

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE
CHIMBORAZO**

**ESCUELA DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN
CONTINUA**

MAESTRIA EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS MENCION PROYECTOS

**REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGIA Y DE LOS COSTOS
OPERATIVOS EN TUBASEC, APLICANDO UN PLAN DE USO
EFICIENTE DE LA ENERGIA.**

TESIS DE GRADO

LINO MARCELO OBANDO DIAZ

AUTOR

**Remitido a la Escuela de Postgrado de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo como requisito final previo a la obtención del título de**

**MASTER EN: DIRECCIÓN DE EMPRESAS
MENCION : PROYECTOS**

Octubre - 2003

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE
CHIMBORAZO**

ESCUELA DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

MAESTRIA EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS MENCION PROYECTOS

**REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGIA Y DE LOS COSTOS
OPERATIVOS EN TUBASEC, APLICANDO UN PLAN DE USO
EFICIENTE DE LA ENERGIA.**

TESIS DE GRADO

LINO MARCELO OBANDO DIAZ

AUTOR

**Ing. Raúl Andrade MS.S.C
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Joe Ruales M.B.A
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Luis Costales M.B.A
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Jorge Bermeo M.D.E
TUTOR**

**Ing. Fernando Romero MS
DIRECTOR ESCUELA DE POSTGRADO**

Octubre - 2003

DEDICATORIA

A mi esposa.

A mi padre(+), a mi madre y
hermanos.

A todos aquellos industriales
que quieren hacer del
ECUADOR un país más
productivo.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Moisés Fierro, Gerente de TUBASEC, por haberme permitido realizar este trabajo, en tan importante Industria.

Al Ing. Jorge Bermeo, Director de Tesis, por su colaboración y guía.

A los Señores miembros del tribunal, por su colaboración.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS

LISTA DE TABLAS

LISTA DE GRAFICOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ANEXOS

CAPITULO I

1.1	Antecedentes y Justificativos	1
1.2	Objetivos	4
1.2.1	Objetivo General.....	4
1.2.2	Objetivos Específicos.....	4
1.3	Hipótesis.....	5

CAPITULO II

BASES TEORICAS

2.1	Sistemas de Iluminación.....	6
2.1.1	Introducción.....	6
2.1.2	Condiciones para una Iluminación Adecuada.....	7

2.1.3	Niveles de Iluminación Requeridos.....	8
2.1.4	Tecnologías y Recomendaciones para el Ahorro de Energía Eléctrica.....	8
2.1.5	Lámparas de Vapor de Mercurio.....	9
2.1.6	Lámparas de Sodio de Alta Presión.....	9
2.2	Sistemas Motrices.....	10
2.2.1	Introducción.....	11
2.2.2	Motores de Corriente Continua y Motores de Corriente Alterna.....	11
2.2.2.1	Motores de Corriente Continua.....	11
2.2.2.2	Motores de Corriente Alterna.....	12
2.2.3	Criterios para la Selección de Motores Eléctricos.....	12
2.2.4	Tecnologías para el Ahorro de Energía Eléctrica.....	13
2.2.5	Motores de Alta Eficiencia.....	14
2.2.6	Control de Factor de Potencia.....	17
2.3	Sistemas de Transformación.....	18
2.3.1	Introducción.....	18
2.3.2	Carga de Transformadores en Valor Nominal.....	18
2.3.3	Pérdidas en los Transformadores.....	19
2.3.4	Análisis de las Cargas para Determinar que Transformadores Utilizar.....	19
2.3.5	Tecnologías para el Ahorro de Energía Eléctrica.....	20
2.4	Análisis de las Facturas de Energía Eléctrica.....	20
2.4.1	Conceptos Generales.....	20
2.4.2	Concepto y Descripción de Energía.....	23
2.4.3	Concepto y Descripción de Demanda.....	24
2.4.4	Estructura Tarifaria y Pliego Tarifario.....	26

2.4.4.1 Estructura Tarifaria.....	26
2.4.4.2 Pliego Tarifario.....	28
2.4.5 Análisis de Facturas.....	35
2.5 Metodología de Evaluación para ahorro de Energía Eléctrica.....	37

CAPITULO III:

AUDITORIA ENERGÉTICA DE LA FABRICA TUBASEC, EN LAS PLANTAS PLANCHAS EUROLIT, TRASLUCIDOS Y ECUATEJAS

3.1 Generalidades	39
3.2 Descripción General de la Carga Eléctrica y de su Suministro.....	39
3.3 Levantamiento de la Información de la Carga Instalada y de los Periodos de Utilización.....	42
3.3.1 Descripción.....	42
3.3.2 Planta de Techos EUROLIT.....	43
3.3.3 Planta de ECUATEJA.....	43
3.3.4 Planta de Traslúcidos.....	43
3.3.5 Planta Recuperadora de Placas.....	43
3.4 Comparación de Valores Nominales con los Valores Medidos.....	43
3.4.1 Transformadores.....	44
3.4.2 Motores.....	44

3.5	Determinación de la Participación de los Usos Finales, de la Demanda Instalada y Utilizada.....	45
	Participación de los Usos Finales por Planta.....	45
3.5.1	Participación de los Usos Finales del Conjunto de Plantas.....	47
3.6	Determinación de Costos de los Diferentes Consumos de Energía Eléctrica.....	50

CAPITULO IV

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONOMICA PARA EL AHORRO DE ENERGIA

4.1	Identificación de la Problemática del Uso Ineficiente de Energía.....	52
4.2	Planteamiento de Alternativas Técnicas de Ahorro de Energía y Evaluación de los Potenciales Ahorros.....	55
4.2.1	Análisis de la Demanda.....	55
4.2.2	Transformadores.....	55
4.2.3	Sustitución de lámparas de Mercurio de 250W, por lámparas de alta Alta Presión de Sodio de 150W.....	57
4.2.4	Aprovechamiento de la Luz Natural.....	57
4.2.5	Sustitución de Motores Eléctricos que se Encuentran Sobredimensionados, por Motores Eléctricos de una Potencia Adecuada y Eficientes.....	58
4.2.5.1	Sustitución con Motores Existentes en Bodega (Eficiencia Estándar).....	59
4.2.5.2	Sustitución con Motores de Alta Eficiencia.....	60
4.2.6	Sustitución de Motores Eléctricos cuya Capacidad es la Adecuada, por Motores Eléctricos Eficientes.....	61

4.3	Evaluación Económica de las Alternativas Técnicas.....	63
4.3.1	Demanda Facturable.....	63
4.3.2	Transformadores.....	63
4.3.3	Sustitución de lámparas de Mercurio de 250W, por lámparas de alta presión de Sodio de 150W.....	65
4.3.4	Aprovechamiento de la Luz Natural.....	65
4.3.5	Sustitución de motores eléctricos que se encuentran sobredimensionados, por motores eléctricos de una potencia adecuada y eficientes.....	66
4.3.5.1	Sustitución con Motores Existentes en Bodega (Eficiencia Estándar).....	66
4.3.5.2	Sustitución con Motores de Alta Eficiencia.....	67
4.3.6	Sustitución de motores eléctricos cuya capacidad es la adecuada, por motores eléctricos eficientes.....	69
4.4	Selección de Alternativas.....	70
4.4.1	Introducción.....	70
4.4.2	Selección de Alternativas por la Relación Beneficio/Costo.....	71
4.4.3	Selección de Alternativas mediante la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.).....	71
4.4.4	Proyecto Global a ser Implementado para Ahorro de Energía.....	74

CAPITULO V

5.1	Plan Mínimo Costo.....	76
5.1.1	Introducción.....	76
5.1.2	Plan de mínimo costo en las diferentes Plantas.....	76
5.2	Plan de Equipamiento e Inversiones.....	78

5.2.1	Introducción.....	78
5.2.2	Plan con inversiones las diferentes Plantas.....	78

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones.....	81
6.2	Recomendaciones.....	82

LISTA DE TABLAS

1	Históricos de Consumo, Demanda y Valores Facturados.....	35
---	--	----

LISTA DE CUADROS

1	Recomendaciones para Ahorro de Energía Eléctrica en Iluminación.....	8
2	Proyecto a Implementar para el Ahorro de Energía Eléctrica.....	75

LISTA DE GRÁFICOS

1.	Composición de la Tarifa Eléctrica en el Ecuador.....	26
2.	Comportamiento de los Históricos de Consumos.....	35
3.	Comportamiento de los Históricos de Demanda.....	36
4.	Comportamiento de los Históricos de Valores de Planillas.....	36
5.	Potencia Instalada por Planta.....	45
6.	Potencia Utilizada por Planta.....	46
7.	Potencia Instalada por Tipo de Uso.....	47
8.	Potencia Utilizada por Tipo de Uso.....	48
9.	Potencia Instalada y Utilizada por Transformador.....	49
10.	Potencia Instalada y Utilizada por Planta.....	49
11.	Energía Consumida en Kwh/mes por Planta.....	51

LISTA DE FIGURAS

1	Diagrama Unifilar del Sistema Eléctrico de TUBASEC.....	41
---	---	----

LISTA DE ANEXOS

1	Niveles de Iluminación Requeridos.....	86
2	Carga Instalada, Utilizada y Periodo de Utilización de Transformadores y de la Planta de Techos EUROLIT.....	87
3	Carga Instalada, Utilizada y Periodo de Utilización de la Planta ECUATEJA.....	88
4	Carga Instalada, Utilizada y Periodo de Utilización de la Planta de Traslúcidos...	89
5	Carga Instalada, Utilizada y Periodo de Utilización de la Planta Recuperadora de Placas.....	90
6	Cálculo y Determinación de las Pérdidas en los Transformadores.....	91
7	Sustitución de motores sobredimensionados, con Motores existentes de Eficiencia Estandar.....	92
8	Sustitución de motores sobredimensionados, con Motores de Alta Eficiencia.....	93
9	Sustitución de motores de Capacidad adecuada, con Motores de Alta Eficiencia...	94

RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo en la fábrica TUBASEC, el mismo que tiene como objeto, demostrar que implementando un programa de uso eficiente de la Energía Eléctrica, puede obtenerse un ahorro de energía y reducirse sus costos operativos.

Se procedió a realizar una auditoria energética, para lo cual con el apoyo de diferentes técnicos tanto de mantenimiento como de producción, se realizo el levantamiento de la información de la carga instalada, utilizada y de los tiempos de utilización de los diferentes equipos, considerando los diferentes procesos de producción en cada una de las plantas.

Con la información disponible se pudo identificar la problemática del uso ineficiente de la energía, lo cual permitió realizar el planteamiento de las alternativas técnicas – económicas del proyecto de ahorro de la energía eléctrica; implementando las alternativas recomendadas en este trabajo, se lograrían los siguientes ahorros:

- Sin inversión, se obtendría un ahorro de 120.230Kwh/año, una disminución de 70 Kw en la demanda facturable, lo cual representa un ahorro de US\$ 16.864 al año.
- Con una inversión de US\$ 26.013, se obtendría un ahorro de 258.960 Kwh/año, una disminución de 70 Kw en la demanda facturable y US\$ 30.796 al año, por lo que la inversión se recuperaría en 0,84 años si se lo realiza con capital propio y en 0,95 años si es con préstamo bancario.

Como se puede ver los ahorros son importantes por lo que, TUBASEC debería emprender en el programa descrito en este trabajo con lo cual se lograría un ahorro del 15% aproximadamente en su planilla mensual por consumo de energía eléctrica, esto permitirá disminuir sus costos operativos.

CAPITULO I

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICATIVOS

ANTECEDENTES: TUBASEC, se encuentra ubicada en el Km 2 vía al cantón Chambo, surge como tal en el año de 1979; con la producción de tubería de asbesto-cemento; en el año de 1993 cambia su línea de producción por la de techos EUROLIT y otros productos en menor escala; para lo cual tubo que acondicionarse la infraestructura existente, esto pudo haber provocado que los diferentes equipos, se encuentren sobredimensionados o que su utilización no sea la más adecuada para el nuevo sistema de producción; en el año de 1999 ingresa al mercado con otro producto importante como es ECUATEJA y en el año 2002 con Traslúcidos, lo cual le permite diversificar su producción.

JUSTIFICATIVOS: Dentro de una economía globalizada, la competitividad de un país es uno de los parámetros más importantes que debemos tratar de mejorar. Esta puede realizarse a través de la reducción de los costos, entre ellos los costos energéticos, que además de reducir los costos de producción, tienen la ventaja adicional de prolongar la duración de nuestras reservas energéticas y preservar el ambiente.

Por lo tanto es necesario que los industriales emprendan en un Programa de Ahorro de energía, sustentado en el fomento de una cultura para el uso racional de la energía.

Con estos antecedentes, se ha considerado necesario que el sector productivo se involucre en el Programa a fin de alcanzar niveles más altos de eficiencia y competitividad, y para ello es fundamental el manejo de información y la adecuada capacitación en el uso eficiente de la energía en sus empresas. Para lograr este propósito, en esta tesis se pretende entonces realizar el estudio que permita al industrial tener una herramienta de consulta con el fin de que puedan informarse y capacitarse en el uso eficiente de la energía eléctrica.

En los últimos años en el país como efecto del déficit de generación por la falta de inversión en este campo, la dolarización y las políticas de estado de establecer tarifas reales para el consumo de energía eléctrica, ha traído como consecuencias que el costo de la planilla por concepto de energía eléctrica cada vez vaya incrementándose, representando su costo en la actualidad una incidencia directa en el costo final del producto; por lo que es necesario que el industrial conozca que puede lograr ahorros significativos a través del uso eficiente de la energía; de ahí que se presenta la necesidad de realizar un estudio para implementar un programa de uso eficiente de la energía eléctrica en la industria.

El objeto de esta tesis en base a lo indicado anteriormente, es el de realizar un estudio para implementar un programa de uso eficiente de la energía eléctrica en la empresa TUBASEC.

Adicionalmente se debe considerar que las características técnicas de las máquinas y equipos en su mayor porcentaje son de hace 23 años, lo cual hace deducir que su tecnología no Estimado señor o señora: la adecuada y en algunos casos sea obsoleta, por lo tanto habrá que considerar la utilización de maquinaria y equipos eficientes de última tecnología y que su capacidad o potencia sea la estrictamente necesaria, esto dará como resultado una

reducción en los costos operativos de la empresa y por ende su incidencia en el costo final del producto será menor.

