



Gobierno
Federal
SCT



Administración
Portuaria Integral de
Manzanillo, S.A. de C.V.

 **Grupo Seras**
SOLUCIONES SUSTENTABLES



API MANZANILLO

Diagnóstico Energético Integral



Grupo Seras S.A de C.V
20/06/2011

Contenido

INTRODUCCIÓN	4
DATOS GENERALES Y DE PRODUCCIÓN	5
Objetivos.....	5
INFORMACIÓN ENERGÉTICA	5
Edificio Principal (Base 1)	6
Análisis de la facturación histórica	6
Edificio (Base 2)	13
Análisis de la facturación histórica.....	13
Edificio de Centro, Mando y Control (Base 3)	20
Análisis de la facturación histórica	20
Edificio de Emergencias Portuarias	26
Análisis de la facturación histórica	26
Edificio de Gestiones Portuarias	32
Análisis de la facturación histórica.....	32
ANÁLISIS DE SISTEMAS	38
Edificio Principal (Base 1)	38
Edificio (Base 2)	38
Edificio de Centro, Mando y Control (Base 3)	39
Edificio de Emergencias Portuarias	39
Edificio de Gestiones Portuarias	40
MEDICIONES	41
Análisis de mediciones en Edificio Principal (Base 1)	42
Análisis de mediciones en Edificio (Base 2)	55
Análisis de mediciones en Edificio de Centro, Mando y Control (Base 3).....	67
Datos de la subestación del Edificio de Emergencias Portuarias	71
Análisis de mediciones en Edificio de Gestiones Portuarias	73
Misceláneos	85
Edificio Principal (Base 1)	85
Edificio (Base 2)	86
Edificio de Centro, Mando y Control (Base 3)	87
Edificio de Emergencias Portuarias	88

Edificio de Gestiones Portuarias	89
Alumbrado	90
Edificio Principal (Base 1)	90
Edificio (Base 2)	95
Edificio de Centro, Mando y Control (Base 3)	100
Edificio de Emergencias Portuarias.....	103
Edificio de Gestiones Portuarias	106
Aire acondicionado	111
OPORTUNIDADES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA	117
Sistemas Eléctricos	117
Alumbrado	118
Equipos de aire acondicionado.....	121
ANEXOS	123
Conceptos básicos de la facturación eléctrica	124
Fichas de ahorro	130
FICHA 1: Sistema Eléctrico	130

INTRODUCCIÓN

El sector energético en México es un punto muy importante para el desarrollo del país, pero debido a que este sector depende, principalmente del petróleo y del gas natural, asociado a otros factores, han provocado un aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, que a nivel mundial contribuye al problema del cambio climático. Por ello, y con el objetivo de reducir los riesgos inherentes al alto consumo de combustibles fósiles, es conveniente tomar medidas para reducir o aprovechar al máximo la energía eléctrica y una manera de hacerlo es mediante la eficiencia energética.

La Eficiencia Energética (EE) se puede definir como la optimización del consumo energético sin disminuir la producción, su calidad o nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso, ésta es la forma más simple de atenuar la creciente demanda de petróleo gas y carbón requerida para generar electricidad, entre otros puntos más la EE es rápida, rentable y no requiere de infraestructuras adicionales como las energías renovables.

En nuestro país la Administración Pública a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) promueve la eficiencia energética en los edificios públicos, en su protocolo de actividades 2011 se establece que las Dependencias y Entidades deberán considerar en sus programas de ahorro de energía la realización de diagnósticos energéticos en cada uno de sus inmuebles a fin de conocer su situación energética actual y las oportunidades de mejora operacional y tecnológica, así como para determinar los potenciales de ahorro de energía e inversiones requeridas.

Por ello, el conocimiento de cómo la empresa contrata su energía, cómo la consume en sus procesos, y cuánto repercute en sus costos, su posición relativa respecto a otras empresas similares y las posibles mejoras para disminuir el costo energético, fue el origen del desarrollo de las auditorías energéticas.

En este sentido es del interés de la Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. de C.V. en realizar un Diagnostico Energético en cinco de sus edificios del Puerto de Manzanillo, Colima

DATOS GENERALES Y DE PRODUCCIÓN.

La Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. de C.V., es una entidad del Gobierno Federal, la cual fue constituida en diciembre de 1993, iniciando su operación en Febrero de 1994, cuenta con un Título de Concesión por 50 años, el cual le fue otorgado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con el fin de llevar a cabo, entre otras, las funciones de Administrar, Promocionar, Construir, Desarrollar y Mantener la infraestructura del Recinto Portuario de Manzanillo, Colima.

Objetivos

Maximizar la aportación de valor a las cadenas productivas para los tráficos nacionales e internacionales, con un desarrollo sostenido que contribuye al crecimiento regional como son:

- Obtener y/o mantener la certificación de industria limpia o cumplimiento ambiental del Puerto.
Metas:
Los puertos que aún no cuentan con el certificado, deberán seguir trabajando para su obtención en el año 2010.
Los puertos que ya cuentan con el certificado deberán mantenerlo vigente.
- Lograr que cesionarios y prestadores de servicios implementen acciones encaminadas a prevenir la contaminación y preservación del medio ambiente.
Meta:
Realizar por lo menos tres acciones, con los cesionarios y/o prestadores de servicios durante el año.
- Eficientar el uso de los recursos y materiales de la organización.
Meta:
Llevar a cabo 3 actividades que conlleven a la reducción del consumo de energía eléctrica, agua y consumibles al cierre del año.
- Implementar el Programa Especial de Mejora de la Gestión en las Administraciones Portuarias Integrales, a través del Proyecto de Mejora de la Gestión, a fin de mejorar los procesos, maximizar la calidad de los bienes y servicios, incrementar la efectividad y minimizar los costos de operación y administración.
Meta:
Efectuar las acciones para cumplir con los proyectos del PIMG que se reportaran durante el presente año en el sistema electrónico.

La misión de la entidad es consolidarse como puerto integrado a la logística internacional de mercancías de manera eficiente y con la satisfacción de los requerimientos del mercado, contribuyendo al desarrollo económico de la región.

INFORMACIÓN ENERGÉTICA

El presente estudio se limita al análisis de los equipos y sistemas que utilizan energía eléctrica, debido a que es el principal recurso energético que utilizan las oficinas en sus actividades diarias: las principales cargas eléctricas del edificio corresponden a equipo de equipos de aire acondicionado e iluminación, sin dejar a un lado el uso de equipos de cómputo y comunicaciones que son la herramienta primaria en edificios públicos.

Edificio Principal (Base 1)

Este edificio de Av. Teniente Azueta No. 9, Col. Burócrata, cuenta con 2 niveles, el cual aloja la Dirección General, Órgano Interno de Control, Gerencia de Administración y Finanzas, Comercialización, Jurídico y Subgerencia de Informática.

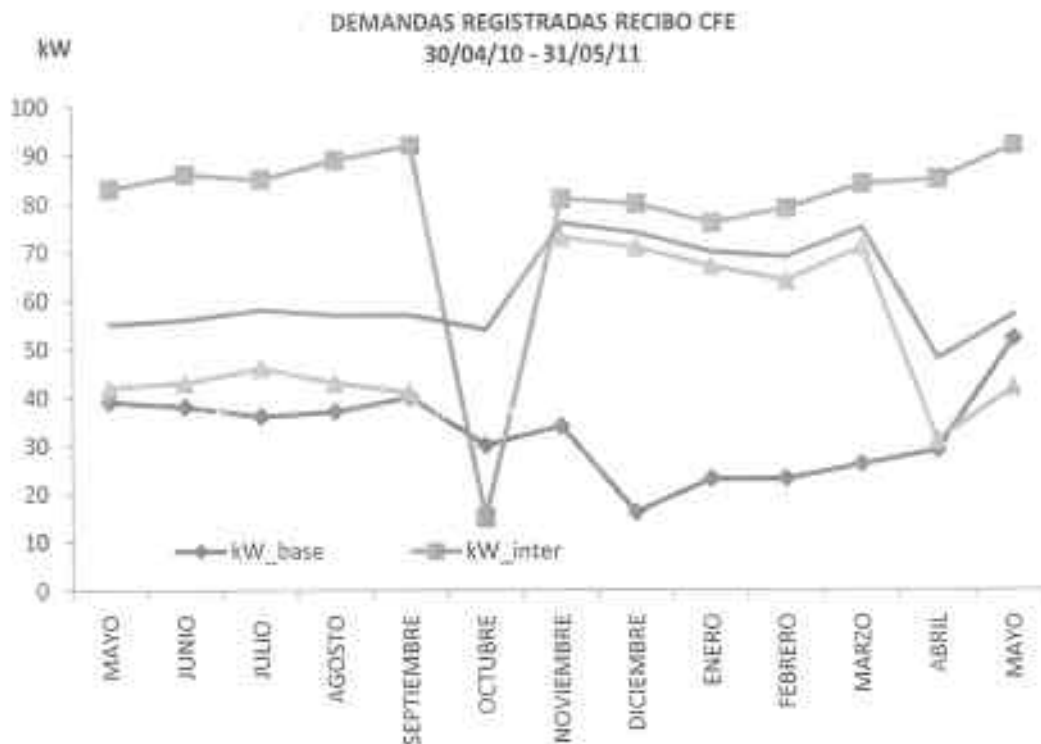
Para este inmueble la energía es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad en acometida eléctrica en media tensión, que alimenta una subestación con transformador de 150 kVA 13,200 / 220-127 V.

Análisis de la facturación histórica

La tarifa contratada con el suministrador es horaria en media tensión (HM) en la región Occidente, durante el año 2010 de acuerdo a los datos de la facturación se tiene una demanda promedio facturable de 62 kW y un consumo de energía promedio de 19.822 kWh y factor de potencia de 93.25 % mensuales.

Tarifa	Demanda [kW]	Consumo [kWh]	Factor de potencia	Factor de carga	Precio medio [\$/kWh]	Factura [\$]
HM	62	19.822	93.25 %	32%	1,5527	30,715.00

Tabla: Análisis de facturación eléctrica 2010,
Datos promedio mensual recibos CFE

Demandas máximas registradas

Gráfica: Demandas registradas en recibo de CFE

El edificio Base 1, cuenta con un servicio de suministro eléctrico en mediana tensión (13200 V) con tarifa horaria HM en la Región Noreste. El recibo de facturación de consumo eléctrico nos muestra los consumos de energía, la demanda facturada, factor de potencia promedio y demanda contratada entre otros.

En la gráfica anterior se muestran los valores de la demanda en cada uno de los periodos mencionados principalmente se observa:

- La máxima demanda medida fue de 92 kW, se registró para el periodo intermedio en el mes de Septiembre del 2010 y la demanda facturable fue de 57 kW
- La máxima demanda en periodo punta fue de 73 kW, se registró en el mes de Noviembre de 2010 lo que ocasionó tener asociada la máxima demanda facturable.

En general, el comportamiento de las demandas máximas durante el año de análisis (May/10 a May/11), tenemos que los valores promedio de demanda base fue de 33 kW, de demanda intermedia fue 79 kW y de demanda punta 53 kW. La cifra con la que se realiza el cargo por demanda en la factura, está dada por la siguiente ecuación, y resultado lo podemos observar en la gráfica anterior con línea azul:

Del total de consumo de energía sabemos que en promedio el 17% del consumo es en tarifa base, en 75% en tarifa intermedia y el 8% corresponde a la tarifa punta. Como se puede ver en la tabla siguiente, los horarios de las diferentes tarifas varían según el día y la temporada del año. Para comprender los diferentes periodos a los que nos referimos se muestra la siguiente gráfica.

El costo de la energía consumida en el horario de tarifa punta tiene un costo de casi el doble de la tarifa base y el costo de la tarifa intermedia es 16% más alta que la base. Por tal motivo es muy importante tener control del consumo en ese horario para que la facturación por energía disminuya.

Consumo de energía eléctrica



Gráfica: Consumos de energía en recibos en CFE

De igual forma, como sucede con la demanda, el consumo de energía eléctrica es también medido y facturado en tres horarios a lo largo del día, la energía consumida en los diferentes periodos se suman para obtener el consumo total de energía mensual.

Al respecto se tienen los siguientes comentarios:

- En el horario intermedio se tiene el mayor consumo de energía por mes, ya que en este periodo caen los horarios de trabajo del personal de oficina.
- Existe un patrón de comportamiento de consumo de energía que aumenta en los meses de Marzo a Septiembre (primavera y verano), debido al clima cálido de esa temporada y por ende el uso de los equipos de aire acondicionado se vuelve más intenso.
- El mes de mayor consumo de energía fue Agosto de 2010, al que le asignamos la referencia del 100%, en el mes de Enero y Febrero del 2011 el consumo llegó sólo al 58% con respecto al máximo, esto es debido al periodo de vacaciones de fin de año y a la reducción de la intensidad del uso de equipos de aire acondicionado debido a la reducción en la temperatura en esa temporada (Invierno).
- La energía consumida en periodo punta es menor que la energía consumida en Base, sin embargo, el costo por concepto de energía es similar en ambos casos debido a la diferencia de costos de energía en los dos diferentes periodos, como se puede ver en la gráfica.
- Nótese que en el periodo de Noviembre a Marzo del año siguiente, el consumo de energía en el periodo punta aumenta, debido al cambio del horario de verano al horario de invierno y con ello el horario del periodo punta se amplía a cuatro horas, en verano es de 20:00 a 22:00 y en invierno de 18:00 a 22:00 horas de lunes a viernes. Lo que provoca que el personal que labora después de la 18:00 horas, consuma energía en el periodo más caro que es el periodo punta.



Esto nos muestra que es importante administrar el consumo de energía en horario punta con el fin de reducir costos.

