzaron 87.3 petacalorías, cifra 46.7 por ciento superior a la registrada en 1990. De este total, las gasolinas participaron con el 40.6 por ciento, el combustóleo con 31.2 por ciento, el gas natural con el 18.4 por ciento, el gas licuado con el 9.2 por ciento y los productos no energéticos representaron el 0.6 por ciento restante.

Cabe mencionar que a partir de 1989 empiezan a destacar las importaciones de gas natural, ya que en años anteriores esta cantidad era poco significativa. Para 1991 se importaron 16.0 petacalorías, lo que significa que casi se cuadruplicaron las necesidades de importación de este producto. (véase cuadro 7).

### 1.7 Consumo nacional de energía.

Durante 1991, el consumo nacional de energía totalizó 1361.3 petacalorías, cifra 2.7 por ciento mayor a la obtenida en 1990. El sector energético utilizó 407.3 petacalorías, el 29.9 por ciento de la energía empleada, mientras que 954.0 petacalorías, el 70.1 por ciento del total, se destinaron al resto de los sectores de la economía (véase cuadro 8). El consumo final no energético representó el 10.3 por ciento del total del consumo final energético el 89.7 por ciento.

cuadro 7: comercio exterior de energía secundaria

	exportaciones		importaciones		saldo neto	
	1990 pcal	1991 pcal	1990 pcal	1991 pcal	1990 pcal	1991 pcal
total	52.373	47.053	60.846	88.409	-8.473	-41.356
coque	0.026	0.199	0.826	0.574	-0.800	-0.375
gas licuado	18.118	13.851	7.994	8.040	10.124	5.811
gasolinas y naftas <sup>1</sup>	4.016	7.376	17.267	35.405	-13.251	-28.029
kerosinas	7.515	8.426	-----	-----	7.515	8.426
diesel	16.561	10.629	-----	-----	16.561	10.629
combustóleo	4.464	4.531	30.158	27.266	-25.694	-22.735
productos no energ.	-----	0.305	-----	0.565	-----	-0.260
gas	-----	-----	4.106	16.028	-4.106	-16.028
electricidad	1.673	1.736	0.495	0.531	1.178	1.205

<sup>1</sup> básicamente exportaciones de pentanos.

Durante 1991, los requerimientos internos de energía por unidad de Producto Interno Bruto fueron de 250.0 kilocalorías por cada peso producido, cifra 0.9 por ciento inferior a la registrada en 1990, en tanto que el coeficiente resultante de la relación entre el crecimiento del consumo de energía y la variación del Producto Interno Bruto fue de 0.7.

Por su parte, el consumo nacional de energía por habitante fue de 16.4 millones de kilocalorías, cifra 0.5 por ciento superior a la de 1990.

cuadro 8: consumo nacional de energía

	1990		1991		variación porcentual 1991/1990
	pcal	%	pcal	%	
consumo nacional	1325.930	100.0	1361.319	100.0	2.7
consumo sector energético	405.599	30.6	407.277	29.9	0.4
autoconsumo <sup>1</sup>	158.762	12.0	163.903	12.0	3.2
consumo por transformación	231.689	17.5	218.697	16.1	-5.6
pérdidas	14.328	1.1	20.556	1.5	43.5
diferencia estadística	0.820	n.s.	4.121	0.3	-----
consumo final total	920.331	69.4	954.042	70.1	3.7
consumo no energético	98.528	7.4	97.978	7.2	-0.6
consumo energético	821.803	62.0	856.064	62.9	4.2

<sup>1</sup> se refiere al consumo propio del sector

### 1.8 Consumo final total.

En 1991, el consumo final total de energía fue de 954.0 petacalorías, cifra que representa un aumento de 3.7 por ciento respecto al año anterior (véase lámina 4).

El uso no energético disminuyó 0.6 por ciento respecto a la cantidad registrada en 1990, al pasar de 98.5 a 98.0 petacalorías. De este total 77.8 por ciento fue empleado por la industria petroquímica de PEMEX, que utiliza como materia prima gas natural, etano, propano, butano, y naftas; el restante 22.2 por ciento fue utilizado en diversas ramas industriales y del transporte, en forma de asfaltos, lubricantes, grasas, parafinas y solventes entre los más importantes (véase cuadro 9).

cuadro 9: consumo final total de energía

	1990		1991		variación porcentual 1991/1990
	pcal	%	pcal	%	
consumo final total	920.331	100.0	954.042	100.0	3.7
consumo no energético	98.528	10.7	97.978	10.3	-0.6
petroquímica PEMEX	74.337	8.1	76.190	8.0	2.5
otras ramas económicas	24.191	2.6	21.788	2.3	-9.9
consumo energético	821.803	89.3	856.064	89.7	4.2
res. comer. y público	185.789	20.2	193.259	20.3	4.0
transporte	320.601	34.8	342.012	35.8	6.7
agropecuario	22.973	2.5	23.309	2.4	1.5
industria y minería	292.440	31.8	297.484	31.2	1.7

El consumo final energético aumentó de 821.8 a 856.1 petacalorías entre 1990 y 1991, lo que representó una variación anual de 4.2 por ciento.

En conjunto, los derivados de los hidrocarburos participaron en 1991 con 78.3 por ciento del consumo final energético, la electricidad con 9.5 por ciento, la leña, el bagazo de caña y el coque con el 12.2 por ciento restante (véase lamina 4).

Cabe mencionar que entre 1990 y 1991 el consumo final energético observó tendencias a la alza en la mayoría de los productos; el bagazo de caña con 9.5 por ciento, el gas natural 9.1 por ciento, las gasolinas en 7.7, el diesel 6.8, el gas licuado 5.5, y la electricidad con 2.9.

Por el contrario, los productos que demostraron disminuciones fueron el coque con el 11.5 por ciento, el combustóleo con 8.9 por ciento y las kerosinas con 1.6 por ciento. La leña creció ligeramente respecto al año anterior.

lámina 10: esquema energético nacional, 1991 petacalorías (participación porcentual)

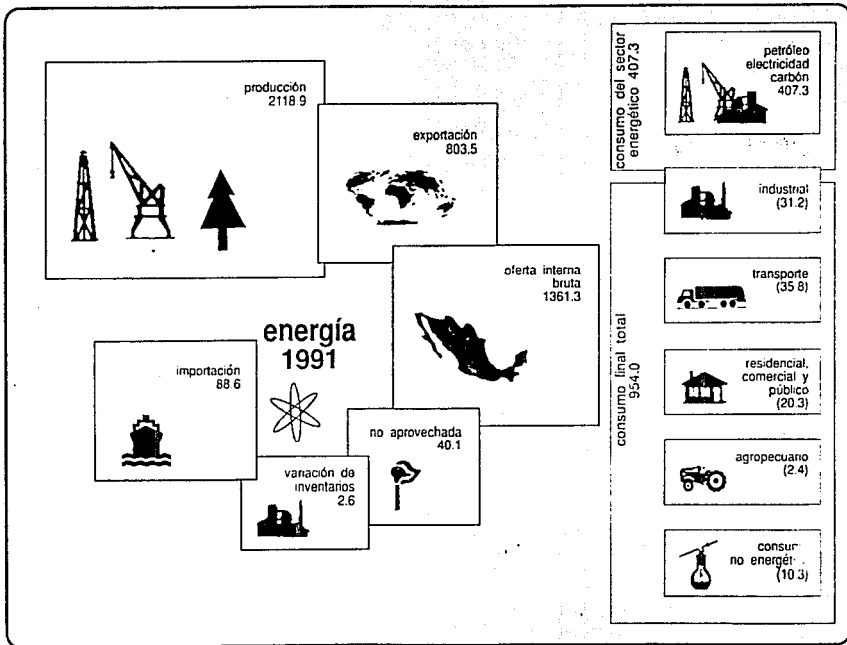
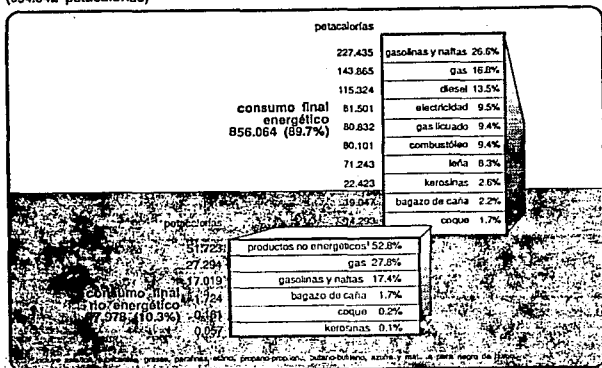


lámina 4: estructura del consumo final total por tipo de energético, 1991  
(954.042 petacalorías)



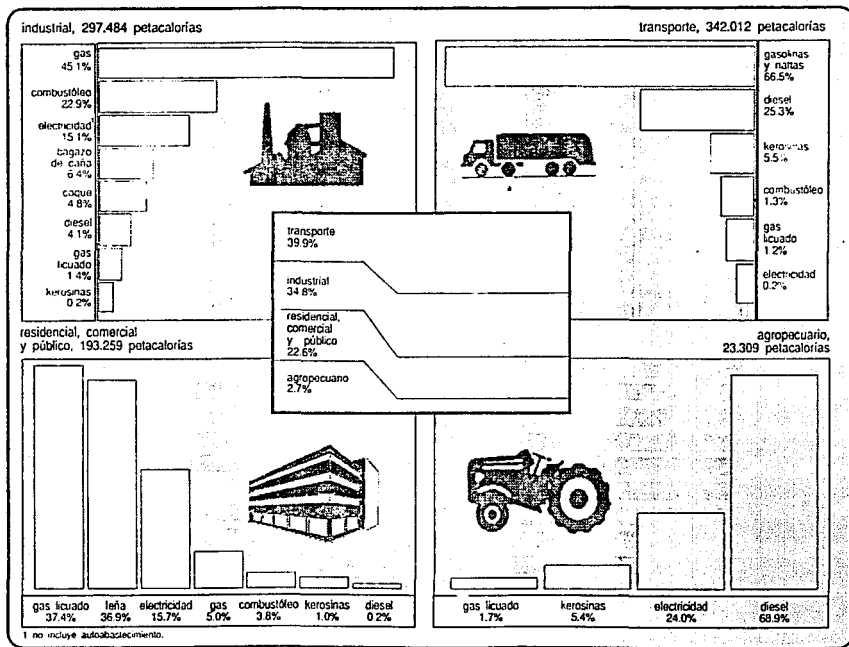
### 1.9 Consumo final energético por sectores.

En 1991, los indicadores del consumo final energético por sectores acentúan la importancia del sector transporte. Este sector elevó su participación a 39.9 por ciento del consumo final energético, 0.9 puntos porcentuales por encima del indicador de 1990; el sector industrial disminuyó su participación en 0.8 puntos porcentuales, para ubicarse en 34.8 por ciento del total; por su parte, el agregado conformado por los sectores residencial, comercial y público, mantuvo su participación en 22.6 por ciento; y finalmente, el sector agropecuario contribuyó con el 2.7 por ciento, disminuyendo su participación 0.1 puntos porcentuales (véase lámina 5).

#### Sector industrial.

La industria consumió en 1991 un total de 297.5 petacalorías (incluye combustibles para el autoabastecimiento de energía eléctrica), cantidad 1.7 por ciento superior a la registrada el año anterior. Destacando principalmente el uso de gas natural, siguiendo con el combustéoleo, después con la electricidad, el bagazo de caña, el coque y el restante lo conformaron el diesel, el gas licuado y las kerosinas (véase lámina 5).

lámina: 5 consumo final energético por sector y tipo de energético, 1991 (856.064 petacalorías)



### Sector transporte.

En 1991 el sector transporte aumentó su consumo de energéticos 6.7 por ciento respecto al año anterior, sumando 342.0 petacalorías. Destacando principalmente el uso de gasolinas, diesel y en menor medida kerosinas, combustóleo, gas licuado y electricidad.

### Sector residencial, comercial y público.

En 1991, el sector residencial, comercial y público consumió 193.3 petacalorías, cifra superior en 4.0 por ciento respecto al año anterior. Destacando principalmente el uso de gas licuado, la leña, la electricidad, y en menor medida el gas natural, combustóleo, kerosinas y diesel.

### Sector agropecuario.

El sector agropecuario consumió 23.3 petacalorías en 1991, cifra 1.5 por ciento mayor a la registrada en 1990. Destacando principalmente en uso el diesel, después la electricidad, le siguen en menor cantidad las kerosinas y el gas licuado.

### 1.10 División del consumo de energía por rama de actividad económica.

En esta sección se presenta el desglose del consumo final de energía de los diferentes sectores, de acuerdo a la energía consumida del subsector respectivo.

#### Sector industrial.

El sector industrial subdividido por rama de actividad económica, registró en 1990 16 ramas, las industrias consideradas fueron: petroquímica, siderúrgica, química, azúcar, cemento, celulosa y papel, minería, vidrio, fertilizantes, cerveza y malta, refrescos y aguas envasadas, automotriz, construcción aluminio, hule y tabaco. Estas industrias representaron el 77.2 por ciento del consumo de este sector.

Es importante señalar que ciertas industrias cuentan con instalaciones para la generación de electricidad propia, (también llamada privada o autogeneración) que cubre una parte de sus requerimientos eléctricos totales, a través de centrales ubicadas en las plantas productivas, siendo uno de los principales autogeneradores Petróleos Mexicanos. La capacidad instalada de los autoproductores privados de electricidad registrada en 1991 ascendió a 3297 MW, superior en 11.1 por ciento a la registrada en 1990, compuesta en su mayor parte de centrales térmicas: 75.5 por ciento a vapor, 20.6 por ciento a gas, 2.3 por ciento en hidroeléctricas y 1.6 por ciento en plantas de combustión interna. La autogeneración de energía eléctrica totalizó 7.4 petacalorías en 1991, superior 1.4 por ciento respecto a 1990.



Esta energía se emplea directamente en el proceso productivo y en caso de excedentes se han establecido acuerdos para su entrega a la red de servicio público, entre la Comisión Federal de Electricidad y el autoproducer. Por este conducto se recibieron 0.194 petacalorías durante 1991, cifra 28.5 por ciento superior a la registrada durante 1990.

#### Sector transporte.

El sector transporte dividido por rama de actividad económica; consumió en 1991, 342.0 petacalorías en combustibles y electricidad, cifra 6.7 por ciento superior a la registrada en 1990. Los principales energéticos consumidos fueron las gasolinas con el 72 por ciento, el diesel con el 25.8 por ciento, y el gas licuado 1.3 por ciento del total. Estas cifras superaron a las del año anterior.

#### Sector residencial, comercial y público.

El sector residencial, comercial y público dividido por rama de actividad económica; consumió el subsector residencial en 1991 el 85 por ciento del total del sector. Los energéticos de mayor consumo fueron en orden de uso: la leña, el gas licuado, y por último la electricidad.

Por lo que respecta al subsector comercial, su consumo tuvo el 12.8 por ciento del total del sector, siendo los principales energéticos utilizados: el gas licuado con el 38.0 por ciento, la electricidad con el 29.8 por ciento, y el 32.2 por ciento restante quedó repartido entre el combustible diesel y gas.

Finalmente, los servicios públicos representaron el 2.1 por ciento del consumo total del sector. Su consumo se integró básicamente por electricidad.

#### 1.11 Fuentes renovables de energía.

Esta sección, aporta un breve panorama del estado que guardan y la utilización de algunas fuentes alternas de energía en nuestro país, en particular la energía solar y la eólica. Las tendencias nos muestran que, aunque de pequeña magnitud, este tipo de fuente energética ha experimentado un dinámico impulso durante 1991.

Los recursos energéticos provenientes del sol, del viento, del agua, la biomasa y el calor de la tierra que son aprovechados gracias a ciertas opciones tecnológicas y a factores tradicionales de uso, que se consideran muy abundantes reciben el nombre de renovables

Algunas de estas formas de energía están incluidas en el balance, debido a su alto grado de aprovechamiento: geoenergía, hidroenergía, bagazo de caña y leña. Otras fuentes energéticas y su tecnología asociada han ido alcanzando un cierto grado de madurez y aplicabilidad.

El total de energía generada por dichos sistemas se estima en 0.172 petacalorías en 1991, cantidad 8.9 por ciento superior a la observada durante 1990. (véase cuadro 12)

A continuación se presenta la distribución del consumo final, así como la energía generada a partir de la explotación de dichos recursos:

#### Solar.

La tecnología solar térmica consiste en la concentración y absorción del calor de la energía del sol para diferentes aplicaciones, siendo la principal para el calentamiento del agua, tanto para albercas como para casas-habitación y en pequeños comercios e industrias. Se estima que la energía generada fue de 0.166 petacalorías durante 1991, cantidad 7.1 por ciento superior a la observada durante 1990. La superficie total instalada pasó de 150 a 160 mil metros cuadrados entre 1990 y 1991.

Otro tipo de aprovechamiento es la generación de electricidad a partir de módulos fotovoltaicos, que transforman los rayos Solares directamente en energía eléctrica, a partir de los cuales se otorgan los siguientes servicios: bombeo de agua, iluminación doméstica en comunidades rurales, telefonía rural, repetidoras de microondas, señalamiento terrestre y marítimo, y alumbrado público entre otros.

La capacidad instalada pasó de 2MW en 1990 a 3.7 MW en 1991. Se obtuvieron 0.005 petacalorías durante 1991, superior 66.7 por ciento respecto a 1990.

En cuanto a la investigación en este campo, se puede mencionar que se han continuado los trabajos de medición de la radiación solar, en Orizabita, Hgo., Puerto Libertad, Son. y Santa Rosalía, B.C.S.

#### Eólica.

Con el empleo del viento se produce energía mecánica para el bombeo de agua y, a través de aerogeneradores, electricidad en pequeña escala. Los aerogeneradores y bombas de agua eólicas instaladas, aumentaron de 300 a 330 kW entre 1990 y 1991, lo que representa un aumento del 10.0 por ciento. El total de energía generada ascendió a 0.0005 petacalorías.

Es importante destacar que se encuentra en su fase de prefactibilidad, el proyecto eólico de 1 MW en el estado de Zacatecas que, de concretarse, constituirá la primera experiencia en este campo dentro del país.

#### Otras fuentes.

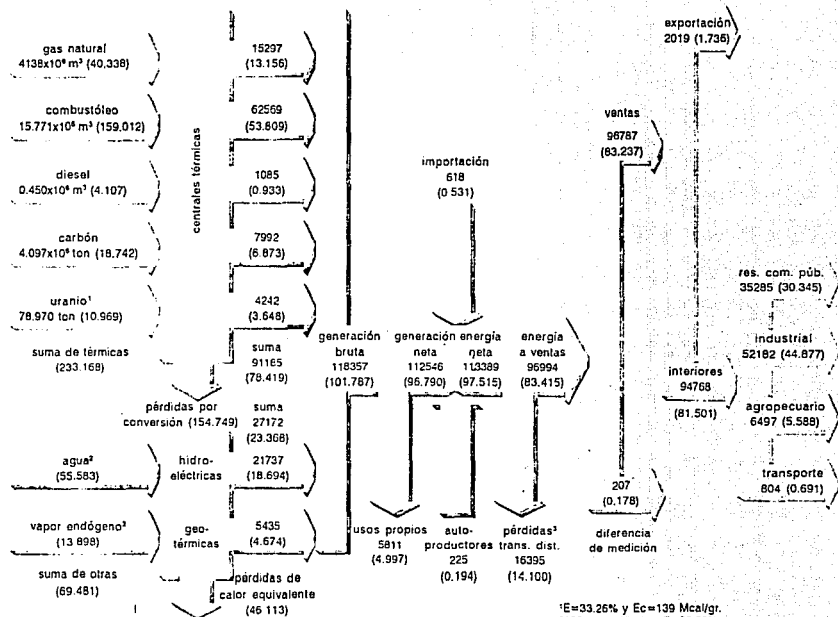
Otras aplicaciones de sistemas renovables de energía son las centrales microhidráulicas, y biodigestores, pero su desarrollo aún es incierto. Estas operan con capacidades menores a 5 MW, que capturan energía de bajos flujos de agua y pequeñas caídas

hidráulicas. Aún cuando se ha realizado un cálculo del potencial microhidráulico en los distritos de riego, situándolo en alrededor de 300 MW, este es aún preliminar y deberá ampliarse para abarcar la totalidad del territorio nacional.

cuadro 12: fuentes renovables de energía, 1991

fuentes	características	uso final
radiación solar	<b>calentadores solares</b>  total instalados: 160,000 m <sup>2</sup> eficiencia promedio: 63% radiación solar promedio 4500 Kcal/m <sup>2</sup> -día	calentamiento de agua
	<b>módulos fotovoltaicos</b>  total instalados: 3700 Kw horas promedio radiación: 6 horas/día factor de planta: 80%	telefonía, generación eléctrica y bombeo de agua
viento	<b>aerogeneradores y bombas de agua</b>  total instalados: 330 Kw capacidad de planta: 20%	generación eléctrica y bombeo de agua

diagrama 5: balance de energía eléctrica, 1991 servicio público Gwh (petacañorías)



<sup>1</sup>E=33.26% y Ec=139 Mcal/gr.

<sup>2</sup>2557.1 kcal/kwh y E=33.63%.

<sup>3</sup>Incluye: transmisión, subtransmisión y distribución.

## 1.12 TRATADO DE LIBRE COMERCIO. ASIMETRIA DEL SECTOR ELECTRICO MEXICANO VS ESTADOS UNIDOS Y CANADA

### Capacidad Instalada de Generación Eléctrica por Bloques.

El Ingeniero Enrique Ruschke Galan (Tesorero de CANAME) comenta:

Un elemento importante en las actuales negociaciones de México en el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá es la asimetría y así con cifras de 1989, los Estados Unidos se presentan como el país con mayor capacidad eléctrica de generación del mundo con el 28% del total Mundial; todos los países europeos juntos representan menos que Estados Unidos, llegando al 25%.

Asia, donde quedan incluidos los tigres Asiáticos Japón, Korea, Singapur, Taiwan, etc., representa el 20% del total mundial y la URSS el 12%. Latinoamérica toda junta representa solo el 6%, seguida por Canadá con el 4% y Africa y Oceanía con el 3% y 2% respectivamente.

En resumen el 89% de la capacidad instalada en el mundo lo poseen los Estados Unidos, Canadá, URSS, Europa y Asia, y el resto del mundo, como suelen decir en algunos países, que es América Latina, Africa y Oceanía, solamente poseen el 11%. Esto confirma también una asimetría muy marcada en el sector eléctrico.

La parte positiva de estas cifras es que por lo que toca a crecimiento porcentual anual de 1986 a 1989 (4 años), Latinoamérica y Africa crecieron por encima del 8%, mientras que Europa solo el 5.23%, y Estados Unidos y la URSS aproximadamente el 3.5% mientras que Canadá solo el 0.5%.

### Consumo de Electricidad por País.

Los países industrializados tienen consumos de electricidad considerablemente mayores al de México y así Estados Unidos presenta 25 veces más, Japón 7 veces, Canadá y Alemania 4 veces y Francia 3 veces, Brasil representa el doble que México. Sin embargo, en lo que se refiere al crecimiento en el consumo de electricidad, México es el país que se presenta a la cabeza con 88% durante los últimos 10 años (80-89), seguido por Brasil, 89%, Colombia con 69% y Venezuela con 67%.

Considerando por bloques de países, Estados Unidos consume el 26% de la electricidad mundial, Europa el 24%, Asia el 21%, la URSS el 15% y Latinoamérica juntas.

### Consumo de Electricidad per cápita. (kiloWatts-hora per cápita) al año.

Los países que son grandes consumidores de electricidad per cápita: Suecia (17,023), Canadá (16,635) y Estados Unidos (12,100), aventajan con mucho a los otros industrializados como Francia, Japón y Reino Unido, por dos y hasta tres veces. Desde luego la

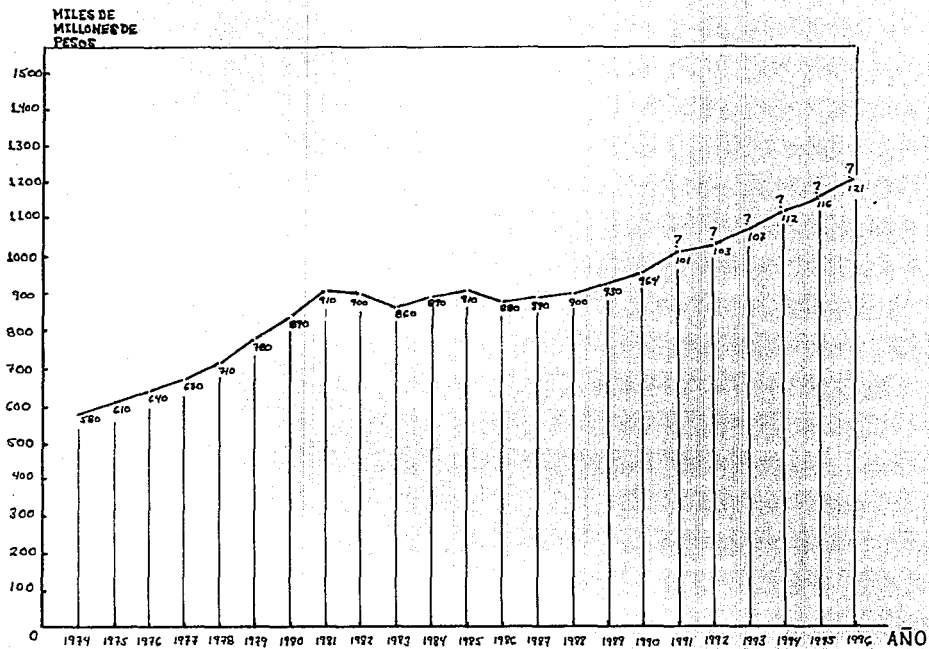
característica típica de los países en desarrollo es que se encuentran con un consumo per cápita a niveles muy bajos entre 9 y 12 veces menos que Estados Unidos, Canadá y Suecia.

Los últimos 10 años (80-89), los países con mayor crecimiento en consumo per cápita son Brasil y Suecia con el 49% y 45% respectivamente. En un segundo lugar México, Francia, Venezuela, Colombia y Ecuador entre el 40% y 35%. El resto de los países industrializados reflejan incrementos entre el 12 y 17%.

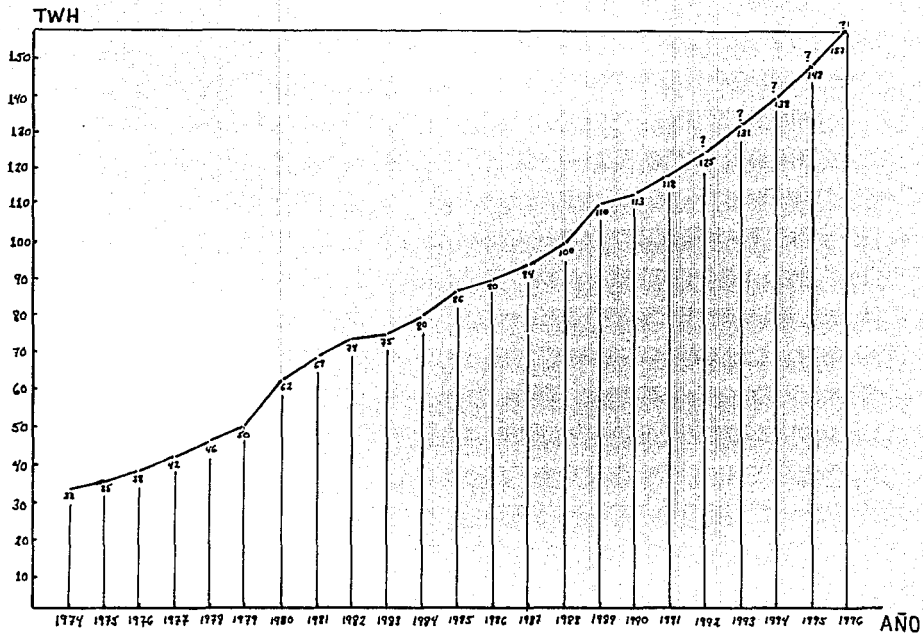
#### **Consumo de Electricidad per cápita Mundial.**

Destaca el crecimiento del consumo de electricidad per capita de los últimos 4 años (86-89) en los países Asiáticos, que alcanzaron el 18% muy por arriba del promedio mundial que fue del 8%. América Latina, Estados Unidos y Oceanía alcanzaron el 10%, el resto del mundo estuvo abajo del promedio del 8%.

# P.I.B. NACIONAL



# CONSUMO NACIONAL





# CAPACIDAD INSTALADA

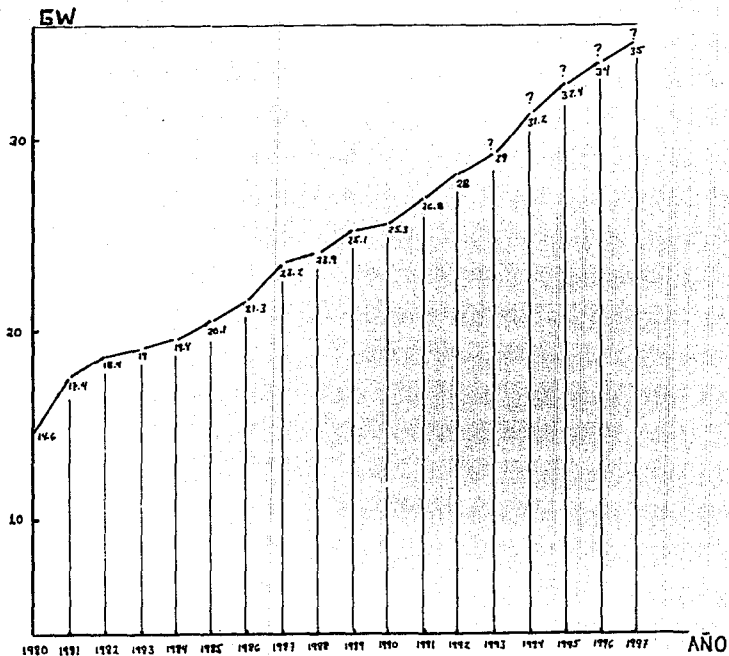
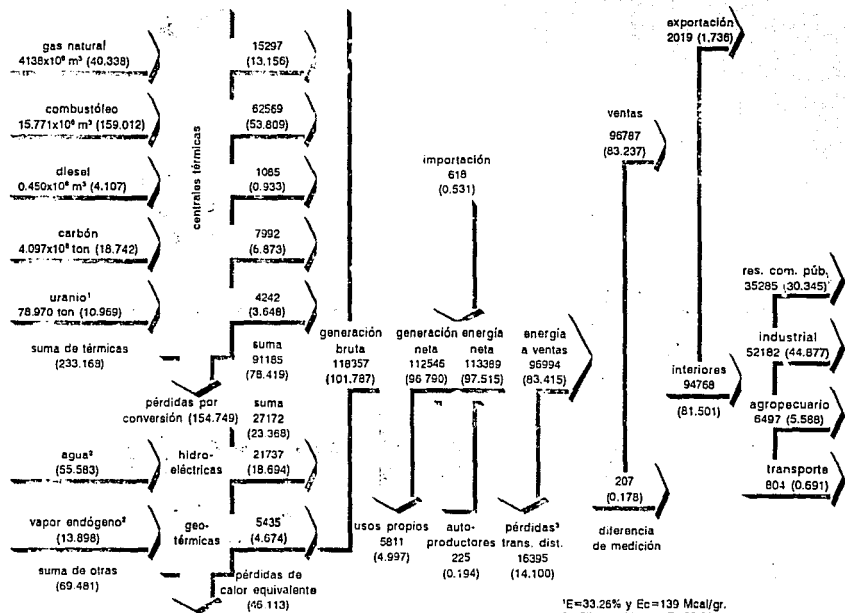


diagrama 5: balance de energía eléctrica, 1991 servicio público Gwh (petacalorías)



<sup>1</sup>E=33.26% y E<sub>c</sub>=139 Mcal/gr.

<sup>2</sup>2557.1 kcal/kwh y E=33.63%.

