



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

## PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN LA INDUSTRIA MINERA. ( UNIDADES DE PLOMO Y ZINC )

T E S I S

Que para obtener el Titulo de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
Area Eléctrica-Electrónica

P r e s e n t a

RAUL ALVARADO ROSAS



Director de Tesis: Ing. Armando Grande G.

283564

Ciudad Universitaria

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

*Repasando mi vocabulario  
se me escapó una palabra  
que un día perdí de tanto usarla.-*

*Esa palabra es Gracias.-*

*Este trabajo es mi manera de agradecerles  
todo el apoyo que siempre  
me han dado.-*

*Gracias Feli, Gracias Raúl....por siempre estar ahí...  
espero les guste.-*

*A Mary y Yessi, por su apoyo, por sus risas  
y porque son parte de mi.-  
Gracias por compartir conmigo  
todas las locuras.-*

*A la que me presto su corazón,  
a la que me siguió y me cuidó tanto, ...  
a quien si no a ti...Gracias Jacke por serenarme  
con tu divina presencia.-*

*Mi agradecimiento mas sincero a  
Armando Grande G. por haber hecho posible  
que este trabajo se realizara.-*

*A todos los que de un modo u otro han tenido,  
tienen o tendrán que ver con este proyecto  
Gracias.-*

## **INDICE**

---

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	1
<b>Capítulo I. Descripción de la Unidad Minera</b>	
1.1 Descripción del proceso productivo de la Unidad	I.2
1.2 Principales sistemas de la Unidad	I.6
1.3 Distribución de la carga	I.8
1.4 Nivel de tensión de suministro de la energía eléctrica	I.10
1.5 Perfil de carga	I.11
<b>Capítulo II. Desarrollo de un programa de ahorro de energía eléctrica</b>	
II.1 Diagnósticos energéticos	II.2
II.2 Implantación de proyectos	II.10
II.3 Evaluación de resultados	II.10
II.4 Supervisión de actividades y análisis de nuevas alternativas	II.12
II.5 Capacitación permanente del personal	II.12
II.6 Instrumentación	II.14
II.7 Tecnología y consultoría externa	II.16
II.8 Factores que influyen en los programas de energía	II.17

---

**Página****Capítulo III. Implementación de un programa de ahorro de energía eléctrica**

III.1 Diagnóstico energético	III.1
III.2 Implementación de proyectos	III.11

**Capítulo IV. Evaluación de resultados**

IV.1 Control de la demanda máxima en periodo punta	IV.1
IV.2 Sustitución de equipos actuales por nuevos de mayor eficiencia/optimización del sistema de aire comprimido	IV.14
IV.3 Instalación de bancos de capacitores para aprovechar al Máximo la bonificación por alto factor de potencia	IV.14
IV.4 Cambio de tarifa eléctrica de facturación (de H-S a H-SL)	IV.17
IV.5 Cambio de día de descanso	IV.17

**Capítulo V. Conclusiones** V.1**Apéndice**

A Tarifas eléctricas
----------------------

**Bibliografía**

---

## **Listado de Figuras**

---

	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b><u>Introducción.-</u></b>		
1	Precios promedio del petróleo crudo árabe	2
<b><u>Capítulo I.-</u></b>		
I.1	Procesos básicos que integran una Unidad Minera (plomo-zinc)	I.1
I.2	Diagrama de flujo, planta de beneficio	I.4
I.3	Diagrama unifilar, Unidad Minera	I.7
I.4	Distribución de la carga eléctrica instalada en la mina	I.9
I.5	Distribución de la carga eléctrica instalada en la planta de beneficio	I.10
I.6	Distribución de las Unidades Mineras por tensión de suministro	I.11
I.7	Perfil de carga típico de una Unidad Minera (diario)	I.12
I.8	Perfil de carga típico de una Unidad Minera (semanal)	I.12
I.9	Perfil de carga típico mina (diario)	I.13
I.10	Perfil de carga típico planta de beneficio (diario)	I.13
<b><u>Capítulo II.-</u></b>		
II.1	Pasos de un programa de ahorro de energía	II.2

---

	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b><u>Capítulo III.-</u></b>		
III.1	Diagrama unifilar Unidad Minera	III.4
<b><u>Capítulo IV.-</u></b>		
IV.1	Indice histórico de producción	IV.18
IV.2	Perfil histórico de demandas	IV.19
IV.3	Perfil histórico de factor de potencia	IV.19

---



## **Listado de Tablas**

---

	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b><u>Introducción.-</u></b>		
1	Balance energético global de los países desarrollados	2
2	Consumo final de energía en México (kcal x 10 <sup>9</sup> )	4
<b><u>Capítulo I.-</u></b>		
I.1	Distribución de la carga eléctrica instalada en la mina	I.9
I.2	Distribución de la carga eléctrica instalada en la planta de beneficio	I.10
<b><u>Capítulo II.-</u></b>		
II.1	Datos para análisis histórico	II.5
II.2	Formato para la evaluación de avance de proyectos	II.11
<b><u>Capítulo III.-</u></b>		
III.1	Información histórica	III.2
<b><u>Capítulo IV.-</u></b>		
IV.1	Comparativos parámetros eléctricos y de producción	IV.18

---

## **INTRODUCCION**

---

El presente documento es una guía para desarrollar en forma general un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica (PAEE) aplicable a cualquier Unidad Minera productora de concentrados de plomo y zinc que se encuentre en tarifa horaria, sin que ello implique el dejar de buscar soluciones locales.-

Un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica es la planificación de actividades secuenciales, conducentes a disminuir el consumo de energía eléctrica a través de eficientización de procesos u operaciones, la disminución de desperdicios en plantas industriales, empresas de servicios o instituciones.-

Los Programas de Ahorro de Energía ofrecen ventajas significativas en la disminución de los costos de operación, lo cual representa de cara al futuro, certidumbre en ellos.-

Desde tiempos inmemorables la energía ha estado presente en prácticamente todas las actividades del hombre. Su uso es en gran medida un factor condicionante del desarrollo económico de las sociedades. En épocas recientes, los índices de consumo energéticos per cápita son indicadores tan confiables, como el producto interno bruto per cápita, del grado de desarrollo de una sociedad o una nación.-

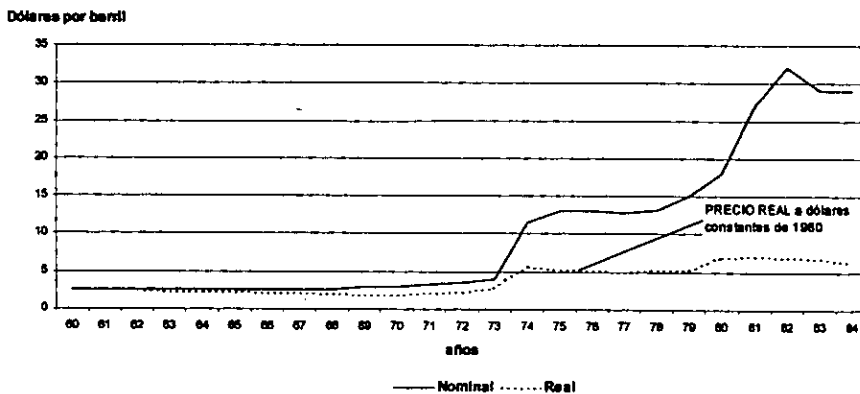
En la época moderna se han consolidado a nivel mundial los vínculos entre energía, sociedad y economía. Lo que ocurre en el ámbito energético afecta a todos los países, independientemente de su grado de desarrollo, su forma de organización social o su calidad de exportadores o importadores de hidrocarburos.-

El panorama energético mundial evolucionó hacia una creciente dependencia del petróleo y simultáneamente se desarrollaron patrones de consumo distorsionados que propiciaron su uso excesivo (tabla 1).-

El conflicto armado del medio oriente de los años 1973 - 1974, al que se le conoce como la "primera crisis petrolera", tuvo efectos sumamente importantes en el campo energético, ya que en ese tiempo los precios del petróleo se elevaron bruscamente hasta alcanzar valores cuatro veces superiores a los que privaron hasta entonces. Derivados de este echo, se sucedieron transformaciones repentinas y de largo alcance en el balance energético mundial, que se intensificaron con los nuevos aumentos de precios de los años de 1979 y 1980 (figura 1).-

**Tabla I. Balance energético global de los países desarrollados<sup>1</sup>**

	1950 (%)	1960 (%)	1970 (%)	1980 (%)	1982 (%)
Carbón	57.00	35.70	19.80	21.30	21.70
Petróleo	28.90	39.60	53.80	48.90	45.20
Gas Natural	12.00	16.60	19.10	19.30	20.00
Hidráulica	2.10	8.00	6.00	6.70	7.90
Nuclear	-	0.10	1.30	3.80	5.20

**Figura 1. Precios promedio del petróleo crudo árabe<sup>2</sup>**

El cambio mas importante provino del lado de la demanda. Como respuestas a las crisis energéticas mencionadas; los países industrializados implantaron una política de ahorro de energía y de diversificación de fuentes de suministro. La transformación se inició desde el principio de los años setenta y se aceleró hacia 1979, año a partir del cual el consumo total de energía en el mundo disminuyó en un 0.3 % anual promedio y en los países industrializados en casi un 3 %. En el caso del petróleo el ritmo de decrecimiento anual en el periodo 1979-1982 fue casi del 5 % en los países desarrollados.-

<sup>1 2</sup> Balance energético total de los países desarrollados, SEMIP 1991.-

Si bien es cierto que estas reducciones también fueron originadas por la menor actividad económica mundial asociada a la recesión, no cabe duda que los procesos de ahorro de energía y diversificación energética son sus causas más importantes.-

Los efectos del ahorro de energía han sido fundamentales no sólo para el sector energético, sino para las economías en su conjunto. El nivel de la eficiencia energética de la planta productora mundial ha aumentado. Se observa un replanteamiento en las políticas industriales de muchos países.-

A nivel mundial, los esfuerzos de ahorro se han concentrado en los sectores industrial y comercial-residencial. De esta manera, en los últimos 15 años, los países industrializados lograron reducir el consumo de energía primaria por unidad de producto bruto en un 20 % en promedio.-

No obstante que los esfuerzos enfocados a la conservación y ahorro de energía se dieron de manera prácticamente exclusiva en los países desarrollados, su peso específico en el balance global es tal que permitió modificar las estructuras mundiales.-

Los países en vías de desarrollo han permanecido por mucho tiempo ajenos a estos esfuerzos, lo que los condena a tener una pequeña participación en el escenario internacional por la falta de competitividad causada, entre otros factores, por la menor eficiencia energética.-

El panorama del uso eficiente de la energía en México es relativamente joven. En la década de los años setenta, nuestro país realizaba, - quizá sin saberlo - un mejor uso de sus energéticos que en la actualidad. Al iniciarse la década de los setenta e irse convirtiendo en un exportador neto de hidrocarburos, con grandes reservas, se comenzó a utilizar de manera dispendiosa la energía, como puede constatarse por la creciente dependencia de los hidrocarburos y los elevados coeficientes de consumo por unidad de riqueza generada.-

En la actualidad el sector energético en México enfrenta una problemática variada y compleja de carácter estructural. El primer problema importante es el alto consumo de energía total por unidad de producto terminado. El consumo nacional total de energía creció a un ritmo de 6.6 % en promedio anual en el período de 1965 a 1975, mientras que el PIB creció en ese lapso con una tasa media de 6.4 %. En el período de 1975-1980 el consumo total de energía creció con tasas medias del 9.4 % en tanto que el crecimiento del PIB se mantuvo con un coeficiente de aumento medio anual de 6.7 %. En el período 1982-1987 la tasa media de crecimiento de la energía total consumida fue negativa en varios años notándose un incremento del 0.5 % en ese intervalo, con un descenso del PIB nacional de 0.8 % en ese mismo tiempo.-

El consumo medio de energía per cápita aumentó con tasas medias anuales del 3.2 % en el período 1965-1975 y 6.2 % entre 1975 y 1980. En los años de 1982 a 1987 el consumo medio de energía por habitante disminuyó en 10.1 %.-

En cuanto a la intensidad energética, definida como la cantidad de energía gastada por unidad de producto producido, ésta esta se ha ido incrementando paulatinamente con el tiempo hasta el año

de 1982 en que alcanzó su máximo valor. A partir de esa fecha se redujo hasta el año de 1989, en donde la intensidad energética fue ligeramente superior a la de 1982.-

El segundo problema importante es la dependencia nacional con respecto a los hidrocarburos, la cual en una perspectiva a largo plazo significa un alto grado de vulnerabilidad.-

Finalmente, el tercer problema relevante del sector energético mexicano es la estructura nacional de consumo de energía, donde los sectores energético y de transporte representan valores sumamente elevados y el sector agropecuario muestra un valor extremadamente bajo (tabla 2).-

En los últimos cinco años el panorama del uso eficiente de la energía ha cambiado radicalmente; cada vez son más las empresas que se interesan en la aplicación de medidas correctivas para usar mejor su energía.-

Los energéticos representan uno de los factores de la producción industrial con mayor incidencia en los costos, por lo que su utilización debe ser planeada cuidadosamente, con objeto de que agregue competitividad a los costos finales de producción.-

En el caso de las Unidades Mineras, éstas tienen un proceso fundamentalmente mecánico por lo que su principal consumo energético es la electricidad. Utilizan diesel en menor cantidad generalmente para los equipos de transporte del mineral beneficiado.-

**Tabla 2. Consumo final de energía en México (kcal x 10<sup>9</sup>)<sup>3</sup>**

Año	Total Energético	Residen/Comer	Transporte	Agropecuario	Industria
1980	654.25	146.11	246.74	23.91	237.48
1981	710.42	150.43	274.31	24.56	261.10
1982	732.34	158.76	272.95	26.10	274.52
1983	717.10	157.40	245.16	22.54	291.98
1984	722.59	161.51	256.75	22.43	279.88
1985	743.40	166.19	261.55	23.00	292.65
1986	713.41	166.58	259.91	22.83	264.08
1987	746.31	171.29	266.39	24.46	284.16
1988	737.29	173.33	269.56	25.55	268.83
1989	772.37	176.40	297.55	23.86	274.91
1990	819.53	178.22	320.60	23.29	297.41

Este tipo de empresas se desenvuelven en un medio altamente competitivo y en constante búsqueda de mayores eficiencias y es sin duda el consumo de electricidad uno de los campos con mayor potencial para lograr dichas mejoras, las cuales representarán beneficios importantes y certidumbre en lo referente a futuros costos de operación.-

<sup>3</sup> Balance energético total de los países desarrollados, SEMIP 1991.-

Considerando que el principal objetivo de la optimización de un proceso productivo es la generación de productos de calidad al menor costo posible, resulta prioritario organizar el consumo energético de tal forma que los niveles de producción cubran la demanda de satisfactores minimizando el consumo de energía.-

Las características propias de los procesos productivos que integran a las Unidades mineras así como su distribución geográfica, no permiten una solución única y simple para la optimización de costos por concepto de energía eléctrica.-

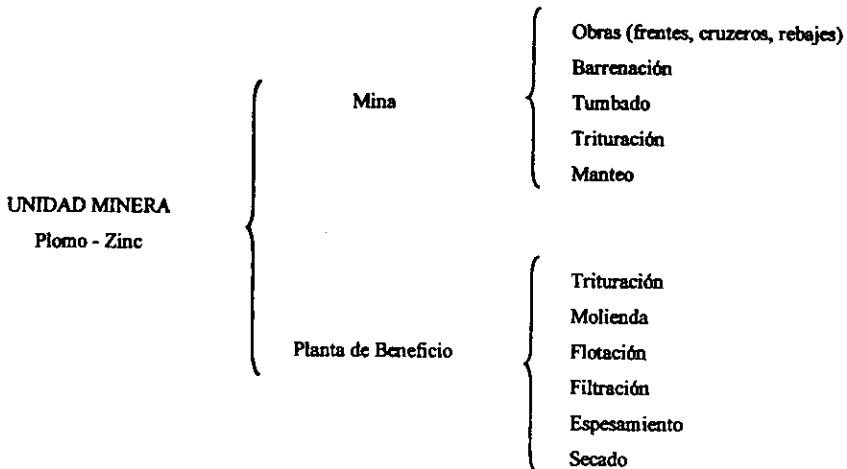
Ahora que el clima es propicio para que la sociedad mexicana entre de lleno al uso eficiente de la energía, aparecen cuellos de botella y restricciones que pueden afectar negativamente estos desarrollos. Entre los principales se tienen la escasez de recursos humanos capacitados para crear, organizar y supervisar planes, programas y proyectos sobre uso racional de energía y la falta de bibliografía acorde a la situación empresarial.-

## CAPITULO I. DESCRIPCION DE LA UNIDAD MINERA

Las Unidades Mineras productoras de concentrados de plomo y zinc, están integradas por la mina o minas y la planta de beneficio. En la mina se extrae el mineral que será procesado en la planta de beneficio obteniéndose los concentrados de plomo y zinc, mismos que se envían a la planta de fundición para su procesamiento final. Los productos obtenidos de los concentrados de plomo y zinc son básicamente plata, plomo, zinc y en menor medida oro.-

El principal energético que consumen las Unidades mineras es la electricidad y en menor medida diesel, principalmente para el transporte del mineral beneficiado.-

**Figura No. 1.1 Procesos básicos que integran una Unidad Minera (plomo – zinc)**



## **I.1 Descripción del proceso productivo de la Unidad.-**

### **a) Operación de la Mina.-**

Las obras mineras consisten básicamente en frentes, cruceros y rebajes de reducidas dimensiones, así como catas, pozos verticales e inclinados y algunos tiros de profundidad variable.-

#### **I. Sistema de minado.-**

Las características físicas de los cuerpos minerales de este tipo de minas sugieren la utilización de un sistema de minado selectivo, el relleno seco es indispensable para el soporte de los respaldos; las fallas longitudinales que corren a lo largo de los cuerpos minerales, los caballos de tepetate y la mineralización en ramaleos y desprendimientos, hacen recomendable la utilización del sistema de corte y relleno seco como método básico de minado.-

El relleno seco se extrae de bancos de tepetate y arcilla roja en la superficie mediante escarificación y empuje con tractor para luego ser acarreado y vaciado a las tepetateras tipo "Robbins", empleando cargadores frontales. Este relleno es distribuido en cada rebaje mediante "Scoop Trams". El tepetate procedente de las obras de desarrollo y exploración es utilizado también como relleno.-

Como parte de las obras de exploración se construyen rampas que se utilizan para el traslado de equipo pesado, materiales y movimiento de personal; cruceros de acceso a los rebajes y exploración con barrenación a diamante hacia el cuerpo del mineral.-

En los rebajes de corte y relleno se utilizan Jumbos Electrohidráulicos, para barrenación. Los rebajes de corte y relleno se llevan en ciclos coordinados de las actividades de tumba, rezagado, barrenación y relleno.-

El mineral tumbado es vaciado en metaleras. Para el acarreo del mineral desde las metaleras a la estación de trituración interior mina (trituración primaria) se emplean Scoop Trams. La trituración de interior mina consiste de una tolva de recepción de mineral grueso y una quebradora de quijada que tritura el mineral a un tamaño de 6", el cual se almacena en una tolva para pasar a la estación de cartuchos y superficie.-

El mineral es manteado mediante "Ships". En superficie se vacía el mineral a tolvas de paso y por medio de bandas transportadoras se conduce a un "Stock Pile" ubicado en la planta de beneficio.-

En las minas se tienen varios niveles de producción, en los cuales se trabaja en forma simultánea. Entre niveles se dejan 5 m de pilar de pisos y en cada uno de ellos se tienen accesos a los rebajes de producción.-



Generalmente se encuentra agua en las minas a determinados niveles de exploración, lo que hace necesario instalar estaciones de bombeo con la capacidad necesaria para evitar que la mina se inunde. Las bombas se conectan directamente a las piletas de asentamiento y la descarga de las mismas a las tuberías de distribución que llevan el agua a la superficie a través de contrapozos verticales.-