Tarifa	Horario invierno			Horario verano			Porcentaje consumo de energía	(\$/kW-h) Junio/2011
	lun- vier	sábado	domingo	lun- vier	sábado	domingo		
Base	0 - 6 hrs.	0 - 6 hrs.	0 - 16 hrs.	0-6 hrs	0-7 hrs	0-19 hrs	17%	0.9250
Intermedia	6 - 18 hrs	8 - 19 hrs	18 - 24 hrs	8-20 hrs	7-24 hrs		75%	1.1039
	22 - 24 hrs	21 - 24 hrs		22-24 hrs				
Punta	18 - 22 hrs	19 - 21 hrs		20-22 hrs			8%	1.8392

Tabla: Tarifas horarias

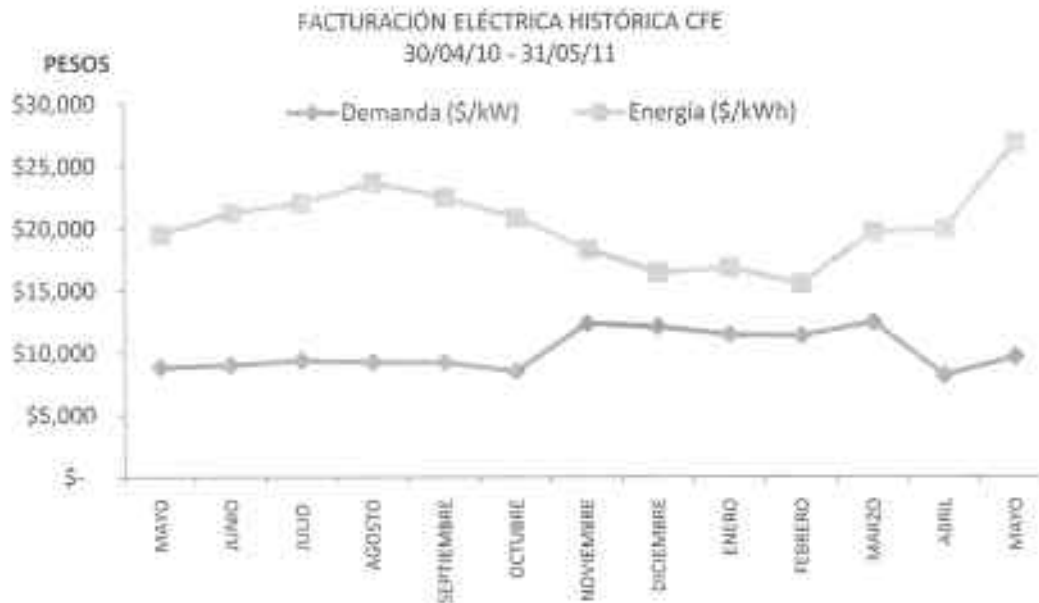
Factor de potencia

Gráfica: Factor de Potencia en el período

El inmueble presenta un excelente historial de Factor de Potencia (FP), los valores se encuentran por arriba del 90% lo que genera una bonificación en la facturación por este concepto, en el año el promedio de FP es de 93.25%. El FP permanece muy estable y se mantiene siempre en el rango del 92.4 a 96.3 %. Cabe mencionar que el inmueble no cuenta con banco de capacitores.

Recordemos que el factor de potencia promedio con el que aplica la bonificación por alto factor de potencia, es el calculado en base a la energía activa (kWh) y la energía reactiva (kVArh) consumida en el mes, como se ejemplifica en el apéndice final.

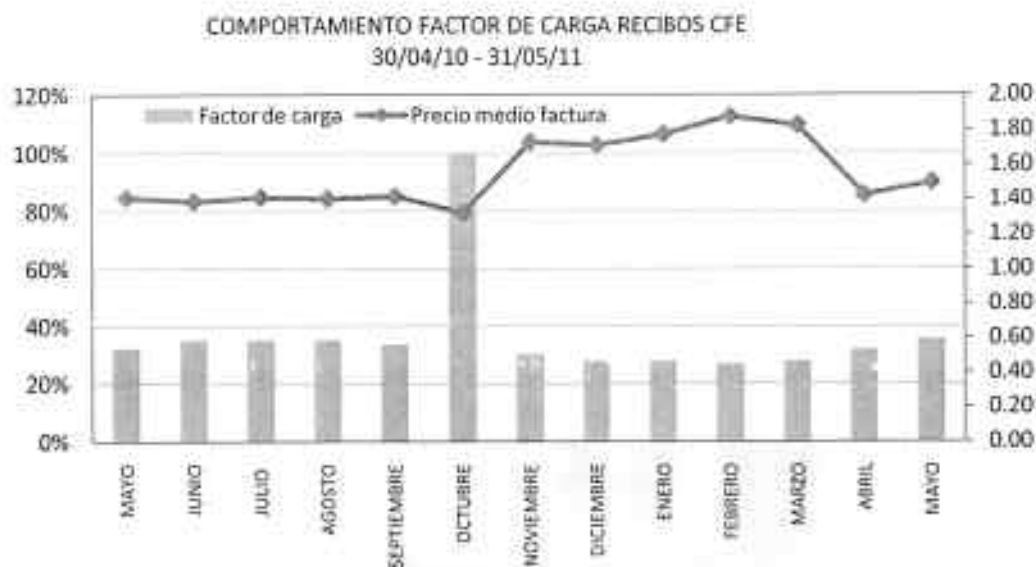
Las bonificaciones obtenidas van desde los \$187 hasta \$181 al mes, con un acumulado de bonificaciones en el período analizado de \$3,704.17 por Alto factor de potencia.

Facturación eléctrica

Gráfica: Consumos de energía en recibos en CFE

La gráfica anterior muestra los elementos que conforman la Facturación Básica Mensual (FBM): energía y demanda.

Como se puede ver el principal elemento económico que conforma la FBM para el inmueble de Base 1, es lo que se factura por concepto de energía (67%) y en segundo término por demanda (33%).

Factor de carga

Gráfica: Factor de Carga vs. Precio Medio

En la gráfica anterior se puede apreciar el factor de carga del edificio (barras vs. eje vertical izquierdo) el cual indica la relación de la potencia eléctrica media utilizada y la demanda máxima registrada en cualquier periodo en un mes de facturación. Entre mayor factor de carga se tenga se logra el precio medio (P.M) más bajo (FBM/kWh – mes)

Lo anterior no debe interpretarse como incentivo para consumir más sino para en promedio pagar menos, esto es el concepto de uso inteligente de la potencia eléctrica disponible. El principio básico se explica en el anexo "Conceptos básicos de la facturación eléctrica"

Índices energéticos

Durante el periodo de análisis (30/04/10 – 31/05/2011) como ya se dijo el P.M promedio fue de 1.5527 \$/kWh, como referencia según Comisión Federal de Electricidad el mismo indicador para sus usuarios con la misma tarifa contratada fue de 1.3553 \$/kWh.

(<http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/QCFE/EstVtas/PorTarifa.aspx>)

En este periodo suma un consumo de energía acumulado para el inmueble de 257'686 kWh por energía, esto nos da una densidad de energía eléctrica por unidad de superficie construida de 245.4 kWh/m² anual.

Edificio (Base 2)

Este edificio de Av. Teniente Azueta No. 9, Col. Burócrata, cuenta con 2 niveles, en el cual se aloja la Garea de Operaciones, Ingeniería, Planeación y Subgerencia de Administración.

Para este inmueble la energía es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad en acometida eléctrica en media tensión, que alimenta una subestación con transformador de 225 kVA 13,200 / 220-127 V.

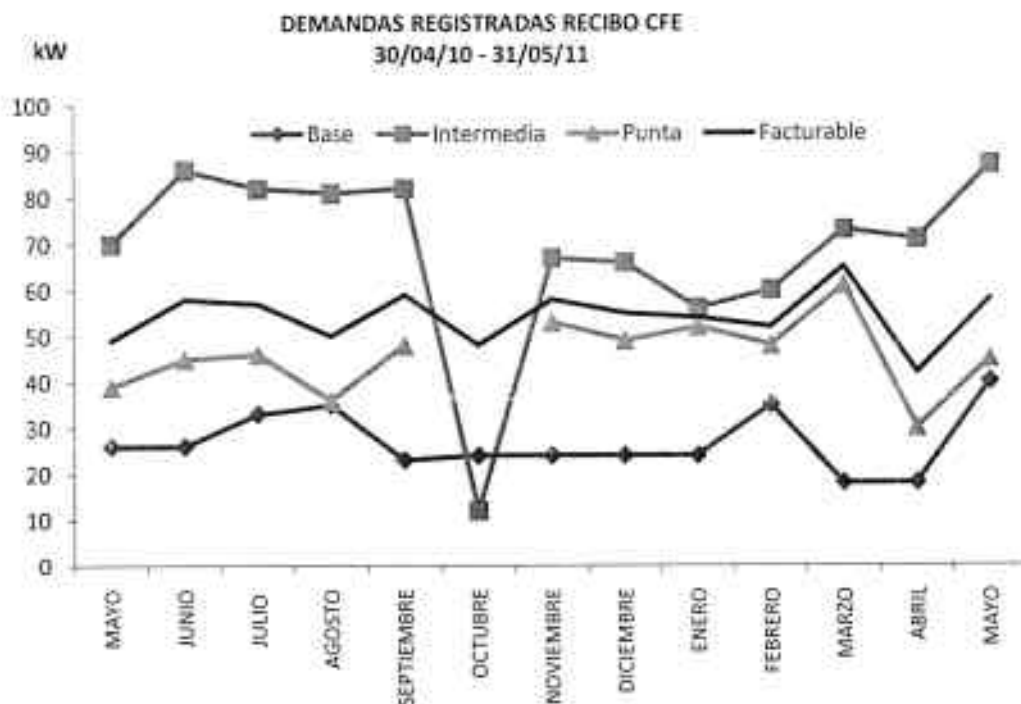
Análisis de la facturación histórica

La tarifa contratada con el suministrador es horaria en media tensión (HM) en la región Occidente, durante el año 2010/2011 de acuerdo a los datos de la facturación se tiene una demanda promedio facturable de 54 kW y un consumo de energía promedio de 13.809 kWh y factor de potencia de 91.86 % mensuales

Tarifa	Demanda [kW]	Consumo [kWh]	Factor de potencia	Factor de carga	Precio medio [\$/kWh]	Factura [€]
HM	54	13.809	91.86 %	30%	1.6855	23.516

Tabla: Análisis de facturación eléctrica 2010/2011,

Datos promedio mensual recibos CFE

Demandas máximas registradas

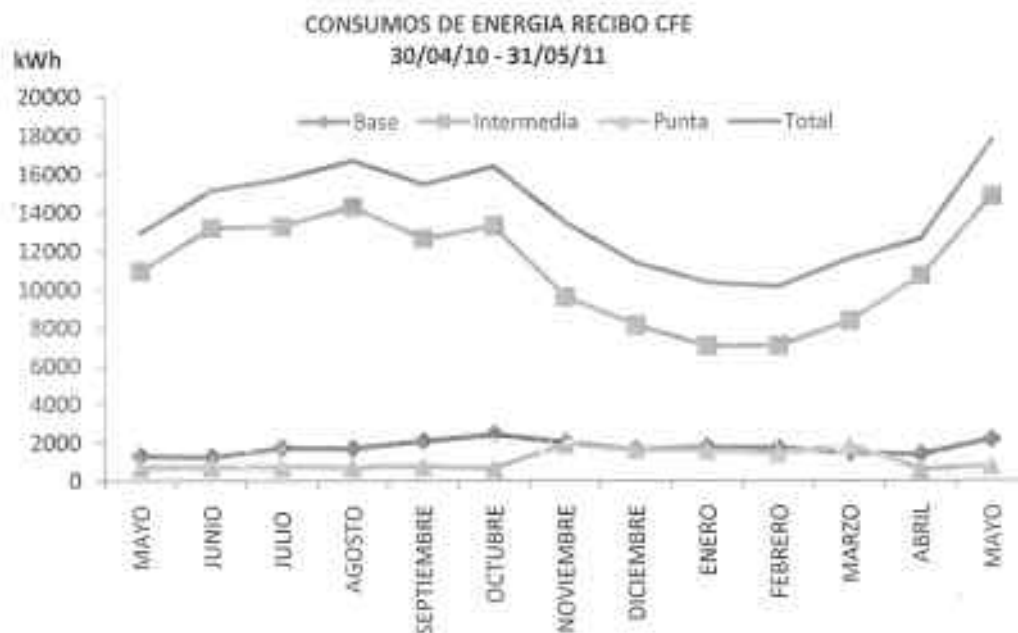
Grafica: Demandas medidas por periodo y facturable

El edificio Base 2, cuenta con un servicio de suministro eléctrico en mediana tensión (13200 V) con tarifa horaria HM en la Región Occidente. El recibo de facturación de consumo eléctrico nos muestra los consumos de energía, la demanda facturada, factor de potencia promedio y demanda contratada entre otros.

En la gráfica anterior se muestran los valores de la demanda en cada uno de los periodos mencionados principalmente se observa:

- La máxima demanda medida fue de 87 kW, se registró para el periodo intermedio en el mes de Mayo del 2011 y la demanda máxima facturable fue de 65 kW
- La máxima demanda en periodo punta fue de 61 kW, se registró en el mes de Marzo de 2011 lo que ocasionó tener asociada la máxima demanda facturable.

En general, el comportamiento de las demandas máximas durante el año de análisis (May/10 a May/11), tenemos que los valores promedio de demanda base fue de 27 kW, de demanda intermedia fue 69 kW y de demanda punta 46 kW.

Consumo de energía eléctrica

Gráfica: Consumos de energía por periodo y total.

De igual forma, como sucede con la demanda, el consumo de energía eléctrica es también medido en tres periodos y facturado en tres tarifas diferentes; la energía consumida en los diferentes periodos se suman para obtener el consumo total de energía mensual (curva azul).

Del total de consumo de energía sabemos que en promedio el 13% del consumo es en tarifa base, en 79% en tarifa intermedia y el 8% corresponde a la tarifa punta. Para comprender los diferentes periodos a los que nos referimos, en la tabla siguiente mostramos los horarios de las diferentes tarifas y observamos como varían estas según el día y la temporada del año. Se muestra la siguiente gráfica.

