

# Diagnóstico energético y elaboración de propuestas de uso eficiente de energía eléctrica para una institución educativa

Jesús Héctor Hernández López, Rafael León Velázquez, Armando Ambrosio López

**Resumen**— Este artículo presenta el diagnóstico energético, nivel I, realizado en las instalaciones de una institución educativa, el cual incluye el análisis de facturación histórica, la situación energética actual, la identificación de áreas de oportunidad para el uso eficiente de energía eléctrica y la presentación de las principales propuestas de ahorro de energía. Dentro de las alternativas más viables para dicha empresa se presentan la sustitución de equipo de iluminación actual por equipo más eficiente, la eliminación del horario punta en el periodo de verano y el movimiento de 10 días hábiles de agosto a diciembre. Se reserva el estudio de los sistemas de acondicionamiento de aire para estudios posteriores.

**Palabras clave**— Diagnóstico energético, energía eléctrica, iluminación.

## I. INTRODUCCION

Los recursos energéticos no renovables para la generación de energía están presentando un problema grave para las compañías generadoras de energía eléctrica, debido a que dichos recursos cada día son más escasos y la demanda de energía crece cada año. Para solucionar el problema de desabasto de energía los gobiernos de los países apuestan su futuro en dos estrategias: la primera es la búsqueda y aprovechamiento de fuentes de energía renovable, tales como la energía eólica, solar y biomasa principalmente; la segunda estrategia es la cultura del uso eficiente de energía, es decir, la disminución del consumo energético al implementar estrategias de uso inteligente de energía con la finalidad de

utilizar menos energía sin afectar la seguridad, la comodidad y la productividad de los usuarios.

Como consecuencia, en nuestro País se han creado organismos orientados a impulsar las dos estrategias anteriores, uno de estos organismos es la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), la cual fue creada en 1989 y en 1999 fue decretada presidencialmente como un organismo desconcentrado de la Secretaría de Energía.

La CONAE desarrolla diferentes metodologías de diagnóstico energético para los sistemas que emplean grandes cantidades de energía en industrias y empresas, la energía eléctrica constituye un insumo estratégico que asegura el progreso económico del país y un nivel adecuado en la calidad de vida de sus habitantes. Debido a esto, las empresas e industrias Mexicanas han sentido la necesidad de incorporar en sus estrategias y programas, el concepto de conservación de energía que incluye aspectos como: Manejo de la demanda y uso racional de la energía eléctrica.

Otro organismo que también se preocupa por el ahorro de energía, así como de su uso eficiente es el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), el cual es un organismo privado no lucrativo, creado en 1990 en donde su comité técnico que es un órgano de gobierno esta compuesto por: La CFE, la CONAE, Luz y Fuerza del Centro, Cámara Nacional de la Industria de Transformación y otros organismos privados, las funciones principales del FIDE son:

- Modificar patrones de consumo de energía eléctrica, consolidando una cultura del ahorro.
- Hacer una amplia difusión del ahorro de energía eléctrica, usando todos los mecanismos y medios disponibles.
- Demostrar que el ahorro de energía eléctrica es técnicamente factible, económicamente rentable y socialmente benéfico.
- Lograr la integración plena y sistemática de la gestión del ahorro de energía eléctrica en la planeación del sector.

Es por ello que surge el interés, en esta empresa educativa, de realizar varias propuestas para el estudio energético de sus instalaciones y colaborar en el uso eficiente y aprovechamiento de la energía eléctrica, para ello se realizarán programas para racionalizar la energía y consecuentemente se tendrá una disminución en el consumo y demanda de energía, obteniendo así, un menor costo en el pago de facturación.

Manuscrito recibido el 20 de Junio del 2005. Este trabajo es respaldado por impulso, revista de electrónica, eléctrica y sistemas computacionales.

Jesús Héctor Hernández López actualmente labora como Profesor-Investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el Instituto Tecnológico de Sonora Ave. Antonio Caso S/N Col. Villa ITSON; Ciudad Obregón, Sonora, México; C.P. 85130; Tel: (644) 4109000, ext. 1200; Fax: (644) 4109001. (e-mail jehdez@itson.mx)

Rafael León Velázquez actualmente se desempeña como Jefe del Departamento de Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Sonora Ave. Antonio Caso S/N Col. Villa ITSON; Ciudad Obregón, Sonora, México; C.P. 85130; Tel: (644) 4109000, ext. 1200; Fax: (644) 4109001. (e-mail rleon@itson.mx)

Armando Ambrosio López hasta la fecha de ha desempeñado como Profesor-Investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el Instituto Tecnológico de Sonora Ave. Antonio Caso S/N Col. Villa ITSON; Ciudad Obregón, Sonora, México; C.P. 85130; Tel: (644) 4109000, ext. 1200; Fax: (644) 4109001. (e-mail aambrosi@itson.mx).