#### **b) Operación de la Planta de beneficio.-**

La planta de beneficio se integra básicamente por los procesos de trituración, molienda, flotación, filtración y espesamiento, tiene como finalidad beneficiar el mineral extraído de la mina. El diagrama de flujo de la planta se muestra en la figura No.1.2.-

#### **1. Almacenamiento de mineral grueso.-**

El mineral resultante de la trituración primaria descarga en un stock-pile de donde pasa a un alimentador de banda para descargar en una banda transportadora que llevará el mineral a una criba primaria de 5" x 10" de doble cama. La malla de la cama superior tiene una abertura de 1" y la inferior de 3/8", el objetivo de esta cama es separar el material fino y alimentarlo directamente a los silos de finos.-

#### **2. Trituración secundaria.-**

Esta constituida por una quebradora de quijadas de 12" x 36" con ajuste a 1.5", la cual recibe el mineral que pasa por la criba de 5" x 10".-

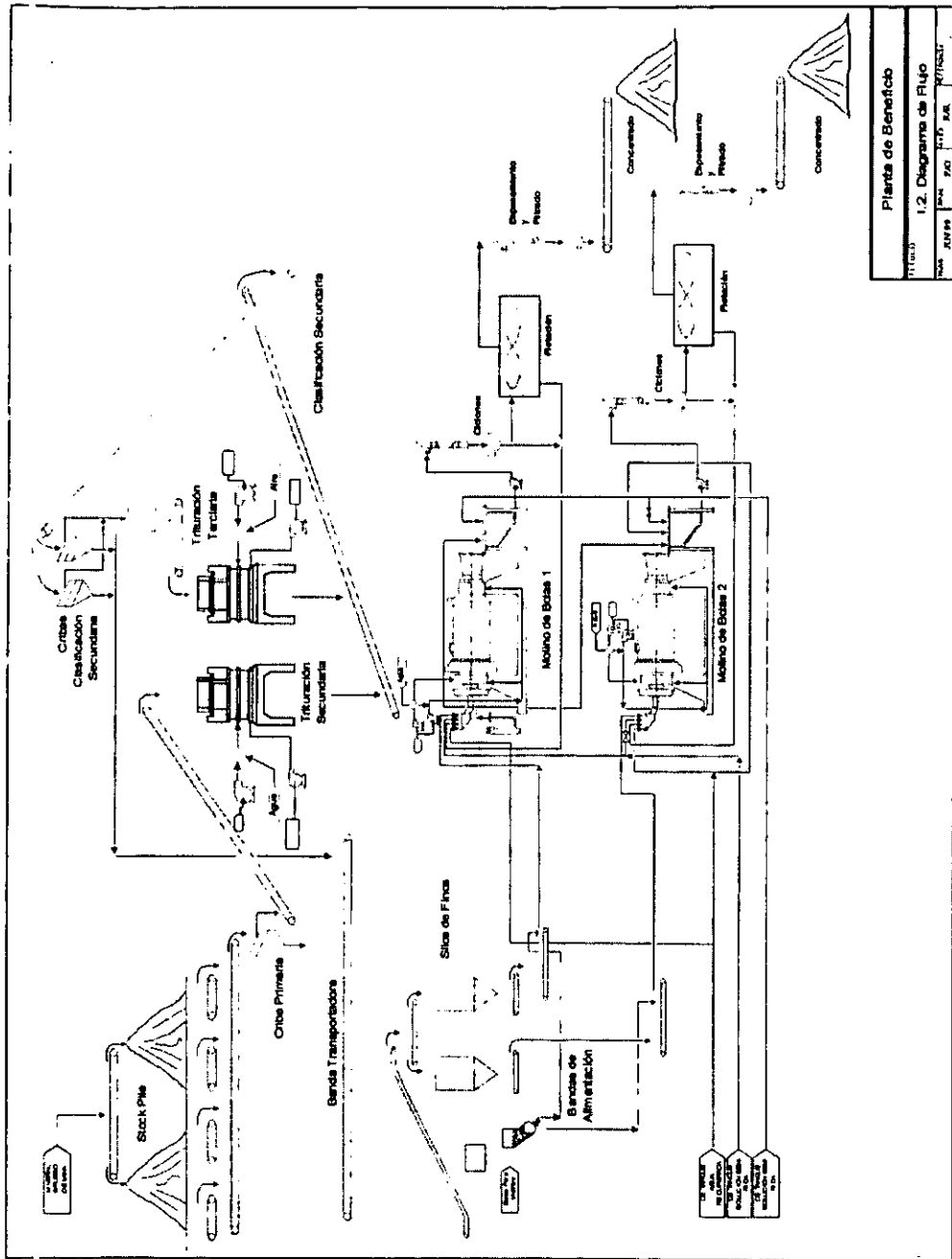
El producto de la quebradora secundaria se junta en una banda transportadora con el producto fino de la primera cama de la criba primaria para alimentar a la clasificación secundaria.-

#### **3. Trituración terciaria y clasificación secundaria.-**

Esta constituida por dos cribas de 5" x 12" con abertura de mallas de 3/8", el mineral de mayor tamaño (mayor de 3/8") es alimentado por medio de una banda transportadora a una quebradora de cono de cabeza corta, con cavidad media y ajuste de 3/8" en la descarga. El producto de la quebradora terciaria retorna a las dos cribas secundarias para cerrar el circuito. La descarga de las cribas pasa a una banda transportadora que lleva el mineral triturado a los silos de finos.-

#### **4. Molienda y clasificación.-**

El mineral triturado se almacena en los silos de finos. La descarga de las tolvas se hace por medio de bandas con velocidad variable, que a su vez alimentan a las bandas que descargan en los molinos de bolas. La descarga de los molinos pasa a cajones de bombeo conectados a bombas centrifugas horizontales 6" las cuales envían la pulpa a una batería de ciclones para separar los finos de los gruesos.-



Los finos resultantes de la clasificación son enviados por gravedad al circuito de flotación de plomo y los gruesos descargan sobre el cajón que alimenta al molino para cerrar el circuito de molienda.-

#### 5. Flotación plomo – cobre.-

Los finos de los ciclones se envían al circuito de flotación para obtener primero el concentrado de plomo – cobre. El circuito esta formado por una serie de tanques acondicionadores 8" x 8" de donde se envían a un banco primario de dos celdas de 1,000 ft<sup>3</sup> cuyo producto se manda hasta la segunda limpia de plomo – cobre.-

Además se tendrá un banco agotativo de 4 celdas de 1,000 ft<sup>3</sup>, de donde el producto obtenido se alimentará a un molino remolador, para que finalmente alimenten a una primera limpia con 4 celdas de 365 ft<sup>3</sup> y a una segunda limpia en columna de flotación de 6 pies de diámetro.-

#### 6. Flotación de zinc.-

Las colas del banco agotativo de plomo se envían a tanques acondicionadores para preparar la flotación del concentrado de zinc. Este circuito esta formado por un banco primario de dos celdas de 1,000 ft<sup>3</sup>, un primer agotativo con dos celdas de 1,000 ft<sup>3</sup>, un segundo agotativo con ocho celdas de 365 ft<sup>3</sup>, así como tres etapas de limpia (la primera con dos celdas de 1,000 ft<sup>3</sup>, la segunda con 4 celdas de 365 ft<sup>3</sup> y la tercera en una columna de flotación de 9 ft de diámetro de donde se obtiene el concentrado final.-

#### 7. Separación plomo – cobre.-

El concentrado de plomo – cobre pasa a un tanque acondicionador de 6" x 6" de donde pasa a el banco primario de cobre de tres celdas de 50 ft<sup>3</sup> (la cola de este banco es el concentrado final de plomo), posteriormente se tienen dos etapas de limpia, la primera con cuatro celdas de 25 ft<sup>3</sup> y la segunda con dos celdas de 25 ft<sup>3</sup>, obteniéndose el concentrado final de cobre.-

#### 8. Espesamiento y filtrado.-

- **Concentrado de plomo.** El concentrado de plomo se envía por medio de una bomba centrífuga vertical, previo muestreo del mismo, al espesador de 50 ft de diámetro, la descarga del mismo con un 60 % de sólidos, alimenta por gravedad a una bomba centrífuga la cual envía la pulpa a un filtro de presión de 14 placas para obtener un concentrado con 10 % de humedad.-
- **Concentrado de zinc.** El concentrado de zinc se envía por medio de una bomba centrífuga vertical a un tanque espesador de 50 ft de diámetro, la descarga del mismo con un 60 % de sólidos, es extraído por medio de una bomba centrífuga horizontal hacia un tanque de balance de donde alimenta, por medio de una bomba centrífuga horizontal, a un filtro de presión con 23 placas para obtener un concentrado con 10 % de humedad.-

- **Concentrado de cobre.** El concentrado de cobre es enviado por medio de una bomba vertical a un tanque espesador de 20 ft de diámetro, la descarga del mismo con un 60 % de sólidos, es extraído por medio de una bomba horizontal hacia un filtro de presión de cuatro placas para obtener un concentrado con 10 % de humedad.-

Los concentrados se depositan en un patio techado con capacidad para almacenar en forma separada y sin riesgo de contaminación, los concentrados producidos en una semana, y estar listos para su embarque posterior a las distintas fundiciones.-

### 9. Presa de jales.-

Las colas que salen del banco agotativo de zinc son bombeadas hacia la presa de jales, en donde son depositados los sólidos para su asentamiento. El agua residual se recupera y se conduce a un tanque para ser nuevamente utilizada en el proceso.-

## **I.2 Principales sistemas de la Unidad.-**

En el proceso para obtener los concentrados de plomo, cobre y zinc, hay conjuntos de máquinas que trabajan como sistemas independientes dentro de un sistema completo (Ver figura No. I.3).-

Estos subsistemas pueden clasificarse de la siguiente forma:

- **Mina.-**
  - Trituración interior (primaria). Constituido básicamente por una quebradora de quijada y bandas transportadoras.-
  - Bombeo interior mina. Integrado por estaciones de bombeo (bombas y piletas) distribuidas a diferentes niveles dentro de la mina.-
  - Aire comprimido. Formado por compresores de aire los cuales alimentan básicamente a los servicios de la mina y en menor medida la planta de beneficio.-
  - Ventilación. Constituido por motores los cuales se encargan de empujar (ventilación) o jalar el aire (extracción) hacia los diferentes niveles de operación de la mina.-
  - Manteo. Formado básicamente por dos motores, uno principal (malacate de producción) y uno secundario de menor capacidad (malacate de servicios), los cuales se encargan de sacar el mineral de la mina y del movimiento de personal y equipo dentro de la misma.-
  - Iluminación mina. Formando básicamente por lámparas fluorescentes las cuales tienen como función iluminar los principales túneles de la mina.-



- **Planta.-**
  - Trituración superficie (secundaria y terciaria). Sistema formado por quebradoras de quijada y cono y bandas transportadoras.-
  - Molienda. Constituido por bandas transportadoras, molinos de bolas, bombas centrífugas y ciclones.-
  - Flotación. Sistema constituido básicamente por celdas de flotación, bombas centrífugas y tanques espesadores.-
  - Bombeo planta. Sistema constituido por bombas las cuales envían las colas a la presa de jales.-
  - Iluminación exterior. Constituido básicamente por lámparas de vapor de sodio de alta presión.-

Todas las áreas trabajan simultáneamente, sin embargo, cada una de ellas guarda cierta independencia, de modo que algunas puedan detenerse un determinado número de horas sin que se afecte la producción.-

Los motores eléctricos más grandes se encuentran impulsando los molinos de bolas, quebradoras, compresores, malacates y algunos ventiladores que trabajan como extractores.-

### **I.3 Distribución de la carga.-**

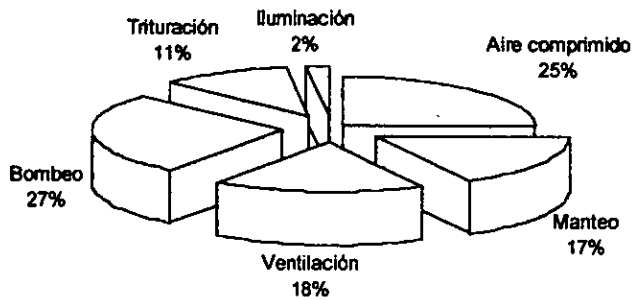
En una Unidad minera tipo, el 40 % de la carga esta instalada en la mina y el resto (60 %) en la planta de beneficio.-

Dentro de la mina, la carga se distribuye de la siguiente forma (ver figura No. I.4).-

**Tabla No. I.1. Distribución de la carga eléctrica instalada en la mina<sup>1</sup>**

SISTEMA	PARTICIPACIÓN (%)
Aire comprimido	25
Manteo	17
Ventilación	18
Bombeo	27
Trituración	11
Iluminación	2

**Figura No. I.4. Distribución de la carga eléctrica instalada en la mina<sup>2</sup>**



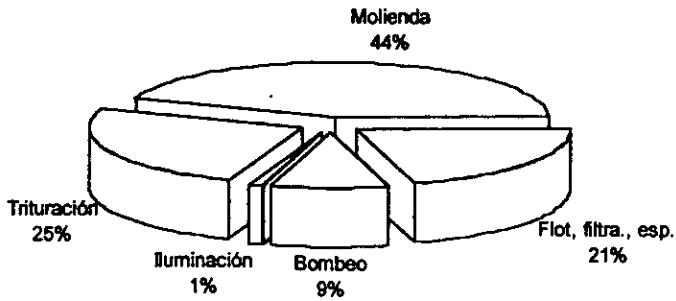
En la planta de beneficio se tiene, en general, la siguiente distribución de la carga (ver figura No. I.5):

<sup>1 2</sup> La industria minera, Alesco 1997.-

**Tabla No. I.2. Distribución de la carga eléctrica instalada en la planta de beneficio<sup>3</sup>**

SISTEMA	PARTICIPACIÓN (%)
Trituración	25
Molienda	44
Flotación, filtrado, espesamiento	21
Bombeo (jales)	9
Iluminación	1

**Figura No. I.5. Distribución de la carga eléctrica instalada en la planta de beneficio<sup>4</sup>**



#### I.4 Nivel de tensión de suministro de la energía eléctrica.-

Como ya se ha mencionado, el principal energético que consumen las Unidades mineras es la electricidad.-

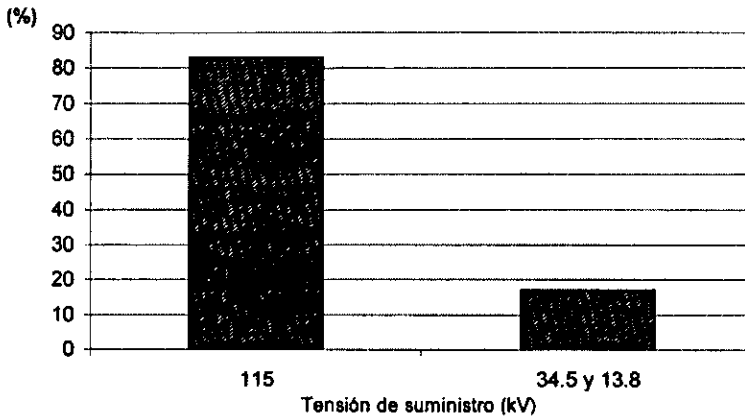
<sup>3 4</sup> La industria minera, Alesco 1997.-



En el país, el 83 % de las Unidades mineras reciben el servicio eléctrico en 115 kV (tensión de uso industrial más generalizada en el sistema de distribución de la CFE), y el resto (17 %), en 34.5 kV y 13.8 kV.-

Las tarifas de facturación son H -S y H -SL para las Unidades en 115 kV; y H - M para las Unidades en 34.5 kV y 13.8 kV - con excepción de algunas minas pequeñas que debido a su carga (menos de 100 kW) se alimentan en tarifa O - M.-

**Figura No. I.6. Distribución de las Unidades mineras por tensión de suministro<sup>5</sup>**



### I.5 Perfil de carga.-

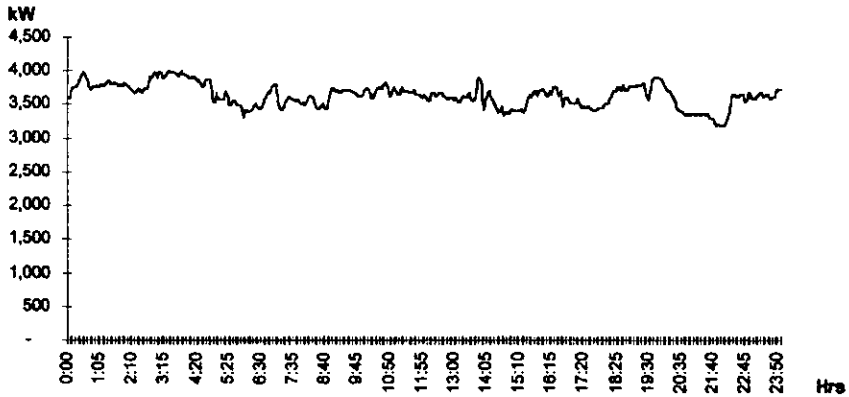
El perfil de carga es función básicamente de la producción, por lo que éste variará de pendiendo de las condiciones de la Unidad. El presente documento, como ya se ha mencionado, tratará únicamente Unidades que se encuentren en tarifas horarias.-

En las Unidades con tarifas horarias, la demanda máxima registrada en período base es generalmente mayor a las registradas en los período intermedio y punta. Los días domingo, así como los festivos, se trabaja sin limitación alguna, ya que durante estos días se tienen los costos de energía más baratos.-

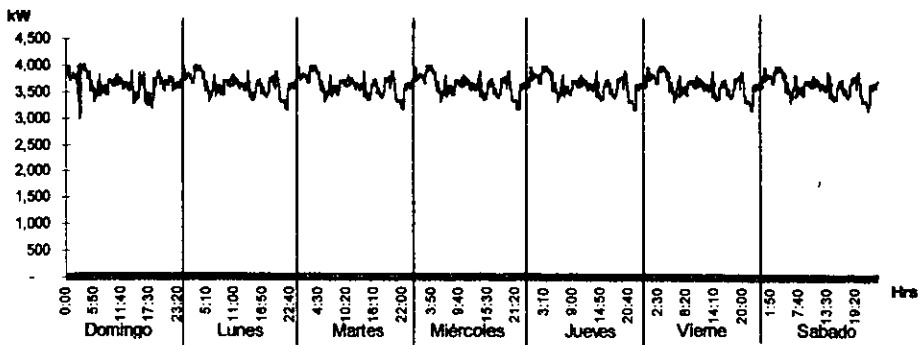
La planta de beneficio trabaja en forma continua durante todo el año, no así la mina, la cual para generalmente los días domingo y días festivos (Ver figuras I.7 a I.10).-

