



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

***ESTUDIO Y PLANEACIÓN DEL AHORRO DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL DE LA MUJER DE LA SSA***

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTA
JAIME MALDONADO LEMUS**

**ASESOR
ING. CARLOS MANUEL SÁNCHEZ GONZÁLEZ**

MORELIA, MICH.

MAYO DE 2006

A mi hijo José Angel, que con su llegada vino a motivar mi espíritu de superación.

A mi esposa Sandra, quien me ha apoyado en todo momento.

A mi Madre, ya que fue pilar indiscutible en mi preparación.

A mis Hermanos quienes me apoyaron en su momento.

A mis maestros, pues con su enseñanza pude desarrollarme con aceptación.

A mi Universidad, que me dio las herramientas para abrirme paso en el área laboral.

***ESTUDIO Y PLANEACION DEL AHORRO
DE ENERGIA ELÉCTRICA EN EL***



HOSPITAL DE LA MUJER DE MORELIA

SSA

OBJETIVO

El objetivo de éste trabajo es que sirva de referencia y apoyo técnico al personal y alumnos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, en el estudio y planeación de las instalaciones eléctricas, tomando en cuenta la necesidad de introducir desde el inicio en la construcción de la obra, equipos eficientes de alumbrado y fuerza del tipo ahorrador para así evitar un desperdicio de la Energía Eléctrica. Así mismo, presentar a las Empresas e Instituciones en general y en particular a las del Sector Salud, la necesidad de elaborar programas y realizar acciones encaminadas a la reducción en el consumo de la energía eléctrica, mediante un correcto diseño de las instalaciones, ejemplificando esto para el Hospital de la Mujer de la Secretaría de Salud en el Estado y comprobando de acuerdo a los trabajos realizados, el porcentaje de energía ahorrada así como la disminución en el pago realizado a Comisión Federal de Electricidad.

Por otro lado, se pretende indicar el tiempo en que se podría recuperar la inversión empleada y sobre todo, hacer conciencia de la plantilla de trabajadores así como del público usuario, la necesidad de adoptar una cultura de ahorro en la energía eléctrica, para que en el futuro las nuevas generaciones no carezcan de posibles reducciones en la misma debido al mal uso de ella y al agotamiento de los recursos naturales que se emplean para la generación del fluido eléctrico.

También deseo cumplir con el compromiso adquirido con mi Universidad, la sociedad, mi familia y en particular con la Facultad de Ingeniería Eléctrica en la obtención de mi título profesional, al poner a su disposición éste trabajo como tesis profesional.

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
CAPITULO I.- CONDICIONES ACTUALES DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN EL HOSPITAL DE LA MUJER	
1.1.- Antecedentes del ahorro de la Energía Eléctrica	6
1.2.- Importancia en el Ahorro de la Energía Eléctrica	6
1.2.1.- Aspecto económico	6
1.2.2.- Aspecto social	7
1.2.3.- Aspecto ambiental	7
1.3.- Políticas de eficiencia energética	7
1.4.- Principales retos del sector energético en algunos países de América	8
1.5.- Potencia de ahorro	10
1.6.- Programa de ahorro de energía eléctrica en América Latina	11
1.7.- Elementos básicos de la estrategia para desarrollar programas nacionales de ahorro de la energía eléctrica	12
1.7.1.- Organización	12
1.7.2.- Exploración	13
1.7.3.- Demostración	13
1.7.4.- Multiplicación	14
1.7.5.- Consolidación	14
1.8.- Avances y resultados en materia de energía eléctrica en México	15
1.8.1.- Integración del FIDE	15
1.9.- Ahorros logrados	16
1.10.- Ahorros acumulados	17
1.11.- Análisis de los sistemas eléctricos del Hospital de la Mujer	20
1.12.- Consumo de la energía eléctrica en alumbrado y fuerza del Hospital de la Mujer	21
1.12.1.- Equipos de aire acondicionado	25
1.12.2.- Equipos de extracción de aire	26
1.12.3.- Unidades autocontenidas	27
1.12.4.- Ventiladores de inyección	28
1.12.5.- Unidades condensadoras	29
1.12.6.- Unidades lavadoras de aire	30
1.12.7.- Sistema de compresión de aire	31
1.12.8.- Sistema hidroneumático	32
1.12.9.- Planta de tratamiento de agua residual	33
1.12.9.1.- Descripción de los procesos	34
1.12.10.- Lavandería	36
1.13.- Características de los circuitos existentes	37
CAPITULO II.- ACCIONES PROPUESTAS A REALIZAR PARA EL AHORRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	
2.1.- Recomendaciones para disminuir el consumo de energía en alumbrado	44
2.2.- Características generales de las lámparas	45

PAGINA

2.2.1.- Lámparas fluorescentes	45
2.2.2.- Balastos	46
2.2.3.- Controles de alumbrado	47
2.2.4.- Lámparas de halógeno	49
2.2.5.- Lámparas de vapor de mercurio	49
2.2.6.- Lámparas de aditivos metálicos	49
2.3.- Motores eléctricos de alta eficiencia	51
2.3.1.- Consideraciones para la selección del motor de alta eficiencia	51
2.4.- Tipos de tarifas aplicadas por la C.F.E.	52
2.4.1.- La tarifa horaria	54
2.5.- Consumo de la energía eléctrica en el Hospital	55
2.6.- Calculo del banco de capacitores	58
2.7.- Calculo de la capacidad de los interruptores que alimentará los capacitores	63
2.8.- Cálculo del calibre del conductor para los interruptores	67
2.9.- Cálculo del numero de las lámparas por área	68
2.9.1.- Pasillo de CEYE	70
2.9.2.- Oficinas Administrativas	73
2.10.- Conceptos generales por área y ahorro de KWH	78
2.11.- Cálculo del ahorro de los KWH en fuerza	82
2.12.- Costo de la energía ahorrada	84
2.13.- Consideraciones generales	84
2.14.- Resultados obtenidos en las primeras acciones	85
2.15.- Comparación del consumo de la energía eléctrica, año 2003 con 2004	87
2.16.- Programa computacional para calcular la capacidad de un banco de capacitores	89
2.16.1.- Diagrama a bloques	89
2.16.2.- Diagrama de flujo	90
2.16.3.- Corrida del programa	96

CAPITULO III.- COSTO DE LA INVERSIÓN

3.1.- Descripción	98
3.2.- Material para relocalización de controles de aires acondicionados	98
3.3.- Trabajos mediante un contratista	101
3.3.1.- Mano de obra en instalación del banco de capacitores	102
3.3.2.- Mano de obra en los trabajos del alumbrado	104
3.4.- Trabajos mediante personal de base de la Secretaría de Salud	105
3.5.- Acciones pendientes por realizar	106
3.5.1.- Censores de presencia	106
3.5.2.- Motores de alta eficiencia	107
3.5.3.- Cambio de motores monofásicos por trifásicos	107

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES, APÉNDICE, ABREVIATURAS Y BIBLIOGRAFÍA

4.1.- Conclusiones	109
4.2.- Apéndice	110
4.3.- Abreviaturas	122
4.4.- Bibliografía	124

RESUMEN

En el primer capítulo presento inicialmente un análisis en forma global de la importancia que tiene el ahorro de la energía eléctrica, mencionando las acciones que están realizando algunos países de América y en especial en el nuestro.

Después señalo las características de los equipos de fuerza y alumbrado, así como los circuitos que llegan a cada tablero. En el capítulo II muestro las propuestas que son necesario realizar para reducir el consumo de energía eléctrica, iniciando con la instalación de un banco de capacitores en la subestación eléctrica del Hospital, con lo cual se eliminaría la multa que está cobrando la Comisión Federal de Electricidad debido al bajo factor de potencia.

En éste mismo capítulo diseño un programa de computadora para calcular el valor adecuado del banco de capacitores por instalar, mostrando el diagrama a bloques, después el diagrama de flujo y en el apéndice represento la codificación del mismo.

Posteriormente se realiza el cálculo de los niveles de iluminación en algunas áreas, para justificar la reducción o modificación del número de lámparas, sin que disminuya la iluminación por debajo de lo permitido en las normas. Además se señala una serie de acciones que son necesario llevar a cabo, para evitar un alto consumo de energía eléctrica producido por los equipos de fuerza.

En el capítulo III se presenta el costo de la inversión así como el material necesario para realizar los trabajos mediante un contratista o utilizando personal de base de la Secretaría de Salud y finalmente en el capítulo IV muestro las conclusiones del trabajo, el apéndice, las abreviaturas de las literales usadas y la bibliografía consultada.

INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN

El Hospital de la Mujer es una institución de la Secretaría de Salud en el Estado, la cual inició la construcción de la obra en el año 2000, con recursos Federal y Estatal entrando en operación en el mes de Septiembre del 2001. Éste Hospital tiene como misión, el brindar servicios médicos de óptima calidad mediante la atención profesional a las mujeres, a través de un trato digno y respetuoso que satisfaga sus necesidades y responda a sus expectativas de salud, especialmente a la población femenina de escasos recursos de todo el estado. Además cuenta con los servicios de urgencias, consulta externa, rayos x, tomografía, quirófano, ultrasonido, laboratorio, patología, otorrinolaringología, etc. Y ofrece las especialidades de cardiología, traumatología, neurología, entre otras.

El equipo con que cuenta es de primer nivel ya que se realizó la adquisición del mismo con los mejores proveedores en el país para garantizar una atención de calidad, así mismo, se contrató a la primer plantilla de personal medico, paramédico y administrativo, escogiendo las personas mas idóneas que reúnan las características requeridas en el puesto.

Estas instalaciones en su funcionamiento demandan una gran cantidad de energía eléctrica ya que cuenta con equipos de primer nivel muy sofisticados en algunas áreas, así como equipos de aire acondicionado, extractores de aire, una planta eléctrica de emergencia de 600 KW, planta de tratamiento de agua residual, dos calderas de 60 CC para la generación de vapor y agua caliente, alumbrado de varios tipos, compresores, lavadoras de ropa, etc.; todos ellos ocasionan un gran consumo de energía eléctrica con su funcionamiento, pues no se tiene la planeación adecuada para la operación de los equipos así como el encendido del alumbrado ya que en algunas áreas permanece funcionando éste todo el día, por lo que es necesario realizar un estudio general para ir ahorrando energía sin alterar el funcionamiento de las instalaciones y poder destinar mas presupuesto para el mantenimiento del Hospital.

En éste trabajo señalo las acciones que hay que realizar para reducir el consumo de energía eléctrica, conteniendo en el primer capitulo una semblanza de la importancia del ahorro de la energía eléctrica en varios aspectos, además un análisis del crecimiento de la misma a nivel mundial, las inversiones y el consumo de ella, así mismo menciono las políticas del tema, algunos programas de ahorro de la energía eléctrica en algunos países de América Latina y enseguida presento los avances logrados así como los resultados en México de esa materia.

Por otro lado, elaboro un análisis detallado de las condiciones del sistema eléctrico del Hospital de la Mujer, particularizando en el tipo de iluminación, cantidad de lámparas así como la carga conectada en fuerza.

En el capitulo II se especifican los tipos de tarifas aplicadas por la Comisión Federal de Electricidad a los diferentes usuarios, después las características de las lámparas ahorradoras en los sistemas de iluminación, los motores eléctricos de alta eficiencia, para después entrar a las acciones que propongo para efectuar el ahorro de la energía eléctrica, incluyendo un programa en computadora para realizar la corrección del factor de potencia, mediante la instalación de un banco de capacitores.

Estos trabajos que propongo a realizar, acarrearán un gasto de dinero en la adquisición del equipo y material, entendiéndose que lo invertido se recuperará a mediano plazo mediante la reducción en el pago mensual de la energía eléctrica y por otro lado, se alargará la vida útil a los motores, lámparas y aires acondicionados al tener un control programado en su funcionamiento.

Para ello fue necesario realizar un análisis por área, tomando en cuenta los planos que entregó la constructora y comparando las instalaciones físicamente para constatar lo que en ellos se especifica ya que en algunas partes, no coincide lo señalado en ellos con lo instalado en el lugar y además se realizaron pequeñas modificaciones en forma extemporánea que no se anotaron en los mismos.

En el capítulo III, muestro el costo de la inversión de acuerdo al material que se va a emplear en los trabajos, mediante un contratista o con personal de base del departamento de conservación y mantenimiento, indicando también el tiempo en el cual se lograría recuperar la cantidad invertida, así como los resultados obtenidos al realizar éstas acciones.

Finalmente en el capítulo IV, anoto las conclusiones del trabajo especificando las acciones o trabajos que quedaron pendientes por realizar, pudiéndose hacer en el futuro siempre y cuando sean autorizados por la Secretaría de Salud en el Estado.

CAPITULO I

**CONDICIONES ACTUALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO Y
FUERZA EN EL HOSPITAL DE LA MUJER**

1.1.- ANTECEDENTES DEL AHORRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

En la actualidad, no es posible pensar en la existencia del mundo sin la disponibilidad de los beneficios que nos ofrecen las distintas fuentes de energía; por ejemplo, de la electricidad depende gran parte de la vida contemporánea y ha sido solo por la innovación y desarrollo tecnológico, que se cuenta con los recursos técnicos que garantizan la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, requerida para el desarrollo socioeconómico del mundo actual. De acuerdo a esto, podemos afirmar que en términos generales, se ha avanzado en el proceso de garantizar un suministro de energía eléctrica conforme a las necesidades de los sectores productivos y de la sociedad; sin embargo, en los países en desarrollo el rezago en este rubro aún es muy grande.

Los estudios realizados con tendencias a optimizar los trabajos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, continúan como prioridad temática en los países sin embargo, a partir de los sucesos que modificaron sustancialmente el entorno energético mundial y desde el momento en que se ha creado una conciencia sobre la necesidad de alcanzar un desarrollo sustentable, basado en la preservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, se enfrenta un nuevo desafío que consiste en encontrar acciones que permitan el uso eficiente de la energía.

Actualmente, el ahorro de energía se ha convertido también en un elemento clave para lograr un suministro suficiente y oportuno de energía, lo que ha provocado un cambio en los enfoques tradicionales que se basaban en proveer de energía de acuerdo al crecimiento de la oferta, en tanto que los enfoques actuales se basan también en el concepto de “administración por el lado de la demanda”, esto significa el aplicar acciones que permitan moderar el ritmo de crecimiento en el consumo, sin afectar las condiciones de producción, bienestar o seguridad de los usuarios.

1.2.- IMPORTANCIA DEL AHORRO EN LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Para comprender la importancia y necesidad del ahorro de la energía eléctrica, es conveniente visualizar el impacto del sector energético sobre los países y su desarrollo desde el punto de vista económico, social y ambiental.

1.2.1.- ASPECTO ECONÓMICO

Desde éste punto de vista, el origen de los recursos energéticos es un factor determinante en la vulnerabilidad de las economías ya que las de muy alto índice de importación de energéticos, son muy sensibles a los precios y a la oferta de los mismos en los mercados internacionales; esto mismo ocurre en los países exportadores, especialmente en los que éste concepto es un componente importante de su producto interno bruto (PIB). Por otro lado, teniendo una alta intensidad energética, acarrea una productividad y competitividad reducida y como consecuencia una alta sensibilidad a los precios de los energéticos.

Adicionalmente si no se cuenta con una seguridad razonable en el suministro energético, el resultado es una pérdida significativa en la atracción de inversiones productivas y un incremento en costos de producción, aunado a la necesidad de disponer de alternativas de costos muy elevados para asegurar el abastecimiento de energía.

Otro aspecto importante es el nivel de inversiones, el cual requiere de mantener una infraestructura eléctrica capaz de satisfacer las necesidades crecientes de éste recurso, así como las inversiones que desencadena en otros sectores de la economía, que proveen los insumos para la expansión en la capacidad de suministro de energía eléctrica.

1.2.2.- ASPECTO SOCIAL

En éste aspecto, el nivel y la estructura del consumo energético es un indicador del nivel de vida de la población, al comprobarse que a mayores niveles de electrificación, se logran mejoras en indicadores de desarrollo como mayores probabilidades de vida al nacer, alfabetización y menor mortalidad infantil, entre otros. Es importante también resaltar que el sector energético, representa una fuente primordial de empleo para la construcción de centrales de generación de energía eléctrica. En esta área se requiere de grandes volúmenes de personal especializado, principalmente de ingenieros, además éste sector es gran impulsor del desarrollo e innovación científica y tecnológica.

1.2.3.- ASPECTO AMBIENTAL

En lo que corresponde al área del medio ambiente y recursos naturales, en primer termino es importante considerar que en el caso de América Latina, la generación de energía eléctrica proviene en su mayor parte del uso de recursos no renovables, lo que provoca un doble efecto, por un lado el agotamiento de un recurso que tiene otros usos como materia prima, además del alto impacto ambiental que provoca el uso de combustibles fósiles para la generación eléctrica.

1.3.- POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Debido a razones que abarcan desde cuestiones ambientales hasta la seguridad en el suministro de energía, la mayoría de los países han implantado una serie de políticas de eficiencia energética; aunque cada gobierno hizo su propia elección, respecto a que clase de medidas tomar para tratar esta cuestión y en que forma habrían de aplicarlas, todos los programas analizados caen dentro de cinco categorías básicas, que se describen a continuación:

- 1- Regulaciones restrictivas
 - 2- Información al público
 - 3- Creación de asimetrías de mercado
 - 4- Programas de suministro de fondos y/o prestamos
 - 5- Sociedades de inversión con capital público o privado
-

Los programas de la categoría 1, se basan en legislación restrictiva con objeto de garantizar que los productos manufacturados o comercializados cumplan con las normas de desempeño de eficiencia energética.