El costo de la energía consumida en el horario de tarifa punta tiene un costo de casi el doble de la tarifa base y el costo de la tarifa intermedia es 16% más alta que la base. De aquí que la energía acumulada en el periodo de medición, la energía en base es mayor que la energía en punta, sin embargo, el costo por energía en punta es mayor que en base. Por tal motivo es muy importante tener control del consumo en ese horario para que la facturación por energía disminuya.

Al respecto se tienen los siguientes comentarios:

- En el horario intermedio se tiene el mayor consumo de energía por mes, ya que en este periodo caen los horarios de trabajo del personal de oficina.

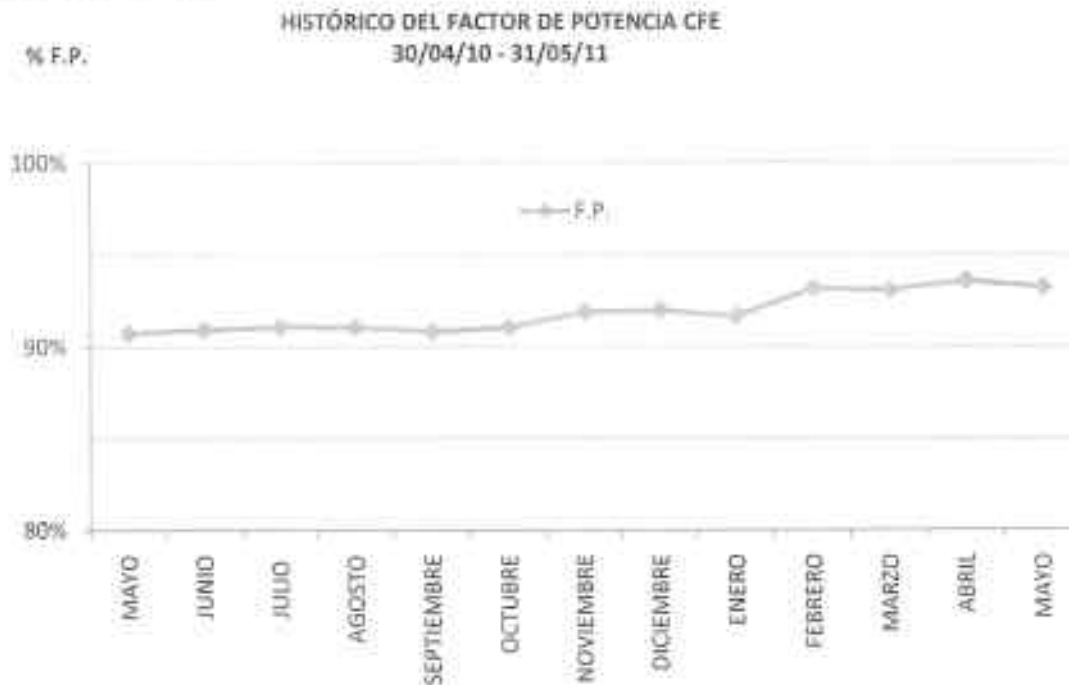
- Existe un patrón de comportamiento de consumo de energía que aumenta en los meses de Marzo a Septiembre (primavera y verano), debido al clima cálido de esa temporada y por ende el uso de los equipos de aire acondicionado es más intenso.
- El mes de mayor consumo fue Mayo de 2011, al que le asignamos la referencia del 100%, en el mes de Enero y Febrero del 2011 el consumo llegó sólo al 58% con respecto al máximo, esto es debido al periodo de vacaciones de fin de año y a la reducción de la intensidad del uso de equipos de aire acondicionado debido a la reducción en la temperatura en esa temporada (Invierno).
- La energía consumida en periodo puta es menor que la energía consumida en Base, sin embargo, el costo por concepto de energía es similar en ambos casos debido a la diferencia de costos de energía, como se puede ver en la siguiente gráfica de costos de energía.



Gráfica: Costos por energía en tarifa horaria

Tarifa	Horario invierno			Horario verano			Porcentaje consumo de energía	(\$/KW-h) Junio/2011
	lun-vier	sábado	domingo	lun-vier	sábado	domingo		
Base	0 - 6 hrs.	0 - 8 hrs.	0 - 18 hrs.	0-6 hrs	0-7 hrs	0-19 hrs	13%	0.9250
Intermedia	6 - 18 hrs	8 - 19 hrs	18 - 24 hrs	6-20 hrs	7-24 hrs		78%	1.1039
	22 - 24 hrs	21 - 24 hrs		22-24 hrs				
Punta	18 - 22 hrs	19 - 21 hrs		20-22 hrs			8%	1.8392

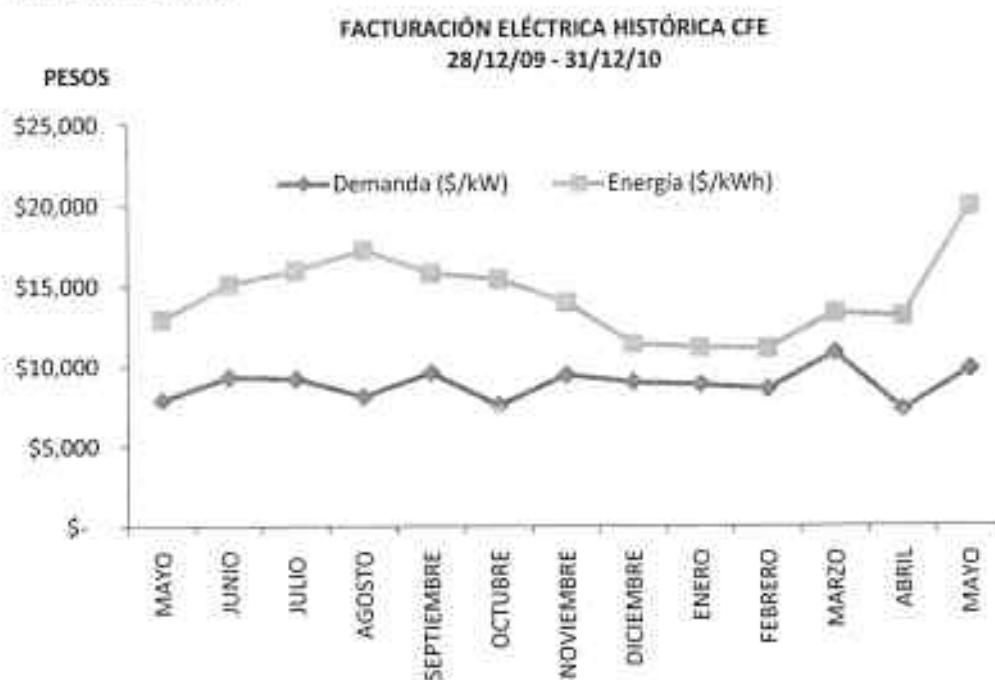
Tabla: Tarifas horarias y costos de la energía

Factor de potencia

Gráfica: Factor de potencia facturable

El inmueble presenta un excelente historial de Factor de Potencia (FP), los valores se encuentran por arriba del 90% lo que genera una bonificación en la facturación por este concepto, en el año el promedio de FP es de 91.8 %. El FP permanece muy estable y se mantiene siempre en el rango del 90.7% a 93.5 %. Cabe mencionar que el inmueble no cuenta con banco de capacitores.

Las bonificaciones obtenidas van desde los \$ 42 hasta \$ 255 al mes, con un acumulado de bonificaciones en el periodo analizado de \$ 1,506 por Alto factor de potencia.

Facturación eléctrica

Gráfica: Principales elementos de la Facturación

La gráfica anterior muestra los elementos que conforman la Facturación Básica Mensual (FBM): energía y demanda.

Como se puede ver el principal elemento económico que conforma la FBM para el inmueble de Base 2, es lo que se factura por concepto de energía (62%) y en segundo término por demanda (38%).

Factor de carga

Gráfica: Relación entre el Factor de carga y Precio medio

En la gráfica anterior se puede apreciar el factor de carga del edificio (barras & eje vertical izquierdo) el cual indica la relación de la potencia eléctrica media utilizada y la demanda máxima registrada en cualquier periodo en un mes de facturación. Entre mayor factor de carga se tenga se logra el precio medio (P.M) más bajo (FBM/kWh – mes)

Índices energéticos

Durante el periodo de análisis (30/04/10 – 31/05/2011) como ya se dijo el P.M promedio fue de 1.6934 \$/kWh, como referencia según Comisión Federal de Electricidad el mismo indicador para sus usuarios con la misma tarifa contratada fue de 1.3553 \$/kWh:

En este periodo suma un consumo de energía acumulado para el inmueble de 179'512 kWh por energía, esto nos da una densidad de energía eléctrica por unidad de superficie construida de 121.78 kWh/m² anual.

Edificio de Centro, Mando y Control (Base 3)

Este edificio de Av. Teniente Azueta No. 9, Col. Burócrata, cuenta con 2 niveles, en el cual se aloja la Subgerencia de Protección Portuaria y Marina Nacional.

Para este inmueble la energía es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad en acometida eléctrica en media tensión, que alimenta una subestación con transformador de 75 kVA 13,200 / 220-127 V.

Análisis de la facturación histórica

La tarifa contratada con el suministrador es horaria en media tensión (OM) en la región Occidente, durante el año 2010/2011 de acuerdo a los datos de la facturación se tiene una demanda promedio facturable de 25 kW y un consumo de energía promedio de 9.372 kWh y factor de potencia de 99.52 % mensuales

Tarifa	Demanda [kW]	Consumo [kWh]	Factor de potencia	Factor de carga	Precio medio [\$/kWh]	Factura [€]
HM	25	9.372	99.52 %	54%	1.4909	14.175

Tabla: Análisis de facturación eléctrica 2010/2011,
Datos promedio mensual recibos CFE

Demandas máximas registradas

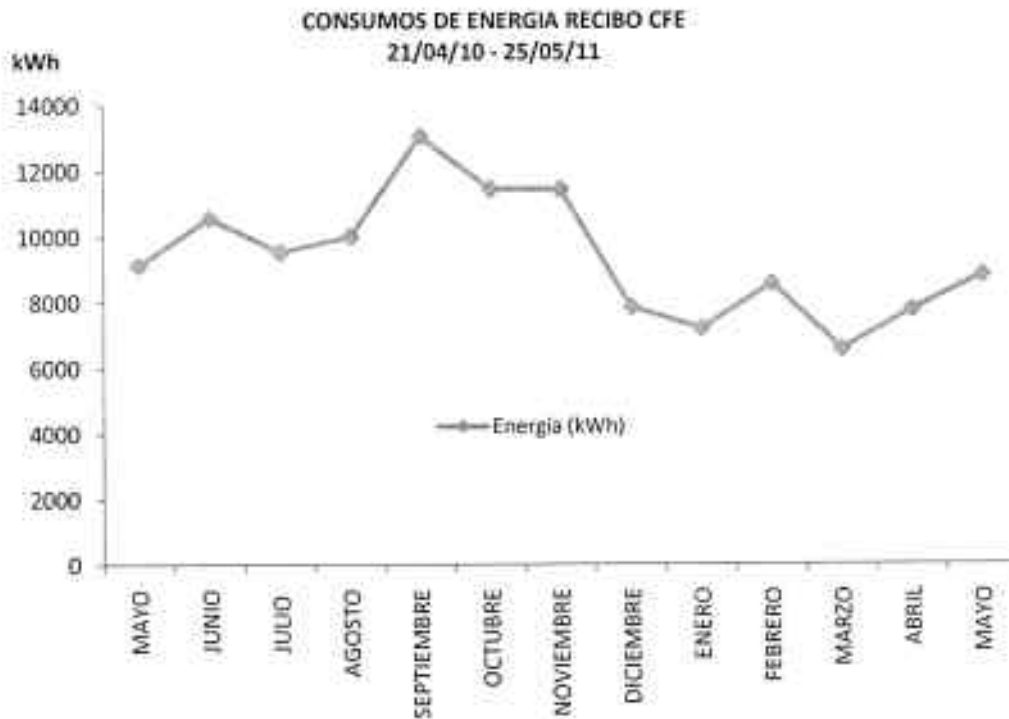
Gráfica: Demandas en recibos de CFE

El edificio Base 3, cuenta con un servicio de suministro eléctrico en mediana tensión (13200 V) con tarifa OM en la Región Occidente. El recibo de facturación de consumo eléctrico nos muestra los consumos de energía, la demanda facturada, factor de potencia promedio y demanda contratada entre otros.

En la gráfica anterior se muestran los valores de la demanda medida en cada uno de los periodos mencionados, y principalmente se observa:

El promedio de la demanda medida fue de 24 kW. La máxima demanda fue de 28 kW en los meses de Septiembre a Diciembre del 2010

Observamos que en la demanda del periodo de análisis, tiene un aumento en los meses de Septiembre a Diciembre, después de este mes la demanda comienza a reducir por el periodo en que gran parte del personal toma sus vacaciones y se reduce la demanda conectada.

Consumo de energía eléctrica

Gráfica: Consumos de energía.

El consumo de energía registrado en el periodo de análisis, muestra un patrón de comportamiento como se ve en la gráfica:

En los meses de Abril a Junio se observa un ligero aumento en la energía consumida, esto es debido a que el calor es mayor en ese periodo y el uso de equipos de aire acondicionado es con mayor intensidad.