<sup>5</sup> La industria minera, Alesco 1997.-

**Figura No.1.7. Perfil de carga típico de una Unidad minera (Diario)<sup>6</sup>**

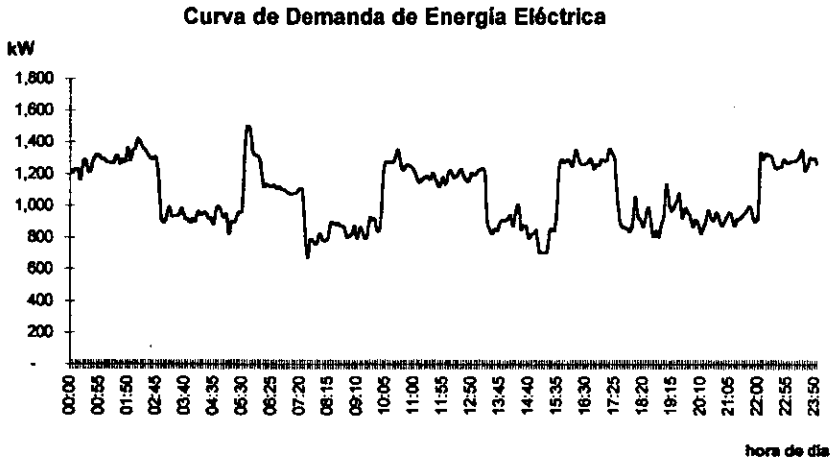


**Figura No.1.8. Perfil de carga típico de una Unidad minera (Semanal)<sup>7</sup>**

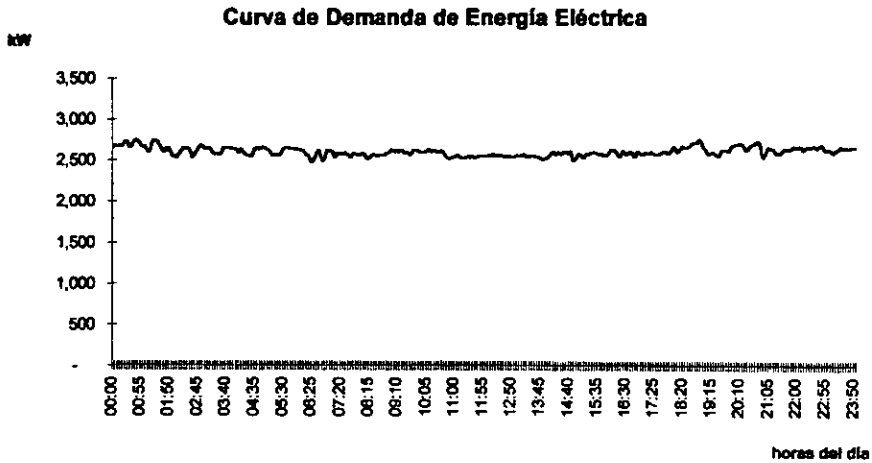


<sup>6 7</sup> La industria minera, Alesco 1997.-

**Figura No.1.9. Perfil de carga típico Mina (Diario)<sup>8</sup>**



**Figura No.1.10. Perfil de carga típico Planta de Beneficio (Diario)<sup>9</sup>**



<sup>8 9</sup> La industria minera, Alesco 1997.-

## **CAPITULO II. DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**

---

Un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica en la industria es la planificación de actividades secuenciales o paralelas, conducentes a disminuir los consumos energéticos a través de la eficientización de las operaciones y la disminución de desperdicios de operación, cumpliendo objetivos por etapas.-

Un programa de esta índole es una de las herramientas más importantes que tiene la empresa para cumplir sus metas energéticas, ya que en éste se plasma la secuencia y estrategia para desarrollar eficientemente su actividad, logrando así una mayor competitividad en el mercado.-

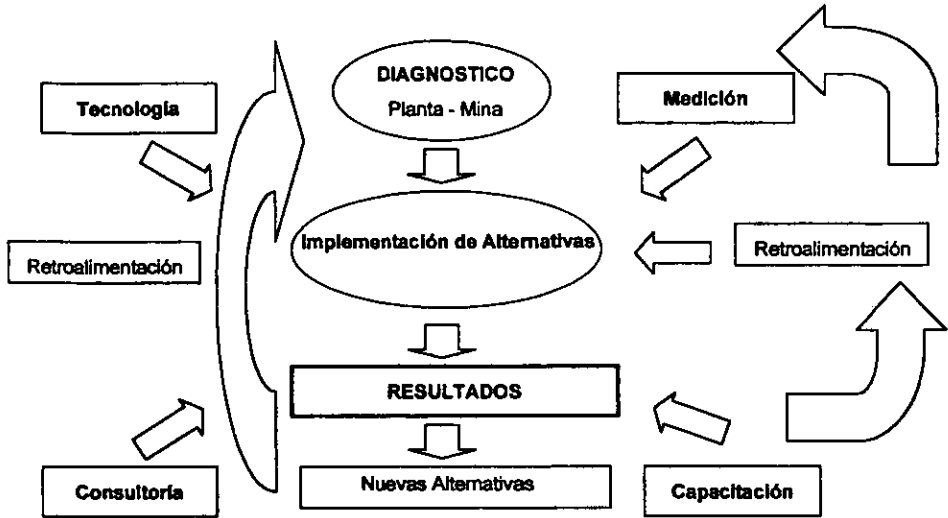
Las actividades básicas a desarrollar en un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica son las siguientes (Ver figura No. II.1):

- II.1) Diagnóstico energético.-
- II.2) Implantación de proyectos.-
- II.3) Evaluación de resultados.-
- II.4) Análisis de nuevas alternativas.-

Las actividades que apoyan a los Programas de Ahorro de Energía Eléctrica son, entre otras, las siguientes:

- II.5) Capacitación permanente del personal.-
- II.6) Instrumentación de las instalaciones.-
- II.7) Tecnología de punta y asesoría externa.-

**Figura No. II.1 Pasos de un programa de ahorro de energía.**



Las actividades básicas de los Programas de Ahorro de Energía Eléctrica se describen a continuación:

### II.1) Diagnósticos energéticos.-

Los diagnósticos energéticos eléctricos son estudios que permiten determinar dónde y como se utiliza la energía eléctrica. No son una solución directa al control de costos en el uso de la energía, pero sí la herramienta más útil para lograr esta función. A través de los diagnósticos se identifican los puntos de mayor consumo de energía haciendo resaltar aquellos donde ésta se desperdicia y aquellos donde es posible generar algún ahorro. Brindan además el apoyo necesario a través del cual el desarrollo de cualquier proceso puede ser conducido a buen término, en condiciones óptimas.-

Existen tantos tipos de diagnósticos como procesos industriales, variando en: tamaño, enfoque, precisión y costos, dependiendo de las fuentes y necesidades del proceso en el cual se desarrolla el mismo. Sin embargo, es conveniente dividir cualquier diagnóstico energético en tres niveles: preliminar (A), general (B) y detallado (C).-

El nivel A, comúnmente referido como nivel de inspección, se lleva a cabo mediante un examen visual del proceso industrial de que se trate, reconociéndolo y revisando el diseño original, para dar una idea cualitativa de los ahorros potenciales (obvios) de energía eléctrica, que pueden lograrse por medio de procedimientos de mantenimiento y operación.-

Este nivel es el menos costoso de los tres y da idea de los costos de la energía. A través de este nivel, se detectan hitos importantes de ahorro, mala operación de los equipos o instrumentos, etc..-

El nivel B proporciona información sobre el consumo de energía por áreas funcionales o procesos específicos de operación. Este nivel proporciona datos acerca del ahorro de energía y de la reducción de costos, determinando de esta forma las metas específicas del programa. El costo de realización es mayor que el del diagnóstico preliminar pero menor que el del diagnóstico detallado.-

Este nivel proporciona una idea cuantitativa de los ahorros potenciales de energía y, en general, de las características energéticas de cada subsistema.-

El último de los tres niveles, C, proporciona información precisa y comprensible de todos y cada uno de los puntos relevantes del proceso, así como las pérdidas de energía en cada uno de los equipos.-

Este diagnóstico se caracteriza por el uso de una instrumentación extensiva, por la adquisición de datos y por los estudios de ingeniería involucrados. Es el más costoso de los tres y provee suficiente información los proyectos de inversión de capital.-

#### **a) Metodología general del diagnóstico energético**

En general, los pasos a seguir en el desarrollo de un diagnóstico energético son los siguientes:

- **Definición del proyecto.-**

La etapa de definición del proyecto establece el inicio del diagnóstico de energía. En esta fase, la meta del proyecto es trazar las necesidades y objetivos a alcanzar. La visión del diagnóstico a nivel preliminar esta usualmente limitada a un diagnóstico de la electricidad consumida en la totalidad de la planta, cada mes. El diagnóstico a nivel general debe subdividir la planta en unidades (lógicamente estructuradas) consumidoras de energía, de acuerdo a los resultados del nivel preliminar.-

En esta etapa se delimita la frontera del proyecto para el diagnóstico. Una selección inadecuada de la frontera podría llevar a cálculos demasiado complicados que no justificarían la realización del diagnóstico, por lo que se debe tener cuidado en dicha limitación.-

Lo anterior implica que se debe tener alguna idea del alcance o profundidad del diagnóstico y así enfocar los objetivos en forma más precisa para alcanzarlos de manera más eficiente.-

- ***Solicitud, recopilación y análisis de la información histórica.-***

Una parte esencial de un diagnóstico energético es la información histórica del consumo de energía eléctrica y de las unidades de producción. Es necesario que esta información sea lo más detallada posible. La información debe ser de un año de operación trabajando en condiciones normales.-

La información mensual histórica que se requiere es básicamente la siguiente (Ver tabla II.1) :

- Demanda máxima (base, punta e intermedia).-
- Energía (base, punta e intermedia).-
- Factor de potencia.-
- Factor de carga.-
- Mineral procesado.-

Adicionalmente se debe solicitar los datos de placa de los principales equipos instalados.-

Otra actividad a desarrollar, es el levantamiento de un censo de carga y consumo de energéticos para iniciar el control estadístico de la energía en la Unidad.-

Del análisis de la información se puede obtener el comportamiento y la tendencia del consumo de la energía, de la demanda, del factor de potencia y del índice energético. Esto permitirá notar variaciones importantes de un intervalo de tiempo a otro, con lo cual se tendrá una idea más precisa de la Unidad y su forma de operar, así como del potencial para ahorrar la energía y disminuir el valor de la demanda máxima.-

- ***Recorrido por las instalaciones de la Unidad.-***

La visita a las instalaciones de la Unidad tiene como objetivo la detección de oportunidades de ahorro obvias, el planteamiento de una cartera de alternativas para trabajar en ellas y el conocer la forma de operar de la planta.-

• **Instalación de equipos de medición.-**

Para los fines del diagnóstico y en general del programa, es necesario contar con la instrumentación suficiente para obtener la información requerida con facilidad, precisión y claridad.-

El nivel de instrumentación necesario depende, en cada caso, de una serie de factores, tales como la naturaleza del proceso, consumo de energía y potencial de energía recuperable.- Frecuentemente, la inversión para la instalación de un sistema de medición es elevada, pero si se consideran los beneficios que se obtendrán al ahorrar energía, así como el obtener una producción más constante debido al control del proceso, entonces la inversión resulta atractiva.-

Las mediciones brindarán datos reales de cada parámetro y darán la posibilidad de observar continuamente las variaciones que se puedan presentar.-

En un diagnóstico eléctrico los parámetros que generalmente se registran los siguientes:

- Voltaje (V).-
- Potencia real (kW).-
- Energía (kWh).-
- Factor de potencia (FP).-

Los equipos de medición se instarán tanto en los circuitos principales de la planta como en su acometida principal.-

**Tabla No. II.1. Datos para análisis histórico.**

Mes //////////	Consumo de Energía			Demanda Eléctrica			Factor de		Mineral Procesado (ton)	
	Punta (kWh)	Intermedia (kWh)	Base (kWh)	Punta (kW)	Intermedia (kW)	Base (kW)	Facturable (kW)	Potencia (%)		Carga (%)
Enero										
Febrero										
Marzo										
Abril										
Mayo										
Junio										
Julio										
Agosto										
Septiembre										
Octubre										
Noviembre										
Diciembre										
Máximo										
Mínimo										
Promedio										



**Tabla No. II.1. Datos para análisis histórico (Continuación...)**

Mes ////////	F A C T U R A C I O N						
	Demanda (\$)	Energ. Base (\$)	Energ. Intermedia (\$)	Energ. Punta (\$)	Energ. Total (\$)	Total (\$)	Bonif. F.P. (\$)
Enero							
Febrero							
Marzo							
Abril							
Mayo							
Junio							
Julio							
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							
Máximo							
Mínimo							
Promedio							

Mes ////////	FACTURACION		I N D I C E S			
	IVA (\$)	Total (\$)	Energético (\$/kWh) sin Bonif. F.P.	Energético (\$/kWh) con Bonif. F.P.	Producción (\$/ton)	Producción (kWh/ton)
Enero						
Febrero						
Marzo						
Abril						
Mayo						
Junio						
Julio						
Agosto						
Septiembre						
Octubre						
Noviembre						
Diciembre						
Máximo						
Mínimo						
Promedio						

• **Caracterización de los perfiles de carga de los procesos.-**

En base a las mediciones realizadas se construirán las curvas de demanda de los principales sistema de la planta, así como el perfil de carga general.-

Se relacionarán los tiempos y movimientos de los principales equipos contra los perfiles de carga, con la finalidad de identificar los equipos o sistemas que producen los picos de demanda.-

• *Proposición de proyectos.-*

Al terminar la etapa anterior se debe estar en condiciones de listar las oportunidades de ahorro detectadas. La cartera de alternativas debe estar ordenada de tal forma que aparezcan en primer término los puntos más importantes que ofrezcan mejores e inmediatos resultados.-

Al iniciar esta etapa ya se cuenta con la información necesaria de los equipos y las líneas de producción, por lo tanto, se conocen sus condiciones de operación, las cuales se pueden comparar contra las reportadas por el fabricante o en su caso, contra datos ideales. En base a lo anterior se calcula la eficiencia del proceso y de los equipos.-

Los proyectos a implementar varían en el ahorro, en el tipo de operación a realizar y en la inversión necesaria para llevarlos a cabo. De aquí se deriva la diferencia entre las posibles acciones a ejecutar: las que requieren de inversión y las que no; en esta última categoría se encuentran las que sólo aplican las bases de mantenimiento y en la primera, las que racionalizan el uso de la energía en el proceso para optimizar su utilización.-

Los diagnósticos energéticos han permitido evaluar cualitativa y cuantitativamente los flujos energéticos del proceso. Es en esta etapa en donde se propondrán las medidas técnicas que permitan hacer un mejor uso de la energía. Dichas medidas se pueden clasificar en tres etapas:

1. Primera etapa. En esta etapa se obtienen, con cierta facilidad, un cúmulo de beneficios. En el plazo inmediato se involucra la realización de mantenimiento correctivo y ajustes operacionales. La inversión requerida es mínima y depende del estado de conservación de las instalaciones y de los usos y costumbres en la operación, así como de su instrumentación y control.-
2. Segunda etapa. En el segundo nivel se identifican algunos proyectos que requieren de estudios de ingeniería más detallados y de mayor inversión en activos para poder realizarse. Esto se considera a corto y mediano plazo ya que requiere, principalmente, de instalación de equipo con baja y mediana inversión.-
3. Tercera etapa. La tercera etapa implica cambios mas profundos y consecuentemente requiere de mayor inversión. Se considera que son acciones de mediano y largo plazo con un periodo largo de amortización.-

Todo proyecto debe plantearse con un objetivo claramente definido respecto al cual se establezca el estándar para medir el éxito obtenido. Sin embargo, en la formulación de un proyecto hay que tener siempre presente que lo único que justifica la dedicación de recursos financieros para su desarrollo es la generación de innovaciones que contribuirán a la supervivencia y rentabilidad de la empresa.-

La eficiencia de la administración de la energía depende substancialmente de la calidad de las ideas. La formulación de un proyecto para resolver satisfactoriamente un problema determinado requiere indudablemente de un alto índice de creatividad.-

• *Evaluación y selección de proyectos.-*

La selección de proyectos se basa en los mismos criterios que se usan para justificarlos. Los factores que se usan para la selección de un proyecto se usan igualmente para su cancelación.-

La evaluación de un proyecto sirve para tomar las decisiones de selección y como uno de los principales factores de control del mismo, por lo que debe quedar claramente establecido. Los principales factores que se consideran están relacionados con las ventajas económicas que se esperan de él; el impacto sobre los demás proyectos, su impacto en la empresa y su impacto sobre el entorno.-

Los criterios de evaluación y selección de los proyectos se agrupan en cinco rubros, mismos que se han usado para su justificación, es decir:

- a. La empresa.-
- b. La administración de la energía.-
- c. Las finanzas de la empresa.-
- d. La planta productiva.-
- e. El entorno.-

a. La empresa.-

La empresa debe tomar una posición bien definida respecto al cambio que origina un mejor uso de los energéticos y por ende congruente con un posible cambio de sus estrategias.-

Se debe considerar igualmente si el proyecto es congruente con la actitud de la empresa frente al riesgo. La selección de un proyecto con un alto índice de riesgo, aunque frecuentemente con grandes beneficios, puede no convencer a los directivos de la empresa.-

b. La administración de la energía.-

La administración de la energía planifica, a través de una estrategia, las actividades que le permitan llegar a los objetivos planeados. Toda vez que la planificación se realiza en forma tal que existe un avance paulatino, y en cada paso se profundiza más en los problemas del uso racional de la energía, es menester que el proyecto que se plantee se encuentre ubicado en la etapa de avance que corresponda a ese momento. Así mismo, debe considerarse que la estrategia está conformada por los proyectos seleccionados que da lugar a una cartera equilibrada de proyectos que permiten ir cubriendo los objetivos particulares, y que además aseguren un uso óptimo de los recursos de la empresa.-

c. Las finanzas de la empresa.-

Cuando se consideran los aspectos financieros de un proyecto determinado es importante distinguir entre el beneficio final y las exigencias financieras que plantea antes de comenzar a producir dichos beneficios. Una estimación excesivamente favorable sobre la rentabilidad de un proyecto puede llegar a despreciar el flujo de recursos financieros necesarios para su consecución, sobre todo en el caso probable de una escalada de costos.-

Aquí es importante reconocer dos aspectos: la viabilidad económica, que se refiere a la rentabilidad del proyecto, es decir, en términos de dinero el costo/beneficio que se va a lograr; y el flujo de caja necesario para la realización del proyecto hasta que éste comience a retribuir beneficios.-

d. La planta productiva.-

En la evaluación de un proyecto deben considerarse diferentes aspectos en lo que se refiere a las perturbaciones que pueden provocarse sobre el o los procesos o equipos. Esto se refiere, en primer término, a las implicaciones que puede tener sobre la productividad.-

Es de esperarse que si un proyecto va a mejorar en cierta medida el uso de algún energético, mejore la productividad y no que la disminuya, sin embargo, deberá evaluarse esa alternativa para poder decidir sobre la supervivencia del proyecto. Si un proyecto implantado mejora cierta actividad, deberá evaluarse qué implicaciones puede tener sobre el equipo o proceso adyacente de manera que no afecte los tiempos y movimientos de este último.-

Otro aspecto que se deberá tener presente es el impacto que el proyecto pueda tener sobre la calidad de los productos finales. En este sentido cualquier modificación al proceso puede hacer que disminuya la calidad de un producto, más que aumentarla, por lo que deberá tenerse sumo cuidado durante la selección de un proyecto.-

e. El entorno.-

Durante la selección es cada vez más importante considerar las implicaciones que el proyecto puede tener sobre la biosfera para no alterar el equilibrio ecológico. Muchos productos y procesos están siendo focos de atracción para el ataque de los técnicos del medio ambiente.-

• *Evaluación técnico-económica de alternativas.*-

Dentro de un programa de ahorro de energía es imprescindible que se contemple la evaluación técnico-económica de cada uno de los proyectos alternativos, en función de los beneficios que puedan alcanzarse con su implementación.-

Los análisis financieros son particulares de cada empresa, sin embargo, los procedimientos generales y el tipo de información requerida son esencialmente uniformes para todo tipo de firma. Dado que la información desprendida de un análisis de este tipo resulta importante en la toma de decisiones, esta actividad deberá desarrollarse invariablemente sin excepción alguna.-

El principal motivo para invertir en sistemas de disminución de los consumos energéticos es que los beneficios resultantes sean superiores a los costos de inversión.-

**II.2) Implementación de proyectos.**-

En el momento que se aprueba algún proyecto comienza su etapa de implantación. Para ello se requiere de una planeación específica a fin de no romper con un programa de producción u operación determinado. Los paros en una operación dada deben ser, en consecuencia, programados.-

**II.3) Evaluación de resultados.**-

Al planear y programar una actividad específica para el ahorro de la energía, deberá hacerse una relación de costo-beneficio para determinar la conveniencia de su implantación. La evaluación de una medida o acción emprendida deberá ser hecha en función de los beneficios que se puedan lograr en tres aspectos: técnico, económico y social.-

En el aspecto técnico, deberá tomarse en cuenta que no afecte la calidad del producto, en todo caso que lo mejore; que no sea disminuida la cantidad de producto por unidad de tiempo; que no aumente el riesgo en la planta y por supuesto que haya una reducción en los consumos energéticos.-

En lo que respecta a lo económico, es necesario remarcar que el costo de las inversiones sea recuperado en un corto plazo vía el beneficio obtenido en la disminución del consumo energético. Es importante evaluar los beneficios totales en función del valor presente de cada una de las alternativas que se propongan.-

La evaluación de los beneficios sociales, quizá los que la mayoría de las veces son considerados sin interés, son de igual importancia que los dos primeros, pues éstos no solamente contribuyen al aumento en la cultura de la empresa, sino también a mejorar su entorno ecológico y social.-

Cada una de las acciones que surjan de los diagnósticos y conlleve a la proposición de proyectos específicos, deberá ser objeto de un seguimiento estricto, elaborando para ello los formatos de evaluación, registro de avance y estadísticas tanto de los proyectos, como de los consumos energéticos. Las tabla II.2 muestran un ejemplo de la estructura que podrían tener esos formatos.-

Esta es una de las actividades en las que se debe tener mayor cuidado, pues de ella depende que el programa tenga continuidad y por lo tanto éxito. Este tipo de evaluación y registro permite a su vez identificar las áreas problemáticas a fin de concentrar los esfuerzos en ellas.