<sup>3</sup>Incluye: transmisión, subtransmisión y distribución.

cuadro 13.a: balance nacional de energía 1991 (petacalorías)

	energía primaria										energía secundaria								total de energía secundaria	total				
	carbón <sup>1</sup>	petróleo crudo	condensados <sup>2</sup>	gas no asociado	gas <sup>3</sup> asociado	núcleo-energía <sup>4</sup>	geo-energía <sup>5</sup>	hidro-energía <sup>6</sup>	bagazo de caña	leña <sup>6</sup>	total energía primaria <sup>7</sup>	coque	gas licuado y naftas <sup>7</sup>	gasolinas	kerosinas	diesel <sup>8</sup>	combustible <sup>9</sup>	productos no energéticos <sup>9</sup>			gas <sup>10</sup>	electricidad	total de energía secundaria	total
oferta	producción	32.410	1471.540	64.608	61.888	315.398	10.969	13.898	55.583	20.939	71.243	2118.906	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2118.906	2118.906
	importaciones	0.179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.179	0.574	8.040	35.405	—	—	27.266	0.565	16.028	0.531	88.409	88.588	
	variación de inventarios	1.815	1.135	-0.019	-0.064	0.737	—	—	—	—	—	3.604	-0.107	0.048	-2.064	-0.946	-0.240	-0.653	-0.843	-1.419	—	—	-6.224	-2.620
	oferta total	34.434	1473.075	64.589	61.824	316.135	10.969	13.898	55.583	20.939	71.243	2122.689	0.467	8.088	33.341	-0.946	-0.240	26.613	-0.278	14.609	0.531	82.185	2204.874	
	exportaciones no aprovechada <sup>11</sup>	-0.005	-756.423	—	—	—	—	—	—	—	—	-756.428	-0.199	-13.851	-7.376	-8.426	-10.629	-4.531	-0.305	-1.736	—	-47.053	-803.461	
maquila-intercambio neto	—	-0.055	-28.104	-0.229	-11.518	—	—	—	—	—	*40.074	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-40.074	
oferta interna bruta	34.429	716.597	36.485	61.595	304.617	10.969	13.898	55.583	20.771	71.243	1326.187	0.268	-5.763	25.965	-9.372	-10.869	22.072	-0.583	14.609	-1.205	35.132	1361.319	1361.319	
transformación	total transformación	-34.381	-705.900	-36.475	-49.366	-297.516	-10.969	-13.898	-55.583	—	—	-1204.088	14.972	93.887	241.837	36.234	143.479	83.314	54.501	215.380	101.787	985.391	-218.697	
	coquizadoras	-15.639	—	—	—	—	—	—	—	—	-15.639	14.054	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14.054	-1.585	
	refinerías y despuñadoras	—	-705.900	-1.566	—	—	—	—	—	—	—	-707.566	0.918	18.088	208.594	36.234	147.586	242.313	24.861	13.114	—	691.721	-15.845	
	plantas de gas y fraccionadoras	—	—	-34.809	-49.366	-297.516	—	—	—	—	—	-381.691	—	75.799	33.243	—	—	—	29.640	242.604	—	381.286	-0.405	
	centrales eléctricas	-18.742	—	—	—	—	-10.969	-13.898	-55.583	—	—	-99.192	—	—	—	-4.107	-159.012	—	-40.338	101.787	-101.670	-200.662		
consumo propio del sector <sup>12</sup>	—	-0.031	-0.010	-2.123	-6.935	—	—	—	—	—	-9.099	-0.786	-7.292	-23.348	-4.382	-17.286	-25.235	-2.195	-69.045	-5.175	-154.804	-163.903		
diferencia estadística <sup>13</sup>	-0.048	-4.287	—	—	—	—	—	—	—	—	-4.315	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.194	-4.121		
pérdidas (transp., dist. y almac.)	—	-6.399	—	—	-0.057	—	—	—	—	—	-6.456	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-14.100	-20.556		
consumo final	consumo final total	—	—	—	10.106	0.109	—	—	—	20.771	71.243	102.229	14.454	80.832	244.454	22.480	115.324	80.101	51.723	160.944	81.501	851.813	954.042	
	consumo final no energético	—	—	—	—	—	—	—	—	1.724	—	1.724	0.161	—	17.019	0.057	—	—	51.723	27.294	—	96.254	97.978	
	petroquímica PEMEX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.360	—	—	—	32.536	27.294	—	76.190	76.190	
	otras ramas económicas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.724	0.161	—	0.659	0.057	—	—	19.187	—	—	20.064	21.788	
	consumo final energético	—	—	—	10.106	0.109	—	—	—	—	19.047	71.243	100.505	14.293	80.832	227.435	22.423	115.324	80.101	133.650	81.501	755.559	856.064	
residencial, comercial y público	—	—	—	1.035	0.011	—	—	—	—	—	71.243	72.289	—	72.358	1.929	0.340	7.401	—	8.595	30.345	120.970	193.259		
transporte	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.041	227.435	18.746	85.685	4.411	—	0.691	342.012	342.012		
agropecuario	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.403	1.260	16.058	—	—	—	5.588	23.309	23.309		
industrial <sup>14</sup>	—	—	—	9.071	0.098	—	—	—	—	19.047	—	28.216	14.293	4.030	—	0.488	12.241	68.211	125.055	44.877	269.268	297.484		
petroquímica PEMEX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46.951	49.374		
otras ramas industriales	—	—	—	9.071	0.098	—	—	—	—	19.047	—	28.216	14.293	4.030	—	0.488	12.241	65.811	78.104	44.877	219.894	248.110		
producción bruta de energía secundaria												14.972	93.887	241.837	36.234	147.586	242.313	54.501	255.718	101.787	1188.848	1188.848		

1 se refiere al carbón siderúrgico y térmico lavado.  
2 se refiere a las condensados recuperados en gasoductos.  
3 gas natural de formación asociado después de descaer el empujamiento por compresión y transporte.  
4 gas natural de formación asociado después de descaer el empujamiento por compresión y transporte.  
5 considerado a 2585 844 kcal/ton.  
6 considerado a 2537 079 kcal/ton.  
7 no considera el carbón vegetal.  
8 se incluyen las importaciones de metilterbutiléter.  
9 en este rubro se incluye la producción y el consumo de gasóleo industrial.  
10 asfalto, lubricantes, grasas, parafinas, etano, propano-propieno, butano-butieno, azufre y materia para negro de humo.

10 incluye gas residual y gas seco de refinerías.  
11 detritus accesorios de petróleo crudo, gas natural y condensados enviados a la atmósfera y bagazo de caña no utilizado.  
12 incluye el consumo propio del sector energético y las pérdidas por la transportación, distribución y almacenamiento de productos petrolíferos.  
13 en el rubro de electricidad corresponde a las entregas de los a. z. productores privados.  
14 incluye combustibles para el autoabastecimiento de energía eléctrica.

## **CAPITULO 2**

## 2. NECESIDADES Y VENTAJAS DEL AHORRO DE ENERGÍA.

### 2.1 Razones para Ahorrar Energía.

Incrementar el suministro de electricidad para el desarrollo de México es cada vez más difícil, debido al acelerado ritmo del crecimiento de la demanda y a la problemática existente para contar con los recursos financieros, materiales e institucionales necesarios. Por otro lado, el creciente deterioro del medio ambiente asociado con la producción y consumo de electricidad, está convirtiéndose en un obstáculo más para la expansión de la capacidad de generación de energía eléctrica.

Una atractiva manera de asegurar el desarrollo del país, sin tener que recurrir a grandes inversiones de capital, es disminuir la cantidad de energía requerida para proveer los servicios de interés.

Esto se puede lograr con programas, que aprovechando al máximo las opciones tecnológicas, permiten incrementar la eficiencia en el uso de la energía.

El sector residencial es un importante componente del sector eléctrico nacional. Tan solo en 1990, usó el 21% del consumo nacional. Para dar servicio a este sector se requieren fuertes inversiones en la red de distribución, que son aproximadamente el 20% del total invertido, según información del Banco Mundial.

La demanda residencial es también la principal causante de la demanda pico, que se observa entre las 19 y las 23 horas, por lo que se hace imperioso disminuir el consumo de cada hogar. El consumo residencial se ve influenciado directamente por el nivel de ingresos del hogar y por aspectos geográficos y climáticos.

La energía representa un papel muy importante en el mundo moderno industrial; ya que gracias a ella, se aprovecha la fuerza con que se mueve dicho mundo. Por eso es vital saber administrarla y aprovecharla dándole el mejor uso.

Solo aquellos que hacen el mejor uso de la energía, pueden prosperar en un mundo tan cambiante, lleno de innovaciones y cada vez más competitivo. Ahorrar energía es una de las claves para abatir costos y estar dentro de la competencia a nivel de las industrias de todo el mundo, en una economía cada vez más difícil.

Aquellos que ignoran la existencia del ahorro de energía, están perdiendo cada minuto lugar en la competencia, y aún más, obran en perjuicio de la economía de su país, ya sea gastando o desperdiciando energía, como lo es el caso muy común de tener iluminación de día

innecesaria, o en áreas en las que no se requiera por un gran número de horas.

Por otro lado, un gran desperdicio de energía se presenta al utilizar inadecuadamente los equipos de aire acondicionado en oficinas, en el caso de la industria; en laboratorios y otras áreas de la empresa en donde es indispensable este servicio.

De igual manera el empleo de herramientas y maquinaria puede consumir energía en forma ineficiente, por falta de mantenimiento o por pasar a ser ya de tecnología obsoleta, o simplemente porque en la instalación eléctrica existen fugas, por las que la empresa paga y nadie aprovecha. Incurriendo así, en mayores costos, que pueden representar hasta un 30% del consumo, exponiendo la competitividad en la manufactura de los productos elaborados. Siendo que este capital podría emplearse para aumentar sus utilidades o ahorrarse para bajar los precios. Otra razón importante para ahorrar energía.

Es por esto que nace la necesidad del ahorro de energía en sus diferentes ramas y que son muy extensas. Hoy en día, salta a la vista la importancia de un ahorro y las ventajas que esto representa no pueden pasarse por alto.

En cierta forma, se ha sabido que mucha gente no está informada del tema o está mal informada, ya que simplemente ha escuchado que deben tomarse medidas para administrar la energía, pero realmente no sabe como hacerlo ni se imagina la importancia de hacerlo, por lo que existe un desinterés debido a la falta de información.

Uno de los principales obstáculos para la implantación de las medidas, es la ignorancia de la gente respecto al tema, por lo que resulta necesario modificar la conducta y hábitos de la misma, con los diferentes mecanismos que se tienen contemplados mediante cursos, conferencias, y demás publicidad con carteles por ejemplo, ubicados en zonas estratégicas y dirigidos al personal laboral, incluyendo a la dirección con fines de motivar y despertar un interés de colaborar con el simple hecho de modificar su conducta.

Este trabajo será reforzado subsecuentemente para que sea permanente y los hábitos perduren, pues no debe perderse el interés de seguir las acciones y lograr los objetivos planteados en el tiempo fijado.

Por ello, esta guía es una ayuda que contiene información acerca de qué acciones seguir y cómo hacerlo; así como para conocer las conductas equivocadas.

También se habla de los consumos y costos de la energía eléctrica; y cómo influye esto, en la facturación a pagar por su utilización, con fines de estimar la dimensión de los desperdicios de energía. Siendo este el primer paso para seguir con el estudio energético.

### 2.1.1 Panorama del consumo de energía eléctrica en México.

Es importante mencionar la complejidad que caracteriza tanto a la generación eléctrica como a su distribución. México dispone actualmente de una capacidad instalada de más de 25 millones de kiloWatts, con lo cual atiende a una demanda del orden de 100 mil millones de kiloWatts-hora por año, generada por 15 millones de usuarios.

Del total de energía producida, el sector industrial consume el 56%, el sector doméstico el 21%, los servicios públicos y comerciales el 16% y la agricultura el 7%. Dentro de este marco existe un gran potencial de ahorro, el cual permitirá hacer llegar energía eléctrica a más gente que la necesita sin incurrir en altísimas inversiones que implica la construcción de nuevas plantas.

### 2.1.2 Metas de Ahorro 1992.

La meta de ahorro de energía eléctrica para el período 1992-2000, asciende a 20,520 GWH. Esta meta es perfectamente alcanzable y producirá indudables beneficios en materia de conservación de recursos naturales y preservación de los ecosistemas.

Una de las principales barreras que enfrentan los programas de ahorro de energía eléctrica, son los recursos que se requieren para invertir en las medidas por aplicar. Un financiamiento bien aplicado, implica que los usuarios, no requerirán invertir sus recursos para lograr ahorros de energía.

### 2.1.3 La generación de Energía eléctrica mediante otras alternativas rentables.

#### Autogeneración y cogeneración.

Es necesario aprovechar las facilidades que la ley del servicio público de energía eléctrica ofrece a los particulares, ya que con esquemas de cogeneración se detectan ahorros potenciales del orden del 50% de energía primaria y en algunos casos es posible llegar hasta el 80%.

### 2.1.4 Beneficios esperados.

- Elevar la productividad y por tanto la competitividad de las empresas.
- Reducir el importe de sus consumos de energía eléctrica.
- Disminuir la contaminación ambiental.
- Aumentar la disponibilidad y calidad del servicio de energía eléctrica.
- Preservar o mejorar niveles de bienestar.
- Crear una cultura energética.

## 2.2 Energía y Ahorro de Energía.

La energía disponible en una región o país dado, debe ser propiedad del mismo, y por lo tanto, administrarse para el beneficio nacional de todos y cada uno de sus habitantes. En otras palabras, esto quiere decir que cada persona, física o moral, está obligada a hacer el mejor uso (el más económico para el país) de la Energía.

Esto lleva a afirmar que: no importa el precio, que de acuerdo a una tarifa alguien pague por la Energía, ya que por ser de todos no tiene derecho a derrocharla, aunque lo pudiera tener en el sentido legal.

De lo anterior, y dada la situación energética nacional y mundial, se crea la necesidad de desarrollar planes efectivos para el Ahorro de Energía a todos los niveles y en todos los sectores.

### 2.2.1 Antecedentes.

Durante el 50% de su vida, la humanidad no tuvo prácticamente ningún "control" de la energía, excepto de la propia humana; hace 500,000 años inició el uso práctico del fuego.

Hace unos 5000 años mejora su manejo de la energía mecánico-humana con el uso de rodillos y ruedas y aprovecha la energía eólica para navegación.

Entre el siglo V y VI A.C desarrolla, las "máquinas simples" (malacates, tornillo, palanca, polea, etc.).

En el siglo II A.C desarrolla en forma muy limitada el aprovechamiento energético hidráulico con el molino de agua.

En el siglo X aprovecha también en forma muy limitada la energía eólica en el molino de viento.

En el siglo XII inicia la aplicación termoquímica con la pólvora.

En la frontera entre los siglos XVII y XVIII inicia el manejo práctico del vapor, pero hasta la séptima década de este último siglo no desarrolla una máquina de vapor "comercial".

Casi un siglo después inicia la explotación del petróleo, pero sigue dependiendo casi totalmente de la combustión del carbón y materias naturales.

En la séptima década del siglo pasado se hace ya un dinamo práctico y se construyen las primeras Plantas Hidroeléctricas.

En el último cuarto del siglo pasado desarrolla aprovechamientos de la energía con máquinas tales como el motor de cuatro tiempos, la turbina de vapor de reacción, el transformador eléctrico, la turbina



de acción, el motor diesel, y encuentra ventajosas aplicaciones de la energía en las telecomunicaciones y transportes.

La fuente principal de energía primaria seguirá siendo la biomasa y el carbón y se empezaba a explotar el petróleo.

Ya para fines del primer tercio de este siglo, gran parte de la energía era utilizada en su manifestación eléctrica, generada principalmente por carbón .

Al inicio del tercer cuarto de este siglo, ya la generación eléctrica era mayormente por petróleo e hidráulica. En 1954 surge la primera Planta Nucleoeléctrica.

Sin considerar el muy limitado uso de la energía hidráulica (molino) y eólica (molino y navegación), se observa que el 99.98% de su vida, la especie humana ha dependido básicamente de la biomasa, el 0.019% del carbón y el 0.001% del petróleo.

### 2.2.2 Definición de Energía.

Energía es la capacidad de los cuerpos o sistemas de cuerpos para efectuar un trabajo (definición tecnológica).

La Energía es el producto dimensional de unidades FUERZA por LONGITUD (definición ingenieril).

Aunque científicamente la primera definición no sea muy clara, suena bien, pero suena lógico el que haya que pagar por ella, ya que se aplica la Energía para desarrollar un trabajo.

La única fuente base de Energía es y fué el Sol. De esta Energía que recibe la Tierra del Sol, sólo alrededor del 40% llega a la superficie del planeta, de la cual el 3% se transforma en vegetación (menos del 0.2% es marina), un 16% resulta en evaporación, un 11% es reflejada por la superficie y 10% es absorbida por la Tierra.

El carbón y el petróleo son productos obtenidos hace mucho tiempo por la acción de esas energías (incluyendo los movimientos como planetas, las de su superficie y las geológicas) sobre los productos terrestres.

### 2.2.3 Tipos de energía.

La energía solar crea fuentes explotables de Energía para ser usufructuadas por el Hombre. A estas fuentes se les pueden asociar "tipos " de energía, que son:

- Explotación a escala industrial en México
- Explotación mínima y experimental en México

La palabra "tipo" no tiene significado técnico, sino que se refiere al término común y llano con el que la población identifica a la energía.

#### **Energía secundaria.**

Para que la energía pueda ser aprovechable en la mayor parte de los tipos anotados tienen que llevar cierto "procesamiento", es decir, tienen que transformarse a formas más comerciales, es decir, que se pueda comprar y vender.

Aunque por definición, "energéticos" es lo relacionado a la energía, con este nombre se conoce a estas formas "vendibles" de la energía; las usuales en México son los Combustibles y la Electricidad.

#### **2.2.4 Fluidos Energéticos.**

Se tienen fluidos empleados para el uso de la Energía, que sin ser energéticos se manejan como tal.

##### **2.2.4.1 Gases Industriales.**

Existen otras sustancias usadas en la industria que tienen muy limitado uso, tales como los "gases industriales", de los cuales muchos no son en realidad energéticos, ya que al usarlos no se "libera" energía, aún así su íntima relación con la transmisión de la Energía, su control, contabilidad, política de uso, etc. son similares a los energéticos.

Dentro de los gases industriales energéticos, ya sean inertes, comburentes, criógeno, etc. están entre otros el oxígeno, acetileno, argón, freón, hidrógeno, helio, nitrógeno, CO<sub>2</sub>, etileno, óxido nitroso.

##### **2.2.4.2 Agua.**

El agua libre, cuando no está embalsada o que no tiene energía cinemática no se puede considerar como energético, sin embargo, al igual que los gases se le considera en este "conjunto" energético.

De hecho, en todos los sectores y niveles, la "cuenta" del agua ocupa normalmente del primer al cuarto lugar en las erogaciones por energéticos.

### 2.2.4.3 Aceites.

En forma similar, habrá que considerar entre los energéticos también los fluidos para potencia empleados en la industria, como elementos de transmisión, aislamiento, propulsión.

### 2.2.5 Mejoras para el ahorro de energía.

Cualquier Equipo, Operación ó Sistema es mejorable en su eficiencia, el quid o parámetro de estudio es la rentabilidad o relación costo beneficio de las acciones que se requieren para esa mejora.

Desde luego que hay un límite práctico (económico) y un límite teórico.

En la disciplina del Ahorro de Energía se pretende en primera instancia buscar ese límite práctico-económico. Para esto hay que ponderar o evaluar las medidas que se consideran principalmente en:

- Facilidad técnica y disponibilidad de tecnología para el caso.
- Tiempo de implantación.
- Recuperación, amortización, costeabilidad.
- Marco legal.
- Efectos secundarios (por ejemplo otras máquinas, otros procesos, seguridad y salvaguarda, etc.).
- Impacto ambiental.
- Aceptación.
- Confianza en resultados, cálculo de riesgos.

### 2.2.6 Uso racional de la energía.

Debiendo identificar que la eficiencia es el cociente de la energía saliente entre la energía entrante. El valor es adimensional y se expresa en porcentaje comúnmente, por lo tanto la eficiencia es siempre menor que la unidad.

La eficacia es la medida en que se obtienen resultados, independientemente de las eficiencias de las operaciones o de los procesamientos parciales, la eficacia es dimensional, es decir, que sus valores deben indicar qué es lo que se obtuvo.

La efectividad es la medida de la eficacia.

No existe una diferencia técnica de fondo entre Ahorro de Energía y el de Uso Racional de la Energía.

El Uso Racional de la Energía debe entenderse como la eficacia y/o efectividad, no eficiencia, con la que se usa la energía, es decir, al mejor aprovechamiento de la energía, para un objetivo determinado, como puede ser:

- Productividad. Actividades "productivas"
- Comodidad, seguridad, esparcimiento y otras "no productivas"

El Ahorro de Energía tiene la misma intención en principio del Uso Racional de Energía, pero se puede usar este término cuando, sobre un nivel dado de consumo de energía, un mejor uso de ella se traduce en una disminución de ese nivel base.

### 2.2.7 Aprovechamiento de la energía.

El manejo de la Energía según sea su grado de aprovechamiento, puede caer en tres grupos; EFICIENTE, INEFICIENTE, NO APROVECHADA.

Grupos :

EFICIENTE	INEFICIENTE	NO APROVECHAMIENTO
- Uso racional	- Uso irracional	- Uso inútil
- Ahorro de Energía	- Ahorro o sobreuso	- Desperdicio
	- Derroche	- Uso indebido
	- Uso exagerado	- Fuga
	- Subutilización	

El término Ahorro de Energía puede ser muchas cosas, e inclusive puede y debe aplicarse como tal, a situaciones en las que no hay ahorro real, sino que hay más gasto de Energía.

En resumen se debe considerar el Ahorro de Energía por lo menos con los siguientes enfoques:

- Ahorro técnico-científico (Joules)
- Cambio de fuente o forma de Energía que facilite su obtención al Cliente o sea más favorable al país.
- Ahorro en pagos o facturación.

### 2.2.8 Responsabilidades para el ahorro de energía.

El ahorro de Energía, en su concepción moderna, dejó de ser una actividad unidisciplinaria para convertirse en una responsabilidad de todos, al igual que en las disciplinas de la Calidad (Calidad Total) y el Mantenimiento (Mantenimiento Total). Es decir, es una Filosofía dentro de un ámbito; algunos ámbitos típicos pueden ser el doméstico, grupal, laboral, social, empresa, región, país.

## 2.3 Ventajas

### Iluminación

Uno de los desperdicios más comunes de energía se da en la iluminación de plantas industriales y oficinas de las empresas. Este tipo de desperdicio es afortunadamente, el más fácil de evitar

Existen varias maneras de ahorrar millones de pesos en energía eléctrica, algunas de ellas son:

- 1) Con el uso de lámparas y balastos ahorradores de energía.
- 2) Con el uso de reflectores ópticos.
- 3) Con el uso de controles de iluminación.
- 4) Seccionando circuitos.
- 5) Utilizando sensores de presencia.
- 6) Utilizando celdas fotovoltaicas.

En el mercado existen gran variedad de lámparas fluorescentes, que pueden sustituir directamente a los tradicionales focos incandescentes, debido a que emiten aproximadamente el mismo flujo luminoso, consumen aproximadamente 75% menos energía, duran 10 veces más y emiten una luz agradable.

Para los tradicionales sistemas de iluminación fluorescente actualmente existen tubos y balastos de las mismas dimensiones que son ahorradoras de energía:

FLUORESCENTE TRADICIONAL CON BALASTRO TRADICIONAL	VS	FLUORESCENTE AHORRADORA CON BALASTRO AHORRADOR
75 W	=	60
40 W	=	34
39 W	=	34

Cabe mencionar que los sistemas de 2 pines son más eficientes y duran más que los de uno, por lo que se sugiere sustituir los sistemas de 39 W (de un pin) por sistema de 34 W (de dos pines).

A manera de ver las ventajas que ofrecen estas lámparas, se puede citar la comparación de una lámpara ahorradora de 60 Watts contra una normal de 75 Watts., ambas proveen aproximadamente el mismo nivel de iluminación en las oficinas.

Suponiendo que éstas se encienden unas 3,600 horas al año. Si se están ahorrando 15 Watts por hora tomando las pérdidas de los balastos, el ahorro total será de 54,000 Watts hora por año (54 kWh).

Si la oficina tuviera 20 lámparas en uso, el ahorro llegaría a los 1,080 kWh al año, ahorro que justifica plenamente la pequeña inversión adicional de estas lámparas y balastos con los ahorros de energía.

Ahora bien, una lámpara incandescente de 60 Watts genera 800 lúmenes o 13 lúmenes por Watt, mientras que una lámpara fluorescente compacta de sólo 9 Watts genera también 600 lúmenes, ó 67 lúmenes por Watt.

Por lo que esta última lámpara con menos lúmenes, es más eficiente que la incandescente.

Para tener una idea de la eficiencia de los diferentes tipos de lámparas, con intención de saber cual es más conveniente usar en las áreas que se pueden presentar, se muestra la siguiente tabla:

Watts	Tipo de lámpara	Lúmenes X Watt
1,000	Incandescente	22
250	Vapor de mercurio	40.6
175	Aditivos metálicos	64
150	Sodio alta presión	80
90	Sodio baja presión	120

## 2.4 LA REALIDAD ES MAS BELLA QUE LA TEORIA !

### Un ejemplo sencillo de Ahorro de Energía en Alumbrado

Normalmente estamos acostumbrados a que cuando queremos pasar de la teoría a la realidad, las cosas salen bastante peor de lo que suponíamos o calculamos.

En el ahorro de Energía, es frecuente que los ahorros reales superen a los calculados; esto se debe a que en los cálculos, usualmente no consideramos un sin número de beneficios semidirectos o indirectos de la medida tomada.

El ejemplo que se muestra a continuación es sencillo y concreto; en este caso la Medida de Ahorro consiste en substituir un foco incandescente de 100 W por una lámpara compacta fluorescente (CF) de 18 W.

#### 1.- CALCULO TEORICO TRADICIONAL

##### 1.1 Datos comparativos.

	Incand.	CF
Consumo.	100 W	18 W(1)
Lúmenes aprox.	1560	1250
Rend. color.	100%	82%
Precio al público.	\$ 1350	27 000
Vida mediana.	1000 h(2)	10 000 h

##### 1.2 Ahorro directo.

- a)  $100 - 23 = 77$  W  
 b)  $77$  W X  $10$  h/día =  $770$  Wh/d  
 $770$  Wh/d X  $25$  d/m(3) =  $19.25$  kWh/m  
 c)  $19.25$  kWh/m X  $300$ (4) \$/kWh =  $5775$  \$/m

##### 1.3 Recuperación directa aparente (5)

$$(27\ 000 - 1\ 350) / 5\ 775 = 4.44 \text{ meses}$$

##### 1.4 Costo de la implantación de la medida.

- No hay costo extra de instalación
- No hay problema técnico ya que la reposición es falla del foco incandescente.
- La medida puede ser implantada en cualquier momento
- La recuperación se inicia de inmediato al reemplazo.

### 1.5 Desventajas del cambio.

- Disminución del 20% en iluminancia.
- Disminución del 18% en rendimiento de color.

- (1) 5W en balastra.
- (2) Un valor más real es 750 h.
- (3) Ponderado de días hábiles e inhábiles.
- (4) Ponderado, excluye al sector doméstico; es cercano al promedio de los edificios federales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- (5) La recuperación real es en mucho menor lapso.

### 2.- VENTAJAS ADICIONALES BENEFICIOS SEMIDIRECTOS (8)

#### 2.1 AHORRO POR DEMANDA (excepto en tarifas domésticas).

0.077 kW X 25 000 \$/kW(6) = \$ 1 925  
 Ahorro acumulado por consumo y demanda 5775 + 1925 = 7700 \$/m

#### 2.2 AHORRO POR AIRE ACONDICIONADO.

Se supone que se requiere aproximadamente igual potencia del sistema de A/C que la del foco, para compensar el calor que genera este último.  
 Ahorro por consumo y demanda al cambiar el foco, más otro tanto del aire acondicionado.  
 = 2 X 7 700 = \$ 15 400

#### 2.3 OTROS AHORROS SEMIDIRECTOS.

- Menos pérdidas por efecto Joule en cables  $(1/4)(1/4) = 1/16$ ; al hacer el cambio, las pérdidas térmicas en cables se reducen en 15/16.
- Como la nueva corriente es aproximadamente 1/4 de la original, se puede usar cables aproximadamente 6 calibres menores (número AWG). Hay ahorro en adquisición e instalación.
- Como los conductores son 6 calibres menores, se pueden disminuir las áreas de las canalizaciones proporcionalmente. Hay ahorro en adquisición e instalación.
- Al disminuir la corriente, disminuyen los costos de adquisición, instalación y operación de "todo" el equipamiento eléctrico (cables, ductos, aparatos, interruptores, etc., etc.).



Nota: Todos en los ahorros se duplican si se consideran los del aire acondicionado y se pueden estimar en por lo menos unos \$ 300/m X 2 = \$ 600/m.

#### 2.4 AHORROS POR MANTENIMIENTO.

Por el momento consideremos únicamente el cambio de focos.  
En un año se tienen aproximadamente  $(365 \times 10) / 1000 = 3.65$  cambios.

Un costo conservador es de = \$1200/cambio (7)

El ahorro es pues  $(1200 \times 3.65) / 12 = \$365/\text{mes}$ .

Este ahorro se disminuye en 10% por el cambio del CF, teniendo un ahorro neto de \$ 339/m.

(6) kW de DMM.

(7) En EEUU el costo estándar es de \$ 6 700 (2.08 USD).

#### 3.- VENTAJAS ADICIONALES AHORROS INDIRECTOS (8)

Probablemente el beneficio más importante es el derivado de la ganancia de continuidad, ya que por cada 10 interrupciones del proceso productivo (cualquiera que este sea) con el incandescente, sólo hay uno con la lámpara CF.

#### 4.-RESUMEN

##### 4.1 AHORRO TOTAL.

Hablando conservadoramente, se tiene un ahorro aproximado (incluyendo los indirectos).

$15\ 400 + 600 + 340 = 16\ 340$  \$/m

##### 4.2 RECUPERACION considerando el ahorro total.

A precios constantes la recuperación es en:

$(27\ 000 - 1\ 350) / 16\ 340 = 1.57$  meses

## 5.- ALGUNOS BENEFICIOS AL PAIS

### 5.1 INVERSION EN GENERACION.

Además de los ahorros anotados, se evita una inversión en Plantas Generadoras de por lo menos 1 500 USD/kW.

PARA 0.077 kW es \$ 370 000.

Si se considera un interés al capital del 1% mensual, hay también un "ahorro" al país de  $0.01 \times 370\ 000 = \$ 3\ 700/m$ .

Nota: Con esta nueva consideración, la recuperación sería de  $(27\ 000 - 1\ 350)/(16\ 340 + 3\ 700) = 1.28$  meses

### 5.2 CONTAMINACION.

Otro beneficio colateral muy importante es el hecho de que la "no generación" de la energía en Planta Termoeléctrica evite una gran emisión de contaminantes a la atmósfera.

## 6.- REFERENCIA

Una revista especializada de EEUU considera que un reemplazo como el expuesto, da los siguientes beneficios a lo largo de la vida de la lámpara CF.

- 40 USD (128 000 \$) por ahorro esa electricidad (0.07 USA/kWh) y mantenimiento.
- 100 USD por "no inversión" en la generación termoeléctrica.
- 500 kg gases contaminantes no emitidos.
- 40 kg de lluvia ácida y contaminantes pesados no emitidos.

(8) Los beneficios semidirectos e indirectos dan también ventajas de SEGURIDAD y en última instancia en la CALIDAD y PRODUCTIVIDAD.

## CAPITULO 3

### 3. AREAS Y SISTEMAS DE MAYOR POTENCIAL DE AHORRO EN EDIFICIOS.

#### 3.1 RECOMENDACIONES SENCILLAS PARA RECONOCER AREAS DE OPORTUNIDAD PARA AHORRAR ENERGIA

##### ALUMBRADO

##### 3.1.1 LOCAL: PASILLOS

TEORIA: Los pasillos en general, requieren de menos luz que las oficinas, ya que no se realizan tareas que requieran esfuerzo visual.

##### CONDICIONES USUALES QUE REPRESENTAN AREAS DE OPORTUNIDAD

- a) Hay más luz de la necesaria
- b) Las luminarias dan demasiada luz sobre las paredes y el techo.

##### RECOMENDACIONES PARA AHORRAR ENERGIA:

- a1) Disminuir el número de lámparas.
- a2) Disminuir la potencia de las lámparas.
- b1) Cambiar los luminarios por otros de haz más concentrado, con lámparas de menor potencia.
- b2) Poner en los luminarios, reflectores especulares y eliminar una de cada dos lámparas.

##### 3.1.2 LOCAL: AREAS VESTIBULARES

TEORIA: Estas áreas requieren de iluminación que guíe, y que acentúe lugares específicos; usualmente no se requiere de una alta iluminancia.

##### CONDICIONES USUALES QUE REPRESENTAN AREAS DE OPORTUNIDAD:

- a) Iluminación general con altos niveles .
- b) Uso de "spots" incandescentes, de haz concentrado

**RECOMENDACIONES PARA AHORRAR ENERGIA:**

- a) Disminuir el número o potencia de las lámparas del alumbrado general.
- b) Substituir los "spots" incandescentes por fluorescentes, aún mejor, por lámparas compactas fluorescentes.

**3.1.3 LOCAL: SALAS DE ESPERA.**

TEORIA: Estas salas deben tener ambiente acogedor y relajante, por lo que las iluminancias deben ser mas bien bajas, excepto en la parte contigua a la mesa con revistas.

**CONDICIONES USUALES QUE REPRESENTAN AREAS DE OPORTUNIDAD:**

- a) Alta iluminancia general
- b) Uso de lámparas incandescentes

**RECOMENDACIONES PARA AHORRAR ENERGIA:**

- a) Disminuir el número o potencia de las lámparas  
Para los sillones cercanos a la mesa de revistas, debe haber una atractiva lámpara de mesa, con foco de aspecto cromático "cálido"
- b) Cambiar todas las lámparas incandescentes por compactas fluorescentes.

**3.1.4 LOCAL: OFICINAS NORMALES TRADICIONALES**

TEORIA: Los trabajos de oficina requieren de un buen nivel de iluminación "sobre los escritorios y documentos de trabajo"; pero solo en los escritorios en donde hay personas laborando.

**CONDICIONES USUALES QUE REPRESENTAN AREAS DE OPORTUNIDAD:**

- a) Alta iluminancia general.
- b) Alta iluminancia en todos los escritorios, inclusive en los que no hay personal trabajando.

**RECOMENDACIONES PARA AHORRAR ENERGIA:**

- a) Disminuir el número o potencia del alumbrado general, pero conservando altos niveles sobre los escritorios

- b1) Poner más y más apagadores, que permitan encender áreas limitadas y no más de un cubículo
- b2) Usar iluminación "local", por medio de luminarios extra, sobre los escritorios y mesas de trabajo
- b3) Usar iluminación "localizada", por medio de lámparas de escritorio de diseño "al gusto del usuario". En todos los casos, el aspecto cromático debe ser al gusto del usuario, siendo preferible las tonalidades "blanco frío", por tener mayor eficacia luminica.

### 3.1.5 LOCAL: OFICINAS CON COMPUTADORAS

TEORIA: El trabajo en P.C., solo requiere de mínima iluminancia sobre" la pantalla.

CONDICIONES USUALES QUE REPRESENTAN LA OPORTUNIDAD:

- a) Se tienen altas iluminancias generales
- b) Se tiene alta iluminancia sobre la mesa de la P.C., como si se tratara de tareas convencionales de oficina
- c) Se tiene alto brillo, reflectancia y deslumbramiento en la pantalla, por haber luz dirigida hacia ella. En ocasiones se recurre hasta el poner "filtros" sobre ella

RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO:

- a) Revisar el alumbrado general, considerando que gran parte y/o tiempo de la tarea va a hacerse en computadora. Los criterios internacionales permiten reducir los niveles de iluminación cuando la tarea convencional de oficina se reduce.
- b) Se puede usar iluminación localizada sobre el documento en papel que se lee, y disminuir la iluminación local y general.
- c1) Cambiar la posición del luminario (si esto es posible), para que el haz luminoso no incida directamente sobre la pantalla.
- c2) Eliminar lámparas de los luminarios que dirigen luz a la pantalla.
- c3) Poner reflectores especulares para tener un haz más estrecho, pudiendo así eliminar algunas lámparas.