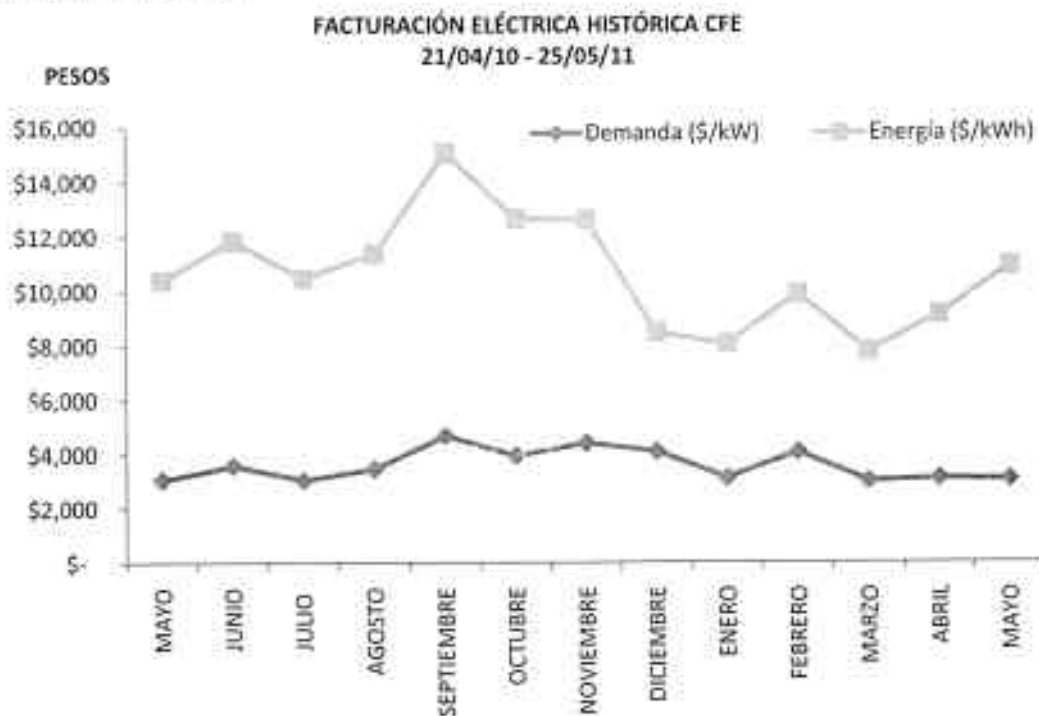
De Septiembre a Noviembre se registra el mayor consumo de energía en el año debido a las condiciones climáticas de la zona.

Factor de potencia

Gráfica: Factor de Potencia de Facturación.

El inmueble presenta un excelente historial de Factor de Potencia (FP), los valores se encuentran por arriba del 90% lo que genera una bonificación en la facturación por este concepto, en el año el promedio de FP es de 99.5 %. El FP permanece muy estable y se mantiene siempre en el rango del 98.7% a 99.8 %. Cabe mencionar que el inmueble no cuenta con banco de capacitores.

Las bonificaciones obtenidas van desde los \$ 261 hasta \$ 482, con un acumulado de bonificaciones en el período analizado de \$ 4,081.17 por Alto factor de potencia.

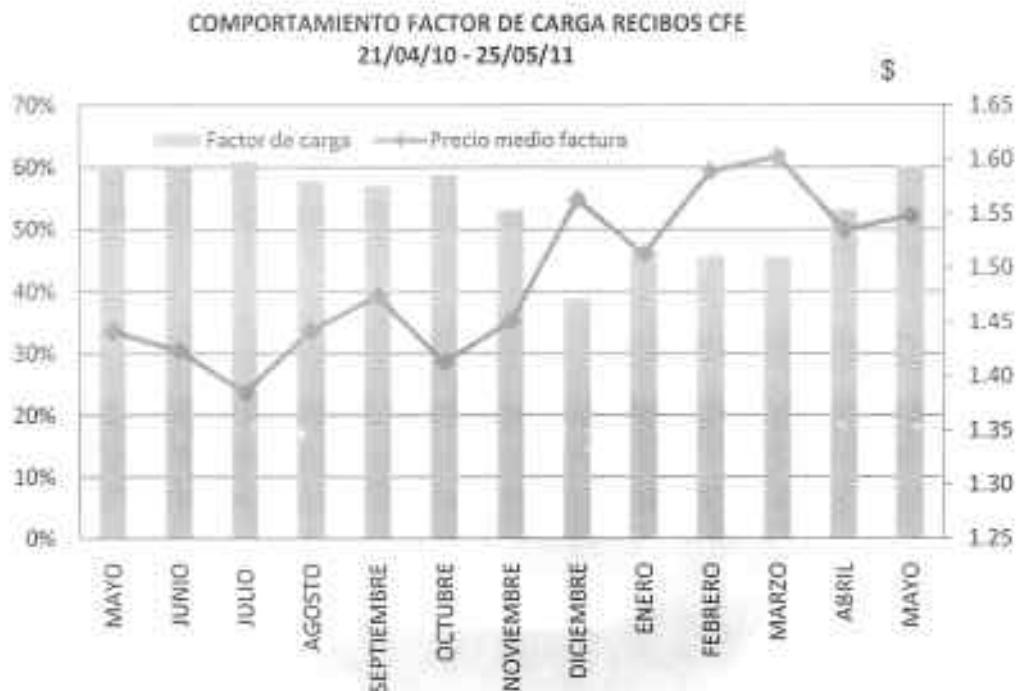
Facturación eléctrica

Gráfica: Principales Elementos de la FBM

La gráfica anterior muestra los elementos que conforman la Facturación Básica Mensual (FBM): energía y demanda.

Como se puede ver el principal elemento económico que conforma la FBM para el inmueble de Base 3, es lo que se factura por concepto de energía (75%) y en segundo término por demanda (25%) en promedio.

Factor de carga



Gráfica: Relación entre el Factor de carga y Precio medio

En la gráfica anterior se puede apreciar el factor de carga del edificio (barras & eje vertical izquierdo) el cual indica la relación de la potencia eléctrica media utilizada y la demanda máxima registrada en cualquier periodo en un mes de facturación. Entre mayor factor de carga se tenga se logra el precio medio (P.M) más bajo (FBM/kWh – mes)

Lo anterior no debe interpretarse como incentivo para consumir más sino para en promedio pagar menos, esto es el concepto de uso inteligente de la potencia eléctrica disponible. El principio básico se explica en el anexo "Conceptos básicos de la facturación eléctrica"

Índices energéticos

Durante el periodo de análisis (21/04/10 – 25/05/2011) como ya se dijo el P.M. promedio fue de 1.4909 \$/kWh, como referencia según Comisión Federal de Electricidad el mismo indicador para sus usuarios con la misma tarifa contratada fue de 1.3553 \$/kWh:

En este periodo suma un consumo de energía acumulado para el inmueble de 121'841 por energía, esto nos da una densidad de energía eléctrica por unidad de superficie construida de 121.84 kWh/m² anual.

Edificio de Emergencias Portuarias.

Este edificio ubicado en la Glorieta Pez Vela, en la entrada el Puerto Interior, que aloja la estación de bomberos.

Para este inmueble la energía es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad en acometida eléctrica en media tensión, que alimenta una subestación con transformador de 112.5 kVA 13,200 / 220-127 V.

Análisis de la facturación histórica

La tarifa contratada con el suministrador es horaria en media tensión (OM) en la región Occidente, durante el año 2010/2011 de acuerdo a los datos de la facturación se tiene una demanda promedio facturable de 20 kW y un consumo de energía promedio de 5846 kWh y factor de potencia de 98.37 % mensuales

Tarifa	Demanda [kW]	Consumo [kWh]	Factor de potencia	Factor de carga	Precio medio [\$/kWh]	Factura [€]
OM	20	5846	98.37 %	41%	1.6106	9'596.00

Tabla: Análisis de facturación eléctrica 2010/2011,
Datos promedio mensual recibos CFE

Demandas máximas registradas

Gráfica: Demandas en recibos de CFE.

El edificio de Gestiones, cuenta con un servicio de suministro eléctrico en mediana tensión (13200 V) con tarifa OM en la Región Occidente. El recibo de facturación de consumo eléctrico nos muestra los consumos de energía, la demanda facturada, factor de potencia promedio y demanda contratada entre otros.

En la gráfica anterior se muestran los valores de la demanda medida en cada uno de los meses del periodo mencionado, y principalmente se observa:

El promedio de la demanda medida fue de 20 kW. La máxima demanda fue de 23 kW en el mes de Noviembre del 2010

Observamos que en la demanda del periodo de análisis, tiene un aumento en los meses de Junio y Noviembre del 2010, después de este último la demanda comienza a reducirse gradualmente hasta el mes de Febrero. El aumento en la demanda obedece al aumento de la utilización de equipos de aire acondicionado debido al clima cálido de la temporada (primavera y verano)

La reducción de la demanda en los meses de diciembre a Febrero se debe principalmente a la disminución de la temperatura de la temporada (invierno) lo que provoca que el uso de equipos de aire acondicionado se reduzca.

Consumo de energía eléctrica

Gráfica: Energía en recibos de CFE

El consumo de energía registrado en el periodo de análisis, muestra un patrón de comportamiento como se ve en la gráfica:

En los meses de Febrero a Agosto (primavera y verano) se observa aumento en la energía consumida, esto es debido a que el calor es mayor en este periodo y el uso de equipos de aire acondicionado se hace con mayor intensidad.

A partir del mes de Septiembre, el consumo de energía se reduce hasta Febrero del año siguiente. Esto ocurre conforme la temperatura del clima comienza a disminuir. Esto debida a que las cargas predominantes que son los equipos de aire acondicionado y son los que comienzan a reducir su uso e intensidad. Además estas cargas son la que reflejan en la facturación los cambios significativos.

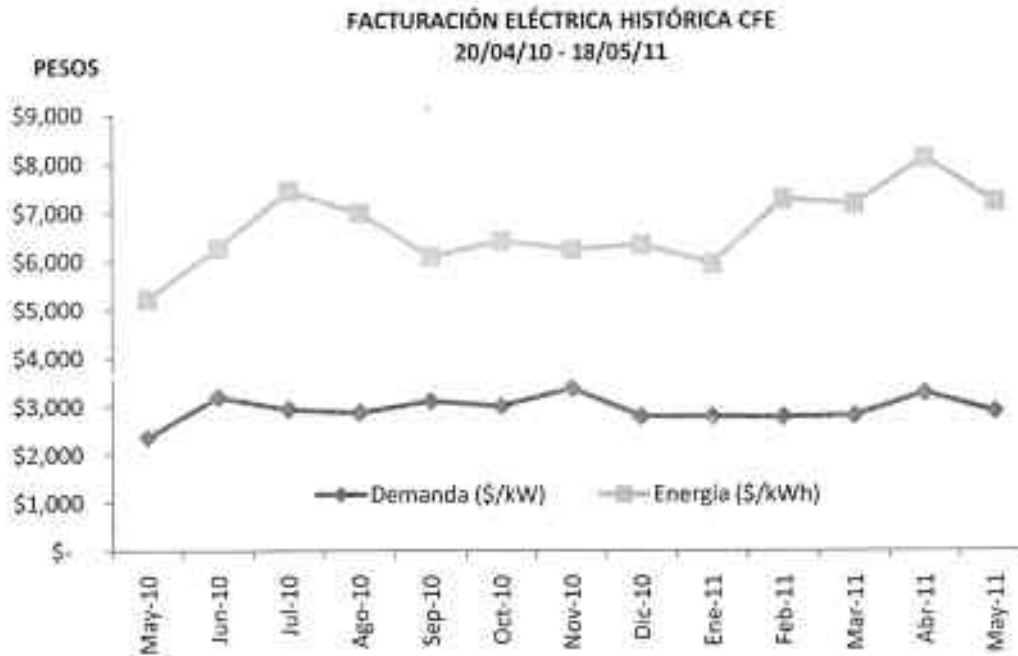
El mes de mayor consumo fue el mes de Abril del 2011, el cual registro un consumo de 6.880 kWh y el mes con menor consumo fue Mayo del 2010 con 4.560 kWh, 33.7% menos que el registro mayor.

Factor de potencia

Gráfica: Factor de Potencia Facturado

El inmueble presenta un buen historial de Factor de Potencia (FP) siempre está por arriba del 0.90 que es el valor límite para el cargo o bonificación por este concepto. En el año el promedio de FP es de 98.37 %. El FP permanece estable y se mantiene siempre en el rango del 97.1% a 99.1 %. Cabe mencionar que el inmueble no cuenta con banco de capacitores.

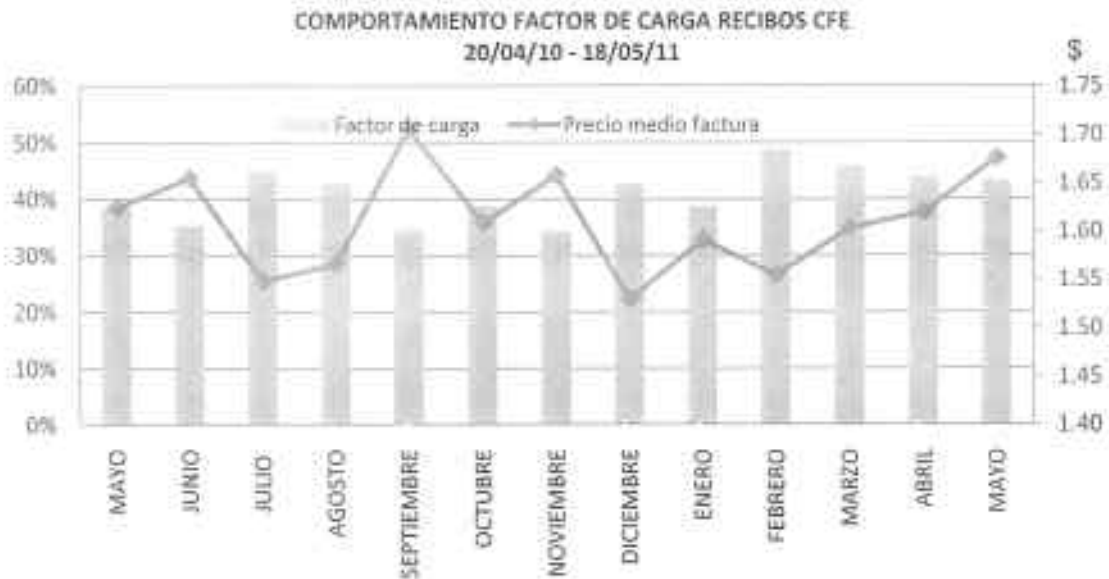
Las bonificaciones obtenidas van desde los \$163 hasta \$246, con un acumulado de bonificaciones en el período analizado es de \$ 2467.60 por Alto factor de potencia.