II. DESARROLLO

1. Descripción de la empresa

GIRO DE LA EMPRESA:	<b>EDUCATIVO (LICENCIATURA Y POSGRADO)</b>
INSTALACIONES:	<b>LA EMPRESA CUENTA CON LAS SIGUIENTES ÁREAS:</b> Oficinas Administrativas, Biblioteca, Aulas, Laboratorios, Centro de Cómputo, Gimnasio, Cubículos para maestros, Aulas de Proyección, Cafetería, Librería, Almacén, Áreas Deportivas y de Estacionamiento.

PRINCIPALES CARGAS:	<b>AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACIÓN, EQUIPO DE CÓMPUTO, EQUIPO DE OFICINA Y ABANICOS.</b>
HORARIO DE OPERACIÓN:	<b>EN ALGUNAS ÁREAS DE 07:00 A 22:00 HORAS, EN OTRAS HORARIO DE OFICINA (DE 09:00 A 13:00 Y DE 15:00 A 17:00).</b>
SERVICIO:	<b>MEDIA TENSIÓN</b>
TARIFA:	<b>HORARIA MEDIA TENSIÓN (HM), REGIÓN NOROESTE</b>

2. Análisis de facturación histórica

En la figura 1 aparece el consumo mensual de energía eléctrica en los años 2001, 2002 y 2003. Se aprecia claramente que el comportamiento es similar en los tres años, presentando un patrón de consumo bien definido, en donde el consumo mayor se presenta en los meses de verano. En la Tabla 1 se presenta la cantidad de energía consumida en cada uno de los meses y el total anual de los tres años analizados. El consumo total anual es aproximadamente de 1,500,000 kWh.

La demanda Facturable mensual de los años 2001, 2002 y 2003 se presenta en la figura 2. Aquí se aprecia que existe un patrón similar en los tres años analizados, ocurriendo los valores mayores en el horario de verano que es donde aparece el periodo punta, de acuerdo con la Tarifa HM. El valor mayor de demanda facturable es de aproximadamente 800 kW y se presenta en los meses de agosto y septiembre.

En la figura 3 se aprecia claramente que el factor de potencia se ha mantenido arriba del 90% en todos los meses del año desde enero de 2001 hasta la fecha. Se concluye que este problema ha sido controlado en forma satisfactoria y que no es necesario mejorarlo pues los ahorros que se tendrían no serían significativos. El importe mensual de energía eléctrica se presenta en la Tabla 2, el patrón también es similar en cada uno de los años analizados. El importe anual de energía eléctrica es aproximadamente de \$1,500,000.00.

TABLA 1. CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA DURANTE LOS AÑOS 2001, 2002 Y 2003.

Mes/Año	Consumo [kWh]		
	2001	2002	2003
Ene	62,400	64,800	69,600
Feb	69,600	69,600	72,000
Mar	81,600	67,200	81,600
Abr	79,200	93,600	74,400
May	148,800	136,800	132,000
Jun	182,400	168,000	
Jul	163,200	141,600	
Ago	156,000	180,000	
Sep	228,000	228,000	
Oct	117,600	160,800	
Nov	110,400	91,200	
Dic	50,400	50,400	
TOTAL	1,449,600	1,452,000	429,600

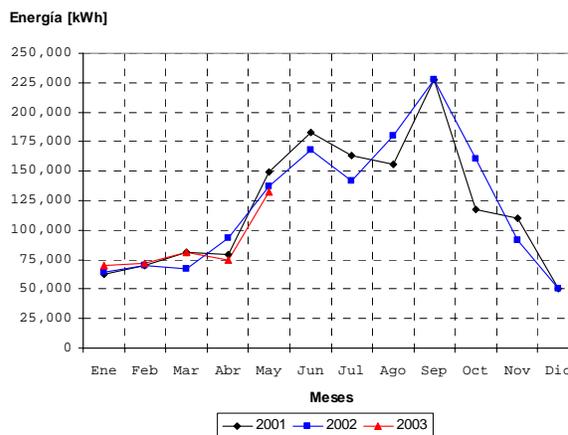


Fig. 1. Consumo mensual de energía eléctrica durante los años 2001, 2002 y 2003.

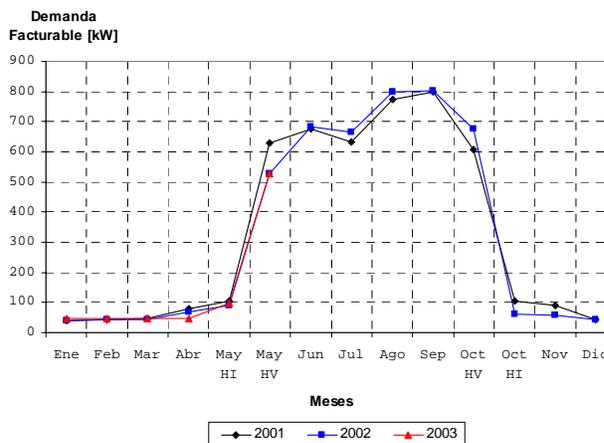


Fig. 2. Demanda Facturable mensual en los años 2001, 2002 y 2003.