### 3.1.6 LOCAL: OFICINAS EJECUTIVAS

**TEORIA:** Estas oficinas deben tener alumbrado general de nivel medio, con alumbrado local en áreas de trabajo, y alumbrado de acentuación.

#### CONDICIONES USUALES QUE REPRESENTAN LA OPORTUNIDAD:

- a) Alumbrado general de alto nivel, ya que no existe el local
- b) Las luces de acentuación son incandescentes
- c) El alumbrado de la oficina se prende por la secretaria o el personal de limpieza mucho antes de que llegue el jefe, o permanece prendido en su ausencia
- d) Se corren (cierran) las cortinas o persianas ...y se prenden las luces, habiendo luz diurna natural
- e) Además de la oficina propiamente dicha, se tienen prendidas inútilmente algunas áreas aledañas vestibulares, baño privado, u otras cercanas

#### RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO:

- a1) Disminuir el número de lámparas o su potencia, o el de luminarios del alumbrado en general.
- a2) Reforzar la calidad del alumbrado local en los espacios que realmente sean de trabajo (escritorios, mesas de juntas)
- a3) Poner iluminación localizada, usando lámparas de escritorio o montadas sobre rieles altos.
- b1) Para la iluminación de acentuación, usar lámparas o "spots" compactos fluorescentes, o en su defecto, aunque menos recomendable, usar lámparas dicroicas de haz estrecho y baja potencia.
- c1) Educar, para que en las oficinas, donde o cuando no hay personal trabajando, no se prenda el alumbrado.
- d1) No correr las cortinas (oscurecer) cuando hay suficiente luz diurna. La luz solar no tiene sustituto y es necesaria para nuestro reloj biológico.
- e1) No prender más áreas o locales que aquellos en los que hay personas trabajando, en el resto, dejar solamente el alumbrado de vigilancia necesario para la circulación.

### 3.1.7 LOCAL: BAÑOS (en edificios de oficinas)

TEORIA : En los baños no se requiere de alta iluminación, excepto en los de damas, sobre el espejo del lavabo.  
CONDICIONES USUALES QUE REPRESENTAN LA OPORTUNIDAD:

- a) Hay exceso en el nivel de iluminación general
- b) Se usan "spots" o focos convencionales incandescentes
- c) Aún con una muy buena iluminación diurna (ya que usualmente los baños tienen ventanas al exterior), se tienen prendidos los focos todo el día.

RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO:

- a) Disminuir la iluminación general, verificando que haya la razonable en los espejos.
- b) Substituir las lámparas incandescentes por compactas fluorescentes.
- c) Usar fotoceldas sencillas (las hay compactas y económicas) que no permitan que se encienda el alumbrado, en tanto haya suficiente luz diurna. También es recomendable instalar un letrero en lugar visible señalando no encender las luces durante el día.

### 3.1.8 LOCAL: ESTACIONAMIENTOS CUBIERTOS

TEORIA: Los estacionamientos no requieren de altas iluminancias ni de lámparas con alto rendimiento de color.

CONDICIONES USUALES QUE REPRESENTAN LA OPORTUNIDAD:

- a) Los estacionamientos permanecen con el alumbrado prendido todo el día en todo el local.
- b) Se usan lámparas estándar de alto rendimiento de color (IRC).

RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO:

- a1) Apagar las áreas en donde no haya vehículos estacionados, dejando sólo las de vigilancia.
- a2) Usar fotoceldas simples que no permitan que las lámparas se enciendan cuando haya suficiente luz diurna en determinadas áreas.
- a3) Desconectar lámparas que quedan sobre "lugares muertos".
  - b) Usar lámparas de "alta eficacia-bajo IRC".



## CAPITULO 4

## 4. DESCRIPCION DE MEDIDAS

### 4.1 Contenido

Esta sección tiene como objetivo, el dar a conocer las medidas y recomendaciones pertinentes que deben seguirse, para lograr un buen ahorro en la energía eléctrica.

El personal de mantenimiento generalmente es el responsable directo de efectuar las tareas necesarias para mantener el ahorro de energía en las empresas, desde el comienzo del Diagnóstico hasta la aplicación del mismo, y posteriormente con el seguimiento y control permanente de las medidas para conservar, dentro de valores adecuados los costos por energéticos de la empresa. El departamento de mantenimiento deberá efectuar los ajustes y las mejoras necesarias, con la asesoría de un Consultor profesional.

Es muy importante tomar en cuenta que las acciones conducentes al Ahorro de Energía (AE) requieren de la participación "total" del personal de las empresas, principalmente el de mantenimiento que debe incorporar estas acciones a las tareas cotidianas en sus diferentes áreas. Esto podemos entenderlo como un ejemplo claro y concreto de Calidad Total y Productividad.

Tales medidas podrían ser detalladas en forma muy específica y profunda, sin embargo lo que se pretende es presentarlas en forma accesible, clara, concreta, y sobre todo manejables, permitiendo una rápida consulta para tener la información básica completa en el momento requerido por el personal, siendo así un auxilio en las acciones para el Ahorro de la Energía y teniendo un alcance para todos, es decir que habrá una parte dirigida al personal en general de la empresa, y otra para el personal de mantenimiento, inclusive para la dirección (cursos, carteles y otros medios informativos).

Así pues, se trata principalmente dentro de las medidas, de concientizar al personal, de la importancia que representa esto, y los ahorros reales que se logran con solo cambiar los hábitos y las costumbres que se han adquirido a través de la experiencia laboral.

Esta tarea se logra recomendando dentro de las medidas, la elaboración de carteles en los que se describan mensajes, incluso ilustrativos sobre las acciones a seguir y que son muy simples, pues dependerá de todas y cada una de las personas que se logren alcanzar eficientemente las metas propuestas de Ahorro de Energía, con solo concientizar modificando la conducta y hábitos.

También es importante mencionar la existencia de cursos especializados sobre el Ahorro de la Energía o proponerlos dentro de la misma empresa asegurando la asistencia a los mismos y dirigido por

una parte, como ya fue mencionado, al personal de mantenimiento para capacitarlo en cuestiones más específicas y técnicas de las medidas, y por otra parte al propio personal que labora en la empresa.

Los mensajes dirigidos al personal, deben ser colocados en áreas clave; como lo son: baños, elevadores, pasillos, oficinas, cuarto de máquinas, estacionamientos, cuartos de aseo, covachas, etc.

Las medidas y recomendaciones para el ahorro de la energía van desde las de mínima inversión, baja a media inversión, hasta alta inversión, dependiendo del tipo de Diagnóstico Energético que se vaya a aplicar, como se verá mas adelante.

La intensión de las medidas y los cambios propuestos, es evitar la variación del confort, nivel lumínico adecuado (pudiendo disminuir el nivel pero nunca las necesidades de luminosidad) o la calidad del ambiente laboral.

#### 4.2 Medidas de ahorro de mínima inversión.

Estas medidas son sencillas, y se caracterizan por ser de inmediata implantación. La inversión requerida está entre nula y baja.

Los cambios de lámparas, accesorios y medidas semejantes, pueden ser hechos en forma progresiva.

Para el sistema de alumbrado se tienen medidas importantes por uso de productos de alta eficiencia (se les conoce también como ahorradores de energía).

Como primera consideración podemos mencionar que los alumbrados a base de lámparas de arranque instantáneo "slim line", que son muy comunes en 38-39 Watts, forman un sistema muy ineficiente y deben ser reemplazadas a la larga por el sistema mas universal que es el de arranque rápido.

En tanto no se hace el reemplazo total, se procede a hacer lo siguiente:

Sustituir tubos de 39 Wsl de alta eficiencia.

Nota: Previamente al cambio, se debe verificar que las balastras electromagnéticas existentes sean compatibles, ya que algunas como por ejemplo las llamadas de "baja energía" no son compatibles.

El ahorro típico por el conjunto de dos lámparas con el balastro estándar es de 10 a 12 Watts.

Cuando el reemplazo anotado incluye el cambio del balastro por uno de alta eficiencia, el ahorro de la combinación es de unos 20 a 24 Watts.

Si el reemplazo anotado incluye el cambio del balastro estandar por uno electrónico, el ahorro es de unos 30 a 36 Watts.

Reemplazar las lámparas fluorescentes de arranque rápido estandar de 75 Watts por tubos de alta eficiencia de 60 Watts.

El ahorro típico por un par de lámparas y balastro estandar es de unos 30 Watts.

Reemplazar los focos incandescentes por lámparas compactas fluorescentes (CF) con balastras para portalámparas (socket) estandar.

Los focos de una potencia (wattaje) dada, se sustituyen por lámparas CF de "potencia nominal" cercana a 1/5 de la original.

Nota: Si se considera la potencia real demandada del conjunto lámpara más balastro de la CF, esta es aproximadamente 1/4 del foco que reemplaza. El ahorro típico es aproximadamente del 75%.

#### 4.2.1 Usos de la PC

Actualmente en los edificios de oficinas, el equipo de cómputo es probablemente la carga eléctrica con mayor crecimiento; en los países desarrollados hay oficinas de edificios que tienen más de una PC por oficinista. Sin embargo, son pocas las personas que han notado el derroche sustancial de electricidad que se presenta con su uso indebido.

#### A fin de tomar medidas al respecto:

Cuando las dependencias requieran de equipo de cómputo, se adquiera el tipo de equipo que pueda desconectarse (apagarse) cuando no haya sido utilizado durante un período de tiempo.

El usuario de computadoras apague su equipo cuando no vaya a emplearlo por un lapso mayor de 20 a 30 minutos.

#### Comentario

Anteriormente era muy común creer que las computadoras podrían dañarse si se apagaban repetidas veces en le día, además de desplegar mensajes incorrectos en la pantalla. Hoy, esto es solo un mito ya que los fabricantes de computadoras afirman que no hay ninguna base para creer en ello.

Un dato interesante (según el departamento de energía de Suecia) es que las computadoras utilizan entre 80 y 1750 kW al año dependiendo de su tipo y de cuánto tiempo están encendidas.

Las tecnologías de ésta década de los 90's hacen posible que las PC's no requieran más aire acondicionado de aquel que demanda el personal que las usa.

#### 4.3 Medidas de baja a media inversión.

Las propuestas hechas con fin de implantar medidas, requieren inversiones cuyo monto y relación beneficio-costos es muy variable ya que depende de múltiples factores.

En cualquier caso, se trata de medidas y deben atenderse. Estas propuestas son muy positivas y atractivas para el ahorro de energía, y la inversión no es elevada.

Como ejemplo de estas medidas se pueden mencionar:

Dividir circuitos de alumbrados fluorescentes en su parte terminal, a manera de tener apagadores suficientes y debidamente localizados para controlar los alumbrados locales.

Se recomienda que cada apagador:

- a) No controle áreas vestibulares y privadas o cubículos simultáneamente.
- b) No controle más de un cubículo.
- c) No controle un cubículo o privado y su área de archivo, covacha o recepción
- d) No controle más de cuatro o cinco luminarias.
- e) Controle hileras "paralelas" a las ventanas, no filas perpendiculares a las fachadas que reciben luz.

El ahorro de energía es considerable al poder manejar secciones mínimas de alumbrado; esto es, darle "flexibilidad" al sistema.

Además se tienen ahorros potenciales altos cuando se instalan fotoceldas que controlan las hileras de luminarias paralelas a las ventanas que reciben suficiente luz natural.

#### 4.4 Medidas administrativas.

Estas medidas son de carácter administrativo en general e involucran a departamentos tales como:

- Intendencia, Vigilancia, Seguridad, y Salvaguarda
- Personal, Administrativo.
- Recursos materiales
- Adquisiciones

#### 4.5 Ubicación de las medidas y su implantación.

Estas se agrupan bajo diferentes enfoques, entre ellos:

##### A. Plazo viable de implantación

- INMEDIATAS
- CORTO PLAZO
- MEDIANO PLAZO
- LARGO PLAZO

##### B. Facilidad de implantación

(Se refiere principalmente a los "cambios" que hay que hacer para su implantación, tanto físicos como técnicos y administrativos).

- MUY FACIL (no requiere cambios).
- FACIL (requiere cambios menores)
- MEDIA (requiere cambios medios, y hay inercia a vencer).
- DIFICIL (requiere de cambios sustanciales y hay oposición a ellos).
- MUY DIFICIL (requiere cambios muy serios de raíz, se tienen fuertes actitudes en contra y hay que aclarar con intereses creados).

##### C. Plazo de recuperación de la inversión (según lo "entienden" las empresas actuales del país).

- INMEDIATO (inversión cero o mínima)
- MUY CORTO PLAZO (6 a 12 meses)
- CORTO PLAZO (2 a 3 años)
- MEDIANO PLAZO (4 a 8 años)
- LARGO PLAZO (10 o más años)

##### D. Forma o campo técnico.- Administrativo involucrado.

- INTENDENCIA, ADMINISTRACION.
- GERENCIACION, GESTION, DIRECCION DE LA EMPRESA.
- MANTENIMIENTO.
- TECNOLOGIA (energética).
- ARQUITECTURA, CONSTRUCCION.
- PROCESO.

De acuerdo a lo anterior, las medidas que aquí se delinear, son:

- DE PLAZO INMEDIATO DE APLICACION.
- DE FACILIL IMPLANTACION.
- DE RECUPERACION DE INVERSION INMEDIATA.
- DE EL AREA DE INTENDENCIA ADMINISTRATIVA.

#### 4.6 Acciones de ahorro de energía en las que interviene la actitud positiva del personal de: I N T E N D E N C I A.

##### Objetivo:

Proponer acciones simples que puedan ser llevadas a cabo por el Departamento de Intendencia de un Edificio, que no requieren de aumento en el presupuesto corriente y que conducen al ahorro de energía.

El trabajo se presenta como un conjunto de acciones inmediatas aplicables a edificios convencionales, específicamente del tipo de oficina.

Este trabajo surge de la respuesta a la pregunta que se cuestionan los responsables de edificios de oficinas del sector público, sobre qué hacer en el departamento de intendencia para colaborar con el uso eficiente de energía. Al cuestionarse cuánta energía pueden ahorrar, se pensará inmediatamente en cuánto se quiere invertir, puesto que el ahorro está en función de la inversión. Así como es lógico, entre mayor sea la inversión, mayor será la amplitud y profundidad de los programas de ahorro de energía, y lo sofisticado de la tecnología por aplicar.

Cuando la inversión es nula, casi nula, o muy poca, se reduce el porcentaje de ahorro a un 10 o 25% (para edificios que no han estado sujetos a programas de ahorro de energía), porcentaje que ya es importante con solo tomar medidas de mínima inversión.

Las labores del Departamento de Intendencia usualmente abarcan las convencionales de operación, cuidado, vigilancia y seguridad de los inmuebles; las acciones sobre el uso racional de la energía, en la mayoría de los casos se limitan a apagar el alumbrado que obviamente es inútil a determinadas horas.

El incorporar a la estructura formal de este Departamento la función de "Uso Racional de Energía", representa una excelente oportunidad para el enriquecimiento del trabajo del personal de intendencia, además de ser una necesidad para la operación económica de los inmuebles y por extensión de la empresa.

A continuación se ofrecen sencillas recomendaciones de acciones que vienen al caso y cuya incorporación hace más rico el trabajo y no requiere de mayores inversiones de esfuerzo o tiempo.

Para que realmente tengan efecto estas acciones, deben ir precedidas por todo un amplio y serio programa de concientización, motivación y capacitación.

#### 4.6.1 Horarios.

Un ejemplo típico de un edificio de oficinas del Gobierno Federal, es el que tiene el siguiente horario:

H1. Personal en general.....9:00 - 15:00  
 H2. Personal profesional.....9:00 - 15:00.....17:00 - 19:00  
 H3. Personal ejecutivo.....9:00 - 15:00.....17:00 - 21:00  
 H4. Especial.....Variable

La mayoría del personal (50-80%) tiene el horario H1, el H2 lo tiene entre un (15-30%); el H3 un (10-20), al igual que el H4; para efectos de redacción se tomarán H1 como 60%, H2 como 20%, H3 como 10%, H4 como 10%.

#### 4.6.2 Funciones Formales de Acción Indirecta.

Es responsabilidad de intendencia la "revisión del diseño y operación de los circuitos eléctricos de Vigilancia". Haciéndolo en proyectos originales como en remodelaciones, y en forma continua. Es entonces necesario que las áreas de Intendencia, junto con Mantenimiento y/o construcción optimicen los circuitos.

#### 4.6.3 Rondines de vigilancia.

Para efectos de Ahorro de Energía, se sugieren los siguientes rondines de vigilancia, considerando que las rutas y horarios deben apegarse a las necesidades de cada empresa y estudiarse para encontrar la mejor condición del compromiso entre las diferentes funciones.

Dados los horarios H1 al H4 mencionados, se sugiere:

R1 6:30 a 7:00 h, R2 15:20 a 15:40 h, R3 19:30 a 20:00 h, R4 21:30 a 22:00 h, R5 24:00 a 02:00 h.

La intención de los rondines en sus diferentes horarios es:

R1

Cuidar que el personal de limpieza apague las luces de las áreas que vayan aseando.

R2, R3, R4

Cuidar que estén apagados los equipos y accesorios innecesarios. Cuidar que se limiten los servicios y áreas que no se requieren al bajar la intensidad de uso.

R5

Comprobar nuevamente el desconecte de equipos eléctricos. Apagar alumbrados de fachadas y decorativos.



Se proponen a continuación algunas medidas que deben tomar en consideración los Departamentos de Intendencia dentro de sus funciones normales permanentes, estas medidas son sencillas y concretas y resultan en altos beneficios en el uso de la energía. (nota: se marcan con el símbolo \* las importantes, con \*\* las muy importantes, \*\*\* las más importantes).

#### 4.6.3.1. Alumbrado interior

##### Acciones.

- \*\*Apagar alumbrados generales innecesarios.
- \*Apagar alumbrados locales (pasillos, oficinas, etc.) innecesarios.
- Tentar los apagadores de circuitos prendidos o apagados y reportar los que se sientan calientes.

##### Reportes y seguimiento.

- Reportar difusores sucios y/o "quemados" que tengan baja transmitancia.
- Reportar lámparas apagadas, parpadeantes o con emisión de luz anormal (baja, muy amarilla, etc.).

#### 4.6.3.2 Alumbrado exterior y estacionamientos.

##### Acciones.

- \*Apagar alumbrados generales innecesarios.
- \*Apagar alumbrados de los estacionamientos por secciones, cuando ya no hay usuarios.

##### Reportes y seguimiento

- Reportar nuevamente difusores en mal estado, lámparas apagadas, parpadeantes, o con emisiones de luz baja, amarilla, etc.
- Reportar cuando repetidamente un automóvil se encuentre estacionado aisladamente, impidiendo apagar una sección o sector del estacionamiento.

#### 4.6.3.3 Contactos.

##### Acciones.

- \* Apagar equipos de cómputo.
- Apagar copadoras.
- \*\*Desconectar electrodomésticos; incluyendo cafeteras, enfriadores/calentadores de agua.

- Apagar máquinas de escribir.
- Tocar los contactos, accesorios y canalizaciones eléctricas y reportar los que se sientan calientes; se incluyen chالupas, conductos tableros.

#### 4.6.3.4 Aire acondicionado (A/C).

##### Acciones.

- \*\*\*Desconectar el (A/C), de unos 15 a 20 minutos antes de la hora de la salida.
- \*\*Desconectar el (A/C), después de las 17:00 horas (en inmuebles de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México).
- \*\*Desconectar el A/C cuando haya temperaturas exteriores no mayores de 24 grados Centígrados (cuando los locales tengan ventanas).
- \*\*Desconectar el A/C en locales donde no estén personas laborando; aún en este caso, se debe preguntar si no les importa que se apague el aire.
- \*\*Cerrar ventanas y puertas en locales con A/C.

##### Reportes y seguimiento.

- Reportar fugas en ventanas, muros, puertas, etc.
- Reportar plafones faltantes.
- Reportar aperturas y rendijas de más de 0.5 cm. Esto incluye tanto las existentes desde el proyecto original, como las ocasionadas por modificaciones o deterioro.

#### 4.6.3.5. Sistema hidráulico y baños.

##### Acciones.

- Apagar todas las luces y cerrar uno de cada dos baños fuera del horario principal
- Apagar parcialmente los baños fuera del horario principal.
- \*Apagar el alumbrado en baños que tengan suficiente luz diurna.
- Accionar algunas palancas de muebles con fluxómetro y comprobar que la descarga no sea excesiva o que la palanca no tienda a quedarse pegada.

##### Reportes y seguimiento

- Reportar fugas de agua en inmuebles de baños.
- Reportar fugas de agua y goteo en tuberías y redes exteriores.
- Reportar tanques, tinacos, piletas, etc. que tiren agua.

#### 4.6.3.6 Motores

##### Acciones

- Tocar la carcasa de los motores, lo más cerca posible de la flecha y reportar aquellos que sientan muy calientes.

##### Reportes y seguimiento.

- Excesiva vibración y/o ruido.
  - \*Reportar los motores que estén trabajando en vacío
  - \*Reportar los motores que se trabajan continuamente o intermitentemente en las horas pico.
- Nota: El Departamento de Energía o Mantenimiento debe indicar muy claramente al de intendencia, cuál es el "horario pico".

#### 4.6.3.7 Elevadores.

##### Acciones.

- Desconectar algunos de los elevadores, fuera del horario principal.

Nota: Se requiere un estudio previo para determinar el horario y el número de elevadores que se han de sacar de servicio.

#### 4.6.3.8 Varios.

##### Reporte y seguimiento.

- Reportar todas aquellas condiciones que se consideren adversas al buen uso de la energía, por ejemplo:  
lámparas encendidas en donde hay luz diurna suficiente.
- Reportar a las personas que contravienen, las guías que se hayan publicado para ahorrar energía.

#### 4.7 Recomendaciones importantes a la alta dirección .

Las siguientes medidas expuestas deben ser objeto de estudio formal por parte de los Cuadros Directivos de las Dependencias Empresas o instituciones.

El ahorro de energía por acciones como las propuestas es usualmente mucho mayor que el promedio loggable con mejoras tecnológicas.

## Sistema de alumbrado.

### A1. Eliminar difusores cerrados en luminarios.

Esta acción puede afectar la "estética del local", aunque por experiencia se ha demostrado que esto no es tan evidente o importante como puede suponerse al principio.

Las ganancias de iluminancia van desde un 10% (cuando hay buen mantenimiento), hasta un 200% ó 500% cuando hay malo o pésimo mantenimiento.

### A2. Distribuir racionalmente los espacios de trabajo.

Esta acción requiere de estudiar la arquitectura del edificio y distribuir los puestos de trabajo de tal manera que se tenga el mejor aprovechamiento de la luz diurna. En general, se debe dar los lugares con mayor insolación a los puestos con horarios más largos con horario diurno.

### A3. Establecer horarios de trabajo preferentemente diurnos.

Esta acción requiere procurar hacer la mayor parte posible del trabajo en horarios matutinos y por la tarde.

Se propone evitar en lo posible el tener personal semiocioso en sus lugares de trabajo, cuando su presencia depende mayormente de condiciones aleatorias.

### A4. Hacer mejor uso de cortinas y persianas.

Esta acción requiere que los ejecutivos revisen sus costumbres y algunas tradiciones en cuanto al uso de cortinas opacas durante el día.

En las contadas ocasiones en que la estética del lugar lo requiera, se debe procurar tener cortinas claras, preferentemente traslúcidas.

### A5. Limitar el tamaño de oficinas y en especial el de antecámaras que resultan desproporcionadas a la posición y función de los Ejecutivos.

Para este efecto se sugiere que cada Dependencia edite una guía al respecto.

#### 4.8 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN EDIFICIOS.

##### 4.8.1 Iluminación.

Frecuentemente, los niveles de iluminación son elevados, tanto en áreas comunes como para áreas específicas. Conviene comprobar tales niveles mediante el uso de un luxómetro y compararlo con las tablas de la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación.

En caso de existir niveles de iluminación elevados, conviene retirar algunas lámparas o sustituirlas por otras de menor capacidad. Si el nivel de iluminación no es suficiente, se pueden utilizar reflectores de aluminio en lugar de los reflectores convencionales sin incrementar la carga eléctrica.

En caso de que los niveles de iluminación sean los adecuados, entonces lo recomendable es utilizar lámparas que proporcionan el mismo nivel, pero con una menor potencia. Lo más aconsejable será esperar a la terminación de la vida útil de la lámpara antes de hacer la sustitución. Para estos fines es fundamental llevar un control por área de las horas de utilización de las lámparas, que servirá para hacer el reemplazo en grupo. Estas lámparas se fabrican de 32,34,60, y 95 Watts, que sustituyen a lámparas de 39,40,75, y 110 Watts respectivamente.

##### Separación de circuitos.

Uno de los problemas más generalizados, consiste en la imposibilidad de apagar ciertas lámparas que no son necesarias en determinado momento, debido a que existe un interruptor que controla un número de lámparas que por razón de la división de las oficinas quedan en pasillos y salas de juntas, por ejemplo, originando que siempre permanezcan encendidas.

También impide apagar las lámparas en horarios en que solo un mínimo de personal está laborando, pese a que estén encendidas lámparas innecesarias. En estos casos se recomienda rediseñar la instalación eléctrica con circuitos independientes, o bien instalar en cada luminario un apagador de palanca o de perilla colgante. La medida anterior tendrá que ser apoyada por campañas de concientización, como a continuación se describe:

1. Elaboración e impresión de carteles alusivos con diferentes imágenes cuando menos cada tres meses.
2. Formación de un comité de ahorro de energía que se responsabilice de supervisar las medidas de ahorro y organizar pláticas al personal e inclusive otorgar incentivos.

3. Elaboración de un instructivo de medidas operativas que involucren a los empleados, al personal de vigilancia y de intendencia.

#### Luz diurna.

Es conveniente redistribuir los circuitos de alumbrado, de tal manera que las lámparas ubicadas cerca de las ventanas se puedan encender y apagar por medio de un interruptor sencillo (o mediante un control automático con fotocelda), a fin de aprovechar la luz solar.

#### Eliminación de focos incandescentes.

El foco incandescente es el de más bajo rendimiento, debido a que su operación está basada en el calentamiento de un filamento hasta el rojo blanco, con lo cual convierte el 95% de la energía eléctrica en calor y solo el 5% en luz. Adicionalmente hay áreas en los edificios que utilizan los llamados spots.

En todos los casos lo más aconsejable es sustituir todos los focos y spots con lámparas fluorescentes compactas, las cuales cuentan con entrada para socket. Estas lámparas compactas fluorescentes existen en 5,7,9,13,15 y 18 Watts.

En lugares donde el alumbrado se utiliza por intervalos de tiempos pequeños, no se recomienda utilizar lámparas fluorescentes con socket en lugar de incandescentes, pues el continuo encendido y apagado de las mismas, demeritan su vida.

#### Balastros ociosos

Es común encontrar lámparas quemadas o desconectadas intencionalmente, pero unidas al balastro. Esto se debe evitar, pues el balastro sigue consumiendo energía eléctrica, del orden del 20% o más de la potencia de la lámpara.

Por otra parte, si un balastro está conectado a dos lámparas y una de ellas fue desconectada, la lámpara en funcionamiento reducirá su vida útil.

#### Balastros de alta eficiencia.

Normalmente los balastros son construidos con circuitos magnéticos y su consumo es de aproximadamente el 25% de la potencia de la lámpara. Actualmente existen en el mercado, balastros ahorradores que consumen menos energía y permiten a la lámpara llegar a su vida nominal. Por otro lado, también están los balastros electrónicos que son los más eficientes. Cabe mencionar que los balastros ahorradores cuestan casi lo mismo que los tradicionales, no siendo el caso de los electrónicos cuyo costo es superior.

### Difusores en mal estado.

El difusor es la tapa del acrílico que se coloca debajo de las lámparas. Su función consiste en difundir la luz que sale en forma vertical hacia los extremos, disminuyendo la brillantez a costa de cierta reducción en el nivel de iluminación, sin que por ello se afecte el confort visual.

Se recomienda hacer una buena limpieza a los difusores, y si no mejoran, conviene sustituirlos por otros de mayor eficiencia; no debe aceptarse la compra de materiales similares al acrílico como poliestireno y otros; además de ser poco eficientes, su vida está limitada a un promedio de 12 a 15 meses en que pierden por completo su color transparente. También existen en el mercado difusores tipo rejilla con los que se obtienen buenos resultados.

### Luminarios obsoletos.

El luminario como es sabido, es la caja de lámina en donde se alojan las lámparas y el balastro. La parte superior está cubierta con una pintura reflejante, que es necesario revisar periódicamente para cerciorarse que no esté deteriorada.

Actualmente, ya se están fabricando reflectores de aluminio que se sobreponen al luminario, con lo cual se logra una mayor reflexión, que puede llegar hasta el 90%, por lo cual, dependiendo del estado en que se encuentre la pintura, se puede ganar entre 25% y 50% de nivel de iluminación, lo que permitirá retirar la mitad de las lámparas, ahorrándose el 50% de la energía eléctrica.

Si con esta medida perdiera nivel de iluminación, este se puede recuperar por otros medios, como por ejemplo sustituir lámparas por otras de mayor flujo luminoso y pintar paredes, techos y columnas de color claro. Estos reflectores también se usan para incrementar la iluminación cuando esta no es suficiente, evitándose la instalación de luminarios adicionales.

### En cuanto a luminarios

Todos los elementos mencionados, pasan por un estricto control de calidad en pruebas de laboratorio, ya que esto ayuda a ahorrar energía sin bajar los niveles de iluminación, o en su caso sin alterar el confort visual, incrementando las horas de vida de las lámparas y de los balastos. Como ya se mencionó, la pintura juega un papel muy importante en los luminarios, pues de ella depende que se refleje el mayor porcentaje de luz, logrando un mayor índice de rendimiento, evitando así, pérdidas serias por reflexión ya que la mitad de la luz debe reflejarse en el luminario. La pintura tiene ya actualmente un 92 o 94% de reflexión y se consigue fácilmente en el mercado.

El polvo, que es uno de los enemigos de los luminarios, puede adherirse a los extremos de contacto de las lámparas, pues el calentamiento en esa zona llega a quemar el polvo que se encuentra cercano a ella, quemándolo y convirtiéndolo en carbón, permitiéndole extenderse por todo el luminario. Por tal razón, la pintura debe ser resistente a los diferentes solventes como el thinner, etc., que son los indicados para la limpieza de este tipo de suciedad.

El rendimiento llega a bajar hasta alrededor de un 15% por el polvo impregnado. Esta pintura, por lo tanto, es especial, horneada y una vez que se utiliza ya no hay necesidad de volver a pintar a través del tiempo.

Existe también la pintura con secado al aire, pero no es recomendable, ya que a futuro se deteriora y por lo tanto es necesario raspar y volver a pintar, para esto sería más barato cambiar los reflectores, convirtiéndose así en una acción incoasteable.

Pues bien, es así como cada parte que compone un luminario y otros elementos afines al desarrollo de la energía tienen una razón muy importante de ser empleados y no deben ser sustituidos arbitrariamente, pues el ahorro de la inversión se perdería en gran parte.

Por la misma razón de ahorro, debe existir el estricto control de calidad, en el caso de la pintura, además de resistir a solventes, debe resistir al calor que emanan las lámparas. Posteriormente se analiza la calidad de reflejanza que tenga, etc.

En cuanto a los luminarios, se les hacen pruebas con sus controlentes, para verificar que no penetre el polvo. Estas pruebas se hacen con talco, que es muy fino, y de pasarse la prueba es prácticamente imposible que penetre el polvo.

Para los controlentes, primeramente como ya se mencionó, debe verificarse que sean de acrílico cristalino para permitir que refleje la mayor cantidad de luz. Este acrílico debe ser inyectado en moldes, puesto que de esta manera se garantiza que al inyectarlo, este tome exactamente la forma del molde y cumpla adecuadamente su función.

Cuando se fabrican los controlentes por otros métodos, existen defectos en la fabricación, puesto que no toman la forma prismática correcta del molde por tensiones internas y esto hace que no cumpla su función.

El acrílico tiene ventajas importantes, ya que no se deteriora y proporciona una transmisión constante de luz, tampoco se rompe cuando se quita. Por el contrario, si se llegara a usar controlentes de poliestireno, o algún tipo de plástico de colores por ejemplo, estos se quemarían, endurecerían y por consiguiente, se romperían al quitarlos.



Como ejemplo del beneficio de una buena pintura y su reflejancia, se puede mencionar el caso de una lámpara de blanco frío de 40 Watts de potencia para la cual corresponden 3150 lúmenes.

Con una pintura del 94% de reflexión se tendrían:

$$3150 + (3150 \times 0.96) = 6111 \text{ lúmenes}$$

Con una pintura del 76% de reflexión se tendrían:

$$3150 + (3150 \times 0.76) = 5544 \text{ lúmenes}$$

Esta es solo una variación, que se tiene tomando una sola medida, pero esta variación se incrementará atendiendo a todas las medidas que se deben tener en cuenta, como lo son; la limpieza de luminario y acrílico, limpieza de la pintura y si es necesario, reemplazo total del luminario.

#### Altura de montaje excesiva.

En muchos edificios las lámparas se encuentran tan elevadas, que si permanecieran apagadas no se afectaría el nivel de iluminación. Esto se debe a que solo son elementos decorativos. Si se desea aprovecharlas, se recomienda reducir la altura de montaje y rediseñar el sistema para colocar menor número de luminarios.

#### Alumbrado de seguridad

Las áreas que no necesitan nitidez de color, como estacionamientos, jardines, plazas, etc., pueden ser iluminadas con lámparas de vapor de sodio de alta o baja presión, que reduce el consumo de energía hasta un 65%.