Facturación eléctrica

Gráfica: Demandas en recibos de CFE

La gráfica anterior muestra los elementos que conforman la Facturación Básica Mensual (FBM): energía y demanda.

Como se puede ver el principal elemento económico que conforma la FBM para el inmueble de Gestiones, es lo que se factura por concepto de energía (70%) y en segundo término por demanda (30%) en promedio.

Factor de carga

Gráfica: Demandas en recibos de CFE

En la gráfica anterior se puede apreciar el factor de carga del edificio (barras & eje vertical izquierdo) el cual indica la relación de la potencia eléctrica media utilizada y la demanda máxima registrada en cualquier periodo en un mes de facturación. Entre mayor factor de carga se tenga se logra el precio medio (P.M) más bajo (FBM/kWh – mes)

Índices energéticos

Durante el periodo de análisis (20/04/10 – 18/05/2011) como ya se dijo el P.M promedio fue de 1.6101\$/kWh, como referencia según Comisión Federal de Electricidad el mismo indicador para sus usuarios con la misma tarifa contratada fue de 1.3553 \$/kWh;

En este periodo suma un consumo de energía acumulado para el inmueble de 76000 esto nos da una densidad de energía eléctrica por unidad de superficie construida de 61.88 kWh/m² anual.

Edificio de Gestiones Portuarias.

Este edificio ubicado en Blvd. Costero Miguel de la Madrid s/n, aloja el Departamento de Recinto Fiscalizado, Aduana y bancos.

Para este inmueble la energía es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad en acometida eléctrica en media tensión, que alimenta una subestación con transformador de 150 kVA 13,200 / 220-127 V.

Análisis de la facturación histórica

La tarifa contratada con el suministrador es horaria en media tensión (OM) en la región Occidente, durante el año 2010/2011 de acuerdo a los datos de la facturación se tiene una demanda promedio facturable de 46 kW y un consumo de energía promedio de 17,920 kWh y factor de potencia de 90 % mensuales.

Tarifa	Demanda [kW]	Consumo [kWh]	Factor de potencia	Factor de carga	Precio medio [\$/kWh]	Factura [S]
OM	46	17920	90 %	54%	1.5297	27868

Tabla: Análisis de facturación eléctrica 2010/2011,
Datos promedio mensual recibos CFE

Demandas máximas registradas

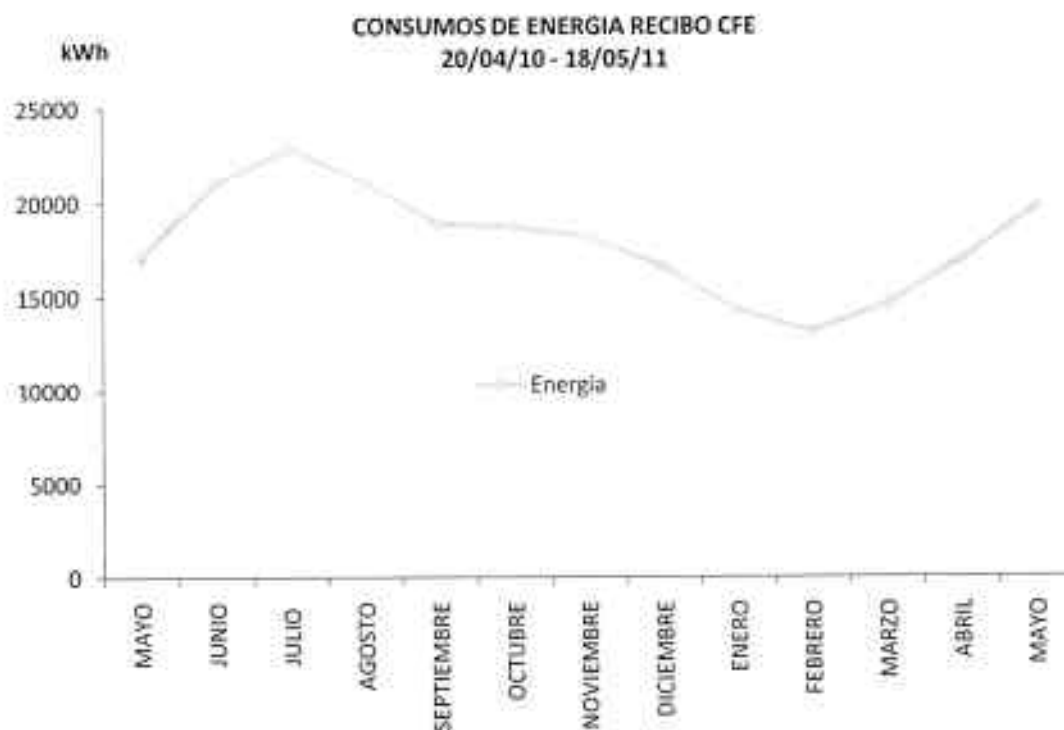
Gráfica: Demandas en recibos de CFE

El edificio de Gestiones, cuenta con un servicio de suministro eléctrico en mediana tensión (13200 V) con tarifa OM en la Región Occidente. El recibo de facturación de consumo eléctrico nos muestra los consumos de energía, la demanda facturada, factor de potencia promedio y demanda contratada entre otros.

En la gráfica anterior se muestran los valores de la demanda medida en cada uno de los meses del periodo mencionado, y principalmente se observa:

El promedio de la demanda medida fue de 46 kW. La máxima demanda fue de 56 kW en el mes de Mayo del 2010

Observamos que en la demanda del periodo de análisis, tiene un aumento en los meses de Abril, Mayo y Junio del 2010, después de este mes la demanda comienza a reducirse gradualmente hasta el mes de Enero.

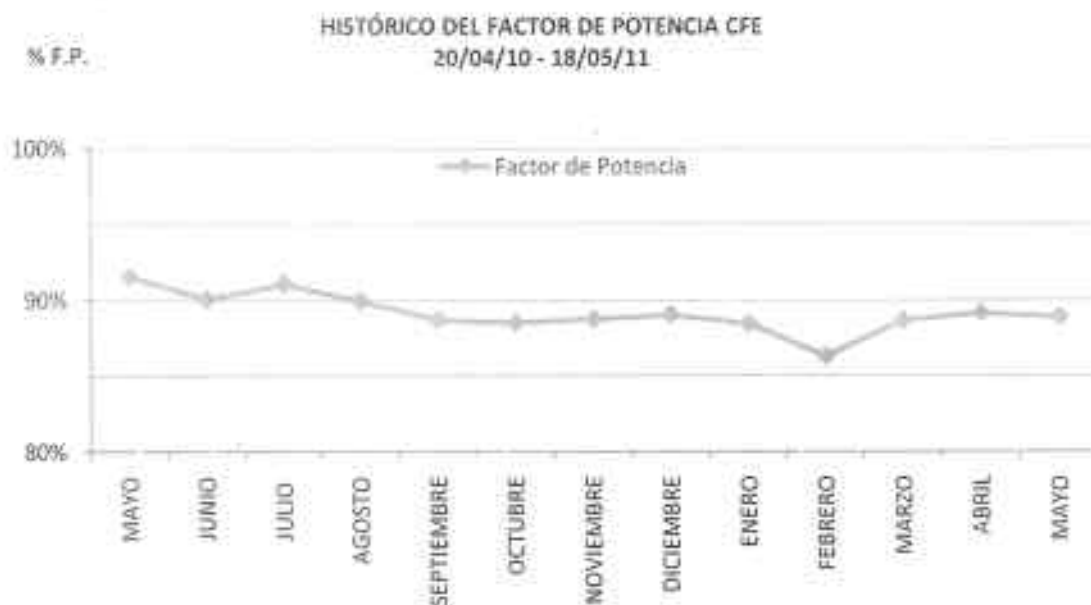
Consumo de energía eléctrica

Gráfica: Consumo de Energía en el periodo

El consumo de energía registrado en el periodo de análisis, muestra un patrón de comportamiento como se ve en la gráfica.

En los meses de Marzo a Julio se observa aumento en la energía consumida, esto es debido a que el calor es mayor en ese periodo y el uso de equipos de aire acondicionado se hace con mayor intensidad.

A partir del mes de Agosto, comienza a reducir el consumo de energía de forma gradual hasta Febrero del año siguiente. Esto ocurre conforme la temperatura del clima comienza a disminuir. Esto debida a que las cargas predominantes que son los equipos de aire acondicionado y son los que comienzan a reducir su uso e intensidad. Además estas cargas son la que reflejan en la facturación los cambios significativos.

Factor de potencia

Gráfica: Factor de Potencia

El inmueble presenta un historial de Factor de Potencia (FP) que la mayor parte del año está por debajo del 90%, que es el valor límite para el cargo o bonificación por este concepto. En el año el promedio de FP es de 90 %. El FP permanece estable y se mantiene siempre en el rango del 86.3% a 91.5 %. Cabe mencionar que el inmueble no cuenta con banco de capacitores.

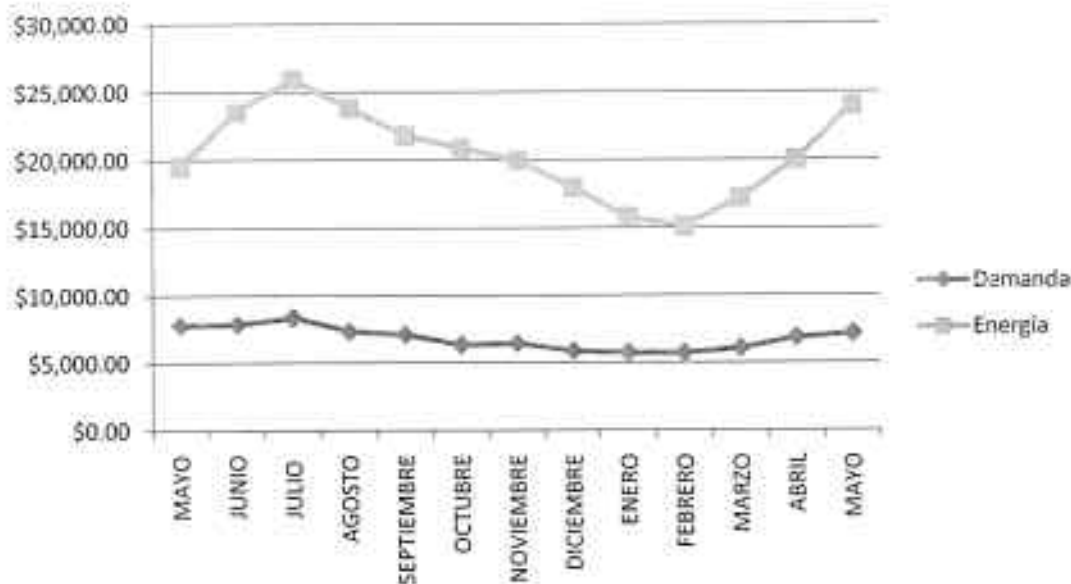
Recordemos que el factor de potencia promedio con el que aplica la bonificación por alto factor de potencia, es el calculado en base a la energía activa (kWh) y la energía reactiva (kVArh) consumida en el mes, como se ejemplifica en el apéndice final.

Las bonificaciones obtenidas van desde los \$ 4.36 hasta \$ 116, con un acumulado de bonificaciones en el periodo analizado de \$ 218.67 por Alto factor de potencia.

Los recargos por bajo factor de potencia van de los \$61.64 hasta los \$535, con un acumulado de \$2,073.22 en el mismo periodo de análisis.

Facturación eléctrica

FACTURACION DE DEMANDA Y ENERGIA
20/04/10 - 18/05/11

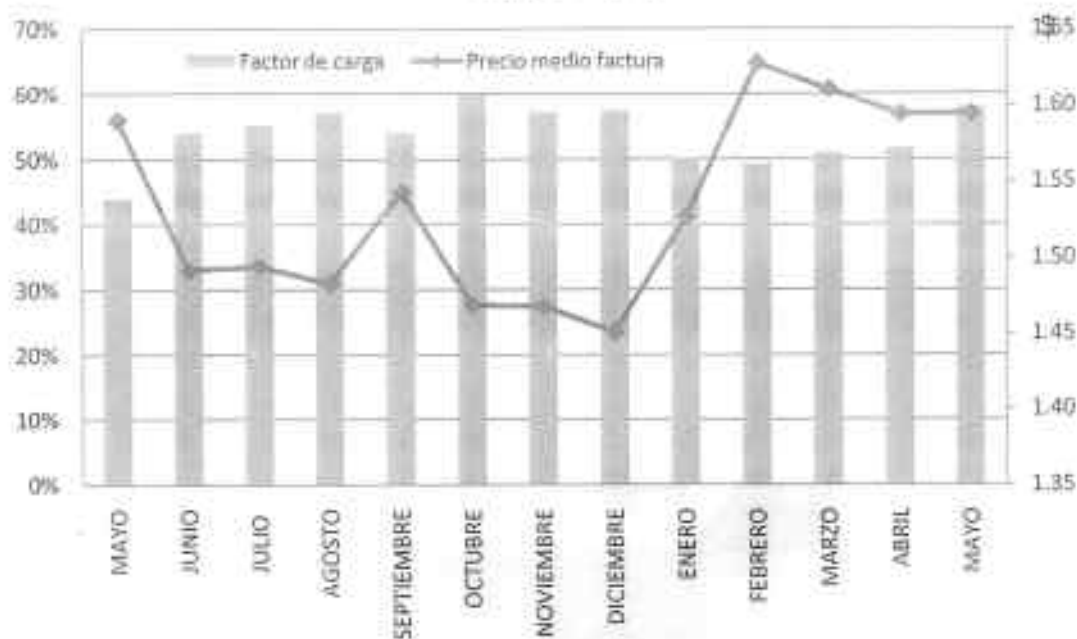


Gráfica: Principales Elementos de la FBM

Observaciones:

La gráfica anterior muestra los elementos que conforman la Facturación Básica Mensual (FBM): energía y demanda.