Las iniciativas de la categoría 2, se enfocan a crear la conciencia del público sobre cuestiones de alta eficiencia energética, con el fin de lograr una mejor penetración en el mercado de tecnologías eficientes, adopción del control de demanda del lado del usuario y otros cambios deseables en el estilo de vida y comportamiento del consumidor.

La categoría 3 mide el trabajo de inclinar la balanza de tecnologías y aparatos electrodomésticos eficientes, ya sea mediante la compensación de las desventajas económicas que pudieran presentar inicialmente, o sorteando cualquier otra barrera estructural para su adopción o compra.

Las políticas de la categoría 4, se refieren a compradores y consumidores de energía que de otra manera no serían capaces de hacer uso de las tecnologías eficientes debido a sus elevados costos iniciales.

En la categoría 5, la mayor parte de las asociaciones de investigación en las que los departamentos gubernamentales fijan metas y seleccionan proyectos de investigación privados, son para financiarlos mediante procesos de solicitud de ofertas competitivas.

1.4.- PRINCIPALES RETOS DEL SECTOR ENERGÉTICO EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA.

El crecimiento del consumo de energía eléctrica en América, ha sido y será uno de los más importantes a nivel mundial. Este crecimiento podría ser visto como un indicador positivo de desarrollo sin embargo, el alto consumo de energía eléctrica registrado en las dos últimas décadas, tiene un componente importante debido al uso ineficiente de la energía eléctrica, como se observa en el cuadro siguiente:

Tabla No.1
TASA DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
A NIVEL MUNDIAL (PORCENTAJE)

REGIÓN	1960-70	1970-80	1980-90	1990-2020
EU y Canadá	6.8	4.0	2.4	1.0
América Latina	8.3	9.1	4.5	4.7
Europa Occidental	7.3	4.3	2.7	1.5
Europa Central y Oriental	9.6	5.9	1.9	1.4
Oriente Medio y Norte de África	13.6	12.3	10.3	5.0
Resto de África	9.4	7.2	4.2	3.9
Pacífico	10.3	6.9	5.8	3.4
Asia meridional	12.1	7.0	9.4	4.7
Mundo	8.0	5.2	3.5	2.3

En lo que corresponde al rubro de inversiones en el sector energético, cabe señalar que América Latina absorbió el 42% de las inversiones totales a nivel mundial en ese sector, durante el periodo 1990-2000.

El siguiente cuadro ilustra las necesidades de inversión por tipo de energético, destacando las referidas a la energía eléctrica que equivale a la tercera parte del total.

Tabla No. 2
INVERSIONES NECESARIAS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A NIVEL
MUNDIAL EN EL PERIODO 1990-2020

ENERGÉTICO	INVERSIONES (U\$D X 10¹²)	PARTICIPACIÓN
Carbón	4	13%
Petróleo	6	20%
Gas natural	7	23%
Electricidad	10	33%
Renovable	3	11%
Total	30	100%

Por otro lado, las inversiones necesarias a nivel mundial de los países en desarrollo, serán hasta cuatro veces superiores a las de los países desarrollados. En la década de los 90's la cobertura de energía eléctrica en América Latina, se incrementó de 74% a 88% y el consumo doméstico aumentó en 45% como se observa en la tabla siguiente:

Tabla No.3
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (MWH / AÑO)

REGIÓN	1960	1970	1980	1990	2020
EU y Canadá	4.85	8.14	10.84	12.60	14.20
América Latina	0.33	0.56	1.06	1.34	3.27
Europa Occidental	1.65	3.04	4.36	5.44	7.97
Europa Central y Oriental	0.92	2.09	3.53	3.61	5.35
Oriente Medio y Norte de África	1.14	1.64	2.70	3.55	4.75
Resto de África	0.14	0.27	0.40	0.45	0.58
Pacífico	0.22	0.48	0.77	1.17	2.36
Asia Meridional	0.04	0.10	0.15	0.30	0.70
Mundo	0.76	1.34	1.85	2.19	2.84

Sin embargo el rezago con relación a otras regiones del mundo principalmente la de países desarrollados, ha sido y continuará siendo muy grande. El crecimiento de la energía en América Latina, podría ser visto como un indicador positivo de desarrollo sin embargo, el alto consumo en las dos ultimas décadas tiene un componente importante debido al uso ineficiente de la energía.

Los pronósticos de crecimiento del consumo de energía y el producto interno bruto, ratifican el mantenimiento de patrones de uso ineficiente de la energía.

Si bien se han registrado avances en la reducción y eliminación de subsidios, lo que se ha traducido en señales claras a los usuarios del valor de la energía eléctrica, lo cual ha propiciado un uso mas eficiente de la energía, resulta claro que la aplicación de precios reales de la electricidad, es un factor necesario pero no suficiente para lograr consolidar el ahorro de la energía eléctrica, como una acción permanente y generalizada.

1.5.- POTENCIA DE AHORRO.

Según publicaciones, las principales oportunidades y potenciales de ahorro de energía eléctrica en América Latina, se pueden agrupar en tres grandes categorías. En primer termino los ahorros de energía eléctrica en usos finales (consumidor), aporta el mayor volumen de ahorros, seguido por la disminución de pérdidas en los procesos de transmisión y distribución del fluido eléctrico.

Los datos de la tabla que sigue se refiere solo a las medidas de aplicación mas inmediatas y de mayor rentabilidad, considerando el costo que implica su aplicación, sin embargo, los potenciales de ahorro son aún mayores y su rentabilidad superior debido a los programas y proyectos de ahorro de energía eléctrica realizados por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), así como de la experiencia adquirida por este mismo organismo a traves de los proyectos de asistencia técnica en diferentes países de Latinoamérica sobre ahorro de energía eléctrica.

Tabla No. 4
MEDIDAS MAS APLICABLES

MEDIDAS	AHORROS GWH / AÑO	COSTO ANUAL (MDU\$S)
Ahorro de energía	92,000	3,700
Disminución de pérdidas técnicas	26,300	2,100
Total	118,300	5,800

A fin de proporcionar una idea de la rentabilidad de los programas de ahorro de energía eléctrica, de acuerdo a los ahorros obtenidos en los diferentes programas y proyectos realizados por el FIDE, el costo por KWH ahorrado asciende a 0.013 U\$D, en tanto que la inversión por KW evitado o ahorrado ha sido de 132 U\$D.

1.6.-PROGRAMAS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN AMÉRICA LATINA.

A continuación, se presenta una breve semblanza de los esfuerzos realizados por algunos países de América que han realizado acciones de aplicación sistemática en materia de ahorro de energía eléctrica.

-BRASIL.

La Agencia Nacional de Energía Eléctrica estableció mediante una ley, que las empresas distribuidoras tienen que invertir 1% de sus ingresos, en actividades de eficiencia energética tanto en usos finales como en investigación y desarrollo tecnológico, así como mejoramiento de la eficiencia energética en generación.

-PERÚ.

En 1966 se crea el Programa de Ahorro de Energía en el cual se realizan que realiza diversos esfuerzos para promover el ahorro de la misma, principalmente a través de programas educativos y con un programa que le permitió sustituir lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.

-COSTA RICA.

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz, principal distribuidora de energía eléctrica del país, lleva a cabo acciones para educar a la población infantil sobre el uso racional de la energía eléctrica. Ha impulsado la comercialización de lámparas fluorescentes y el desarrollo de generación eléctrica a partir de fuentes renovables.

-PANAMÁ.

En este país que se ha privatizado totalmente su sector eléctrico, la Comisión de Política Energética, dependencia Gubernamental, tiene la responsabilidad de impulsar la eficiencia energética. Actualmente está en proceso de implementar un programa nacional en la materia, el cual contempla una primera etapa en el sector público para posteriormente dirigirlo al sector privado incluyendo a los usuarios domésticos.

-COLOMBIA.

En el año 2002 se publicó la ley de eficiencia energética, la cual establece la obligación de instrumentar acciones para impulsar el ahorro de energía en el país; con éste propósito el Ministerio de Energía, ha integrado un grupo de trabajo en el que participan organismos industriales y empresariales del país, instituciones de educación superior y organismos responsables del desarrollo tecnológico, así como otras dependencias Gubernamentales para diseñar un plan a este respecto.

1.7.- ELEMENTOS BÁSICOS DE LA ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR PROGRAMAS NACIONALES DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Junto con la organización de varios grupos en México, el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), estableció una estrategia integrada por cuatro etapas que son: explorar, para conocer las áreas de oportunidad y potenciales de ahorro existentes; demostrar, a fin de contar con elementos que permitan involucrar a los usuarios en el programa, basándose en la rentabilidad y beneficios de las medidas de ahorro en la energía; detonar (efecto multiplicador), con lo que se ha logrado la difusión y promoción entre los distintos grupos de usuarios, aportando más elementos que contribuyan a disminuir el consumo de energía y por último, consolidar y generalizar la aplicación de todas las medidas en todos los usuarios, con lo que se facilitará la administración de la demanda de energía eléctrica, formando un mercado natural de equipos, servicio y financiamiento de ahorro de energía. Las principales etapas que debe considerar una estrategia de ahorro de energía eléctrica, las podemos describir enseguida:

1.7.1.- ORGANIZACIÓN.

En un programa nacional de eficiencia energética se requiere de la participación de todos los sectores de la población y la economía, integrados en tres grandes grupos: público, privado y social.

Otro tipo de agrupación es por el tipo de funciones, facultades y responsabilidades. De esta forma todo lo relacionado en materia de legislación, normalización, regulación, incentivos fiscales, investigación y desarrollo tecnológico, educación así como la planeación y coordinación de esfuerzos nacionales, requiere la actuación de un organismo público, que en este caso existen dos opciones, en primer término como una dependencia de la Secretaría de Energía y en segundo término consiste en formar un Órgano Nacional estrechamente relacionado con la misma Secretaría pero con mayor autonomía y en el cual participen las dependencias del gobierno nacional, empresas paraestatales e institutos de investigación relacionados con el tema.

En lo que se refiere a la ejecución de proyectos y aplicación de acciones técnicas para asesorar a los usuarios, es necesario contar con organismos de participación mixta, en el que intervengan las empresas eléctricas, los organismos públicos responsables de la eficiencia energética, las empresas industriales, comerciales y de servicios, así mismo las empresas dedicadas a la construcción y los fabricantes de equipos y dispositivos relacionados con el ahorro de energía eléctrica

Estas organizaciones deben contar con una infraestructura que les permita impulsar los programas y proyectos, ejecutando las acciones a través de empresas consultoras, fabricantes y distribuidores de equipos de alta eficiencia. También deben buscar recursos provenientes de la banca de desarrollo y de organismos financieros internacionales que cuentan con programas para apoyar acciones en el campo de la eficiencia energética y protección del medio ambiente.

1.7.2.- EXPLORACIÓN.

Con base en la experiencia de los proyectos y programas desarrollados en diferentes países, se ha comprobado la rentabilidad de las medidas de ahorro de energía eléctrica en los diferentes sectores consumidores. En materia de exploración, es necesario conocer el nivel de disponibilidad de tecnologías en los mercados nacionales ya sea de fabricación interna o importados, los precios de dichos equipos, el nivel de comercialización de ellos así como el conocimiento por parte de los usuarios de los beneficios que aporta.

1.7.3.- DEMOSTRACIÓN

En el cuadro siguiente se ilustra las principales acciones realizadas en los diferentes sectores consumidores de la energía eléctrica, las cuales han demostrado su factibilidad técnica y su rentabilidad económica:

**Tabla No. 8
TRABAJOS REALIZADOS POR SECTOR CONSUMIDOR**

SECTOR	MEDIDAS
Domestico	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas. - Sustitución de equipos de aire acondicionado obsoletos. - Sustitución de refrigeradores de baja eficiencia. - Aislamiento térmico de viviendas.
Industria	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnósticos energético y proyectos integrales para la optimización de sistemas electromotrices, de aire comprimido, bombeo, iluminación y refrigeración. - Corrección de prácticas operativas y de mantenimiento para eliminar desperdicios. - Sustitución de equipos eléctricos obsoletos, por tecnologías de alta eficiencia como motores, alumbrado, bombas, etc. - Reemplazo de equipos antiguos. - Instalación de sistemas y dispositivos ahorradores.
Comercio y Servicios	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnósticos energético y proyectos integrales para la optimización de sistemas de alumbrado, acondicionamiento ambiental y bombeo. - Eliminar desperdicios a traves de la corrección de prácticas operativas y de mantenimiento. - Sustitución de equipos eléctricos obsoletos por tecnologías de alta eficiencia como motores, - Instalación de sistemas y dispositivos aires acondicionados bombas, etc. ahorradores como sensores de presencia, sistemas para el control automático de demanda.

Continuación Tabla No.8

SECTOR	MEDIDAS
Servicios Municipales	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de alumbrado público obsoleto por vapor de sodio en alta presión. - Optimización de sistemas de iluminación de monumentos y plazas públicas. - Instalación de controles de intensidad lumínica horaria. Optimización de sistemas de bombeo de agua potable y residual.
Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de alumbrado incandescente por fluorescente compacto. - Rehabilitación de sistemas de bombeo agrícola.

Los programas y proyectos realizados aplicando las medidas indicadas en el cuadro anterior, han demostrado la factibilidad y rentabilidad sin embargo, es conveniente iniciarlos mediante acciones piloto, que permiten conocer las respuestas de los diversos agentes participantes en estos programas y demostrar localmente sus múltiples beneficios.

1.7.4.- MULTIPLICACIÓN.

En esta etapa es necesario transformar los mercados de equipos, servicios y financiamiento hacia la eficiencia energética donde a partir de los proyectos realizados en un grupo corporativo, cadena comercial o en el sector domestico, promover mediante campañas de información y difusión la aplicación generalizada de medidas de ahorro. esto permite multiplicar las acciones realizadas y con ello aprovechar al máximo los recursos para impulsar éste proceso.

1.7.5.- CONSOLIDACIÓN.

Como punto final se necesita para aplicar la eficiencia energética, el tomar medidas de ahorro de energía eléctrica así como la permanencia de las mismas. Esto implica la elaboración de programas que faciliten la incorporación de equipos eléctricos de alta eficiencia, aplicando mecanismos que estimulen la adquisición de este tipo de tecnologías como pueden ser incentivos económicos o fiscales. Una vez que se logra un nivel de penetración aceptable, lo aconsejable es el desarrollo de normas que impidan la comercialización de equipos ineficientes. A lo largo de aproximadamente 11 años, las empresas han realizado aplicaciones cada vez con mas profundidad y diversificación, integrando en sus proyectos técnicas mas avanzadas.

1.8.- AVANCES Y RESULTADOS EN MATERIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO.

Con el objeto de garantizar un suministro adecuado y oportuno de energía, considerando el acentuado ritmo de crecimiento registrado en la década de los 80's, a partir de 1990 se planteó como un objetivo prioritario el ahorro de energía eléctrica, para lo cual a iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad, se creó el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (**FIDE**), como un organismo de participación mixta con el propósito de impulsar la optimización en el uso de la electricidad tanto en la producción de bienes y servicios, como en su aprovechamiento para usos finales. Esta agrupación, es un organismo privado no lucrativo creado en 1990 para promover proyectos para el ahorro de la energía eléctrica, siendo el resultado de una gran alianza entre los sectores público, privado y social, que permite plantear mecanismos para canalizar recursos y realizar así proyectos tangibles, que faciliten la definición de estrategias y puedan responder a las necesidades de los diferentes agentes involucrados y así ser entonces beneficiados por el ahorro de la energía eléctrica.

1.8.1.- INTEGRACIÓN DEL FIDE

Este Fideicomiso tiene un comité técnico el cual es su órgano de gobierno y está integrado por las siguientes Instituciones:

CFE, Comisión Federal de Electricidad

LFC, Luz y Fuerza del Centro

SUTERM, Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la Republica Mexicana

CONCAMIN, Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos

CANACINTRA, Cámara Nacional de la Industria de la Transformación

CANAME, Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas

CNEC, Cámara Nacional de Empresas de Consultoría

CONAE, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía

Así mismo, permite dar seguimiento y evaluar de forma precisa la gestión del FIDE y el cumplimiento de su misión, la cual consiste en demostrar y difundir con acciones y resultados concretos, las ventajas y beneficios económicos y sociales del ahorro de energía eléctrica para impulsar su aplicación en todos los usuarios. Si una industria solicita el apoyo de este organismo, puede recibir financiamiento en condiciones favorables, el cual, debe amortizarse con los ahorros en la facturación eléctrica que generen las medidas correctivas aplicadas en la instalación, para posteriormente obtener un beneficio neto en cada pago a la suministradora de energía.

Este organismo ofrece diversos tipos de financiamiento, a fin de que la empresa pueda elegir aquel que mas se ajuste a sus necesidades. De igual manera, es la empresa quien selecciona los equipos, las medidas y al consultor. Entre las acciones llevadas a cabo, sobresalen los 2,389 proyectos que han permitido comprobar la factibilidad técnica y rentabilidad económica del ahorro de la energía eléctrica, en empresas e instalaciones industriales, comerciales y de servicios.

En el sector productivo se llevó a cabo el programa de incentivos y desarrollo de mercado, que cuenta con recursos provenientes tanto de la Comisión Federal de Electricidad, como de un préstamo otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual asciende a 23.4 millones de dólares.