#### Sistemas automáticos

Debe tenerse en cuenta que el personal de seguridad y/o mantenimiento no estará siempre en la disponibilidad de acatar las órdenes e instrucciones en el sentido de desconectar determinados circuitos a determinadas horas; se recomienda apagar desde el sencillo apagador de tiempo, en lugares de poco uso como pasillos, baños, etc., hasta equipos programables que conectan y desconectan circuitos según las necesidades de trabajo.

#### 4.8.2 Instalaciones eléctricas

##### Subestación.

En servicios suministrados en alta tensión, debe comprobarse que haya buen contacto en todas las partes de la subestación, ya que alguna conexión floja ocasionará calentamiento y en consecuencia pérdidas de energía eléctrica. Una gran ayuda puede ser un termovisor que registra puntos calientes.

##### Capacitores.

En servicios en alta tensión, suele presentarse también bajo factor de potencia, con la consecuente penalización, debido a la utilización de motores para bombeo y al consumo de energía reactiva por el transformador durante los sábados y domingos en que no se labora. Para estos casos se recomienda instalar capacitores.

##### Conductores.

Los conductores de energía deben ser del calibre adecuado a la carga por suministrar, ya que si son más delgados, (ya sea por ahorro de cobre o bien por haber aumentado carga), habrá un calentamiento excesivo con el consecuente desperdicio de energía. En estos casos es necesario hacer una revisión cuidadosa del sistema para corregir las deficiencias.

##### Sistema de tierras

Un buen sistema de tierras es fundamental para el buen funcionamiento del equipo de protección, lo que permite detectar fugas de energía eléctrica causadas por cierto tipo de fallas.

#### 4.8.3 Bombeo de agua.

##### Bombas.

Se recomienda revisar el dimensionamiento propio de la bomba en función de la altura, del gasto (litros por segundo) y del tiempo de operación. El objeto de esta medida, es verificar que la bomba que se tiene es del tamaño correcto, ya que frecuentemente se compran bombas de mayor tamaño cuando las anteriores se quemaron y esto provoca que exista baja eficiencia y pérdidas de energía.

El bombeo de agua debe hacerse de preferencia en las mañanas, por ser la hora de menor carga. Para el caso de sistemas hidroneumáticos, es recomendable revisar que la capacidad de las bombas sea la adecuada (además si es factible reducir esta, aunque disminuya la presión del agua, sin afectar el confort de los

usuarios). También se puede controlar el encendido de los motores de tal manera que no sea simultáneo.

#### Baños

Es un deber de todos, concientizar a los empleados para que no desperdicien el agua.

En las áreas comunes conviene mantener las puertas con chapa y proporcionar llave solo a los empleados para evitar que las personas ajenas utilicen los baños. Si se tienen secadores de mano eléctricos, se debe ajustar el tiempo de operación al mínimo posible (15 segundos).

#### 4.8.4 Administración de la demanda.

En los servicios suministrados en tarifa 3 y en alta tensión, además del cobro por energía eléctrica, (kWh), el Sector Eléctrico hace un cargo por cada kW de demanda. (La demanda es registrada por el medidor conforme a la potencia de todas las lámparas, motores, etc., funcionando simultáneamente durante un lapso de 15 minutos). Es conveniente saber, que cada kW es disminuido \$40,000 pesos de ahorro en un mes, si fuera aplicable la tarifa tres, y que en esta, como en las tarifas OM y HM el precio medio de la energía disminuye conforme aumenta el factor de carga.

Evitar el arranque y la operación simultánea de los motores y otros equipos eléctricos, sobre todo en los periodos de punta (de las 18 a las 22 hrs.) se traduce en ahorros significativos en la cuenta de electricidad.

A la utilización uniforme de energía eléctrica durante un día, un mes, o un año, se le denomina demanda media y se le determina en kW (es el cociente que resulta de dividir el consumo de energía en kWh entre el período dado en horas). La mayor de todas las demandas ocurridas en el mismo periodo es la demanda máxima. Al dividir la demanda media entre la demanda máxima se tiene un valor al que se llama factor de carga.

Como ejemplo se exponen los datos que arrojó la factura de un usuario en un mes: Consumo 100,000 kWh, Demanda 200 kW. En este caso la demanda media será 100,000 kW entre 720 horas, igual a 139 kW. El factor de carga será de 139 entre 200, igual a 0.695 o sea 69.5%.

Del ejemplo anterior se deduce que la diferencia entre 200 y 139 puede ser un pico debido a la operación de las instalaciones del usuario. Entre más grande sea el pico, menor será el factor de carga y mayor será el precio medio de la energía eléctrica, por lo que la presencia de picos es nociva para el usuario.

A la eliminación de picos se le llama administración de la demanda y se logra dejando de operar equipo a la hora del pico, para

ponerlo a funcionar a la hora del valle o de baja carga, o bien apagando el alumbrado innecesario a la hora del pico. Se se obtienen mejores resultados si se instala equipo en forma automática y programable controle las cargas.

#### 4.8.5 Elevadores.

##### Sincronización

Los fabricantes de los elevadores pueden adaptar en sistemas de dos o mas elevadores, un mecanismo de computadora que elimina la simultaneidad en su operación. Además, en las tardes se puede dejar sin operación algunos elevadores no afectando a los usuarios, con solo utilizar carteles de información.

Existen elevadores anticuados que ofrecen un gran potencial de ahorro, pues se le puede sustituir el grupo motor-generador (conjunto de dos máquinas que convierten la corriente alterna en corriente continua para alimentar el motor del elevador), por un variador de velocidad en estado sólido que consume menos energía.

##### Iluminación

También en los elevadores se debe comprobar el nivel de iluminación, tomando en cuenta que dentro de ellos no se realiza ninguna actividad.

Se recomienda utilizar dispositivos que automáticamente apagan las luces cuando los elevadores están inactivos.

##### Programación

Una buena medida consiste en programar los elevadores, de tal manera que no atiendan llamadas cuando se les requiera para bajar por ejemplo desde el cuarto, tercero, segundo, primer piso, así como para que solo suba del segundo piso en adelante. En caso de utilizar estas medidas conviene utilizar carteles, para enterar así al público.

#### 4.8.6 Edificios en zonas de climas extremos.

Además de las recomendaciones anteriores se sugiere tomar en cuenta lo siguiente:

##### Arboles

Reiteradamente, se ha demostrado que la sombra proporcionada por una serie de árboles reduce la transmisión de energía solar. Por lo

tanto, una buena inversión es sembrar árboles alrededor de los edificios y cuidarlos para que se mantengan frondosos.

### **Banquetas**

El concreto es importante conductor del calor por lo tanto es indispensable no permitir que el calor de las banquetas se introduzca al edificio. Esto se logra dejando un espacio entre la banqueta y la fachada que puede ser cubierto con algún material aislante, como poliestireno o poliuretano.

### **Sellado**

Frecuentemente el aire acondicionado, se escapa por grietas o hendiduras en puertas y ventanas por lo que se recomienda sellar las con cinta y sellapuerta, cinta y silicón respectivamente.

### **Ventanas**

En los edificios, las ventanas son el elemento más sensible al paso del calor. Por ejemplo un vidrio sencillo y común, transmite 80% del total de la energía solar. Por tanto es necesario cubrir los cristales con películas que controlan esta transmisión de calor. Las reducciones que se obtienen son importantes al grado que la transmisión llega a ser de solo un 10%. Es importante tener en cuenta que existen varios tipos de esta película con varios grados de transmisión de luz visible.

Para edificios nuevos, se recomienda instalar vidrios especiales que con diferentes denominaciones existen en el mercado y los cuales incluyen las películas anteriores para permitir el paso hacia el interior de las ondas de luz pero no así de las infrarrojas que son las que provocan el incremento de la temperatura.

### **Techos y paredes**

Se ha podido comprobar que una capa de 25mm de poliuretano aplicada en el techo reduce el excesivo consumo de energía en aire acondicionado, hasta en 29%, mientras que la misma capa colocada en las paredes oeste y sur del inmueble llega a ahorrar hasta 9%. Actualmente, los aislantes a base de fibra de vidrio son muy eficientes para este propósito.

### **Diseño bioclimático**

Para remodelaciones y sobre todo para nuevas construcciones, es recomendable hacer un diseño del edificio en donde se tome en cuenta la mejor orientación del mismo, la orientación de las ventanas, así

como las dimensiones apropiadas, con el propósito de abatir los consumos de aire acondicionado y electricidad.

### Aire acondicionado

#### Confort

Para entender cómo se comporta la temperatura en un local cerrado, debemos analizar las fuentes de cambios de temperatura. Estas son 5 diferentes :

- El calor transferido por conducción de la parte caliente a la parte fría a través de losas, paredes y pisos.
- El calor transferido por la energía solar
- El calor infiltrado a través de aberturas de puertas y ventanas
- El calor que emanan los equipos, las lámparas y los motores de las empresas
- El calor que se desprende de la gente

En verano la ganancia de calor se da de la suma de las 5 fuentes. En invierno la pérdida de calor se da, por la suma del calor transferido por conducción más el infiltrado de puertas y ventanas y la resta de los demás factores.

En la medida en que se controlen estos factores, se ahorrará energía destinada para el aire acondicionado.

#### Aislamiento

Si la losa y las paredes carecen de aislamiento térmico, se tendrá un alto factor de calor. Evitándolo radicalmente si se aplican materiales aislantes a techos y paredes

Existen en el mercado diversas clases de aislante a base de fibra de vidrio, poliestireno, poliuretano, que reducen el calor transferido por placas y paredes en forma considerable.

Al entrar menos calor del exterior en verano, y al escapar menos calor del interior en invierno, los equipos de aire acondicionado trabajan menos y tienen por consiguiente más larga vida.

La existencia de fugas por puertas y ventanas obliga a los compresores de los equipos a encender más a menudo, ocasionando un consumo innecesario de energía. Basta un poco de conciencia entre los empleados y trabajadores para evitar este desperdicio de dinero. Debe evitarse dejar puertas o ventanas abiertas innecesariamente. Además deben estar bien selladas ambas, herméticamente con silicón. Se pueden instalar sella puertas automáticas.

Todos los equipos de oficina generan calor, incluyendo a las lámparas incandescentes que generan más que las fluorescentes, y esto es inevitable, pero puede disminuirse la generación de calor, colocando los equipos donde este se disipe fácilmente hacia el exterior y no se encierre en el interior. Si se controlan estos elementos, impactará menos en el consumo de aire acondicionado.

En zonas de climas extremosos, la mayor cantidad de energía es consumida por los aparatos de aire acondicionado; de ahí la importancia de proporcionar un mantenimiento adecuado. Se sugiere lo siguiente:

- Instalar en lugar visible un termómetro con un impreso que contenga las indicaciones para regular la temperatura ideal que es de 23 grados Centígrados.
- Limpie regularmente los condensadores de los refrigerantes así como los filtros.
- Utilice aire acondicionado únicamente en las áreas de trabajo.
- Mantega apagados los equipos cuando el clima natural lo permita y en las horas que no se labore.
- Instale controles de tiempo (timers), para asegurar que no siga funcionando aún sin personal trabajando.

#### 4.9 ARTICULO

##### Edificios Comerciales Modernos en Climas Tropicales:

##### Como Ahorrar Energía

Investigación sobre conservación energética, técnicas de manejo de cargas, y cogeneración para edificios comerciales en Bangkok.

Como tantos otros países en el sudeste asiático, en Tailandia se ha incrementado la construcción de edificios comerciales con el consecuente aumento en el consumo eléctrico. Ya dan cuenta del 25 % del consumo eléctrico total de la ciudad, y se espera un crecimiento del 15% en la Demanda máxima de este país húmedo y caluroso.

La preocupación de un Ahorro de Energía saltaba a la vista para Ingenieros y proyectistas tailandeses, y aún teniendo ciertas medidas no se percataban del potencial para Ahorros Energéticos en ese clima tropical. Por lo que se hizo un análisis con fines de evaluar el potencial de Ahorro electroenergético en edificios comerciales tailandeses. Utilizando la técnica del simulacro computarizado se midieron los efectos de parámetros específicos, arquitectónicos y de climatización sobre el Consumo Energético, variándolos uno por uno, el así llamado enfoque paramétrico.

La principal base de comparación fué, el porcentaje anual de ahorros sobre cada prototipo y su desempeño energético, sabiendo que los ahorros en consumo durante horas pico y los costos de operación son comparables, en términos porcentuales a los ahorros energéticos.

#### Medidas arquitectónicas

Ciertas características arquitectónicas afectan directamente al consumo de energía. La orientación de un edificio afecta el volumen y el horario de aumentos en irradiación solar. El volumen de aire del exterior que se filtra dentro del edificio, determinado por la calidad de la construcción, influye sobre las cargas de climatización.

La masa termal, el aislamiento, el color de techo y paredes, todos juegan su rol, tal como lo hacen las ventanas (entiéndase la proporción del área ocupada por ventanas a la extensión total de las paredes), las propiedades térmicas del vidrio, propiamente dicho, de las ventanas, y el uso exterior de la sombra (tal como aleros y salientes). Estos factores tienen especial importancia en lugares como Bangkok, de intensa radiación solar.

La iluminación es particularmente importante, puesto que consume electricidad directamente produce calor de desecho que tiene que ser removido por la climatización. Una medida básica de iluminación es la densidad lumínica instalada, cifra que se expresa en vatios/m<sup>2</sup>.

La siguiente investigación sobre la conservación de la electricidad en el sector comercial, nivel de confort en oficinas, ahorros potenciales, impacto de estrategias de conservación sobre empresas electrogeneradoras, e implicaciones respecto a planes de acción, fue hecha por John F. Busch, que residió un año en Bangkok y Marika Tatsutanani (Investigadores de energética del Lawrence Berkeley Laboratory, California).

Los controles automáticos son dispositivos eficientes para reducir el tiempo durante el cual las luces permanecen encendidas. La luz del día, usada para realzar o substituir la luz eléctrica, puede proporcionar grandes ahorros. Su efectividad, sin embargo, depende en parte de la ingeniosidad del sistema de control lumínico. Con controles escalonados mientras más calibraciones haya, mayores serán los ahorros. Los controles más sensitivos son los de amortiguación continua pero consumen mas electricidad.

Finalmente, las características del propio vidrio, de las ventanas parcialmente determinan el impacto de la luz natural si el vidrio transmite demasiado calor, la electricidad que se ahorra en iluminación, se consume en climatización incrementada.

Todas estas características de diseño se analizaron respecto a sus efectos sobre el consumo energético a lo largo de una gama bastante amplia de valores. Claramente las estrategias de iluminación ofrecen dramáticas posibilidades de ahorro.



Cortando la densidad lumínica por la mitad, se puede reducir el consumo energético total en un 20 a 35% con luz natural se obtienen reducciones de 6 a 15%, con la cifra más baja correspondiente a los diseños que no logran controlar aumentos de calor por irradiación solar a través de las ventanas. El área total de las ventanas, las propiedades del sombreado de vidrio, y (en las oficinas) el uso de sombra exterior pueden respectivamente afectar el consumo eléctrico en un 5%. En hoteles, el aislamiento de secciones de paredes opacas ahorra casi un 4%, pero en otros edificios es insignificante.

### **Estrategias de climatización**

En climas calientes y húmedos el acondicionamiento del aire puede dar cuenta de hasta el 60% del consumo eléctrico de un edificio. La temperatura prescrita para cualquier zona, regulada por el termostato, es desde luego importante, pero también lo son otros factores:

Uno es la temperatura del aire que sale directamente del sistema de enfriamiento. Los climatizadores de volumen de aire variable (VAV) pueden ahorrar mas energía que los de volumen constante. También se ahorra energía reduciendo la cantidad de aire del exterior usado para refrescar el interior. Finalmente, la eficiencia del propio equipo de climatización ha de tenerse en cuenta. La eficiencia de los enfriadores, la presión estática, y eficiencia de los ventiladores, así como el tipo de control de la ventilación, el nivel al cual los ventiladores han sido sobredimensionados, y la eficiencia de las bombas son todos factores importantes.

Tal como con las medidas arquitectónicas, se evaluaron estos factores respecto a su impacto energético a lo largo de una gama de valores. Generalmente, el parámetro más importante es la temperatura preseleccionada en el termostato. Con solo cambiar este factor, dentro de límites aceptables a los oficinistas tailandeses, los ahorros pueden sobrepasar el 10%.

Esta medida huelga decir, no exige una inversión. Además el uso de un sistema VAV con ventiladores de velocidad variable puede ahorrar entre 8 y 10% en oficinas y hoteles; los enfriadores y abanicos eficientes tienen un potencial ahorrativo del 5 al 10%. La reducción del aire exterior introducido a 2.5 litros/seg. por persona ahorra mas del 10% de la energía total en hoteles, y en un 5% en tiendas y oficinas. En cambio, las altas presiones estáticas en el conducto del sistema de ventilación, los ventiladores sobredimensionados, los enfriadores ineficientes, y el uso excesivo del aire del exterior, pueden todos causar graves perjuicios energéticos.

En base a estos resultados, podemos hacer varias generalizaciones sobre diversas estrategias de conservación de energía en edificios de distintas clases:

El potencial de ahorros en almacenes y tiendas, está dominado por la configuración del sistema de climatización y la densidad

luminica. Puesto que casi toda el área del prototipo está servida por unidades individuales de climatización, pocas de las medidas aplicables a sistemas centrales (donde existen tecnologías alternativas) tendrían mucho impacto. La iluminación debería ser la preocupación preponderante pero la técnica de ventas de la tienda, el costo de luces más eficientes vs. los altos costos operacionales de luces ordinarias, y la calidad de luz producida, necesitarán equilibrarse con esmero.

El desempeño energético de los hoteles parece estar gobernado por su horario de 24 horas, especialmente por el hecho de que la climatización está en uso constante. Las medidas de eficiencia de acondicionamiento de aire, aplicadas a este prototipo, surtieron efectos relativamente grandes.

El desempeño en oficinas depende del balance de influencias internas y externas, especialmente iluminación y radiación solar transmitida. El prototipo aquí respondió igualmente a las medidas de conservación basadas en arquitectura/iluminación que a las basadas en medidas de climatización.

#### Manejo de la demanda

Las estrategias de manejo de la demanda se distinguen de las medidas de conservación en que por sí mismas no reducen el consumo eléctrico, sino que lo re canalizan, desviándolo de los periodos de carga máxima.

Se analizaron cuatro técnicas de administración de carga: almacenaje térmico, refrigeración no eléctrica, pre-enfriamiento, y ventilación nocturna. De éstas, solo las dos primeras mostraron un potencial significativo en la reducción de cargas máximas.

Almacenaje térmico. Esta técnica involucra el almacenamiento de fresca, a base de hielo o agua enfriada, durante horas de poco consumo (generalmente por la noche), que después se usa para reducir la carga de climatización (usualmente durante el día). En el estudio se examinaron los sistemas de agua enfriada.

Para el prototipo de oficinas, en el cual se evaluaron tres estrategias de control-almacenaje parcial, pleno, y variable según demanda, los ahorros en demanda fluctuaron del 18 al 37%, con plazo de reembolso de 4 a 10 años, según la estrategia de control.

Examinando el control por almacenaje parcial para los otros prototipos, los comercios mostraron ahorros potenciales de 18%; el ahorro para hoteles un 11% resultó más modesto, pero para este tipo de edificio, la tecnología tiene muy buen sentido económico, pudiendo instalarse sin ningún costo adicional.

Refrigeración no eléctrica. Los equipos de refrigeración pueden funcionar a base de diversos combustibles, incluyendo calor de desecho. En cada uno de los prototipos se ensayaron simulacros de dos tipos de enfriadores de gas natural. Ambos demostraron tener plazos

de reembolso de menos de tres años. Con esta técnica, los máximos beneficios se obtuvieron en las tiendas, los mas bajos en oficinas.

Otras técnicas. Mediante el enfriamiento de un edificio antes de que sea ocupado, es posible de vez en cuando reducir las cargas máximas y la capacidad de climatización requerida, aunque no sin alguna penalidad en el consumo absoluto de energía. Nuestra evaluación de esta estrategia mostró que una modesta reducción en demanda máxima sólo se conseguía los lunes o después de un día de fiesta, o sea después de un fin de semana de incrementos caloríficos. Aún así, el pre-enfriamiento no reduce los costos operacionales por debajo de las actuales tarifas tailandesas para grandes negocios.

La ventilación nocturna, bajo ciertas circunstancias, puede ayudar a reducir las cargas diurnas de enfriamiento. Sin embargo, las aplicaciones simuladas que realizamos en Tailandia no demostraron ahorros energéticos que justificaran el uso nocturno de ventiladores en edificios comerciales ocupados durante el día.

### Cogeneración

La cogeneración, que en años recientes ha recibido considerable atención, se basa en asociar la electrogeneración con algún otro proceso que exige calor, de este modo extrayendo más rendimiento del proceso global de conversión de energía. En algunos casos, las empresas de servicio público compran la electricidad extra que se produce. Hasta la fecha, esta técnica se ha usado mayormente en industrias que requieren gran cantidad de calor de proceso para calefacción de agua o para enfriadores de accionamiento térmico.

En la prueba de cogeneración, se usó el prototipo de oficinas, reencausando el calor de escape a un enfriador de absorción. En una serie de simulacros, fue variándose el tamaño del sistema, tanto con el fin de exceder como al de no satisfacer la demanda energética del edificio, y para operar bajo diferentes estrategias de control. Estas últimas fueron: 1) seguimiento de las demandas térmicas del edificio; 2) rendimiento máximo a pleno tiempo.

Además, se pensó que el gas natural podría adquirirse al mismo precio pagado por la empresa electrogeneradora pública, y que esta compraría la electricidad extra al precio que ella misma había fijado para sus clientes comerciales. El gas natural (en la región de estudio) todavía no era un producto comerciable, como tampoco existía ningún arreglo para la retroadquisición de electricidad.

La estrategia funcional de cogeneración más económicamente atractiva es la que produce un rendimiento máximo combinado con la recompra de la electricidad sobrante. El plazo de reembolso para cualquiera de estos sistemas, sea cual fuere su tamaño, es de dos años. Si no existe arreglo de recompra, la mejor estrategia es la de seguimiento de la carga eléctrica del edificio de oficinas. Bajo este último plan, si el sistema se ha dimensionado exactamente para satisfacer la demanda máxima del edificio, el plazo de reembolso es de cinco años.

Económicamente, la peor estrategia es un sistema de cogeneración operado justo para satisfacer las exigencias térmicas del enfriador de absorción, con plazos de reembolso de 6 hasta 20 años. Este desempeño inferior se debe al bajo precio del gas natural comparado con el de la electricidad, así como a la infrautilización del equipo en un ambiente de oficinas.

De hecho, bajo las dos primeras modalidades de operación, a medida que aumenta el tamaño del sistema, aumenta también el grado de infrautilización, con el colapso consecuente de su eficiencia en razón de costo. En algún otro tipo de edificio, con un equilibrio más cabal entre demandas eléctricas y térmicas (como pudiera tener un hotel, con cargas térmicas para agua caliente para huéspedes y lavandería, así como para el enfriador de absorción), el seguimiento de la carga térmica sería una opción más atractiva. Puramente desde el punto de vista de la eficiencia termodinámica, sin embargo, el seguimiento de la carga térmica llevaría la delantera entre las estrategias de operación, porque asegura que no se pierda ningún del calor generado.

#### Casos ilustrativos

Para obtener un cuadro verosímil de cómo diversas medidas de conservación funcionarían al mismo tiempo, se realizaron simulacros de dos conjuntos de mejoras para cada prototipo.

Norma para energía de edificios. Se proyectó mínima conformidad con las normas para nueva construcción comercial. Los ahorros energéticos fueron 23% (oficinas), 35% (hoteles), y 42% (tiendas).

La contribución principal a estos ahorros vino de las provisiones de la norma respecto a la iluminación. Para estos casos no se hicieron análisis económicos; pero estos, deberían ser al menos tan efectivos como los que se discuten a continuación.

Alta eficiencia. Los parámetros para los casos de alta eficiencia representan una combinación de las medidas de conservación que habían probado ser más efectivas, y que habían ahorrado más energía cuando se habían estudiado separadamente. Cualesquiera interacciones entre ellas aparecen como parte integral del desempeño, obteniéndose un resultado más realístico que el de la suma de los ahorros provenientes de cada medida individual.

Además de los ahorros energéticos, se evaluó el desempeño económico de los casos de alta eficiencia. Los costos de las medidas de conservación se obtuvieron de fuentes locales y estadounidenses.

El estudio postuló una tasa de descuento real de 7% y vida útil de 20 años. Puesto que ciertas mejoras permitieron que los equipos HVAC (Calefacción, Ventilación, Climatización) se subdimensionaran, se lograron ahorros adicionales.

Todos los casos de alta eficiencia usaron la misma configuración de aire acondicionado, con ventiladores, enfriador, y bombas de

máxima calidad, así como calibración de termostato bastante alta (pero no incómoda) y controles variables de volumen de aire. Las variaciones en parámetros arquitectónico fluctuaron según el tipo de edificio:

Para oficinas se programó reducción del área de las ventanas, aleros y salientes, poca absorción solar, y baja densidad lumínica.

Para hoteles también se utilizó más sombreado exterior, así como reducción considerable de densidad lumínica, área de ventanas, absorción solar, y conductividad térmica.

Las tiendas también representaron una fuerte reducción en potencia lumínica, así como aumento del sombreado de vidrios, y rebaja en absorción solar por el techo.

Estas mejoras ocasionaron ahorros energéticos impresionantes. Los prototipos de oficina y de tiendas ahorraron además un 45% sobre sus casos base; en el de hotel se ahorró la mitad. El desempeño económico fue igualmente impresionante.

Para todos los edificios el plazo de reembolso fue de menos de tres años, con el costo de la energía fluctuando de 0.0008 a 0.016/kW. La tasa interna de rédito fue de 44 a 66% sin subdimensionar el equipo HVAC; al hacerse esto como resultado de las mejoras (lo cual sería de esperarse), la tasa aumentó dramáticamente, a más de 100% en el caso de oficinas.

#### Un caso convincente

Las investigaciones realizadas hasta la fecha, y en particular el estudio resumido aquí, presentan un argumento elocuente a favor de los ahorros energéticos y los réditos económicos que pueden obtenerse en edificios comerciales a lo largo del sudeste asiático. Estos análisis, sugieren que aún cuando las normas recientemente propuestas para edificios, representan una notable mejoría, puede lograrse mucho más.

Un nivel de eficiencia al menos tan estricto como el que cuadra con los modelos de alta eficiencia es económicamente justificable. Tal nivel, por tanto, debe ser el objetivo a largo plazo de los gerentes a cargo de políticas energéticas en los países en desarrollo de la zona tropical.

#### 4.10 Motores eléctricos

##### Eficiencia de un motor

La operación eficiente de cualquier motor se traducirá en ahorro de energía y por consiguiente de dinero. El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que respecta a

su tipo por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. Los mayores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia.

Un motor eficiente es aquel que transforma prácticamente toda energía eléctrica que consume en la mayor cantidad de energía mecánica útil en el eje del motor. Esta eficiencia se expresa usualmente en porciento de la relación de la potencia mecánica entre la potencia eléctrica, esto es:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia Mecánica}}{\text{Potencia Eléctrica}} \times 100$$

Si las condiciones de operación un motor son incorrectas, o este tiene algún desperfecto, la magnitud de las pérdidas, pueden superar por mucho las de diseño, con la consecuente disminución de la eficiencia. Mantener motores con alta eficiencia reduce las pérdidas y los costos de operación

Las siguientes equivalencias son útiles para la conversión de unidades:

$$\begin{aligned} 0.746 \text{ kW} &= 1 \text{ HP} \\ 1 \text{ kW} &= 1.34 \text{ HP} \end{aligned}$$

Si un motor de 100 HP toma de la línea 87.76 kW:

Su potencia mecánica es  $100 \times 0.746 = 74.6 \text{ kW}$

$$\text{Su eficiencia es } \frac{74.6}{87.76} \times 100 = 85\%$$

Sus pérdidas son  $87.76 - 74.6 = 13.16 \text{ kW}$

Esto es, el motor convierte el 85% de su energía eléctrica en mecánica, perdiendo el 15% en el proceso de conversión. En términos prácticos, se gasta (y se paga) inútilmente 15 centavos por cada peso que se utiliza para hacer funcionar el motor. Es decir, eficiencias menores del 90% incurrir en un gasto inútil y un desperdicio de energía.

La potencia ahorrada (PA) se puede calcular aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{PA} = 0.746 \times \text{CP} \left( \frac{100}{E1} - \frac{100}{E2} \right) \text{ kW}$$

Donde:

0.746 = Factor de conversión de caballos de potencia a  
KiloWatts.

CP = Caballos de potencia.

E1 = Eficiencia del motor de rendimiento menor.

E2 = Eficiencia del motor de rendimiento mayor

Por ejemplo si el motor mencionado con una eficiencia del 85%, se sustituyera por el motor de 85% de eficiencia, tendría éste, una potencia ahorrada (PA) de:

$$PA = 0.746 \times 100 \left( \frac{100}{85} - \frac{100}{90} \right)$$

$$PA = 4.87 \text{ kW}$$

Suponiendo ahora que, ambos motores trabajan 12 horas diarias, 5 días de la semana y 50 semanas por año, que equivalen a 3000 horas al año. Entonces la energía ahorrada anualmente equivale a:

$$3000 \text{ horas} \times 4.87 = 14,610 \text{ kWh}$$

Cifra que multiplicada por el costo de la tarifa que corresponde al servicio contratado nos dará el ahorro monetario correspondiente a la utilización del motor de mayor eficiencia.

Los incrementos que han experimentado el costo de los energéticos a nivel mundial, han orientado a los fabricantes de motores a lograr principalmente motores de alta eficiencia, con rendimientos de hasta un 96% y cuyo costo adicional sobre los convencionales se puede pagar rápidamente con los ahorros que se tienen en el consumo. Vale la pena considerar su utilización

#### Prefiera motores trifásicos

Los motores trifásicos ofrecen grandes ventajas de ahorro de energía en relación con aquellos de una sola fase.

Existen varias razones para ello:

1. Los motores trifásicos no requieren de circuitos especiales de arranque, mientras que los monofásicos sí.
2. Los motores trifásicos están especialmente diseñados para operar con cargas bajas de potencia.
3. Tratándose de motores de similar potencia, los monofásicos son mucho más costosos que los trifásicos.

#### 4.10.1 Motores eléctricos y el factor de potencia.

Los motores de inducción por su simplicidad de construcción, su velocidad prácticamente constante, su robustez y su costo relativamente bajo, son los motores más utilizados en la industria. Sin embargo tienen el inconveniente de que aún en óptimas condiciones, consumen potencia reactiva (kVAR) por lo que son una de las causas principales del bajo factor de potencia

Como ya se dijo, el factor de potencia, es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil.

Se puede definir el factor de potencia como el porciento de la relación de la potencia activa (kW) y la potencia aparente o total (kVA). Es decir:

$$\text{Factor de Potencia} = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}} \times 100$$

Como ya es sabido, un bajo factor de potencia, significa energía desperdiciada y afecta a la adecuada utilización del sistema eléctrico. Por esta razón en las tarifas eléctricas, se ofrece una reducción en las facturas de electricidad en instalaciones con un factor de potencia del 90% y también se imponen cuotas a manera de multa si el factor de potencia es menor que la cifra señalada.

Un usuario que opera con un factor de potencia de 80%, valor que se encuentra con frecuencia en instalaciones industriales, tiene que pagar un recargo del 7.5% sobre el monto de su cuenta de electricidad, recargo que puede alcanzar la cantidad de 120%, en el caso extremo de tener un factor de potencia del 30%.

Ya que los motores inducción son una de las causas principales del bajo factor de potencia se pueden tomar las siguientes medidas con respecto a éstos para corregirlo:

- Selección justa del tipo, potencia y velocidad de los motores que se instalan.
- Empleo de motores trifásicos en lugar de monofásicos.
- Aumento de la carga de los motores a su potencia nominal.
- Evitar el trabajo prolongado en vacío de los motores.
- Reparación correcta y mantenimiento de alta calidad de los motores.
- Instalación de capacitores en los circuitos con mayor número de motores o en los motores de mayor capacidad.



### Control del factor de potencia.

Se pueden reducir los cargos por bajo factor de potencia y hasta obtener bonificación, con la instalación de capacitores eléctricos, que mejoran la relación entre el uso de la energía activa y reactiva.

Corregir el bajo factor de potencia en una instalación es un buen negocio, no solo porque se evitarán los cargos en la facturación que esto origina, sino porque los equipos los equipos operarán mas eficientemente, reduciendo los costos por consumo de energía.

Un banco de capacitores proporciona algunas ventajas adicionales:

1. Se logra una mejor regulación de voltaje, lo cual alarga la vida útil de todos los equipos.
2. Hay menor pérdida de energía por calentamiento (efecto Joule) en los conductores eléctricos de todas las instalaciones.
3. Si la empresa cuenta con transformador particular (caso de la tarifa OM y HM) se incrementa la capacidad que se pide a la subestación.

### 4.11 Fugas de energía.

Se puede determinar fácilmente cuánta energía y dinero se está perdiendo a causa de fugas de energía eléctrica. Para esto se realiza una prueba que consta de lo siguiente:

1. Desconectar todos los equipos que consuman energía eléctrica, inclusive el transformador del timbre, si lo tiene.
2. Revisar que no quede equipo o lámpara conectada o encendida.
3. Observar el disco del medidor de energía eléctrica. De existir alguna fuga, el disco del medidor seguirá girando. Si los discos están totalmente detenidos quiere decir que no hay fugas en las instalaciones.

De existir fugas, estas deberán reportarse, para que se revise toda la instalación eléctrica, buscando conductores mal aislados. Posteriormente se debe repetir la prueba.

Si las instalaciones son viejas, o tienen muchas reparaciones, o inclusive conductores expuestos a la intemperie, es muy probable que haya fugas.