Como se indico anteriormente es importante que el industrial conozca que puede lograr ahorros significativos a través del uso eficiente de la energía.

Para utilizar la energía eficientemente el industrial debe decidirse a implementar un Programa de Eficiencia Energética que ayudará a reducir los costos operativos y de producción, lo cual hará que la empresa sea más competitiva en un mercado cada vez más globalizado.

Se presenta entonces la necesidad de realizar un estudio y análisis técnico económico para implementar un programa de uso eficiente de la energía eléctrica en la industria.

La aplicación de estos programas permitirá a la Provincia y al país tener un desarrollo sostenible, conservar nuestros recursos naturales, proteger nuestro medio ambiente y disminuir la inversión en generación, lo cual permitirá que esos recursos se destinen a programas sociales que tanta falta hace al país.

Por lo indicado anteriormente y por las características que presenta la Empresa TUBASEC, es necesario realizar en esta tesis un estudio para implementar un programa de uso eficiente de la energía eléctrica en esta Industria, estudio que servirá como una herramienta guía y un documento de consulta para que otras industrias emprendan en programas similares.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Demostrar que se puede obtener una disminución del valor de la planilla mensual por consumo de energía eléctrica y por lo tanto una reducción de los costos operativos en TUBASEC, aplicando un programa adecuado de uso eficiente de la energía eléctrica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar una evaluación de cuanta energía se consume, donde y como se la utiliza y cuanto cuesta.
- Realizar una auditoria energética para conocer con detalle y con certeza que cambios se pueden hacer, que mejoras se pueden implementar, que beneficios se van ha obtener y cuanto se tiene que invertir.
- Determinar que se puede obtener una disminución del valor de la planilla mensual por consumo de energía eléctrica.
- Determinar su incidencia en los costos de producción.
- Realizar el análisis del costo beneficio de aplicar el programa de uso eficiente de la energía eléctrica..
- Establecer una propuesta de financiamiento, para la adquisición de la maquinaria y equipos que sean necesarios cambiarlos.

1.3 HIPÓTESIS

Determinar que el valor de la planilla mensual por concepto de consumo de energía eléctrica y los costos operativos en TUBASEC disminuyen, aplicando un programa de uso eficiente de energía eléctrica.

CAPITULO II

BASES TEORICAS

2.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

2.1.1 Introducción

- Los objetivos del alumbrado en una instalación, industrial o en edificios, son entre otros los que a continuación se enuncian:
- Proporcionar una iluminación adecuada para que los trabajos que en él se realicen puedan efectuarse con la rapidez, seguridad y precisión deseadas.
- Contribuir a la creación de un ambiente visual agradable, cómodo y estimulante que permita conseguir unas aceptables condiciones de seguridad, higiene y bienestar en los puntos de trabajo.
- Satisfacer, además, en algunos casos, una serie de exigencias específicas que pueden presentarse en determinados espacios: potenciar la imagen empresarial, permitir la conclusión ordenada de la tarea en una emergencia, etc.

Pero si conseguir estos objetivos constituyen una exigencia básica y primordial, no es menos importante asegurar que su logro se efectúe con una racional y económica utilización de la energía, que exige su implantación y requiere su uso; de ahí que, conseguir alumbrados que la utilicen con la eficacia que permite la tecnología actual sea una

exigencia básica, no sólo bajo el punto de vista empresarial, sino por el propio interés nacional.

2.1.2 Condiciones para una Iluminación Adecuada

Existen seis puntos claves para una buena iluminación industrial, los mismos que se describen a continuación:

Luz suficiente , tener niveles adecuados de luz, según la naturaleza de la tarea visual. Mayores necesidades por: probabilidad de cometer errores es menor, motivos de seguridad, edad del trabajador.

Iluminación uniforme, una iluminación general con un alto grado de uniformidad, garantiza total libertad a la hora de situar la maquinaria y los bancos de trabajo. (en cualquier punto 200 lux)

Buena iluminación vertical, en ciertos trabajos la tarea visual está localizada en el plano vertical. Se puede recurrir a las empotradas en el techo que ofrecen una distribución asimétrica de la luz.

Brillo de equilibrio uniforme, una iluminación uniforme contribuye a crear una sensación de confort.

Color de luz agradable, lo que se necesita es una fuente con una apariencia de color agradable y un buen rendimiento de color.

Bajo costo de mantenimiento, es tan importante como la maquinaria moderna y un personal motivado. De instalar una iluminación buena y eficaz, es de sentido común que se obtendrá menores costos de energía y mantenimiento.

2.1.3 Niveles de Iluminación Requeridos

Los niveles de iluminación requeridos para diferentes tipos de trabajos, se encuentran en la tabla del Anexo # 1.

2.1.4 Tecnologías y Recomendaciones para el Ahorro de la Energía Eléctrica

En el siguiente cuadro se presentan unas recomendaciones para conseguir ahorros de energía eléctrica en iluminación.

Cuadro No 1 : Recomendaciones para Ahorro de Energía Eléctrica en Iluminación

ITEM	ACCIÓN CORRECTIVA	PAY BACK años
1	Sustitución de lámparas incandescentes por otras tecnologías más eficientes	1 a 1.5
2	Uso de balastos electromagnéticos de alta Eficiencia	2
3	Uso de reflectores de aluminio para retirar entre el 25 y 50% de lámparas	Menor a 1
4	Control horario mediante temporizadores instalados en los tableros generales	1.5 a 2
5	Control mediante sensores de presencia	3
6	Utilización de fotoceldas para controlar encendido de lámparas cercanas a las ventanas	3
7	Uso de techos translúcidos	1.5 a 2
8	Luminarias y diseños nuevos	Mayor a 4

2.1.5 Lámparas de Vapor de Mercurio

En las lámparas de vapor de mercurio la radiación emitida en un tubo por la descarga en vapor de mercurio a alta presión se corrige con un recubrimiento fluorescente en el interior de la ampolla. Su color es aceptable aunque su economicidad no es muy buena.

Las lámparas de vapor de mercurio se caracterizan por:

- Potencias : 50, 80, 125, 250, 400, 700, 1,000 y 2,000 W
- Eficacia luminosa : Están en función a las características del fabricante, de manera referencial se puede indicar valores entre 40 y 60 lm/W, según el orden creciente de las potencias.
- La vida útil de un lote representativo de lámparas puede fijarse entre las 9,000 y 14,000h.
- Para que emita todo el flujo hace falta que transcurra unos 6 seg. a partir de la conexión, a no ser que haya sido desconectado poco antes, en cuyo caso son precisos unos 10 minutos.

2.1.6 Lámparas de Sodio de Alta Presión

La luz generada por estas lámparas se realiza por descarga eléctrica en vapor de sodio a alta presión. Son lámparas de gran economicidad, aunque con deficiente reproducción del color.

Además de tener la ampolla una forma tubular y ovoide, este tipo de lámparas se caracteriza por lo siguiente:

- Potencias : 70, 150, 250, 400, 1000 W
- Rendimiento Luminoso : Entre 90 y 130 lm/W
- Luminancia media : 500 cd/m²
- Vida media: La duración de una emisión aceptable de flujo es de unas 10,000 h para las bajas potencias y alcanza más 20,000 h, para las de potencia elevada.

Dentro de las distintas lámparas enumeradas se puede concluir que las lámparas de vapor de sodio de alta presión son las que proporcionan mejores expectativas para el alumbrado industrial. Solamente cuando el color sea una exigencia básica, deberá recurrirse a las lámparas de halogenuros metálicos.

2.2 SISTEMAS MOTRICES

2.2.1 Introducción

Los sistemas motrices de acuerdo a sus usos se dividen en:

Generadores.- Transforman la energía mecánica en eléctrica. Se instalan en las centrales eléctricas (CC.EE.) y en los diferentes equipos de transporte como autos, aviones, barcos, etc. En las CC.EE. los generadores son accionados mecánicamente mediante turbinas que pueden ser a vapor o hidráulicas; en los equipos de transporte mediante motores de combustión interna o turbinas a vapor. En una serie de casos, los generadores se usan como fuente de energía para equipos de comunicaciones, dispositivos automáticos, de medición, etc.

Motores.- Son equipos eléctricos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica; sirven para accionar diferentes máquinas, mecanismos y dispositivos que son usados en la industria, agricultura, comunicaciones, y en los artefactos electrodomésticos. En los sistemas modernos de control los motores se usan en calidad de dispositivos gobernadores, de control, como reguladores y/o programables.

Son según estadísticas los responsables del 70 al 80 % de la energía consumida en la industria, esto significa que si se están utilizando motores estándar con eficiencias promedio del 80%, en lugar de motores de alta eficiencia con eficiencias arriba de 90%, mas del 10% de la energía eléctrica que consumen los motores, son pérdidas.

2.2.2 Motores de Corriente Continua y Motores de Corriente Alterna

2.2.2.1 Motores de Corriente Continua

Se usan como generadores y motores en los sistemas de mando eléctrico que requieran flexibilidad en la regulación de velocidad: en los ferrocarriles, en el transporte marítimo, en laminadores, en grúas; también en casos cuando la fuente de energía eléctrica son baterías acumuladoras.

Los generadores de c.c. frecuentemente se usan para el suministro de energía a dispositivos de comunicaciones, el transporte (aviones, trenes, buques), para cargar baterías. Sin embargo ahora son reemplazados por generadores de c.a., que funcionan conjuntamente con rectificadores de estado sólido (semiconductores).

2.2.2.2 Motores de Corriente Alterna

Máquina de inducción.- Se usan como motores trifásicos, habiendo también monofásicos. La simpleza de su diseño y su alta confiabilidad permiten su uso en diferentes campos de la ingeniería. En los sistemas de regulación automática. (SRA) se usan ampliamente motores de control mono y bifásico.

Máquinas síncronas.- Se usan como generadores de c.a. de frecuencia industrial (50 ó 60 Hz) en las CC. EE., así como generadores de alta frecuencia (en los barcos, aviones, etc.). En los sistemas de mando eléctrico de gran potencia se usan motores síncronos. En los dispositivos automáticos se usan máquinas síncronas de histerésis, con imanes permanentes, de paso y otros.

2.2.3 Criterios para la selección de Motores Eléctricos

En este campo, se requiere de un profundo análisis de cada situación debido a la gran diversidad de aplicaciones y forma de operación de cada una de ellas. Sin embargo, independientemente de dichas variantes podemos identificar al menos las siguientes estrategias para la selección de los motores:

- Instalación de Variadores de Velocidad.
- Uso de Motores de Alta Eficiencia y Eficiencia Premium.
- Control Automatizado para la administración de las cargas y horarios.

2.2.4 Tecnologías para el Ahorro de Energía Eléctrica

Para lograr un Ahorro de Energía Eléctrica importante, en la utilización de motores una industria, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Utilizar motores de alta eficiencia.
- Evitar el arranque y la operación simultánea de motores, sobre todo los de mediana y gran capacidad, lo cual permitirá disminuir el valor máximo de la demanda.
- Evitar la operación en vacío de los motores.
- Verificar periódicamente la alineación del motor con la carga impulsada. Una alineación defectuosa puede incrementar las pérdidas por rozamiento y en caso extremo ocasionar daños mayores en el motor y en la carga.
- Corregir la caída de tensión en los alimentadores. Una tensión reducida en los terminales del motor, genera un incremento de la corriente, sobrecalentamiento y disminución de su eficiencia. Las normas permiten una caída de tensión del 5%. Para ello se debe utilizar conductores correctamente dimensionados.
- Balancear la tensión de alimentadores en los motores trifásicos de corriente alterna. El desequilibrio entre fases no debe exceder en ningún caso del 5%, pero mientras menor sea el desbalance, los motores operarán con mayor eficiencia.
- Utilizar arrancadores a tensión reducida en aquellos motores que realicen un número elevado de arranques. Con esto se evitará un calentamiento excesivo en los conductores y se logrará disminuir las pérdidas durante la aceleración, así como también se prolongará la vida útil del motor.

2.2.5 Motores de Alta Eficiencia

Durante el proceso de conversión de energía eléctrica en trabajo mecánico, los motores pierden inevitablemente una cierta cantidad de energía. Tales pérdidas pueden ser agrupadas en dos grandes categorías: pérdidas constantes y pérdidas por régimen de carga. Las primeras consisten en pérdidas por fricción en los cojinetes, por un mayor uso del ventilador de enfriamiento, o simplemente por pérdidas en el núcleo del acero. En cambio, las pérdidas por régimen de carga se generan básicamente en función de la resistencia eléctrica de los bobinados.

Si bien cuando están bajo régimen de plena carga la mayoría de motores funciona con bastante eficiencia durante casi toda la operación, no ocurre lo mismo cuando se les hace trabajar en un rango entre media y plena carga. Para dar solución a este problema, se diseñaron los **motores eficientes**, destinados a lograr el mayor ahorro posible de energía bajo cualquier régimen de carga.

En virtud de su diseño, los **motores eficientes** generan menor calor residual y requieren, por tanto, menor energía para enfriamiento (basta un ventilador más pequeño). Como resultado, se obtiene un doble ahorro y una operación más silenciosa.

Asimismo, las carcasas de los motores eficientes- aun cuando tienen la misma altura entre centros, eje, diámetro y agujeros de fijación que los motores convencionales- se diferencian por ser de mayor longitud en el extremo opuesto al de la transmisión, con la finalidad de acomodar en forma eficiente los bobinados y el núcleo.

Estos motores están fabricados de manera especial para reducir sus pérdidas. Para lograrlo, diversos fabricantes, han realizando varias acciones entre las que se puede mencionar:

- Utilización de acero con mejores propiedades magnéticas
- Reducción del entrehierro
- Reducción del espesor de la laminación
- Incremento en el calibre de los conductores
- Utilización de ventiladores y sistemas de enfriamiento más eficientes
- Utilización de mejores materiales aislantes

El resultado ha sido el disponer de motores con pérdidas de hasta un 45% menores que la de los motores estándar.

Se presenta ejemplos del beneficio económico en cuanto a su recuperación de la inversión al utilizar motores eficientes:

Ejemplo 1: Motor trifásico de 20 HP, 1800 rpm.