En el sector doméstico, se ha avanzado de manera significativa en la comercialización de lámparas fluorescentes compactas. De manera conjunta tanto los programas realizados por el FIDE como los ejecutados por la propia C.F.E., han permitido la sustitución de más de 15.5 millones de lámparas incandescentes por lámparas ahorradoras; otros avances se han registrado en materia de reemplazo de equipos de aire acondicionado y refrigeradores, así como en el aislamiento térmico de viviendas.

1.9.- AHORROS LOGRADOS

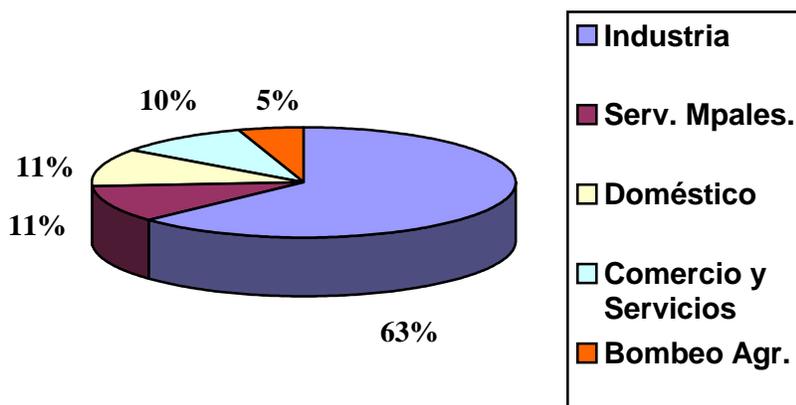
De 1998 al año 2001, los ahorros de energía eléctrica se incrementaron de 1,635 a 2,692 GWh por año. Los ahorros logrados en el año 2000 representaron el 1.29% de las ventas de energía eléctrica de ese año, a su vez los del 2001 representaron el 1.71%.

Tabla No. 5
AHORROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GW, POR SECTORES DE 1998 A 2001

SECTOR	AÑO			
	1998	1999	2000	2001
Industria	988	1,136	1,128	1,688
Comercios y Servicios	234	265	217	281
Servicios Municipales	166	190	235	288
Bombeo Agrícola	119	123	155	135
Doméstico	128	146	270	300
Totales	1,635	1,860	2,005	2,692

Observando la Fig.1.1 se determina que el 63% de los ahorros corresponde al Sector Industrial, 11% al Sector Domestico, 11% a los Servicios Municipales, 10% a las Instalaciones de Comercios y Servicios y 5% al sector Agrícola.

Fig. 1.1
DISTRIBUCIÓN DE LOS AHORROS EN EL AÑO 2001



Entre las medidas de ahorro de energía eléctrica mas aplicadas se encuentran las siguientes:

- Disminución o eliminación de fugas de aire comprimido y acondicionado
- Instalación de apagadores individuales
- Sustitución de focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas
- Sustituir lámparas fluorescentes por lámparas T-8 de mayor eficiencia
- Sustituir lámparas de vapor de mercurio por sodio en alta presión
- Instalación de foto celdas para apagar iluminación de áreas que reciben buena luz natural
- Sustitución de motores eléctricos estándar por alta eficiencia
- Corrección del desbalanceo de fases en equipos finales

1.10.- AHORROS ACUMULADOS

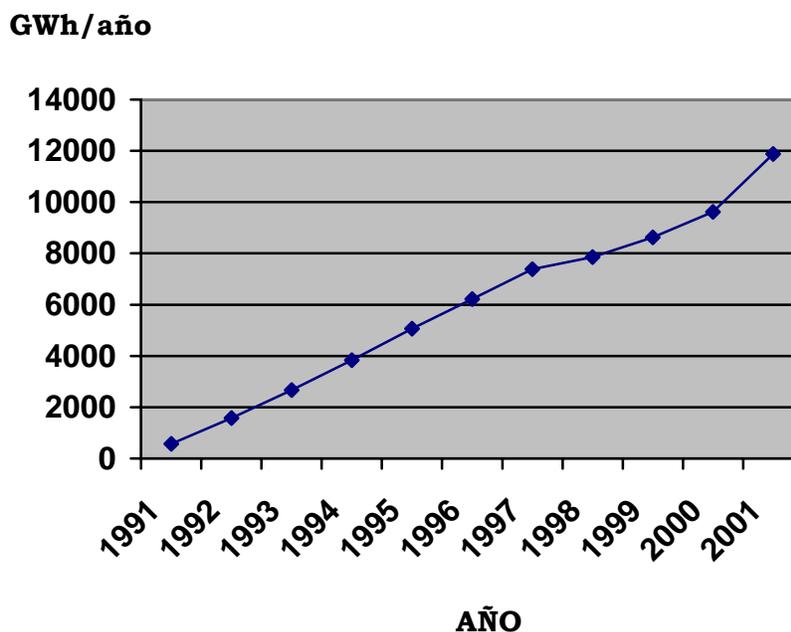
A lo largo de los 11 años se han acumulado ahorros equivalentes a 11,877 GWh, siendo el sector industrial el que mas ha aportado a este logro, sin embargo se observan incrementos importantes en el sector domestico y las instalaciones de servicios, como vemos en la tabla siguiente:

Tabla No. 6
AHORROS ACUMULADOS POR SECTORES EN GWh/año

AÑO	S E C T O R					Ahorro total Acumulado
	Industrial	Comercial y Servicios	Servicios Municipales	Agrícola	Domestico	
1991	389	45	94	17	38	577
1992	1,038	123	233	69	113	1,576
1993	1,757	263	342	91	215	2,668
1994	2,489	405	472	200	264	3,830
1995	3,272	580	599	295	315	5,061
1996	3,947	768	727	393	381	6,216
1997	4,590	942	858	519	471	7,380
1998	4,975	935	941	485	516	7,853
1999	5,516	977	1,059	494	579	8,625
2000	6,069	1,006	1,213	562	771	9,620
2001	7,592	1,155	1,478	630	1,021	11,877

Graficando los valores del ahorro total acumulado de la tabla No. 6, obtendremos una resultante del tipo ascendente en este rubro.

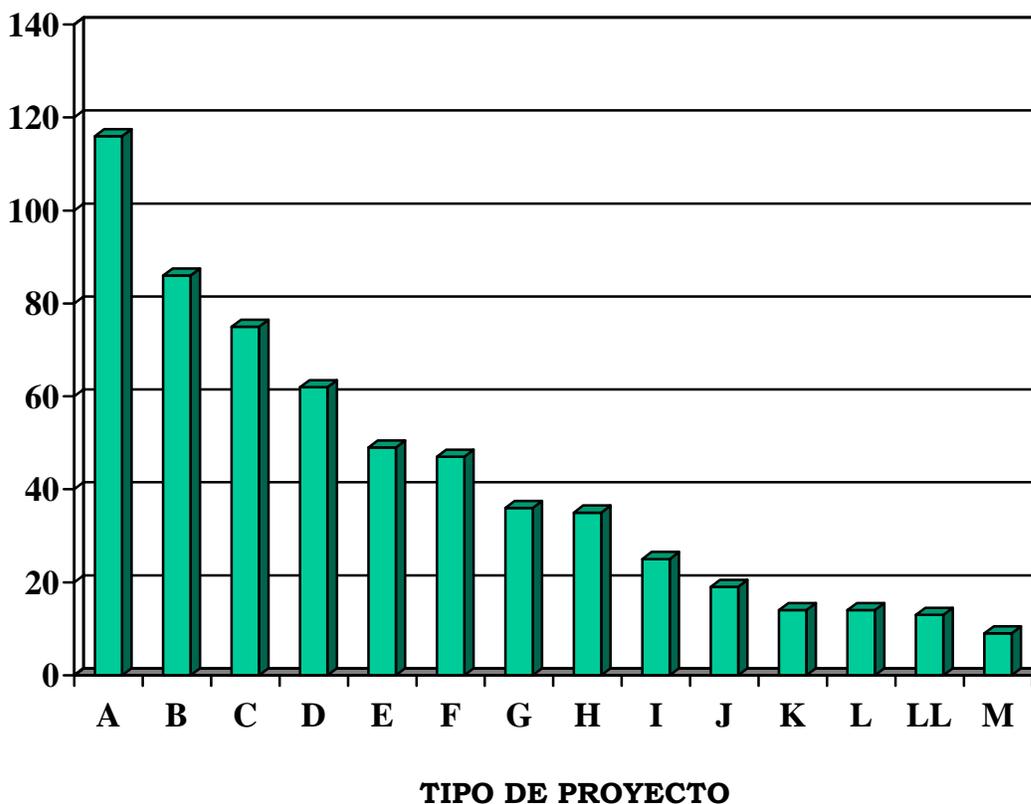
Fig 1.2
EVOLUCION DE AHORROS ACUMULADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GWh/año, DE 1991 A 2001



De ésta manera las principales áreas de oportunidad en las que se han realizado acciones materiales, son las que se muestran en la siguiente figura:

Fig. 1.3
PRINCIPALES AREAS ATENDIDAS PARA LLEVAR A CABO ACCIONES DE AHORRO DE ENERGÍA EN MÉXICO

No. PROYECTOS



En el eje de las “Y”, tenemos el numero de proyectos llevados a cabo y en el eje de las “X” el tipo de ellos. Estos datos se describe en la tabla siguiente:

Tabla No.7
NUMERO DE PROYECTOS EN CADA AREA

PROYECTO	AREA ATENDIDA	No. DE PROYECTO
A	Iluminación	116
B	Administración de la demanda	86
C	Factor de Potencia	75
D	Aire acondicionado	62
E	Motores	49
F	Proceso productivo	47
G	Bombeo	36
H	Compresores	35
I	Vaciadores de velocidad	25
J	Sensores de presencia	19
K	Aislamiento térmico	14
L	Iluminación natural	14
LL	Refrigeración	13
M	Automatización	9

Se puede observar en la tabla anterior que en donde mas se está atacando es en el campo de la iluminación.

1.11.- ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL HOSPITAL DE LA MUJER.

En la construcción de Unidades Hospitalarias la Secretaría de Salud, realiza varios estudios estadísticos en base a las necesidades del lugar, la población existente, demanda del servicio, condiciones del lugar, etc., llevándose varios años en su aprobación siempre y cuando se destine un monto del presupuesto por parte de los Gobiernos Federal ó Estatal para llevar a cabo la obra. En el caso de la construcción del Hospital de la Mujer de Morelia, se realizó con presupuestos del gobierno Federal y Estatal, haciendo una convocatoria Nacional para las compañías constructoras, ganando los derechos en este caso la “Constructora el siete S.A. de C.V.”, quien anteriormente ya había construido otras Unidades Hospitalarias en el País. La Secretaría de Salud en el Estado, cuenta con el departamento de Infraestructura el cual se encarga de supervisar la obra en el momento en que se está realizando. En mi ingreso a laborar dentro del Hospital he detectando una serie de anomalías en el sistema eléctrico como falta de interruptores en distintas áreas, circuitos sin seccionar, interruptores sin conectar, alumbrado del mismo tipo pero con balastos diferentes, etc., ocasionando con ello una pérdida de energía eléctrica. Por tal motivo realicé un estudio por área para corregir las anomalías y a la vez, evitar un consumo muy alto de la energía eléctrica al implementar un programa de reducción en el consumo de la misma.

Estos detalles indican que no hubo en su oportunidad una supervisión adecuada en las etapas de la construcción en las instalaciones eléctricas, pues en algunos lugares se detectó los niveles de iluminación hasta el doble de los que realmente deberían existir, produciendo con ello que las instalaciones no sean lo suficientemente eficientes en su funcionamiento. Para iniciar la aplicación de los métodos para eficientizar el consumo de la energía eléctrica dentro de esta Unidad Hospitalaria, es necesario realizarlo en varias etapas debido a las políticas internas de la Secretaría de Salud, referente a la distribución del presupuesto anual ya que en este caso al ser una unidad prácticamente nueva, se le da prioridad al mantenimiento y adquisición de equipos nuevos para equipar las distintas especialidades.

En un primer análisis en las instalaciones de alumbrado y fuerza, pude apreciar que el Hospital de la Mujer en el aspecto de iluminación, presenta varios tipos de lámparas dependiendo del área de que se trate como por ejemplo, en el estacionamiento al público se tienen en las banquetas lámparas decorativas de vapor de sodio de 75 watts, montadas en un pequeño poste metálico, 4 de halógeno de 50 watts para iluminar la estatua de la entrada; además, en la periferia se encuentran 29 postes tubulares con lámparas de aditivos metálicos para el alumbrado público de 250 watts cada una, lo mismo que en el estacionamiento del personal; en la entrada principal se tiene tres tipos de lámparas que son 37 fluorescentes de 13 watts, 6 de halógeno de 50 watts y 41 de aditivos metálicos de 150 watts. Los pasillos del hospital cuentan con luminarias de 2 lámparas con una potencia de 26 watts cada una, con balastos electrónicos ahorrativos y otras con balastos convencionales lo mismo que en las salas de espera de urgencias, consulta externa, sala de día y comedor.

Los consultorios, vestidores, almacén, cocina y cuarto de maquinas cuentan con luminarias de lámparas fluorescentes de 2x32 con balastos electrónicos tipo ahorradores. Las salas de Quirófano, Cirugía Ambulatoria y Toco cirugía tiene también alumbrado tipo fluorescente con luminarias de 4x32 watts. las dos casetas de vigilancia así como las luces de obstrucción de la azotea, tienen lámparas incandescentes de 100 watts y en los dos cuartos de los equipos de aire acondicionado existen luminarias con 2 lámparas fluorescentes de 32 watts. Gran parte de éstas lámparas se pueden reemplazar por otras de menor potencia y del tipo ahorradoras.

1.12.- CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ALUMBRADO Y FUERZA DEL HOSPITAL

Al inicio del funcionamiento del Hospital se encendía aproximadamente el 80 % del alumbrado, ocasionando un alto consumo de energía eléctrica ya que hasta éstos días, no se tenía una planeación o estudio adecuado. Por tal motivo para determinar cuales lámparas deben o no encenderse, tomé la decisión con el conocimiento de las autoridades, de alternar el encendido de los grupos de lámparas y así reducir aproximadamente al 60 % la operación de las mismas. Esto causó una disminución en el consumo de energía eléctrica pero no fue significativo en el pago, por lo que es necesario tomar otras medidas en base a un estudio por área dentro del hospital, realizándolo en los sistemas de alumbrado y fuerza.

La cantidad de lámparas que actualmente se encuentran instaladas dentro de ésta unidad hospitalaria por área, se indican en la tabla que se muestra enseguida, así como la potencia de las mismas:

Tabla No. 9
CANTIDAD DE LAMPARAS EXISTENTES POR AREA

AREA	TIPO DE LAMPARA	POTENCIA WATTS	No. DE LAMPARAS	TOTAL WATTS
Gobierno	Fluorescente	32	208	6656
		26	146	3796
		13	9	117
	Halógeno	50	22	1100
CEYE, UCI, UCIN, Toco.	Fluorescentes	32	83	6150
		13	9	481
	Halógeno	50	6	300
Quirófano	Fluorescentes	32	148	4736
		26	207	5382
		13	5	65
Encamados Gineco-obstetra	Fluorescentes	32	127	4064
		26	98	2548
		13	17	221
		9	8	72
	Halógeno	50	4	200
Encamados Medicina interna	Fluorescentes	32	105	3360
		26	124	3224
		17	100	1700
		13	19	247
		9	9	81
	Halógeno	50	4	200
Consulta externa	Fluorescentes	32	192	6144
		26	330	8580
		13	7	91
	Halógeno	150	7	1050
	Incandescente	100	4	400

Continuación Tabla No. 9

AREA	TIPO DE LAMPARA	POTENCIA WATTS	No. DE LAMPARAS	TOTAL WATTS
Urgencias, Imagenología	Fluorescente	32	125	4000
		26	292	7592
		17	8	136
		13	29	377
		70	4	280
	Incandescente	100	9	900
Admisión, Farmacia, Laboratorio	Fluorescente	32	169	5408
		26	189	4914
		13	47	13
	Halógeno	50	6	300
	Aditivos metálicos	150	41	6150
Cocina, Almacén Lavandería, casa de maquinas	Fluorescente	35	8	280
		32	284	9088
		26	118	3068
		13	6	78
Cuarto de aire acondicionado, Planta de tratamiento, vigilancia, alumbrado exterior	Fluorescente	32	58	1856
		13	5	65
	Aditivos metálicos	250	33	8250
		175	6	1050
	Vapor de sodio	75	6	450
	Halógeno	50	4	200
Incandescente	100	11	1100	
TOTAL:				116,520

De los datos anteriores podemos deducir que existe en el alumbrado:

3,293 lamparas fluorescentes de varias potencias que suman 94,870 watts.

53 lamparas de halógeno sumando 3,350 watts.

80 lamparas de aditivos metálicos sumando 15,450 watts.

24 lamparas incandescentes de 100 watts sumando 2,400 watts.

6 lamparas de vapor de sodio de una potencia de 75 watts, que suman 450 watts.