Finalmente sirve para dar un seguimiento cercano al avance y efectividad de las acciones emprendidas, y así determinar si los programas específicos dan los resultados esperados.-

**Tabla No. II.2 Formato para la evaluación de avance de proyectos**

Fecha:			Departamento:			
Proyecto No.	Actividad No.	Costo Total de la Actividad (\$)	Costo de la Actividad (\$)	Costo Actual (\$)	Avances (%)	Observaciones
1	1					
	2					
	3					
	4					
2	1					
	2					
	3					
3	1					
	2					
	3					
	4					
...	...					
...	...					

#### **II.4) Supervisión de actividades y análisis de nuevas alternativas.-**

La supervisión sirve para llevar un control sobre los avances del programa, detectar los problemas que eventualmente puedan provocar un retraso y tener la información adecuada para prever y poder programar actividades futuras.-

En función de los resultados que vayan teniendo los proyectos y de la caracterización más profunda de las instalaciones se irán definiendo nuevas alternativas para optimizar el proceso.-

#### **II.5) Capacitación permanente del personal.-**

Las empresas deberán contar, además de un programa técnico de ahorro de energía, con un subprograma de concientización; la participación conjunta de todo el personal de diferentes niveles dará mejores resultados.-

Uno de los primeros objetivos que se deben buscar es el desarrollar en los empleados una actitud propositiva respecto a la importancia que tienen los energéticos en el desarrollo de las actividades laborales; es decir, generar una cultura energética en la planta.-

Otro de estos objetivos es motivar al personal a que practique, en toda ocasión, el ahorro y conservación de la energía, participando en el programa de ahorro de energía.-

En un subprograma de concientización se deberán contemplar principalmente cuatro tipos de actividades:

1. Cursos, conferencias, pláticas, etc..-
2. Publicidad interna y externa.-
3. Incentivos y reconocimientos.-
4. Actividades diversas (películas, visitas, etc..)-

##### **1. Cursos, conferencia, pláticas.-**

El objetivo es básicamente el de capacitar, actualizar y concientizar respecto al uso de los energéticos y las ventajas que trae consigo el emplearlos de manera eficiente. Es evidente que un conocimiento más profundo de los energéticos, de su potencial y de los beneficios que se obtienen de éstos, dará como resultado un uso más consciente de ellos y por lo tanto un beneficio económico para la empresa.-

Los cursos serán dirigidos a todos los niveles: obreros, supervisores, jefes de departamento y gerentes; serán de temas diversos. Es recomendable que los cursos, conferencias y pláticas se programen con una frecuencia bien determinada, para que todos los empleados, conociendo el programa anticipadamente, participen activamente.-

## 2. Publicidad interna y externa.-

El uso adecuado de la comunicación oral, escrita y audiovisual es de gran ayuda para sensibilizar al personal con relación a la importancia del tema. Esto es en sí el objetivo de la publicidad interna. En este rubro podrán contemplarse actividades tales como carteles alusivos, cartas personales, calcomanías, boletines, etc..-

En los boletines y revistas puede incluirse la información sobre la participación que hayan tenido los empleados, ya sea con ideas o con proyectos.-

Con objeto de llevar al exterior los logros alcanzados en la empresa, se deberá realizar difusión al exterior. Esto puede ser logrado a través de revistas de cámaras industriales, diarios de circulación nacional, etc..-

## 3. Incentivos y reconocimientos.-

Un buzón de sugerencias produce con frecuencia ideas muy valiosas, las cuales al implantarse se traducen en una disminución del consumo energético. El debido reconocimiento a este esfuerzo es la clave del éxito de esta técnica. Los incentivos deben ser de índole económica ponderada en función del índice de ahorro (potencial de ahorro de energía contra costo de inversión) o bien en función del índice de producción (energía/producto producido).-

Los reconocimientos son generalmente documentos en donde se extiende un agradecimiento por el esfuerzo y el entusiasmo con que se desarrolla una cierta actividad.-

## 4. Actividades diversas.-

Dentro de este rubro se contemplan todas aquellas actividades adicionales que se propongan en beneficio de una mayor concientización y motivación para el ahorro de la energía.



## II.6 Instrumentación.-

Un programa de ahorro de energía es un proyecto complejo. Cada paso del programa es un proceso de estudio para las fases subsecuentes, que lleva de lo general a lo específico.-

Para los fines del programa, es necesario contar con la instrumentación suficiente para obtener la información requerida con facilidad, precisión y claridad.-

El nivel de instrumentación necesario depende, en cada caso, de una serie de factores tales como la naturaleza del proceso, consumo de energía y potencial de energía recuperable.-

Frecuentemente, la inversión para la instalación de un sistema de medición es elevada, pero si se consideran los beneficios que se obtendrán al ahorrar energía, así como el obtener una producción más constante debido al control del proceso, entonces la inversión resulta atractiva.-

Las mediciones brindarán datos reales de cada parámetro y darán la posibilidad de observar continuamente las variaciones que se puedan presentar.-

En forma general, las características mínimas que deben tener los equipos de medición, son las siguientes:

Tecnología	Estático en base a microprocesador.-
Sistema	3fases, 3 elementos.- 3 fases, 2 elementos.-
Voltaje nominal	120 Vca
Corriente nominal	5 Amp
Frecuencia	60 Hz $\pm$ 5 %
Temperatura de operación	-10 a 70 grados centígrados
Humedad	0 a 95 %
Base de tiempo	Cristal de cuarzo
Rangos de medición	
Voltaje	120 Vca $\pm$ 20 %
Corriente	0.1 a 10.0 Amp
Corriente de arranque	0.015 Amp
Alimentación auxiliar	125 Vcd / Vca -20 % + 12 %

Exactitud	
Watts	0.25 % + 0.025Ic1/I para FP = 1
Voltajes y corrientes	Menor a 0.5 %
Burden máximo	
Voltaje	Menor de 0.5 VA a 120 VA
Corriente	Menor de 0.5 VA a 5 Amp
V. auxiliar	20 Watts
Aislamiento	
Voltajes	1500 Vca a 60 Hz
Corrientes	1500 Vca a 60 Hz
Voltaje auxiliar	1500 Vca a 60 Hz
Señales de entrada/salida	500 Vca a 60 Hz
Entradas	
Alimentación auxiliar	2 puntos
Señales de voltaje	6 puntos
Señales de corriente	6 puntos
Señal de sincronía	2 puntos
Entrada digital EN2	2 puntos
Puerto serial	3 conectores
Salidas (300Vcd, 20 mA)	
Salidas programables	4
Comunicación	
Tipo	Serial asíncrona
Esándar	RS – 232 y RS – 485
Programación	
Fecha y hora	
Conexión	2 o 3 elementos
Tiempo de integración	Rolado a 5 minutos
Integración de valores	Primarios o secundarios
Historial	Lineal o circular
Factor de relación	TP y TC, de 1.00 a 999999

Val. a mostrar en display	
Horarios	24
Días festivos extra	2
Alarmas	8
Límites para las alarmas	16
Salidas	4
Señales luminosas	1
Puerto serie	2
Clave de seguridad	
Indicador alfanumérico	20 x 2 caracteres
Información del Panel	
Voltaje/elemento	V1, V2, V3
Corriente / elemento	Ia, Ib, Ic
Factor de potencia elemento	Fpa, FPb, FPc
Watts trifásicos	Primarios / secundarios
VA trifásicos	Primarios / secundarios
Factor de potencia trifásicos	Primario / secundario
Frecuencia	
Reloj calendario	Fecha, hora y día de la semana
Contador de resets	Cantidad y 2 últimas fechas
Memoria de historial	Días almacenados y % de uso
Calibración	Digital, desde panel frontal
Software de comunicaciones	Para IBM PC o compatible

## II.7 Tecnología y consultoría externa.-

La sustitución de los equipos originales por equipos con tecnologías de punta son necesarias en un programa de ahorro de energía, ya que estos generalmente trabajan a una mayor eficiencia.-

Por otra parte, el contar una consultoría externa ayuda a evaluar con más exactitud las alternativas a implementar, así como el detectar nuevas áreas de ahorro.-

## **II.8 Factores que influyen en los programas de energía.-**

Existen varios factores que pueden hacer fracasar un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica, entre los más comunes se encuentran los siguientes:

### **1. Problemas en la continuidad de la producción por falta de materia prima.-**

No se puede planear un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica cuando no existe una continuidad en el proceso debido a la falta de materia prima. La finalidad de una industria es producir de tal forma que en épocas de falta de materia prima, ésta operará cuando cuente con ella sin importar el ahorro de la energía. Los ahorros generados por el uso eficiente de la electricidad no justifican la pérdida de producción.-

### **2. Falta de un sistema adecuado de monitoreo y medición.-**

Un sistema de medición es básico en la implementación de un programa de ahorro de energía, ya que no se puede controlar lo que no se puede medir.-

### **3. Falta de un programa adecuado de mantenimiento.-**

La falta de un programa adecuado de mantenimiento en la planta ocasionará el fracaso de cualquier Programa de Ahorro de Energía Eléctrica, debido a que los equipos o sistemas a controlar no garantizan una confiabilidad en su operación.-

### **4. Falta de un compromiso de las áreas de operación.-**

Los programas de ahorro de energía no se implantan solos, dependen de todo el personal de la planta y en especial del personal que trabaja en las áreas de operación.-

## **CAPITULO III. IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**

---

En este capítulo se indican los pasos a seguir para la implementación de un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica en la industria Minera de acuerdo a lo establecido en el capítulo anterior.-

Se considera una empresa cuyo giro es la producción de concentrados de plomo y zinc para obtener como productos finales zinc, plomo, plata y en menor cantidad oro. Dicha empresa esta situada en el distrito minero de occidente, con operaciones mineras de mas de 20 años.-

Esta integrada por unidades de negocio interdependientes (mina y planta de beneficio); con una producción anual del orden de las 776,491 toneladas molidas con leyes promedio en plata y oro de 335 gr/ton y 4.78 gr/ton respectivamente.-

La Unidad se alimenta en 115 kV y su distribución interna se realiza por medio de tres transformadores (dos de 5,000 kVA y uno de 7,500 kVA) que reducen la tensión a 4,160 V y 440 V (Ver figura III.1). La tarifa eléctrica de la Unidad es H - S.-

### **III.1) Diagnóstico energético.-**

#### **• *Solicitud, recopilación y análisis de la información histórica.-***

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de recopilación de la información histórica para su análisis (Tabla III. 1 Información histórica).-

Durante el primer semestre, la Unidad registró un consumo de energía de 15,424,849 kWh. De la energía consumida en el semestre, el 7.54 % (1,262,295 kWh) se registró en el periodo punta, el 58.45 % (9,015,506 kWh) en el periodo intermedio y el 34.02 % restante (5,247,046 kWh) en el periodo base.-

Durante el período enero - junio el periodo punta registra una participación cada vez menor en el consumo total de la Unidad, básicamente por el cambio en la estructura tarifaria. El consumo intermedio presenta una tendencia creciente, su participación en el consumo total pasó de 53.09 % en enero a 64.76 % en junio. El consumo base registró una tendencia a crecer de enero a marzo para después disminuir en abril y volver a incrementarse en los siguientes meses.-

Tabla III.1 Información histórica

H - S	Consumo Eléctrico kWh						
Mes	Punta		Intermedia		Base		Total
Ene	352,736	13.37%	1,400,118	53.09%	884,623	33.54%	2,637,477
Feb	198,902	8.46%	1,278,712	54.41%	872,590	37.13%	2,350,204
Mar	200,409	7.73%	1,400,524	54.02%	991,693	38.25%	2,592,626
Abr	156,928	6.11%	1,619,841	63.05%	792,275	30.84%	2,569,044
May	123,811	4.71%	1,657,876	63.10%	845,808	32.19%	2,627,495
Jun	129,511	4.89%	1,658,435	62.63%	860,057	32.48%	2,648,003
Jul	144,790	5.34%	1,756,431	64.76%	810,968	29.90%	2,712,189
Ago	194,480	7.19%	1,528,035	56.47%	983,595	36.35%	2,706,110
Sep	187,541	7.27%	1,445,057	56.02%	946,936	36.71%	2,579,534
Oct	218,238	8.19%	1,529,603	57.39%	917,479	34.42%	2,665,320
Nov	280,197	9.83%	1364343	51.55%	1,021,851	38.61%	2,648,391
Dic	291,885	11.47%	1374857	54.04%	877,198	34.48%	2,543,940

H - S	Demanda Eléctrica kW				Factor	
Mes	Punta	Intermed	Base	Facturable	Potencia	Carga
Ene	4,527.00	4,375.00	4,435.00	4,527.00	96.18%	78.31%
Feb	4,138.00	4,316.00	4,273.00	4,174.00	96.59%	81.03%
Mar	3,983.00	4,445.00	4,354.00	4,076.00	96.29%	78.40%
Abr	3,833.00	4,360.00	4,340.00	3,925.00	95.78%	88.09%
May	3,459.00	4,278.00	4,205.00	4,623.00	97.60%	83.99%
Jun	3,730.00	4,481.00	4,302.00	3,881.00	97.61%	85.49%
Jul	3,734.00	4,320.00	4,297.00	3,852.00	97.43%	84.84%
Ago	3,649.00	4,389.00	4,413.00	3,800.00	97.41%	85.17%
Sep	3,499.00	4,311.00	4,310.00	3,662.00	97.64%	80.44%
Oct	3,412.00	4,378.00	4,302.00	3,605.00	97.44%	83.27%
Nov	3,671.00	4,493.00	4,422.00	3,836.00	96.58%	81.81%
Dic	4,209.00	4,529.00	4,395.00	4,273.00	97.13%	75.50%

Durante el primer semestre del año la demanda punta disminuyó de 4,527 kW en enero a 3,730 kW en junio. La demanda promedio presentó un comportamiento aleatorio, con un valor promedio de 4,376 kW. La demanda base promedio fue de 4,318 kW. La demanda facturada paso de 4,527 kW (enero) a 3,881 kW junio. La disminución en la demanda facturada se debió al decremento en la demanda punta a lo largo de los meses.-

El factor de potencia en este periodo fue de 96.68 %, sin embargo, la curva de este parámetro muestra una tendencia a incrementarse.-

Por su parte el factor de carga presenta un incremento importante a partir de abril, para registrar un valor promedio de 82.55 %.-

Tabla III.1 Información histórica (Continuación...)

H - S Mes	Facturación Eléctrica \$/mes					Total	Bonif. F. Potencia
	Dem. Fact.	E.Punta	E.Inter	E.Base	Energ. Total		
Ene	127,802	318,370	328,932	180,938	828,240	956,042	(15,296.65)
Feb	122,928	187,279	313,388	186,187	686,854	809,782	(13,786.37)
Mar	174,049	128,412	317,303	204,533	650,248	824,297	(13,188.74)
Abr	160,386	96,900	353,667	157,470	608,037	768,423	(11,005.75)
May	142,753	73,202	346,586	180,966	580,754	723,507	(13,746.97)
Jun	158,822	79,528	360,086	169,995	609,609	768,431	(14,800.60)
Jul	161,372	91,017	390,403	164,092	645,511	806,883	(15,331.23)
Ago	160,546	123,292	342,524	200,713	666,529	827,075	(15,714.87)
Sep	154,807	118965	324,117	193,348	636,430	791,237	(15,825.02)
Oct	158,580	142,797	353,888	193,234	689,920	846,500	(15,730.51)
Nov	173,211	176,295	326,860	222,857	726,012	899,223	(15,287.07)
Dic	197,729	202,670	337,547	196,054	736,271	934,000	(16,812.24)

H - S Mes	Costo		(\$/kWh)	Ton Procesadas		Índice Energético	
	IVA	TOTAL	c/bonif. y DAP	Mina	Planta	kWh/ton	\$/ton
Ene	141,112	1,128,894	0.3745	54,944	65,031	40.56	15.19
Feb	119,402	955,219	0.3556	50,689	60,019	39.16	13.93
Mar	121,668	973,330	0.3285	58,399	64,811	40.00	13.14
Abr	113,613	908,902	0.3096	57,830	64,811	39.64	12.27
May	106,464	851,713	0.2836	57,292	64,811	40.54	11.50
Jun	113,075	904,598	0.2989	57,284	64,811	40.86	12.21
Jul	118,733	949,864	0.3064	57,744	64,811	41.85	12.82
Ago	121,704	973,633	0.3148	57,454	67,306	40.21	12.66
Sep	116,312	930,495	0.3156	55,867	63,729	40.48	12.78
Oct	124,615	996,924	0.3273	58,821	66,143	40.30	13.19
Nov	132,590	1,060,724	0.3507	59,203	66,327	39.90	13.99
Dic	137,578	1,100,626	0.3786	57,150	62,670	40.59	15.37

El costo promedio de la energía para este periodo fue de 0.3149 \$/kWh. Si lo comparamos contra el obtenido el año anterior en el mismo periodo se tiene un incremento real de 38.78 %.-

El menor costo de la energía se registró en el mes de mayo (0.2754 \$/kWh) con un factor de carga del 83.99 %. A factores de carga menores de 83.99 % se registran costos de la energía superiores.-

En promedio, el consumo de energía por tonelada molida durante los primeros seis meses del año fue de 40.13 kWh/ton. El costo promedio de la tonelada de mineral procesada fue de 13.04 \$/ton.-





• **Medición de parámetros eléctricos y caracterización de los perfiles de carga.-**

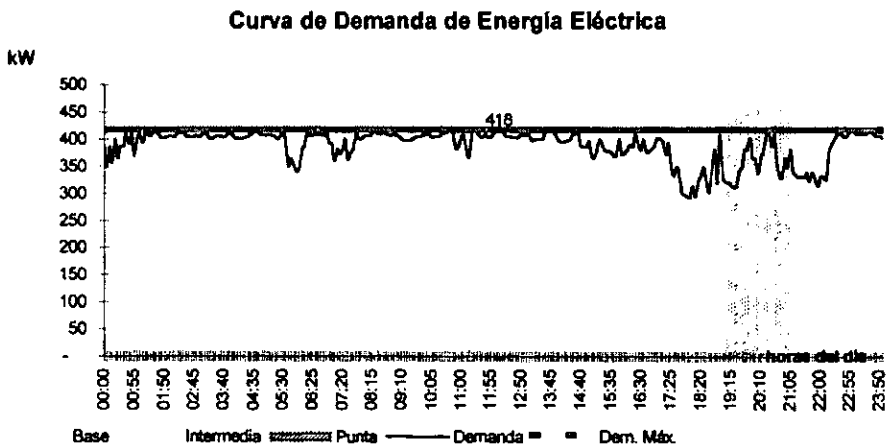
En base a las mediciones realizadas en la Unidad (Ver figura III.1) se construyen las curvas de demanda de los principales sistemas con la finalidad de caracterizar su forma de operar, y en base a esto, proponer las acciones que ayuden a lograr un adecuado despacho de la carga y un eficiente uso de la energía.-