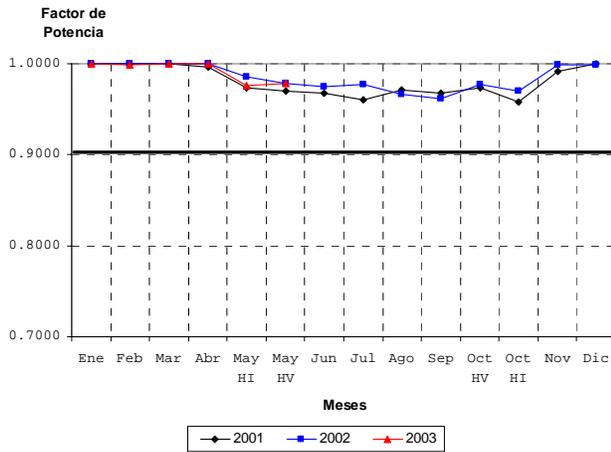


Fig. 3. Factor de potencia mensual durante los años 2001, 2002 y 2003.

TABLA 2. IMPORTE MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Mes/Año	Importe [\$]		
	2001	2002	2003
Ene	\$31,402	\$29,863	\$40,844
Feb	\$36,874	\$32,669	\$41,885
Mar	\$39,660	\$31,378	\$47,538
Abr	\$41,382	\$44,591	\$48,116
May	\$142,051	\$114,661	\$159,516
Jun	\$226,620	\$218,050	
Jul	\$193,158	\$201,118	
Ago	\$202,446	\$262,421	
Sep	\$257,787	\$299,549	
Oct	\$182,416	\$224,330	
Nov	\$52,906	\$51,579	
Dic	\$25,143	\$31,165	
TOTAL	\$1,431,845	\$1,541,374	\$337,899

En la siguiente tabla se muestra el costo promedio mensual por cada kWh de energía eléctrica consumida, resultado de dividir la energía mensual consumida en kWh entre el importe de cada mes. Se observa que el costo promedio de la energía es mayor en los meses de verano, esto es debido al incremento en la demanda facturable que ocurre en estos meses aunado al incremento en el costo del kWh en periodo punta.

### 3. Análisis de facturación de energía eléctrica durante el año 2002.

Para caracterizar el patrón de consumo de energía eléctrica de la empresa se analizaron a detalle los datos históricos de consumo e importe de energía en el año 2002, obteniéndose los resultados que a continuación se presentan. En la tabla 4 se presenta el consumo mensual de energía eléctrica en cada uno de los periodos: Punta, Intermedio y Base.

La tabla 5 presenta información sintetizada sobre el consumo de energía eléctrica en cada uno de los horarios del año (Invierno y Verano) y en cada periodo (Punta, Intermedio y Base).

Se observa claramente que el consumo anual en horario intermedio es mayor al consumo de los otros horarios debido a que dicho horario está presente todo el año, de acuerdo a la Tarifa HM. En las figuras 4, 5 y 6 se presenta gráficamente la información mostrada en las tablas 4 y 5.

TABLA 3. COSTO PROMEDIO MENSUAL POR KWH DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA DURANTE LOS AÑOS 2001, 2002 Y 2003.

Mes/Año	Costo promedio de energía [\$/kWh]		
	2001	2002	2003
Ene	\$0.50	\$0.46	\$0.59
Feb	\$0.53	\$0.47	\$0.58
Mar	\$0.49	\$0.47	\$0.58
Abr	\$0.52	\$0.48	\$0.65
May	\$0.95	\$0.84	\$1.21
Jun	\$1.24	\$1.30	
Jul	\$1.18	\$1.42	
Ago	\$1.30	\$1.46	
Sep	\$1.13	\$1.31	
Oct	\$1.55	\$1.40	
Nov	\$0.48	\$0.57	
Dic	\$0.50	\$0.62	
TOTAL	\$1.01	\$0.94	

TABLA 4. CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS DIFERENTES PERIODOS, DURANTE EL AÑO 2002.

Mes	Consumo de energía eléctrica [kWh], 2002			
	CP	CI	CB	CT
Ene	0	9,600	55,200	64,800
Feb	0	16,800	52,800	69,600
Mar	0	21,600	45,600	67,200
Abr	0	24,000	69,600	93,600
May HI	0	16,800	52,800	69,600
May HV	14,400	52,800	0	67,200
Jun	48,000	120,000	0	168,000
Jul	38,400	103,200	0	141,600
Ago	52,800	127,200	0	180,000
Sep	64,800	163,200	0	228,000
Oct HV	57,600	84,000	0	141,600
Oct HI	0	4,800	14,400	19,200
Nov	0	26,400	64,800	91,200
Dic	0	14,400	36,000	50,400
TOTAL	276,000	784,800	391,200	1,452,000
%	19.01%	54.05%	26.94%	100.00%

CP: Consumo en periodo Punta, CI: Consumo en periodo Intermedio, CB: Consumo en periodo Base, CT: Consumo Total

TABLA 5. CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS DIFERENTES HORARIOS Y PERIODOS, DURANTE EL AÑO 2002.