DESCRIPCION	MOTOR ESTÁNDAR	HORAS DE FUNCIONAMIENTO AL AÑO	
		8000	4000
		MOTOR DE ALTA EFICIENCIA	
Eficiencia	87.50%	92.40%	92.40%
Energía de salida (0.746 kw/hp)	14.9 kw	14.9 kw	14.9 kw
Energía de entrada	17.03 kw	16.12 kw	16.12 kw
Pérdidas a una carga del 100%	2.13 kw	1.22 kw	1.22 kw
Ahorro de energía		0.91 kw	0.91 kw
Costo del motor	US\$ 910.00	US\$1.215.00	US\$1.215.00
Diferencia de costo del motor		US\$ 305	US\$ 305
Ahorro de energía a una carga del 100%		7.280 kwh por año	3.640 kwh por año
Ahorro en dólares a US\$0.10 por kwh		US\$ 728 por año	US\$ 364 por año
Tiempo de recuperación de la inversión total		1.67 años	3.33 años
Tiempo de recuperación de la inversión adicional de un motor eficiente		0.42 años	0.84 años

Fuente; Motores eléctricos SIEMENS- OTESA

Ejemplo 2: Motor trifásico de 5 HP, 1800rpm.

DESCRIPCIÓN	MOTOR ESTÁNDAR	HORAS DE FUNCIONAMIENTO AL AÑO	
		8000	4000
		MOTOR DE ALTA EFICIENCIA	
Eficiencia	82.50%	88.50%	88.50%
Energía de salida (0.746 kw/hp)	3.73 kw	3.73 kw	3.73 kw
Energía de entrada	4.52 kw	4.21 kw	4.21 kw
Pérdidas a una carga del 100%	0.79 kw	0.48 kw	0.48 kw
Ahorro de energía		0.31 kw	0.31 kw
Costo del motor	US\$ 278.00	US\$ 347.00	US\$ 347.00
Diferencia de costo del motor		US\$ 69.5	US\$ 69.5
Ahorro de energía a una carga del 100%		2.480 kwh por año	1.240 kwh por año
Ahorro en dólares a US\$0.09 por kwh		US\$ 248 por año	US\$ 124 por año
Tiempo de recuperación de la inversión total		1.40 años	2.8 años
Tiempo de recuperación de la inversión adicional de un motor eficiente		0.28 años	0.56 años

Fuente; Motores eléctricos SIEMENS- OTESA

2.2.6 Control de Factor de Potencia

En las aplicaciones industriales se suele trabajar con cargas inductivas, es decir I atrasa a V . En el triángulo de potencias la hipotenusa S es una medida de la carga del sistema de distribución o de una industria y el cateto P es una medida de la potencia útil suministrada, evidentemente interesa que S se aproxime lo más posible a P , es decir que el ángulo tienda a cero.

El método más económico y más utilizado es el mejoramiento a través de la utilización de capacitores, los mismos que entregan KVAR, lo cual sirve para compensar los KVAR que consume el sistema.

Al mejorar el Factor de Potencia, se obtienen las siguientes ventajas:

- Se evita pagar la penalización por bajo factor de potencia, que imponen los pliegos tarifarios y que se paga en las planillas a las Empresas Eléctricas.
- Aumentar la capacidad térmica del sistema
- Reducir los KVAR de la generación
- Reducir las pérdidas del sistema
- Mejorar y regular el voltaje
- Disminución del valor de la Planilla, por consumo de Energía Eléctrica.

2.3 SISTEMAS DE TRANSFORMACION

2.3.1 Introducción

El transformador es un dispositivo estático de tipo electromagnético que tiene dos o más devanados acoplados por un campo magnético mutuo (núcleo) y se usa para convertir uno o varios sistemas de c.a. en otro u otros sistemas de c.a. de tensión diferente.

La aplicación de los transformadores permite elevar o bajar la tensión, variar el número de fases y en algunos casos incluso variar la frecuencia de la c.a. La posibilidad de transmitir las señales eléctricas de un devanado a otro mediante inducción electromagnética fue descubierto por M. Faraday.

Los transformadores se usan para transmisión y distribución de energía eléctrica.

2.3.2 Carga de Transformadores en valor nominal

La potencia de salida de un transformador es igual al producto de la corriente nominal multiplicada por el voltaje nominal y por un factor de fase.

Esta potencia esta expresada en Kva y es la potencia que se entrega a voltaje secundario y frecuencia nominales, sin exceder los rangos de temperatura especificados y bajo condiciones preestablecidas, se basan en un incremento de temperatura de 65 °C.

2.3.3 Pérdidas en los Transformadores

En los transformadores se tienen dos tipos de pérdidas, pérdidas en el hierro y pérdidas en el cobre.

Pérdidas en el hierro.- Son pérdidas que se deben a las características de diseño y a la calidad de los materiales empleados en su fabricación. Este tipo de pérdidas son permanentes y tienen lugar mientras el transformador esté conectado a la red. La magnitud de estas pérdidas depende del tamaño o potencia del transformador.

Este tipo de pérdidas ΔP_{Fe} las define el fabricante y las presenta en las especificaciones del equipo.

Pérdidas en el cobre.- Son pérdidas que se deben al efecto Joule es decir por la corriente que circula en devanados del transformador. Estas pérdidas dependen del nivel de carga que tenga el transformador en su operación.

2.3.4. Análisis de las cargas para determinar que transformador utilizar

Previo a la adquisición del o los transformadores, para una industria, es necesario primeramente determinar las cargas que se va alimentar, para lo cual se debe partir del diseño eléctrico de la planta, deberá entonces sumar todas las cargas que funcionen con energía eléctrica lo cual dará un valor total de la carga instalada, posteriormente se deberá realizar un análisis del funcionamiento individual de todas las cargas en base a los procesos

de producción que se tendrá en la elaboración de los diferentes productos, esto permitirá aplicar un índice de coincidencia y simular una curva de carga, con lo cual se determinará la capacidad del transformador a instalar, recurriendo al transformador que más cerca este con las capacidades que se encuentran estandarizadas por los fabricantes.

2.3.5 Tecnologías para el Ahorro de Energía Eléctrica

Para tener un Ahorro de Energía en la utilización de los transformadores, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Preocuparse por conocer la carga asociada al transformador para no sobrecargarlo, y así reducir las pérdidas en el cobre.
- Evitar operar transformadores a baja carga (menor al 20%), si es posible se debe redistribuir las cargas.
- Revisar el nivel y rigidez dieléctrica del aceite cada 6 meses, con el fin de controlar la capacidad aislante y refrigerante del mismo.
- Realizar una limpieza periódica del transformador, es decir, superficie del tanque, aletas disipadoras de calor, bornes, etc.
- Medir con frecuencia la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55°C, de ser así, debe revisarse el aceite dieléctrico.

2.4. ANALISIS DE LAS FACTURAS DE ENERGIA ELECTRICA

2.4.1. Conceptos Generales

Mercado Eléctrico Mayorista

Actualmente la ley que rige al Sector Eléctrico es la Ley de Régimen del Sector Eléctrico “LRSE”, la misma que fue publicada el 10 de Octubre de 1996 y que sustituyó a la Ley Básica de Electrificación promulgada por el EX INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación), encargado de del desarrollo de los proyectos de generación, el sistema nacional de transmisión, distribución y demás obras inherentes al Sector Eléctrico hasta el 31 de Marzo de 1999, fecha en la cual cesa en sus funciones.

La LRSE estructura al Sector Eléctrico de la siguiente manera:

El Consejo Nacional de Electricidad CONELEC

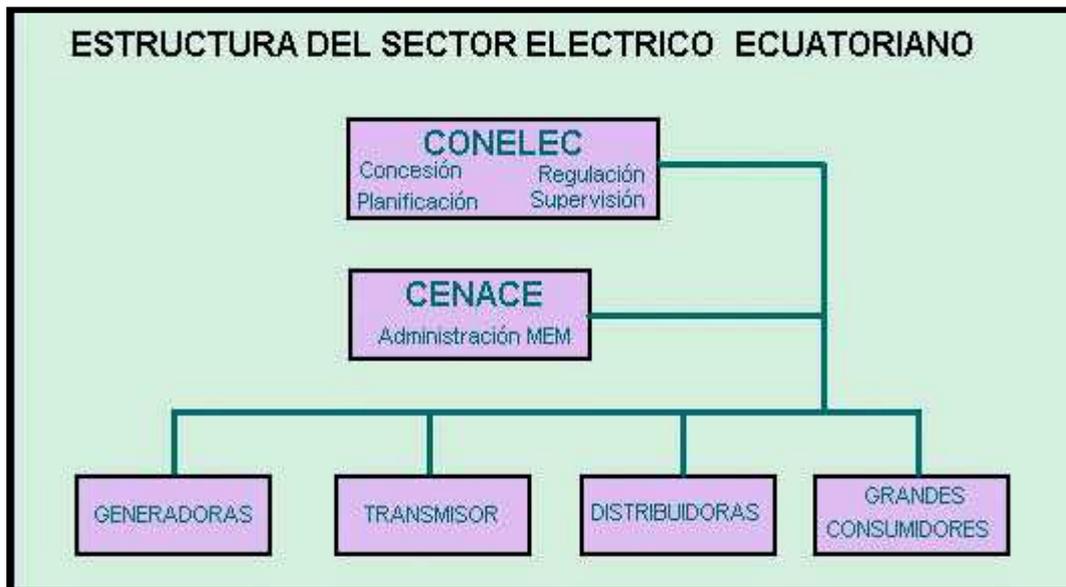
El Centro Nacional de Control de Energía CENACE

Las Empresas Eléctricas concesionarias de generación

La Empresa Eléctrica concesionaria de transmisión

Las Empresas Eléctricas concesionarias de Distribución y Comercialización

Fuente: Programa de Ahorro de Energía, Ministerio de Energía y Minas – Ecuador



Además de ello se encuentran:

Consejo de Modernización del Sector Eléctrico COMOSEL (delegado por el CONAM, Consejo Nacional de Modernización), que constituye un organismo temporal que define las unidades de negocio de generación, valorar como negocios en marcha las empresas eléctricas que tienen participación en el sector público y llevar a cabo los procesos para promover la participación del sector privado en la operación y propiedad de las mismas.

Por tanto de acuerdo a la LRSE (Art. 26) el COMOSEL resuelve que las propiedades de generación y transmisión cuyo propietario era el EX INECEL, sean transferidas al Fondo de Solidaridad, constituyéndose en seis empresas de generación y una de transmisión como sociedades anónimas que entran en operación desde el 1 de Abril de 1999 en cuyo caso el Sector Privado podrá constituirse como accionista de hasta el 51% de sus acciones.

Con esta nueva estructura se ha creado el Mercado Eléctrico Mayorista MEM, constituido por los siguientes agentes:

- Generadores
- Transmisor
- Distribuidor
- Grandes Consumidores

Y como se había mencionado se encuentran:

CONELEC: Regulador

CENACE: Administrador

2.4.2 Concepto y descripción de Energía

A la energía se la puede concebir como el nivel de capacidad que tiene un cuerpo en un determinado instante para realizar un trabajo.

Una ley fundamental enuncia que “la energía no se crea ni se destruye, únicamente se transforma”. Esto significa que, la suma de todas las energías sobre una determinada frontera siempre permanece constante.

La energía es el soporte de toda actividad humana: mueve nuestros cuerpos e ilumina nuestras casas, desplaza nuestros vehículos, nos proporciona fuerza motriz y calor, etc.

Energía primaria

Es la que procede de fuentes naturales y que puede ser utilizada directamente, como es el caso del carbón, petróleo bruto, gas natural, energía hidráulica, solar, nuclear, etc.

Energía secundaria

Es aquella que se obtiene a partir de la transformación de fuentes naturales: gasolina, electricidad, briquetas de carbón, etc.

Energía útil

Es la energía de uso final, es decir, la que se utiliza como luz, calor, energía química en una batería, etc.

La Energía Eléctrica

Hablar de energía eléctrica es hablar de corriente eléctrica, la cual se produce por el movimiento de cargas eléctricas en un conductor.

2.4.3 Concepto y Descripción de Demanda

Es la potencia consumida por la planta en un período de tiempo el cual varía de acuerdo a las características específicas de la planta.

¿ Porqué se registra la demanda?

- Para conocer el impacto de su costo sobre los costos de producción.
- Evaluar la expansión de los sistemas industriales .
- Para efectos de programar producción y su efectos en la tarifa.
- Identificar cargas que inciden en la demanda pico.
- Determinar las horas de menor demanda.

¿ Por qué se controla la demanda?

Para optimizar los gastos de producción.

Las empresas concesionarias tiene tarifas mayores en las horas punta, esto obliga a controlar la máxima en horas punta (18 - 22 h.), para reducir los altos gastos por este concepto.

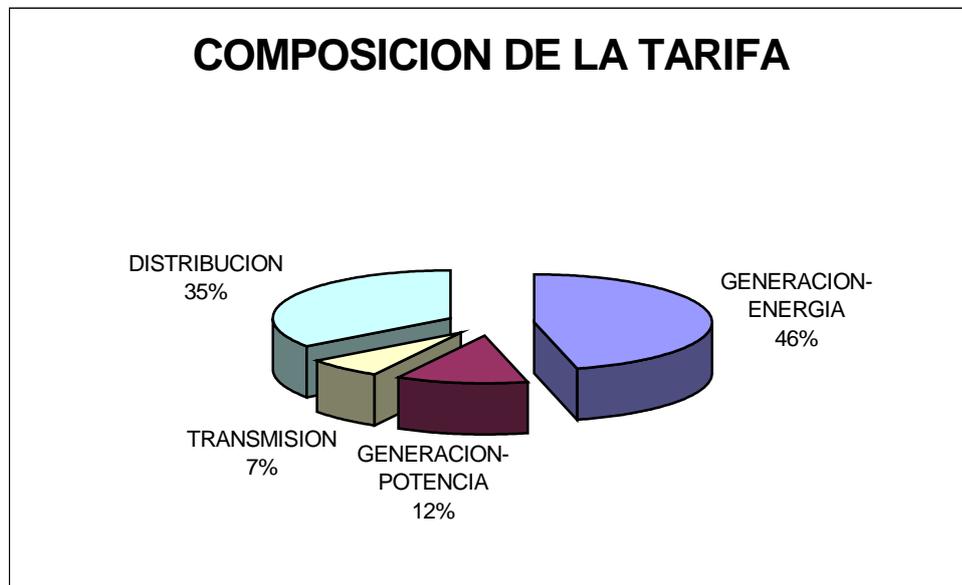
Analizar los consumos específicos de un proceso, de un producto, etc., permitirá evitar uno de los siguientes problemas:

- Superposición operativo de máquinas.
- Arranques frecuentes de motores en período de máxima demanda.
- Programar la conexión de cargas para operar en horas punta.