Los circuitos que definen la operación de esta Unidad son:

- Compresores.-
- Interior mina.-
- Malacates.-
- Planta concentradora.-
- Molino de bolas.-

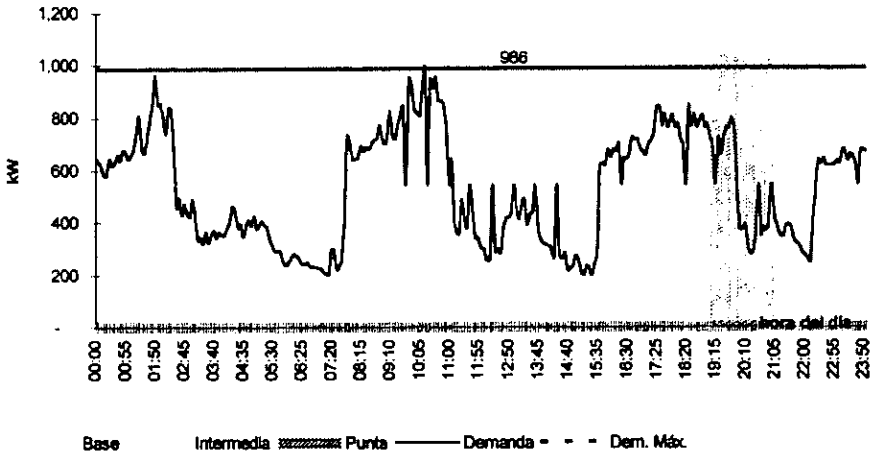
Los perfiles de carga (diarios) característicos de cada uno de los sistemas se muestran a continuación:

**Circuito No. 1. Compresores**



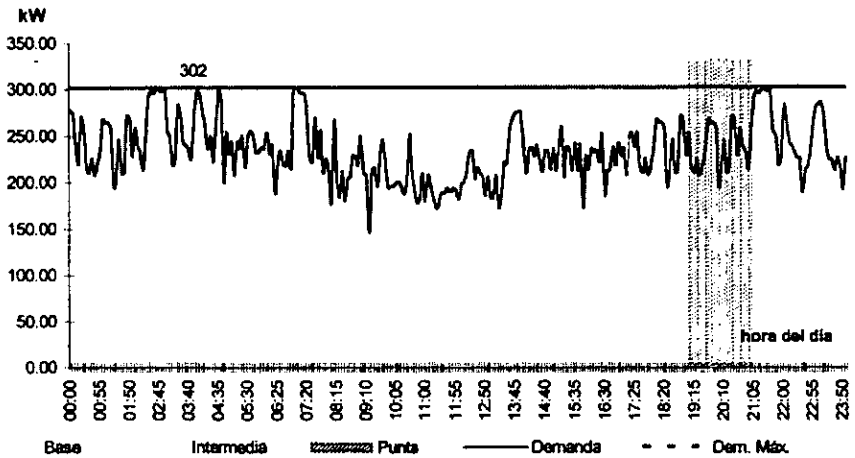
**Circuito No. 2. Interior mina**

**Curva de Demanda de Energía Eléctrica**

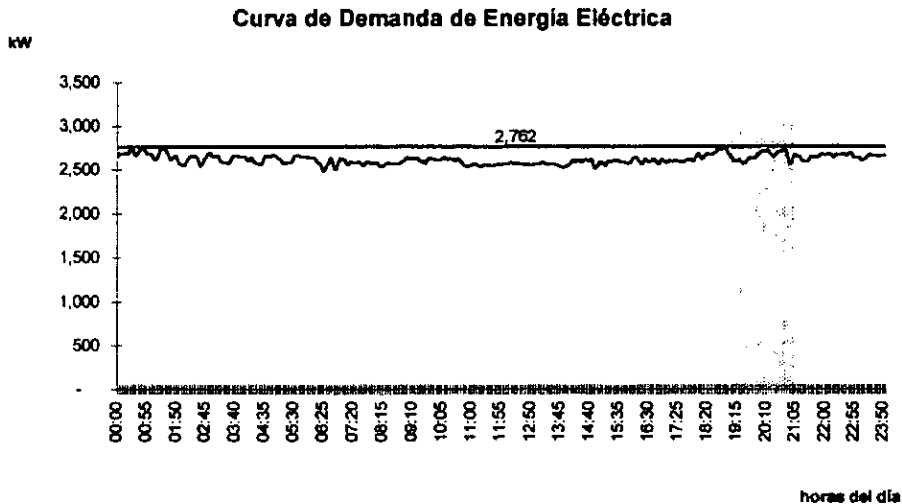


**Circuito No. 3 Malacates**

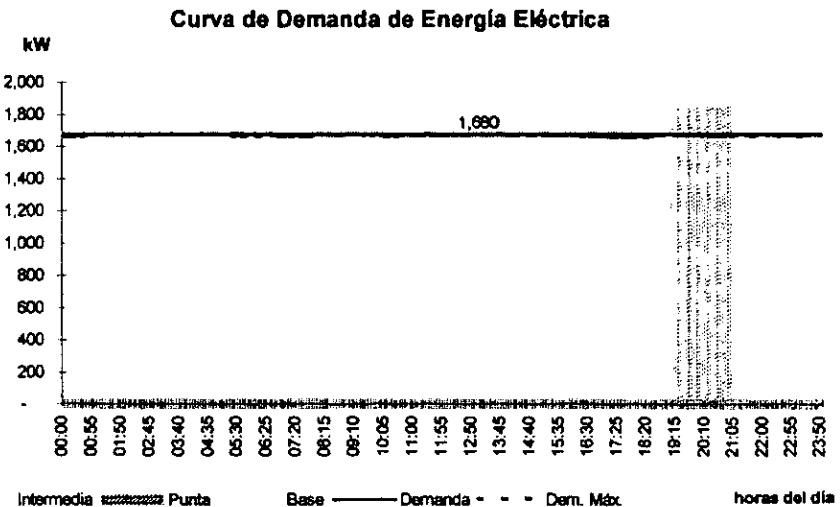
**Curva de Demanda de Energía Eléctrica**



**Circuito No. 4. Planta concentradora**

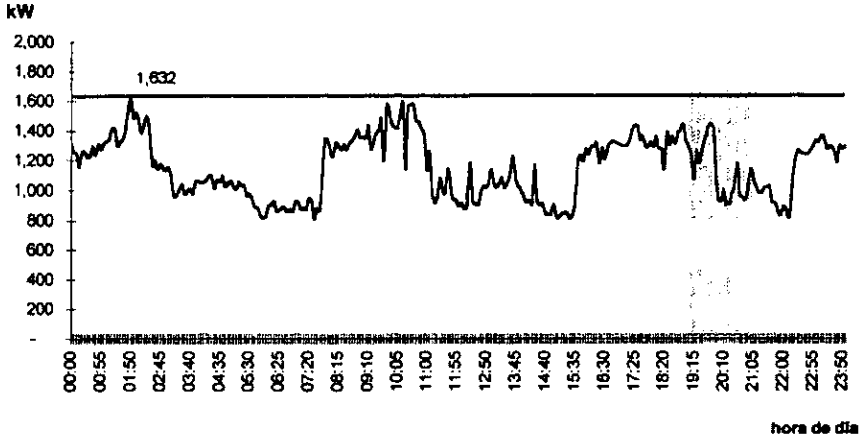


**Circuito No. 5. Molino de bolas**



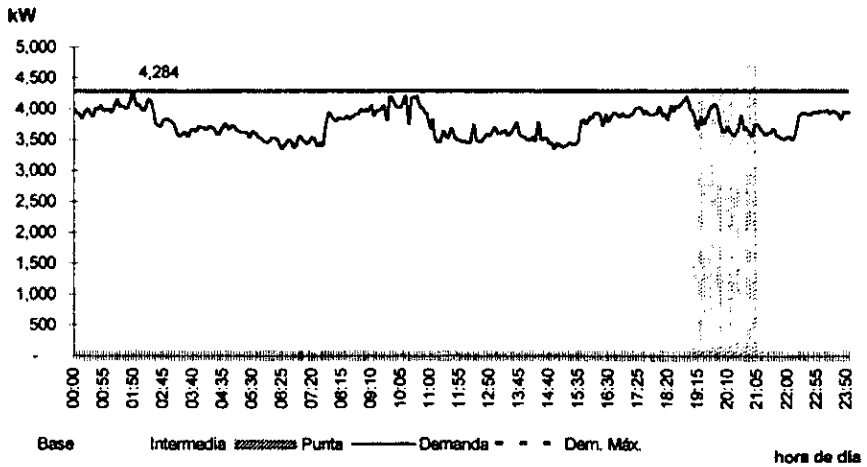
**TOTAL MINA**

**Curva de Demanda de Energía Eléctrica**



**TOTAL UNIDAD MINERA**

**Curva de Demanda de Energía Eléctrica**



- ***Proposición de proyectos.-***

Una vez terminada la etapa anterior se esta en condiciones de listar las oportunidades ahorro detectadas. En este caso las acciones detectadas se clasifican en:

1. Nivel Dirección.-
2. Nivel Operación.-
3. Nivel Mantenimiento.-
4. Nivel Planeación.-

1. Acciones Nivel Dirección.-

- Integración del Programa de Ahorro de Energía Eléctrica en el Plan Estratégico de la Unidad (resultados mensuales y anuales).-
- Establecimiento de un Comité de Energía para revisión de programas y elaboración de estrategias.-
- Difusión y capacitación en ahorro de energía.-
- Revisión mensual de los indicadores energéticos de la Unidad y adecuaciones a los programas.-

2. Acciones Nivel Operación.-

- Incorporación de una disciplina operativa teniendo como base el ahorro de energía eléctrica.-
- Sustitución de motores actuales por nuevos de alta eficiencia.-
- Elaboración de procedimientos de arranques de equipos.-

- Sustitución de equipo de proceso con tecnología de punta (equipo de barrenación interior mina, bombas de proceso plantas concentradora, etc.).-
- Utilización de lubricantes sintéticos en los molinos de bolas.-
- Optimización y control del alumbrado tanto en interior mina como en planta de beneficio.-
- Optimización del aire comprimido en general (eliminación de fugas y desperdicios).-
- Control de la demanda en el período punta:
  - Trituración primaria y secundaria.-
  - Sistema de filtración.-
  - Sistema de bombeo de recuperación, planta de beneficio.-
  - Sistema de extracción (parte).-
  - Sistema de ventilación.-
  - Sistema de bombeo interior mina.-

### 3. Acciones Nivel Mantenimiento.-

- Modificación de los servicios de mantenimiento al período punta.-
- Implantación de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para mejorar las deficiencias en la operación de la Unidad.-
- Instalación de bancos de capacitores en diversas áreas de la Unidad, con la finalidad de aprovechar al máximo la bonificación por alto factor de potencia.-

4. Acciones Nivel Planeación.-

- Observar la posibilidad de cambiar el día de descanso (domingos), a un día entre semana, con la finalidad de utilizar al máximo las horas de "energía barata".-
- Diseño e instalación de una base de datos y registro histórico para análisis de tendencias y toma de decisiones.-
- Control estadístico de los procesos de la Unidad.-
- Monitoreo sistemático de los principales circuitos de la Unidad (análisis diario y acciones correctivas).-
- Análisis de nuevos proyectos y detección de nuevas áreas de oportunidad.-

**II.2) Implementación de proyectos.-**

Una vez que se han aprobado los proyectos comienza su etapa de implementación. Para ello se requiere una planeación específica a fin de no romper con un programa de producción u operación previamente determinado.-

La evaluación de los resultados obtenidos con la implementación de las acciones se determina en el siguiente capítulo. Las conclusiones del programa se expresan el capítulo No. V.-

## **CAPITULO IV EVALUACION DE RESULTADOS**

Al planear y programar una actividad específica para el ahorro de la energía, deberá hacerse una relación de costo-beneficio para determinar la conveniencia de su implementación. La evaluación de una medida o acción emprendida deberá ser hecha en función de los beneficios que se puedan lograr en dos aspectos: técnico y económico.-

En este capítulo se muestran los resultados de implementar las acciones descritas en el capítulo anterior. Se presenta la comparación entre la condición de operación inicial y la final.-

Es importante mencionar que algunas acciones no reditúan beneficios económicos en forma directa, sino en una mejor actitud del personal hacia el trabajo, lo cual ayudará a elevar la calidad del producto final.-

### **IV.1. Control de la demanda máxima en período punta.-**

- ***Circuito No. 2 Interior mina.*** En este sistema el control de la demanda se realiza no solo en el periodo punta sino también los periodos base e intermedio.-

En la condición inicial la demanda máxima medida es del orden de los 986 kW, registrándose en el periodo intermedio. La demanda máxima en el período punta es del orden de los 798 kW.-

La energía total consumida por día es de 12,663 kWh. El costo de operación diario de este circuito a precios de enero de 1998 es de \$ 6,407.00.-

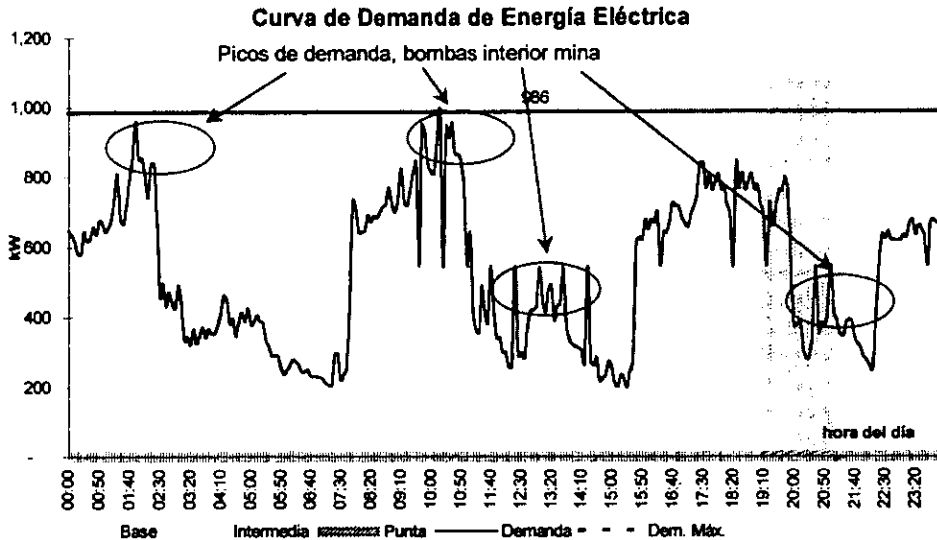
El control de la demanda en este circuito se lleva a cabo básicamente por el paro del sistema de bombeo (previa ampliación de las piletas); por la sustitución y redimensionamiento de las bombas originales por otras de mayor eficiencia y por la correcta utilización de los equipos de exploración y desarrollo.-

Después de implementar el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica, la demanda máxima registrada fue del orden de 752 kW (234 kW menos, periodo intermedio) mientras que la demanda máxima en punta fue de 384 kW (414 kW menos).-



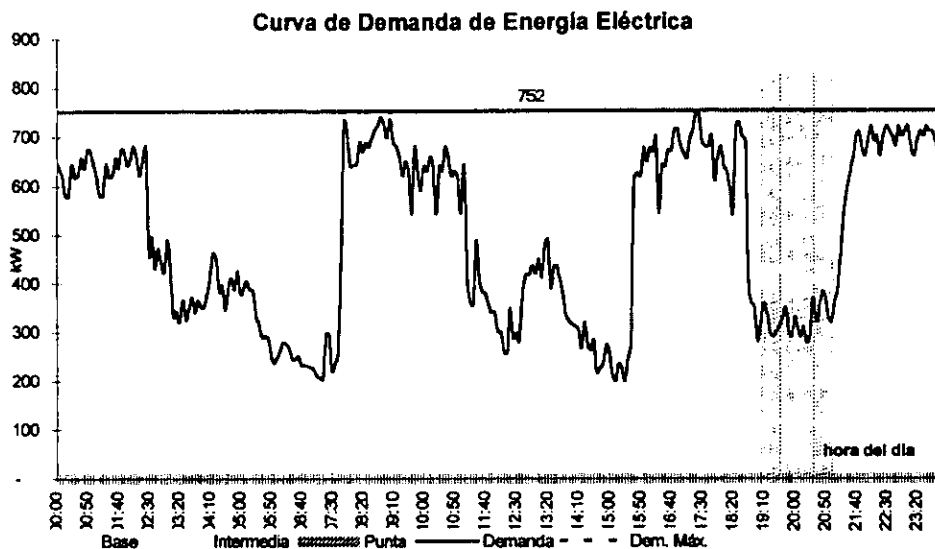
La energía consumida fue de 11,806 kWh (857 kWh menos). El costo de operación diario de este circuito a precios de enero de 1998 fue de \$ 5,133.26, es decir, \$ 1,273.74 menos por día (19.8 %).-

### Circuito No. 2 Interior mina condición inicial-



<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Circuito 2, Interior Mina</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):	986		Dem. Máxima (kW):	986
Dem. Mínima (kW):	198		F.C.:	0.57
F.P. Máximo:	1.13		Energía (kWh):	7,865
F.P. Mínimo:	0.31		Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio	0.57		Consumo Unitario (kWh/ton)	23.02
F.C.:	0.54		Demanda Facturable (kW)	836
Energía (kWh):	12,663		Bonificación o Recargo FP	34.1%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):	798		Demanda Facturable (\$)	1,255.99
F.C.:	0.66		Energía Base (\$)	842.22
Energía (kWh):	1,055		Energía Punta (\$)	737.30
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	1,943.49
Dem. Máxima (kW):	960		Bonificación o Recargo FP (\$)	1,628.83
F.C.:	0.48		<b>Total</b>	<b>6,407.83</b>
Energía (kWh):	3,744			

## Circuito No. 2 Interior mina condición final (programa de ahorro de energía eléctrica).-



<b>Fecha:</b>	<b>Ene 98</b>	<b>3</b>	<b>Circuito 2, Interior Mina</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):		752	Dem. Máxima (kW):	752
Dem. Mínima (kW):		198	F.C.:	0.73
F.P. Máximo:		1.13	Energía (kWh):	7,608
F.P. Mínimo:		0.31	Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio		0.57	Consumo Unitario (kWh/ton)	21.47
F.C.:		0.65	Demanda Facturable (kW)	458
Energía (kWh):		11,806	Bonificación o Recargo FP	34.4%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):		384	Demanda Facturable (\$)	688.09
F.C.:		0.84	Energía Base (\$)	799.26
Energía (kWh):		646	Energía Punta (\$)	451.47
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	1,879.98
Dem. Máxima (kW):		732	Bonificación o Recargo FP (\$)	1,314.46
F.C.:		0.60	<b>Total</b>	<b>5,133.26</b>
Energía (kWh):		3,553		

- **Circuito No. 3 Malacates.** En este circuito el control de la demanda se lleva a cabo en el periodo punta.-

En la condición inicial la demanda máxima medida es del orden de los 302 kW, registrándose en el periodo intermedio. La demanda máxima en el periodo punta es del orden de los 272 kW.-

La energía total consumida por día es de 5,602 kWh. El costo de operación diario de este circuito a precios de enero de 1998 es de \$ 2,263.64.-

Ya que el proceso de mantedo puede ser programado, el control de la demanda se lleva a cabo parando totalmente este sistema durante las horas punta. En horas base se llenan los silos con mineral de tal forma que durante el periodo punta no falte éste al proceso.-

Después de implementar el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica, la demanda máxima registrada fue de 302 kW (igual valor que antes de implementar el programa) mientras que la demanda máxima en punta fue de 0 kW.-