Esto nos indica que se tiene una carga total instalada en iluminación de 116,520 watts, estando en operación al 100 % el alumbrado, aunque se tiene un factor de utilización del 85%, además en promedio están encendidas durante 12 hrs, por lo que tenemos:

$$116.520KW \times 0.85 = 99.042 KW$$

Ahora multiplicando ésta cantidad por el tiempo que permanecen encendidas las lámparas, tenemos una cantidad real de KW por hora consumidos como se indica enseguida:

$$12 \text{ hrs} \times 99.042 = \mathbf{1,188.504 KWh}$$

En algunas áreas por las condiciones del lugar o porque se labora en los tres turnos, permanecen encendidas las lámparas las 24 hrs como a se describe en la tabla siguiente.

Tabla No. 10
AREAS CON LAMPARAS ENCENDIDAS EN FORMA PERMANENTE

LUGAR	NUMERO DE LUMINARIAS	NUMERO DE LAMPARAS	POTENCIA WATTS	TOTAL WATTS
CEYE	6	2	32	384
Tococirugía	3	2	26	192
Modulo Quirófano	2	2	26	104
Modulo Ginecología	3	2	26	156
Modulo Med. Interna	3	2	26	156
Modulo Urgencias	6	2	26	312
Cubiculos Laboratorio	8	2	32	512
Cocina	8	2	32	512
TOTAL				1944 WATTS

Este total nos representa la cantidad de energía consumida en forma permanente, ya que esas lámparas permanecen operando las 24 horas.

Esta cantidad total si la multiplicamos por 12 horas ya que las otras 12 horas ya se tomaron en cuenta en la pagina anterior, para que sumen las 24 horas de trabajo:

$$12\text{hrs.} \times 1944 = 23.328 \text{ KWH}$$

Por lo que sumando los KWH calculados en la pagina No. 23, encontramos el consumo aproximado de energía en alumbrado en un día.

$$1,188.504 \text{ KWH} + 23.328 \text{ KWH} = 1,211.832 \text{ KWH}$$

La carga en fuerza de los circuitos que contienen los diferentes equipos se encuentra distribuida de la siguiente manera:

1.12.1.- EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

Estos equipos también son llamados unidades manejadoras de aire (UMA), funcionan con un gas refrigerante R-22 y está compuesto de 4 módulos, el primero es para el ventilador, el segundo es donde se encuentra el evaporador, el tercero es para acceso y el cuarto para alojar los filtros del aire que son del tipo bolsa de tela. Realizan el control del flujo del refrigerante mediante una válvula de expansión y una electro válvula o solenoide para la entrada del refrigerante. Hay dos equipos que funcionan para calentar el aire o para enfriarlo empleando el vapor que produce la caldera, los cuales alimentan el área de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) y la Unidad de Cuidados Intensivos de Recién Nacidos (UCIREN).



Fig.1.4.- Equipo de aire acondicionado (UMA)

En la tabla siguiente se especifica la potencia de cada uno de ellos, así como el área donde realizan el acondicionamiento del aire.

**Tabla No.11
EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EXISTENTES**

NUMERO	AREA	POTENCIA (HP)
UMA 1	Urgencias	7.5
UMA 2	Terapia Intensiva	5.0
UMA 3	UCIN	3.0
UMA 4	Toco cirugía	7.5
UMA 5	Quirófano	10.0
UMA 6	CEYE	7.5
UMA 7	Admisión Hospitalaria	5.0
UMA 8	Laboratorio	5.0
UMA 9	UCIREN	3.0
TOTAL		= 53.5L HP = 39.91 KW

Esta sería la potencia de los equipos de aire acondicionado que maneja el Hospital.

1.12.2.- EQUIPOS DE EXTRACCIÓN DE AIRE

Son extractores del tipo tambor los cuales son movidos por un motor eléctrico monofásico o trifásico en algunos casos; se emplean para extraer el aire de los baños, Laboratorio, CEYE, Quirófano, etc.



Fig.1.5.- Equipos para extracción de aire

Tabla No. 12
POTENCIA DE LOS EXTRACTORES DE AIRE EXISTENTES

POTENCIA HP	CANTIDAD	TOTAL HP
1/30	4	0.13
1/6	15	2.50
0.5	8	4.00
1/3	14	4.66
0.75	3	2.25
1.0	1	1.00
1.5	3	4.50
7.5	1	7.50

Total = 26.54 HP
= 19.798 KW

1.12.3.- UNIDADES AUTOCONTENIDAS (UP)

Son pequeños sistemas de enfriamiento de aire en el cual se encuentra el compresor, evaporador y condensador. Estas unidades funcionan con gas refrigerante R-22.



Fig.1.6.- Unidad Autocontenida

Tabla No. 13
LUGARES QUE ALIMENTAN LAS UNIDADES AUTOCONTENIDAS

AREA	CAPACIDAD EN KW
Imagenología	16.71
Tomografía	8.20
Cuneros	8.20
Total	33.11 KW

1.12.4.- VENTILADORES DE INYECCIÓN

Son equipos semejantes a los extractores de aire, únicamente que en lugar de extraer aire, lo inyectan al local para su ventilación accionados por un motor eléctrico y se emplean para alimentar las áreas señaladas en la tabla No. 14 de la siguiente página.



Fig 1.7.- Ventilador de inyección.

Tabla No. 14
AREAS QUE ALIMENTAN LOS VENTILADORES DE INYECCIÓN

AREA	CAPACIDAD EN HP
Cocina	5.00
Lavandería	0.75
Patología	1.00

Total = 6.75 HP
= 5.03 KW

1.12.5.- UNIDADES CONDENSADORAS

En éste hospital se tienen nueve Unidades Manejadoras de Aire (UMA), las cuales tienen un equipo anexo en la parte de afuera del cuarto de aires acondicionados, llamado condensador como se ilustra en la Fig 1.8, el cual toma el gas refrigerante R-22 proveniente del evaporador, haciéndolo pasar por un serpentín de tubos para enfriarlo y convertirlo al estado líquido. En esta sección se encuentra el compresor, el cual hace su acción para enviar el refrigerante hacia el evaporador, a través del cual circula el aire enfriándose y así poderlo pasar a las áreas requeridas.



Fig.1.8.- Unidad condensadora

En la tabla No.15, se aprecia la cantidad de éstas unidades así como la potencia que consumen cada una de ellas.

Tabla No. 15
NUMERO DE UNIDADES CONDENSADORAS EXISTENTES

NUMERO	TOTAL KW
1	19.36
2	13.88
3	9.89
4	27.53
5	28.30
6	15.81
7	13.88
8	27.53
9	5.60
Total	161.78 KW

1.12.6.- UNIDADES LAVADORAS DE AIRE (ULA)

Son equipos que refrescan el medio ambiente del local, funcionando mediante un especie de radiador con agua, por el cual pasa el aire que es impulsado por un ventilador tipo tambor movido por un motor eléctrico. Estos equipos son empleados para acondicionar el ambiente del interior del auditorio, teniendo en el Aula 1 y 2 un equipo de $\frac{1}{2}$ HP, que hacen un total de 1HP ó 0.746 KW.



Fig. 1.9.- Unidad lavadora de aire a base de agua.

1.12.7.- SISTEMA DE COMPRESIÓN DE AIRE

Este sistema consta de tres motores eléctricos de 10 HP cada uno, los cuales están conectados mediante una banda a un compresor, para mantener el aire presurizado a 80 lb/in² en un tanque de 500 litros de capacidad, el cual está conectado a una tubería que se ramifica para alimentar a cada area donde se requiere el aire a presión.



Fig. 1.10.- Equipo de compresión de aire

Los motores están entrando en forma alternada mediante el control de un PLC de acuerdo a la demanda que se tenga en los diferentes servicios. Éstos equipos tienen un promedio de trabajo de 41 entradas al día únicamente dos de ellos, con una duración aproximada de 22 segundos por lo que tenemos un trabajo total de:

$$41 \times 22\text{seg.} = 902 \text{ seg.}$$

Refiriendo este tiempo en horas mediante una regla de tres nos dará:

$$\frac{1\text{hr}}{360 \text{ seg.}} = \frac{x}{902 \text{ seg.}}$$

$$x = 0.25$$

Lo cual significa que en el día estarán trabajando únicamente dos de ellos, un cuarto de hora ó 15 minutos. Por otro lado, la potencia consumida la encontramos tomando en cuenta la potencia de los dos motores:

$$10 \text{ HP} \times 2 = 20 \text{ HP}$$

$$20 \text{ HP} \times 0.746 = 14.92 \text{ KW}$$

$$14.92 \text{ KW} \times 0.25 \text{ HP} = 3.73 \text{ KW por día}$$

1.12.8.- SISTEMA HIDRONEUMÁTICO

Este sistema consta de tres bombas de 5HP cada una las cuales presurizan las tuberías del hospital manteniéndola de 2.5 a 4.0 Kg/cm² . Su funcionamiento se realiza por medio de un control para sistema de presión, con protección para bajo nivel. Para mantener esa presión en las tuberías, el controlador alterna la entrada de dos de ellas las cuales duran en funcionamiento 20 segundos y su entrada tiene un intervalo de tiempo aproximado de 4 minutos.



Fig. 1.11.- Sistema hidroneumático.

Con los datos anteriores podemos calcular la cantidad de energía consumida.

$$2 \times 5 \text{ HP} = 10 \text{ HP}$$

$$10 \text{ HP} \times 0.746 = \mathbf{7.46 \text{ KW}}$$

En una hora las bombas entran aproximadamente 15 veces, entonces en 24 horas se tiene:

$$15 \times 24h = 360 \text{ veces}$$

El funcionamiento de ellas dura aproximadamente 20 segundos por lo que nos resulta:

$$360 \times 20 = 7200 \text{ segundos}$$

Refiriendo este tiempo a los 3600 segundos de una hora, mediante una regla de tres obtenemos que 7200 segundos equivalen a 2 horas de trabajo por día.

1.12.9.- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

La contaminación del agua se produce cuando se incorporan materias extrañas como microorganismos, productos químicos, residuos industriales, aguas residuales, etc. Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- Aguas residuales conteniendo gran parte de materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua.
- Agentes infecciosos.
- Nutrientes vegetales que estimulen el crecimiento de las plantas acuáticas agotando el oxígeno disuelto.
- Productos químicos como pesticidas, residuos industriales, detergentes, etc.
- Petróleo y sus derivados.
- Minerales y fertilizantes arrastrados por las tormentas.
- Sustancias radioactivas procedentes de Centrales Nucleares y usos médicos.

En la actualidad, la creciente demanda de agua potable y la escasez de ella, nos lleva al rehúso de ese líquido ya sea para riego de áreas verdes o agrícola, por lo cual se debe mejorar la calidad del agua residual, lográndose mediante el uso de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

En particular, la Planta de Tratamiento de Agua Residual del Hospital de la Mujer, funciona mediante el proceso de “lodos activados” esto es, se crean poblaciones biológicamente activas (bacterias) que son capaces de absorber la materia orgánica de las aguas residuales y convertirlas por oxidación en productos finales simples como CO_2 , H_2O , NO_3 y SO_4 , llevándose esto a cabo en el reactor (Fig. 1.12).

Para realizar una eliminación eficiente de los sólidos orgánicos disueltos, debe haber una alta concentración de flóculos y obtener una alta superficie de contacto para las rápidas reacciones biológicas. Los flóculos son masas vivas de organismos, alimento y lodos muy activos de vida biológica (lodos activados), requiriendo un control cuidadoso del alimento y oxígeno para su existencia.



Fig. 1.12.- Planta de tratamiento de aguas residuales del Hospital de la Mujer.

1.12.9.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

CANAL DE REJILLAS. En la primera parte de éste canal se recolecta la basura o los sólidos de mayor volumen por medio de una rejilla metálica. La segunda parte consta de dos canales donde se sedimentan los sólidos de mayor densidad (arenas), trabajando únicamente con un canal en forma alternada.

CÁRCAMO DE ALIMENTACIÓN. Aquí por medio de unas válvulas se regula el flujo del líquido hacia el reactor, teniendo dos bombas sumergibles con su by-pass cada una.

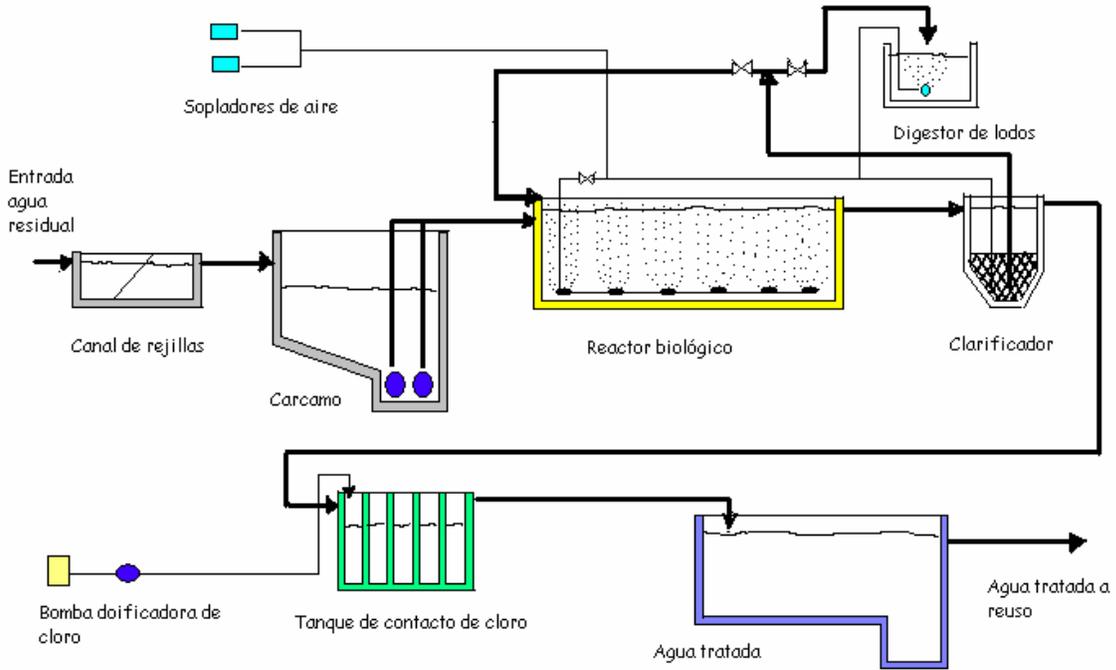
REACTOR BIOLÓGICO. Este tanque está diseñado para que en su interior las bacterias tengan el tiempo de residencia necesario y puedan llevar a cabo la degradación de los contaminantes. En esta parte se mezclan completamente los microorganismos con la materia orgánica del agua residual, dando lugar a un especie de “licor mezclado” ; el aire inyectado al tanque es con el objeto de proveer oxígeno a los microorganismos y mantener en agitación al líquido para que ellos tengan el mayor contacto con la materia orgánica. En éste tanque se forman los flóculos o lodos activados, parecidos a pequeñas esponjas de color pardo que están formadas de materia orgánica y microorganismos.

CLARIFICADOR. En ésta parte, los flóculos que trae el agua que proviene del reactor, son separados por gravedad pasando a la siguiente etapa únicamente el agua clarificada, recolectando los floculos o lodos activados en el fondo del sedimentador, donde se extraen pasándolos nuevamente al tanque de aireación para mantener un alta población de microorganismos; cuando hay un excedente de lodos éstos serán purgados.

TANQUE DE CONTACTO DE CLORO. En éste tanque se realiza la desinfección del agua proveniente del clarificador, adicionándole Hipoclorito de sodio (cloro) mediante una bomba dosificadora a razón de 20 gotas por minuto, para la eliminación de organismos patógenos contenidos en el agua y así evitar posibles riesgos para la salud por el contacto con ella.

Fig. 1.13

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (SISTEMA LODOS ACTIVADOS)



Esta planta trabaja las 24 horas con dos sopladores en el reactor uno funcionando y otro de reserva, además cuenta con dos bombas sumergibles en el cárcamo estando también una de reserva. Su potencia se señala en la tabla siguiente:

**Tabla No. 16
POTENCIA DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA**

EQUIPO	POTENCIA EN HP
Aireador	10.0
Bomba sumergible	0.50
Total	10.5

7.83 KW

1.12.10.- LAVANDERÍA

En los Hospitales en general existen dos formas de llevar a cabo la limpieza de la ropa que se utiliza, como sabanas, batas, campos, etc., lo cual se realiza por medio de una empresa particular o mediante un area de lavandería propia, dependiendo de la cantidad de ropa que se usa, así como de la capacidad económica de la Unidad Hospitalaria para equipar el area destinada para tal fin.

En el Hospital de la Mujer, se cuenta con las dos opciones ya que es grande la población femenina que solicita los servicios y el presupuesto destinado para ese rubro, no fue suficiente para adquirir mas equipos industriales de lavado, únicamente se compraron tres lavadoras tipo industrial y una secadora la cual realiza sus función de secado, en base al calentamiento por medio de gas L.P. La potencia de estos equipos se especifica en la tabla siguiente:

Tabla No. 17
CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS DE LAVANDERÍA

EQUIPO	POTENCIA EN KW
Lavadora No.1	1.20
Lavadora No.2	3.10
Lavadora No.3	3.10
Secadora	0.70
TOTAL	8.10



Fig. 1.14.- Lavadoras tipo industrial del Hospital de la Mujer.



Fig. 1.15.- Secadora alimentada con gas L.P.