Horario	Consumo de energía eléctrica [kWh], 2002			
	CP	CI	CB	CT
Invierno	0	134,400	391,200	525,600
Verano	276,000	650,400	0	926,400
TOTAL	276,000	784,800	391,200	1,452,000

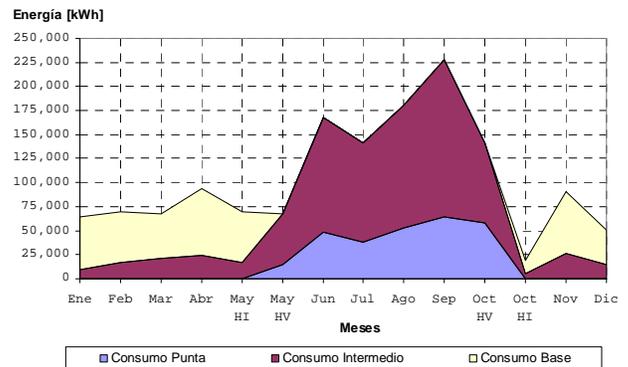


Fig. 4. Gráfica de áreas del consumo de energía eléctrica en los diferentes periodos, durante el año 2002.

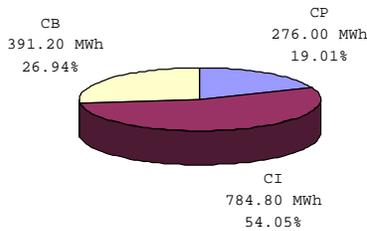


Fig. 5. Distribución porcentual, en distintos periodos del consumo de energía eléctrica en el año 2002.

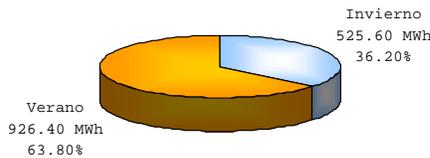


Fig. 6. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica durante el año 2002, en cada temporada.

Al finalizar el análisis de las gráficas anteriores se observa que el consumo de energía eléctrica es mayor en la temporada de verano que en la temporada de invierno, esto debido a la carga en aire acondicionado y refrigeración. Por otra parte se aprecia que el consumo de energía en el periodo punta representa el 19.01% del total anual, mientras que el consumo de energía en el periodo base es del 26.94 %. En la Tabla 6 se presenta el importe por consumo de energía eléctrica en cada uno de los meses del año 2002 separado en cada uno de los periodos de la Tarifa HM. En la tabla 7 se muestra una tabla resumen de la tabla 6. Las figuras 7 , 8 y 9 muestran la información contenida en las tablas 6 y 7 en forma gráfica.

TABLA 6. IMPORTE POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DURANTE EL AÑO 2002 EN LOS PERIODOS PUNTA, INTERMEDIO Y BASE.

Mes	Importe por Consumo de energía eléctrica, 2002			
	CP	CI	CB	CT
Ene	\$0	\$3,817	\$17,647	\$21,464.40
Feb	\$0	\$6,651	\$16,812	\$23,462.64
Mar	\$0	\$8,329	\$14,141	\$22,469.52
Abr	\$0	\$9,360	\$21,827	\$31,186.56
May HI	\$0	\$6,836	\$17,276	\$24,112.08
May HV	\$16,354	\$21,484	\$0	\$37,838.40
Jun	\$55,810	\$49,992	\$0	\$105,801.60
Jul	\$46,276	\$44,562	\$0	\$90,837.60
Ago	\$65,836	\$56,833	\$0	\$122,669.28
Sep	\$80,857	\$72,967	\$0	\$153,824.16
Oct HV	\$72,829	\$38,052	\$0	\$110,881.44
Oct HI	\$0	\$2,174	\$5,246	\$7,420.32
Nov	\$0	\$12,379	\$24,436	\$36,815.04
Dic	\$0	\$6,921	\$13,914	\$20,834.64

Después de analizar la información contenida en las figuras 7, 8 y 9 se observa que el importe del consumo de energía eléctrica en el periodo punta representa el 41.74% del importe

total por consumo. Esto es debido a que el costo por kWh de energía consumida en periodo punta es, aproximadamente, tres veces mayor al costo por kWh de energía consumida en los otros periodos.

TABLA 7. TABLA RESUMEN DEL IMPORTE POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL AÑO 2002.