Se debe considerar que las medidas que se implementan no perjudiquen la producción ni la productividad de la empresa, pero que puedan reducir los costos:

- Estableciendo programas de operación de cargas en procesos.
- Implementando control automático de máxima demanda.
- Aplicando equipos más eficientes.

En el caso de la potencia reactiva, se requiere además controlar este parámetro para efectos de la compensación reactiva y las medidas de control.



Fuente: Programa de Ahorro de Energía, Ministerio de Energía y Minas - Ecuador

Gráfico No 1: Composición de la Tarifa Eléctrica en el Ecuador

2.4.4. Estructura tarifaria y pliego tarifario

2.4.4.1 Estructura Tarifaria

La tarifa constituye el vínculo entre el costo que implica la generación de la energía y el precio que el usuario paga por obtener el suministro eléctrico, debido a ello la tarifa

está compuesta por algunos rubros.

Para establecer los precios reales del Servicio Eléctrico al consumidor final, se deben considerar tres rubros:

➤ **Costos de Generación**

Los costos por generación están dados por:

- Energía
- Potencia

- **Costos por energía:** Este costo es el que cubre el consumo (kWh).
- **Costos por potencia:** Este costo es el que se remunera a los generadores por mantener disponible la potencia, y que se encontrará presta para ser despachada cuando así lo requiera el sistema para cubrir la demanda. Cada generador percibe este monto aunque no sea despachado, y ese pago estará en función de la potencia instalada (MW instalados).
- **Costos de Transmisión:** La red de transmisión ofrece la capacidad de las líneas para transportar la energía desde un nodo vendedor a un nodo comprador, el uso de las mismas determina la el monto del pago al transmisor que deben abonar los potenciales usuarios (generadores, distribuidores, grandes consumidores).

Para el cálculo de costos por transmisión, se toma en cuenta el plan de expansión para 10 años (inversión, gastos de operación y mantenimiento), y se trae al valor presente la inversión tomando en cuenta una tasa de interés del 11.2%.

➤ **Valor Agregado de Distribución.**

En el futuro se pretende contar con el establecimiento de la unidad de propiedad estándar, de manera de asignar un valor fijo a cada componente de la red de acuerdo a sus características. Sin embargo en la actualidad el proceso para determinar el valor agregado de distribución se toma en cuenta los balances presentados por cada empresa eléctrica en la cual declaran los activos de la empresa y con ello tomando un interés del 11.2% y una vida útil aproximada de 25 años se calcula las anualidades. En este proceso de evaluación económica no se toma en cuenta las depreciaciones pues siempre a los bienes se los considera como nuevos de tal manera que cuando estos ya no funcionen puedan ser reemplazados sin recargos adicionales.

2.4.4.2 Pliego Tarifario

Aspectos Generales

El presente Pliego Tarifario se sujeta a las disposiciones que emanan de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y del Reglamento de Tarifas.

El Pliego Tarifario contiene: tarifas al consumidor final, tarifas de transmisión, peajes de distribución, tarifas de alumbrado público y las fórmulas de reajuste correspondientes.

DEEFINICIONES

Para su aplicación se deberán considerar las siguientes definiciones:

Las tarifas al consumidor final estarán destinadas a todos los Consumidores que no hayan suscrito un contrato a plazo con un generador o un Distribuidor. La correcta aplicación de estas tarifas estará a cargo de los Distribuidores en su zona de concesión.

Las tarifas de transmisión y los peajes de distribución serán los pagos que deberán realizarse a favor del Transmisor o del Distribuidor, respectivamente, por quienes utilicen dichas instalaciones. La liquidación de estos pagos estará a cargo del CENACE en coordinación con el Transmisor y los Distribuidores.

CATEGORÍAS Y GRUPOS DE TARIFAS

De conformidad con el artículo 17 del Reglamento de Tarifas, por las características de consumo se consideran tres categorías de tarifas: residencial, general y alumbrado público; y, por el nivel de tensión, tres grupos: alta tensión, media tensión y baja tensión.

Categoría General: Servicio eléctrico destinado a los Consumidores en actividades diferentes a la Categoría Residencial y básicamente comprende el comercio, la prestación

de servicios públicos y privados, y la industria.

Categoría Alumbrado Público: Se aplicará a los consumos destinados al alumbrado de calles, avenidas y en general de vías de circulación pública; a la iluminación de plazas, parques, fuentes ornamentales, monumentos de propiedad pública; y, a los sistemas de señalamiento luminoso utilizados para el control del tránsito.

Grupo Nivel de Alta Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega superiores a 40 kV y asociados con la Subtransmisión.

Grupo Nivel de Media Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre 600 V y 40 kV. Dentro de este grupo se incluyen los consumidores que se conectan a la red de Media Tensión a través de Transformadores de Distribución de su propiedad o de la Empresa de Distribución, para su uso exclusivo.

Grupo Nivel de Baja Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega inferiores a 600 V.

Punto de Entrega:

Se entenderá como Punto de Entrega el lado de la carga del sistema de medición, es decir, los terminales de carga del medidor, en los sistemas de medición directa y el lado secundario de los transformadores de corriente, en los sistemas de medición indirecta o

semi-indirecta, independientemente de donde estén ubicados los transformadores de potencial.

Consumidores Comerciales e Industriales

Los Distribuidores tienen la obligación de mantener en sus registros una clasificación adicional para identificar a los Consumidores Comerciales e Industriales, para efectos de recaudación del 10% sobre el valor neto facturado por consumo de energía eléctrica, destinado al FERUM.

Para el efecto se considerarán las siguientes definiciones:

Consumidor Industrial: Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial.

TARIFA DE MEDIA TENSIÓN CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA (MTDH)

Esta tarifa se aplicará a los consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, demanda media y de base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de la noche (22H00 hasta las 07H00).

El consumidor deberá pagar los siguientes cargos:

- a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía.

b) Un cargo por demanda, expresado en US\$/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, afectado por un factor de corrección.

c) Un cargo por energía expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda media y de punta (07H00 hasta las 22H00), que corresponde al cargo por energía de la tarifa del numeral anterior.

d) Un cargo por energía expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida, en el período de base (22H00 hasta las 07H00), que corresponde al cargo por energía del literal anterior disminuido en el 20%..

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18H00 – 22H00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores deberá ser ajustado mediante un factor de corrección (FC), que se obtiene de la relación:

$FC = DP/DM$, donde:

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas de pico de la empresa eléctrica (18H00 – 22H00).

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes.

En ningún caso este factor de corrección (FC), deberá ser menor que 0.60.

La demanda mensual facturable, es la demanda máxima mensual registrada por el consumidor, la que no podrá ser menor al 70 % de la potencia contratada o de la demanda máxima de los doce últimos meses incluyendo el mes de facturación.

Demanda Facturable

En el caso de disponer de un Registrador de Demanda Máxima:

La demanda mensual facturable corresponde a la máxima demanda registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda, y no podrá ser inferior al 70 % del valor de la máxima demanda de los doce últimos meses incluyendo el mes de facturación.

CARGOS POR BAJO FACTOR DE POTENCIA

Para aquellos consumidores con medición de energía reactiva, que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0,92, el Distribuidor aplicará los cargos establecidos en el Reglamento de Tarifas, en concepto de Cargos por bajo factor de potencia.

TARIFA DE TRANSMISIÓN

Los distribuidores y grandes consumidores deberán pagar por el uso del sistema nacional de transmisión, una tarifa que tendrá un cargo en US\$/kW, por cada kW de demanda máxima mensual no coincidente, que incluye el transporte de energía y el derecho de conexión.

FACTURACIÓN

La facturación a los consumidores se efectuará con una periodicidad mensual, y no podrá ser inferior a 28 días ni exceder los 33 días calendarios. No deberá haber más de doce facturaciones anuales; salvo motivos de fuerza mayor que deberán ser debidamente justificados y puestos a consideración de CONELEC. Sin embargo, el distribuidor y el consumidor, de así convenir a sus intereses, podrán acordar períodos de facturación distintos.

VIGENCIA

El presente pliego tarifario rige a partir del 1º. de Noviembre del 2001 y para este tipo de consumidores al tenerse una tarifa real, esta permanece congelada a partir de la fecha antes indicada.

Para la Empresa Eléctrica Riobamba, el pliego tarifario, determina los siguientes valores para los clientes que tienen una **Tarifa de Media Tensión con Demanda Horaria** (con Registrador de Demanda Horaria):

Demanda: US\$ 5,5699

Consumo (07h00 – 22h00): US\$ 0,0691

Consumo (22h00 – 07h00): US\$ 0,0614

Adicional a estos valores, por Ley se les procede a facturar a estos clientes el 10% del FERUM, el 9% de alumbrado público, porcentajes que son calculados del total de los valores por concepto de consumo, demanda y comercialización. y US\$ 7,31 por contribución para los bomberos lo cual en promedio da un costo por Kwh de US\$ 0,10.

2.4.5. Análisis de Facturas

Se presenta los datos estadísticos del consumo de energía eléctrica (Kwh), demanda facturable (Kw) y los valores de las planillas, a partir del mes de enero del año 2002, así como los gráficos correspondientes:

Tabla No 1: Históricos de Consumo, Demanda y Valores de Facturas

MES	CONSUMO Kwh	DEMANDA Kw	US\$
ene-02	238.900	355	23.890
feb-02	215.000	380	21.500
mar-02	237.500	470	23.750
abr-02	231.500	381	23.150
may-02	202.000	413	20.200
jun-02	231.800	472	23.180
jul-02	238.800	377	23.880
ago-02	225.000	400	22.500
sep-02	116.200	389	11.620
oct-02	135.000	418	13.500
nov-02	205.400	416	20.540
dic-02	225.100	446	22.510
ene-03	216.200	441	21.620
feb-03	227.600	447	22.760
mar-03	218.300	430	21.830
abr-03	77.100	430	7.710
may-03	80.500	413	8.050
jun-03	163.800	420	16.689



Gráfico No 2: Comportamiento de los Históricos de Consumos



Gráfico No 3: Comportamiento de los Históricos de Demanda

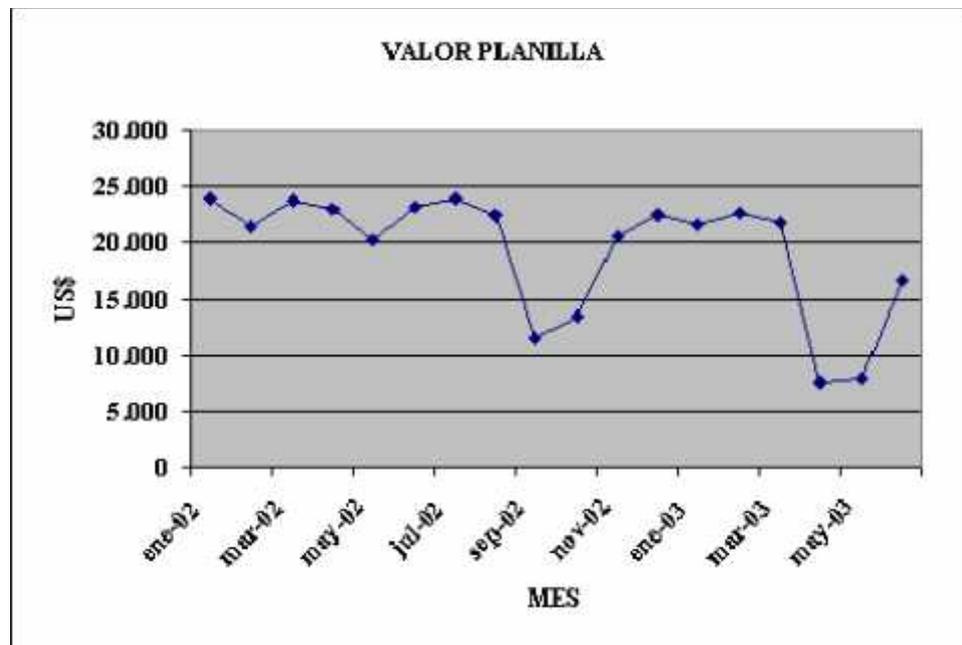


Gráfico No 4: Comportamiento de los Históricos de Valores de Planillas

2.5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PARA AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

TUBASEC, al disponer de un medidor con registrador de demanda horaria, se acoge a la Tarifa de Media Tensión con Registrador de Demanda Horaria (MTDH), lo cual le permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, demanda media y de base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de la noche (22H00 hasta las 07H00).

En base a los beneficios de la tarifa ante indicada, se debe realizar un análisis de la posibilidad de acuerdo a los sistemas de producción para tratar de implementar las siguientes estrategias para lograr un ahorro de energía eléctrica:

- a) Al no trabajar los siete días de la semana las plantas de ECUATEJA, traslúcidos y la recuperadora de placas, se puede programar para trabajar en diferentes días u horarios estas plantas, con lo cual se lograría disminuir el valor de la demanda facturable, ya que no coincidirían su funcionamiento todas las maquinas al mismo tiempo.
- b) Realizar un análisis de costo-beneficio para trabajar en las horas de 22H00 a 07H00, con lo cual el valor de la energía en este período se verá disminuido en el 20% por Kw-h; adicionalmente se acogerá al factor de corrección de la demanda facturable que podrá ser hasta del 0.60 en base a lo descrito en la parte correspondiente a este tipo de tarifa.

c) Analizar la posibilidad de utilizar motores eficientes con un alto factor de potencia, lo cual evitaría la instalación de banco de capacitores para mejorar el factor de potencia y evitar de esta manera ser penalizados.

CAPITULO III

AUDITORIA ENERGÉTICA DE LA FABRICA TUBASEC, EN LAS PLANTAS : PLANCHAS EUROLIT, TRASLUCIDOS, ECUATEJAS Y RECUPERADORA DE PLACAS.