Sumando la carga total de los equipos existentes en cada área analizados anteriormente, obtenemos la carga total en fuerza que consume el Hospital de la Mujer.

$$39.91 + 19.79 + 33.11 + 5.03 + 161.78 + 14.92 + 7.46 + 7.83 + 8.10 = \mathbf{297.93 \text{ KW}}$$

1.13. - CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS EXISTENTES

La carga anteriormente calculada en igual forma que el alumbrado, está alimentada por dos transformadores uno de 750 KVA y el otro de 500 KVA como se observa en el diagrama unifilar de la página 122 en el apéndice. Además se adquirió un tercer transformador que fue instalado en forma extemporánea, para la alimentación de Tomografía y Rayos X ya que los equipos existentes en esas áreas requieren un voltaje de alimentación de 440 volts y los otros dos se utilizaron para alimentar cargas de 220 volts, por lo cual se adquirió uno de 300 KVA , 13200Y / 7621 – 440Y / 254 volts.

En el edificio se encuentran instalados un total de 95 circuitos que distribuyen la energía a las áreas, alojados en tubería conduit pared delgada de 1/2", 3/4" y 1" de diámetro según el calibre y número de conductores, las cuales están sostenidos por soportes metálicos anclados en el techo mediante espárragos (Fig 1.15).



Fig. 1.16.- Tablero y tubos conduit donde se alojan algunos circuitos.

Para darnos una idea de la cantidad de circuitos instalados en ésta Unidad Hospitalaria, anotamos las características de cada uno de ellos en la tabla que a continuación se muestra:

Tabla No. 18
CARGA CONECTADA EN LOS CIRCUITOS DEL TRANSFORMADOR No. 1 Y 2

CIRCUITO No.	SERVICIO	CARGA CONECTADA WATTS	FACT. DE DEMANDA	DEMANDA EN WATTS	TRANSF. No.	TABLERO
1	Rayos x	36000	0.8	28800	1	-
2	Tomografía	94500	0.8	75600	1	-
3	Reserva				1	-
4	Reserva				1	-
5	Consulta externa	17490	0.8	13992	2	A
6	Acceso consulta externa	9160	0.8	7328	2	B
7	Circulación Laboratorio.	12920	0.8	10336	2	D
8	Sala de espera Gobierno	26734	0.8	21387	2	K
9	Reserva					
10	Reserva					
11	Reserva					
12	Sala espera Imagenología	8780	0.8	7024	2	E
13	Pasillo serv. generales	29083	0.8	23266	2	H
14	Lavandería	7063	0.8	5650	2	LAV
15	Revelador	8575	0.8	5145	2	
16	Autoclaves	6600	1.0	6600	2	
17	Reserva					
18	Reserva					
19	Reserva					
20	Aire acond. 1	34251	0.8	20401	2	AAN1
21	Aire acond. 2	35347	0.8	28278	2	AAN2
22	Rayos x, 50%	36000			2	Momentáneo
23	Fluoroscopia	94500	1.0	94500	2	
24	Tomografía	94500	1.0	94500	2	
25	Mantto.	12665	0.8	10132	2	1
26	Reserva					
27	Reserva					
28	Reserva					
29	Sala de esp. consulta externa	12695	0.8	10156	3	AE

Continuación Tabla No. 18

CIRCUITO No.	SERVICIO	CARGA CONECTADA WATTS	FACT. DE DEMANDA	DEMANDA EN WATTS	TRANSF. No.	TABLERO
30	Acceso consulta externa	5985	0.8	4783	3	BE
31	Pasillo admisión hospitalaria	11855	0.8	9484	3	CE
32	Laboratorio	58087	0.8	46470	3	DE
33	Hospitalización cuneros gineco	35356	0.8	28285	3	IE
34	Medicina interna, cirugía	32515	0.8	26012	3	JE
35	Sala de espera Gobierno	16973	0.8	13578	3	KE
36	Procedimientos	4500	1.0	4500	3	
37	Reserva				3	
38	Reserva				3	
39	Reserva				3	
40	Sala de esp. Imagenología	14625	0.8	11700	3	EE
41	UCIN, Tococirugia	12925	0.8	10324	3	FE
42	UCIN, Tococirugia	16920	0.8	13538	3	FEE
43	Alimentación parenteral	15925	0.8	12740	3	GE
44	Alimentación parenteral	18998	0.8	15198	3	GEE
45	Pasillo serv.	69800	0.8	5584	3he	
46	Consulta externa	2250	0.8	7200	3	ATR
47	Farmacia	3000	0.8	2400	3	BTR
48	Laboratorio	5250	0.8	4200	3	DTR
49	Hospitalización	2250	0.8	1800	3	ITR
50	Gobierno	9000	0.8	7200	3	KTR
51	Administración	8400	0.8	6720	3	MTR
52	Reserva				3	
53	Reserva				3	
54	Reserva				3	
55	Imagenologia	2250	0.8	1800	3	ETR
56	UCI	6000	0.8	5333	3	GTR
57	Serv. generales	1500	0.8	1200	3	HTR

Continuación Tabla No. 18

CIRCUITO No.	SERVICIO	CARGA CONECTADA WATTS	FACT. DE DEMANDA	DEMANDA EN WATTS	TRANSF. No.	TABLERO
58	Reserva					
59	Reserva					
60	Reserva					
61	UCI	2700	1.0	2700	3	TA-2
62	UCI	2700	1.0	2700	3	TA-3
63	UCI	2700	1.0	2700	3	TA-4
64	UCIN	2700	1.0	2700	3	TA-5
65	UCIN	2700	1.0	2700	3	TA-6
66	UCIN	2700	1.0	2700	3	TA-7
67	Expulsión 1	2700	1.0	2700	3	TA-8
68	Expulsión 2	2700	1.0	2700	3	TA-9
69	Expulsión 3	2700	1.0	2700	3	TA-10
70	Sala mixta	4500	1.0	4500	3	TA-11
71	Cirugía 1	4500	1.0	4500	3	TA-12
72	Cirugía 2	4500	1.0	4500	3	TA-13
73	Cirugía 3	4500	1.0	4500	3	TA-14
74	Reserva					
75	Reserva					
76	Reserva					
77	Procedimie.	13500	1.0	13500	3	RX-P-1
78	Cirugía, rayos x portátil	13500	1.0	13500	3	RX-P-2
79	UCI	13500	1.0	13500	3	RX-P-3
80	Patología	1500	0.8	1200	3	LTR
81	Mantto.	11559	0.8	9247	3	LE
82	Reserva					
83	Reserva					
84	Reserva					
85	Aire acond.1	175642	0.8	14514	3	AAE1
86	Aire acond.2	29386	0.8	23509	3	AAE2
88	Casa maq.	66231	0.8	52985	3	HCM
89	Planta de tratamiento	100000	0.8	8000	3	GEN2
90	Alumbrado exterior 1	4680	1.0	4680	3	GEN1
91	Alumbrado exterior 2	1872	1.0	1872	3	GEN1
92	Alumbrado exterior 3	6838	1.0	6838	3	GEN1
93	Reserva					

Los tres transformadores de la subestación están alimentando la carga que se indica en la tabla siguiente:

Tabla No.19
CARGA TOTAL POR TRANSFORMADOR

TRANSFORMADOR No.	CARGA CONECTADA KW	CARGA DEMANDADA KW
1	130.50	104.40
2	433.66	348.53
3	784.74	455.85
Total	1,348.91	908.78

La instalación eléctrica de alumbrado y fuerza en el Hospital de la Mujer, fue realizado por la compañía constructora llamada “El siete”, la cual no entregó a la Secretaria la obra en forma, ya que al realizar las revisiones en los planos se encontraron varias anomalías, como algunos circuitos con sus interruptores termomagnéticos, numerados en forma diferente a como están físicamente en los tableros, áreas con el alumbrado sin el interruptor para operarlo, alumbrado con algunas balastos del tipo convencional, puntas de cables energizados cortadas sin aislar, etc.

Todo ello ocasiona algunas fallas y gasto mayor de energía en los circuitos, por lo que es necesario realizar algunas mejoras y adaptaciones a lo ya existente, utilizando material de mejor calidad y ante todo con la idea de reducir el consumo de la energía eléctrica.

CAPITULO II

ACCIONES PROPUESTAS A REALIZAR PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2.1.- RECOMENDACIONES PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN ALUMBRADO

Uno de los desperdicios de energía eléctrica mas comunes de las plantas industriales, instituciones y oficinas administrativas, se encuentra en los sistemas de iluminación ya sea por usar equipos obsoletos ó por la mala operación de los mismos. Afortunadamente estos altos consumos de energía, son los mas fáciles de evitar ahorrando miles de pesos al realizar las siguientes acciones:

- a)- Sustituir focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.
- b)- Instalar lamparas fluorescentes ahorradoras de energía.
- c)- Instalar balastos ahorradores de energía.
- d)- Utilizar reflectores especulares.
- e)- Utilizar controles de iluminación.
- f)- Hacer combinaciones.

Las lamparas incandescentes son mucho menos eficientes que las lamparas fluorescentes compactas, ya que de toda la energía eléctrica que consumen, solo utilizan del 5 al 10% para producir luz visible y del 90% al 95% se desperdicia en energía calorífica.

Actualmente existen en el mercado gran variedad de lámparas fluorescentes compactas, que pueden sustituir directamente a los tradicionales focos incandescentes, debido a que emiten aproximadamente el mismo flujo luminoso y pueden llegar a consumir hasta un 75% menos de energía eléctrica, duran 10 veces mas y emiten una luz agradable, además pueden instalarse en todo tipo de socket o portalámparas.

En el siguiente cuadro se aprecian unas equivalencias de lámparas incandescentes, que se pueden sustituir por lámparas fluorescentes compactas con un flujo luminoso similar:

Tabla No. 20
EQUIVALENCIAS DE LAMPARAS AHORRADORAS
RESPECTO A LAS INCANDESCENTES

LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTAS		LAMPARA INCANDESCENTE	
POTENCIA (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMENES)	POTENCIA (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMENES)
9	570	40	490
13	788	60	820
16	708		
22	1089	75	1070
23	1488	100	1560
Tiempo de vida: 10,000 horas		Tiempo de vida: 1,000 horas	

2.2.-CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LAMPARAS:

Para conocer la eficiencia de las lámparas, hay que comparar su nivel de iluminación expresado en lúmenes y su potencia en watts. Al dividir lúmenes entre potencia, obtenemos la eficiencia de la lámpara medida en lúmenes por watt. En la medida que obtengamos mas lúmenes por menos watts, tendremos mayor eficiencia.

En los siguientes párrafos se anotan algunos conceptos sobre las diferentes lámparas existentes en el mercado y las cuales se encuentran instaladas en este Hospital.

2.2.1.- LÁMPARA FLUORESCENTE DE 32 WATTS , BULBO T-8, TIPO DE ARRANQUE RÁPIDO.

Esta lámpara se puede encontrar en blanco neutro con 3,500 °K; blanco frio con 4,100 °K y blanco cálido con 3,000 °K, con un flujo luminoso de 3,050 lúmenes y una eficacia de 95.3 lúmenes por watt; así mismo, ésta lámpara tiene un índice de rendimiento de calor (IRC) de 85 y tiene la ventaja de que su nivel de flujo luminoso empieza a decaer después del 60% de su vida útil, mientras que en las lámparas fluorescentes convencionales esto empieza a ocurrir al 40% de su vida útil.

Este tipo de lamparas se localizan en las oficinas Administrativas, salas de Quirófano, casa de maquinas, Casa de máquinas, salas de expulsión , cocina y lavandería.



Fig. 2.1.- Luminaria con lámparas fluorescentes T-8 de 2x32W

El índice de rendimiento de calor (IRC) es la capacidad de una lámpara para producir los colores de los objetos, midiéndose éste en una escala de 0 a 100. Esta lámpara comparada con las tradicionales tiene como ventajas adicionales, además de un menor consumo de energía, una vida útil de 20,000 horas contra 8,000 horas de las tradicionales; un alto índice de rendimiento de calor, diferentes opciones de temperatura de color, menores gastos de mantenimiento por reposición de lámparas, así como un mantenimiento de lumens de operación mucho mayor a lo largo de su vida útil.

Cabe mencionar que los sistemas de dos pines son mas eficientes y duran mas que los de uno, por lo que se sugiere sustituir los sistemas de un pin por sistemas de dos pines.

Es recomendable utilizar lámparas ahorradoras con balastos ahorradores de energía, para no disminuir la vida útil de las lámparas eficientes, así como para mantener los lumens que el fabricante indica que proporcionan sus lámparas .

2.2.2.- BALASTROS.

Actualmente existen en el mercado balastos electromagnéticos de alta eficiencia y balastos electrónicos o híbridos que pueden sustituir a los convencionales. Es recomendable que cuando se instalen lámparas ahorradoras de energía en luminarias, también se instalen balastos de mayor eficiencia, lo cual permitirá alargar la vida útil tanto de las lámparas como de los balastos instalados, así como garantizar los niveles de iluminación propuestos.

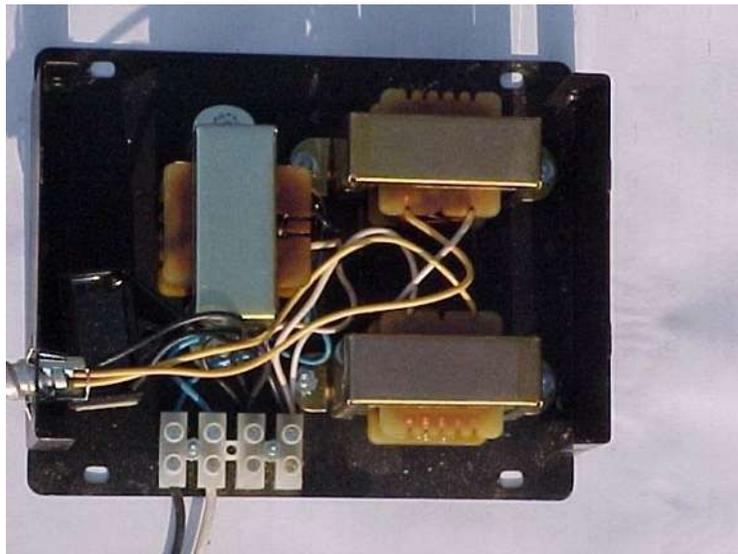


Fig. 2.2.- Balastro tipo convencional para 2 lámparas de 26W.

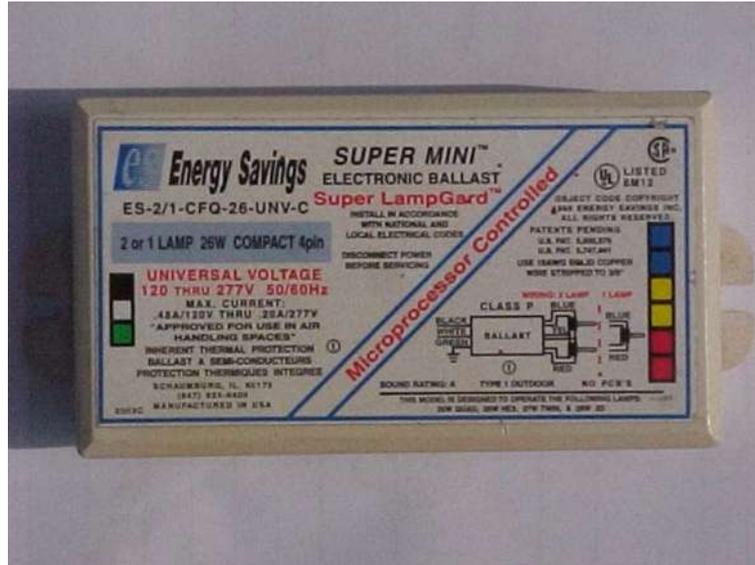


Fig. 2.3.- Balastro electrónico tipo ahorrativo para 1 ó 2 lámparas de 26W.

En el caso de los balastos electrónicos, se puede obtener un ahorro de energía muy importante comparado con los de tipo electromagnético, ya que su consumo es mucho menor, así mismo, se obtiene un ahorro adicional al poder regular la intensidad de iluminación de las lámparas fluorescentes, mediante “dimmers”.

Debemos verificar la correcta instalación a tierra física del sistema eléctrico de la institución, antes de operar los balastos y lámparas ahorradoras de energía, así como evitar la instalación de balastos que se quedan conectados cuando existen lámparas dañadas que no se cambian de inmediato.

2.2.3.- CONTROLES DE ALUMBRADO.

En el caso de luminarias cercanas a la ventana, se recomienda el uso de foto celdas para disminuir el uso de alumbrado artificial y aprovechar la luz natural del sol. Actualmente existen controles de encendido y apagado automático del alumbrado, con base en horarios preestablecidos o sensores de presencia, los cuales se colocan en lugar de apagadores, debiéndose colocar en donde los equipos de iluminación se utilicen con mayor tiempo.

Normalmente los sensores de presencia se clasifican en sensores infrarrojos, ultrasónicos e híbridos, cuya cobertura de acción y potencia de capacidad varía según las necesidades del lugar donde se vaya a instalar.

Éstos dispositivos se pueden instalar en éste Hospital, pero en una segunda etapa del Programa de Ahorro de Energía ya que por políticas presupuestales no se pudo adquirir todo lo solicitado, únicamente referente a estos equipos, se adquirió una fotocelda para manejar en forma automática las 8 luces rojas de obstrucción para el tráfico aéreo instaladas en la parte de la azotea del edificio.



Fig. 2.4.- Fotocelda para las luces de obstrucción del Hospital de la Mujer.



Fig. 2.5.- Luces de obstrucción para el tráfico aéreo del Hospital de la Mujer.

2.2.4.- LAMPARAS DE HALÓGENO.