Como se puede ver el principal elemento económico que conforma la FBM para el inmueble de Gestiones, es lo que se factura por concepto de energía (75%) y en segundo término por demanda (25%) en promedio.

*Factor de carga*COMPORTAMIENTO FACTOR DE CARGA RECIBOS CFE
20/04/10 - 18/05/11

Gráfica: Factor de Carga vs. Precio Medio

Observaciones:

En la gráfica anterior se puede apreciar el factor de carga del edificio (barras & eje vertical izquierdo) el cual indica la relación de la potencia eléctrica media utilizada y la demanda máxima registrada en cualquier periodo en un mes de facturación. Entre mayor factor de carga se tenga se logra el precio medio (P.M) más bajo (FBM/kWh – mes)

Indices energéticos

Durante el periodo de análisis (20/04/10 – 18/05/2011) como ya se dijo el P.M promedio fue de 1.5337 \$/kWh, como referencia según Comisión Federal de Electricidad el mismo indicador para sus usuarios con la misma tarifa contratada fue de 1.3553 \$/kWh:

En este periodo suma un consumo de energía acumulado para el inmueble de 232,960 esto nos da una densidad de energía eléctrica por unidad de superficie construida de 181.29 kWh/m² anual.

ANÁLISIS DE SISTEMAS

En función de las principales cargas eléctricas se determinó realizar el análisis eléctrico-energético en las instalaciones del inmueble.

Edificio Principal (Base 1)

Del levantamiento eléctrico se obtuvo que el grupo de cargas se distribuyan de la siguiente manera:

Grupo de cargas	kW
Alumbrado	16.80
Equipos de computo	9.00
Equipos de aire acondicionado	83
Equipos Varios (Impresoras/copiadoras, cafeteras, etc.)	13.97
Total de carga instalada	122.77

Tabla: Carga instalada según censo e información proporcionada

Por lo cual se denota que la que predomina es la del aire acondicionado que representa el 67.6% de la carga eléctrica instalada.

- Base 1 cuenta con un transformador de **150 kVA** que alimenta el 100% del edificio, además cuenta con 1 planta de emergencia de respaldo para tablero de emergencia que alimenta alumbrado y contactos, y un UPS para respaldo de equipo de computo y comunicaciones.

Edificio (Base 2)

Del levantamiento eléctrico se obtuvo que el grupo de cargas se distribuyen de la siguiente manera:

Grupo de cargas	kW
Alumbrado	12.70
Equipos de computo	8.60
Equipos de aire acondicionado	92
Equipos Varios (Impresoras/copiadoras, cafeteras, etc.)	19.81
Total de carga instalada	133.11

Tabla: Carga instalada según censo e información proporcionada

Por lo cual se denota que la que predomina es la del aire acondicionado que representa el 69.11% de la carga eléctrica instalada.

- Base 2 cuenta con un transformador de 225 kVA que alimenta el 100% del edificio.

Edificio de Centro, Mando y Control (Base 3)

Del levantamiento eléctrico se obtuvo que el grupo de cargas se distribuyan de la siguiente manera:

Grupo de cargas	kW
Alumbrado	3.77
Equipos de cómputo	3.80
Equipos de aire acondicionado	16
Equipos Varios (Impresoras/copiadoras, cafeteras, etc.)	6.18
Total de carga instalada	29.75

Tabla: Carga instalada según censo e información proporcionada

Por lo cual se denota que la que predomina es la del aire acondicionado que representa el 53.78% de la carga eléctrica instalada.

- Base 3 cuenta con un transformador de 75 kVA que alimenta el 100% del edificio

Edificio de Emergencias Portuarias

Del levantamiento eléctrico se obtuvo que el grupo de cargas se distribuyen de la siguiente manera:

Grupo de cargas	kW
Alumbrado	19.09
Equipos de cómputo	0.80
Equipos de aire acondicionado	35
Equipos Varios (Impresoras/copiadoras, cafeteras, etc.)	11.54
Total de carga instalada	66.43

Tabla: Carga instalada según censo e información proporcionada

Por lo cual se denota que la que predomina es la del aire acondicionado que representa el 52.68% de la carga eléctrica instalada.

- El edificio de Emergencias cuenta con un transformador de **112.5 kVA** que alimenta el 100% del edificio.

Edificio de Gestiones Portuarias

Del levantamiento eléctrico se obtuvo que el grupo de cargas se distribuyan de la siguiente manera:

Grupo de cargas	kW
Alumbrado	14.85
Equipos de computo	5.20
Equipos de aire acondicionado	25.9
Equipos Varios (Impresoras/copiadoras, cafeteras, etc)	7.70
Total de carga instalada	53.65

Tabla: Carga instalada según censo e información proporcionada

Por lo cual se denota que la que predomina es la del aire acondicionado que representa el 48.27% de la carga eléctrica instalada.

- Gestiones cuenta con un transformador de 150 kVA que alimenta el 100% del edificio.

MEDICIONES

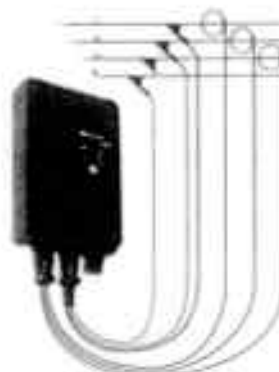
El monitoreo se realizó por medio de un equipo analizador de redes Auditor CIR-e marca Circutor con intervalos de 5 minutos, con medición y registro simultáneo de parámetros RMS medidos en tiempo real monofásicos y trifásicos y sus formas de onda. Dentro de los parámetros medidos se encuentran tensión, corriente, potencia activa, reactiva y aparente, energía consumida, factor de potencia, frecuencia y distorsión armónica total en tensión y corriente.

Equipos de medición:

Analizador de redes Marca Circutor, Mod Auditor CIR-e, con sondas flexibles de hasta 20kA, con 1 GB de memoria

Parámetros Medidos:

- Potencia Activa
- Potencia Inductiva
- Potencia aparente
- Tensión
- Corriente
- Factor de Potencia
- Armónicas
- Energías
- RMS
- Frecuencia



Analizador de redes Marca Circutor, Mod AR5L, con sondas flexibles de hasta 20kA, con

Parámetros Medidos:

- Potencia Activa
- Potencia Inductiva
- Potencia aparente
- Tensión
- Corriente
- Factor de Potencia
- Armónicas
- Energías
- RMS
- Frecuencia
- Forma de onda



Análisis de mediciones en Edificio Principal (Base 1)

Punto de medición:

La medición de los parámetros eléctricos se llevo a cabo el día 6 de Junio del presente año. El equipo de medición se coloco a la salida del transformador de la subestación eléctrica del edificio de Base 1, después del interruptor principal de B.T., en las barras de tablero de distribución. En el siguiente diagrama se muestra la ubicación eléctrica donde se coloco el equipo. El objetivo fue observar un perfil de carga y consumo en tiempo real global del edificio.

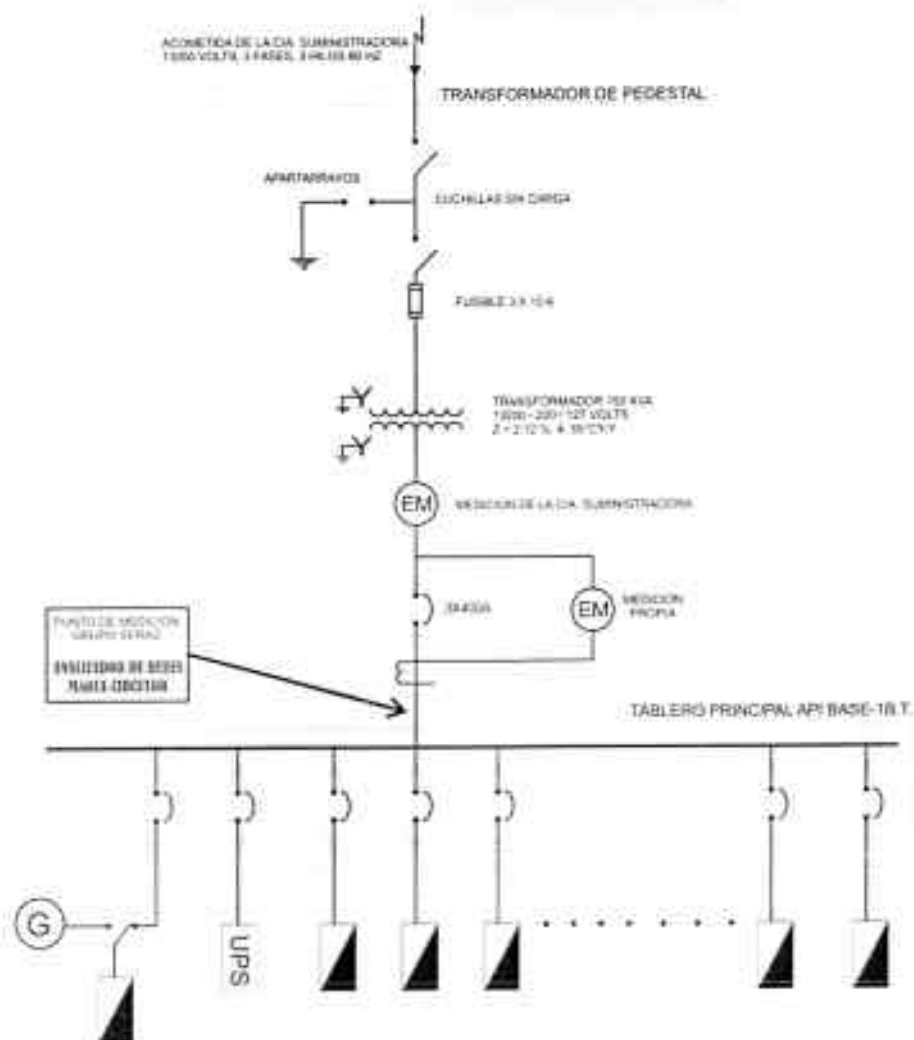


Diagrama Unifilar mostrando punto de medición en la red eléctrica

TRANSFORMADOR DE 150 KVA.

Transformador tipo pedestal OA

Marca: Transformadores de Jardín S.A. de C.V.

Tensión: 13200/220-127 Volts

Impedancia: 2.12%

Conexión: Y-Y

NBA1: 95kV / 30kV

El factor de utilización del transformador es:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} = 61.3\%$$

El transformador presenta un factor de utilización del 61.3%, lo que nos indica que no está trabajando a toda su capacidad.

El factor de demanda del edificio:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} = 74.93\%$$

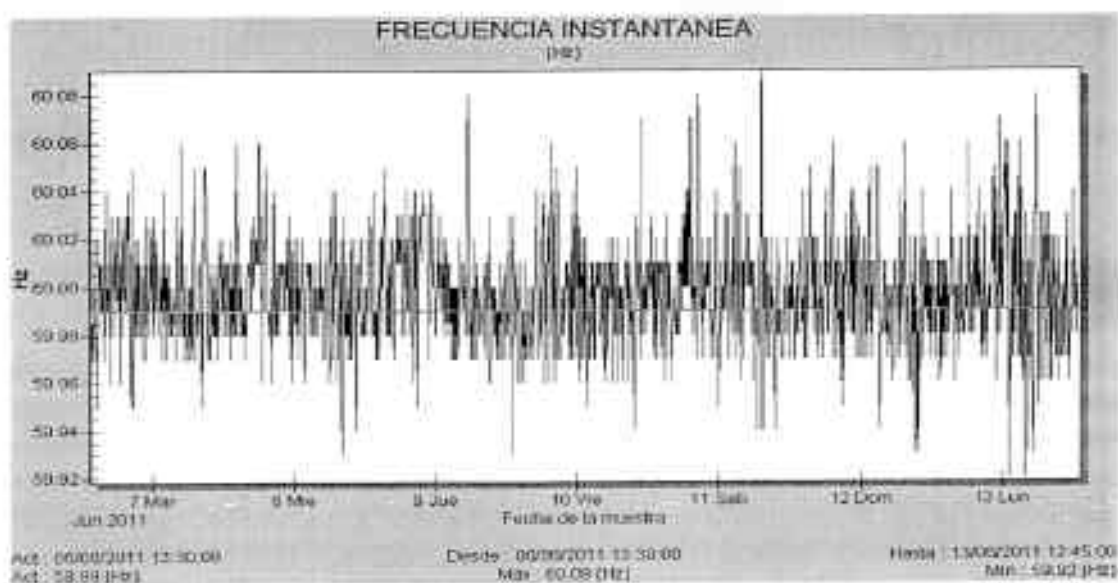
Es la relación entre la demanda máxima registrada en el periodo y la carga total instalada, y nos dice el índice de carga máxima utilizada del total instalado, en este caso se está usando el 74.93 % del total de la carga instalada.

El factor de carga del edificio:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}$$

El índice de carga del edificio

Variaciones de la Frecuencia de la Red.