3.1 GENERALIDADES

Se denomina auditoria energética a la recolección de datos sobre el suministro y consumo de todas las formas de energía con el propósito de evaluar las posibilidades de ahorro de energía y la cuantificación de las mismas, así como para determinar la conveniencia de la oportunidad económica de ejecutarlas.

“Ahorrar la mayor cantidad de energía al menor costo”

3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CARGA ELÉCTRICA Y DE SU SUMINISTRO

La carga eléctrica de la fábrica TUBASEC, por su sistema de producción y por los diferentes procesos que se debe llevar a cabo para la elaboración de los diferentes productos que son elaborados en esta planta, básicamente esta conformada por sistemas motrices (motores de corriente alterna) que representa la carga de mayor porcentaje y por sistemas de iluminación en un menor porcentaje.

Los diferentes motores son utilizados básicamente para mover: mezcladoras, transportadores, agitadores, compresores, bombas, etc.

El suministro de energía eléctrica para abastecer a la carga de la planta, lo realiza la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. (EERSA); desde la Subestación N. 4, mediante una línea de distribución de 13.800 Voltios, voltaje que es transformado a voltaje de planta de 440 Voltios en la cámara de transformación N1, a través de los transformadores T1 y T2 de 630 Kva cada uno, que alimentan a la planta de techos EUROLIT; a su vez en la cámara de transformación N2 se dispone del transformador T3 de 313 Kva voltaje 13.800 V/440V, a través del cual se alimenta a las plantas de: traslúcido, ecuateja, recuperación de placas y al transformador T4; El T4 de una capacidad de 100 Kva, 440V/220V-127V el cual alimenta los requerimientos de la carga con voltajes de 220V-127V y que son, el edificio administrativo, laboratorio, taller de mantenimiento, comedor y las diferentes iluminaciones.

En el siguiente diagrama unifilar se describe como está distribuido el suministro de energía:

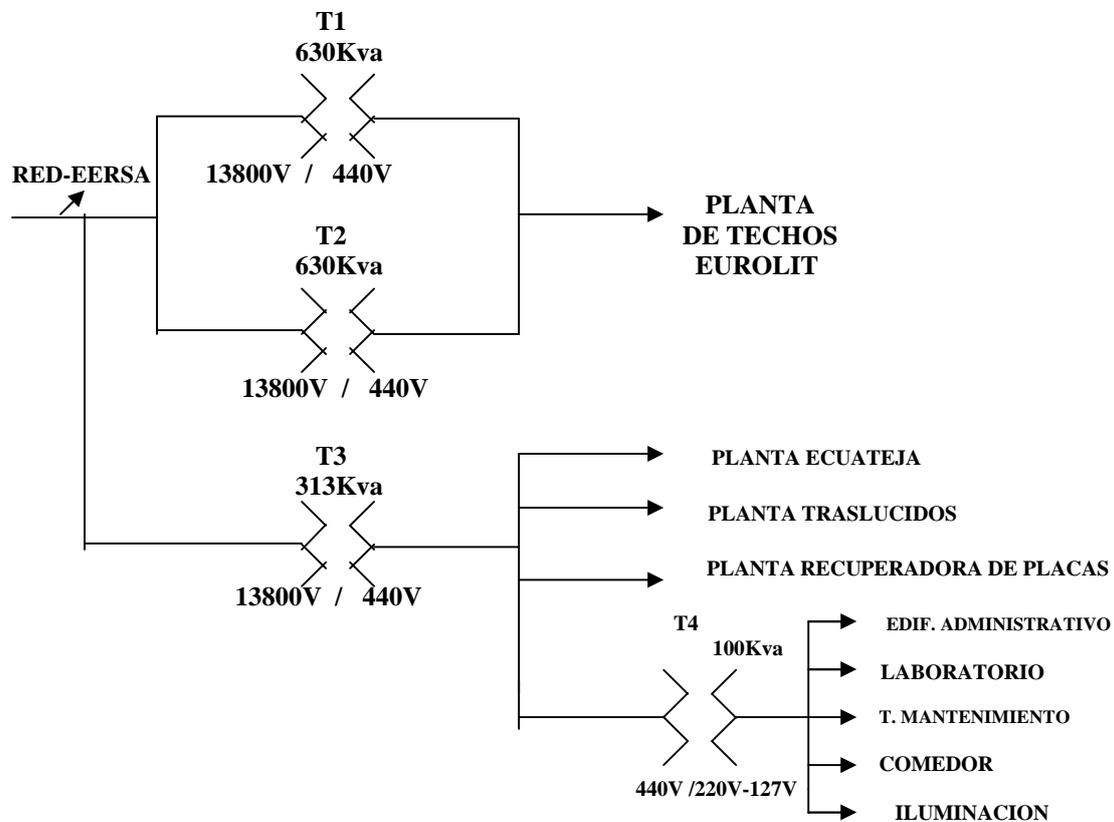


Figura No 1: Diagrama unifilar del Sistema Eléctrico de TUBASEC

TUBASEC, dispone de un generador de emergencia de 500Kw, el mismo que por su capacidad, es suficiente para abastecer de energía a toda la planta y que es utilizado en los casos que por diferentes razones se suspende el suministro de energía eléctrica por parte de la EERSA, razones que pueden ser por fallas imprevistas o por la ejecución de ciertos trabajos programados; una vez restituido el servicio por parte de la EERSA, se deja de operar el generador.

3.3 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE LA CARGA INSTALADA Y DE LOS PERÍODOS DE UTILIZACIÓN

3.3.1 Descripción

El levantamiento de la información de la carga instalada, así como los períodos de utilización o de funcionamiento de cada uno de los motores, se la realizo con la colaboración y ayuda del personal técnico de mantenimiento y producción de la planta TUBASEC, quienes tienen la suficiente experiencia y conocen perfectamente los procesos de producción de los diferentes productos, esto es la parte más importante en la auditoría energética ya que de esta información se obtienen los diferentes parámetros de evaluación, de ahí la importancia de la participación de personal con mucha experiencia y conocimiento de la planta. De en este levantamiento se procedió a tomar los siguientes datos:

- Datos de placa de los transformadores.
- Lecturas reales de voltaje y corriente de los transformadores.
- Datos de placas de los motores.
- Lecturas reales de voltaje y corriente de los motores.
- Tiempo o períodos de funcionamiento de los motores.
- Potencia, tipo y tiempo de funcionamiento de los diferentes sistemas de iluminación.

Los días y horarios en los que funcionan cada una de las plantas, son los siguientes:

Planta techos EUROLIT:	25 días al mes, 24 horas diarias, 7.200 horas/año.
Planta EUATEJA :	7 días al mes, 10 horas diarias, 840 horas/año.
Planta Traslucidos :	8 días al mes, 24 horas diarias, 2.304 horas/año.
Planta Recuperadora de Placas:	6 días al mes, 8 horas diarias, 576 horas/año.

3.3.2 Planta de techos EUROLIT

La información se encuentra tabulada en el anexo No 2.

3.3.3 Planta de ECUATEJA

La información se encuentra tabulada en el anexo No 3.

3.3.4 Planta de traslúcidos

La información se encuentra tabulada en el anexo No 4.

3.3.5 Planta recuperadora de placas

La información se encuentra tabulada en el anexo No 5.

3.3 COMPARACION DE VALORES NOMINALES CON LOS VALORES MEDIDOS

3.4.1. Transformadores

En el anexo No 2, se encuentran tabulados los datos con los valores nominales, los cuales fueron tomados de las placas características de cada uno de los transformadores; así mismo se encuentran los valores medidos de cada uno de los transformadores, valores que fueron tomados de los equipos de medición que disponen en los tableros de control, así como se realizaron medidas mediante un multímetro para comprobar que los datos sean los correctos.

Se puede entonces fácilmente realizar una comparación en la tabla antes indicada de los valores nominales con los valores medidos, un análisis profundo se realizará en los capítulos siguientes.

3.4.2 Motores

En los anexos No 2, 3, 4 y 5, se encuentran tabulados los datos con los valores nominales, los cuales fueron tomados de las placas características de cada uno de los motores; de igual forma se encuentran los valores medidos de cada uno de los motores, valores que fueron tomados de los equipos de medición que disponen en los tableros de control, así como se realizaron medidas mediante un multímetro en aquellos motores que no disponen de equipos de medición instalados.

Se puede entonces fácilmente en los anexos antes indicados realizar una comparación de los valores nominales con los valores medidos.

3.5. DETERMINACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN POR PLANTA Y POR EL USO FINAL, DE LA POTENCIA INSTALADA Y UTILIZADA.

3.5.1. Participación por planta

Con el objeto de que se pueda apreciar fácilmente cual es la participación de cada una de las plantas, se presenta gráficamente lo antes indicado:

POTENCIA INSTALADA Kw	
PLANTA TECHOS EUROLIT	617.11
PLANTA ECUATEJA	110.4
PLANTA RECUPERADORA PLACAS	99.4
PLANTA TRASLUCIDOS	75.6
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	25

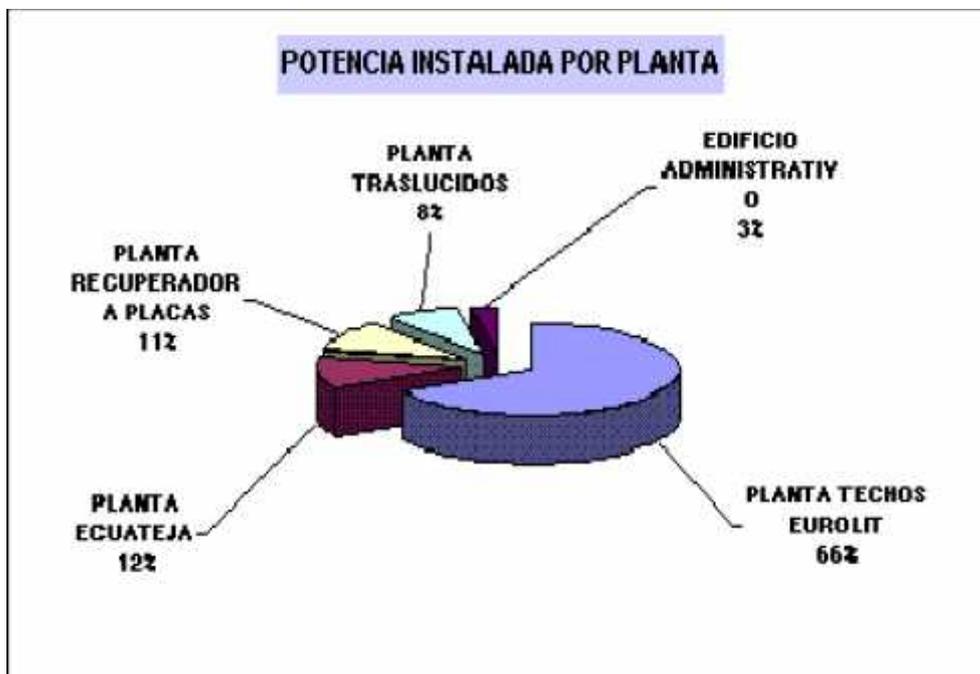


Gráfico No 5: Potencia instalada por planta

POTENCIA UTILIZADA Kw	
PLANTA TECHOS EUROLIT	433.1
PLANTA ECUATEJA	59.5
PLANTA RECUPERADORA PLACAS	65.88
PLANTA TRASLUCIDOS	57.4
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	19



Gráfico No 6: Potencia utilizada por planta

3.5.2 Participación por Tipo de Uso

POTENCIA INSTALADA POR TIPO DE USO Kw	
RESISTENCIAS	70
MOTORES	864.21
ILUMINACIÓN	7.5
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	25



Gráfico No 7: Potencia instalada por tipo de uso

POTENCIA UTILIZADA POR TIPO DE USO Kw	
RESISTENCIAS	70
MOTORES	577.58
ILUMINACIÓN	7.5
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	19



Gráfico No 8: Potencia utilizada por tipo de uso

Se presenta en el siguiente gráfico el comportamiento de la potencia instalada, así como la utilizada o requerida por cada uno de los transformadores que se encuentran instalados en la fábrica.

POTENCIA INSTALADA Y REQUERIDA POR TRANSFORMADOR Kva

T N.1	
POTENCIA INSTALADA	630
POTENCIA REQUERIDA	155.7
T N.2	
POTENCIA INSTALADA	630
POTENCIA REQUERIDA	155.7
T N.3	
POTENCIA INSTALADA	313
POTENCIA REQUERIDA	183
T N.4	
POTENCIA INSTALADA	100
POTENCIA REQUERIDA	19

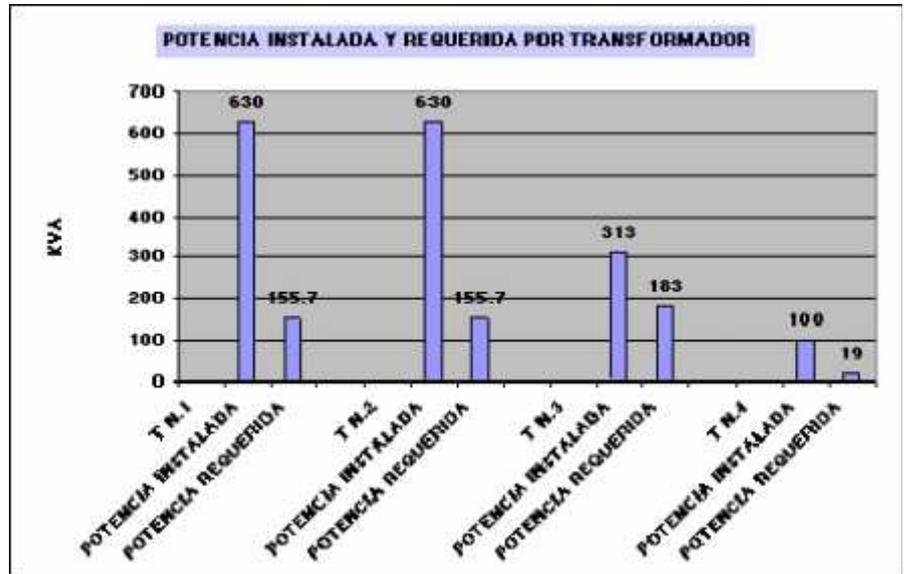


Gráfico No 9: Potencia instalada y utilizada por Transformador

Se presenta en el siguiente gráfico el comportamiento de la potencia instalada, así como la utilizada o requerida por cada una de las plantas..