Se encuentran en potencias de 100 w con 1,600 lúmenes; 150 W con 2,800 lúmenes; 300 W con 6,000 lúmenes; 500 W con 10,500 lúmenes; 1000 W con 21,000 lúmenes y 1,500 W con 33,000 lúmenes, las cuales presentan una eficacia de 16, 18.7, 20, 21 y 22 lúmenes por watt, respectivamente y con un tiempo de vida promedio de solo 2,000 horas. Estas lámparas presentan valores de eficacia y elevadas potencias que provocan altos consumos de energía eléctrica.

Dentro del Hospital los podemos encontrar en la entrada principal, en la Dirección y en el alumbrado del monumento.



Fig. 2.6.- Lámparas de Halógeno

2.2.5.- LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.

Se encuentran en potencias de 100 w con 3,650 lúmenes; 125 w con 6,300 lúmenes; 175 w con 8,600 lúmenes; 250 w con 13,000 lúmenes; 400 w con 23,000 lúmenes y en 1,000 w con 57,500 lúmenes; las cuales presentan una eficacia de 6.5, 50.4, 49.14, 57 y 57.5 lúmenes por watt respectivamente, con un tiempo de vida promedio de 24,000 horas; así mismo, presentan valores de IRC de 45.

2.2.6.- LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS.

Se encuentran en potencias de 70, 100, 150, 175 y 250 watts con un nivel de iluminación de 5,200, 8,500, 13,000, 15,000 y 22,000 lúmenes respectivamente en posición vertical y de 175, 250, 400 y 1000 watts con una intensidad luminosa de 13,400, 20,000, 32,000 y 10,780 lúmenes respectivamente en posición horizontal. La vida promedio de éstas lámparas es mayor en posición vertical que en horizontal, la cual varía desde 7,500 hasta 20,000 horas en sus diferentes potencias.

Tenemos éste tipo de lámparas en la sala de espera de la entrada principal y en el alumbrado exterior.

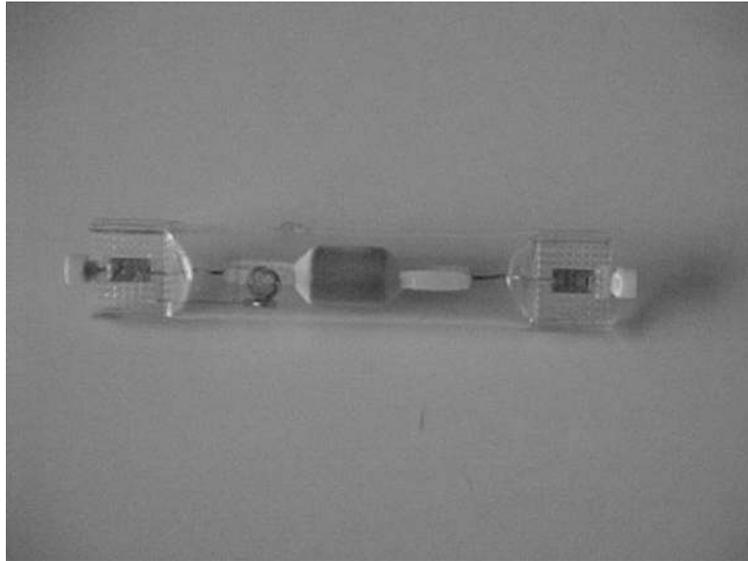


Fig. 2.7.- Lámpara de aditivos metálicos de 150W, posición horizontal.

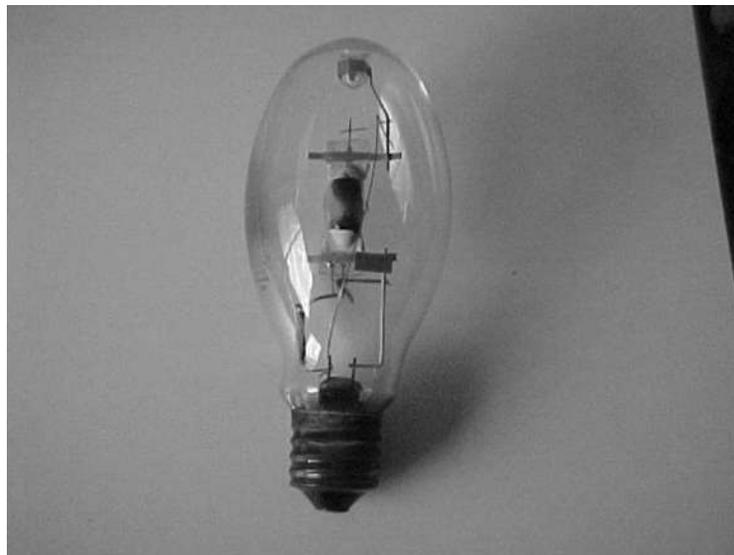


Fig. 2.8.- Lámpara de aditivos metálicos de 250W, del alumbrado exterior posición vertical.

2.3.- MOTORES ELÉCTRICOS DE ALTA EFICIENCIA.

Un motor eficiente es aquel que transforma prácticamente toda la energía eléctrica que consume, en la mayor cantidad de energía mecánica útil en la flecha del motor. Al mejorar la eficiencia de un motor, su demanda de energía disminuye para una misma operación, sin afectar la correcta operación de la carga proporcionando importantes ahorros de energía eléctrica.

La diferencia entre un motor eléctrico de alta eficiencia y uno de eficiencia convencional, es que el primero está construido con materiales de mayor calidad, por ejemplo, un acero al silicio mas puro, mayor cantidad y calidad de cobre, un sistema de ventilación mas eficiente, un entrehierro mas estrecho, materiales de aislamiento de mayor calidad, instalación de valeros anti-fricción, así como un armazón de fierro fundido resistente a la corrosión y con mayor disipación de calor. Su eficiencia será la potencia entregada en la flecha en KW dividida entre la potencia tomada de la línea.

2.3.1.- CONSIDERACIONES PARA SELECCIONAR EL MOTOR DE ALTA EFICIENCIA.

Para hacer la sustitución de un motor convencional por uno de alta eficiencia, es necesario considerar los siguientes criterios para garantizar los mayores ahorros de energía:

HORAS DE OPERACIÓN. Mientras mas horas opere un motor de alta eficiencia, mayores serán los niveles de energía eléctrica obtenidos; es recomendable sustituir motores que operan arriba de 4,000 horas al año, para que el nivel de rentabilidad del motor sea aceptable.

CAPACIDAD DEL MOTOR. Es recomendable sustituir motores eléctricos de inducción trifásicos tipo jaula de ardilla con capacidades de 1 a 500 hp, que es en los que se ha detectado mayores ahorros de energía eléctrica; en capacidades superiores normalmente la eficiencia de un motor estándar es muy similar a la de un motor de alta eficiencia.

PORCENTAJE DE CARGA. Se deben analizar motores eléctricos sobredimensionados, para los que dependiendo de su aplicación, se pueden proponer motores de alta eficiencia de menor capacidad.

Los motores trifásicos ofrecen grandes ventajas de ahorro de energía en relación con los de una sola fase, entre los cuales se encuentran las siguientes:

- 1)-** Los motores trifásicos no requieren de circuitos especiales de arranque, mientras que los monofásicos si.
- 2)-** Los motores trifásicos están especialmente diseñados para operar con cargas altas de potencia.

3)- Tratándose de motores de similar potencia, los trifásicos son mucho mas económicos que los monofásicos.

4)- La eficiencia de los motores trifásicos, esto es, la relación entre los caballos de potencia en la flecha del motor y los kw de entrada, es superior a la de los motores monofásicos.

2.4.- TIPOS DE TARIFAS MAS IMPORTANTES APLICABLES POR C. F. E.

El primer paso para ahorrar energía eléctrica es determinar cuanta estamos desperdiciando y cuanto nos cuesta ese desperdicio. Para ello es necesario conocer como la Comisión Federal de Electricidad nos cobra la energía consumida y como calcula esos costos. Esta empresa aplica 20 diferentes tipos de tarifas a los usuarios de las cuales enumeraremos las mas usuales:

Tarifa 1, 1a y 1b. Se emplean para alimentar a servicios domésticos.

Tarifa 2. Se emplea para negocios con una demanda de hasta 25 KW.

Tarifa 3. Para servicios solicitados con una demanda mayor a los 25KW.

Tarifa 5A. Se emplea para servicios públicos como semáforos, alumbrado publico de calles, plazas, parques y jardines.

Tarifa 6. Se emplea para dar el servicio a bombeo agrícola, agua potable y aguas negras.

Tarifa 7. Se emplea para alimentar a los servicios ocasionales como juegos mecánicos, etc.

Tarifa 8 y 8A. Se usa para servicios con una demanda mayor de 20KW.

Tarifa 9. Es empleada únicamente para dar servicio al riego agrícola.

Tarifa 12 y 12A. Para alimentar a servicios con una demanda mayor a 5000 KW.

Tarifa OM. Se usa para empresas que utilizan servicios en mediana tensión con una demanda menor a 300 KW.

Tarifa H-M (horaria). Se emplea para dar servicio general en media tensión con demanda de 300 KW o mayor.

En esta tarifa se encuentra contratado el servicio del Hospital de la Mujer para lo cual se analizará mas detenidamente; esta tarifa incluye los siguientes conceptos:

1. Cargo por demanda facturable en KW.
2. Cargo por energía de punta, intermedia y base consumida, en KWH.
3. Cargo por medición en baja tensión.
4. Porcentaje de recargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

5. En algunas regiones se cobra el derecho de alumbrado público.
6. Cargo del impuesto al valor agregado (I.V.A).

Al igual que en las tarifas anteriores, se deberá aplicar el factor de ajuste por combustibles mensual a todos los cargos de esta tarifa, por demanda máxima en KW y por consumo de energía en KWH, el cual depende de la inflación nacional y de los precios de los combustibles.

Para los efectos de aplicación de esta tarifa se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos; así mismo, para el caso de los periodos de punta, intermedio y base, los periodos se definen de acuerdo con cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, de acuerdo con la temporada de verano y fuera de verano de las Divisiones Baja California, Baja California Sur, Central, Noreste, Norte, Sur, Noroeste y Peninsular. Para esta tarifa la demanda facturable se calcula con la siguiente fórmula:

$$DF = DP + FRI \times \text{Max} (DI - DP, 0) + (DB - DPI, 0)$$

Donde:

DF = Demanda facturable

DP = demanda máxima medida en el periodo de punta

DI = demanda máxima medida en el periodo intermedio

DB = demanda máxima medida en el periodo base

DPI = demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio.

Max = máximo (cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero)

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la división de que se trate:

Tabla No. 21
FACTORES DE REDUCCIÓN PARA LAS DIFERENTES DIVISIONES

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

2.4.1.- LA TARIFA HORARIA.

El procedimiento para determinar el costo de la energía eléctrica en ésta tarifa es el siguiente:

- a)- Cargo por demanda facturable = costo por KW facturable \times demanda facturable registrada.
- b)- Cargo por consumo = (costo por KWH de punta \times el consumo de punta en KWH) + (costo por KWH intermedio \times consumo intermedio en KWH) + (costo por KWH de base \times consumo de base en KWH).
- c)- Cargo por medición en baja tensión = (cargo por demanda facturable +cargo por consumo) \times 0.02.
- d)- Porcentaje de recargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia (se calcula de la misma forma que para la tarifa 03 y OM).
- e)- Facturación total = cargo por demanda facturable + cargo por consumo + cargo por medición en baja tensión + cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia + cargo por DAP, cuando sea el caso.
- f)- Se agrega el I.V.A.

Para el caso de la tarifa OM y HM, el costo de la energía eléctrica depende de la región donde se encuentre el usuario, ya que actualmente se manejan ocho divisiones tarifarias en todo el país y el costo de la energía es diferente en cada una de ellas.

Así mismo el factor de ajuste por combustibles mensual, se determina en función de la inflación nacional y así de los precios en los combustibles; esto es diferente para cada mes del año.

El servicio de energía eléctrica del Hospital de la Mujer, se dio de alta en agosto del 2001 contratándose en tarifa horaria (HM) la cual se usa para servicio general en mediana tensión con demanda de 300 kilowatts o mas.

Esta tarifa fue creada para proporcionar un incentivo al usuario que puede sacar de operación su carga, en el periodo en el cual se registra la máxima demanda de energía en el sistema eléctrico nacional, o que no tiene consumo significativo en ese horario.

La tarifa horaria contempla 3 periodos en verano e invierno los cuales son, base, intermedia y punta como se especifica enseguida:

Tabla No. 22
HORARIO DE VERANO, DEL PRIMER DOMINGO DE ABRIL AL
ULTIMO DOMINGO DE OCTUBRE.

DIA	BASE	INTERMEDIA	PUNTA
Lunes a Viernes	00:00-06:00	06:00-20:00 22:00-24:00	20:00-22:00
Sábado	00:00-07:00	07:00-24:00	
Domingo y Festivos	00:00-19:00	19:00-24:00	

Tabla No. 23
HORARIO DE INVIERNO DEL ULTIMO DOMINGO DE OCTUBRE, AL PRIMER DOMINGO DE ABRIL.

DIA	BASE	INTERMEDIA	PUNTA
Lunes a Viernes	00:00-06:00	06:00-18:00 22:00-24:00	18:00-22:00
Sábado	00:00-08:00	08:00-19:00 21:00-24:00	19:00-21:00
Domingo y Festivos	00:00-18:00	18:00-24:00	

El precio de la energía (KWH) es mas bajo en el periodo base y mas caro en el periodo de punta; el cargo por demanda que cobra la C. F. E. lo toma de la demanda máxima registrada en el periodo de punta representándose en las siguientes cantidades para enero del 2003:

PERIODO	BASE	INTERMEDIA	PUNTA
Precio del KWH	\$0.3879	\$0.4669	\$1.4946

De aquí podemos deducir que para la tarifa horaria en el periodo de punta o en la hora pico, se está cobrando el precio del KWH a 385.19 % mas que en el periodo base.

2.5.- CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL

En los datos históricos del consumo de energía eléctrica en el hospital, comprendidos del mes de Enero a Diciembre del 2003, fue detectado un incremento en la demanda de 126 KW hasta un máximo de 218 KW registrados en el mes de Mayo, como se observa en la tabla No. 24 de la página siguiente.

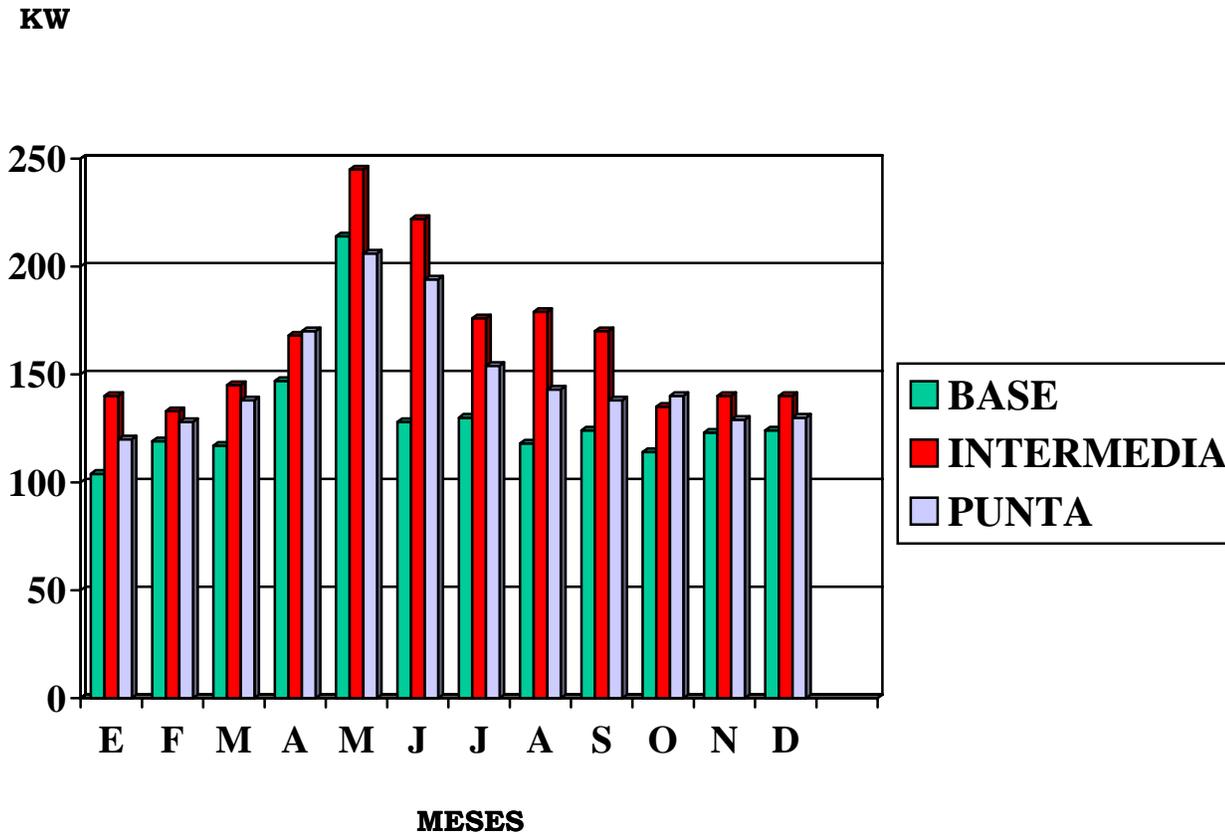
Tabla No. 24
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL AÑO 2003

MES	DEMANDA FACTURABLE KW	CONSUMO TOTAL KWH	FACTOR DE POTENCIA %	FACTURACIÓN \$
Enero	126	66360	86.02	59,497.00
Febrero	130	64610	85.91	58,656.00
Marzo	141	76300	84.74	69,891.38
Abril	170	66150	83.98	73,196.51
Mayo	218	94290	84.57	88,954.89
Junio	194	77140	83.47	86,750.16
Julio	161	80150	84.15	71,937.13
Agosto	154	74410	84.53	64,737.91
Septiembre	148	70630	85.24	61,879.56
Octubre	128	55930	85.58	62,146.00
Noviembre	133	65380	85.68	65,686.16
Diciembre	128	57260	86.52	64,146.33

En la gráfica siguiente se presentan el consumo de energía en KW en los tres periodos durante todo el año, observando que en el periodo de punta se tiene un mayor gasto de energía que en el periodo base. Esto se refleja en un alto cobro de la misma realizado por la Comisión Federal de Electricidad, por lo cual es necesario tomar medidas para disminuir éste consumo.