Horario	Importe por Consumo de energía eléctrica, 2002			
	CP	CI	CB	CT
Invierno	\$0	\$56,467	\$131,298	\$187,765.00
Verano	\$337,963	\$283,890	\$0	\$621,853.00
TOTAL	\$337,963	\$340,357	\$131,298	\$809,618

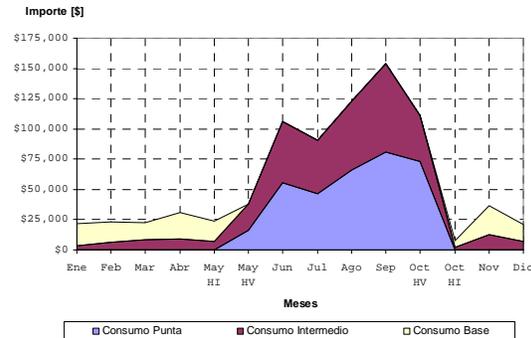


Fig. 7. Gráfica del importe del consumo de energía eléctrica durante el año 2002, en los periodos punta, intermedio y base.

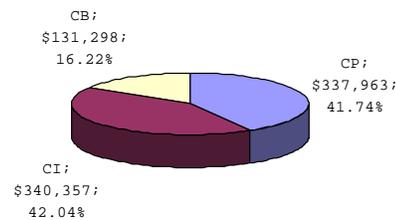


Fig. 8. Distribución porcentual del importe del consumo de energía eléctrica durante el año 2002, en los distintos periodos.

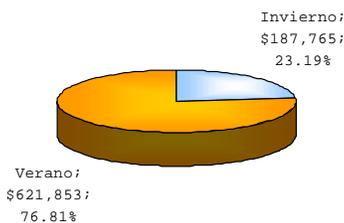


Fig. 9. Distribución porcentual del importe del consumo de energía eléctrica durante el año 2002, en cada temporada.

TABLA 8. FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DURANTE EL AÑO 2002.

Mes	Importe total de energía eléctrica 2002						
	DF	CT	FP	SUBTOTAL	DAP (3%)	IVA (15%)	TOTAL
Ene	\$4,492	\$21,464	-\$649	\$25,308	\$759	\$3,796	\$29,863
Feb	\$4,933	\$23,463	-\$710	\$27,685	\$831	\$4,153	\$32,669
Mar	\$4,804	\$22,470	-\$682	\$26,592	\$798	\$3,989	\$31,379
Abr	\$7,571	\$31,187	-\$965	\$37,792	\$1,134	\$5,669	\$44,595
May HI	\$5,134	\$24,112	-\$635	\$28,612	\$858	\$4,292	\$33,762
May HV	\$32,130	\$37,838	-\$1,392	\$68,576	\$2,057	\$10,286	\$80,919
Jun	\$82,566	\$105,802	-\$3,617	\$184,751	\$5,543	\$27,713	\$218,006
Jul	\$83,080	\$90,838	-\$3,409	\$170,509	\$5,115	\$25,576	\$201,200
Ago	\$103,568	\$122,669	-\$3,869	\$222,369	\$6,671	\$33,355	\$262,395
Sep	\$104,158	\$153,824	-\$4,154	\$253,829	\$7,615	\$38,074	\$299,518
Oct HV	\$74,426	\$110,881	-\$3,632	\$181,675	\$5,450	\$27,251	\$214,377
Oct HI	\$1,334	\$7,420	-\$158	\$8,596	\$258	\$1,289	\$10,143
Nov	\$8,017	\$36,815	-\$1,107	\$43,725	\$1,312	\$6,559	\$51,595
Dic	\$5,989	\$20,835	-\$665	\$26,158	\$785	\$3,924	\$30,867
TOTAL	\$522,202	\$809,618	-\$25,643	\$1,306,176	\$39,185	\$195,926	\$1,541,288
%	33.88%	52.53%	-1.66%	84.75%	2.54%	12.71%	100.00%

DF: Demanda facturable, CT: Consumo de energía, FP: Factor de potencia, DAP: Derecho a alumbrado público.

TABLA 9. TABLA RESUMEN DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL AÑO 2002 EN CADA TEMPORADA.

Horario	Importe total de energía eléctrica, 2002					
	DF	CT	FP	DAP	IVA	TOTAL
Invierno	\$42,275	\$187,765	-\$5,571	\$6,734	\$33,670	\$264,873
Verano	\$479,927	\$621,852	-\$20,072	\$32,451	\$162,256	\$1,276,415
TOTAL	\$522,202	\$809,618	-\$25,643	\$39,185	\$195,926	\$1,541,288

A continuación se presenta el desglose de la facturación de energía eléctrica en el año 2002. Se consideran los importes por energía consumida, por demanda facturable y por factor de potencia en cada uno de los meses de dicho año. Además se presentan el 15% de IVA y 3% por derecho a alumbrado público (DAP).