La energía diaria consumida fue de 5,042 kWh (560 kWh menos). El costo de operación diario de este circuito a precios de enero de 1998 fue de \$ 1,485.11, es decir, \$ 778.53 menos por día (34.39 %).-

- **Circuito No. 4 Trituración (Planta concentradora).** En este circuito el control de la demanda se lleva a cabo en el periodo punta.-

En la condición inicial la demanda máxima medida es del orden de los 2,762 kW, registrándose en el periodo intermedio. La demanda máxima en el periodo punta es del orden de los 2,738 kW.-

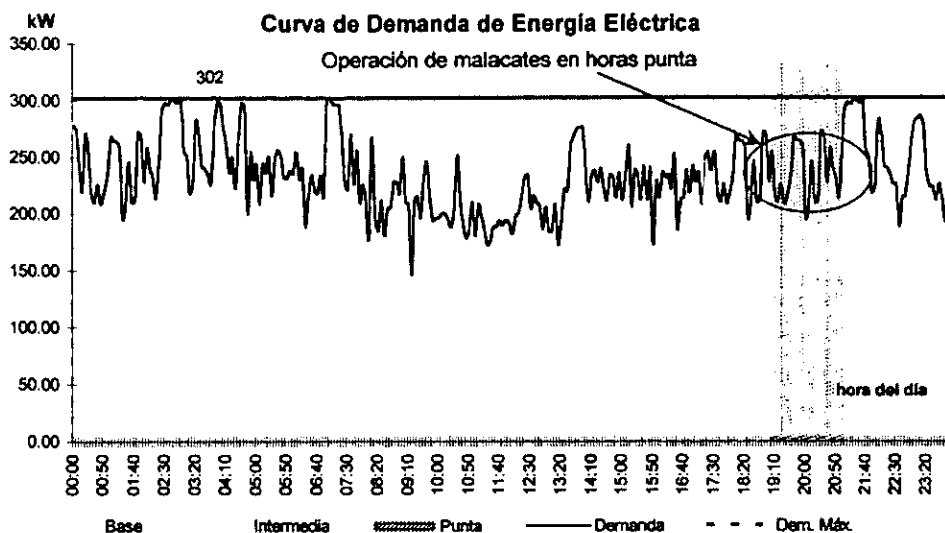
La energía total consumida por día es de 62,663 kWh. El costo de operación de este circuito a precios de enero de 1998 es de \$ 21,840.59 por día.-

Ya que el proceso de trituración puede ser programado, el control de la demanda se lleva a cabo parando totalmente éste sistema durante las horas punta. En horas base se llenan los silos con mineral de tal forma que durante el periodo punta no falte mineral al sistema de molienda.-

Después de implementar el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica, la demanda máxima registrada fue de 2,752 kW (prácticamente igual valor que se tenía antes de implementar el programa) mientras que la demanda máxima en punta fue de 2,300 kW (438 kW menos).-

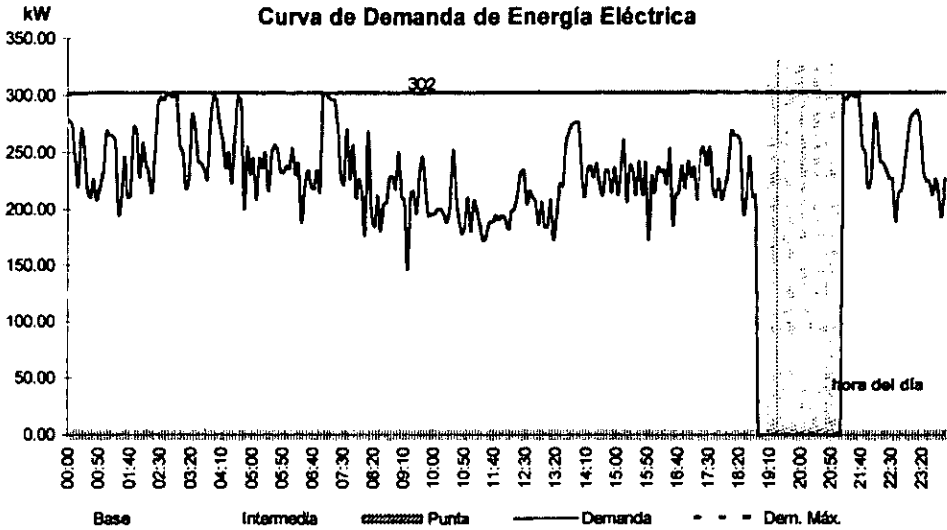
La energía consumida por día fue de 61,721 kWh (942 kWh menos). El costo de operación diario de este circuito a precios de enero de 1998 fue de \$ 20,687.19, es decir, \$ 1,153 menos por día (5.28 %).-

## Circuito No. 3 Malacates condición inicial-



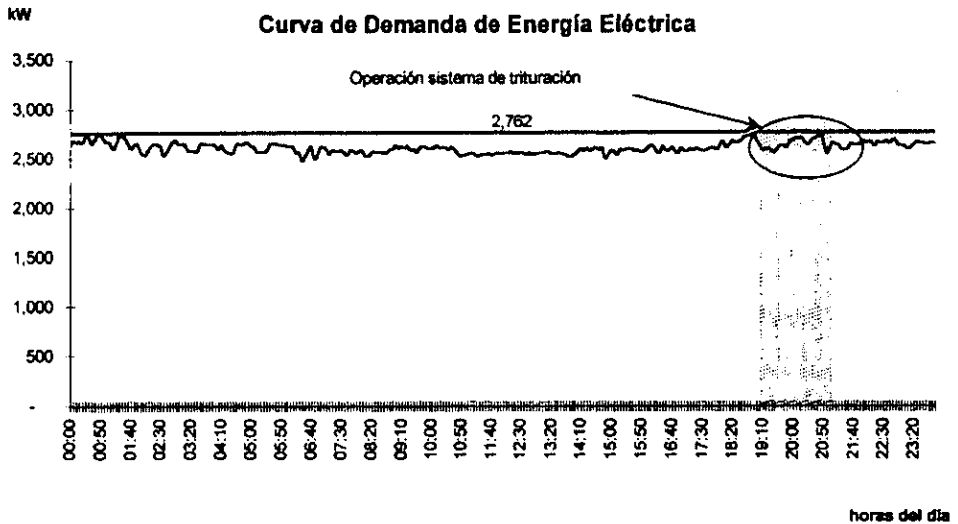
<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Circuito 3, Malacates</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):	302		Dem. Máxima (kW):	302
Dem. Mínima (kW):	146		F.C.:	0.74
F.P. Máximo:	1.00		Energía (kWh):	3,124
F.P. Mínimo:	0.51		Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio	0.72		Consumo Unitario (kWh/ton)	10.19
F.C.:	0.77		Demanda Facturable (kW)	278
Energía (kWh):	5,602		Bonificación o Recargo FP	14.8%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):	272		Demanda Facturable (\$)	417.66
F.C.:	0.87		Energía Base (\$)	451.48
Energía (kWh):	472		Energía Punta (\$)	329.86
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	771.96
Dem. Máxima (kW):	302		Bonificación o Recargo FP (\$)	292.68
F.C.:	0.82		<b>Total</b>	<b>2,263.64</b>
Energía (kWh):	2,007			

## Circuito No. 3 Malacates condición final (programa de ahorro de energía eléctrica).-



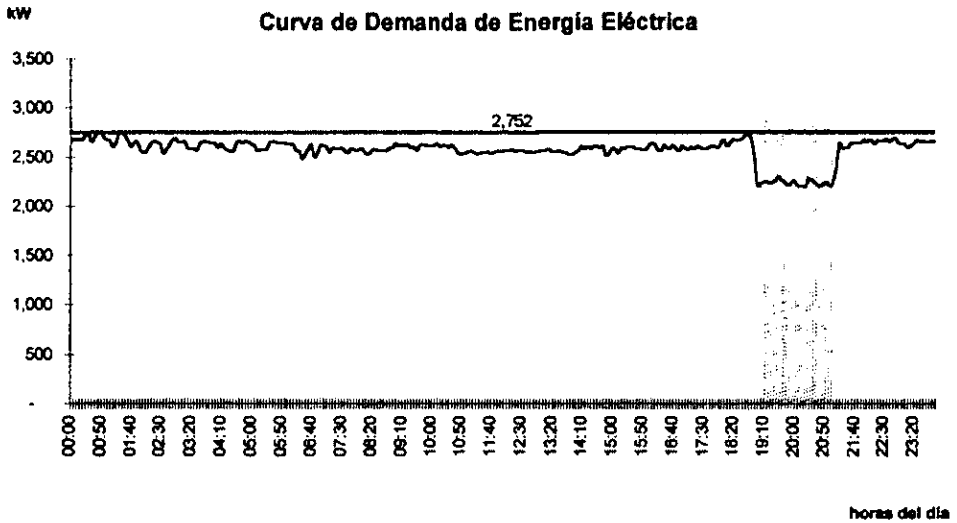
<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Circuito 3, Malacates</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):		302	Dem. Máxima (kW):	302
Dem. Mínima (kW):		-	F.C.:	0.72
F.P. Máximo:		1.00	Energía (kWh):	3,035
F.P. Mínimo:		0.51		
F.P. Promedio:		0.72	Toneladas procesadas	550
F.C.:		0.70	Consumo Unitario (kWh/ton)	9.17
Energía (kWh):		5,042	Demanda Facturable (kW)	61
			Bonificación o Recargo FP	14.8%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):		-	Demanda Facturable (\$)	91.65
F.C.:		#DIV/0!	Energía Base (\$)	451.48
Energía (kWh):		-	Energía Punta (\$)	-
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	749.97
Dem. Máxima (kW):		302	Bonificación o Recargo FP (\$)	192.02
F.C.:		0.82		
Energía (kWh):		2,007	<b>Total</b>	<b>1,485.11</b>

## Circuito No. 4 Trituración (planta concentradora) condición inicial.-



<b>Fecha:</b>	<b>Ene 98</b>	<b>3</b>	<b>Circuito 4, Planta Concentradora</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):	2,762		Dem. Máxima (kW):	2,762
Dem. Mínima (kW):	2,478		F.C.:	0.94
F.P. Máximo:	0.89		Energía (kWh):	36,176
F.P. Mínimo:	0.85		Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio	0.88		Consumo Unitario (kWh/ton)	113.93
F.C.:	0.95		Demanda Facturable (kW)	2,743
Energía (kWh):	62,663		Bonificación o Recargo FP	1.5%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):	2,738		Demanda Facturable (\$)	4,121.03
F.C.:	0.97		Energía Base (\$)	4,768.32
Energía (kWh):	5,290		Energía Punta (\$)	3,696.99
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	8,939.30
Dem. Máxima (kW):	2,752		Bonificación o Recargo FP (\$)	314.95
F.C.:	0.95		<b>Total</b>	<b>21,840.59</b>
Energía (kWh):	21,197			

**Circuito No. 4 Trituración (planta concentradora) condición final (programa de ahorro de energía).-**



Fecha: Ene 98 3

Circuito 4, Planta Concentradora

**TOTAL**

Dem. Máxima (kW): 2,752  
 Dem. Mínima (kW): 2,200  
 F.P. Máximo: 0.89  
 F.P. Mínimo: 0.85  
 F.P. Promedio: 0.88  
 F.C.: 0.93  
 Energía (kWh): 61,721

**PUNTA**

Dem. Máxima (kW): 2,300  
 F.C.: 0.97  
 Energía (kWh): 4,469

**BASE**

Dem. Máxima (kW): 2,752  
 F.C.: 0.95  
 Energía (kWh): 21,197

**INTERMEDIA**

Dem. Máxima (kW): 2,722  
 F.C.: 0.95  
 Energía (kWh): 38,056  
 Toneladas procesadas: 550  
 Consumo Unitario (kWh/ton): 112.22  
 Demanda Facturable (kW): 2,388  
 Bonificación o Recargo FP: 1.5%

**Costo Factura**

Demanda Facturable (\$) 3,587.68  
 Energía Base (\$) 4,768.32  
 Energía Punta (\$) 3,123.22  
 Energía Intermedia (\$) 8,909.85  
 Bonificación o Recargo FP (\$) 298.32

**Total 20,687.19**

- **Total Mina.** Las acciones para el control de la demanda que se llevan a cabo en los circuitos de malacates e interior mina se reflejan en el perfil total de la mina.-

En la condición inicial la demanda máxima medida es del orden de los 1,632 kW, registrándose en el periodo base. La demanda máxima en el periodo punta es del orden de los 1,444 kW.-

La energía total consumida por día es de 27,586 kWh. El costo de operación de este circuito a precios de enero de 1998 es de \$ 10,871.24 por día.-

Ya que el proceso de la Unidad permite almacenar el mineral proveniente de la mina, es factible controlar la operación de ésta. En la mina básicamente se controlan el bombeo interior y el equipo de exploración.-

Después de implementar el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica, la demanda máxima registrada fue de 1,416 kW (216 kW menos), dicha demanda se registró en periodo intermedio. La demanda máxima en punta fue de 758 kW (686 kW menos).-

La energía consumida por día fue de 26,169 kWh (1,417 kWh menos). El costo de operación diario de este circuito a precios de enero de 1998 fue de \$ 9,069.30, es decir, \$ 1,801.94 menos por día (16.57 %).-

- **Total Unidad.** El perfil de carga de la Unidad lo definen los circuitos de Mina y Planta de Beneficio; de tal forma que las acciones para controlar la demanda que se realicen en cada uno de ellos, se reflejaron en el perfil total.-

En la condición inicial la demanda máxima medida es del orden de los 4,284 kW, registrándose en el periodo base. La demanda máxima en el periodo punta es del orden de los 4,074 kW.-

La energía total consumida por día es de 90,248 kWh. El costo de operación de este circuito a precios de enero de 1998 es del orden de los \$ 32,414.19 por día.-

Después de implementar el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica, la demanda máxima registrada fue de 4,054 kW (230 kW menos), dicha demanda se registró en periodo base. La demanda máxima en punta fue de 3,018 kW (1,056 kW menos).-

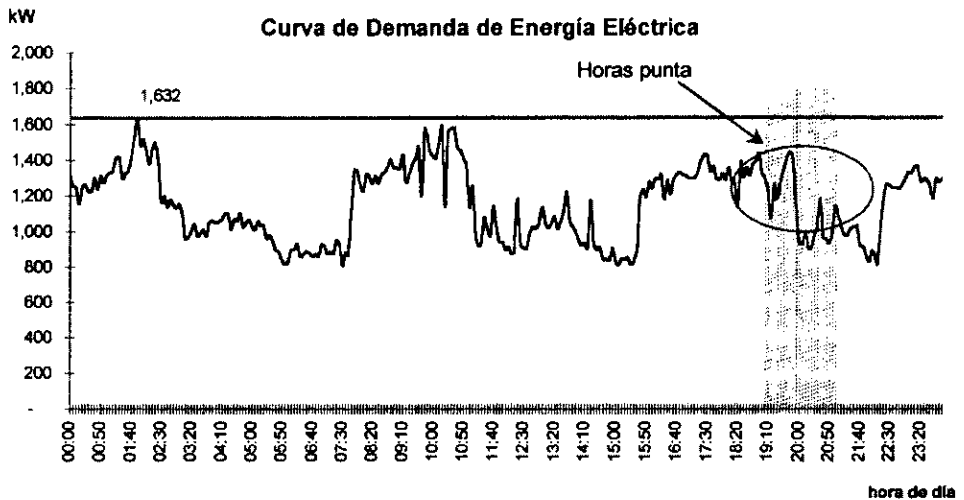
La energía consumida por día fue de 87,889 kWh (2,359 kWh menos). El costo de operación diario de este circuito a precios de enero de 1998 es de \$ 29,622.03, es decir, \$ 2,792.16 menos por día (8.61 %).-

Aplicando esta acción en los diversos circuitos de la Unidad, se tiene un ahorro mensual del orden de los \$ 70,770.00, equivalente a \$ 849,240 anuales. La inversión es nula ya que, en



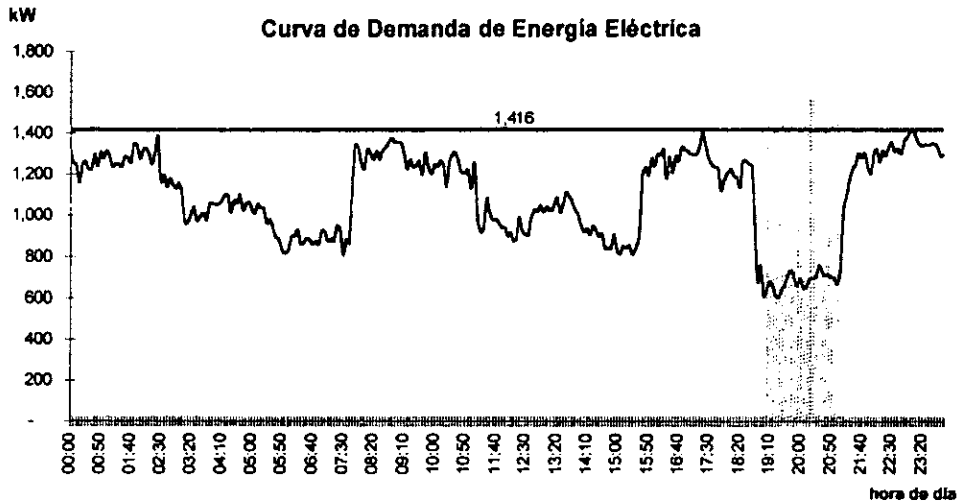
primera instancia, el control horario puede realizarse manualmente. A medida que se vaya avanzando en el programa se puede pensar en la instalación de equipos electrónicos para controlar el proceso.-

### Total Mina condición inicial.-



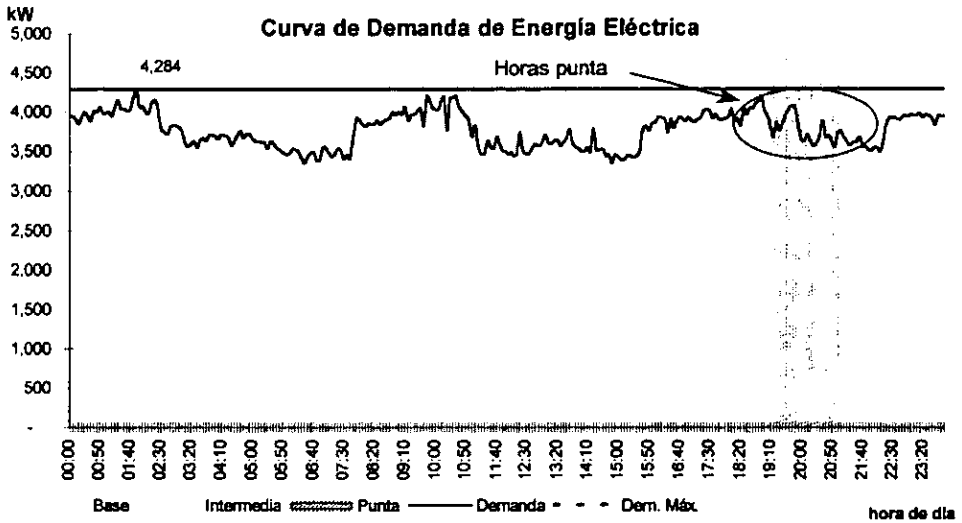
<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Minas</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):	1,632		Dem. Máxima (kW):	1,586
Dem. Mínima (kW):	804		F.C.:	0.74
F.P. Máximo (estimado):	1.07		Energía (kWh):	16,373
F.P. Mínimo (estimado):	0.58		Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio (estimado):	0.77		Consumo Unitario (kWh/ton)	50.16
F.C.:	0.70		Demanda Facturable (kW)	1,477.00
Energía (kWh):	27,586		Bonificación o Recargo FP	10.4%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):	1,444		Demanda Facturable (\$)	2,219.01
F.C.:	0.78		Energía Base (\$)	2,017.60
Energía (kWh):	2,244		Energía Punta (\$)	1,568.25
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	4,045.86
Dem. Máxima (kW):	1,632		Bonificación o Recargo FP (\$)	1,020.51
F.C.:	0.68		<b>Total</b>	<b>10,871.24</b>
Energía (kWh):	8,969			