Una acción importante es evitar la penalización que se está aplicando al Hospital de la Mujer al producir un bajo Factor de Potencia, para ello, es necesario instalar un banco de capacitores de la capacidad adecuada que eleve dicho factor por arriba del 90 % calculado en base a la carga que alimentan los transformadores.

Fig. 2.9
DEMANDA EN KW POR MES EN LOS TRES PERIODOS
DEL 2003



El edificio cuenta actualmente con un sistema de alumbrado en su gran mayoría del tipo ahorrador, con lámparas fluorescentes de 2x32 watts en consultorios y oficinas, así como de 2x26 watts en pasillos y áreas de servicio; existen también 6 luminarias en un pequeño poste con lámparas de 75 watts en el estacionamiento principal, 11 lámparas tipo incandescente de 100 watts distribuidas en casetas de vigilancia, luces de obstrucción y bodega de intendencia.

Además 41 lámparas de aditivos metálicos de 150 watts, en la sala principal de admisión hospitalaria y 33 de 250 watts del mismo tipo distribuidas en la periferia del edificio para el alumbrado exterior, haciendo un total de 116.56 kilowatts en alumbrado y de 256.26 kilowatts en contactos.

En la puesta en operación de ésta Unidad Hospitalaria se registró una demanda facturable de 85 kw en el mes de Septiembre del 2001, con un factor de potencia de 78.38 %. Esta demanda ha venido variando en forma ascendente, registrándose en el mes de Mayo del 2003 un pico de 218 kw con un factor de potencia de 84.57 %.

El factor de potencia promedio durante el año 2003 fue de 85.032 %; ésta cantidad es considerada por la Comisión Federal de Electricidad como un valor bajo, realizando penalizaciones económicas ya que se consideran pérdidas de energía para el sistema al tener una potencia reactiva mayor. El cobro realizado en el mes de Septiembre del 2003 fue de \$2,059.32 por factor de potencia bajo.

Para evitar este tipo de multas se propone la instalación de un banco de capacitores para disminuir ésta energía reactiva, calculando su valor de tal manera que se incremente el factor de potencia por arriba del 90 % ; para ello, es necesario tomar en cuenta la carga total instalada en los tres transformadores, encontrada en la tabla No. 19 de la pagina 42 en el capitulo anterior.

Transformador No. 1 (300 KVA) = 104.40 KW

Transformador No. 2 (500 KVA) = 348.53 KW

Transformador No. 3 (750 KVA) = 455.85 KW

Carga total = 908.78 KW

2.6.- CALCULO DEL BANCO DE CAPACITORES

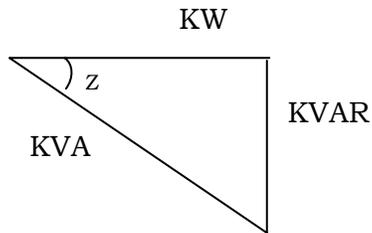
Para corregir el factor de potencia de un sistema, se puede realizar mediante al cálculo correcto de un banco de capacitores ó instalando motores síncronos, los cuales tienen la ventaja de que pueden funcionar con factor de potencia unidad ó en adelanto ya que al trabajar en un sistema con factor de potencia en retraso donde hay cargas inductivas, suministran potencia reactiva en adelanto (KVAR) mejorando así el factor de potencia total. Al aumentar el factor de potencia en un sistema, se mejora la regulación de voltaje de los generadores, transformadores y líneas de alimentación, así mismo, se aumenta la capacidad de alimentación, se eleva el rendimiento y en general se mejoran las características del sistema.

En el caso del Hospital de la Mujer en una primera opción, determiné la instalación de un banco de capacitores calculado de acuerdo a las cargas que tiene ésta Institución. Para calcular su capacidad es necesario encontrar los KVAR para el factor de potencia existente y después calcular esa misma potencia usando el factor de potencia que deseamos obtener; enseguida haciendo la resta de esas dos cantidades, de acuerdo al triangulo de potencias, obtenemos el valor de la potencia reactiva que se deberá instalar en el banco.

Graficando las potencias, podemos encontrar la potencia aparente en KVAR para compararla con los KVA del equipo de transformación, tomando en cuenta el factor de potencia promedio de 85.03 %, obtenido de la suma de los datos que están en la tabla No. 24 de la pagina 56 y dividiendo el resultado entre los 12 meses.

Sabemos que el factor de potencia es igual al coseno del ángulo, esto es:

$$\cos z = \text{F.P.} = 0.8503$$



Conocemos la potencia activa (KW) y el factor de potencia, por lo tanto podemos calcular la potencia aparente en base a la carga total instalada:

$$\cos z = \text{KW} / \text{KVA}, \text{ despejando:}$$

$$\begin{aligned} \text{KVA} &= \text{KW} / \cos z \\ &= 908.78 / 0.8503 \\ &= 1068.77 \end{aligned}$$

Y la potencia reactiva la podemos encontrar mediante el teorema de Pitágoras o triángulo de potencias:

$$\text{KVA}^2 = \text{KVAR}^2 + \text{KW}^2, \text{ despejando}$$

$$\text{KVAR} = [\text{KVA}^2 - \text{KW}^2]^{1/2}$$

$$\begin{aligned} \text{KVAR} &= [(1068.77)^2 - (908.78)^2]^{1/2} \\ &= [1142269.30 - 825881.08]^{1/2} \\ &= 562.48 \end{aligned}$$

Actualmente el hospital cuenta con un equipo de transformación de 1,550 KVA, sumando la capacidad de los tres transformadores existentes en la subestación compacta, mostrados en la figura No. 2.10 de la página siguiente, por lo que al comparar con la carga total instalada calculada anteriormente, encontramos el porcentaje de carga alimentada por los transformadores mediante una regla de tres:

$$(1550 / 100\%) = (1068.75 / x)$$

$$\begin{aligned} \text{Carga ocupada} &= (1068.75 \text{ KVA} \times 100) / 1550 \text{ KVA} \\ &= 68.95 \% \end{aligned}$$



Fig. 2.10.- Subestación tipo interior del Hospital de la mujer.

Esto nos indica que se está usando un 68.95% de la capacidad total de los transformadores, contribuyendo esto a generar un factor de potencia bajo, por lo cual es necesario realizar acciones para corregir ésta situación.

Analizando el historial en los recibos de la C. F. E., observamos en los datos de la tabla 24, pagina 56 que el consumo máximo facturable fue de 94,290 KWH detectados en todo el mes de Mayo del 2003, con un factor de potencia de 84.57%. al tomar como base éstos valores para el cálculo del banco de capacitores, podemos tener un margen mayor de acierto ya que como el hospital es prácticamente joven, la demanda de los servicios estará aumentando produciendo un mayor consumo de energía.

Con éstos valores podemos calcular la capacidad del banco de capacitores para elevar el factor de potencia (F.P.) hasta un 94%, tomando en cuenta el factor de potencia existente con el consumo máximo de KWH.

$$\cos z = \text{F.P.} = 84.57 \%$$

KWH = 94,290, enseguida obtenemos el consumo de energía por hora

$$\text{KWH} = 94,290 / (30 \text{ días} \times 24 \text{ hr})$$

$$= 130.95$$

La cantidad anterior es el consumo que se presenta por hora. Ahora usando el factor de potencia del mes de Mayo y los KWH calculados, podemos encontrar las potencias aparente y reactiva existentes sin el banco de capacitores mediante el triangulo de potencias:

$\cos z = \text{KWH} / \text{KVA}$, despejando la potencia aparente tenemos:

$$\text{KVA} = \text{KWH} / \text{F.P.}$$

$$\text{KVA} = 130.95 / 0.8457$$

= 154.84, con ésta cantidad podemos encontrar la potencia reactiva que debe haber actualmente:

$$\text{KVA}^2 = \text{KW}^2 + \text{KVAR}^2$$

$$\begin{aligned} \text{KVAR}_1 &= [(154.84)^2 - (130.95)^2]^{1/2} \\ &= [23975.42 - 17147.90]^{1/2} \\ &= 82.62 \end{aligned}$$

Haciendo uso del factor de potencia de 94% que se desea obtener, encontramos la potencia aparente de la siguiente manera:

$$\cos z = \text{KW} / \text{KVA}$$

$$\begin{aligned} \text{KVA} &= \text{KWH} / \cos z \\ &= 130.95 / 0.94 \\ &= 139.308 \end{aligned}$$

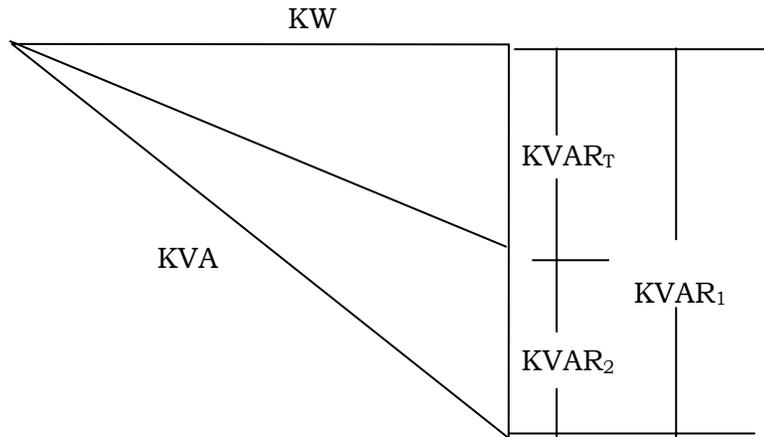
Esta potencia aparente nos sirve par calcular mediante el triangulo de potencias, la potencia reactiva para el nuevo factor de potencia que deseamos corregir, de la forma siguiente:

$$\text{KVA}^2 = \text{KW}^2 + \text{KVAR}^2$$

$$\begin{aligned} \text{KVAR}_2 &= [(139.308)^2 - (130.95)^2]^{1/2} \\ &= [19406.86 - 17147.902]^{1/2} \\ &= 47.52 \end{aligned}$$

Esta potencia reactiva la anotamos en el triangulo de potencias y por diferencia con la potencia KVAR_1 calculada anteriormente, encontramos la potencia reactiva del banco de capacitores por instalar.

Por diferencia con la potencia 1 calculada anteriormente, encontramos la potencia reactiva total:



$$\begin{aligned} \text{KVAR}_T &= \text{KVAR}_1 - \text{KVAR}_2 \\ &= 82.62 - 47.52 \\ &= \mathbf{35.10} \end{aligned}$$

Este valor sería la capacidad del banco de capacitores que debemos instalar, en una primera opción de un solo banco de capacitores para la corrección del factor de potencia.

En el mercado se encuentran bancos de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 KVAR y mas, por lo que para el caso de éste hospital se puede adquirir uno de 40 KVAR, 240 V, de tres fases el cual se conectaría en la barra de 220V, donde se alimentan los motores de mayor capacidad.

Las características generales de éstos bancos se especifican en la Fig. A3 del apéndice.



Fig. 2.11.- Banco de capacitores instalado en el Hospital de la Mujer

2.7.- CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS INTERRUPTORES QUE ALIMENTARÁN EL BANCO DE CAPACITORES.

La capacidad de los interruptores se puede calcular por corriente mediante tablas, tomando en cuenta la corriente que circula por los capacitores ó realizando los cálculos mediante el factor de potencia existente, el cual en éste caso será el factor de potencia corregido, la tensión entre líneas y la capacidad del banco por instalar, esto será de la siguiente manera:

$$F. P. = \cos z = 0.94$$

Este es el valor del factor de potencia ya corregido.

$P = 40 \text{ KVAR}$, es la potencia del banco de capacitores calculada anteriormente.

$V = 220 \text{ V}$, es el voltaje entre líneas.

Sustituyendo esos valores en la formula tenemos:

$$P = V I \cos z$$
$$I = \frac{P}{V \cos z}$$
$$= \frac{40000 \text{ VAR}}{220 \text{ V} \times 0.94} = 193.42 \text{ Amp.}$$

Esta sería la capacidad del interruptor trifásico que deberá instalarse en el tablero de la subestación del Hospital. Como los bancos de capacitores vienen con alimentación trifásica, se propone instalar un interruptor para tablero de 3x200 Amp.

CALCULO DE LOS ALIMENTADORES:

En la tabla A1 del apéndice, entramos con la corriente calculada de 193.42 Amp., para determinar el calibre del conductor que conectará el banco con el interruptor, por lo que obtenemos un cable THW del No. 3/0, el cual tiene una capacidad de conducción hasta de 210 Amp. La instalación del interruptor en el tablero de la subestación se ilustra en la figura 2.12.



Fig. 2.12.- Interruptor trifásico

Ahora una segunda opción sería seleccionar el banco de capacitores en forma individual para cada transformador. Podemos iniciar calculando el porcentaje de carga con que contribuye cada uno de ellos para completar la carga total calculada en la tabla 19 de la pagina 42, la cual fue de 908.78 KW.

Para el transformador 1:

$$\begin{aligned}(908.78 / 100\%) &= 104.40 / x\% \\ x &= 10440 / 908.78 \\ &= 11.48 \%\end{aligned}$$

Para el transformador 2 :

$$\begin{aligned}(908.78 / 100\%) &= 348.53 / x\% \\ x &= 34853.9 / 908.78 \\ &= 38.35 \%\end{aligned}$$

Para el transformador 3 :

$$\begin{aligned}(908.78 / 100\%) &= 455.85 / x\% \\ x &= 45585 / 908.78 \\ &= 50.160 \%\end{aligned}$$

Enseguida calculamos la potencia del capacitor que se instalará para cada transformador, partiendo de los 40 KVAR calculados para el conjunto de los 3 transformadores:

Para un banco de capacitores de 40 KVAR, según el porcentaje del transformador 1, el 11.48 % de 40 será
 $40 \times 0.1148 = 4.59$ KVAR

Para el transformador 2 con el porcentaje de 38.35 %
 $40 \times 0.3835 = 15.34$ KVAR

Y para el transformador 3 con un porcentaje del 50.16 %
 $40 \times 0.5016 = 20.06$ KVAR

Sumando estas tres cantidades nos da un total de 40 KVAR, que sería la potencia que se necesita por lo que en ésta otra opción, se proponen instalar 3 bancos de capacitores uno de 5 KVAR, 440V para el transformador 1, otro de 15 KVAR, 3F, 220 V para el transformador 2 y para el transformador 3 uno de 20 KVAR, 3F, 220 V , los cuales se instalaran en la salida de cada uno de ellos en el bus de baja tensión y protegidos mediante un interruptor trifásico de la capacidad que mas adelante se calcula, instalado en el tablero de la subestación.

El ahorro mensual en la facturación de la energía que se obtendría con la instalación de éstos equipos, sería en promedio de \$1974.04 como se especifica en los datos señalados en la tabla No. 25, en los cuales se muestra la cantidad total facturada por mes, así como el cargo por bajo factor de potencia del año 2003; éstos datos se obtienen de los recibos mensuales que proporciona la Comisión Federal de Electricidad.

**Tabla No.25
CARGO POR BAJO FACTOR DE POTENCIA EN EL AÑO 2003**

MES	CARGO POR BAJO F.P. (\$)	COBRO TOTAL (\$)
Enero	1,440.61	58,364.00
Febrero	1,373.32	59,497.00
Marzo	1,400.93	58,656.00
Abril	2,113.29	69,891.38
Mayo	2,474.29	73,196.51
Junio	2,829.66	88,954.00
Julio	2,643.46	75,404.00
Agosto	2,457.26	71,937.13
Septiembre	2,059.32	64,737.91
Octubre	1,724.31	61,879.56
Noviembre	1,550.79	62,146.00
Diciembre	1,621.32	65,686.16
PROMEDIO	1,974.04	67,529.13

Para poder instalar los bancos de capacitores, es necesario colocar un equipo de desconexión a cada uno de ellos, que en éste caso será un interruptor trifásico, el cual se puede calcular por corriente para determinar su capacidad, tomando en cuenta el factor de potencia corregido, los KVAR del banco y su tensión entre fases:

Para el transformador 1:

Potencia = Voltaje x Corriente x cos z

$$\begin{aligned}
 I &= P / V \cos z \\
 &= 5 \text{ KVAR} / 440 \text{ V} \times 0.94 \\
 &= 5000 / 413.6 \\
 &= 12.08 \text{ Amp.}
 \end{aligned}$$

Sería un interruptor trifásico de 15 amp.