Gráfica: Variación de Frecuencia

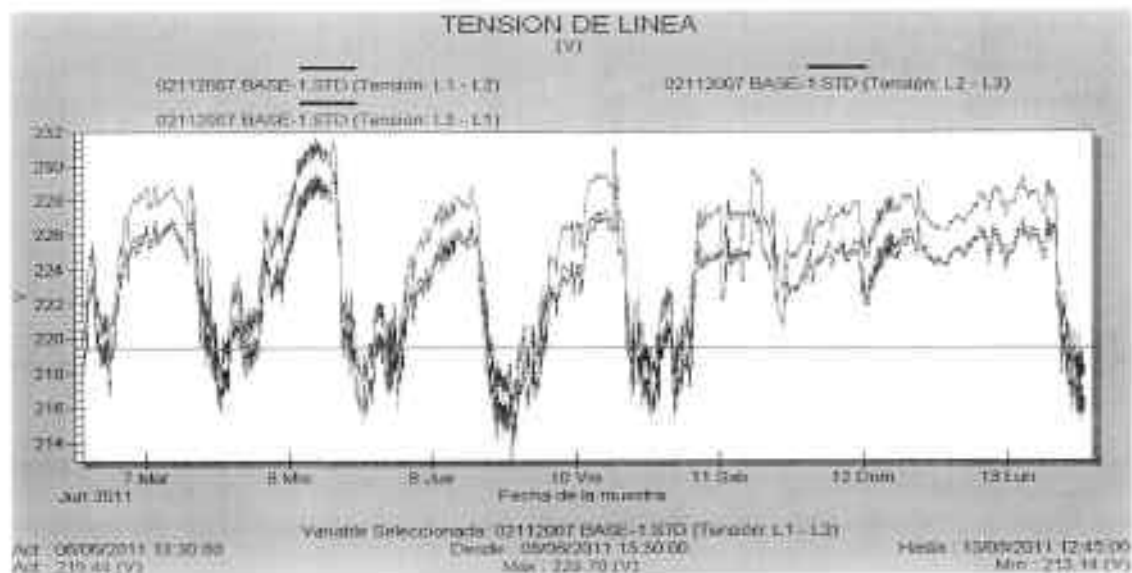
Variable	Nominal	Mínimo	Máximo
Frecuencia (Hz)	60.00	59.92	60.09
Variación		- 0.13 %	+ 0.15 %

Tabla: Variación de Frecuencia

Nota: los datos de la tabla se tomaron de la gráfica del periodo total de medición.

Observaciones:

No existen variaciones importantes de frecuencia en la red que puedan interferir o dañar los equipos conectados al transformador. Este parámetro es regulado por la CFE desde el punto de generación por lo que no lo consideramos relevante.

Tensiones rms

Gráfica: Tensión fase a fase

Nombre	Periodo	Promedio	Mínimo	Máximo	Unidad
VL1-L2 RMS	6/06/2011 a 13/06/2011	221.42	213.14	229.70	V
VL2-L3 RMS		223.15	214.67	231.62	
VL3-L1 RMS		221.10	212.66	229.54	

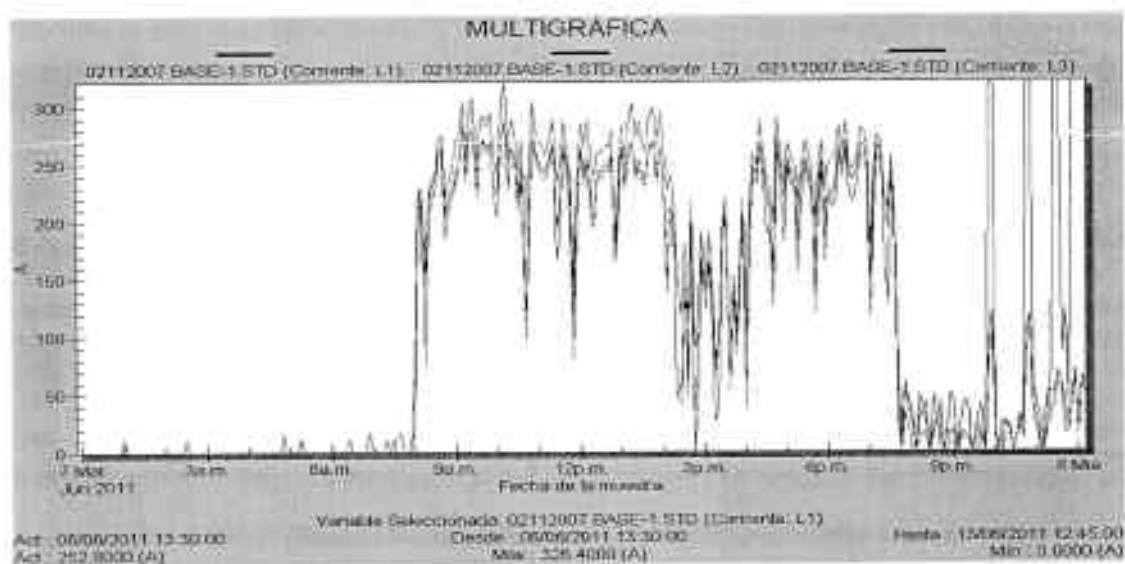
Tabla: Tensión entre líneas

Observaciones:

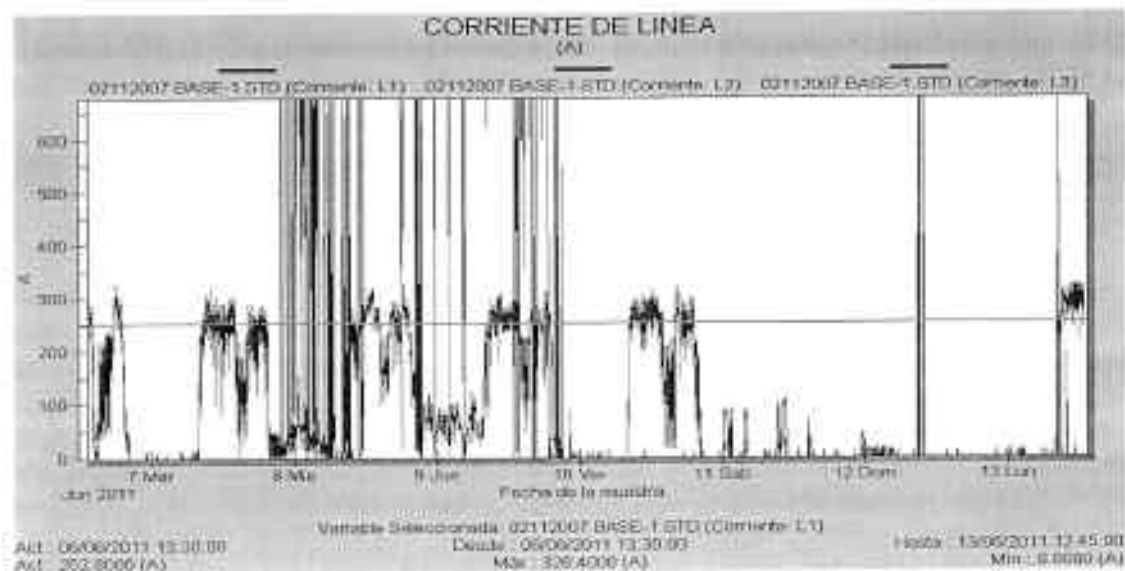
Las variaciones de voltaje son: L1-L2 +4.4%, L2-L3 +5.28% y L3 +4.33% respecto a la tensión nominal. Estas variaciones no deben superar el rango de tolerancia aceptable del $\pm 10\%$ del valor normalizado que es de 220V entre Líneas, según la NOM-SEDE-001. Por lo que en este caso se cumple con la tolerancia permitida sin causar ninguna irregularidad.

Se puede observar que la tensión varía en forma inversa a la corriente, por lo que en las horas de mayor demanda la tensión tiende a reducirse y por lo contrario, en las horas de menor demanda la tensión se mantiene más cerca del valor nominal.

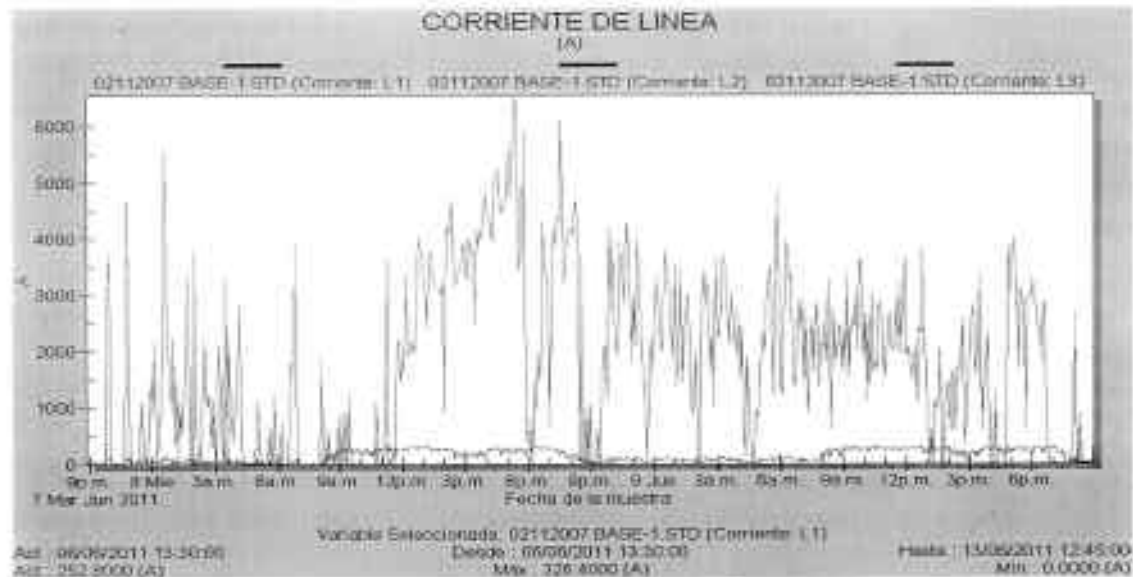
Corriente eléctrica



Gráfica: Corrientes de línea (1 día)



Gráfica: Corrientes de línea y neutro (7 días)



Corrientes de línea periodo Miércoles-Jueves

Nombre	Fecha	Maximo	Minimo	Unidad
IL 1	6/06/2011	326.4	0.0	A
IL 2	a	327.6	0.0	
IL 3	13/06/2011	6496.4	0.0	

Tabla: Corriente de las líneas

Observaciones:

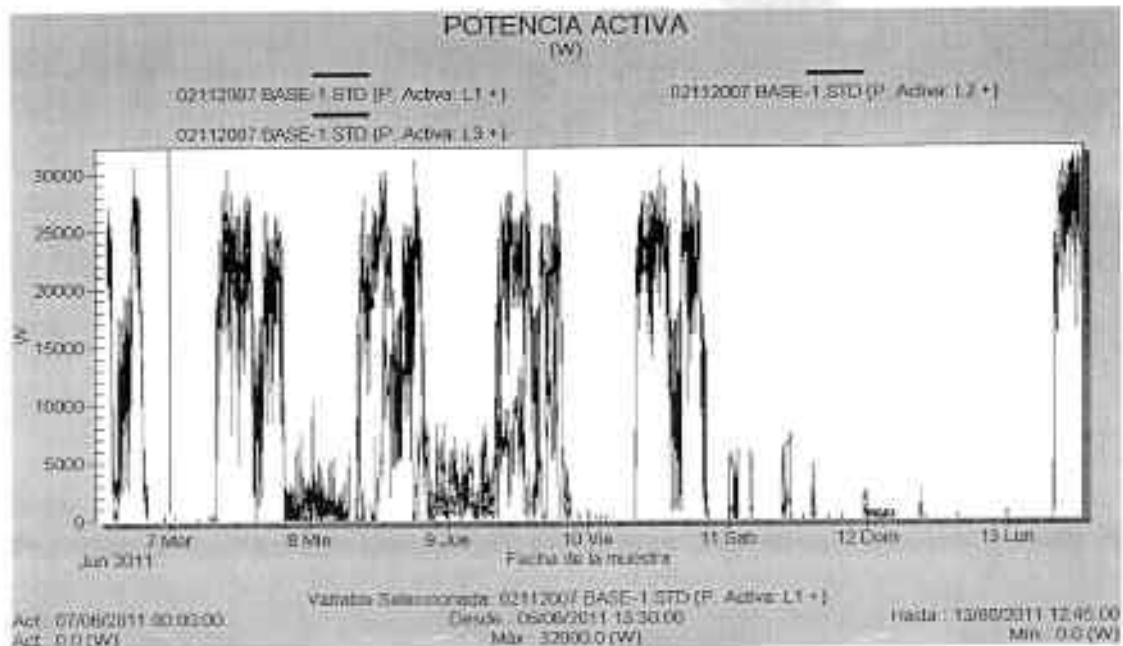
Como podemos ver en la primer gráfica de las corrientes, la demanda de corriente sigue un patrón, que nos muestra que al comienzo de las labores de los días hábiles, el consumo de corriente comienza a elevarse a partir de las 8 de la mañana que es la hora en que comienzan a laborar personal de limpieza, hasta llegar a un consumo que oscila entre los 250 amper, luego cerca de las 15 horas, se reduce ese consumo a un valor que varía entre 50 y 150 amper, esto ocurre en el horario de comida entre las 15 y 17 horas, después de esa hora regresa el consumo al rango del valor registrado en la mañana, posteriormente el valor del consumo de corriente tiende a cero, a excepto de miércoles y jueves como se comentara posteriormente. Este patrón se repite en los días hábiles de trabajo de oficina. El patrón de consumo de sábados y domingos es prácticamente de cero; en el periodo de medición se observo que el sábado de 9 a 11 horas presenta un pequeño consumo debido al personal de limpieza.

En el registro de corrientes del periodo de medición, se presentó un fenómeno inusual, el cual provoco que una corriente se disparara del rango promedio de las tres líneas. En la gráfica de corrientes del periodo de miércoles y jueves podemos observar que la corriente

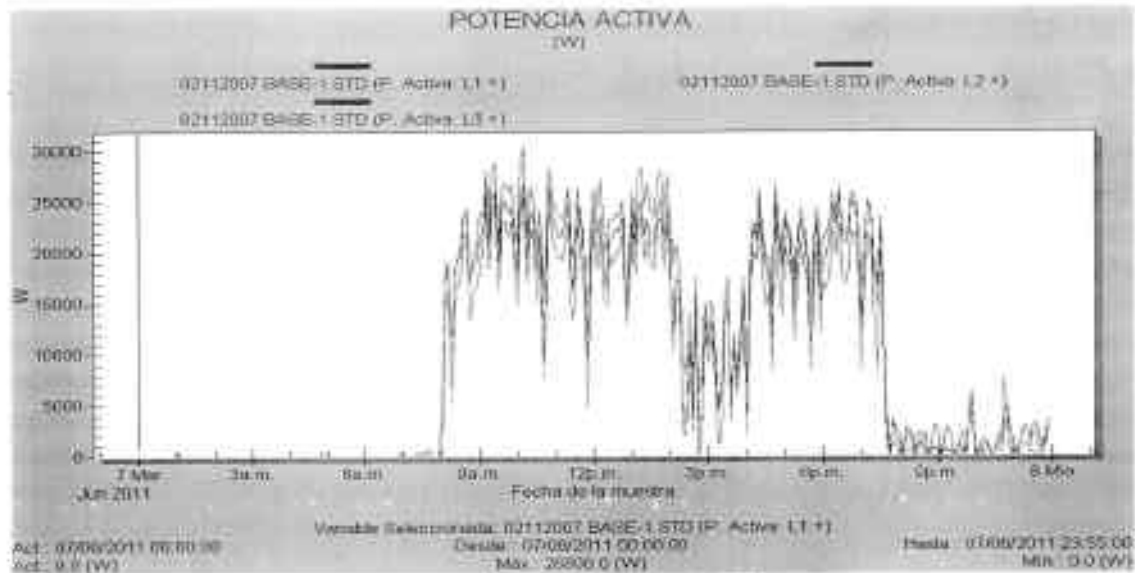
en L3 en esos días, se sale de rango, esto debido a una elevada corriente parecida a la de corto circuito.