PLANTA TECHOS EUROLIT	
POTENCIA INSTALADA	617
POTENCIA REQUERIDA	433
PLANTA ECUATEJA	
POTENCIA INSTALADA	110
POTENCIA REQUERIDA	59
PLANTA TRASLUCIDOS	
POTENCIA INSTALADA	99
POTENCIA REQUERIDA	57
P. RECUPERADORA PLACAS	
POTENCIA INSTALADA	76
POTENCIA REQUERIDA	66

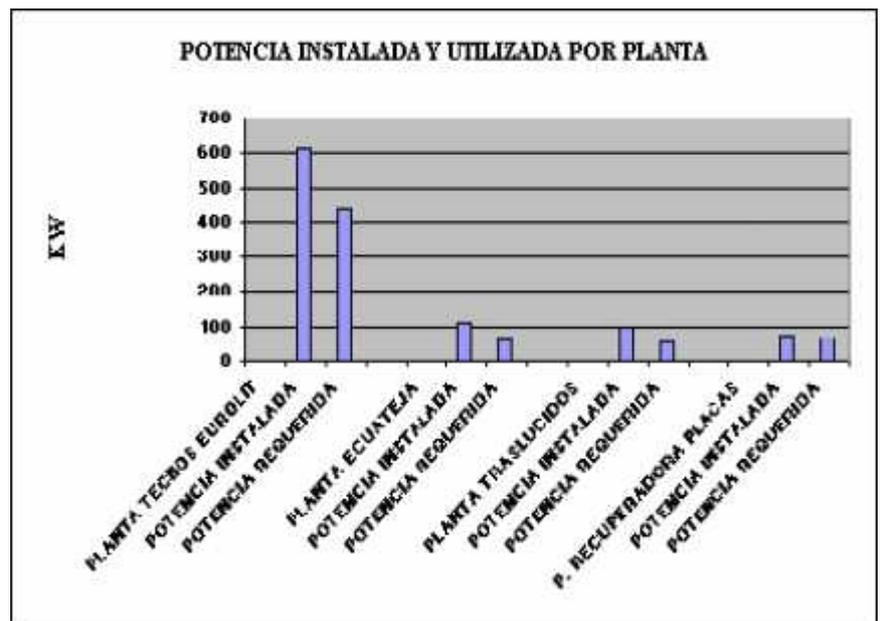


Gráfico No 10: Potencia instalada y utilizada por Planta

3.6. DETERMINACIÓN DE COSTOS DE LOS DIFERENTES CONSUMOS DE ENERGIA ELECTRICA

TUBASEC, dispone de un solo equipo de medición, lo cual no permite tener los consumos reales de cada una de las plantas, así como del edificio administrativo, laboratorio, taller de mantenimiento y departamento médico; por lo tanto se estima en base a los tiempos de funcionamiento y los sistemas de producción de cada planta que los consumos son los siguientes:

Planta de techos EUROLIT	: 179.351 Kwh/mes
Planta de ECUATEJA	: 3.888 Kwh/mes
Planta de Traslúcidos	: 10.658 Kwh/mes
Planta Recuperadora de Placas	: 2.904 Kwh/mes
Edificio Administrativo	: 10.931 Kwh/mes

En el siguiente gráfico se presenta el comportamiento del consumo de energía eléctrica, en cada una de las plantas, lo cual permite determinar porcentualmente cuanto representa cada una de ellas del total del consumo.

ENERGIA CONSUMIDA Kwh/mes	
PLANTA TECHOS EUROLIT	179.351
PLANTA ECUATEJA	3.888
PLANTA RECUPERADORA PLACAS	2.904
PLANTA TRASLUCIDOS	10.658
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	10.931

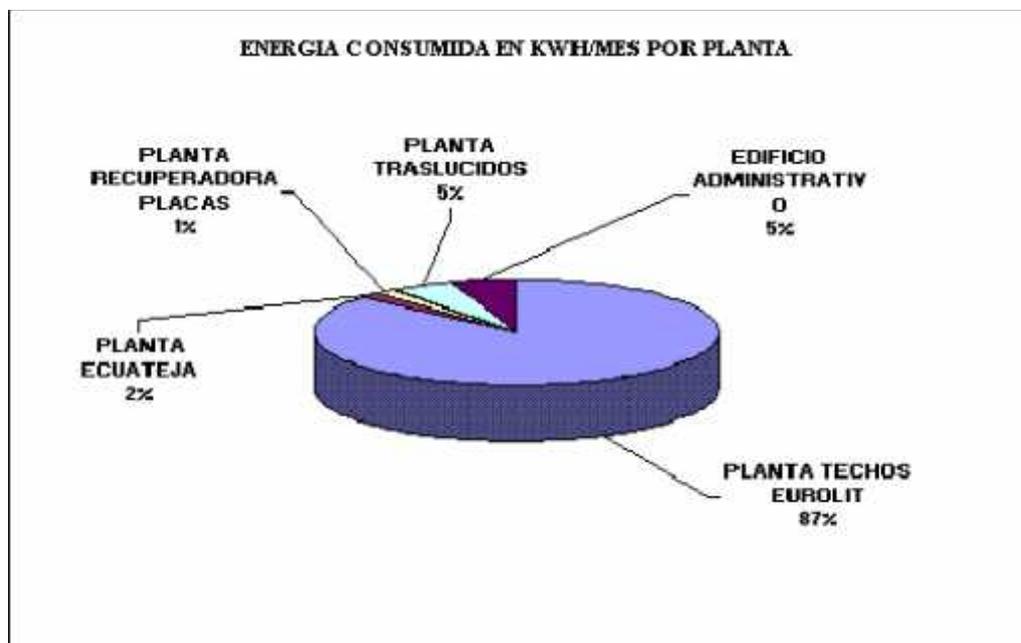


Gráfico No 8: Energía consumida en Kwh/mes por Planta

CAPITULO IV

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONOMICA PARA EL AHORRO DE ENERGIA

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL USO INEFICIENTE DE ENERGIA

TUBASEC, en el año de 1979 inicia con la producción de tubería de asbesto-cemento; en el año de 1993 por diversas razones deciden cambiar su línea de producción por la de techos EUROLIT y otros productos en menor escala; para lo cual tubo que acondicionarse la infraestructura existente, esto pudo haber provocado que los diferentes equipos (motores, sistemas de bombeo, transformadores, etc.) se encuentren sobredimensionados o que su utilización no sea la más adecuada para el nuevo sistema de producción; en el año de 1999 ingresa al mercado con otro producto importante como es ECUATEJA y en el año 2002 con Traslúcidos; para producir los nuevos productos, adquieren maquinaria a industrias que producían estos productos, lo cual significa que esta maquinaria no es nueva, sino más bien con varios años de uso.

Adicionalmente se debe considerar que las características técnicas de las máquinas y equipos en su mayor porcentaje son de hace 23 años, lo cual hace deducir que su tecnología no es la más adecuada, por lo tanto habrá que considerar la utilización de maquinaria y equipos eficientes de última tecnología y que su capacidad o potencia sea la estrictamente

necesaria, esto dará como resultado una reducción en los costos operativos de la empresa y por ende su incidencia en el costo final del producto será menor.

De los cuadros y gráficos de los usos finales de la energía, se puede determinar que alrededor del 86% es consumo de motores, por lo tanto al ser estos de tecnología y características técnicas inadecuadas, hace que se este usando ineficientemente la energía eléctrica.

Otros de los factores es el sobredimensionamiento de la capacidad de los transformadores, lo cual provoca que se tengan pérdidas mayores a las que se tendrían si estos estarían dentro de lo técnicamente recomendable, al tener pérdidas mayores, se esta consumiendo una energía adicional innecesariamente, incrementando el valor de la planilla de consumo mensual.

La ubicación de la cámara de transformación donde se encuentra ubicado el transformador N 4., no es adecuado, ya que de este transformador se alimenta al edificio administrativo, laboratorio de control de calidad, departamento médico, comedor y taller de mantenimiento y su distancia es de aproximadamente 300 metros, esto hace que se incrementen las pérdidas, ya que a mayor distancia mayor resistencia y las pérdidas son directamente proporcionales a la resistencia.

En las plantas de ECUATEJA, traslúcidos y recuperadora de placas, se trabaja simultáneamente a pesar de no producir todos los días, ni las 24 horas diarias, por lo tanto

esto hace que el valor de la demanda facturable se incremente considerablemente y se incremente el valor de la planilla de consumo de energía eléctrica.

No se a realizado un análisis de costo-beneficio, para determinar si es conveniente trasladar la producción en el horario de las 22H00 a las 07H00, con lo cual se acogería al descuento en el valor del Kw-h del 20%.

Si bien el uso de la energía en alumbrado representa el 1% del total requerido, no es menos cierto que se tiene lámparas de Hg de 250W, cuando en el mercado existen lámparas de mayor eficiencia y de menor potencia.

No se dispone de medidores independientes para cada planta, esto no permite tener la información de sus consumos reales, lo cual permitiría tener la energía y demanda de cada una de las plantas y adicionalmente permitiría conocer los costos de la energía eléctrica de estas plantas.

No se dispone de un comité o de una persona que se encargue de controlar e implementar recomendaciones para el uso eficiente de la Energía, razón por la cual se ha podido determinar que se a hecho muy poco para utilizar eficientemente la energía, es decir no se da la importancia que realmente amerita el emprender en un plan de uso eficiente de la energía, ya que al momento no existe.

4.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE AHORRO DE ENERGIA Y EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES AHORROS

4.2.1 Análisis de la demanda

Al no producir todos los días, ni las 24 horas diarias las plantas de ECUATEJA, Recuperadora de Placas y Traslúcidos, se trabaja simultáneamente, por lo tanto se debe reprogramar sus sistemas de producción de tal manera que se trabaje en diferentes horarios estas plantas, con lo cual se estima que se lograría una disminución de 70 Kw en el valor de la demanda facturable.

4.2.2 Transformadores

Analizando los valores nominales con los medidos o realmente requeridos de cada uno de los transformadores, se procede a calcular las pérdidas de energía eléctrica de cada uno de los transformadores aplicando la siguiente ecuación:

$$P_{\text{totales}} = (P_{\text{totales cu}} + P_{\text{hierro(fe)}}) * \text{Tiempo funcionamiento (T)}$$

$$P_{\text{totales cobre}} = (I_{\text{medido}} / I_{\text{nominal}})^2 * P_{\text{cu}}$$

P_{cu} : Dato tabla de características de transformadores

P_{fe} : Dato tabla de características de transformadores

De los cálculos y resultados que se encuentran tabulados en el Anexo No 6, se tiene lo siguiente:

- La planta de techos EUROLIT, es alimentada a través de una cámara de transformación mediante dos transformadores de 630 Kva cada uno, lo cual resulta sobredimensionado para los requerimientos reales de la planta (312Kva), presentándose un bajo factor de uso de los mismos; por lo que, se plantea alimentar solo con uno de los dos transformadores y el otro suspenderle, lo cual resulta suficiente para alimentar la potencia requerida, obteniéndose de esta manera un ahorro de energía de 14.752 KWh/año.
- Las plantas de ECUATEJA, Traslúcidos, Recuperadora de placas y Edificio Administrativo; es alimentado desde una cámara de transformación a través de un transformador de 313 Kva y los requerimientos de las plantas es de 183 Kva; por lo tanto se tiene un bajo factor de uso; se plantea entonces que se podría alimentar desde la cámara que alimenta a la planta de Techos EUROLIT a través del transformador de 630 Kva; para lo cual será necesario tender cable 4/0 a un voltaje de 440 Voltios, de esta manera se suspendería el transformador de 313 Kva y se obtendría un ahorro de energía de 18.031 KWh/año.
- El Edificio Administrativo, Laboratorio, Bodega, Taller Mecánico, Departamento Médico y la iluminación de todas las plantas, es alimentado desde una cámara de transformación a través de un transformador de 100 Kva, siendo los requerimientos de

19 Kva, a pesar de que se tiene un bajo factor de uso en base a los cálculos realizados; es conveniente mantener ese transformador.

4.2.3 Sustitución de lamparas de mercurio de 250w, por lámparas de alta presión de sodio

En iluminación se plantea el cambio de las luminarias de Hg de 250W, por luminarias de Na de alta presión de 150W; con esta medida se logrará un ahorro de energía de 12.960 KWh/año y 3 Kw de demanda facturable.

4.2.4 Aprovechamiento de la luz natural

En esta alternativa, TUBASEC ya ha realizado varios trabajos, al instalar planchas de translúcido tanto en la cubierta, como en los laterales de la fábrica, con lo cual ha logrado durante el día tener una buena iluminación en el interior de la planta, con lo cual ha dejado de encender las lámparas 10 horas diarias; sin embargo aún se puede realizar más en este campo incrementando planchas de translúcidos en ciertos sitios de la planta.

En la actualidad es necesario tener iluminación artificial 14 horas diarias, se plantea aprovechar la luz natural mediante la utilización de planchas de translúcido con lo cual se disminuiría en 2 horas diarias la utilización de luz artificial; con esta medida se logrará un ahorro de energía de 2.160 KWh/año.

Se plantea adicionalmente emprender en una campaña de utilización adecuada de la iluminación en todas las oficinas, talleres, laboratorio, comedor, etc., lo cual permitirá tener una disminución en el consumo de energía.

4.2.5 Sustitución de motores eléctricos que se encuentran sobredimensionados, por motores eléctricos de una potencia adecuada

De los Anexos No 2, No 3, No 4 y No 5, se puede determinar que al comparar los valores nominales de los diferentes motores, con los valores medidos; que varios motores se encuentran sobredimensionados, es decir que su potencia nominal es mayor que la necesaria, por lo tanto se presenta la posibilidad de cambiar estos motores por otros de una potencia adecuada para el trabajo que realizan.