En las tablas anteriores se observa que el importe por demanda facturable representa un gran porcentaje de la facturación total de energía eléctrica. Además puede apreciarse que dicho concepto es muy alto en los meses de verano comparado con los meses de invierno.

De acuerdo a la Tarifa HM se puede observar que la demanda facturable depende directamente de la demanda máxima en periodo punta, esto es, mientras más grande es la demanda punta, mayor es la demanda facturable y por consiguiente mayor el importe que se paga por este concepto. Cabe mencionar que el periodo punta sólo existe en la temporada de verano.

En las figuras 10, 11 y 12 se muestra la información anterior en forma gráfica.

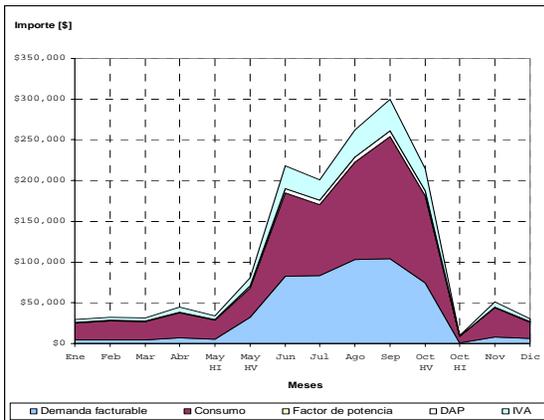


Fig. 10. Gráfica de áreas de la facturación de energía eléctrica durante el año 2002.

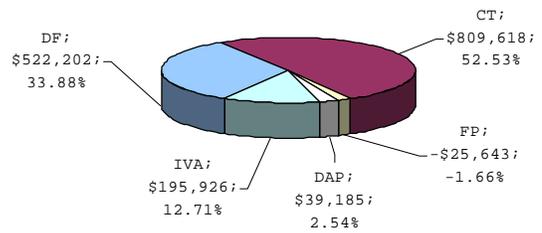


Fig. 11. Distribución porcentual de la facturación de energía eléctrica durante el 2002.

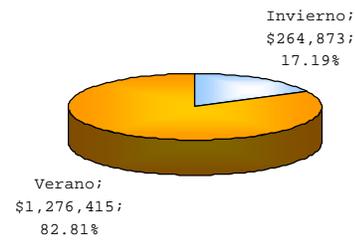


Fig. 12. Distribución porcentual de la facturación de energía eléctrica durante el 2002, en cada temporada.

De la figura 10 se desprende la idea de reducir la demanda facturable en los meses de verano, es decir, si se desconecta la mayor cantidad de equipo en el periodo punta, entonces la demanda facturable se reducirá en gran medida, ocasionando que el área azul de la figura 10 se reduzca considerablemente y con ésta el importe total de la facturación.

En la figura 12 puede observarse que el 82.81% del costo anual de energía eléctrica se paga en los meses de verano debido a los altos consumos y demandas que se tienen, por el uso de los equipos de refrigeración y aire acondicionado, y a la existencia del periodo punta, según la Tarifa HM.

En la tabla 10 se presentan las demandas máximas mensuales obtenidas en el año 2002, en donde se observa que al aparecer el periodo punta, en los meses de verano, la demanda facturable crece a la par con la demanda máxima

TABLA 10. DEMANDAS MÁXIMAS DE CADA MES DURANTE EL AÑO 2002.

Mes	Demanda máxima mensual 2002 (kW)			Demanda Facturable (kW)
	Punta	Inter	Base	
Ene	0	240	216	39
Feb	0	264	216	43
Mar	0	264	216	43
Abr	0	408	408	67
May HI	0	552	552	90
May HV	528	504	0	528
Jun	672	744	0	684
Jul	648	744	0	664
Ago	792	840	0	800
Sep	792	864	0	804
Oct HV	672	696	0	676
Oct HI	0	384	384	63
Nov	0	360	360	59
Dic	0	264	216	43

medida en dicho periodo, ocasionando altos costos en la facturación.

#### 4. Situación energética actual

En la figura 13 se muestra la capacidad instalada clasificada por categoría, en dicha figura se clasifican los equipos en cuatro categorías: Aire acondicionado, Iluminación, Equipo de cómputo y otros equipos. Al analizar la figura citada se observa que la capacidad instalada en aire acondicionado es la más grande debido a que los equipos de refrigeración y de aire acondicionado son grandes consumidores de energía comparados con los equipos de iluminación o de cómputo.

En la tabla 11 se muestra el consumo mensual durante el año 2002 por categoría, aquí puede observarse que el consumo en aire acondicionado representa el 45.59% del consumo anual, mientras que el equipo de iluminación representa el 27.32% y el equipo de cómputo el 15.6 %.