La corriente en el neutro muestra un comportamiento irregular, debido a la carga conectada y a la utilización de la energía de modo desbalanceada. Por lo mismo la corriente del neutro se disparo en miércoles y jueves, esto provocado por una alta corriente en la L3, por esa circunstancia la corriente sigue el mismo patrón de la L3. Seguido a este evento, se registraron lecturas mínimas de corriente en L3, no hubo una demanda continua en esta línea.

Demanda Instantánea (W).



Gráfica: Potencia Activa de una semana



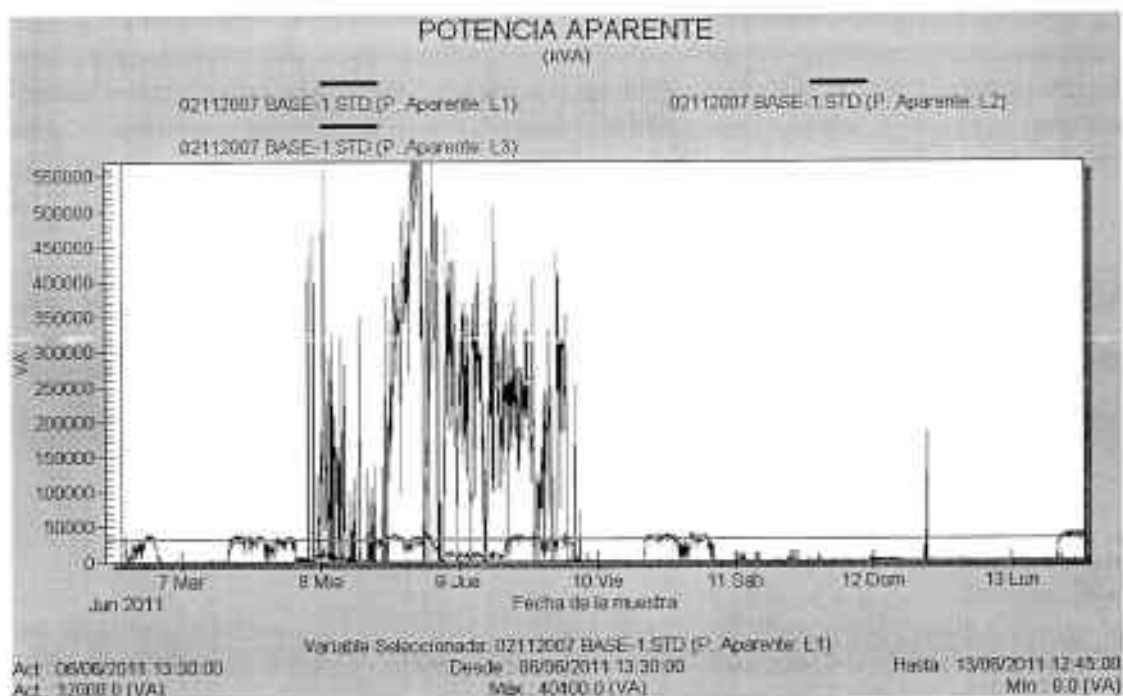
Gráfica: Potencia Activa por fase (1 día)

Observaciones:

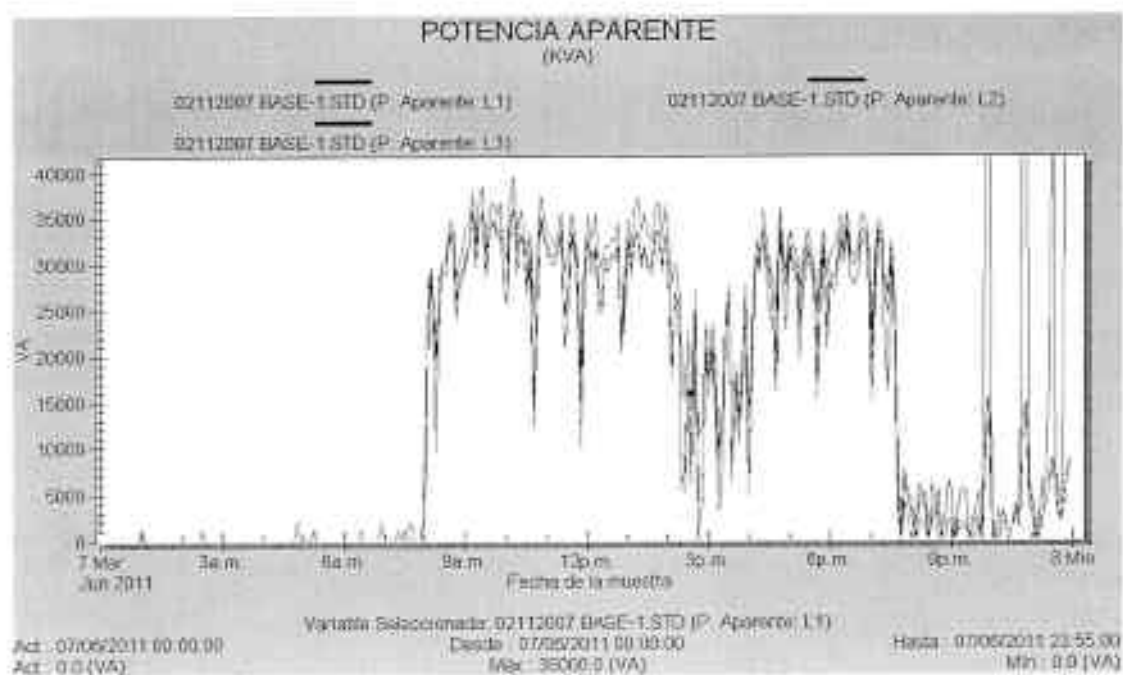
La potencia activa instantánea o demanda instantánea, comienza a elevarse cerca de las 8:00 de la mañana cuando se comienzan a encender diferentes cargas al inicio de labores en el edificio con el personal de limpieza y mantenimiento. Después hay una reducción en la demanda de potencia de 14 a 16 horas debido al periodo de comida de personal a esta hora. Y de las 19:30 hasta las 20:30 horas se reduce la demanda con el término de labores del personal de Base 1.

La demanda en horas de trabajo oscila entre los 18 y 28 kW por línea y se reduce a los 10 y 15 kW por línea en las dos horas de comida. Debido a la pérdida de la corriente en la línea tres, no registra potencias considerables en esta línea después del día jueves.

Potencia Aparente (VA).



Gráfica: Potencia Aparente Trifásica (semanal)



Gráfica: Potencia Aparente por Fase (1 día)

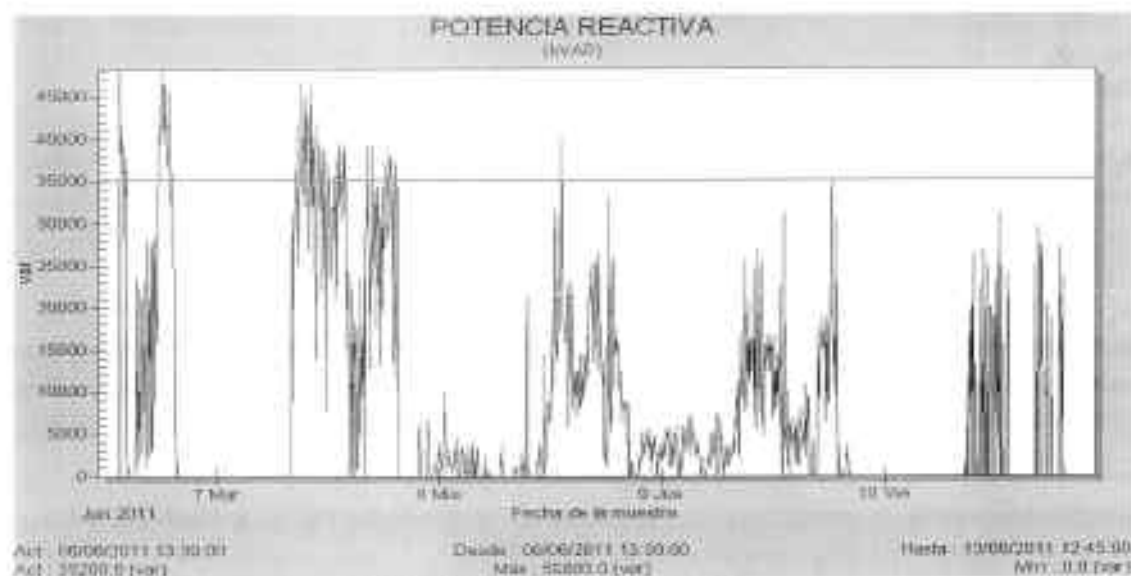
Potencia Aparente	Fecha	Promedio	Máximo	Mínimo	Unidad
L1	8/06/2011 a 13/06/2011	11315	40400	0.0	VA
L2		10397	40400	0.0	
L3		55735	741200	0.0	
TRIFASICA		76179	852000	0.0	

Tabla: Potencia Aparente

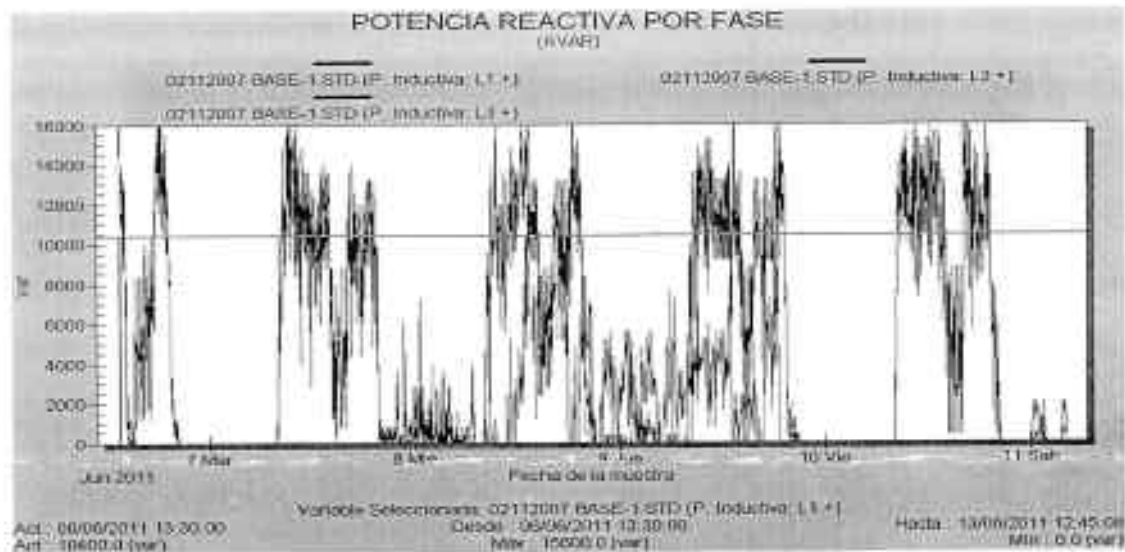
Observaciones:

La curva de demanda de potencia aparente sigue el mismo patrón que el de la potencia activa, la variación en el tiempo es la misma pero con diferentes valores. Las razones del comportamiento de la curva es la misma, debida a los horarios de trabajo. En horas de trabajo la potencia aparente demanda oscila entre los 28 y 38 kVA y en hora de comida se reduce de 13 a 18 kVA en promedio.

Debido a que la línea tres no registra ningún consumo después del jueves, por eso no aparece en la gráfica esta línea en esos días siguientes.

Potencia reactiva (kVAr)

Gráfica: de la potencia reactiva trifásica



Gráfica: de la potencia reactiva por fase

Potencia reactiva	Fecha	Promedio	Máximo	Mínimo	Unidad
L1	6/06/2011 a 13/06/2011	3311	36000	0.0	VA
L2		3680	17600	0.0	
L3		1710	18000	0.0	
TRIFASICA		5337	50800	0.0	

Tabla: Potencia Reactiva

Observaciones:

De igual forma la curva de potencia reactiva se mueve en relación directa con la de demanda aparente, esto es debido a que hay cargas conectadas a la red del tipo inductivas, por lo que el aumento de la potencia reactiva es en proporción directa con la demanda de potencia a la red.

La potencia reactiva del tipo inductiva es la proporcionada por maquinas electromagnéticas (inductivas) conectadas a la red, las cuales inyectan reactivos a la red provocando el defasamiento de la corriente con respecto al voltaje. Podemos ver en la gráfica como la potencia reactiva aumenta con el aumento de la demanda debido a que la mayor parte de las cargas son del tipo inductivas.

En horas de trabajo la potencia aparente demanda oscila entre los 10 y 15 kVAR y en hora de comida se reduce de 3 a 8 kVAR en promedio.

La ausencia de demanda en la línea tres se refleja también para la potencia reactiva, por lo que también no se nota demanda en esa línea después del jueves del periodo de medición.