Para determinar la factibilidad de realizar estos cambios, se ha considerado lo siguiente:

- La diferencia de potencia del motor instalado, con el que realmente se requiere.
- El tiempo de funcionamiento de cada uno de los motores que se encuentran sobredimensionados.
- El ahorro de energía que se obtendría al realizar los cambios correspondientes, para lo cual se ha considerado la eficiencia del motor existente, con la del motor a instalar; es el único parámetro a considerar por cuanto al ser motores de hace 23 años, no se dispone de mas información, en todo caso sería el mínimo ahorro que se obtendría, la eficiencia de los motores es del 80% y este valor se ha considerado tanto para el motor a cambiar, así como para el motor a instalar.

- Se pudo verificar que en la bodega de la Fábrica, existen motores de repuesto y que tienen la potencia de los motores que se requieren para cambiar y poder llevar a cabo la sustitución de todos los motores que se encuentran sobredimensionados.

4.2.5.1 Sustitución con motores existentes en bodega (Eficiencia Estándar)

Se realizó el análisis y cálculos por planta, cuyos resultados se encuentran en el Anexo No 7, en el cual se describe el motor a ser sustituido y todos los parámetros necesarios para el cálculo correspondiente; obteniéndose los siguientes valores:

Planta de Techos EUROLIT

En esta planta es necesario sustituir 7 motores, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 7, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 159.073 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 20 Kw.

Planta recuperadora de placas

En esta planta es necesario sustituir 1 motor, el cual se encuentra identificado en el Anexo No 7, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 2160 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 4 Kw.

ECUATEJA

En esta planta es necesario sustituir 2 motor, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 7, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 7.875 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 9 Kw.

Con esta alternativa se obtendría un ahorro total de 169.108 Kwh/año y una disminución de la demanda de 33 Kw.

4.2.5.2 Sustitución con motores de Alta Eficiencia

Se realizo el análisis y cálculos por planta, cuyos resultados se encuentran en el Anexo No 8, en el cual se describe el motor a ser sustituido y todos los parámetros necesarios para el cálculo correspondiente; obteniéndose los siguientes valores:

Planta de Techos EUROLIT

En esta planta es necesario sustituir 13 motores, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 8, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 367.966 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 47 Kw.

Planta recuperadora de placas

En esta planta es necesario sustituir 1 motor, el cual se encuentra identificado en el Anexo No 8, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 3.381 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 6 Kw.

ECUATEJA

En esta planta es necesario sustituir 2 motor, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 8, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 11.114 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 13 Kw.

Con esta alternativa se obtendría un ahorro total de 382462 Kwh/año y una disminución de la demanda de 66 Kw.

4.2.6 Sustitución de motores eléctricos cuya capacidad es la adecuada, por motores eléctricos eficientes.

Los fabricantes recomiendan que en una industria existente, si se entra en un plan de cambio de motores existentes por motores de alta eficiencia, los resultados son buenos si se cambian aquellos motores a partir de 15 Kw de potencia; por lo tanto de los Anexos No 2, No 3, No 4 y No 5, se ha procedido a identificar aquellos motores que cumplen con esta recomendación, por lo tanto para determinar la factibilidad de realizar estos cambios, se ha considerado lo siguiente:

- Los motores instalados con una potencia a partir de 15 Kw.

- El tiempo de funcionamiento de cada uno de los motores.
- El ahorro de energía que se obtendría al realizar los cambios correspondientes, para lo cual se ha considerado la eficiencia del motor existente y la eficiencia del motor de alta eficiencia.

Se realizó el análisis y cálculos por planta, cuyos resultados se encuentran en el Anexo No 9, en el cual se describe el motor a ser sustituido y todos los parámetros necesarios para el cálculo correspondiente; obteniéndose los siguientes valores:

Planta de Techos EUROLIT

En esta planta existe la posibilidad de sustituir 5 motores, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 9, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 233947 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 32 Kw.

Planta recuperadora de placas

En esta planta es necesario sustituir 2 motores, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 9, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 6920 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 6 Kw.

Planta de traslúcidos

En esta planta es necesario sustituir 1 motor, el cual se encuentra identificado en el Anexo No 9, con lo cual el ahorro de energía que se obtendría es de 10444 Kwh/año y una disminución en el valor de la demanda de 5 Kw.

Con esta alternativa se obtendría un ahorro total de 251312 Kwh/año y una disminución de la demanda de 43 Kw.

4.3 EVALUACION ECONOMICA DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS

4.3.1 Demanda Facturable

En base al análisis realizado en el numeral 4.2.1, al reprogramar los horarios de producción de la tres plantas, se obtendría un ahorro de US\$ 4.800 al año, sin realizar ninguna inversión.

4.3.2 Transformadores

En base al análisis realizado en el numeral 4.2.2, técnicamente es posible funcionar solo con un transformador de 630 Kva, para alimentar a la planta de Planchas de EUROLIT y suspender el otro transformador, con esto se obtendría un ahorro de US\$ 1.475 al año, sin realizar ninguna inversión.

Igualmente es posible suspender el transformador de 313 Kva y alimentar desde el transformador de 630 Kva, con esto se obtendría un ahorro de US\$1.803 al año; pero será

necesario invertir en 700 metros de cable TTU # 4/0, que representa una inversión de US\$ 2.100.

Esta inversión se podría hacerlo con financiamiento propio, o con financiamiento de un banco, con lo cual se obtendría los siguientes tiempos de recuperación:

- Con financiamiento propio: 1.16 años.
- Con financiamiento Bancario: 1.32 años

Del ahorro anual, se puede pagar cuotas mensuales de US\$ 150

Tasa de interés (i) = 18% anual.

Plazo = 16 meses

Monto préstamo = US\$ 2.100

Para determinar las cuotas fijas mensuales a cubrir, se aplica la siguiente fórmula:

$$R = P \left(\frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} \right)$$

Donde:

R = Cuota Fija mensual

P = Monto préstamo

i = tasa de interés mensual

n = Plazo

Se tiene entonces: $R = 2.100 * \left(\frac{(1+0.015)^{16} * (0.015)}{(1+0.015)^{16} - 1} \right)$

$$R = \text{US\$ } 149$$

Por lo tanto el monto a pagar al final será de $US\$ 149 * 16 = US\$ 2.378$

La inversión se recuperaría entonces en 1.32 años.

4.3.3 Sustitución de lámparas de Mercurio de 250 W, por lámparas de alta presión de sodio de 150 W.

En base al análisis realizado en el numeral 4.2.2, con el cambio de 30 luminarias de Hg de 250W, por luminarias de Na de alta presión de 150W; se lograría un ahorro de US\$ 1.296 al año, con una inversión de US\$ 2.400.

Aplicando el mismo procedimiento que en el numeral 4.3.3, se tiene lo siguiente:

- Con financiamiento propio: 1.85 años.
- Con financiamiento Bancario: 2.26 años

4.3.4 Aprovechamiento de la Luz natural

En base al análisis realizado en el numeral 4.2.3, al utilizar planchas de traslúcido se lograría un ahorro de US\$ 216 al año, con una inversión de US\$ 600; esta inversión con capital propio Su recuperación se lo haría en 2.7 años, con un préstamo bancario sería en un tiempo muy largo.

4.3.5 Sustitución de motores eléctricos que se encuentran sobredimensionados, por motores eléctricos de una potencia adecuada y eficientes.

4.3.5.1 Sustitución con motores existentes en bodega (Eficiencia Estándar)

En base al análisis realizado en el numeral 4.2.4.1, al cambiar los motores sobredimensionados, por motores existentes en bodega (Eficiencia Estándar), o reubicándoles, se obtendrían los siguientes ahorros en US\$, sin ninguna inversión:

Planta de Techos EUROLIT

En esta planta es necesario sustituir 13 motores, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 7, con lo cual se obtendría un ahorro de US\$ 9.912 al año.

Planta recuperadora de placas

En esta planta es necesario sustituir 1 motor, el cual se encuentra identificado en el Anexo No 7, con lo cual se obtendría un ahorro de US\$ 216 al año.

ECUATEJA

En esta planta es necesario sustituir 2 motor, los cuales se encuentran identificados en la Anexo No 7, con lo cual se obtendría un ahorro de US\$ 420 al año.

Con esta alternativa se obtendría un ahorro total de US\$ 10.549 al año.

4.3.5.2 Sustitución con motores de Alta Eficiencia

En base al análisis realizado en el numeral 4.2.4.2, al cambiar los motores sobredimensionados, por motores de alta eficiencia se obtendrían los siguientes valores:

Planta de Techos EUROLIT

En esta planta es necesario sustituir 13 motores, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 8, con lo cual se obtendría un ahorro de 12.947 US\$ al año, para lo cual es necesario realizar una inversión de US\$ 7.449.

Aplicando el mismo procedimiento que para el numeral 4.3.3, se tiene lo siguiente:

- Con financiamiento propio: 0.57 años
- Con financiamiento Bancario : 0.62 años

Planta recuperadora de placas :

En esta planta es necesario sustituir 1 motor, el cual se encuentra identificado en la Anexo No 8, con lo cual se obtendría un ahorro de US\$ 338 al año; para lo cual será necesario realizar una inversión de US\$ 823.

En este caso, sería conveniente realizar la inversión con capital propio, cuya recuperación se lo haría en 2.4 años, con préstamo bancario el tiempo de recuperación sería muy largo.

ECUATEJA

En esta planta es necesario sustituir 2 motor, los cuales se encuentran identificados en la Anexo No 8, con lo cual se obtendría un ahorro de US\$ 481 al año; para lo cual será necesario realizar una inversión de US\$ 1.646.

En este caso, sería conveniente realizar la inversión con capital propio, cuya recuperación se lo haría en 3.42 años, con préstamo bancario el tiempo de recuperación sería muy largo.

Con esta alternativa se obtendría un ahorro total de US\$ 13.766 al año, con una inversión total de US\$ 9.918. y una recuperación de 0.7 años, aplicando el mismo procedimiento que para el numeral 4.3.3, se tiene lo siguiente:

- Con financiamiento propio : 0.7 años
- Con financiamiento bancario : 0.8 años

4.3.4 Sustitución de motores eléctricos cuya capacidad es la adecuada, por motores eléctricos eficientes

En base al análisis realizado en el numeral 4.2.5, al cambiar los motores existentes y que su potencia es la adecuada, por motores de alta eficiencia se obtendrían los siguientes valores:

Planta de Techos EUROLIT

En esta planta es necesario sustituir 5 motores, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 9, con lo cual se obtendría un ahorro de US\$ 8.402 al año; para lo cual es necesario realizar una inversión de US\$ 9.515.

Aplicando el mismo procedimiento que para el numeral 4.3.3, se tiene lo siguiente:

- Con financiamiento propio: 1.13 años
- Con financiamiento Bancario : 1.28 años

Planta recuperadora de placas

En esta planta es necesario sustituir 2 motores, los cuales se encuentran identificados en el Anexo No 8, con lo cual se obtendría un ahorro de US\$ 236 al año; para lo cual es necesario realizar una inversión de US\$ 2.430.

En este caso con inversión de capital propio la recuperación sería en 10.3 años, con préstamo bancario su recuperación sería en un tiempo muy largo.

Planta de traslúcidos

En esta planta es necesario sustituir 1 motor, el cual se encuentra identificado en el Anexo No 9, con lo cual se obtendría un ahorro de US\$ 215 al año; para lo cual es necesario realizar una inversión de US\$ 2.050.

En este caso con inversión de capital propio la recuperación sería en 9.5 años, con préstamo bancario su recuperación sería en un tiempo muy largo.

Con esta alternativa se obtendría un ahorro total de US\$ 8.851 al año, con una inversión total de US\$ 13.995, aplicando el mismo procedimiento que para el numeral 4.3.3, se tiene lo siguiente:

- Con financiamiento propio : 1.58 años
- Con financiamiento bancario : 1.87 años

4.4 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

4.4.1 Introducción

Una vez realizados los análisis de las alternativas tanto técnicas, como económicas, corresponde entonces la selección de las alternativas que más convenga a los intereses de la TUBASEC, para lo cual se analizará cada una de las alternativas descritas en los numerales 4.2 y 4.3; dando un orden de prioridad que pueda ser implementado con mayor facilidad y con el menor costo posible.

4.4.2 Selección de Alternativas por la Relación Beneficio/Costo.

Para seleccionar las alternativas por la Relación Beneficio/Costo, es lógico que se escogerá las alternativas de menor costo; por lo tanto se ha seleccionado la siguiente alternativa:

ALTERNATIVA N.1.

En esta alternativa se ha seleccionado a aquellas en las cuales no es necesario realizar ninguna inversión y sin embargo se obtienen ahorros importantes de energía y económicos.

- Suspender un transformador de 630Kva de la cámara de transformación de las Planchas EUROLIT.
- Sustitución de motores eléctricos que se encuentran sobredimensionados, por motores eléctricos de una potencia adecuada, con motores existentes en bodega, o reubicados; estos motores son de una eficiencia estándar.
- Reprogramar los días y horarios de trabajo de las plantas de Ecuateja, traslúcidos y recuperadora de placas.

4.4.3 Selección de alternativas mediante la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)

- a) **Si se considera las alternativas por planta, se tiene la selección de las siguientes alternativas:**

ALTERNATIVA N.1

En esta alternativa se ha seleccionado aquella que presenta un ahorro de 99. 126 Kwh/año, US\$ 12.947, con una inversión de US\$ 7.449 y una recuperación de 0.57 años con capital propio y 0.62 con préstamo bancario, es la siguiente:

- Sustitución de motores eléctricos que se encuentran sobredimensionados, por motores eléctricos de una potencia adecuada, con motores de Alta Eficiencia en la Planta de Techos EUROLIT.

ALTERNATIVA N.2

En esta alternativa se ha seleccionado aquella que presenta un ahorro de 84.021 Kwh/año, US\$ 8.402 al año, con una inversión de US\$ 9.515 y una recuperación de 1.13 años con capital propio y 1.28 con préstamo bancario, es la siguiente:

Sustitución de motores eléctricos cuya capacidad es la adecuada, por motores Eficientes en la Planta de Techos EUROLIT.

- b) Si se considera el total de cada una de las alternativas planteadas , se tiene la siguiente selección:**

ALTERNATIVA N.1

En esta alternativa se ha seleccionado aquella que presenta un ahorro de 137.662 Kwh/año, US\$ 13.766 al año, con una inversión de US\$ 9.918 y una recuperación de 0.7 años con capital propio y 0.8 con préstamo bancario, es la siguiente:

Sustitución de motores eléctricos que se encuentran sobredimensionados, por motores eléctricos de una capacidad adecuada, por motores Eficientes.