### 4.12 Recomendaciones generales.

#### Pintura

Utilice siempre colores claros para techos, paredes, pisos y muebles con objeto de obtener superficies reflejantes mayores.

## Carteles

Apoyar toda acción con carteles que concienticen al personal y al público sobre la importancia de las medidas que se adopten.

## Medición

Cada edificio debe tener un responsable del uso de energía eléctrica sea persona o comité, de tal manera que vigile el presupuesto y detecte oportunamente tanto el consumo excesivo como los ahorros obtenidos. Obviamente debe llevarse un control de las mediciones, tanto de kWh como de kW.

También ésta persona o comité, debe ser responsable de asegurarse en su caso, de que los equipos de control automático estén funcionando con una programación adecuada.

## Indices

Se recomienda establecer índices comparativos de consumo para conocer los avances en el programa de ahorro de energía. Un índice puede ser el volumen de kWh consumidos, divididos entre el área construida en metros cuadrados o bien kWh consumidos, divididos entre el número de empleados.

También sería útil que el comité pudiera tener un estudio realizado en base a la observación de la ocupación del inmueble en las distintas horas de un día típico para poder determinar el horario de mayor demanda del inmueble y los desperdicios de energía fuera de ese horario.

## Agua para beber

Debe tenerse en cuenta que los enfriadores y calentadores de agua en donde normalmente se colocan los garrafones, consumen energía eléctrica aunque nadie los utilice; procure que estos queden desconectados a la terminación de las labores.

## Cafeteras

Debe considerarse que las cafeteras eléctricas, muchas veces continúan funcionando aún cuando ya se terminó el café por lo que podría nombrarse a un encargado por área de desconectar esas cafeteras en el caso anterior, y cuando sea el horario de salida.

## Ampliaciones y cambios

Se debe considerar que la instalación de equipos y aparatos eléctricos adicionales a los existentes, significa un incremento en

la carga eléctrica conectada y, en consecuencia, se requiere de la realización de un nuevo proyecto eléctrico que contemple cálculos de conductores de alimentación y protecciones para evitar problemas futuros.

#### 4.13 Mensajes directos que pueden ser usados en oficinas.

- AL SALIR A COMER, APAGA LAS LUCES.
- AL TERMINAR LAS LABORES DE LA TARDE, CUIDA QUE LAS LUCES QUEDEN APAGADAS.
- AL TOMAR LA ULTIMA TAZA DE CAFE, DESCONECTA LA CAFETERA.
- AL TERMINAR EL TURNO, APAGA LA COPIADORA
- NO DEJES PRENDIDA LA COMPUTADORA SI NO VAS A TECLEAR EN LOS PROXIMOS 10 MINUTOS.
- PIDE AL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO QUE DESCONECTE LAS LAMPARAS QUE CREAS INNECESARIAS.
- COLOCA TU ESCRITORIO PARA QUE RECIBAS LA MEJOR LUZ DIURNA, TU VISTA LO AGRADECERA.
- LA LUZ DIURNA ES MEJOR QUE CUALQUIER ARTIFICIAL, EN TANTO QUE HAYA SUFICIENTE, NO PRENDAS TUS LAMPARAS.
- PUEDES AYUDAR A TUS OJOS Y AHORRAR ENERGIA, DISMINUYE LA POTENCIA DE LAS LAMPARAS SOBRE LA PANTALLA DE TU PC Y DIRIGE EL HAZ DE LUZ AL DOCUMENTO DEL PAPEL, NO A LA PANTALLA.
- NO TE GUSTARIAN LAS PAREDES DE UN COLOR MAS CLARO?; ASI SE AHORRARIA ENERGIA.
- EL AIRE ACONDICIONADO ES INNECESARIO EN LA CIUDAD DE MEXICO, SU USO AFECTA TU SALUD.
- APAGA EL AIRE ACONDICIONADO EN LA "HORA PICO"; PREGUNTA A TU DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CUAL ES ESTA HORA.
- SI SUBES O BAJAS UNO O DOS PISOS, NO USES EL ELEVADOR, RECUERDA QUE NECESITAS EJERCICIO.
- NO ACCIONES LA PALANCA DEL EXCUSADO CUANDO NO SEA NECESARIO
- CUIDA EL USO DEL AGUA, NO LA DESPERDICIES.

## CAPITULO 5

## 5. POTENCIAL POR MEDIDA Y COSTEO

Esta parte trata del análisis comparativo entre la situación actual de un inmueble en materia Energética y las diferentes proposiciones para mejorar su situación, después de haber aplicado un Diagnóstico Energético, con el descubrimiento de los diferentes potenciales que contribuyen cada uno en su rama a incrementar el Ahorro de Energía.

El potencial de un inmueble es propio de cada uno de ellos de acuerdo con sus características; estructura arquitectónica y diseño, ubicación, limpieza y acabados, actividades que se desarrollan en el mismo, funciones y responsabilidades del personal, hábitos y costumbres, etc.

En muchas empresas, se ignora el gran potencial con que se cuenta, por lo que no es aprovechado, de ser reconocido este potencial, serían sorprendentes los resultados obtenidos donde se reflejaría el enorme desperdicio Energético existente día con día.

El desconocimiento por parte de los empresarios, de los grandes potenciales que se pueden desarrollar en su empresa, llegan a crear situaciones políticas que representan un obstáculo para llevar a cabo el proyecto en su pleno desarrollo y obligan en ocasiones a que se aplique solo una parte del mismo, por lo que es importante evitarlas.

Para evitar esto, es importante explicar la relevancia de las actividades y las metas por alcanzar y así dar a conocer el contenido y el porqué de las actividades. Esto se puede facilitar por medio de juntas y conferencias, en donde cada reunión realice su función de despertar interés y crear conciencia.

### 5.1 Desarrollo

Se parte del análisis de la situación actual del inmueble. Esta información es la base para fundamentar las medidas que deben aplicarse. Por ello es muy importante que este análisis se haga minuciosamente, es decir, que los aspectos de interés en cuestión Energética sean detectados y no se desaproveche ninguno.

Cuando se realiza el estudio de las condiciones actuales de un inmueble en materia energética, se tiene al alcance el panorama de las áreas que cuentan con mayor potencial aprovechable para un Ahorro de Energía, por lo que se puede proponer medidas aplicables a cada área.

Este panorama en general, permite detectar el uso indebido de la Energía y todas aquellas variantes, que al ser modificadas nos ofrecen un incremento en el Ahorro de la misma.

De la detección y el aprovechamiento de estos potenciales depende que el trabajo realizado sea eficiente. Algunos de los potenciales y oportunidades más comunes que se pueden presentar en un inmueble típico, son;

-Áreas (pasillos, covachas, baños, elevadores, estacionamientos, cuarto de máquinas, techos y paredes, ventanas, banquetas, etc),

-Funcionamiento de bombas y motores

-Aire acondicionado

-Iluminación (lámparas, balastos, difusores, luminarios, circuitos, apagadores, etc).

-Horarios laborales (del personal en general, Intendencia, Mantenimiento, Seguridad, personal con horario especial, y otros).

-Equipo de oficina en general

-Pláticas frecuentes sobre Ahorro de Energía.

## 5.2 Propuestas

Una vez hecho el análisis de la situación actual del inmueble, y detectado todos los factores que caen dentro de un posible Ahorro de Energía, se procede a realizar propuestas, en donde se encontrarán las medidas y recomendaciones adecuadas, dependiendo de la factibilidad de ser implantadas y de acuerdo con los alcances de las mismas así como sus limitaciones por diferentes factores. Estos factores son: presupuesto, beneficio-costos, plazos de pago, créditos y financiamiento, etc.

Es recomendable que las propuestas contengan la siguiente información:

### A) Area física que abarca

Especifica: qué parte o partes del inmueble se van a tratar, o bien si existe otra sección u otro inmueble que se vaya a incluir en el Diagnóstico.

### B) Condición actual

Especifica las condiciones en las que se encuentra el inmueble antes de practicar el Diagnóstico. Dentro de las condiciones

actuales, se debe especificar las cargas mayores que afectan presentando picos en la demanda máxima.

### C) Propuesta

Esta parte tiene como función, recomendar las acciones y medidas a seguir después del análisis de las condiciones actuales en el Diagnóstico, los aparatos de medición que deben emplearse y el control de los horarios y funciones de colaboración del personal.

### D) Beneficios

Aquí se muestra el resumen los cálculos que indican los Ahorros esperados. La Demanda y el Consumo los consumos y los gastos, donde se especifica el costo por unidad de tiempo.

### E) Inversión

Trata de la descripción de los elementos que se deben adquirir, así como los materiales, la mano de obra, costos parciales y totales etc.

### F) Recuperación

Consta del tiempo de retorno de la inversión y este puede ser: a largo plazo, a mediano plazo, dependiendo de la selección de la propuesta.

Por último, se debe presentar un cuadro resumido de todas las propuestas. Se selecciona una de ellas, la más adecuada para las condiciones y características del inmueble, que contenga:

- Condiciones actuales
- Ahorros (kWh, kW, N\$/m Inversiones y período de recuperación).
- Medidas y Recomendaciones.
- Areas en que se aplican.

Posteriormente se deberá señalar los compromisos y el resumen de cada actividad, indicando las recomendaciones del plan de trabajo y los Ahorros que se pueden lograr en facturación eléctrica.

Una vez, reconocido el consumo de la principal carga, debe dársele prioridad y poner especial interés en las medidas para este factor (generalmente es el de iluminación).

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Un cuadro representativo de las situaciones más comunes que se pueden presentar en un inmueble y sus propuestas es el siguiente:

AREA	CONDICION ACTUAL	PROPUESTA
Pasillos principales	Alumbrado a base de lámparas incandescentes	Sustitución por lámparas fluorescentes
Oficinas, pasillos, y salas en general	Difusores viejos, amarillentos y/o sucios	Limpieza al conjunto del luminario, o cambiar partes de él.
Oficinas, pasillos, y salas en general	Niveles de iluminación altos	Retirar lámparas innecesarias
Todo el edificio	Control de alumbrado a través de tableros	Instalar apagadores para seccionar circuitos
todo el edificio	Alumbrado a base de lámparas fluorescentes no ahorradoras de Energía	Sustituirlas por lámparas y balastras ahorradoras de Energía
Bombeo, Elevadores y A/C	Uso inadecuado en estos sistemas	Suprimir el funcionamiento de estos sistemas en horarios de mayor demanda



### 5.3 Propuestas que no deben faltar en un inmueble:

#### Ahorros potenciales

1. Campañas de concientización sobre el Ahorro de Energía dirigidas a todo el personal.
2. Colocar en lugares estratégicos mensajes estimulantes de administración de la Energía.
3. Realizar futuros Diagnósticos en los tiempos que se hayan fijado, para verificar a corto plazo si las medidas implantadas tuvieron los resultados esperados.
4. Poner mayor interés en el alumbrado ya que siempre es el más importante en cuanto a consumo y demanda, encendiéndolo y apagándolo lo más cercano posible al inicio y término de labores, salvo algunas excepciones.
5. Aprovechar la luz natural en la medida de lo posible.

#### OPCIONAL:

6. Instalación de fotoceldas, que controlen lámparas ubicadas cerca de las ventanas, dependiendo del nivel luminoso que proporcione la luz natural.
7. Instalar sensores de presencia.

## CAPITULO 6

## 6. INVERSIONES Y PERIODOS DE RECUPERACION

### METODOS PARA LA EVALUACION DE PROYECTOS.

#### 6.1 Método del Periodo de Recuperación.

##### Concepto.

Este método consiste simplemente en medir el tiempo que tarda un inversionista para recuperar, mediante los ingresos que produce el proyecto, la cantidad invertida inicialmente, sin considerar el valor del dinero en el tiempo. El criterio de aceptación del proyecto lo establece el inversionista definiendo el período máximo en que debe recuperarse la inversión.

Existen muchas objeciones para el uso de este método, entre las cuales destacan las siguientes: no considera cambios en el valor del dinero a través del tiempo; la decisión de si el proyecto es o no aceptable depende de un criterio subjetivo; es una medida de liquidez y no de rentabilidad, ya que el objetivo principal de un proyecto no debe ser recuperar el desembolso en el menor tiempo sino la rentabilidad que produce en su vida útil; no se consideran la magnitud ni la distribución en el tiempo de los ingresos o egresos posteriores al período de recuperación.

A pesar de estos inconvenientes, es una herramienta de análisis muy usada en proyectos de ahorro de energía; es especialmente útil para aquellas empresas medianas y pequeñas que carezcan de capacidad financiera suficiente para un proyecto que, aún siendo intrínsecamente muy rentable, tenga un período de reembolso excesivamente largo. También, es útil para valorar preliminarmente proyectos que no tengan un análisis muy detallado. Por último, este método no es válido para evaluar alternativas de inversión que no sean mutuamente excluyentes.

#### 6.2 Método del Valor Anual Equivalente.

##### Concepto.

Consiste en transformar a anualidades equivalentes uniformes todos los ingresos y gastos, incluyendo la inversión inicial, que ocurren durante la vida económica de un proyecto. Si esta anualidad es positiva significa que los beneficios son mayores que los costos y, en consecuencia, el proyecto analizado deberá ser aceptado.

En este y otros métodos que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo, cabe destacar que la tasa de descuento o actualización (i) apropiada debe determinarse externamente al proyecto, tomando como referencia el uso alternativo que se le puede dar al dinero y el riesgo de realizar la inversión. Es común utilizar indebidamente como tasa de descuento el costo de capital (costo promedio ponderado de las diversas fuentes a que se recurre para financiar el proyecto), en lugar de un valor mayor que tome en cuenta el costo de oportunidad para el inversionista y que denominaremos tasa de rendimiento mínima atractiva (TREMA).

### 6.2.1 Selección de alternativas mutuamente excluyentes.

Cuando se conocen los ingresos y gastos que generan todas las alternativas de inversión, se seleccionará aquella que tenga el mayor valor anual equivalente con signo positivo. Si todas las alternativas de inversión generan anualidades equivalentes negativas, no se debe realizar ningún proyecto.

En el análisis de proyectos de cogeneración todas las alternativas-incluyendo el caso base donde se compra toda la energía eléctrica a la red- tienen en común el abastecimiento total de los requerimientos de electricidad y calor de proceso de una empresa, con apoyo de la red eléctrica ó sin él, con excedentes de electricidad o sin ellos. Esto significa que en todos los casos se incurrirá en costos para brindar los servicios mencionados, indispensables para el desarrollo de las actividades de la industria, con un beneficio del proceso productivo que no puede estimarse pero que es igual en todas las alternativas. Como consecuencia, los flujos de efectivo de las alternativas a evaluar comprenden casi exclusivamente costos (excepto cuando se generen excedentes de energía eléctrica), por lo que deberá seleccionarse aquella opción que represente el mínimo costo anual equivalente.

Cuando las alternativas tienen diferente vida útil, el cálculo de las anualidades equivalentes permite comparar en forma clara y sencilla el impacto económico de cada una, sin necesidad de elaborar el flujo de efectivo para un período de análisis que sea el mínimo común múltiplo de ellas.

### 6.3 Método del Valor Presente.

#### Concepto.

Este método consiste en transformar a valor presente, vía una tasa de actualización, todos los componentes del flujo de fondos de un proyecto. Como normalmente la inversión total (S<sub>0</sub>) se realiza en el tiempo cero, el valor presente neto es la diferencia entre dicha inversión y el flujo futuro de fondos actualizado. Representa, en valor presente, la magnitud absoluta en que los ingresos equivalentes de un flujo de caja superan a, o son superados por, los egresos equivalentes de dicho flujo.

$$VPN = -S_0 + \Sigma [St/(1+i)^t]$$

donde  $S_t$  es el componente neto del flujo de efectivo en el año  $t$ , normalmente de signo positivo.

Cuando se mencionó anteriormente, la tasa de actualización utilizada debe ser superior al costo de capital, es decir, debe aplicarse la TREMA, a fin de satisfacer el costo de oportunidad que tendría el inversionista. Si el valor presente neto es positivo significa que los beneficios son mayores que los costos y, también, que el rendimiento que se espera obtener del proyecto de inversión es mayor que el rendimiento mínimo atractivo requerido por la empresa. En este caso, el proyecto debe emprenderse.

El valor presente neto tiene ciertas características que lo hacen adecuado como base de comparación: considera el valor del dinero en el tiempo de acuerdo al valor de " $i$ " escogido para los cálculos; sitúa el valor equivalente de cualquier flujo de efectivo en un punto particular en el tiempo ( $t=0$ ) y en un solo índice; cualquiera que sea la sucesión de ingresos y egresos del flujo de fondos, el valor presente neto será único para un valor dado de " $i$ ".

Para proyectos típicos, caracterizados porque demandan desembolsos en su etapa inicial y generan ingresos en lo sucesivo, el valor presente para diferentes valores de " $i$ " se comporta como aparece en la siguiente figura, aunque para otro tipo de flujos cabe la posibilidad de tener comportamientos diferentes.

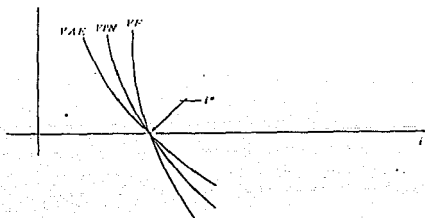


FIGURA Gráficas del valor presente, valor futuro y valor anual equivalente, en función de la tasa de interés.

En esta gráfica se puede observar que el valor presente neto de un proyecto decrece conforme se utilizan tasas de descuento cada vez mayores, y, por lo tanto, la probabilidad de aceptarlo es cada vez menor. Esto es debido a que con tasas altas una cantidad futura representa un monto pequeño en el presente.

### 6.3.1 Selección de proyectos mutuamente excluyentes.

Cuando se tienen varios proyectos alternativos para un mismo fin, se puede calcular el valor presente neto de cada uno de ellos y seleccionar aquel que tenga el valor presente máximo positivo, siempre que los ingresos y egresos de cada flujo de efectivo sea conocido. Como en la evaluación de proyectos de cogeneración solo los costos son conocidos (y los beneficios derivados de la venta de excedentes de electricidad, cuando fuera el caso), se seleccionará la estrategia que minimice el valor presente de los costos netos incurridos para proporcionar las energías eléctrica y térmica requeridas por la planta.

Existe otro enfoque mas para la evaluación de proyectos mutuamente excluyentes, denominado análisis incremental. Se basa en el principio de que el incremento de inversión que requiere una alternativa, respecto a otra de menor desembolso inicial, debe generar beneficios adicionales-en valor presente- de magnitud suficiente para justificar dicho aumento en la inversión .

Cuando se comparan dos alternativas bajo el enfoque incremental, el primer paso consiste en determinar el flujo de efectivo que represente la diferencia entre los dos flujos. Después, la selección de una alternativa en particular se basa en la evaluación de la deseabilidad económica del incremento adicional de inversión requerido por una alternativa sobre la otra. Se considera deseable tal incremento si produce un rendimiento superior a la tasa de rendimiento mínima atractiva. En otras palabras, se considera que el incremento es deseable, y que la alternativa que lo requiere es la mejor, si su valor presente es mayor que cero.

Si cuenta con más de dos alternativas mutuamente excluyentes, el procedimiento a seguir será el que se describe a continuación :

- a. Se enlistan las alternativas por orden ascendente de costos iniciales de inversión.
- b. Se selecciona como mejor alternativa inicial aquella que requiera la menor inversión.

La mejor alternativa inicial será siempre la situación actual o "no hacer nada", y constituye la base contra la cual se comparará la siguiente alternativa de menor costo.

Frecuentemente se comparan las alternativas de inversión sin tener en cuenta la posibilidad de excluir definitivamente el proyecto, lo cual puede llevar a la inversión de un recurso escaso, el dinero, en actividades improductivas, es decir, en actividades que generan un rendimiento inferior a la TREMA.

- c. Se compara la mejor alternativa con la siguiente de acuerdo a la jerarquía establecida en el primer paso. La comparación se realiza evaluando el valor presente del flujo de efectivo incremental, resultado de la diferencia entre los flujos individuales respectivos.

Si el valor presente-evaluado a la tasa de rendimiento mínima atractiva- es mayor que cero, la retardora se convierte entonces en la nueva mejor alternativa. Por el contrario, si el valor presente es negativo, la mejor alternativa sigue siendo la defensora y la retardora se excluye de toda consideración posterior.

d. Se repite el paso anterior hasta que todas las alternativas disponibles hayan sido analizadas. Con este procedimiento, la alternativa que produce el máximo valor presente del flujo incremental, y por lo tanto el máximo rendimiento respecto a TREMA, es la alternativa de mayor desembolso inicial cuyos incrementos de inversión se justifican plenamente. Es también la que generará el mayor valor presente de los flujos individuales de cada proyecto.

Cuando se evalúan alternativas de cogeneración, el análisis incremental es particularmente útil por la transparencia con que exhibe los costos y beneficios de tomar una opción de mayor inversión que otra. Como se comentó, todas las alternativas de cogeneración tiene flujos compuestos exclusivamente de costos (salvo el caso en que existan excedentes para vender a la red). Sin embargo, cuando se aplica este enfoque, el flujo de efectivo incremental entre dos alternativas muestra la inversión adicional necesaria para conseguir beneficios netos-en el abastecimiento de los servicios de energía-derivados de ahorros en la compra de electricidad a la red (y de ventas de excedentes, si fuera el caso) y de cierto incremento en el volumen de combustible requerido. Cabe recalcar que la "mejor" alternativa inicial, o caso base, deberá ser no cogenerar y su primera alternativa retardora será el sistema de menor inversión inicial.

#### 6.4 Método de la Tasa de Interna de Rendimiento.

##### Concepto.

La tasa interna de rendimiento (TIR) es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Se define como la tasa de interés  $i^*$  que reduce a cero el valor presente (también, el valor futuro y el valor anual equivalente) de una serie de ingresos y egresos.

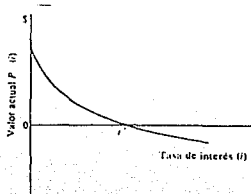


Fig. La tasa de rendimiento y su relación con el valor actual

En términos económicos, la TIR representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, en forma tal que al final de la vida del proyecto el saldo no recuperado sea igual a cero. El saldo no recuperado de la inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto es la fracción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese momento.

Cabe destacar que una de las equivocaciones más comunes que se cometen en la interpretación de la TIR consiste en tomarla como la tasa de interés que se gana sobre el desembolso inicial requerido por el proyecto en cuestión.

Si se tiene un solo proyecto para evaluar, la TIR se calcula de su flujo de efectivo en base al concepto de valor presente neto, valor futuro o anualidad equivalente, llegándose al mismo resultado con cualquiera de ellos. El procedimiento es a prueba y error si se hace manualmente o, de manera rápida, a través de una calculadora o paquete de cómputo tipo hoja de cálculo. La regla de decisión sería emprender el proyecto si  $i^*$  es mayor que TREMA y rechazarlo en caso contrario, como se muestra en la siguiente figura.

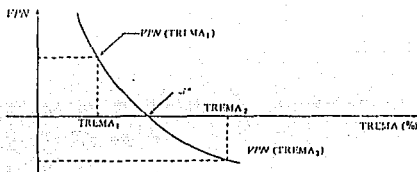


FIGURA Valor presente neto y su relación con el método de la TIR.

Por último, es evidente que la TIR no se puede calcular si se tiene para un proyecto de inversión con un flujo de efectivo formado en su totalidad por costos, o bien por ingresos.

#### 6.4.1 Selección de proyectos mutuamente excluyentes.

Cuando se desea seleccionar un solo proyecto entre varios posibles, el objetivo del inversionista es emprender aquel que maximice el volumen de utilidad, considerando el valor en el tiempo. Si se calculara la TIR para cada una de las alternativas y se optara por el proyecto que genera la más alta  $i^*$  se estaría adoptando el criterio de maximizar la eficiencia en la utilización del dinero, lo cual podría conducir a decisiones subóptimas. Por ejemplo, si una empresa establece una tasa de rendimiento mínima atractiva de 25%, preferiría un proyecto con una  $i^*$  de 60%.



Por lo tanto, en la selección de proyectos mutuamente excluyentes, el método de la TIR debe necesariamente aplicarse en forma incremental para ser consistente con los resultados del valor presente (véase la figura siguiente)

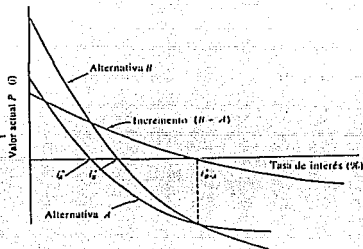


Fig. La función del valor actual de un incremento de inversión

Bajo este enfoque, cada incremento de inversión debe ser justificado, es decir, la alternativa de mayor desembolso inicial será la mejor siempre y cuando la tasa interna de rendimiento del incremento en la inversión sea mayor que TREMA. Solamente se puede comparar una alternativa de mayor desembolso inicial con otra de menor inversión si esta última ya ha sido justificada.

### Ejemplo

Con el propósito de ilustrar y aclarar la aplicación de esta metodología al caso en el cual solamente los costos son conocidos, enseguida se comparan los siguientes proyectos. Para este análisis se considera una TREMA de 15%.

	Propuesta A	Propuesta B
Inversión	\$10,000	\$15,000
Vida	5 años	5 años
Costos netos/año	4,000	2,600

Como se explicará más adelante, existen flujos de efectivo para los cuales no existe tasa interna de rendimiento. Las propuestas A y B pertenecen a esta categoría, ya que sus flujos de efectivo están formados de puros egresos.

Cuando se comparan proyectos donde solamente los gastos son conocidos, se está implícitamente suponiendo cualquiera de las siguientes situaciones: 1) Los proyectos generan los mismos ingresos, 2) con todos los proyectos se ahorra la misma cantidad de dinero.

Para comparar proyectos en las circunstancias descritas anteriormente, además de las suposiciones previas, es necesario estimar que el proyecto de menor inversión está justificado de antemano, es decir, cuando solamente los gastos de los proyectos son conocidos, la alternativa "no hacer nada" no puede ser considerada. Por consiguiente, el primer paso en la comparación de proyectos mutuamente exclusivos, sería justificar el incremento en la inversión del segundo proyecto de mayor inversión con respecto al de menor inversión. Si este incremento no se justifica, entonces se tratará de justificar el incremento en la inversión del tercer proyecto con respecto al primero, y así sucesivamente. En caso de que ningún incremento de inversión se justifique, el proyecto seleccionado sería el de menor inversión.

Para el caso particular que se está analizando, el proyecto B requiere de una inversión adicional de \$5,000, a cambio de la cual producirá un ahorro en los costos de \$1,400 por año. Para esta información, la tasa de rendimiento del incremento en la inversión se obtiene al resolver la siguiente ecuación:

$$-5,000 + 1,400(P/A, i^* B-A, 5) = 0$$

y puesto que la tasa de interés ( $i^* B-A$ ) que satisface la ecuación anterior es 12.37%, entonces el incremento en la inversión no se justifica, y el mejor proyecto es el A.

#### Ejemplo

Se desea seleccionar de entre los siguientes proyectos de inversión, el más adecuado, Suponga una TREMA de 15%.

Inversión	\$10,000	\$15,000
Vida	5 años	5 años
Ingresos neto/año	3,344	4,500

De acuerdo al procedimiento descrito anteriormente, es necesario primero justificar el proyecto de menor inversión. En este caso, la TIR del proyecto A es la tasa de interés que satisface la siguiente ecuación:

$$-10,000 + 3,344(P/A, i^* A, 5) = 0$$

la cual resulta ser de 20%. Como la TIR del proyecto A es mayor que TREMA, entonces, el proyecto de menor inversión ha sido justificado.

el procedimiento anterior es repetido hasta que el primer proyecto se justifique. Si ningún proyecto es justificado, entonces la mejor decisión sería "no hacer nada".

Una vez que el proyecto A ha sido justificado, el siguiente paso es justificar el incremento en la inversión que requiere el proyecto B. Para tal propósito, vamos a expresar al proyecto B en la forma siguiente:

B	A	(B-A)
\$15,000	\$10,000	\$5,000
	-	+
4,500/año	3,344/año	1,156/año

Del diagrama anterior, se puede observar que el proyecto B puede ser interpretado como la suma del proyecto A (el cual ya ha sido justificado), más una inversión de \$5,000, la cual genera \$1,156 cada año durante 5 años. Lo anterior significa, que el proyecto B debe ser aceptado en lugar del A, si la TIR del incremento en la inversión que requiere, es mayor que TREMA. Esto es obvio, puesto que sería ilógico incrementar la inversión si esta no produce un rendimiento igual a TREMA

Por consiguiente, la TIR del incremento en la inversión que requiere el proyecto B, es la tasa de interés  $i^*_{B-A}$  que satisface la ecuación:

$$-5,000 + 1,156(P/A, i^*_{B-A}, 5) = 0$$

la cual resulta ser de 5%. Puesto que este rendimiento es menor que TREMA, entonces el incremento en la inversión no se justifica y el mejor proyecto es el A.

En los proyectos de cogeneración, como ya se ha mencionado repetidas veces, tienen flujos formados de costos netos. En consecuencia, el análisis incremental es la única manera de calcular la TIR. La alternativa inicial es comprar a la red el total de la energía eléctrica y no cogenerar; esta opción está de antemano justificada por la obvia razón de que necesariamente debe de suministrarse electricidad a la empresa. Los incrementos en las inversiones deberán justificarse por los ahorros en la prestación de los servicios requeridos por la planta, con una  $i^*$  mayor que TREMA.

### 6.5 Proyectos con múltiples tasas internas de rendimiento.

La mayoría de los proyectos de inversión consisten de un desembolso inicial, o una serie de desembolsos iniciales, seguido por una serie de ingresos positivos (proyectos simples). En estos casos existe una sola tasa interna de rendimiento, por lo que toma de decisiones es como ya se ha mencionado. También se presenta el caso

Sin embargo existen propuestas de inversión que tienen múltiples tasas de rendimiento, en los cuales se aplicarán otros criterios de decisión que caen fuera de este estudio. Solo cabe mencionar que estas situaciones se pueden presentar cuando el flujo de efectivo neto tiene varios cambios de signos, y no solo uno como en el caso de proyectos simples.

## 6.6 Método del Costo Nivelado.

### Concepto.

Es una variante del método de la anualidad equivalente para el caso en que se conozcan solo los costos del proyecto. Con el método del costo nivelado se pretende obtener un costo equivalente de la unidad de producción del proyecto (\$/kWh, \$/tonelada de cemento, etc.). Para determinarlo, es necesario conocer el programa de producción (en unidades físicas) del bien o servicio que tendría el proyecto. El costo unitario del producto se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$VPC = \sum (Cn) (Pt) (1+i)^{-t}$$

en donde

VPC= Valor presente de los costos del proyecto  
 Pt= nivel de producción del proyecto en el período t  
 Cn= costo nivelado por unidad de producción

Como Cn es la base de evaluación, se le considera constante a lo largo de la vida del proyecto. Por tanto, el costo nivelado se expresa como

$$Cn = VPC / [\sum (Pt) (1+i)^{-t}] = (VPC/VPP)$$

donde VPP es el "valor presente de la producción física".

### 6.6.1 Selección de proyectos mutuamente excluyentes.

Los métodos del costo nivelado y de la anualidad equivalente conducen al mismo resultado cuando se aplican a la selección de proyectos mutuamente excluyentes. La ventaja del primero radica en que la toma de decisiones se hace comparando los costos unitarios de producción (\$/kWh, por ejemplo) y no el costo anualizado de producción (\$/año).

Para nuestros propósitos, los costos nivelados para el vapor y la electricidad cogenerados son importantes de calcular debido a que posibilitan la comparación directa del costo unitario de producir cada uno de estos servicios por un sistema de cogeneración, frente a los costos unitarios de generar vapor y comprar electricidad a través de fuentes convencionales. Para distribuir los costos totales de

cogenerados contra los costos de fuentes convencionales, se calculan también los costos nivelados de la producción independiente de vapor y de las compras de electricidad.

### 6.7 Método del Costo de la Energía Ahorrada.

#### Concepto.

Cuando se evalúa la rentabilidad económica de medidas de ahorro de energía es muy conveniente calcular este índice. Básicamente consiste en transformar a anualidades equivalentes, mediante una tasa de descuento, los flujos de efectivo de los costos de proporcionar el servicio de energía mediante una tecnología eficiente y a través de la tecnología convencional que se usa actualmente. La diferencia entre ambas anualidades es el costo adicional que tiene el sistema eficiente, el cual se divide entre la energía ahorrada durante un año. Este resultado es el costo de la energía ahorrada. El criterio de decisión es implantar la tecnología eficiente si el costo de la energía ahorrada es menor que el costo de comprar la misma.

La ventaja de este método radica en que la comparación se hace respecto a los precios y tarifas de la energía. Además, se puede comparar con facilidad tecnologías con diferente vida útil, debido a que se basa en el cálculo de anualidades equivalentes.

## CAPITULO 7

---

## 7. ACCIONES SUBSECUENTES Y PLANTEAMIENTO DE UN BENEFICIO-COSTO

### Contenido

Este capítulo, contiene la información referente al seguimiento que debe dársele a las acciones y medidas impuestas en el proyecto. Es decir, el mantenimiento, la retroalimentación y el mejoramiento de las acciones y medidas ya impuestas.

Cuando se propone un proyecto de inversión, este contiene una parte muy importante que no debe faltar, es la parte que se refiere al seguimiento del mismo. Es decir, se está hablando de la garantía que debe existir, para que el trabajo realizado se mantenga, y se desarrolle eficientemente a futuro, completando así la fase final del mismo.

Todas las acciones, medidas, recomendaciones, etc. tienen un proceso a seguir, este proceso debe tener continuidad y no debe haber obstrucción en el desarrollo eficiente de este. Lo mismo sería tener el desarrollo ineficiente del proceso, aún cumpliéndose la continuidad, que aplicarlo de vez en cuando. Además, de no seguir estrictamente (con ciertas flexibilidades) el plan de seguimiento, acarrearía la consecuencia de perder parte de la inversión y del Ahorro, ya que la recuperación de la inversión, y el Ahorro, están en función del cumplimiento de dicho plan.