TABLA 11. CONSUMO MENSUAL POR CATEGORÍA DURANTE EL AÑO 2002

Mes	Consumo por Categoría (kWh)					Consumo Total
	AA	Ilum	Eq. Comp	Otros	Ilum Ext	
Enero	13,686.19	28,363.91	15,210.48	11,038.88	0.00	68,299.47
Febrero	15,617.41	36,490.44	19,893.35	14,922.03	0.00	86,923.23
Marzo	16,439.38	38,410.99	20,940.37	15,707.40	0.00	91,498.14
Abril	13,973.47	32,649.34	17,799.31	13,351.29	0.00	77,773.42
Mayo HI	9,041.66	21,126.04	11,517.20	8,639.07	0.00	50,323.97
Mayo HV	46,150.00	14,975.00	9,520.50	7,784.78	0.00	78,430.28
Junio	107,327.47	36,910.07	21,350.14	16,828.15	0.00	182,415.83
Julio	71,551.65	24,606.71	14,233.43	11,218.77	0.00	121,610.55
Agosto	95,299.76	28,502.49	17,753.64	11,688.45	0.00	153,244.34
Septiembre	129,287.26	38,101.34	21,463.00	16,794.71	0.00	205,646.31
Octubre HV	116,358.54	34,291.21	19,316.70	15,115.24	0.00	185,081.68
Octubre HI	4,109.84	9,602.75	5,235.09	3,926.85	0.00	22,874.53
Noviembre	16,439.38	38,410.99	20,940.37	15,707.40	0.00	91,498.14
Diciembre	9,575.04	16,028.91	10,343.89	6,833.19	0.00	42,781.03
Totales	664,857.05	398,470.18	225,517.47	169,556.21	0.00	1,458,400.91
Porcentajes	45.59	27.32	15.46	11.63	0.00	100.00

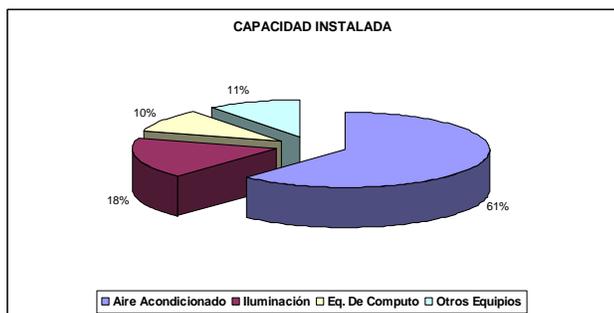


Fig. 13. Capacidad instalada.

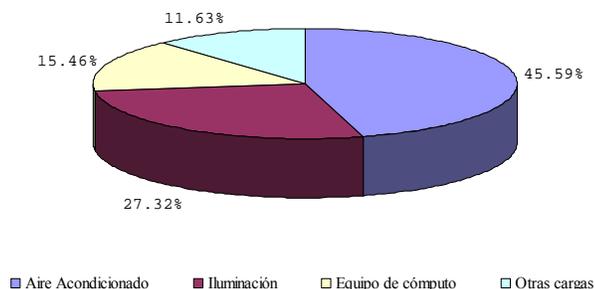


Fig. 14. Distribución porcentual por categorías del consumo de energía eléctrica, durante el año 2002.

En la figura 14 se muestra la distribución porcentual de consumo anual de energía eléctrica por cada una de las categorías identificadas en la carga, durante el año 2002.

#### 5. Propuestas de uso eficiente de energía

##### Propuesta de sustitución de lámparas y balastos de baja eficiencia por alta eficiencia.

La primera propuesta es el cambio de lámparas fluorescentes T – 12 por lámparas fluorescentes T – 8 y cambio de balastro electromagnético de baja eficiencia por un balastro electrónico de alta eficiencia. Al realizar el cambio del sistema de iluminación la potencia disminuirá, por consiguiente se obtendrá un ahorro en la facturación por conceptos de consumo y demanda anual.

Para dicha propuesta se necesita una inversión inicial (ver tabla 12), cabe mencionar que el periodo de recuperación es bueno (ver tabla 13).

##### Propuesta de cambios de los 10 días de agosto al mes de diciembre.

Al hacer el cambio de los 10 días del mes de agosto al mes de diciembre se elimina el horario de verano en el mes de agosto, por consiguiente en ese mes no se trabajará en el periodo punta, trayendo consigo un ahorro debido a que disminuirá la demanda facturable de mes de agosto (periodo de verano) además que el consumo de 10 días de agosto se cambia a diciembre (periodo fuera de verano) obteniéndose con esto un ahorro en consumo. Es importante mencionar que el poner en marcha esta propuesta no necesita de ninguna inversión por lo tanto es recomendable aplicarla ya que el mínimo ahorro que se puede obtener en general traerá un beneficio.