ALTERNATIVA N.2

En esta alternativa se ha seleccionado aquella que presenta un ahorro de 18.030 Kwh/año, US\$ 1.803, con una inversión de US\$ 2.100 y una recuperación de 1.16 años con capital propio y 1.32 con préstamo bancario; es la siguiente:

Suspensión de transformador de 313 Kva y alimentar la carga de este, mediante cable 4/0.

ALTERNATIVA N.3

En esta alternativa se ha seleccionado aquella que presenta un ahorro de 88.524 Kwh/año, US\$ 8.852 al año, con una inversión de US\$ 13.995 y una recuperación de 1.58 años con capital propio y 1.87 con préstamo bancario, es la siguiente:

Sustitución de motores eléctricos cuya capacidad es la adecuada, por motores eléctricos eficientes.

Si se considera las tres alternativas planteadas, se tendría un ahorro de 244.210 Kwh/año, US\$ 24.421 al año, con una inversión de US\$ 26.013; se lograría una recuperación 1.06 años con capital propio y 1.17 con préstamo bancario.

4.4.3 Proyecto Global a ser implementado para Ahorro de Energía

El Proyecto Global que se recomienda que sea implementado en base a las diferentes alternativas analizadas y recomendadas, es el siguiente:

- Se implemente inmediatamente aquellas alternativas en las cuales Tubasec, para su implementación no necesita realizar ninguna inversión.
- Se priorice las inversiones en aquellas alternativas cuyos ahorros de energía eléctrica son mayores y la recuperación de las inversiones que son necesarias para su implementación sean las de menor tiempo, sea con capital propio o vía financiamiento bancario.
- Que aquellas alternativas que para su implementación es necesario realizar inversiones cuyo tiempo de recuperación resulta muy largo, se dejarían para que una vez recuperada la inversión de las alternativas recomendadas, con el ahorro de estas, poder implementar las otras alternativas que inicialmente no justifican su implementación.

Se presenta el proyecto que se debe aplicar para el ahorro de energía eléctrica:

Cuadro No 2 : Proyecto a implementar para el Ahorro de Energía Eléctrica

FASE	MEDIDA	TIEMPO DE IMPLEMENTACION	ACCION REQUERIDA
1	Implementar la Organización Energética	Inmediato	Designar un Responsable y el Comité de Gestión Energética
1	Emprender en un programa de concientización de todo el personal para que se comprometan a unir esfuerzos para utilizar adecuadamente la energía eléctrica.	Inmediato	Realizar una campaña interna del uso eficiente de la energía.
1	Suspender un transformador de 630 Kva, de la Cámara de Transformación de la Planta de Techos EUROLIT	Inmediato	Desconectar el transformador y alimentar la carga solo con uno.
1	Cambiar motores sobredimensionados, por motores existentes, eficiencia estandar, de potencias adecuadas.	Inmediato	El jefe de mantenimiento, deberá programar el cambio de los motores.
1	Disminuir la demanda facturable	Inmediato	Realizar una reprogramación de los días y horarios de producción de las Planta de ECUATEJA, Traslúcidos y Recuperadora de Placas.
2	Cambiar motores sobredimensionados, por motores de alta eficiencia de potencias adecuadas.	Corto plazo	Se debe proceder con la adquisición de los motores, luego el jefe de mantenimiento, deberá programar el cambio de los motores.
3	Cambiar motores de capacidad adecuada, por motores de alta eficiencia.	Luego de recuperada la inversión de la medida anterior.	Se debe proceder con la adquisición de los motores, luego el jefe de mantenimiento, deberá programar el cambio de los motores.
3	Suspender el transformador de 313 Kva.	Simultaneo la medida anterior.	Adquirir el cable, instalarlo y retirar el transformador.
4	Cambiar los motores existentes que se dañen, por motores eficientes.	Cuando ocurra lo indicado en esta medida.	Adquirir el motor eficiente y proceder a cambiarlo.

CAPITULO V

5.1 PLAN MÍNIMO COSTO

5.1.1 Introducción

Es importante que se al industrial se le pueda demostrar que existen acciones a tomar inmediatamente para obtener ahorro de energía eléctrica y por lo tanto disminución en el pago de su planilla mensual de consumo de energía eléctrica, cuando se tengan los resultados esperados, creara credibilidad y confianza en el funcionario o funcionarios de la empresa que tienen poder de decisión, lo cual permitiría posteriormente ir implementando los otras alternativas; por lo tanto en este plan se consideran aquellas alternativas que son de inmediata aplicación y no es necesario realizar ninguna inversión.

5.1.2 Plan de mínimo Costo en las diferentes Plantas

- Implementar el Comité de Gestión Energética de TUBASEC.

Planta de techos EUROLIT

- Suspender un transformador de 630 Kva de la cámara de transformación de la Planta de Techos EUROLIT, con lo cual se obtendría un ahorro de 14.750 Kwh/año y US\$ 1.475 al año.

- Sustitución de 13 motores que se encuentran sobredimensionados con motores existentes en la bodega, los mismos que se encuentran descritos en el Anexo No 7, con lo cual se obtendría un ahorro de 99.126 Kwh/año y US\$ 9.912 al año.

Planta de Ecuateja

- Sustitución de 2 motores que se encuentran sobredimensionados con motores existentes en la bodega, los mismos que se encuentran descritos en el Anexo No 7, con lo cual se obtendría un ahorro de 4.207 Kwh/año y US\$ 420 al año.

Planta Recuperadora de Placas

- Sustitución de 1 motor que se encuentra sobredimensionado con motor existente en la bodega, el mismo que se encuentra descrito en el Anexo No 7, con lo cual se obtendría un ahorro de 2.160 Kwh/año y US\$ 216 al año.

Reprogramar los horarios de producción de las plantas ECUATEJA, Recuperadora de Placas y Traslúcidos, con lo cual se logrará disminuir en 70 Kw la demanda facturable, obteniéndose un ahorro de US\$ 4.800 al año.

Con estas medidas, sin realizar ninguna inversión, se lograría un ahorro de 120.243 Kwh/año, disminución de 70 Kw la demanda facturable y un ahorro de US\$ 16.864 al año.

5.2 PLAN DE EQUIPAMIENTO E INVERSIONES

5.2.1 Introducción

Para completar el plan general de uso eficiente de la energía eléctrica, en base a lo analizado en el numeral 4.4 referente a la selección de alternativas, será necesario emprender en un plan de equipamiento, para lo cual se tendrá que realizar varias inversiones priorizando las que son más rentables, dependiendo del tiempo de recuperación.

5.2.2 Plan con inversiones en las diferentes Plantas

Planta de Techos Eurolit

- Sustitución de 13 motores que se encuentran sobredimensionados por motores de una potencia adecuada y de alta eficiencia; los mismos que se encuentran descritos en el Anexo No 8, con lo cual se obtendría un ahorro de 129.470 Kwh/año y US\$ 12.947 al año, para lo cual se requiere realizar una inversión de US\$ 7.449; esta inversión se recuperaría en 0.57 años si la inversión se la realiza con capital propio y en 0.62 años, si se lo realiza con un préstamo bancario.
- Sustitución de 5 motores cuya capacidad es adecuada por motores de alta eficiencia; los mismos que se encuentran descritos en el Anexo No 9, con lo cual se obtendría un ahorro de 84.021 Kwh/año y US\$ 8.402 al año, para lo cual se requiere realizar una inversión de US\$ 13.995; esta inversión se recuperaría en 1.13 años si la inversión se la realiza con capital propio y en 1.28 años, si se lo realiza con un préstamo bancario.

- Sustitución de 30 lámparas de Hg de 250W, por lámparas de 150W de Na, con lo cual se obtendría un ahorro de 12.960 Kwh/año y US\$ 1.296 al año, para lo cual se requiere realizar una inversión de US\$ 2.400; esta inversión se recuperaría en 1.85 años si la inversión se la realiza con capital propio y en 1.36 años, si se lo realiza con un préstamo bancario.
- Suspensión de transformador de 313Kva y alimentar la carga de este, mediante cable 4/0; con lo cual se obtendría un ahorro de 18.030 Kwh/año y US\$ 1.803 al año, para lo cual se requiere realizar una inversión de US\$ 2.100; esta inversión se recuperaría en 1.16 años si la inversión se la realiza con capital propio y en 1.32 años, si se lo realiza con un préstamo bancario (Anexo No 6).

Si se considera todas las plantas como un total, se obtendría el siguiente plan de equipamiento e inversiones:

- Sustitución de 16 motores que se encuentran sobredimensionados, por motores eficientes de una capacidad adecuada; los mismos que se encuentran descritos en el Anexo No 8, con lo cual se obtendría un ahorro de 137.662 Kwh/año y US\$ 13.766 al año, para lo cual se requiere realizar una inversión de US\$ 9.918; esta inversión se recuperaría en 0.7 años si la inversión se la realiza con capital propio y en 0.8 años, si se lo realiza con un préstamo bancario.
- Sustitución de 8 motores cuya capacidad es la adecuada, por motores de alta eficiencia; los mismos que se encuentran descritos en el Anexo No 9, con lo cual se obtendría un ahorro de 88.524 Kwh/año y US\$ 8.852 al año, para lo cual se requiere realizar una inversión de US\$ 13.995; esta inversión se recuperaría en 1.58 años si la

inversión se la realiza con capital propio y en 1.87 años, si se lo realiza con un préstamo bancario.

- Considerando un plan total se tendría un ahorro de 244.210 Kwh/año, US\$ 24.421, para lo cual se requiere realizar una inversión de US\$ 26.013; esta inversión se recuperaría en 1.06 años si la inversión se la realiza con capital propio y en 1.17 años, si se lo realiza con un préstamo bancario.

Si se consideran los planes de mínimo costo y el de equipamiento e inversiones, se obtendría un ahorro de 258.960 Kwh/año, una disminución de 70 Kw en la demanda facturable y US\$ 30.796 al año, por lo que la inversión se recuperaría en 0,84 años si se lo realiza con capital propio y en 0,95 años si se lo realiza con préstamo bancario.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Analizados los resultados obtenidos en este trabajo, así como la evaluación técnico – económica de las diferentes alternativas, se llegan a obtener las siguientes conclusiones:

1. Sin realizar ninguna inversión y con una implementación inmediata, se lograría obtener un ahorro de 120.230 Kwh/año, 70 Kw en la demanda facturable y un ahorro de US\$ 16.864 al año.
2. Si la administración de TUBASEC, tomaría la decisión de realizar una inversión de US\$ 26.013, se lograría obtener un ahorro de 258.960 Kwh/año, una disminución de 70 Kw en la demanda facturable y un ahorro de US\$ 30.796 al año; recuperándose esta inversión en 0,84 años si se lo realiza con capital propio y en 0,95 años si se lo realiza con un préstamo bancario al 18% de interés anual.
3. La hipótesis planteada, se cumple por cuanto al aplicar el programa de uso eficiente de energía eléctrica descrito en este trabajo, se logra un ahorro de aproximadamente del 15% en la planilla mensual de consumo energía eléctrica, lo cual les permite a la Empresa obtener una disminución en sus costos operativos.

4. Este trabajo es un modelo de uso eficiente de energía eléctrica; programa con el cual los industriales pueden emprender en alternativas que les permitirá disminuir sus costos operativos, ser más eficientes y más competitivos.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Que la Empresa, implemente en forma inmediata la alternativa en la cual no se requiere realizar ninguna inversión y que permitiría obtener ahorros importantes, esto demostrará a los Accionistas que se puede lograr un ahorro de energía eléctrica y una disminución en el valor de la planilla.
2. Una vez implementada la recomendación que no requiere inversión y probado durante tres meses; la Empresa debería invertir para completar el programa propuesto y obtener ahorros más significativos; esta inversión podrá ser a criterio de la Empresa con fondos propios o con financiamiento bancario.
3. Que la Empresa previo a la implementación del plan propuesto, tome en consideración que los diferentes motores ya cumplieron su vida útil y que por lo tanto ya se recupero sus valores y a la fecha debe TUBASEC tener la provisión para su reemplazo.

4. Que la Empresa, implemente el plan de uso eficiente de la energía eléctrica descrito en este trabajo, con lo cual obtendrá: ahorro de energía, de potencia y disminución en la planilla mensual, reduciendo sus costos operativos y permitiéndole ser más competitivo; mejorando de esta manera la rentabilidad de la Empresa.
5. Que este trabajo se haga conocer a la Cámara de Industriales de Riobamba, para que difunda entre sus agremiados, esto permitirá que aquellos se interesen y busquen alternativas como esta, de uso eficiente de energía eléctrica.
6. Que se implemente el Comité de Gestión Ambiental, el cual deberá estar conformado por el Jefe de Mantenimiento, quien presidirá, el Jefe de Producción, los jefes de cada una de las Plantas, el jefe de adquisiciones y un funcionario administrativo delegado por la Gerencia.
7. Finalmente como Autor de este programa – modelo, mi compromiso con el sector productivo de la provincia y el país para ser un facilitador de la aplicación del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Energía y Minas - Ecuador, 2001. Programa de Ahorro de Energía.
2. Ministerio de Energía y Minas - Ecuador, 2001. Uso Racional de Energía para Capacitadores.
3. Ministerio de Energía y Minas - Ecuador, 2001. Seminario Internacional Uso Eficiente de la Energía.
4. Ley de Régimen del Sector Eléctrico Ecuatoriano.
5. CONELEC. Regulaciones y Políticas Tarifarias Vigentes.
6. Empresa Eléctrica Riobamba S.A. Estadísticos de Consumos y Facturación.
7. Fundación PESENCA, Colombia, 1994. Manual de Uso Racional de la Energía en la Industria.
8. Hagler, Bailly, Company, AID USA, 1985. Manual de Auditoria Energética Industrial.
9. Catálogos de Motores y Equipos Eficientes de diferentes Fabricantes.
10. ECUATRAN, 2003. Catálogos de transformadores.
11. Procobre Perú – Publicaciones.
12. SAPAG. Preparación y Evaluación de Proyectos.
13. Carlos E. Mendez A. Metodología, Guía para elaborar diseños de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2. Ministerio de Energía y Minas - Ecuador, 2001. Programa de Ahorro de Energía.