El seguimiento de un proyecto de inversión para Ahorro de Energía en un inmueble, consta básicamente por una parte, de propiciar el cambio permanente de hábitos y conductas equivocadas del personal en general, y por otra parte, la responsabilidad de los Departamentos de Mantenimiento e Intendencia, para lo que se refiere al cuidado y mantenimiento de los diferentes elementos eléctricos, a la vigilancia en los descuidos del personal en su cumplimiento de las medidas, y en general a la constante inspección diurna y nocturna del inmueble, reportando áreas y sistemas que lo requieran.

En lo que le corresponde a la Dirección de la empresa, esta debe supervisar, organizar y verificar que todos cumplan su labor en la campaña de Ahorro de Energía, además de coordinar el control de los programas de apoyo y cursos necesarios. La Dirección debe contar con toda la información de los planes y sus avances, así como la verificación de la aplicación de medidas.

Como se ve, es de fundamental importancia la integridad en la participación para lograr los objetivos, es decir que no sería eficiente el programa de seguimiento aplicado si solo participara una parte del personal. Es la colaboración de todos en sus respectivas áreas lo que hace eficiente el logro de las metas.

Por otra parte, es importante mencionar que para lograr el desarrollo eficiente del plan de seguimiento, este debe apoyarse, como ya fué mencionado, con programas y ciertas organizaciones que permitan el desarrollo de lo que es la Administración de la Energía de la empresa, asimismo con la formación de comités.

## 7.1 Acciones importantes del seguimiento

### 7.1.1 Contratación de un grupo asesor en Ahorro de Energía.

Este debe diseñar programas integrales de conservación y Ahorro de Energía, recomendar medidas de conservación y Ahorro de Energía e impartir capacitación.

Algunas de las principales ventajas, son:

- No requiere un cambio en la estructura de la empresa.
- Los análisis son más objetivos.
- Al ser un grupo externo se les puede pagar por sus servicios en función y como proporción de los ahorros logrados.
- La garantía del éxito del programa es elevada, ya que se trata con un grupo de especialistas.

### 7.1.2 Formar Comités de Ahorro de Energía

Están formados por personal de todas las áreas involucrados en el programa y sus funciones deben ser las de promover, asistir técnicamente, seguir, controlar, comunicar todo lo que se refiera al programa energético, y puede ser consultivo, decisorio o ejecutivo.

Las ventajas que ofrece son:

- Involucrar a las áreas más representativas en la instrumentación y ejecución del programa.
- Se cuenta con un apoyo de las áreas que manejan Energía o procuran el mejor uso de la misma.
- Se facilita la comunicación.
- Se agiliza la aplicación del programa.



**DIRECTOR DE PLANTA:**

**Comité de conservación y  
Ahorro de Energía.**

.....

**Departamento de Mantenimiento.**

.....

**Departamento de Fuerza**

**7.1.3 Nombrar a un Administrador de Energía**

Este se encarga de coordinar la aplicación del programa, y sirve como contacto entre los niveles ejecutivos y los operativos. Es responsable de la aplicación de medidas y del logro de metas. Ofreciendo las siguientes ventajas:

- Quedan perfectamente definidas las funciones y responsabilidades para la instrumentación y aplicación de un programa de Ahorro de Energía.
- Se facilita el seguimiento del programa.
- Es más sencillo aplicar modificaciones inmediatas al programa.
- Se puede capacitar en forma intensiva al administrador de Energía.

**Departamentos con los que debe contar y manejar la dirección**

**Departamento de ahorro de Energía:**

- Especialista Proyectos Mecánicos
- Especialista Eléctrico
- Especialista Proyectos Especiales y Motivación

**Departamento de Mantenimiento:**

- Especialistas de la Rama
- Representantes de Ahorro de Energía

**Departamento de Fuerza:**

- Especialistas de la Rama
- Representantes de Ahorro de Energía.

### **El seguimiento y Control**

- a) Evaluación del avance del programa de acuerdo a las medidas de Ahorro establecidas.
- b) Comparación del consumo de energía planeado mediante la aplicación del programa respecto al consumo real.
- c) Establecimiento de una estructura de revisión formal del programa:
  - Lista de verificación
  - Aplicación del sistema de contabilidad energética.
  - Realización periódica de diagnósticos energéticos.

#### **7.1.4 Determinar los parámetros que permitan establecer la funcionalidad del programa.**

Costos involucrados en la aplicación de medidas.  
 Consumos energéticos históricos de la empresa.  
 Consumos energéticos de empresas de la misma rama o que utilizan equipos similares.  
 Consumos energéticos de empresas similares.

#### **7.1.5 Revisión periódica del avance global del programa**

Evaluación del logro de objetivos y metas.  
 Principales resultados de la instrumentación del programa.  
 Evaluación de las acciones establecidas para cada área funcional.

### **Subprogramas de Apoyo**

#### **1. Subprogramas de difusión y concientización**

##### **Objetivos del subprograma:**

Lograr cambios de actitud del personal hacia el uso eficiente de los energéticos.  
 Lograr la participación de todo el personal.  
 Modificar los hábitos operativos que provocan el derroche de energía.  
 Lograr la actualización y otorgamiento de presupuestos para implementar el programa.

## 2. Subprograma de capacitación

Programa de cursos básicos:

Cursos sobre:

- La planeación, organización, desarrollo y aplicación de un programa energético.
- La planeación, organización y levantamiento de diagnósticos energéticos.
- El análisis de equipos importantes para la conservación y ahorro de energía
- El análisis y revisión de nuevas tecnologías y/o fuentes alternativas de energía.
- La administración de la energía y optimización del factor de potencia.
- La optimización y ahorro de energía en motores eléctricos y en general para equipo electromotriz y de operación.
- El análisis energético de áreas intensivas en consumo de energía.

### 7.2 Planteamiento de un Beneficio-Costo

El planteamiento de un Beneficio-Costo estará en función del análisis de los diferentes parámetros que intervienen para la decisión de lo que se va a invertir, con ayuda de algún método para la evaluación de proyectos de inversión.

Así pues, el Beneficio-Costo será característico de cada inmueble y una vez analizados todos los ingresos y gastos, incluyendo la inversión inicial que ocurren durante la vida económica de un proyecto, se tendrá la información necesaria para conocer si los beneficios son mayores que los costos y en consecuencia el planteamiento, será el adecuado.

Ahora bien, una vez decidido el plan del programa a seguir, para mantener las medidas implantadas, se debe tener una relación conforme pasa el tiempo, en el conocimiento del avance del programa. Es decir, que se deberá contar con las estadísticas del Ahorro de la Energía en un período consecutivo, con fines de conocer la efectividad del plan impuesto y su avance. Esta relación debe llevarse siempre en los proyectos y los responsables de su supervisión, deberán ser severos en verificar su cumplimiento, así como ser capaces de la detección de las fallas y proponer mejoras y modificaciones pertinentes conforme se vayan necesitando, sobre las que no hayan sido eficientes para darle seguimiento y vitalidad al programa inicial y no detenerlo.

El beneficio se irá reflejando con el paso del tiempo y los costos, no deberán rebasar los límites fijados inicialmente. Así, la relación Beneficio-Costo será una mezcla de la mejor combinación con sus respectivas limitaciones para las necesidades de la empresa.

## CAPITULO 8

## 8. COMO ELABORAR UN DIAGNOSTICO

### 8.1 El Diagnóstico Energético

El Diagnóstico de Ahorro de Energía también se le identifica como Auditoría Energética ó simplemente Diagnóstico Energético. Actualmente no se cuenta con una terminología común y uniforme para esta actividad.

#### 8.1.2 Definición

Es la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con el que se utiliza la energía.

Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para establecer el punto de partida para la implementación y control de un Programa de Ahorro de Energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuánta es desperdiciada.

#### 8.1.3 Objetivos

1. Evidenciar las áreas de oportunidad para hacer un uso racional de la energía eléctrica y determinar medidas para ahorrar energía, estimando la factibilidad de su implantación, sus costos, plazos e índices.
2. Elaborar Planes y Metas de Ahorro para los próximos años, proponer organización y acciones de capacitación para su logro.
3. Diseñar y aplicar un sistema integral para el ahorro de energía.
4. Evaluar técnica y económicamente las medidas de conservación y ahorro de energía.
5. Inducir y promover el uso racional de la Energía Eléctrica, evitar desperdicios y usos inadecuados, influyendo en los hábitos de los empleados y propiciando la incorporación de métodos y técnicas que hagan más eficiente el uso de la Energía eléctrica en los Edificios de Oficinas.

### 8.2 Niveles de los diagnósticos

Tradicionalmente se han establecido tres niveles que dan una idea razonable del alcance del Diagnóstico.

La Comunidad Económica Europea considera solo tres niveles de Diagnóstico para Ahorro de Energía, pero en el caso de México y

países en desarrollo, es conveniente considerar el "Nivel Cero", también llamado "Prediagnóstico", ya que este es el que encierra la mayor relación beneficio-costos y es por ende, inicialmente el nivel más atractivo.

SOMMAC (Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C.) ha determinado conveniente, establecer un cuarto nivel, al que para su mejor entendimiento se le ha dado el nombre de Prediagnóstico o bien por extrapolación como el "Nivel Cero".

### 8.2.1 Diagnósticos de primer grado

Mediante los diagnósticos energéticos de primer grado se detectan medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata y con inversiones marginales. Consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación; así como, el análisis de información estadística de consumos y pagos por concepto de energía eléctrica y combustibles.

Al realizar este tipo de diagnósticos se deben considerar los detalles detectados visualmente y que consideren desperdicios de energía, tales como falta de aislamiento o purgas; asimismo, se deben detectar y cuantificar los costos y posibles ahorros producto de la administración de la demanda de energía eléctrica y corrección del factor de potencia. Cabe recalcar que en este tipo de estudios no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata.

### 8.2.2 Diagnósticos de segundo grado

Comprenden la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en uso, como son los motores eléctricos y los equipos que éstos accionan, "así" como aquellos para compresión y bombeo, los que integran el área de servicios auxiliares, entre otros. La aplicación de este tipo de diagnósticos requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información sobre volúmenes manejados o procesados y consumos específicos de energía. La información obtenida directamente en campo se compara con la de diseño, con objeto de obtener las variaciones de eficiencia.

El primer paso, es detectar las desviaciones entre las condiciones de operación actuales con las del diseño, para así, jerarquizar el orden de análisis de cada equipo o proceso. El paso siguiente es conocer el flujo de energía, servicio o producto perdido por el equipo en estudios.

Los balances de materia y energía, los planos unifilares actualizados, así como la disposición de los índices energéticos reales y de diseño complementan el diagnóstico, ya que permiten establecer claramente la distribución de la energía en las

instalaciones, las pérdidas y desperdicios globales y así determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía.

Finalmente, se debe evaluar, desde el punto de vista económico, las medidas que se recomienden llevar a cabo, tomando en consideración que se deben pagar con los ahorros que se tengan y en ningún momento deben poner en riesgo la liquidez de la empresa.

### 8.2.3 Diagnósticos de tercer grado

Consisten en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso del equipo especializado de medición y control. Debe realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de Ingeniería.

En estos diagnósticos es común el uso de técnicas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos.

Además de que facilitan la evaluación de los efectos de cambio de condiciones de operación y modificaciones del consumo específico de energía, por lo que se requiere información completa de los flujos de materiales, combustibles, energía eléctrica, así como de las variables de presión, temperatura y las propiedades de las diferentes sustancias o corrientes.

Las recomendaciones derivadas de estos diagnósticos generalmente son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos, procesos e incluso de las tecnologías utilizadas.

Además, debido a que las inversiones de estos diagnósticos son altas, la evaluación económica debe ser rigurosa, en cuanto al período de recuperación de la inversión.

El tiempo en el cual el grupo Diagnosticador (4 a 5 personas) debiera emplear en una Empresa de pequeña a mediana.

NIVEL	TIEMPO DE TRABAJO		
	(SITIO	+	GABINETE)
0	1 día	+	1 día
1	2 semanas	+	2 semanas
2	3 meses	+	3 meses
3	6 meses	+	6 meses

**Nota:**

Estos tiempos pueden variar sensiblemente, dependiendo principalmente de los factores de dificultad que afecten. El paso de un nivel al superior, significa mayor probabilidad de Ahorro de Energía, así como mayor precisión en las estimaciones y medidas propuestas.

**8.2.4 Clasificación de los Diagnósticos por sectores**

- Industrial
- Comercial
- Transporte
- Servicios
- Administración pública
- Doméstico

**8.3 Etapas de un Diagnóstico Energético****8.3.1 Preparación**

- Pláticas preliminares.
- Revisión preliminar o acuerdos telefónicos sobre:  
Fechas, condiciones, precio, apoyos, tiempo, reportes, etc.
- Reunión inicial de trabajo, con todo el personal participante y Directivos de la empresa .
- Preparación de formatos para que el cliente recabe información.

**8.3.2 Conducción**

- Recorrido inicial.
- Revisión y Análisis de las facturas y pagos de los energéticos.
- Observación de los procesos y planteamiento de cuestiones.
- Toma, revisión y comprobación de lecturas.
- Reuniones técnicas y de discusión de medidas (formales e informales).
- Elaboración de propuestas de MAE y estimación de beneficios.

**8.3.3 Final**

- Resumen de propuestas.
- Ordenamiento de cálculos, ordenamientos gráficos, fotografías etc.
- Elaboración de Reporte Final.
- Presentación de resultados a la Dirección de la empresa.
- Registro de resultados (confidencial) en un banco de datos.



### 8.3.4 Contenido de las etapas

#### Administración de la energía

El proceso de administración de los recursos energéticos, consiste en la aplicación de diversas técnicas que permitan alcanzar la máxima eficiencia en el uso de los energéticos utilizados, en una empresa.

#### Diagnóstico

Como se mencionó, éste se refiere al análisis histórico del consumo de energía relacionado con el análisis de las condiciones de diseño y operación de los equipos utilizados.

Con base en este estudio, se fijarán los objetivos y metas a seguir en función de los potenciales de ahorro descubiertos y se investigarán las diversas alternativas para alcanzarlos.

#### Planeación

Consiste en tener pláticas preliminares con todo el personal participante y Directivos de la empresa con fin de establecer fechas, condiciones, apoyos, tiempos, reportes y elegir una alternativa concreta de acción a seguir, las políticas en materia de energía, el tiempo de ejecución, el logro de objetivos y, por último, se determina el monto de los recursos financieros para la aplicación del Programa.

#### Organización

En esta etapa se define la estructura que permita instrumentar el programa establecido. Aquí es necesario especificar las funciones, jerarquías y obligaciones de todos los grupos e individuos que participen en el programa de Ahorro de Energía.

#### Integración

Consiste en elegir a la persona o grupos de personas que van a ser los responsables de la ejecución del Programa; así como la adquisición de la instrumentación y el equipo necesario para realizar el diagnóstico y especificar los avances del programa.

#### Dirección

Consiste en delegar la autoridad necesaria al responsable del Programa y especificar su tramo de control y coordinación. Asimismo

se deben definir los mecanismos de supervisión y los medios de comunicación como componentes esenciales del Programa.

## Control

En esta etapa se establecen normas de consumo de energía, de mantenimiento y de operación, así como el método que permita dar seguimiento permanente al Programa. Todo ello mediante monitoreo a través de un sistema integral de información energética y lista de verificación de la aplicación de medidas de Ahorro de Energía.

### 8.3.5 Beneficios esperados

- Incremento de la seguridad.
- Mejoramiento del alumbrado, ruido, contaminación, ambientación.
- Producción. Cambios de: ruta y secuencia, métodos, movimientos, manejo de materiales, ergonomía, programas.
- Administración del parque. Reemplazo de maquinaria, equipos, herramientas, equipo auxiliar.
- Mantenimiento. Mejorar métodos, implantar sistemas modernos (preventivo, predictivo, total productivo, creativo).

### 8.3.6 Ventajas en la productividad de los diagnósticos energéticos

- Mejorar o solucionar condiciones deficientes de varias clases y en diferentes áreas.
- Proponer cambios en procesos productivos.
- Proponer cambios en evaluaciones de la calidad.
- Proponer cambios al producto, a la forma de producción de artículos o servicios.
- Mejorar la ecología por reducción o control de desechos y efluentes.
- Flexibilizar las líneas de producción, automatizar, robotizar, reducir inventarios, etc.
- Mejorar el mantenimiento en sus múltiples aspectos.

## 8.4 Preliminares Del Diagnóstico Energético

### 8.4.1 Actividades

Para determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía, se requiere realizar diversas actividades, entre las que se pueden mencionar:

1. Medir los distintos flujos energéticos.
2. Registrar las condiciones de operación de los equipos, instalaciones y procesos.

3. Calcular índices energéticos o de productividad, energéticos reales, y actualizar los de diseño.
4. Determinar potenciales de ahorro.
5. Darle seguimiento al Programa mediante la aplicación de listas de verificación de oportunidades de conservación y ahorro de energía.

La inclusión de los balances tiene como finalidad contar con un método sistemático y oportuno de detección de pérdidas y desperdicios de energía.

#### 8.4.2 Organización de programas

Uno de los aspectos que se deben atender inicialmente es el de elegir el tipo de organización que permita la incorporación de la administración de la energía en la empresa, ya sea con la creación de un área específica de trabajo, mediante la formación de un comité.

También debe contemplarse la contratación de un grupo asesor en Ahorro de Energía. Siendo responsable de: diseño de programas integrales de conservación y ahorro de energía, realización de auditorías energéticas, la sugerencia de medidas de conservación y Ahorro de Energía, impartir capacitación, etc.

El comité de Ahorro de Energía que se forme, debe constar de personal de todas las áreas involucradas en el programa, además de que éste puede ser temporal o permanente, y estar dividido de acuerdo a sus funciones en consultivo, decisivo o ejecutivo. Sus funciones deben ser las de promover, asistir, técnicamente; seguir, controlar y comunicar todo lo referente al programa energético.

Es importante nombrar a un administrador de Energía que coordine la aplicación del programa y participe como enlace entre los niveles ejecutivos y los operativos, tanto como ser responsable de la aplicación de medidas y el logro de metas, permitiendo así, un seguimiento del programa.

#### 8.4.3 Información técnica básica requerida para el diagnóstico.

- Subestación: tipo, capacidad, conexión, etc.
- Consumos históricos.
- Demandas históricas.
- Tendencias, temporalidades e irregularidades.
- Carga conectada; total y estimada por sistema.
- Demandas máximas, probable, histórica. Factores de demanda.
- Distribución estimada de consumos y demandas por sistema.
- Gráficas de demandas. Días: típico, máximo, estimación por sistema.
- Factor de potencia.
- Factor de carga.
- Índices: W/m<sup>2</sup>, Wh/m<sup>2</sup>, Wh/persona, Walumb/m<sup>2</sup>, Walumb/persona.
- Facturación histórica: Demanda máxima medida/consumo, tarifa, \$/kWh, \$/kW, impuestos y otros.

#### 8.4.4 Documentos técnicos necesarios

- Diagrama unifilar general.
- Planos arquitectónicos.
- Organigrama de la empresa (de los Departamentos relacionados con la operación del edificio).
- Copia de los recibos de pago a la Compañía suministradora de energía (aproximadamente de un año).
- Manuales de equipos de operación tanto de consumidores como de generadores de energía.
- Reportes periódicos de mantenimiento.
- Planos eléctricos de fuerza y alumbrado.

#### 8.4.5 Documentos administrativos necesarios

Relación y datos generales del personal que ayudará en el diagnóstico:

- Responsables de coordinar, supervisar y recibir los trabajos.
- Coordinador del Comité de Ahorro de Energía y del "Gestor Energético" (en caso de existir).
- Jefe de Mantenimiento.
- Administrador del inmueble.

#### 8.4.6 Compromisos que debe tener el personal del edificio

Permitir el acceso a las diferentes áreas del inmueble a los diagnosticadores; con las limitaciones pertinentes.

Implantar, dentro de lo razonable y económico, las Medidas De Ahorro De Energía viables que resulten del Diagnóstico.

Hacer seguimiento, por lo menos dos años a las medidas de Ahorro, registrando los resultados y tener la facilidad de que el jefe de mantenimiento permanezca el tiempo suficiente con los consultores y que proporcione la información que se le solicite en la medida de lo posible.

#### 8.4.7 Instrumentos para las mediciones de campo

Algunos de los instrumentos portátiles requeridos para la realización de diagnósticos energéticos de primer grado, son los siguientes:

- kiloWathorímetro
- Factoripotenciómetro
- Luxómetros
- Transformador de Corriente
- Transformador de Voltaje
- Omnipotencihorímetro
- Termómetros

- Medidores de velocidad de aire
- Computadora portátil

#### 8.4.8 Cargas principales

En el Diagnóstico se consideran como cargas de los sistemas y equipos, las siguientes:

- Alumbrado
- Equipo de bombeo
- Elevadores
- Plantas Generadoras
- Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado (A/C)
- Cualquier otra carga que represente más del 10 % del total de capacidad instalada o Energía consumida.

#### 8.4.9 Mediciones

Las principales mediciones eléctricas son:

- |                     |      |
|---------------------|------|
| -Tensión            | V    |
| -Corriente          | A    |
| -Potencia Activa    | kW   |
| -Potencia Reactiva  | kVAR |
| -Energía            | kWh  |
| -Factor de potencia | %    |

Estas mediciones serán útiles en los cálculos para la elaboración del reporte final.

#### 8.4.10 Evaluación del trabajo requerido para un diagnóstico Energético

##### Sistemas diferentes a diagnosticar

Los usuales, anotados por orden de frecuencia:

- Eléctrico
- Alumbrado
- Agua y bombeo
- Aire acondicionado y ventilación
- Aire a presión
- Térmico
- Mecánico
- Refrigeración
- Diseño arquitectónico y la construcción

### **Tamaño de la Empresa**

El tamaño (se supone que es un solo "sitio" o Planta) involucra factores, tales como: cantidad de equipo y maquinaria, personal, área construida, etc.

En el caso de edificios de oficinas se ha planteado su tamaño por superficie construida:

hasta de 10 000 m<sup>2</sup>  
10 001 m<sup>2</sup> a 20 000 m<sup>2</sup>  
20 001 m<sup>2</sup> a 50 000 m<sup>2</sup>

### **Intensidad Relativa de consumo de Energía**

Es la proporción del costo de la energía en el costo de producción. Otra forma de medición es el consumo unitario (Joules/m<sup>2</sup> ó kWh/m<sup>2</sup> de construcción).

### **Contabilidad**

Fundamentalmente se refiere a las "relaciones" que se tengan por pagos de energéticos e idealmente si se tiene "contabilidad de costos" para obtener índices de costos de la energía consumida por producto, proceso, superficie, personal u otro parámetro.

### **Estado general**

Se refiere a puntos tales como: vejez de los equipos y líneas, deterioro, seguridad, alteraciones, ampliaciones e improvisaciones.

### **Modelo**

En el Modelo propuesto se establecen arbitrariamente los Puntos de Dificultad que son el resultado de la consideración ponderada de los parámetros mencionados.

## 8.5 Descripción de un Diagnóstico

Los Diagnósticos clasificados por sectores son:

- Industrial
- Comercial
- Transporte
- Servicios
- Administración pública
- Doméstico

Para el desarrollo de un Diagnóstico, se hace una distinción entre los inmuebles que se van a estudiar. El gobierno Federal tiene la siguiente clasificación de los inmuebles:

- EDIFICIOS CONVENCIONALES
- EDIFICIOS NO CONVENCIONALES EN SU CONSTRUCCION O USO
- CONJUNTOS DE CONSTRUCCIONES
- TERRENOS APROVECHABLES PARA USO CONVENCIONAL
- FUNDOS, PARQUES, RESERVAS, ETC.
- DERECHOS Y SIMILARES

Para efectos de "Uso racional de la Energía", son de interés los anotados en primer término; éstos se dividen en:

1. -OFICINAS
2. -ESCUELAS
3. -HOSPITAL
4. -BODEGAS
5. -COMERCIOS
6. -TALLERES
7. -ARCHIVOS
8. -LABORATORIOS
9. -SERVICIOS PUBLICOS
10. -ESPECTACULOS
11. -SEGURIDAD O ESPECIALES
12. -VARIOS

Especialmente para este estudio, nos enfocaremos a inmuebles de oficinas.

El Diagnóstico de Ahorro de Energía que se describirá más adelante, será del nivel 1 o primer grado para un inmueble. Siendo un plan muy atractivo para las empresas, ya que la inversión es mínima y las ventajas que ofrece son muy buenas.

Como ya fue mencionado, este nivel tiene como objetivos el estudio de medidas viables de ser implantadas con baja inversión, así como la detección de áreas de oportunidad, la determinación de los potenciales ahorros y la probable reducción de consumos, de acuerdo con la clasificación de las medidas de Ahorro de Energía que son:

- Inmediatas.** Las que se puedan llevar a cabo en muy corto plazo; o puedan iniciarse, aunque su terminación sea a mediano plazo.
- Corto plazo.** Usualmente están basadas en ajustes operacionales y en adecuado mantenimiento además de no requerir mayores inversiones adicionales.
- Mediano plazo.** Implican normalmente modificaciones o sustituciones de instalaciones, equipos o procesos.

#### 8.5.1 PREPARACION

Para poder iniciar las actividades hacia el desarrollo del Diagnóstico, se debe empezar por establecer pláticas de los Consultores con los responsables y dirigentes del funcionamiento del inmueble, para intercambiar conocimientos sobre las facilidades, el tipo de Diagnóstico, fechas, condiciones y aspectos importantes del desarrollo. Para después proceder como sigue:

Se realiza primeramente un recorrido, acompañado de algún o algunos responsables de Mantenimiento e Intendencia que conozcan el inmueble y sus partes eléctricas, en el que, el Diagnosticador observa las condiciones y el estado de todas las áreas de oportunidad para un ahorro, se familiariza con los equipos existentes y sus condiciones de operación, así como la localización de las diferentes secciones eléctricas, subestación, Departamentos de Mantenimiento e Intendencia etc. y remodelaciones que pudieran existir en contradicción con los planos arquitectónicos originales (previa obtención de los mismos).

También se atiende la importancia del estudio de los múltiples horarios para los diferentes departamentos de la empresa, y sus variadas ocupaciones, por una parte porque con el estudio de esta información se puede realizar una ruta a seguir para la continuidad de las actividades del Diagnóstico sin molestar las labores de los empleados, con las mediciones de intensidad de luz por ejemplo, y el planteamiento de posibles cambios, ya que es necesario que estén presentes los conductores del Diagnóstico en el momento en el que se tienen a la vista las estructuras de diseño y los variados elementos de equipos eléctricos.

Por otro lado, la información de las diferentes actividades de los departamentos es importante, ya que habrá quiénes necesiten una mayor intensidad luminosa que otros, pues hay labores, en las que la vista la requiere, pudiendo eliminar elementos de lámparas donde no



hagan falta, si es que se trabaja en el horario diurno y se puede aprovechar la luz solar. En fin, los horarios y las actividades del personal marcan la pauta para distribuir eficientemente la luz y apagarla cuando ya no se ocupa, ya que es común dejar pisos encendidos toda la noche cuando no lo requiere, inclusive sin personal laborando.

### 8.5.2 CONDUCCION

Una vez hecho el recorrido primario, y familiarizado con las diferentes áreas, personal, horarios, equipo, distribución de la empresa y ubicación de los diferentes elementos eléctricos: medidores, subestación, breakers, equipos auxiliares y alimentación en general de los equipos, etc. se procede al estudio de una ruta a seguir para, posteriormente hacer un inventario de todo el equipo eléctrico y de todas las lámparas en existencia, por departamentos, por secciones, y por pisos, sus condiciones de operación, defectos y partes faltantes, y las de sus luminarios, tanto de limpieza, como de vida de uso, color de los difusores por si están amarillentos y detección de aquellos que no son los adecuados.

También se registra la ubicación original de los luminarios y orientación de los mismos, haciendo anotaciones especiales cuando estos estén cercanos a las ventanas y se puedan; ya sea sustituir por otros, reubicarlos o definitivamente eliminarlos.

En las anotaciones se incluyen los datos del número de lámparas, tipo, potencia, cuántas fallan y su luminosidad. Para cuantificar todos los registros y anotaciones en cuanto a luminarios, es necesario hacerlo con ayuda de los planos arquitectónicos, donde se dibujarán los luminarios a escala, haciendo referencia de los apagadores y circuitos que los controlan. Se recomienda dibujar inicialmente sobre copias de los planos originales, de preferencia reducciones para facilitar el manejo de los mismos.

Una vez dibujados los luminarios y registrado en las copias de los planos los datos necesarios de todo lo relacionado con la iluminación en cada piso, se reúne esta información con la adicional de los equipos restantes como lo son los elevadores, equipos de bombeo, equipo de oficina, etc.

Esta información se obtiene igualmente haciendo mediciones por ejemplo en los motores, ya sea de los elevadores (si existieran), o los utilizados para bombeo y otras actividades, registrando su potencia, corriente, factor de potencia y voltaje. De aquí se puede lograr un buen ahorro de energía, cuidando que trabajen de acuerdo a sus especificaciones nominales y vigilando el importante factor de potencia que no rebase en la medida de lo posible sus límites para el ahorro.

En cuanto al equipo de oficina, también es importante registrar su consumo, y para darnos una idea de ello, se muestra a continuación las mediciones que se tomaron del equipo típico de una oficina.

## RELACION DE LA CARGA EN EQUIPO DE OFICINA

EQUIPO	CARGA (WATTS)
Computadora	150
Impresora	115
Maq. de escribir	50
Frigobar	1900
E/C de agua	740
Sumadora	20
Cafetera	1000
Ventilador	70
Copiadora	1800
Lector microfilm	540
Parrilla	750
Offset	870
Secadora (Offset)	850
Engargoladora	920
Franqueadora	400

Ahora bien, ya que se tienen todos los datos necesarios en los diagramas y planos, se procede a vaciarlos en una computadora portátil que será la que se encargue de archivar la recopilación hecha, de las diferentes mediciones y registros obtenidos, tanto por los aparatos de medición como de las observaciones físicas de los diferentes elementos eléctricos (estados, condiciones, número, etc.).

## Alimentación general:

En la subestación, se toman lecturas del comportamiento de la carga, voltaje, factor de potencia, potencia y otros parámetros programándolos, así como sus variaciones y sus valores constantes, con ayuda de un Omnipotencihorímetro.

Para poder confirmar los datos estadísticos, verificar el comportamiento del Edificio y establecer los valores base para las mejoras, ajustes y/o modificaciones necesarias, deben hacerse mediciones en intervalos máximos de 15 minutos y serán efectuadas al menos en una semana completa.

Los resultados de las mediciones, se vacían en una computadora conectada al OPH, para obtener toda la información proporcionada por este aparato de medición incluyendo las gráficas de los parámetros, siendo estas de gran ayuda para la visión de las horas punta y observar en qué horario existe la mayor concentración de carga, y así poder estudiar el problema y disminuir los picos en la medida de lo posible, con recomendaciones, y consientización del personal como se menciona en la descripción de medidas. Dicha labor será el antecedente para proceder a la elaboración del reporte final.

### 8.5.3 FINAL

Por último, lo que resta es trabajo de Gabinete, es decir la elaboración del reporte final; el cual consta de la ordenación y clasificación de todos los datos para realizar los cálculos pertinentes, y así obtener la valiosa información de; consumos y desperdicios, para concluir con las proposiciones de las inversiones convenientes, así como las recomendaciones y los equipos o dispositivos necesarios (si fuera el caso) que deberán emplearse, sin olvidar que se trata de un diagnóstico de primer nivel y que está en función del presupuesto, adaptándose a las estrictas necesidades del inmueble.

### 8.6 Tarifas

El primer paso para ahorrar energía, es determinar cuánta estamos desperdiciando y cuánto nos cuesta esto.

Para hacerlo, resulta indispensable conocer a fondo cómo reportan nuestros consumos y cómo calcula sus costos la Comisión Federal de Electricidad.

Existen 18 diferentes tipos de tarifas que la Comisión (CFE) aplica a sus usuarios. Aquí nos concentramos en sólo 4 de ellas, que son las aplicables a las pequeñas y medianas industrias.

La tarifa 02 es para demandas de hasta 25 kilowatts; la 03 para quienes demandan más de 25 kilowatts, la 0M para quienes utilizan servicios en media tensión con una demanda menor a 1000 kW y la H-M que es la tarifa horaria para servicio general en media tensión con demanda de 1000 kW o más.

Se mencionarán cada una de ellas en detalle y su aplicación para conocerlas mejor:

#### 8.6.1 Tarifa 02

Esta tarifa se aplica en periodos bimestrales de exactamente 60 días, por lo que no siempre corresponde la misma fecha del mes siguiente.

A manera de ejemplo se puede mencionar el caso de un recibo que cubre el periodo, del 29 de Diciembre al 27 de Febrero.

El consumo se obtiene restando la lectura anterior a la lectura actual. Esta cantidad se divide entre 60 días, para obtener el consumo promedio diario.

El promedio se multiplica por los días de cada mes. Para este caso en particular serían 2 de Diciembre, 31 de Enero y 27 de Febrero.

El costo de estos consumos se basa en cuatro conceptos:

1. El cargo fijo
2. Por cada uno de los primeros 50 kWh
3. Por cada uno de los segundos 50 kWh
4. Por cada uno de los siguientes kWh

Para calcular el costo de Diciembre, se calcula el valor proporcional de cargo fijo, o sea  $2/31$  multiplicado por el cargo fijo vigente.

Luego se multiplican los primeros 50 kWh por  $2/31$  por la tarifa fijada para los primeros 50 kWh, procedimiento que se repite para los segundos 50 kWh, y para cada uno de los siguientes.

Cabe mencionarse que la tarifa para los primeros 50 kWh es más baja, que para los segundos 50 kWh, siendo mucho más costoso el kWh que excede los 100 kWh.

Al sumar los totales del cargo fijo y los tres variables, se obtiene el costo de la energía consumida en el mes de Diciembre.

Procedimientos similares se deberán aplicar para los 31 días de Enero es decir:  $31/31$  y para los de Febrero  $27/28$ .