## Total Mina condición final (programa de ahorro de energía).-



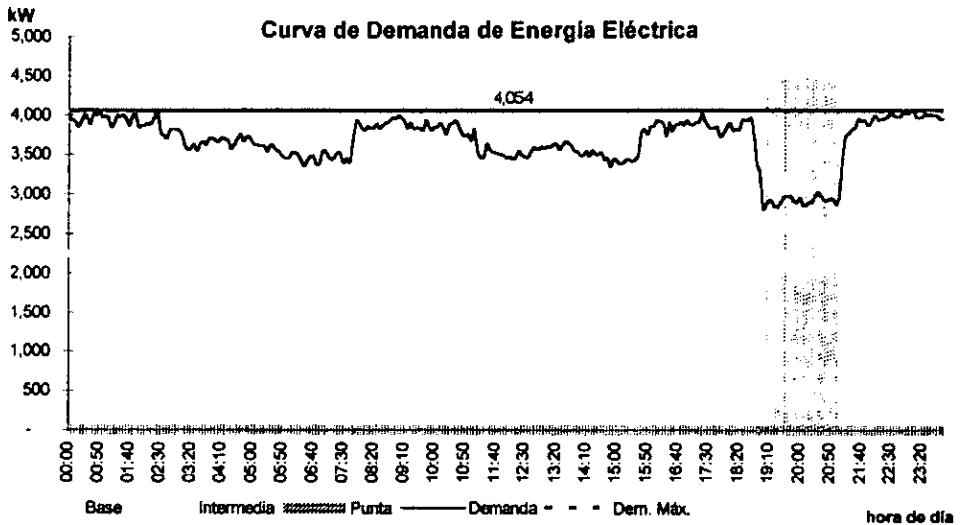
<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Minas</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):		1,416	Dem. Máxima (kW):	1,416
Dem. Mínima (kW):		602	F.C.:	0.81
F.P. Máximo (estimado):		1.05	Energía (kWh):	16,028
F.P. Mínimo (estimado):		0.58	Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio (estimado):		0.77	Consumo Unitario (kWh/ton)	47.58
F.C.:		0.77	Demanda Facturable (kW)	889.60
Energía (kWh):		26,169	Bonificación o Recargo FP	10.3%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):		758	Demanda Facturable (\$)	1,336.52
F.C.:		0.90	Energía Base (\$)	1,974.86
Energía (kWh):		1,363	Energía Punta (\$)	952.55
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	3,960.61
Dem. Máxima (kW):		1,386	Bonificación o Recargo FP (\$)	844.76
F.C.:		0.78	<b>Total</b>	<b>9,069.30</b>
Energía (kWh):		8,779		

## Total Unidad condición inicial.-



<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Unidad Las Torres</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):	4,284		Dem. Máxima (kW):	4,200
Dem. Mínima (kW):	3,344		F.C.:	0.90
F.P. Máximo (estimado):	0.95		Energía (kWh):	52,549
F.P. Mínimo (estimado):	0.77		Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio (estimado):	0.85		Consumo Unitario (kWh/ton)	164.09
F.C.:	0.88		Demanda Facturable (kW)	4,107.60
Energía (kWh):	90,248		Bonificación o Recargo FP	3.9%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):	4,074		Demanda Facturable (\$)	6,171.18
F.C.:	0.92		Energía Base (\$)	6,785.92
Energía (kWh):	7,534		Energía Punta (\$)	5,265.24
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	12,985.16
Dem. Máxima (kW):	4,284		Bonificación o Recargo FP (\$)	1,206.69
F.C.:	0.87		<b>Total</b>	<b>32,414.19</b>
Energía (kWh):	30,166			

## Total Unidad condición final (programa de ahorro de energía eléctrica).-



<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Unidad Las Torres</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):	4,054		Dem. Máxima (kW):	4,052
Dem. Mínima (kW):	2,810		F.C.:	0.92
F.P. Máximo (estimado):	0.93		Energía (kWh):	52,083
F.P. Mínimo (estimado):	0.77		Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio (estimado):	0.85		Consumo Unitario (kWh/ton)	159.80
F.C.:	0.90		Demanda Facturable (KW)	3,225.00
Energía (kWh):	87,889		Bonificación o Recargo FP	3.8%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):	3,018		Demanda Facturable (\$)	4,845.17
F.C.:	0.97		Energía Base (\$)	6,743.18
Energía (kWh):	5,831		Energía Punta (\$)	4,075.07
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	12,870.01
Dem. Máxima (kW):	4,054		Bonificación o Recargo FP (\$)	1,088.59
F.C.:	0.91		<b>Total</b>	<b>29,622.03</b>
Energía (kWh):	29,976			

#### **IV.2. Sustitución de equipos actuales por nuevos de mayor eficiencia / optimización del sistema de aire comprimido.-**

- **Circuito No. 1 Compresores.** Al sustituir los equipos actuales de aire comprimido por equipos nuevos de alta eficiencia se logra un ahorro considerable en el consumo de energía. Como son equipos de una eficiencia mayor, la potencia de los motores para suministrar la cantidad necesaria de aire al proceso es menor, reduciendo con esto el valor de la demanda máxima.-

En la condición inicial la demanda máxima medida es del orden de los 418 kW, registrándose en el periodo intermedio. La demanda máxima en el periodo punta es del orden de los 416 kW.-

La energía total consumida por día es de 9,322 kWh. El costo de operación de este circuito a precios de enero de 1998 es del orden de los \$ 3,105.61 por día.-

Después de implementar el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica, la demanda máxima registrada fue de 288 kW (130 kW menos), dicha demanda se mantiene prácticamente constante a lo largo del día.-

La energía diaria consumida fue de 6,645 kWh (2,677 kWh menos). El costo de operación diario de este circuito a precios de enero de 1998 fue de \$ 2,216.52, es decir, \$ 889.00 menos (28.62 %).-

Aplicando esta acción se tiene un ahorro mensual del orden de los \$ 19,558.00, equivalente a \$ 234,696 anuales. La inversión es del orden de los \$ 350,000 por lo que el periodo de amortización directo es de 1.5 años.-

En forma general (nivel Unidad), el ahorro que genera esta acción es de \$ 817 diarios, lo que equivale a un ahorro mensual del orden de los 17,995.34.-

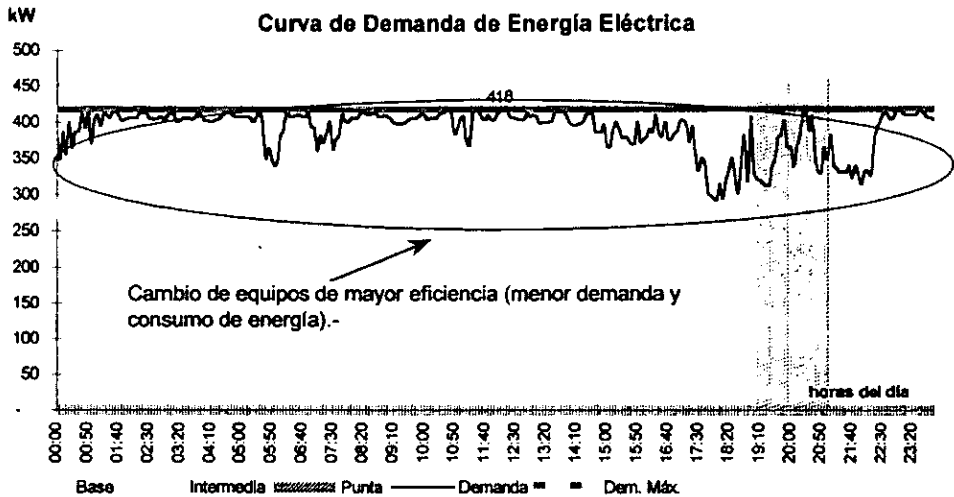
#### **IV.3. Instalación de bancos de capacitores para aprovechar al máximo la bonificación por alto factor de potencia.-**

Con la finalidad de aprovechar al máximo la bonificación por alto factor de potencia se propone la instalación de bancos de capacitores en la subestación principal.-

En la condición inicial el valor del factor de potencia es del orden de 92.67 %, lo cual equivale a una bonificación del 0.72 % del total de la factura eléctrica de la Unidad (\$ 7,000.00 mensuales). Con la instalación de bancos de capacitores (890 kVAR) se alcanza un factor de potencia del 98.13 %, equivalente a una bonificación del 2.07 % de la factura eléctrica total de la Unidad (\$ 20,141.19 mensuales).-

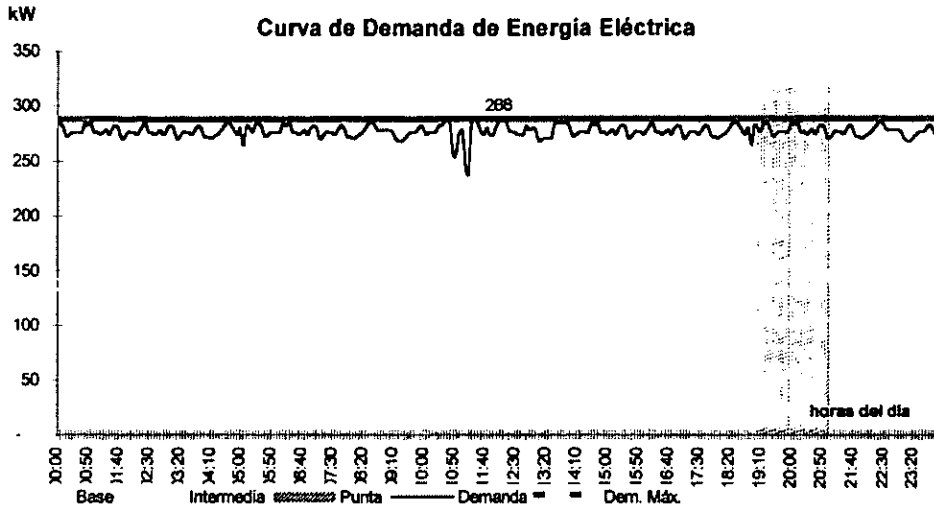
Con la implementación de esta acción se tiene un ahorro de \$ 13,141.19 mensuales. La inversión necesaria para elevar el factor de potencia es del orden de los \$ 165,000.00, por lo que la amortización directa de los equipos es de 1.04 años.-

### Circuito No. 1. Compresores condición inicial.-



<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Circuito 1. COMPRESORES</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):		418	Dem. Máxima (kW):	418
Dem. Mínima (kW):		292	F.C.:	0.93
F.P. Máximo:		1.00	Energía (kWh):	5,386
F.P. Mínimo:		1.00	Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio		1.00	Consumo Unitario (kWh/ton)	18.85
F.C.:		0.13	Demanda Facturable (kW)	417
Energía (kWh):		9,322	Bonificación o Recargo FP	-2.4%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):		416	Demanda Facturable (\$)	626.49
F.C.:		0.86	Energía Base (\$)	724.12
Energía (kWh):		718	Energía Punta (\$)	501.78
<b>BASE</b>			Energía Intermédia (\$)	1,330.91
Dem. Máxima (kW):		416	Bonificación o Recargo FP (\$)	(77.70)
F.C.:		0.96	<b>Total</b>	<b>3,105.61</b>
Energía (kWh):		3,219		

## Circuito No. 1. Compresores condición final (Programa de Ahorro de Energía Eléctrica).-



<b>Fecha:</b>	Ene 98	3	<b>Circuito 1. COMPRESORES</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>INTERMEDIA</b>	
Dem. Máxima (kW):		288	Dem. Máxima (kW):	288
Dem. Mínima (kW):		238	F.C.:	0.98
F.P. Máximo:		1.00	Energía (kWh):	3,849
F.P. Mínimo:		1.00	Toneladas procesadas	550
F.P. Promedio		1.00	Consumo Unitario (kWh/ton)	12.08
F.C.:		0.14	Demanda Facturable (kW)	285
Energía (kWh):		6,645	Bonificación o Recargo FP	-2.4%
<b>PUNTA</b>			<b>Costo Factura</b>	
Dem. Máxima (kW):		284	Demanda Facturable (\$)	428.18
F.C.:		0.98	Energía Base (\$)	504.12
Energía (kWh):		556	Energía Punta (\$)	388.57
<b>BASE</b>			Energía Intermedia (\$)	951.11
Dem. Máxima (kW):		286	Bonificación o Recargo FP (\$)	(55.46)
F.C.:		0.97	<b>Total</b>	<b>2,216.52</b>
Energía (kWh):		2,241		

#### **IV.4. Cambio de tarifa eléctrica de facturación (de H-S a H-SL).-**

Debido a las condiciones propias del proceso, se propone el cambio de tarifa de facturación, de una tarifa H-S (tarifa horaria nivel subtransmisión), a una tarifa H-SL (tarifa horaria nivel subtransmisión de larga duración).-

En condiciones iniciales la Unidad paga del orden de los \$ 972,425.70 mensuales por concepto de energía eléctrica. Cambiando la tarifa de facturación, se tiene un ahorro del orden del 2.17 %, lo que equivale a un ahorro de \$ 21,101.63 mensuales (\$ 253,219 anuales).-

#### **IV.5. Cambio de día de descanso.-**

Se propone cambiar el día de descanso de la Unidad (domingo) a un día cualquiera entre semana (lunes a viernes) con la finalidad de utilizar al máximo las horas de energía barata de la tarifa.-

Realizando este cambio se tiene un ahorro mensual del orden de los \$ 25,040.00, equivalentes a \$ 325,520.00 anuales.-

En forma general, el ahorro que se logra después de aplicar el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica en la Unidad (nivel Dirección, Operación, Planeación y Mantenimiento) es del orden de los \$ 169,717.00 mensuales, equivalentes a un ahorro anual de \$ 2,036,604.00. Aplicando este programa el monto de la facturación eléctrica se redujo del orden del 17.45 %.-

El consumo mensual de la energía se redujo mensualmente del orden de los 151,080 kWh, mientras que el valor máximo de la demanda punta tuvo una reducción de 1,190 kW.-

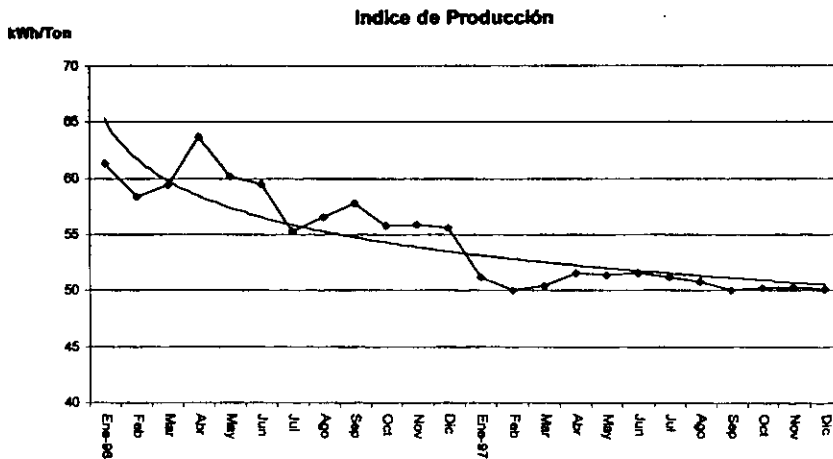
En las siguientes tablas y gráficas se muestran los resultados anuales de aplicar el Programa de Ahorro de Energía en la Unidad.-



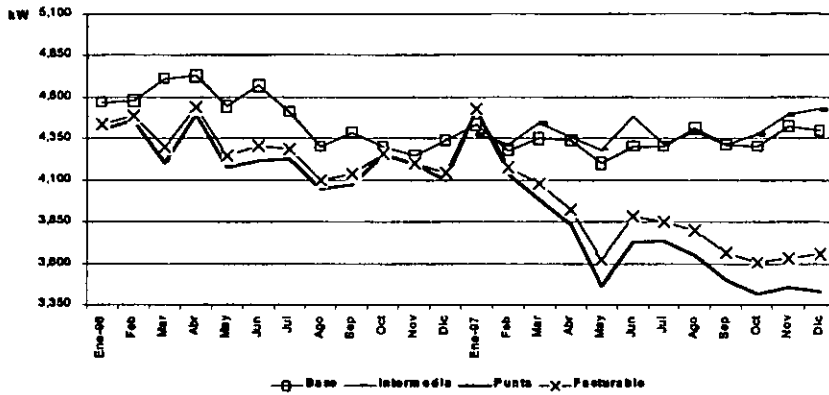
**Tabla No. IV.1. Comparativos Parámetros Eléctricos y de Producción**

	Energía Eléctrica (kWh/mes)	Demanda Punta (kW)	Ind. de Producción (kWh/ton)	F.P. (%)
1995	2,707,440.00	4,686.00	61.16	92.67
1997	2,556,360.00	3,486.00	50.88	98.13
Diferencia	151,080.00	1,200.00	10.28	5.46

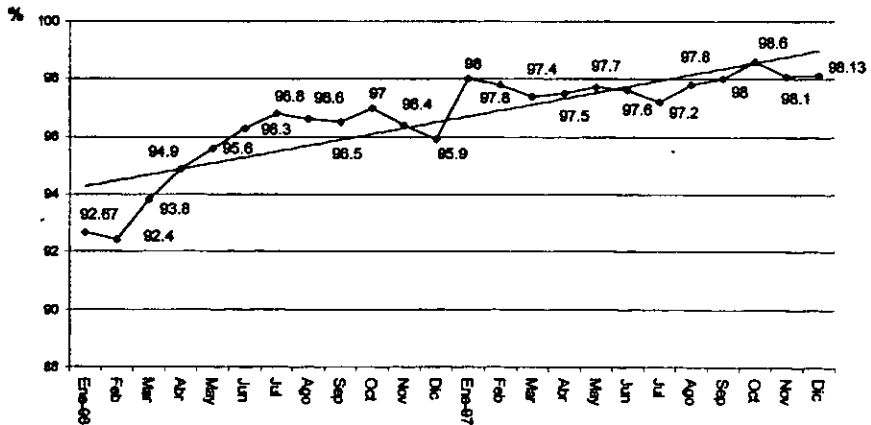
**Figura No. IV.1 Índice Histórico de Producción**



**Figura No. IV.2 Perfil Histórico de Demandas**



**Figura No. IV.3 Perfil Histórico de Factor de Potencia**



## **CAPITULO V. CONCLUSIONES**

---

Un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica se divide en dos etapas básicas: “Administración de la Demanda” y “Optimización del Consumo de la Energía”. Los ahorros mas rápidos e impactantes se logran mediante una adecuada administración de la demanda, mientras que el “ahorro de la energía” es la parte fina del Programa.-

Las características propias de los procesos productivos que integran a las Unidades Mineras así como su distribución geográfica, no permiten una solución única y simple para la optimización de costos por concepto de energía eléctrica, sin embargo, el principal potencial de ahorro de energía y reducción de la demanda se encuentra en el área de la Mina, mas que en la Planta de Beneficio.-

Los sistemas que generalmente son factibles de “administrar” son los siguientes:

### ***Mina***

- Bombeo interior.-
- Malacates de producción y de servicio.-
- Trituración terciaria.-
- Sistema de aire comprimido.-
- Sistema de extracción (parcialmente).-

### ***Planta de Beneficio***

- Bombeo de recuperación.-

- Sistema de aire comprimido.-
- Trituración primaria y secundaria.-
- Sistema de flotación.-

Los sistemas que son factibles de “optimizar” son los que trabajan en forma continua y en los cuales la potencia instalada es mucho mayor que la demandada. Las nuevas tecnologías ayudan a disminuir el consumo de la energía sustituyendo a los sistemas y equipos obsoletos por equipos nuevos de alta eficiencia.-

Debido a las características del proceso minero, el control de los equipos y sistemas debe realizarse en forma local y no tanto en forma general, ya que no se justifica económicamente la implementación de sistemas de control generales.-

Dentro de las acciones administrativas que ayudan a disminuir los costos de producción por concepto de energía eléctrica están el aprovechamiento máximo de la bonificación por alto factor de potencia y la adecuada selección de la tarifa de facturación.-

Optimizando al máximo el factor de potencia se puede lograr un ahorro de hasta el 2.5 % del total de la facturación eléctrica de la Unidad, así mismo, seleccionando adecuadamente la tarifa de facturación se puede obtener un ahorro que va del 2 % al 13 % de la facturación total de la Unidad, dependiendo de las condiciones de operación de cada instalación.-

Entre los factores que pueden hacer fracasar un programa de ahorro de energía se encuentran los siguientes:

- Problemas en la continuidad de la producción por falta de materia prima.-
- Falta de un sistema adecuado de monitoreo y medición.-
- Falta de un programa adecuado de mantenimiento.-
- Falta de un compromiso de las áreas de operación.-
- Falta de recursos humanos capacitados para crear, organizar y supervisar planes, programas y proyectos relacionados con el ahorro de energía.-

Un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica en la industria minera puede generar ahorros del orden del 15 % al 28 % del total de la factura eléctrica. En el caso analizado, el ahorro económico obtenido fue del orden del 17 %.-

En forma global, el ahorro que se logró después de aplicar el Programa de Ahorro de Energía en la Unidad fue del orden de los \$ 169,717.00 mensuales, equivalentes a un ahorro anual de \$ 2,036,604.00.-

El consumo mensual de la energía se redujo mensualmente del orden de los 151,080 kWh, mientras que el valor máximo de la demanda punta tuvo una reducción de 1,190 kW.-

Es importante hacer notar que la implementación de un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica es una actividad que lleva tiempo, por lo que su implementación es por pasos, de la menor dificultad a la mayor.-

Así las cosas, los Programas de Ahorro de Energía Eléctrica ofrecen ventajas significativas en la disminución de los costos de operación, lo cual representa de cara al futuro, certidumbre en ellos.-

## **APENDICE A. TARIFAS ELECTRICAS**

---

Debido al nivel de tensión con que reciben la energía eléctrica las Unidades Mineras, éstas se encuentran básicamente en tarifas O -M, H - M, H - S o H - SL. En las siguientes hojas se indican los costos y la aplicación de las tarifas mencionadas.-

### **TARIFA O-M**

#### **TARIFA ORDINARIA PARA SERVICIO GENERAL EN MEDIA TENSION, CON DEMANDA MENOR A 100 kW**

##### **1.- APLICACION.**

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100.-

##### **2.- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.**

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda máxima medida y por la energía consumida.