TABLA 12. INVERSIÓN PARA LA PRIMER PROPUESTA. FACTURACIÓN DEL PROYECTO

Cantidad	Descripción	Precio / unidad \$	Precio total \$
1678	Lampara fluorescente tipo T-8 ( 32w )	\$23	\$38,594
420	Balastro electronico 4*32 w	\$146	\$61,320
674	Lampara fluorescente tipo T-8 ( 59 w )	\$60	\$40,440
168	Balastro electronico 4*59 w	\$265	\$44,520
	<b>Total</b>		<b>\$184,874</b>
	<b>Descuento incentivo del FIDE / CFE</b>		
1678	Lampara fluorescente tipo T-8 ( 32 w )	\$3.60	\$6,040.80
420	Balastro electronico 4*32 w	\$44.05	\$18,501.00
674	Lampara fluorescente tipo T-8 59 w	\$14.40	\$9,705.60
168	Balastro electronico 4*59 w	\$68.00	\$11,424.00
	<b>Total</b>		<b>\$45,671.40</b>
	<b>Total \$</b>		<b>\$139,202.60</b>

TABLA 13. AHORRO Y AMORTIZACIÓN DE LA PRIMER PROPUESTA (LUMINACIÓN).

Ahorro	Amortización
Sit. Actual - Sit. Propuesta	Inversión/ Ahorro
1332381.37 - 1261365.37	139202.60/71016
Ahorro de \$71016	Amortización 1.96 años

TABLA 14. AHORRO AL APLICAR LA PROPUESTA DEL CAMBIO DE LOS 10 DÍAS DE AGOSTO A DICIEMBRE.

<b>Situación actual – Situación propuesta</b>
\$1,332,381.37 - \$1,282,375.00
Ahorro = \$50,006.37

TABLA 15. AHORRO AL APLICAR LA PROPUESTA DE ELIMINACIÓN DEL HORARIO PUNTA.

<i>Situación actual – Situación propuesta</i>
\$1,332,381.37 - \$1,190,280.29
Ahorro = \$142,101.08

### Propuesta de cambio de horario, eliminación de horario punta.

Como se pudo observar en el estado actual de la institución los meses que comprenden el horario de verano son los que tienen un mayor costo de consumo y demanda de la energía, esto se debe a que en el periodo de verano se cuenta con el horario punta, con esta propuesta se desea eliminar el mayor número de horas de operación que sea posible en el horario punta, trayendo como consecuencia una disminución en la facturación por conceptos de consumo y de demanda facturable, y por consiguiente un ahorro (ver tabla 15)

Además es bueno mencionar que para la realización de esta propuesta no se necesita ninguna inversión económica, ya que tan solo con hacer un cambio de horario en el instituto, podremos evitar el horario punta en los meses de verano.

### III. CONCLUSIONES

En la elaboración del proyecto de estudio energético, para esta empresa educativa se utilizó una metodología sencilla y fácil de comprender para llevar a cabo las distintas propuestas seleccionadas, con las cuales se obtuvieron buenos resultados en el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, así como también, un ahorro significativo en el costo por el importe a

pagar en la facturación, de acuerdo a las diferentes propuestas que se evaluaron en el proyecto.

Las propuestas analizadas en el proyecto resultaron fueron validadas con los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas con el modelo de estudio energético construido.

### REFERENCIAS

- [1] Comisión Nacional para el Ahorro de Energía: NOM-007-ENER-95, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- [2] Secretaría del Trabajo y Previsión Social: NOM-025-STPS-93, Relativa a niveles de iluminación recomendados para centros de trabajo.
- [3] Revista del FIDE “Energía Racional” tomos, 39, 42,45.
- [4] Comisión Nacional para el Ahorro de Energía: Normas oficiales mexicanas de eficiencia energética, 2003. [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)
- [5] Fideicomiso para el Ahorro de Energía, FIDE 2003, [www.fide.org.mx](http://www.fide.org.mx). Normalización y eficiencia energética.

**Jesús Héctor Hernández López** egresó en 1996 del Instituto Tecnológico de Sonora como Ingeniero Electricista, en 2001 obtuvo el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Eléctrica en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Desde el año 2001 hasta la fecha se ha desempeñado como Profesor–Investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el Instituto Tecnológico de Sonora. [jehdez@itson.mx](mailto:jehdez@itson.mx)

**Rafael León Velázquez** egresó de la Universidad Autónoma de Nuevo León en 1985 como Ingeniero Mecánico Electricista, de 1985 a 1988 se desempeñó como jefe de mantenimiento en un centro comercial; en 1995 obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica en la UANL. Desde 1984 hasta la fecha se ha desempeñado como Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Sonora en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. [rleon@itson.mx](mailto:rleon@itson.mx)

**Armando Ambrosio López** egresó en 1997 del Instituto Tecnológico de Sonora como Ingeniero Electricista; de 1997 a 1999 cursó la Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Eléctrica en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, obteniendo el grado en 2001. Desde el año 1999 hasta la fecha se ha desempeñado como Profesor–Investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el Instituto Tecnológico de Sonora. [aambrosi@itson.mx](mailto:aambrosi@itson.mx)