La suma parcial de los tres meses, dá el total del recibo de electricidad. La cifra es redondeada a la cantidad cerrada más próxima y se agrega el I.V.A.

### 8.6.2 Tarifa 03

La tarifa 03 se calcula con base en 3 conceptos:

1. Demanda máxima medida, dada en kW.
2. Energía consumida, en kWh.
3. Bajo o alto factor de potencia (F.P.).

Esta tarifa contempla un período de facturación de 30 días, y se calcula de la siguiente manera:

- a) Diferencia = Lectura actual - Lectura anterior.
- b) Consumo en kWh = Diferencia X multiplicador.
- c) Consumo promedio diario = Consumo/30 días.
- d) Cargo por demanda máxima medida = Costo por kW demanda X demanda máxima medida.
- e) Cargo por consumo = Costo por kWh X Consumo registrado en kWh.
- f) Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

Primero se determina el valor del cargo o bonificación mediante las siguientes relaciones:

$\text{Cargo} = 3/5(190/F.P - 1) \times 100$ ; no más de 120%, si el F.P menor de 90%.

$\text{Bonificación} = 1/4(1 - (90/F.P)) \times 100$ ; no más de 2.5%, si el F.P mayor de 90%

En el caso en el que F.P sea menor al 90% el cargo = (Cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo) X (valor del cargo por bajo factor de potencia):

Para el caso de un factor de potencia mayor al 90%, entonces la bonificación = (cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo) X (valor de la bonificación por alto factor de potencia).

Factura total = (cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo + cargo o bonificación por bajo factor de potencia).

g) Se agrega el impuesto al valor agregado (I.V.A.).

### 8.6.3 Tarifa OM

Esta tarifa contempla los conceptos:

1. Cargo por demanda máxima medida, en kW.
2. Cargo por energía consumida, en kWh.
3. Cargo por medición en baja tensión.
4. Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

El procedimiento para calcular el costo de la energía consumida en esta tarifa es el siguiente:

- a) Cargo por demanda máxima medida = Costo por kW demandado X Demanda máxima medida.
- b) Cargo por consumo = Costo por kWh X Consumo registrado en kWh.
- c) Cargo por medición en baja tensión = (Cargo por demanda máxima medida + Cargo por consumo) X 0.02.
- d) Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia. Se calcula de la misma forma que para la tarifa 03.
- e) Facturación total = (Cargo por demanda máxima medida + Cargo por consumo + Cargo por medición en baja tensión + Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia).
- f) Se agrega el I.V.A.

### 8.6.4 Tarifa HM

Esta tarifa al igual que la anterior involucra cuatro conceptos:

1. Cargo por demanda facturable, en kW.
2. Cargo por energía de punta y/o de base consumida, en kWh
3. Cargo por medición en baja tensión.

**4. Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.**

La forma de obtener el costo de la energía en esta tarifa, es:

- a) Cargo por demanda facturable = Costo por kW facturable X Demanda facturable registrada.
- b) Cargo por consumo = Costo por kWh de punta y/o de base X Consumo registrado en kWh
- c) Cargo por medición en baja tensión = (Cargo por demanda facturable + Cargo por consumo) 0.02.
- d) Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.  
Se calcula de la misma forma que la tarifa 03.
- e) Facturación total = (Cargo por demanda facturable + Cargo por consumo + Cargo por medición en baja tensión + Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia).
- f) Se agrega el I.V.A.

## CAPITULO 9

## **9. PRACTICA DE UN DIAGNOSTICO ENERGETICO DE PRIMER NIVEL .**

### ***SUBINDICE***

#### ***9.1.0 ANTECEDENTES***

#### ***9.2.0 SITUACION ACTUAL***

##### ***9.2.1 Instalaciones***

#### ***9.3.0 ESTUDIO***

##### ***9.3.1 Levantamiento***

##### ***9.3.2 Datos y Gráficas del Levantamiento***

##### ***9.3.3 Análisis del levantamiento y Mediciones***

#### ***9.4.0 CONCLUSIONES***



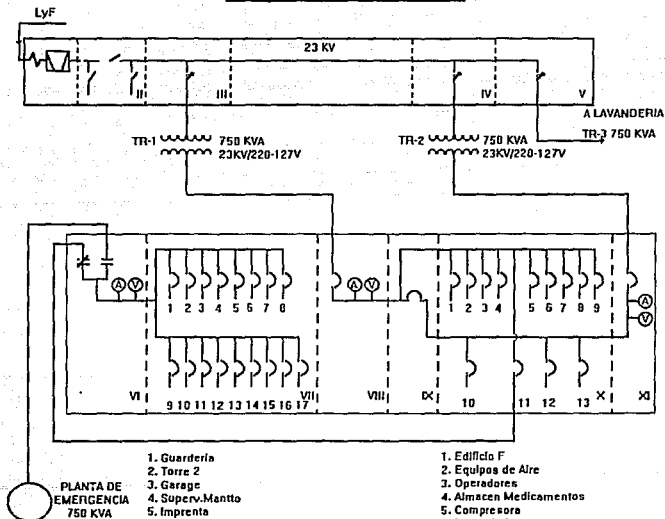
### **9.1.0 ANTECEDENTES**

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), dentro de su programa de apoyo para el Ahorro de Energía en Edificios, realizó con la colaboración de una Empresa de Consultoría, Diagnósticos Energéticos de Primer Nivel en diferentes Edificios típicos de oficinas para un estudio de este tipo.

Asimismo, de estos edificios se seleccionó uno de ellos, que sirvió como modelo en el estudio de esta práctica profesional (Edificio A).

Después de los acuerdos y pláticas sostenidas entre la CONAE y la empresa a Diagnosticar, se iniciaron el 30 de Diciembre de 1992 las actividades del Diagnóstico Energético de Primer Nivel en el Edificio antes mencionado, que cuenta con una superficie de 5,756 m<sup>2</sup> y 10 niveles, en colaboración con la empresa consultora y el personal de la Jefatura de Ingeniería, para concluirse el 27 de Febrero de 1993.

## DIAGRAMA UNIFILAR



1. Guardería
2. Torre 2
3. Garage
4. Superv.Mantto
5. Imprenta
6. C.de Operadores
7. Fotocopiadoras
8. sin funcion
9. Camara refrig.medicamentos
10. Reactivos
11. Alumbrado exterior
12. Ambulatorio
13. Edificio B
14. Velatorio
15. Andet.Mantto
16. Edificio A
17. Bombas

1. Edificio F
2. Equipos de Aire
3. Operadores
4. Almacen Medicamentos
5. Compresora
6. Lavanderia
7. Edificio B
8. Reactivos y Talleres Transporte
9. Imprenta
10. Edificio A
11. Alimentacion Tablero Emergencia
12. Almacen Central
13. Taller Mantenimiento

## **9.2.0 SITUACION ACTUAL**

El edificio definido en el alcance del Diagnóstico, forma parte de un conjunto que incluye otros 14 inmuebles y por lo tanto, el servicio se tiene contratado con la Compañía de Luz y Fuerza en tarifa 8.

Para fines de este estudio, se tratará un solo edificio de dicho conjunto como ya fue mencionado anteriormente.

### **9.2.1 INSTALACIONES**

#### **9.2.1.1 Generales**

El conjunto cuenta con una subestación compacta interior, que recibe la energía eléctrica en 23 kV a los dos transformadores TR-1 y TR-2 de 750 kVA con voltajes secundarios en 220-127 Volts. Adicionalmente se tiene otro transformador con las mismas características para uso exclusivo de la lavandería.

Los transformadores TR-1 Y TR-2 en operación normal, alimentan a todas las cargas incluyendo a las críticas que se encuentran en el tablero de emergencia. En caso de falla de algún transformador, se puede soportar la alimentación a todas las cargas mediante el accionamiento de los interruptores.

Si falta la energía en la acometida o fallan ambos transformadores, se pueden alimentar las cargas críticas por la planta de emergencia a través del Switch de Transferencia Automático.

#### **9.2.1.2 EDIFICIO A DIAGNOSTICAR ( EDIFICIO A )**

El sistema eléctrico se describe de acuerdo a su localización:

**Subestación**

\* Circuito normal de alimentación general trifásica en 220 V con Interruptor termomagnético de 800 Amperes ubicado en el tablero X.

\*Circuito trifásico en 220 V para cargas críticas localizado en el tablero VII.

**Edificio**

\* Tablero general de distribución, ubicado en sótano con Interruptores termomagnéticos para los circuitos de cada piso.

\* Centros de carga ubicados en los cuartos de interruptores en cada piso que alimentan las siguientes cargas:

Alumbrado  
Contactos  
Unidades de Aire Acondicionado

\* Tableros de distribución de emergencia con Interruptores termomagnéticos para cargas críticas ubicado en el sótano que alimentan:

Elevadores  
Alumbrado  
Contactos

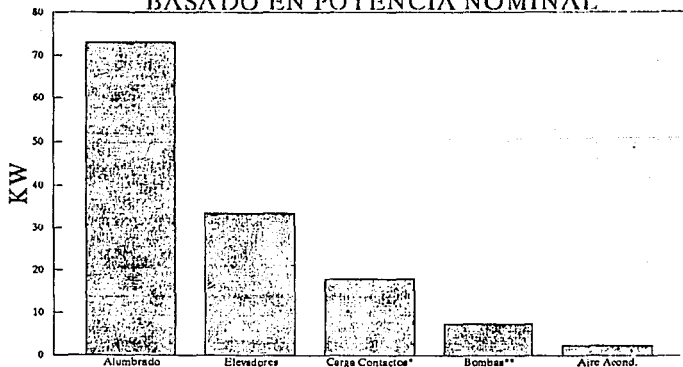
\* Tablero de alumbrado y contactos ubicado en el cuarto de interruptores del Mezanine.

El suministro de agua para sanitarios y los hidrantes del equipo contra incendio se efectúa por medio del sistema Hidroneumático, para todo el conjunto desde la central.

La distribución de las cargas de acuerdo a su potencia nominal es:

Carga	KW	DISTRIBUCION	ACUMULADO
Alumbrado	73.08	54.32%	54.32%
Elevadores	33.57	24.95%	79.27%
Carga Contactos*	18.00	13.38%	92.65%
Bombas**	7.46	5.55%	98.20%
Aire Acond.	2.42	1.80%	100.00%
<b>Total</b>	<b>134.53</b>		

## DISTRIBUCION DE CARGAS BASADO EN POTENCIA NOMINAL



\* estimación

\*\*parte proporcional edificio A

### **9.3.0 Estudio**

#### **9.3.1 Levantamiento**

##### **Bases**

Se dispone de las plantas arquitectónicas para cada piso.

En la actualidad no se cuenta con ningún tipo de diagramas eléctricos del edificio.

##### **Alcance**

##### **Alimentación General**

Estudio de la alimentación y comportamiento de la carga durante un periodo de siete días (incluyendo un fin de semana) que comprende:

- Demandas de kVA, kW, kVAR
- Voltaje
- Factor de Potencia
- Frecuencia

##### **Alumbrado**

- Localización individual de luminarias
- Localización de interruptores de pared
- Determinación de capacidad nominal de cada luminaria
- Estado actual de lámparas, difusores y gabinetes
- Determinación de circuitos que controlan lámparas por switches de pared
- Determinación de consumos de lámparas de acuerdo a su estado (típico)
- Determinación del nivel luminoso

**Unidades de Aire Acondicionado**

Localización individual de unidades  
Capacidad Nominal

**Elevadores**

Determinación de consumo actual con respecto al nominal.  
Ciclos de operación

**Equipo de Oficina**

Estimación de la carga instalada

**9.3.2 Datos y Gráficas del Levantamiento****Alimentación General**

Se efectuaron mediciones de Voltaje, Corriente, kW, kVAR, kVA, Factor de Potencia y Frecuencia utilizando el medidor OPH-03, En conexión de 3 hilos 2 elementos en los siguientes circuitos:

Alimentación Normal del Edificio A	Módulo X circuito 10
Alimentación General de Emergencia	Módulo X circuito 11
Alimentación Emergencia del Edificio A	Módulo VII circuito 16

**Alumbrado**

La ubicación y potencia de lámparas se mostraron planos arquitectónicos para cada nivel y se listaron en Hojas de Inspección. (no incluidos en este reporte).

Las mediciones de los niveles de iluminación que se muestran se realizaron en la noche, de forma que no existiera la influencia de la luz natural y bajo las siguientes condiciones:

Altura de Montaje	2.42 m
Altura plano de trabajo	0.75 m
Altura Gabinete	12 cm
Tipo de Lámparas	Fluorescentes

Asimismo, se efectuaron mediciones por la mañana y tarde para determinar el efecto de la luz natural sobre las áreas de trabajo.

Las abreviaturas utilizadas en las Hojas de Inspección para las recomendaciones son las siguientes:

F.C.	FOTOCELDA
ESP	REFLECTOR ESPECULAR
ELIM	ELIMINAR LUMINARIA
S.M.	SENSOR DE MOVIMIENTO O PRESENCIA
ELIM. INT.	ELIMINAR INTERRUPTOR DE PARED

### **Unidades de Aire Acondicionado**

Dadas las condiciones climáticas existentes en el periodo del diagnóstico, dichas unidades no se operaron, reportando únicamente su capacidad nominal, dada su importancia relativa con respecto a la carga total.

### **Elevadores**

Se presenta su capacidad nominal y se puede distinguir el nivel de utilización en las Gráficas de Potencia de la Alimentación de Emergencia del Edificio A.

### **Equipo de Oficina**

Se presenta una estimación de la carga en contactos.



### 9.3.3 Análisis del Levantamiento y Mediciones

Basados en la información obtenida durante el levantamiento efectuado en las instalaciones y en los resultados de las mediciones, cuyo detalle se muestra en la sección 3.2 Datos y Gráficas del Levantamiento, se presenta el análisis por tipo de carga.

#### 9.3.3.1 Alumbrado

##### 9.3.3.1.1 Circuitos de Alimentación.

#### Situación Actual

1) Los interruptores de pared se encuentran localizados únicamente en áreas cerradas tales como sanitarios, oficinas y salas de juntas.

2) Existen interruptores de pared que controlan el alumbrado de áreas ajenas a su localización, incluyendo aquellas donde no se tiene la visibilidad para determinar las necesidades de iluminación, por lo que no se utilizan, ya que incomodarían labores de otros.

Algunos ejemplos se resumen en la siguiente tabla.

NIVEL	AREA
MEZANINE	PASILLO 1
	DEPTO SISTEMAS
	ARCHIVO SISTEMAS
PRIMERO	DIFUSION CIENTIFICA
	JEFATURA SERV.ENSEÑANZA
	APOYO SECRET.SERV.ENSEÑANZA
SEGUNDO	COORD.ADMINISTRATIVA
	APOYO SECRET.COORD.ADMINIST.
CUARTO	EVALUACION Y APOYO TECNICO
	RECURSOS HUMANOS
	REC.HUMANOS COORD.ADMINIST.
QUINTO	OFICINA SUBDIRECTOR
	APOYO SECRETARIAL
	SALA DE JUNTAS
SEXTO	NORMATIVIDAD Y PROG P/SALUD
	APOYO SECRETARIAL
	PASILLO APOYO SECRETARIAL

NIVEL	AREA
SEPTIMO	DEPTO. ESTOMATOLOGIA
	DEPTO. DE PROGRAMACION
OCTAVO	

3) En algunos casos un interruptor de pared controla un grupo de lámparas, de las cuales, algunas requieren estar encendidas por estar alejadas de las ventanas y otras se podrían mantener apagadas durante una gran parte de la jornada, aprovechando la luz solar por ejemplo en el Departamento de Enfermería ubicado en el Mezanine,

4) Existen lámparas localizadas dentro de oficinas que se mantienen prendidas continuamente por no contar con un interruptor de pared que las controle.

5) En áreas abiertas como vestíbulos, pasillos, apoyos secretariales y en general áreas comunes, las lámparas son controladas únicamente desde los cuartos generales de interruptores de cada piso manteniéndose encendidas continuamente.

6) El personal de seguridad desconoce, en general, la localización de los interruptores termomagnéticos, por lo que permanecen encendidas las lámparas de las áreas comunes todo el día.

7) En el cuarto nivel se tiene bloqueado el acceso desde el vestíbulo al cuarto de interruptores por haberse adaptado un baño.

### **Situación Propuesta**

Efectuar la separación de los circuitos de alimentación a lámparas bajo un programa de ejecución que puede ser realizado en coordinación con el Departamento de Mantenimiento, de acuerdo a los siguientes criterios.

Todas las lámparas que se encuentren en una oficina deberán ser controladas por interruptores de pared, ubicados dentro de la misma oficina.

Un interruptor de pared no deberá controlar lámparas que se encuentren fuera de la oficina donde está localizado, incluyendo pasillos u otras oficinas.

Los interruptores de pared deberán de estar ubicados en lugares accesibles libres de obstáculos (credencias, archiveros, percheros, etc.) por la parte interior y cercanos a el área de acceso.

La asignación de lámparas a los interruptores de pared, deberá considerar la capacidad del interruptor, la ubicación de lámparas paralelas a ventanas (fuentes de luz solar) y funciones a realizar.

En áreas comunes abiertas, tales como pasillos o vestíbulos es preferible no contar con interruptores de pared.

Se buscará tener circuitos independientes entre lámparas contiguas en pasillos y áreas de acceso interior, que permitan apagar un circuito y aún mantener la seguridad por la noche y fuera de las horas de utilización, con las lámparas alternadas.

Identificar claramente el circuito de alumbrado. Esto se puede llevar a cabo marcando con pintura de un color, la parte de la placa de interruptor de pared que controla el circuito, así como el gabinete de las lámparas controladas.

Indicar en los Centros de Carga, por nombre y color, los circuitos que maneja cada interruptor termomagnético, incluyendo los que son soportados por la alimentación de respaldo.

Instalar sensores de movimiento en áreas de utilización intermitente como salas de juntas y descanso, así como en las oficinas de ejecutivos.

Establecer una rutina de operación diaria, de los interruptores termomagnéticos en coordinación con el personal de seguridad, para encender y apagar las cargas generales de acuerdo a los horarios de trabajo y utilización del inmueble.

Restablecer el acceso a los cuartos de interruptores por cuestión de seguridad y para permitir operar los circuitos libremente por el personal autorizado.

### 9.3.3.1.2 Niveles de iluminación

#### Situación actual

1. En términos generales, los niveles de iluminación se encuentran por debajo de los mínimos recomendados por la Sociedad de Ingenieros en Iluminación, debido principalmente a que un gran número de lámparas están fuera de servicio, faltan tubos y los difusores y gabinetes se encuentran sucios.

El siguiente resumen muestra las condiciones del sistema de iluminación:

	BIEN	MAL	FALTANTES	TOTAL
LAMPARAS	1968	701	36	2705
DIFUSORES	578	52	119	749

LAMPARAS	72.8%	25.9%	1.3%	100.0%
DIFUSORES	77.2%	6.9%	15.9%	100.0%

2. En las áreas cercanas a las ventanas se cuenta con niveles adecuados de iluminación (630 a 290 luxes) durante gran parte de la jornada (8:30 a 16:00 hrs) que pueden aprovecharse si se mantienen las cortinas abiertas.

3. Se midió la intensidad luminosa en una muestra de luminarias con diferentes condiciones de gabinete y difusor obteniéndose hasta un 26.2 % de aumento en nivel luminoso, por limpieza. (El gabinete se encontraba muy sucio y el difusor era adecuado en diseño.)

GABINETE	DIFUSOR	% ILUMINACION
ACTUAL	ACTUAL	100.0%
ACTUAL	SIN	123.1%
ACTUAL	LIMPIO	107.7%
LIMPIO	SIN	130.8%
LIMPIO	LIMPIO	136.2%

4. Se hicieron pruebas de consumo de potencia de las luminarias, en diferentes condiciones, encontrándose que se consume 24% de energía eléctrica adicional, sin obtener energía luminosa (62-50/50) además de disminuir el factor de potencia de 0.95 a 0.6

TIPO	# LAMPARAS INSTALADAS	# LAMPARAS OPERANDO	# DE BALASTRAS	WATTS CONSUMIDOS
4 x 20	2	2	2	54
	4	2	2	62
	4	4	2	100

5. Los difusores existentes no están uniformizados, encontrándose en algunos casos de tipo translúcidos, que tienen un bajo factor de transmitancia, afectando directamente la intensidad luminosa disponible.

6. En algunos casos se observa que la distribución de los lugares de trabajo tales como escritorios y módulos han sido modificados, sin que se haya considerado o adecuado la posición de las luminarias.

7. Los pasillos de las escaleras y sanitarios son de color café oscuro, con valor de reflectancia de 30%.

8. El total de las lámparas utilizadas son de tipo luz de día.

### **Situación propuesta**

Colocar reflectores especulares en los gabinetes de las luminarias permitiendo:

Eliminar la mitad de las lámparas por gabinete y las balastras que no se utilizarán en los casos que el nivel de iluminación es adecuado, permitiendo disminuir los costos de mantenimiento por reemplazo y operación, así como los de energía.

Incrementar el nivel luminoso a valores aceptables (300 luxes para trabajo general de oficina) en aquellas áreas que lo requieren.

Instalar fotoceldas dentro de los gabinetes en los circuitos de luminarias que se encuentran cercanas a las ventanas, para limitar el consumo de energía eléctrica únicamente cuando se requiera, aprovechando la luz natural disponible.

Reemplazar los difusores translúcidos, por difusores de acrílico tipo C5.

Mejorar el mantenimiento al sistema de alumbrado y en general al sistema eléctrico para garantizar una operación adecuada que resulte un mayor confort en el medio laboral y permita optimizar el uso de la energía. Se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo basado en guías de inspección y ejecución, así como las alimentaciones y tierras.

Pintar las paredes de sanitarios y pasillos de escaleras de color blanco ostión con reflectancia de 80%, permitiendo elevar el 20% el nivel de iluminación.

Reemplazar las lámparas luz de día por blanco frío obteniéndose un aumento de hasta 15% de lúmenes.

El 87% de las lámparas utilizadas son de 20 Watts lo que posibilita hacer el cambio a lámparas economizadoras y balastras de alta eficiencia.

En el caso de arreglos de lámparas de 2 X 38 (7.7%) y 2 X 74 (5.6%) se recomienda el reemplazo de balastras y lámparas por las siguientes:

	LAMPARA	BALASTRA	AHORRO
ARREGLO	PHILLIPS Econ-O-Watt	PHILLIPS Mark III	Conjunto
2 x 38	34 W F48 T-12 Blanco Frío Cvc.04332 Arr.Rápido	Cvc.19789	25%
2 x 74	60 W F96 T-12 Blanco Frío Cvc.04500 Slimline	Cvc.19838	29%

Los ahorros mostrados son para el conjunto de dos lámparas y una balastra, aunque no estén montadas en el mismo gabinete.

El uso de lámparas compactas fluorescentes no se propone por no existir lámparas incandescentes instaladas y por problemas de vandalismo que se pudieran presentar, aunque su aplicación energética es rentable.

### 9.3.3.1.3 Mediciones

Se efectuaron mediciones de diferentes parámetros eléctricos para determinar el comportamiento del sistema a través del tiempo utilizando el medidor OPH-03 en los siguientes circuitos:

Alimentación Normal Edificio A	Módulo X Circuito 10
Alimentación General de Emergencia	Módulo X Circuito 11
Alimentación Emergencia Edificio A	Módulo VII Circuito 16

#### 9.3.3.1.3.1 Alimentación Normal Edificio A

El circuito alimenta el alumbrado normal, contactos y unidades de aire acondicionado.

Se muestran las mediciones que se efectuaron del viernes 18 al Martes 23 de Febrero, ampliándose el comportamiento en el día 22.

### **Potencia Real (kW)**

El perfil de carga muestra un comportamiento cíclico para cada día hábil, con 4 zonas típicas de consumo promedio:

KW	de las	a las	% TIEMPO	KWH/DIA	% CONSUMO
40	00:00	08:00	33.33%	320.0	23.49%
75	08:00	15:30	31.25%	562.5	41.28%
68	15:30	20:30	20.83%	340.0	24.95%
40	20:30	23:59	14.58%	140.0	10.27%
			100.00%	1362.5	100.00%

siendo las cargas el alumbrado y equipo de oficina en contactos, ya que ninguna de las unidades de aire acondicionado se operó.

Se observa la falta de energía eléctrica ocurrida el 19 entre las 16:30 y 17:30.

La demanda durante el fin de semana presenta un valor promedio estable de 40 kW con un ligero incremento a 45 kW el día 20 entre las 8:00 y las 12:00 hrs.

La demanda en los períodos que no se labora representa el 53.33% del máximo, con una utilización del 47.92% del tiempo diario de lunes a viernes.

La distribución del consumo mensual considerando 22 días hábiles, 8 días de fin de semana y 1 día de asueto es:

	HRS	KWH	% KWH
LABORABLES	275	19,855	51.42%
NO LABORABLES	469	18,760	48.58%
TOTAL	744	38,615	100.00%



El consumo del circuito en las condiciones actuales de carga representa el 11.36% del total del conjunto y contribuye con el 9.57% a la demanda máxima.

Con carga nominal podría representar el 13.06% del consumo y el 11.01% de la demanda máxima del conjunto.

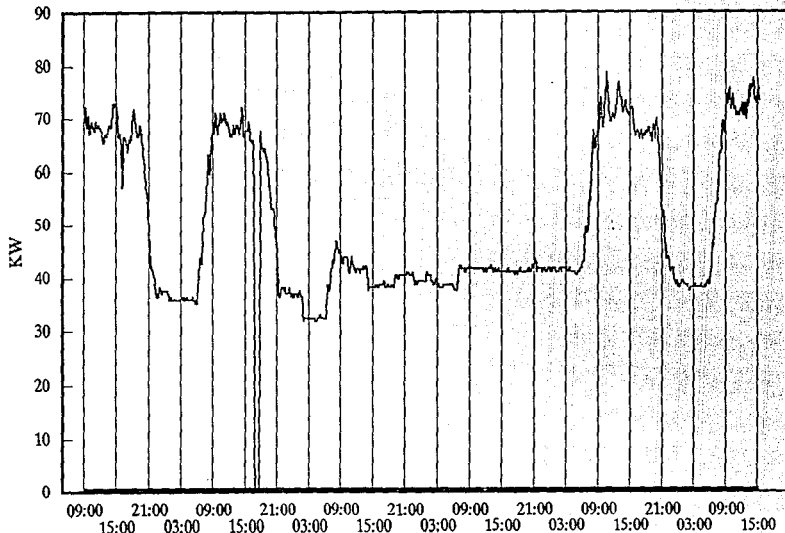
El consumo en las horas no laborables puede eliminarse y mantener aún la seguridad en el inmueble ya que las lámparas de los pasillos se tienen alimentadas por el circuito crítico.

### **Factor de Potencia**

El factor de Potencia promedio durante la medición fue de 0.971, representando la naturaleza predominantemente resistiva de la carga, como puede observarse en la gráfica correspondiente.

# POTENCIA REAL (KW)

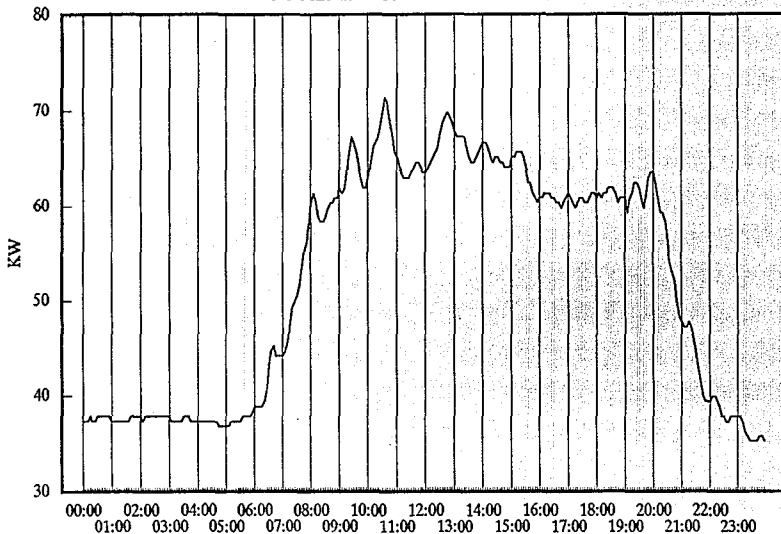
ALIMENTACION NORMAL EDIFICIO A



FEB 18 A 23  
Módulo X Circuito 10

# POTENCIA REAL (KW)

ALIMENTACION NORMAL EDIFICIO A



FEB 22

Módulo X Circuito 10

# FACTOR DE POTENCIA

ALIMENTACION NORMAL EDIFICIO A



FEB 22

Módulo X Circuito 10

### 9.3.3.1.3.2 Alimentación Emergencia Edificio A

El circuito alimenta las cargas críticas del edificio tales como alumbrado crítico, contactos y elevadores.

Se tomaron las mediciones del Viernes 26 de Febrero al Martes 2 de Marzo, ampliándose el comportamiento del 1o. de Marzo.

#### Potencia Real (kW)

\*El perfil de carga muestra un comportamiento cíclico para cada día hábil, con 7 zonas típicas de consumo promedio:

KW	de las	a las	% TIEMPO	KWH/DIA	% CONSUMO
22	00:00	07:00	29.17%	154.0	22.64%
30	07:00	08:45	7.29%	52.5	7.72%
35	08:45	10:30	7.29%	61.3	9.00%
32	10:30	11:30	4.17%	32.0	4.70%
35	11:30	15:00	14.58%	122.5	18.01%
32	15:00	21:00	25.00%	192.0	28.23%
22	21:00	23:59	12.50%	66.0	9.70%
			100.00%	680.2	100.00%

\* La carga por alumbrado es de 22 kW y se mantiene encendida todo el día.

\* Los picos de demanda de hasta 15 kW (20 HP) se debe a la utilización de los elevadores, donde se puede distinguir el máximo a las 8:30 que es la hora de entrada del personal y a las 14:30 que la salida. La utilización en la tarde es menor en un 14% y a partir de las 20 hrs. es prácticamente nula.

\* El movimiento que se presenta el viernes a partir de las 20:00 hrs. se debe principalmente a que se hizo limpieza de las oficinas.

\* La distribución del consumo mensual considerando 22 días hábiles, 8 días de fin de semana y un día de asueto es:

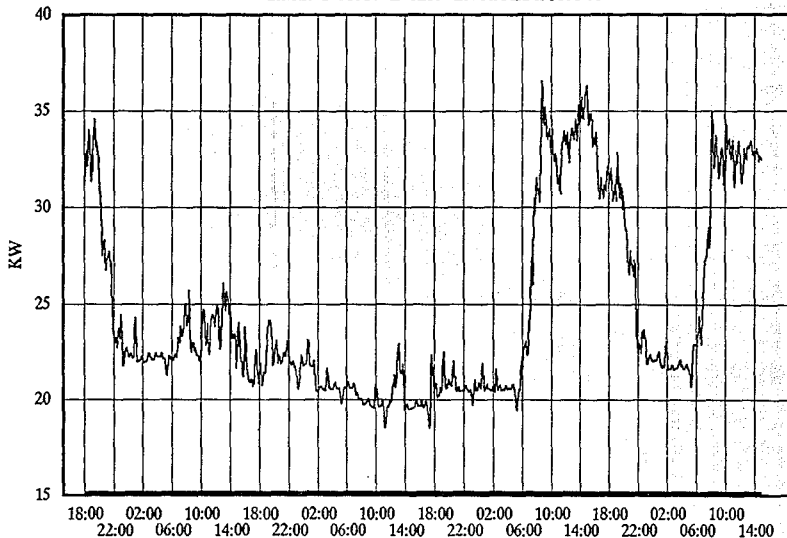
	HRS	KWH	% KWH
LABORABLES	269,5	8,971	46,22%
NO LABORABLES	474,5	10,439	53,78%
TOTAL	744	19,410	100,00%

### **Factor de Potencia**

\* El factor de Potencia es inferior a 0.9 en condiciones de baja carga, siendo la causa principal la operación del alumbrado en malas condiciones (balastras trabajando con lámparas que no encienden o fundidas) donde el factor de potencia en una luminaria puede ser de 0.6.