<b>Región</b>	<b>Cargo por kilowatt de demanda máxima medida</b>	<b>Cargo por kilowatt-hora de energía consumida</b>
Baja California (verano)	\$ 35.312	\$ 0.29808
Baja California (fuera de verano)	\$ 32.004	\$ 0.24395
Baja California Sur (verano)	\$ 39.085	\$ 0.40043
Baja California Sur (fuera de verano)	\$ 34.815	\$ 0.29717
Central	\$ 39.950	\$ 0.29866
Noreste	\$ 36.719	\$ 0.27604
Noroeste (verano)	\$ 42.747	\$ 0.29294
Noroeste (fuera de verano)	\$ 35.660	\$ 0.27042
Norte	\$ 36.886	\$ 0.27811
Peninsular	\$ 41.251	\$ 0.30052
Sur	\$ 39.950	\$ 0.28735

### **3.- MINIMO MENSUAL.**

El importe que resulta de aplicar 10 (diez) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima medida.

### **4.- DEMANDA CONTRATADA.**

La Demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de 20 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90% (noventa por ciento).

### **5.- TEMPORADAS DE VERANO Y FUERA DE VERANO.**

Para la aplicación de las cuotas aplicables en las regiones Baja California, Baja California Sur y Noroeste, se definen las siguientes temporadas:

Verano:

Región Baja California: del 1 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Región Baja California Sur: del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre.-

Noroeste: del 16 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Fuera de verano:

Región Baja California: del último domingo de octubre, al 30 de abril.

Región Baja California Sur: del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril.

Región Noroeste: del último domingo de octubre, al 15 de mayo.

## **6.- DEMANDA MAXIMA MEDIDA.**

La Demanda Máxima Medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo de facturación.

Cualquier fracción de kilowatt de Demanda Máxima Medida se tomará como kilowatt completo.

Cuando la Demanda Máxima Medida exceda de 100 kilowatts, el usuario deberá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa H-M. De no hacerlo, el tercer mes consecutivo en que exceda la demanda de 100 kilowatts, será reclasificado por el suministrador en la tarifa H-M, notificándole al usuario.

## **7.- DEPOSITO DE GARANTIA.**

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima medida a la demanda contratada.

# **TARIFA H-M**

## **TARIFA HORARIA PARA SERVICIO GENERAL EN MEDIA TENSION, CON DEMANDA DE 100 kW O MAS**

### **1.- APLICACION.**

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.-

### **2.- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.**

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía de base.



Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt-hora de energía de punta	Cargo por kilowatt-hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt-hora de energía de base
Baja California	\$ 59.709	\$ 0.81601	\$ 0.22580	\$ 0.17774
Baja California Sur	\$ 57.354	\$ 0.65485	\$ 0.31326	\$ 0.22186
Central	\$ 41.399	\$ 0.78198	\$ 0.25020	\$ 0.20897
Noreste	\$ 38.051	\$ 0.72250	\$ 0.23236	\$ 0.19026
Noroeste	\$ 71.886	\$ 0.69224	\$ 0.24799	\$ 0.19946
Norte	\$ 38.224	\$ 0.72779	\$ 0.23447	\$ 0.19077
Peninsular	\$ 42.747	\$ 0.81806	\$ 0.26215	\$ 0.20101
Sur	\$ 41.399	\$ 0.76585	\$ 0.23924	\$ 0.19873

### 3.- MINIMO MENSUAL.

El importe que resulta de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la Demanda Contratada.

### 4.- DEMANDA CONTRATADA.

La Demanda Contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de 100 kilowatts o de la capacidad del mayor motor o aparato instalado.-

En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90% (noventa por ciento).

### 5.- HORARIO.

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos e el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

### 6.- PERIODOS DE PUNTA, INTERMEDIO Y DE BASE.

Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación.

**Región Baja California**

Del 1 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 18:00 - 24:00	12:00 - 18:00
Sábado		0:00 - 24:00	
Domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al 30 de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
Sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
Domingo y festivo	0:00 - 24:00		

**Región Baja California Sur**

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 22:00 - 24:00	12:00 - 22:00
Sábado		0:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
Domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

*Regiones Central, Noreste, Norte y Sur*

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
Domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

*Región Noroeste*

Del 16 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 13:00 17:00 - 20:00 23:00 - 24:00	13:00 - 17:00 20:00 - 23:00
sábado		0:00 - 24:00	
Domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al 15 de mayo

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

**Región Peninsular**

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 9:00	9:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 9:00 23:00 - 24:00	9:00 - 18:00 21:00 - 23:00	18:00 - 21:00
sábado	0:00 - 17:00	17:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 18:00 23:00 - 24:00	18:00 - 23:00	

**7.- DEMANDA FACTURABLE.**

La Demanda Facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI \times \max(DI - DP, 0) + FRB \times \max(DB - DPI, 0)$$

Donde:

DP es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Punta

DI es la Demanda Máxima Medida en el Periodo Intermedio

DB es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Base

DPI es la Demanda Máxima Medida en los Periodos de Punta e Intermedio

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.162	0.081
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

En las fórmulas que definen las Demandas Facturables, el símbolo "max" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero.

Las Demandas Máximas Medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo correspondiente.

Para las regiones Baja California, Baja California Sur y Noroeste, DP tomará el valor cero durante la temporada que no tiene Periodo de Punta.

Cualquier fracción de kilowatt de Demanda Facturable se tomará como kilowatt completo.

Cuando el usuario mantenga durante 6 meses consecutivos valores de DP, DI y DB inferiores a 300 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa O-M.

### 8.- ENERGIA DE PUNTA, INTERMEDIA Y DE BASE.

Energía de Punta es la energía consumida durante el Periodo de Punta.

Energía Intermedia es la energía consumida durante el Periodo Intermedio.

Energía de Base es la energía consumida durante el Periodo de Base.

### 9.- DEPOSITO DE GARANTIA.

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a demanda contratada.

## TARIFA H-S

### TARIFA HORARIA PARA SERVICIO GENERAL EN ALTA TENSION, NIVEL SUBTRANSMISION

#### 1.- APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel subtransmisión, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio, el cual tendrá vigencia mínima de un año.

#### 2.- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía de semipunta, por la energía intermedia y por la energía de base.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt-hora de energía de punta	Cargo por kilowatt-hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt-hora de energía de base
Baja California (*)	\$ 45.552	\$ 0.86785	\$ 0.20231	\$ 0.17174
Baja California Sur	\$ 49.316	\$ 0.62092	\$ 0.28299	\$ 0.21207
Central	\$ 25.728	\$ 0.84188	\$ 0.22794	\$ 0.19932
Noreste	\$ 25.280	\$ 0.81682	\$ 0.21451	\$ 0.18263
Noroeste	\$ 50.569	\$ 0.77905	\$ 0.22631	\$ 0.19037
Norte	\$ 25.413	\$ 0.82111	\$ 0.21504	\$ 0.18181
Peninsular	\$ 26.176	\$ 0.86774	\$ 0.23507	\$ 0.19016
Sur	\$ 25.728	\$ 0.82254	\$ 0.21410	\$ 0.18640

(\*) En la región Baja California, el cargo por kilowatt-hora de energía de semipunta será \$ 0.37641.

#### 3.- MINIMO MENSUAL.

El importe que resulta de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la Demanda Contratada.

**4.- DEMANDA CONTRATADA.**

La Demanda Contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90% (noventa por ciento).

**5.- HORARIO.**

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

**6.- PERIODOS DE PUNTA, SEMIPUNTA, INTERMEDIO Y BASE.**

Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación.

***Región Baja California***

Del 1 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta	Semipunta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 22:00 - 24:00	12:00 - 18:00	18:00 - 22:00
Sábado		0:00 - 24:00		
domingo y festivo		0:00 - 24:00		

Del último domingo de octubre al 30 de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
Domingo y festivo	0:00 - 24:00		

**Región Baja California Sur**

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 22:00 - 24:00	12:00 - 22:00
sábado		0:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
Domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

**Regiones Central, Noreste, Norte y Sur**

Del 1 de febrero, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 23:00 - 24:00	19:00 - 23:00	

Del primer domingo de abril al 31 de julio

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	1:00 - 6:00	0:00 - 1:00 6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	1:00 - 7:00	0:00 - 1:00 7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	



Del 1 de agosto, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 23:00 - 24:00	19:00 - 23:00	

Del último domingo de octubre al 31 de enero

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
Domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

**Región Noroeste**

Del 16 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 13:00 17:00 - 20:00 23:00 - 24:00	13:00 - 17:00 20:00 - 23:00
sábado		0:00 - 24:00	
Domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al 15 de mayo

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

**Región Peninsular**

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	1:00 - 8:00	0:00 - 1:00 8:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 9:00	9:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 9:00 23:00 - 24:00	9:00 - 18:00 21:00 - 23:00	18:00 - 21:00
sábado	0:00 - 17:00	17:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 18:00 23:00 - 24:00	18:00 - 23:00	

**7.- DEMANDA FACTURABLE.**

La Demanda Facturable se define según la región tarifaria como se establece a continuación:

Región Baja California

$$DF = DP + 0.199 \times \max(DS - DP, 0) + FRI \times \max(DI - DPS, 0) + FRB \times \max(DB - DPSI, 0)$$

Regiones Baja California Sur, Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

$$DF = DP + FRI \times \max(DI - DP, 0) + FRB \times \max(DB - DPI, 0)$$

Donde:

DP es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Punta

DS es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Semipunta

DI es la Demanda Máxima Medida en el Periodo Intermedio

DB es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Base

DPS es la Demanda Máxima Medida en los Periodos de Punta y Semipunta

DPSI es la Demanda Máxima Medida en los periodos de Punta, Semipunta e Intermedio

DPI es la Demanda Máxima Medida en los Periodos de Punta e Intermedio

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de su región tarifaria:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.066	0.033
Baja California Sur	0.124	0.062
Central	0.200	0.100
Noreste	0.200	0.100
Noroeste	0.101	0.050
Norte	0.200	0.100
Peninsular	0.200	0.100
Sur	0.200	0.100

En las fórmulas que definen las Demandas Facturables, el símbolo "max" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero.

Las Demandas Máximas Medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo correspondiente.

Para las regiones Baja California Sur y Noroeste, DP tomará el valor cero durante la temporada que no tiene Periodo de Punta. Asimismo, para la región Baja California DP, DS y DPS tomarán el valor cero durante la temporada que no tiene Periodos de Punta y de Semipunta.

Cualquier fracción de kilowatt de Demanda Facturable se tomará como kilowatt completo.

## **8.- ENERGIA DE PUNTA, DE SEMIPUNTA, INTERMEDIA Y DE BASE.**

Energía de Punta es la energía consumida durante el Periodo de Punta.

Energía de Semipunta es la energía consumida durante el Periodo de Semipunta

Energía Intermedia es la energía consumida durante el Periodo Intermedio

Energía de Base es la energía consumida durante el Periodo de Base.

## **9.- DEPOSITO DE GARANTIA.**

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada.

## **TARIFA H-SL**

### **TARIFA HORARIA PARA SERVICIO GENERAL EN ALTA TENSION, NIVEL SUBTRANSMISION, PARA LARGA UTILIZACION**

#### **1.- APLICACION.**

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel subtransmisión, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio, el cual tendrá vigencia mínima de un año.

#### **2.- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.**

Se aplicarán los siguientes cargos por demanda facturable, por la energía de punta, por la energía de semipunta, por la energía intermedia y por la energía de base.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt-hora de energía de punta	Cargo por kilowatt-hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt-hora de energía de base
Baja California (*)	\$ 68.328	\$ 0.64861	\$ 0.19504	\$ 0.17174
Baja California Sur	\$ 59.179	\$ 0.56545	\$ 0.27766	\$ 0.21207
Central	\$ 38.592	\$ 0.59843	\$ 0.21861	\$ 0.19932
Noreste	\$ 37.921	\$ 0.57761	\$ 0.20534	\$ 0.18263
Noroeste	\$ 75.853	\$ 0.54536	\$ 0.21457	\$ 0.19037
Norte	\$ 38.119	\$ 0.58065	\$ 0.20582	\$ 0.18181
Peninsular	\$ 39.264	\$ 0.61583	\$ 0.22349	\$ 0.19016
Sur	\$ 38.592	\$ 0.57909	\$ 0.20476	\$ 0.18640

(\*) En la región Baja California, el cargo por kilowatt-hora de energía de semipunta será \$ 0.32160.

### 3.- MINIMO MENSUAL.

El importe que resulta de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la Demanda Contratada.

### 4.- DEMANDA CONTRATADA.

La Demanda Contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90% (noventa por ciento).

### 5.- HORARIO.

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

### 6.- PERIODOS DE PUNTA, SEMIPUNTA, INTERMEDIO Y BASE.

Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación.

**Región Baja California**

Del 1 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta	Semipunta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 22:00 - 24:00	12:00 - 18:00	18:00 - 22:00
Sábado		0:00 - 24:00		
domingo y festivo		0:00 - 24:00		

Del último domingo de octubre al 30 de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
Domingo y festivo	0:00 - 24:00		

**Región Baja California Sur**

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 22:00 - 24:00	12:00 - 22:00
sábado		0:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
Domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

*Regiones Central, Noreste, Norte y Sur*

Del 1 de febrero, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 23:00 - 24:00	19:00 - 23:00	

Del primer domingo de abril al 31 de julio

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	1:00 - 6:00	0:00 - 1:00 6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	1:00 - 7:00	0:00 - 1:00 7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del 1 de agosto, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 23:00 - 24:00	19:00 - 23:00	

Del último domingo de octubre al 31 de enero

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
Domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

**Región Noroeste**

Del 16 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 13:00 17:00 - 20:00 23:00 - 24:00	13:00 - 17:00 20:00 - 23:00
sábado		0:00 - 24:00	
Domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al 15 de mayo

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

**Región Peninsular**

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	1:00 - 8:00	0:00 - 1:00 8:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 9:00	9:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 9:00 23:00 - 24:00	9:00 - 18:00 21:00 - 23:00	18:00 - 21:00
sábado	0:00 - 17:00	17:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 18:00 23:00 - 24:00	18:00 - 23:00	



**7.- DEMANDA FACTURABLE.**

La Demanda Facturable se define según la región tarifaria como se establece a continuación:

Región Baja California

$$DF = DP + 0.199 \times \max (DS - DP, 0) + FRI \times \max (DI - DPS, 0) + FRB \times \max (DB - DPSI, 0)$$

Regiones Baja California Sur, Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

$$DF = DP + FRI \times \max (DI - DP, 0) + FRB \times \max (DB - DPI, 0)$$

Donde:

DP es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Punta

DS es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Semipunta

DI es la Demanda Máxima Medida en el Periodo Intermedio

DB es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Base

DPS es la Demanda Máxima Medida en los Periodos de Punta y Semipunta

DPSI es la Demanda Máxima Medida en los periodos de Punta, Semipunta e Intermedio

DPI es la Demanda Máxima Medida en los Periodos de Punta e Intermedio

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de su región tarifaria:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.066	0.033
Baja California Sur	0.124	0.062
Central	0.200	0.100
Noreste	0.200	0.100
Noroeste	0.101	0.050
Norte	0.200	0.100
Peninsular	0.200	0.100
Sur	0.200	0.100

En las fórmulas que definen las Demandas Facturables, el símbolo "max" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero.

Las Demandas Máximas Medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo correspondiente.

Para las regiones Baja California Sur y Noroeste, DP tomará el valor cero durante la temporada que no tiene Periodo de Punta. Asimismo, para la región Baja California DP, DS y DPS tomarán el valor cero durante la temporada que no tiene Periodos de Punta y de Semipunta.

Cualquier fracción de kilowatt de Demanda Facturable se tomará como kilowatt completo.

#### **8.- ENERGIA DE PUNTA, DE SEMIPUNTA, INTERMEDIA Y DE BASE.**

Energía de Punta es la energía consumida durante el Periodo de Punta.

Energía de Semipunta es la energía consumida durante el Periodo de Semipunta

Energía Intermedia es la energía consumida durante el Periodo Intermedio

Energía de Base es la energía consumida durante el Periodo de Base.

#### **9.- DEPOSITO DE GARANTIA.**

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada.-

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- Clark W. Gellings & John H. Chamberlin  
**Demand Side Management Planning**  
Prentice Hall, Inc., 1994
  - Clark W. Gellings & John H. Chamberlin  
**Demand Side Management: Concept & Methods**  
Prentice Hall, Inc., 1995
  - J. José Ambriz, Hernando Romero P.  
**Administración y Ahorro de Energía**  
Universidad Autónoma Metropolitana, 1993
  - **Balance Energético Total de los Países Desarrollados**  
SEMIP, 1991
  - **La Industria Minera en México**  
Alesco consultores, 1997
-

- Jaquelina Núñez L.  
**Análisis de la Operación de un Sistema de Medición de Parámetros Eléctricos de Potencia**  
Centro de Enseñanza Técnica Industrial, 1998
- Thumann, P.E., C.E.M.  
**Handbook of Energy Audits**  
Prentice Hall, Inc., 1996
- Stephen W. Fardo, Dale R. Patrick  
**Energy Conservation Guidebook**  
Prentice Hall, Inc., 1995