# POTENCIA REAL (KW)

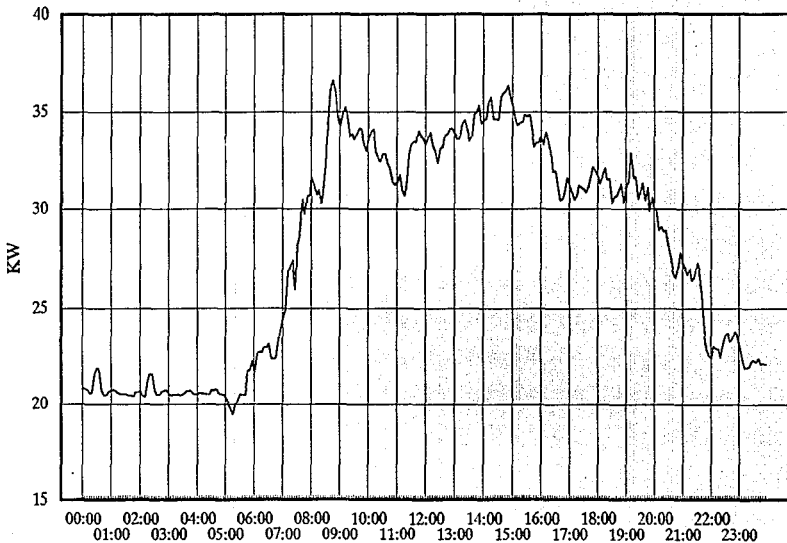
## ALIMENTACION EMERGENCIA EDIFICIO A



FEB 26 A MAR 2  
Módulo VII Circuito 16

# POTENCIA REAL (KW)

ALIMENTACION EMERGENCIA EDIFICIO A



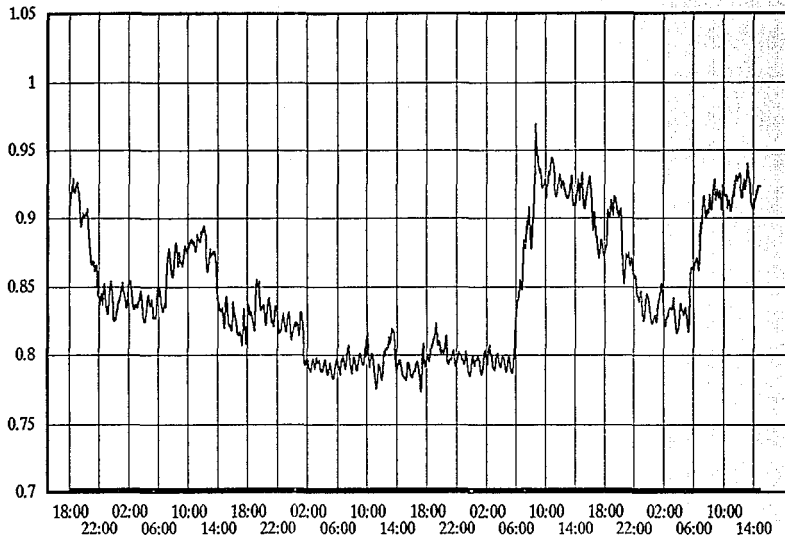
MAR 1

Módulo VII Circuito 16



# FACTOR DE POTENCIA

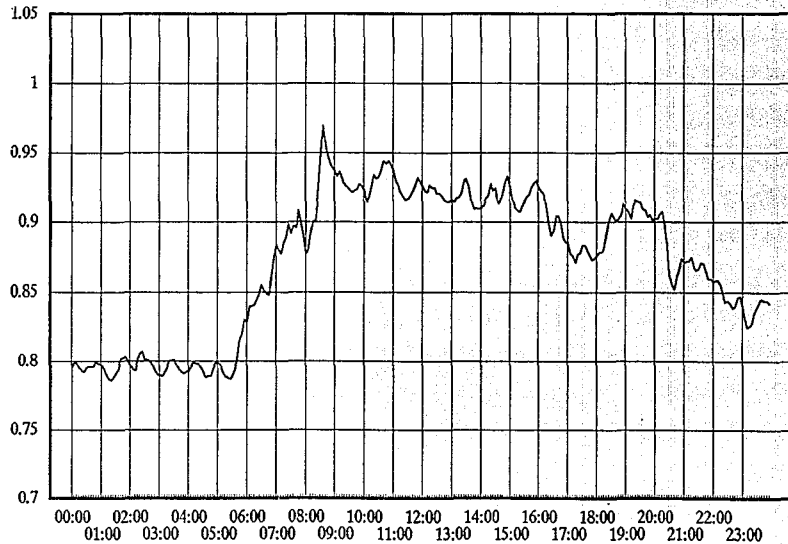
## ALIMENTACION EMERGENCIA EDIFICIO A



FEB 26 A MAR 2  
Módulo VII Circuito 16

# FACTOR DE POTENCIA

ALIMENTACION EMERGENCIA EDIFICIO A



MAR 1

Módulo VII Circuito 16

### 9.3.3.1.3.3 Alimentación Total Edificio A

Considerando los resultados de las mediciones en los circuitos de alimentación al Edificio A, se obtienen los siguientes parámetros:

La distribución del consumo mensual es:

	HRS	KWH	% KWH
LABORABLES	272	28826	49.68%
NO LABORABLES	472	29199	50.32%
TOTAL	744	58,025	100.00%

El Edificio A, presentó los siguientes datos de consumo y demanda, tomando en cuenta que el precio del kWh por consumo era de N\$ 0.13992 y por kW de demanda máxima de N\$ 23.778

			Importe
Consumo	(kWH)	58,025	8,119
Demanda	(kW)	110	2,616
<b>Total</b>			<b>10,734</b>

### 9.3.3.1.3.4 Alimentación General de Emergencia

El circuito alimenta todas las cargas críticas del conjunto, cuyo detalle se presenta en el diagrama unifilar.

Se muestran las mediciones que se hicieron del Martes 23 al Viernes 26 de Febrero, ampliándose el comportamiento del día 25 de Febrero.

### **Potencia Real (kW)**

\* El perfil de carga muestra un comportamiento cíclico para cada día hábil, con cuatro zonas típicas de consumo promedio:

KW	de las	a las	% TIEMPO	KWH/DIA	% CONSUMO
145	00:00	09:30	39.58%	1377.5	202.50%
165	09:30	15:30	25.00%	990.0	145.54%
155	15:30	18:30	12.50%	465.0	68.36%
190	18:30	21:30	12.50%	570.0	83.79%
145	21:30	23:59	10.42%	362.5	53.28%
			100.00%	3765.0	553.47%

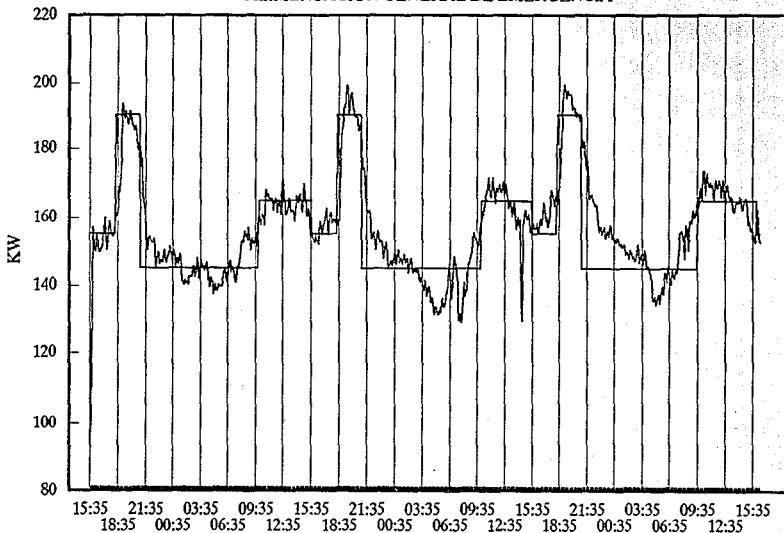
\* La demanda máxima se presenta entre las 18:30 y las 21:hrs. con una magnitud de 50 kW, causada por la utilización del alumbrado interior de los demás inmuebles siendo comparable a la del Edificio A.

### **Factor de Potencia**

\* El Factor de Potencia es adecuado salvo en condiciones de baja carga, que se presentan de las 21:00 a las 6:30 hrs, siendo las posibles causas la salida de alumbrado y que se mantengan en operación motores, o la operación del alumbrado en malas condiciones donde el factor de potencia en una luminaria puede ser de 0.6 o una combinación de ambas.

# POTENCIA REAL (KW)

## ALIMENTACION GENERAL DE EMERGENCIA

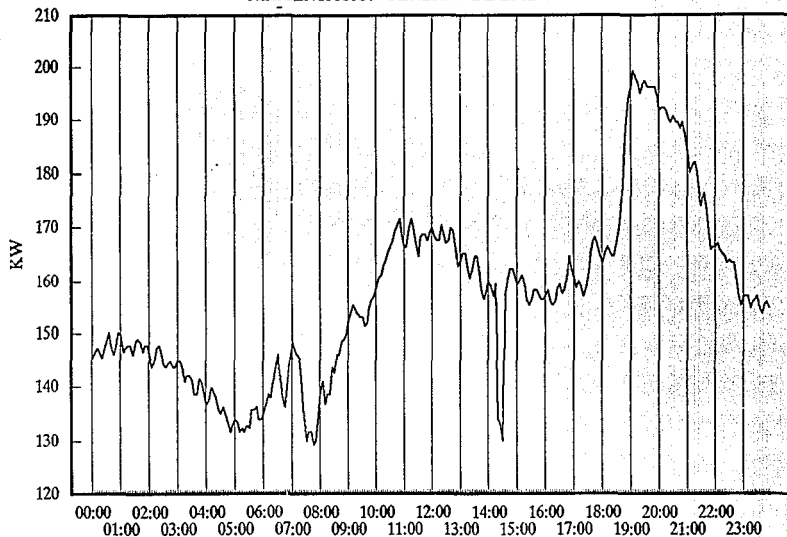


FEB 23 A 26

Modulo X Circuito 11

# POTENCIA REAL (KW)

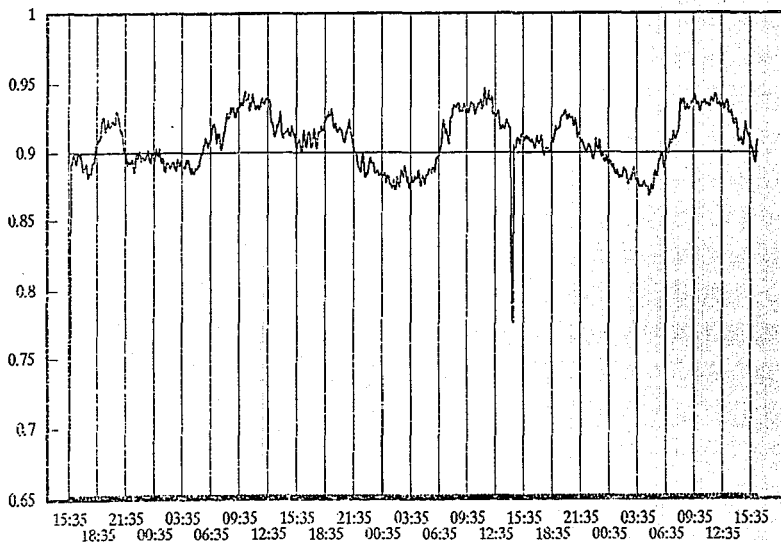
## ALIMENTACION GENERAL DE EMERGENCIA



FEB 25  
Módulo X Circuito 11

# FACTOR DE POTENCIA

## ALIMENTACION GENERAL DE EMERGENCIA



FEB 23 AL 26

Módulo X Circuito 11

#### **9.3.3.1.4 Control de Cargas**

##### **Situación Actual**

Después de evaluar el comportamiento de la demanda de Potencia Real (kW) y los horarios y frecuencia de utilización del inmueble por el personal, se pueden determinar las oportunidades de ahorro de energía en las horas que no hay o disminuye sensiblemente la ocupación del mismo.

##### **Situación Propuesta**

Instalar un sistema de control basado en un PLC\* con gabinetes para las Entradas/Salidas en cada piso, Panel Central de Control y equipo de medición que permita:

Controlar los circuitos eléctricos en forma automática, de acuerdo a horarios definidos de ocupación.

Controlar los circuitos eléctricos de cada piso en forma manual a través del Panel Central, en casos de excepción, por parte del personal de seguridad.

Adecuar de forma sencilla las condiciones de cambios de horarios, por requerimientos de operación.

Asegurar la repetitividad y confiabilidad de las operaciones.

Determinar los índices de consumo y estadísticas de las operaciones por piso, para efectuar su seguimiento y poder llevar a cabo acciones correctivas oportunamente.

Detectar en línea, condiciones de falla en los accionamientos de los circuitos.

\* Controlador Lógico Programable



## 9.4.0 CONCLUSIONES

En esta sección se muestra el ahorro de energía que se puede obtener en el inmueble al aplicar las propuestas, mismas que se presentan como **Acciones que requieren una inversión mínima** y pueden realizarse mediante el cambio de hábitos de los usuarios en la utilización de la energía, la adecuación de las instalaciones y la aplicación de programas de mantenimiento correctivo y preventivo, así como en la incorporación de **Equipos** que controlen y aprovechen mejor la energía.

En la propuesta de **Equipos** se indica de forma individual, la inversión requerida de acuerdo a las condiciones y utilización actual de las instalaciones. Cabe aclarar que el ahorro de energía y período de recuperación individual variará de acuerdo a la secuencia de implantación de las medidas ya que las subsecuentes tendrán un potencial marginal.

La secuencia que se muestra está basada en el monto de la inversión requerida para su implementación.

También se muestran los beneficios adicionales que se obtienen al mejorar las instalaciones como **Seguridad y Confort**.

Dentro de las inversiones no se considera la mano de obra ya que se propone realizarse con el personal de mantenimiento.

## RESUMEN

EQUIPOS	AHORRO CONSUMO (kWh)	AHORRO DEMANDA (kW)	IMPORTE AHORRO ENERGIA (NS)	IMPORTE AHORRO OTROS (NS)	IMPORTE AHORRO TOTAL (NS)	INVERSION (NS)	PERIODO RECUPE- RACION (MESES)	FACTOR POR MEDIDA ANTERIOR
CONTROL MANUAL DE CARGAS	116,188	0	16,257		16,257	0	0.0	100%
CONTROLADOR DE CARGAS	174,282	0	24,386		24,386	70,000	34.4	100%
SENSORES DE MOVIMIENTO	34,848	132	8,015		8,015	11,264	16.9	100%
FOTOCELDAS	36,894	235	10,745		10,745	7,350	8.2	100%
REEMPLAZO DE LAMPARAS Y BALASTRAS ALTA EFICIE	12,191	171	5,773		5,773	3,323	6.9	60%
REFLECTORES ESPECULARES	46,307	175	10,650	8,213	18,863	90,155	57.4	40%
<b>TOTAL EQUIPOS</b>	<b>420,710</b>	<b>713</b>	<b>75,825</b>	<b>8,213</b>	<b>84,038</b>	<b>182,092</b>	<b>26.0</b>	

POTENCIAL DE AHORRO EN CONSUMO  
 POTENCIAL DE AHORRO EN DEMANDA

60.4%

54.0%

Los datos se presentan en forma anualizada

## ACCIONES

	MEDIDAS	BENEFICIOS
MANTENIMIENTO	LINEAS DE ALIMENTACION Y TIERRA	SEGURIDAD, PROLONGAR VIDA A EQUIPOS
	LIMPIEZA DIFUSORES	MEJORAR NIVEL ILUMINACION, CONFORT
	COMPLETAR INST. DIFUSORES ACRILICOS	CONFORT
	PROG. INSPECCION Y REEMPLAZO LAMPARAS	CONFORT
	ADECUAR UBICACION LAMPARAS A LUGARES DE TRABAJO	CONFORT
	PINTURA DE PAREDES CON COLORES CLAROS	MEJORAR NIVEL ILUMINACION, CONFORT
CIRCUITOS DE ALIMENTACION	IDENTIFICACION	CONTROL, SEGURIDAD
	ELABORACION DE PLANOS	CONTROL
	ACCESO A CUARTOS DE INTERRUPTORES	SEGURIDAD
SEPARACION DE CIRCUITOS	REUBICACION INTERRUPTORES DE PARED	AHORRO ENERGIA
	REUBICACION DE LAMPARAS POR CIRCUITO	AHORRO ENERGIA
	APAGADOR COLGANTE POR LUMINARIA	AHORRO ENERGIA
HABITOS	MANTENER CORTINAS ABIERTAS	AHORRO ENERGIA
	OPERAR INTERRUPTORES DE PARED DE ACUERDO A USO	AHORRO ENERGIA
	PROMOVER LA CULTURA DE AHORRO DE ENERGIA	AHORRO ENERGIA
ELEVADORES	MANTENIMIENTO	SEGURIDAD
	MODIFICACION OPERACION SISTEMA DE CONTROL	AHORRO ENERGIA, CONFORT

## 1) CONTROL DE CARGAS

### Descripción

Adecuar la operación de las cargas con los requerimientos de utilización de los usuarios, evitando consumos innecesarios y envejecimiento prematuro de los equipos.

### Aplicación y Beneficio

El control se efectúa sobre los circuitos, desconectándolos desde los centros de carga, una vez que el personal abandonó el área de trabajo y conectándolos al inicio.

Esta operación puede efectuarse manualmente, estableciendo una rutina diaria de operación de los interruptores termomagnéticos en los centros de carga, por parte del personal de seguridad de acuerdo a los horarios de utilización de cada circuito, sin que esto implique inversión alguna. Los resultados dependerán del seguimiento que se dé al programa y a la desconexión oportuna de cada circuito.

Esta función puede ser realizada por un Sistema de Control basado en un PLC enlazado a un medidor de red OPH-03 que opere en forma automática cada circuito de acuerdo al programa definido de los horarios de utilización en forma confiable y repetitiva, permitiendo adecuar el programa a las necesidades cambiantes y excepciones que se presenten, así como el registro y señalización de fallas y la obtención de estadísticas e índices de consumo de la carga.

CONSUMO ANUAL TOTAL (KWH)	696,294
CONSUMO ACTUAL HORAS LABOR (KWH)	345,906
CONSUMO ACTUAL HORAS NO LABOR (KWH)	350,388
CONSUMO MODIFICADO NO LABOR (KWH)	59,918
AHORRO ANUAL CONSUMO (KWH)	290,470

IMPORTE AHORRO ANUAL	40,643
INVERSION *	70,000
PERIODO RECUPERACION (MESES)	20.7

\*Inversión estimada del Sistema de Control  
Para la operación manual, no se requiere inversión.

## 2) SENSORES DE MOVIMIENTO

### Descripción

Son dispositivos que controlan el alumbrado de oficinas, optimizando su operación ya que encienden el alumbrado automáticamente en condiciones de baja iluminación y presencia de personal y lo apaga cuando ya no se requiere.

Se instalan reemplazando el interruptor de pared existente, verificando que su ubicación cubra el área de trabajo de la oficina, permitiendo ajustar el retardo de tiempo de su operación y el nivel mínimo de iluminación para que opere.

### Aplicación y Beneficio

Se propone su instalación en oficinas de ejecutivos y salas de juntas, cuya ocupación es intermitente, permitiendo aprovechar la luz natural, lo que disminuiría el consumo y demanda anual en:

No.SENSORES	44
WATTS POR OFICINA	500
HORAS DE OCUPACION	12
DIAS OCUPACION MENSUAL	22
CONSUMO ANUAL (KWH)	69,696
% UTILIZACION ALUMBRADO	50%
AHORRO ANUAL DEMANDA (KW)	132
AHORRO ANUAL CONSUMO (KWH)	34,848

IMPORTE AHORRO ANUAL	8,015
INVERSION	11,264
PERIODO RECUPERACION (MESES)	16.9

### 3) FOTOCELIDAS

#### Descripción

Son dispositivos que controlan el alumbrado de oficinas o áreas abiertas donde se puede aprovechar la luz natural, encendiendo el alumbrado automáticamente cuando el nivel de iluminación es bajo.

Se instalan en la parte interior del gabinete a través de un barreno que les permite distinguir el nivel de iluminación exterior y actuar sobre las lámparas. El circuito se apaga con interruptor de pared.

#### Aplicación y Beneficio

Se propone su instalación en oficinas y áreas en general que se localicen cerca de ventanas, asegurando que las lámparas que controla una fotocelda, tengan las mismas condiciones de iluminación exterior y los circuitos se hayan separado de acuerdo a los criterios definidos.

No.FOTOCELIDAS	147
WATTS A CONTROLAR	27,950
HORAS DE UTILIZACION	12
DIAS UTILIZACION MENSUAL	22
CONSUMO ANUAL (KWH)	88,546
HORAS APROVECHABLES LUZ NAT.	5
% COINCIDENCIA DEMANDA MAX	70%
AHORRO ANUAL DEMANDA (KW)	235
AHORRO ANUAL CONSUMO (KWH)	36,894

IMPORTE AHORRO ANUAL	10,745
INVERSION	7,350
PERIODO RECUPERACION (MESES)	8.2

#### 4) LAMPARAS Y BALASTRAS DE ALTA EFICIENCIA

##### Descripción

Son lámparas fluorescente fabricadas con nuevas mezclas de gases en su interior y polvos fluorescentes en el recubrimiento del tubo, logrando mantener el mismo nivel de iluminación con un consumo menor de energía.

Las balastras tienen un nuevo diseño que permite operar más eficientemente e incluyen protección térmica que asegura un menor consumo y prolongan al menos el doble de vida útil.

Su instalación y dimensiones son las mismas que las convencionales, lo que las hace completamente intercambiables.

##### Aplicación y Beneficio

Se propone su instalación como reemplazo de las lámparas existentes de 2 x 38 y 2 x 74.

No.LAMPARAS	358
WATTS CONSUMIDOS X LAMPARAS	19,004
No.BALASTRAS	179
WATTS CONSUMIDOS X BALASTRAS	4,751
HORAS DE UTILIZACION	12
DIAS UTILIZACION MENSUAL	22
CONSUMO ANUAL (KWH)	75,256
% DE AHORRO	27%
AHORRO ANUAL DEMANDA (KW)	285
AHORRO ANUAL CONSUMO (KWH)	20,319

IMPORTE AHORRO ANUAL	9,621
INVERSION*	3,323
PERIODO RECUPERACION (MESES)	4.1

\* Se considera únicamente la diferencia en precio contra las existentes

## **5) REFLECTORES ESPECULARES**

### **Descripción**

Son reflectores con acabado tipo espejo que permiten eliminar el 50% de las lámparas y balastras sin disminuir sensiblemente los niveles de iluminación o incrementar de forma importante el nivel de iluminación con las mismas lámparas.

Se instalan en el espacio que existe entre la pared del gabinete y los tubos o lámparas.

### **Aplicación y Beneficio**

Se propone su instalación en todos los gabinetes, considerándose para el cálculo los ahorros por Energía y reemplazo de lámparas y balastras.



**ENERGIA**

No.REFLECTORES	949
WATTS A CONTROLAR	73,086
HORAS DE UTILIZACION	12
DIAS UTILIZACION MENSUAL	22
CONSUMO ANUAL (kWh)	231,536
% DE AHORRO	50%
AHORRO ANUAL DEMANDA (kW)	439
AHORRO ANUAL CONSUMO (kWh)	115,768

IMPORTE AHORRO ANUAL ENERGIA	26,625
------------------------------	--------

**REEMPLAZO LAMPARAS**

No.DE LAMPARAS EXISTENTES	2700
COSTO DE LAMPARA	10
VIDA UTIL (MESES)	42
% LAMPARAS REQUERIDAS	50%

IMPORTE AHORRO ANUAL REMP.	3,857
----------------------------	-------

**REEMPLAZO BALASTRAS**

No.DE BALASTRAS EXISTENTES	764
COSTO DE BALASTRA	57
VIDA UTIL (MESES)	60
% LAMPARAS REQUERIDAS	50%

IMPORTE AHORRO ANUAL REMP.	4,356
----------------------------	-------

TOTAL IMPORTE ANUAL AHORRO	34,839
INVERSION	90,155
PERIODO RECUPERACION (MESES)	31.1

## CONCLUSIONES

México es un país que cuenta con valiosos recursos energéticos, por lo que debe administrarlos y aprovecharlos al máximo. Además necesita del apoyo de Proyectos de Economía de la Energía y es el momento propicio para practicarlos, ya que el país es un campo virgen para esta nueva modalidad, por lo que cuenta con grandes oportunidades para el desarrollo de los proyectos.

El consumo Nacional de Energía se incrementó 2.7 por ciento de 1990 a 1991, cuando de 1989 a 1990 fue de 0.2% solamente.

La producción destinada al país de energía primaria se incrementó en 0.92% de 1989 a 1990 y en 0.77% de 1990 a 1991.

La estadística nos muestra que el país demanda cada vez más Energía y es muy probable que lo siga haciendo en los años posteriores si no se toman medidas adecuadas muy pronto de Administración y mejor aprovechamiento de la Energía. El crecimiento en el consumo Nacional de la Energía es considerable y el ritmo del crecimiento de la producción no lo fue tanto.

En 1991, los requerimientos de Energía en el país por Unidad de Producto Interno Bruto fueron 250 kilocalorías por cada peso producido, cifra 0.9 % inferior a la de 1990, y comparativamente de 1989 a 1990 disminuyó en 3.5%.

El gobierno de México ya tiene varios organismos dedicados al aprovechamiento de la Energía para el país. Esta rama, aunque es prácticamente nueva ha tenido grandes avances en las campañas y se ha extendido bastante, prueba de ello son los resultados obtenidos recientemente, con los Diagnósticos Energéticos que se han aplicado, tanto a la industria como a los edificios del gobierno.

Posteriormente se irá extendiendo hacia otros inmuebles de interés, como lo son las viviendas en casas habitación y condominios, existiendo por el momento una serie de recomendaciones y cuidados muy simples para ser aplicadas por los propios inquilinos, incorporándose al plan de Ahorro del consumidor.

En cuanto a los Energéticos, los hidrocarburos siguen siendo el pilar de la producción de la Energía primaria con

el 90.3% de participación, la biomasa con el 4.4%, la electricidad con el 3.8% y el carbón con el 1.5%.

Como se ve, uno de los principales patrimonios del país como lo es el petróleo, se explota por una parte para ser utilizado como energético de la nación, es decir en 1991 se utilizó el 48.64% del total de la producción de petróleo crudo, y por otra parte para ser exportado en grandes cantidades, pues según las estadísticas del mismo año, el porcentaje de exportación de petróleo crudo era de 51.38% del total de la producción en México, aumentando las exportaciones de este Energético, con respecto al año anterior.

Por lo que se propone concentrar la atención hacia otros Energéticos, ofreciendo un presupuesto a la investigación de nuevas formas de Energía, explotando aún más estos recursos con nuevas tecnologías aunque fueran importadas en un principio, pues hay países que aventajan en este tópico y dada la urgencia para el país de racionalizar el uso de petróleo, al igual que las limitaciones en las exportaciones de este valioso energético en la medida de lo posible.

En la cuestión eléctrica mundial, para 1989, los países desarrollados ya habían alcanzado un gran crecimiento y desarrollo en esta materia; Estados Unidos, Canadá, URSS, Europa y Asia, con el 89% de la capacidad instalada mundial, pero los países en vías de desarrollo; América Latina, África, y Oceanía contaban con el 11% solamente, aún en la actualidad todavía tendrán que dejar pasar algunos años para lograr una estabilidad en sus sistemas eléctricos.

Particularmente México pasó de una etapa en donde el sector eléctrico llevaba un crecimiento del 8.5% (1975 a 1982) a otra etapa de un crecimiento negativo de 5.7% promedio (1983 a 1989) y variando insignificadamente a 5.59% (1990 a 1991). A partir de 1996, se espera un crecimiento estabilizado ubicado alrededor del 3% anual. Para 1991, la capacidad instalada para la generación de electricidad en el país totalizó 26797 MW.

Se sabe que en algunos países existen ya resultados importantes de las campañas permanentes de Ahorro de Energía, como ejemplo de ello se puede mencionar; la fabricación de equipos electrodomésticos que son más eficientes y que consumen menos Energía, así como lámparas y equipos de iluminación ahorradores. Es de esperarse que este fenómeno se extienda a otros países en unos años más, por lo que respecta a México, ya existe gran variedad de productos ahorradores en el mercado.

Un aspecto interesante que se deja ver en este estudio es que económicamente es más conveniente Ahorrar Energía y

con ello llevarla a nuevos consumidores, que construir plantas generadoras. De esta manera el problema de Ahorrar Energía se trata de resolver tomando en cuenta la Economía del país, que en esta época es muy conveniente considerar, pues existen planes de inversión de Ahorro de Energía que son muy accesibles para las empresas. Siendo esta, otra razón más para implantar los planes de Economía Energética en el país.

La economía de la Energía es un estudio que refleja un tema prácticamente nuevo y es de interés para toda una sociedad que se beneficia con él. El beneficio de esta economía, tiene dos modalidades: tanto en comunidad como en forma individual, en comunidad cuando se realizan Diagnósticos a inmuebles como: oficinas, escuelas, talleres, industria, etc. e individual puesto que el dinero que se invierte para beneficio personal en un hogar por ejemplo, posteriormente se refleja en un ahorro para el bolsillo del ciudadano que al mismo tiempo contribuye beneficiando a la comunidad y a la economía del país.

El economizar Energía visto como negocio, involucra y beneficia por un lado a los comerciantes interesados en la venta de los equipos, instrumentos, y dispositivos eléctricos, que comercian con este "nuevo" mercado. Además de difundir el tema de interés, instruyendo y orientando a la gente que desconoce esta modalidad, de las ventajas y beneficios de adquirir estos implementos modernos y por otro lado, el cliente se beneficia con estas adquisiciones, que a la postre incurrirán en un ahorro tanto personal como comunitario.

También hay beneficio para los clientes que practican proyectos de Ahorro de Energía y adquieren los equipos, que sin estos, no sería posible la realización de los proyectos. Asimismo el país es beneficiado y el interés es de todos.

Para muchas personas el oír hablar de Ahorrar Energía no solo es un tema nuevo, sino que poco o nada han oído hablar de él, es decir; que a pesar del campo tan amplio, la extensión, y no se diga la importancia que ha tenido en los últimos años este tema, mucha gente lo desconoce, sin saber que pueden participar con acciones sencillas y contribuyendo en el Ahorro de Energía.

Desde el momento en que se dé razón a la gente de la problemática que enfrenta el país, es decir al crearles conciencia, ya se está Ahorrando Energía, porque con solo cambiar los hábitos y las conductas equivocadas de la gente, se está contribuyendo enormemente a la campaña. Una observación interesante como medida, es la que se refiere precisamente a la modificación de los hábitos y conductas que van en contra del Ahorro de la Energía, pues tan solo

este cambio, representa una gran porción en los porcentajes resultantes de un Diagnóstico Energético.

La colaboración de todos es la base de las medidas en general, sin esta participación no se lograrían los resultados deseados en el proyecto, puesto que el desarrollo de sus diferentes etapas es alimentado cada vez por las acciones de todos, desde la detección de las condiciones de un inmueble hasta el seguimiento de las acciones a futuro del proyecto de inversión y que para ser eficiente no debe ser interrumpido en ninguna de sus etapas.

Un Diagnóstico Energético, de primer nivel, es un plan muy conveniente para aquellas empresas que no cuentan con suficientes recursos financieros. Este plan no requiere de grandes inversiones y es muy versátil en su aplicación. La relación beneficio-costos que representa, es muy atractiva ya que con "mínimos" recursos se obtienen grandes resultados en el Ahorro de la Energía, por lo que se convierte en un proyecto muy rentable.

Es importante mencionar, que la parte financiera de un proyecto debe considerar un método para la recuperación de la inversión, en donde su objetivo principal sea la rentabilidad del proyecto y no la liquidez del mismo, es decir; preocuparse por la rentabilidad que produce en su vida útil y no por recuperar la inversión en el menor tiempo posible.

Aún así, en muchos proyectos de Ahorro de Energía, el inversionista considera solo recuperar la cantidad invertida por medio de los ingresos que produce el proyecto, sin considerar el valor en el tiempo (método del período de recuperación) con un criterio, en el que, el tiempo de recuperación lo establece el propio inversionista.

Las razones de esta selección son:

1. Es un método de análisis muy útil para empresas pequeñas y medianas con bajos recursos financieros para un proyecto que aún siendo muy rentable, tenga un período de recuperación de la inversión muy largo.
2. Es útil para proyectos que no tienen un análisis muy detallado.
3. Las alternativas de la inversión deben ser mutuamente excluyentes.

Existen varios métodos para la evaluación de proyectos y la selección de uno de ellos, dependerá de las condiciones que restringen a la empresa y de los objetivos, así como de las metas que se hayan impuesto. Estos métodos, contemplan

la situación en la que se tengan varias alternativas, por lo que se seleccionará la que sea más rentable.

Las medidas propuestas en esta guía, son muy sencillas, y de fácil aplicación, pero es muy recomendable que sean apoyadas con pláticas, reuniones y conferencias informativas para el personal en general donde se muestre la forma de su aplicación, y mucho más la importancia y los Ahorros reales que se tienen con su cumplimiento, para con esto, reforzar periódicamente la importancia de la aplicación de las medidas.

También debe haber cursos especializados de capacitación dirigidos al personal de Mantenimiento e Intendencia que cubran cuestiones más técnicas.

Se espera que esta guía de apoyo, sea un medio informativo que sirva como base de ayuda para los fines y objetivos que se plantean los dirigentes de una empresa, que están interesados en mejorar el bienestar ambiental y del país con la Economía y Administración de la Energía.

## BIBLIOGRAFIA

### Artículos

- Tratado de Libre Comercio  
CANAME (cámara nacional de manufacturas eléctricas)  
Agosto 1990.
- Cómo Ahorrar Energía en climas tropicales.
- La realidad es más bella que la Teoría  
Ing. Rubén Avlia Espinosa  
México 1993.

### Boletines

- CEERT  
Coalition for Energy Efficiency and Renewable Technologies.  
Spring 1993.
- BESP  
Building Energy standards progress at ASHRAE winter meeting  
Spring 1993.
  
- Balance Nacional de Energía 1990, 1991.  
Semip
- Catálogo condensado para todo tipo de iluminación  
Holophane, México 1993.

### Libro

- Diagnósticos Energéticos  
Edición 2  
9 de Septiembre de 1992  
J/R Avila Espinosa.

**Manuales**

- Subcomisión de Ahorro de Energía del Gobierno federal.  
AEI. Para Ahorro de Energía en inmuebles.  
1a Edición  
Noviembre 1992.

**Reportes**

- Perspectivas del sector eléctrico y su influencia en los -  
usuarios.  
  
Foro de Ingeniería de conservación del sistema nacional de  
salud.  
Octubre 1992
- Instituto de investigaciones eléctricas  
División de sistemas eléctricos  
Agosto 1992

**Revistas del FIDE**

- Cómo Ahorrar Energía Eléctrica  
CAINTRA (Cámara de la industria de la transformación)  
México 1992.
- Energía racional  
Revista informativa del Ahorro de Energía eléctrica.  
México, Octubre 1992.
- Elementos básicos de un Diagnóstico Energético orientado a  
la aplicación de un programa de Ahorro de Energía.  
México 1992.
- Fideicomiso de apoyo al programa de apoyo de Energía del  
sector eléctrico.  
Ing. Alfredo Badillo T.  
Ing. José Luis bonilla G.  
México 1992.
- Proyecto para reducir el consumo eléctrico en edificios  
Noviembre de 1992.



**-Recomendaciones para el ahorro de Energía Eléctrica en edificios.**

**-Recomendaciones para el Ahorro de Energía en motores eléctricos.**  
**Recomendaciones para alumbrado público tipo suburbano.**

**-Revista del consumidor:**  
**Lámparas Fluorescentes Ahorradoras de Energía**  
**Procuraduría Federal del Consumidor**  
**México, Marzo 1993.**