Para el transformador 2:

$$I = 15 \text{ KVAR} / 0.22 \times 0.94 \\ = 72.53 \text{ Amp.}$$

tendríamos un interruptor trifásico de 75 Amp.

Para el transformador 3:

$$I = 20 \text{ KVAR} / 0.22 \times 0.94 \\ = 96.71 \text{ Amp.}$$

Instalándose un interruptor trifásico de 100 Amp.

Estos son los interruptores con el valor mas comercial que existe en el mercado.

2.8.- CALCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA CONECTAR LOS INTERRUPTORES

El calibre del conductor que se instalará deberá calcularse tomando en cuenta también la corriente que circula por el interruptor, por lo que de la tabla A1 del apéndice, entrando con la corriente calculada para cada capacitor y con el aislamiento del tipo THW tenemos:

Para el banco No.1 con una corriente de 12.08 Amp., es necesario cable THW del calibre 12, que tiene una capacidad de conducción de hasta 30 Amp.

Para el banco No.2 con una corriente de 72.53 Amp., se ocupa cable THW del calibre 4, el cual tiene una capacidad de conducción de hasta 90 Amp.

Para el banco No. 3 con una corriente de 96.71 Amp., se necesita cable THW del calibre 2, el cual tiene una capacidad de conducción de hasta 120 Amp.

Además de corregir el factor de potencia, un banco de capacitores proporciona algunas ventajas adicionales como lograr una mejor regulación de voltaje, lo cual alarga la vida útil de todos sus equipos, hay menor pérdida de energía por calentamiento (efecto Joule) en los conductores eléctricos de todas sus instalaciones, si el usuario cuenta con transformador particular como en el caso de la tarifa OM y HM, se incrementa la capacidad que se pide a la subestación.

2.9.- CALCULO DEL NUMERO DE LAMPARAS POR AREA

Otro factor muy importante en el consumo de la energía eléctrica, es el alumbrado de las lámparas de acuerdo al tipo de ellas y a su potencia.

En la revisión efectuada en el alumbrado de las distintas áreas con que cuenta este Hospital, se aprecia que la iluminación es un poco elevada siendo necesario reducir ésta y ahorrar energía sin que los niveles de iluminación bajen del valor especificado para cada lugar, como se señala en la tabla No.26, extraída del Manual del Alumbrado de la Westinghouse.

En las áreas que se propone realizar modificaciones existen lámparas compactas de 26 W, con 2 o 4 pines y lámparas fluorescentes de 32 W, con una emisión de 1,825 y 2,950 lúmenes por lámpara respectivamente.

Para poder retirar algunas lámparas, es necesario asegurarnos que no se va a disminuir el nivel de iluminación de las áreas por debajo de lo recomendado en las Normas de Iluminación para Hospitales. Estos niveles de iluminación se especifican en los datos que a continuación se señalan:

Tabla No. 26
NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA HOSPITALES

LUGAR A ILUMINAR	NIVELES MÍNIMOS RECOMENDADOS EN LUX
Cuarto de anestesia	300
Patología	1000
Mesa de autopsias	10000
Depósito de cadáveres	200
Central de esterilizado	300
Departamento odontológico	700
Sillón dental	10000
Sala urgencias local	20000
Sala urgencias general	1000
Salidas (en el suelo)	50
Reconocimiento ojos, nariz, oídos y garganta	500
Sala de fracturas general	500
Mesa de operaciones	2000
Laboratorio general	500
Laboratorio trabajos delicados	1000

Continuación Tabla No. 26

LUGAR A ILUMINAR	NIVELES MÍNIMOS RECOMENDADOS EN LUX
Bibliotecas	700
Sala de armarios	200
Vestíbulos y pasillos	300
Archivos médicos	1000
Sala de enfermeras día	700
Sala de enfermeras noche	300
Pupitres	500
Despacho de medicinas	1000
Habitaciones de trabajo de enfermeras	300
Cuneros general	300
Mesa reconocimiento pediatría	1000
Pediatría y sala de juegos	300
Obstetricia esterilización	300
Obstetricia consultas	200
Sala de partos general	1000
Mesa de partos	25000
Farmacia general	500
Farmacia lugar de trabajo	1000
Almacén farmacia	300
Almacenes	300
Oficinas almacén	700
Sala de instrumental cirugía	300
Sala de limpieza cirugía	1000
Sala de operaciones general	1000
Sala de recuperación cirugía	300
Mesa de operaciones cirugía	25000
Lavabos	300
Sala de servicios y oficinas	300
Sala de espera general	200
Sala espera lectura	300
Radiografías, fluroscopías y cámara obscura	100
Radioterapia	100
Sala de revelado	300
Archivos, películas reveladas	300
Almacén películas sin revelar	100

Tomando en cuenta éstos niveles de iluminación, podemos hacer las modificaciones adecuadas para las luminarias existentes en las diferentes áreas y así poder encontrar el número de lámparas que deberá existir en cada lugar. Esto se demuestra mediante los siguientes cálculos en las diferentes áreas.

2.9.1.- PASILLO DE CEYE:

Para determinar el número de lámparas que realmente deberán existir en un área determinada, es necesario conocer las dimensiones del local, Niveles de iluminación del mismo, los lúmenes emitidos por la lámpara y sustituirlos en la fórmula siguiente:

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\text{Nivel de iluminación} \times \text{Superficie}}{\text{Lúmenes por lámpara} \times \text{C.U.} \times \text{Factor de pérdida de luz}} \dots\dots\dots(2.1)$$

En éste pasillo se encuentran luminarias de 2 lámparas de 26W cada una, con una emisión luminosa de 1825 lúmenes por lámpara según el fabricante y espaciadas a 2m entre sí, como se observa en la fig. 2.13.



Fig.2.13.- Distancia entre luminarias en el pasillo de CEYE

Dimensiones del local: altura = 2.6m, longitud = 30m, ancho = 2.0m

El plano de trabajo lo consideramos de 40 cm sobre el nivel del piso.

Calculando la altura de cavidad de local (h), la cual se encuentra restándole la altura del plano de trabajo a la altura que tiene la luminaria desde el piso:

$$h = 2.60 - 0.40 \\ = 2.20 \text{ m}$$

Al dividir el largo entre el ancho, encontramos el siguiente factor:

$$\text{largo} / \text{ancho} = 30 / 2 = 15$$

Con ésta cantidad entramos a la tabla A2 del apéndice y encontrando el valor de 0.5 denominado Relación Gaysunas, que se empleará para calcular la relación de cavidad de local.

$$\begin{aligned} \text{R.C.L.} &= \frac{10 \times h}{\text{ancho}} \times \text{Relación Gaysunas} \dots\dots\dots (2.2) \\ &= \frac{10 \times 2.2}{2} \times 0.5 \\ &= 5.5 \end{aligned}$$

Con ésta relación de cavidad de local y considerando una reflectancia de luz en los muros del 50% y en el techo del 10%, calculamos el coeficiente de utilización utilizando la tabla A3 del apéndice para ese tipo de luminaria:

para R.C.L. = 5, el C.U. = 4.8

además para R.C.L. = 6, el C.U. = 4.4

interpolando:

$$\begin{aligned} 4.8 - 4.4 &= 0.4 \\ 0.4 / 2 &= 0.2 \end{aligned}$$

por lo tanto el C.U. para un valor de 5.5 será

$$\begin{aligned} \text{C.U.} &= 4.4 + 0.2 \\ &= 4.6 \end{aligned}$$

CALCULO DEL FACTOR DE PERDIDA DE LUZ:

Para encontrar el factor de pérdida de luz o de conservación, se toman en cuenta los siguientes puntos:

1.- Rendimiento de la reactancia. Se tienen reactancias electrónicas de tipo ahorradoras, por lo que el factor se considera de 0.98

2.- Variación del voltaje. Prácticamente no lo hay por lo que el factor será de 1.0

3.- Variación de la reflectancia de luz de acuerdo al controlente. Este efecto es muy pequeño aunque después de algunos años puede variar de acuerdo a la calidad del material; se considera de 1.0

4.- Fallo de lámparas. Se realiza el cambio de ellas en el momento, por lo tanto el factor será de 1.0

5.- Temperatura ambiente. No hay variaciones grandes, factor de 1.0

6.- Intercambio de calor. Las lámparas no intercambian calor por lo que el factor se considera de 1.0

7.- Degradación luminosa de las lámparas. Aproximadamente disminuye a un 90 % cuando ha transcurrido el 70% de su vida observando el cambio de luminosidad por lo tanto el factor se considera de 0.90.

8.- Disminución de la emisión luminosa por suciedad. El ambiente es muy limpio ya que las luminarias se limpian un promedio de una vez por mes por lo que del apéndice, pag. 115 figura 1, categoría III elegimos la curva superior correspondiente al ambiente señalado y encontramos el valor de 0.99

Al multiplicar éstas ocho cantidades obtenemos el siguiente resultado:

$$\begin{aligned} \text{Factor de perdida de luz} &= 0.98 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.90 \times 0.99 \\ &= 0.873 \end{aligned}$$

Ahora sustituyendo valores en la formula (2.1) encontramos el numero de lámparas que deberán existir.

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\text{Nivel de iluminación x Superficie}}{\text{Lúmenes por lámpara x C.U. x Factor de perdida de luz}}$$

$$\begin{aligned} \text{No. de lámparas} &= \frac{200 \times 2 \times 30}{1825 \times 0.46 \times 0.873} \\ &= 16.37 \end{aligned}$$

Según la cantidad anterior esa área se debería tener 16 lámparas y físicamente existen 13 luminarias con 2 lámparas de 26 w cada una separadas 2m entre si, por lo que proponemos retirar 10 de ellas dejando con 2 lámparas únicamente las luminarias números 3, 7 y 11, quedándonos las 16 calculadas.

			3				7				11		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La separación no debe ser mayor a 1.2 veces la altura de montaje.

$1.2 \times 2.60m = 3.12m$, y físicamente están a 2m de separación, por lo que se considera que cumplen con ese rango.

El ahorro de las lámparas retiradas de acuerdo al tiempo de operación es de:

$$10 \times 26w \times 11hrs = 2.86 \text{ KWH}$$

2.9.2.- OFICINAS ADMINISTRATIVAS:

Plano de trabajo = 0.75m

Altura cavidad de techo = 0

Longitud = 9m

Ancho = 3m

Altura = 2.40m

Existen 8 luminarias con 2 lámparas de 32W cada una y con una emisión luminosa de 2950 lúmene por lámpara.

Calculando la altura de cavidad de local:

$$h = 2.40 - 0.75$$

$$= 1.65m$$

$$\text{largo} / \text{ancho} = 9 / 3 = 3m$$

En la tabla del apéndice 2, encontramos el factor de 0.66 mediante el cual podemos calcular la relación de cavidad de local con la formula (2.1):

$$\begin{aligned}
 R. C. L. &= \frac{10 \times h}{\text{ancho}} \quad \times \text{Relación Gaysunas} \\
 &= \frac{10 \times 1.65}{3} \quad \times 0.66 \\
 &= 3.66\text{m}
 \end{aligned}$$

Entrando a la tabla A3 del apéndice para la lámpara semejante a la existente con una reflectancia de 50% paredes y 10% techo, encontramos un C.U. = 0.44.

Encontrando el factor de pérdida de luz según los ocho conceptos anteriores y multiplicando los valores encontrados tenemos:

- 1.- Rendimiento de la reactancia = 0.98
- 2.- Variación del voltaje = 1.0
- 3.- Variación de la reflectancia de luz de acuerdo al controlente = 0.95
- 4.- Fallo de lámparas = 0.95
- 5.- Temperatura ambiente = 1.0
- 6.- Intercambio de calor = 1.0
- 7.- Degradación luminosa de las lámparas = 0.86
- 8.- Disminución de la emisión luminosa por suciedad = 0.98

Factor de pérdida de luz = 0.745

El nivel de iluminación para oficinas según la tabla 26 de la pagina 69, es de 300 luxes.

Enseguida calculamos el numero de lámparas que debería existir, de acuerdo a la formula (2.1) manejada anteriormente:

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\text{Nivel de iluminación} \times \text{Superficie}}{\text{Lúmenes por lámpara} \times \text{C.U.} \times \text{Factor de perdida de luz}}$$

Sustituyendo los valores:

$$\begin{aligned} \text{No. de lámparas} &= \frac{(300 \times 9 \times 3)}{(2950 \times 0.44 \times 0.86)} \\ &= 8.37 \end{aligned}$$

Esto indica que se deberá tener 8 luminarias de 1 lámpara de 32W cada una, ó 4 luminarias con 2 lámparas de 32W. Físicamente existen 8 luminarias con 2 lámparas de 32W cada una, por lo que proponemos retirar 1 lámpara de cada luminaria recuperando 8 de ellas.

La separación entre luminarias actualmente está a una distancia de 2.0m y según el Manual del Alumbrado, ésta no debe exceder de 1.2 x altura de montaje.

1.2 x 2.4 = 2.88m, lo que nos indica que están dentro del rango

El ahorro de las 8 lámparas retiradas será el siguiente:

$$8 \times 32W \times 8\text{hrs} = 2.048 \text{ KWH}$$

Este mismo procedimiento se aplica para las demás áreas ya que se tienen características comunes en cuanto a la altura, plano de trabajo, reflectancias, etc., por lo que sintetizamos éstos cálculos en la tabla No.27 de la siguiente página, mostrando los datos, dimensiones y resultados de cada una de las áreas donde se van a realizar modificaciones en el alumbrado:

Tabla No. 27
CÁLCULOS DEL NUMERO DE LAMPARAS EN LAS ÁREAS FALTANTES.

AREA	DIMENSIONES			PLANO DE TRABAJO MTS.	CAVIDAD DE LOCAL (h) MTS.	LARGO ANCHO MTS.	RELACION GAYSUNAS	R.C.L. Form. (2.2)
	LARGO MTS.	ANCHO MTS.	ALTO MTS.					
Sala de espera Rayos X	19.85	4.05	2.60	0.70	1.90	4.90	0.60	2.81
Salas de Toco y Quirófano	4.00	3.00	2.70	0.70	1.90	1.33	0.90	5.7
Sal de espera Dirección	6.0	6.0	2.60	0.40	2.20	1.0	1.0	3.66
Sala de espera Urgencias	16.00	4.00	2.60	0.40	2.20	4.00	0.62	3.43
Comedor	12.00	6.00	2.60	0.40	2.20	2.20	0.75	2.75
Sala de Consulta Externa	27.00	6.00	2.60	0.40	2.20	4.50	0.61	2.24
Pasillo Quirófano	30.00	1.80	2.60	0.40	2.20	16.66	0.50	6.11
Gobierno	23.00	1.80	2.60	0.40	2.20	15.86	0.50	5.50
Sala de espera Auditorio	8.00	6.00	2.60	0.40	2.20	1.42	0.80	4.19
Pasillo Admisión Hosp.	15.0	1.60	2.40	0.40	2.0	9.09	0.50	6.06
Pasillo Laboratorio	20.00	3.60	2.60	0.40	2.20	2.20	0.50	3.05
Pasillo Urgencias	30.00	2.04	2.67	0.40	2.27	14.17	0.5	5.56
Sala de espera Rec. Financieros	8.00	6.00	2.60	0.40	2.20	1.42	0.80	4.19

Continuación Tabla No. 27

AREA	C.U.	NIVEL DE ILUMINACIÓN LUXES	FACTOR PÉRDIDA DE LUZ	No. DE LAMPARAS Form.(2.1)	LAMPARAS EXISTENTES		LAMPARAS RETIRADAS	AHORRO KWH
					No.	WATTS		
Sala de espera Rayos X	0.56	200	0.92	15.90	36	26	18	5.14
Salas de Toco y Quirófano	0.37	1000	0.93	11.55	12	32	—	—
Sala de espera Dirección	0.55	300	0.87	12.36	18	26	6	1.71
Sala de espera Urgencias	0.56	300	0.87	21.50	30	26	8	2.28
Comedor	0.59	200	0.87	15.19	30	26	15	4.29
Sala de Consulta Externa	0.62	200	0.87	32.30	210	26	110	31.46
Pasillo Quirófano	0.44	300	0.87	23.10	28	26	5	1.43
Gobierno	0.37	300	0.87	23.09	20	26	—	—
Sala de espera Auditorio	0.58	200	0.87	10.38	24	26	12	3.43
Pasillo Admisión Hosp.	0.44	300	0.87	10.30	14	26	4	1.14
Pasillo Laboratorio	0.58	300	0.87	23.30	20	26	—	—
Pasillo Urgencias	0.46	300	0.87	25.00	36	26	9	2.57
Sala de espera Rec. Financieros	0.58	200	0.87	10.38	18	26	9	2.57

Sumando los KWH del retiro de esas lámparas en las diferentes áreas, se tiene un total ahorrado como se muestra en los datos de la tabla No. 28 en la pagina siguiente:

Tabla No. 28
LAMPARAS RETIRADAS EN LAS DIFERENTES AREAS

LUGAR O AREA	No. DE LAMPARAS RETIRADAS	POTENCIA WATTS	KWH
Pasillo CEYE	10	26	2.860
Oficinas Administrativas	8	32	2.048
Sala de espera Rayos X	18	26	5.148
Sala de espera Dirección	6	26	1.716
Sala de espera Urgencias	8	26	2.80
Comedor	15	26	4.290
Sala de Consulta Externa	110	26	31.460
Pasillo de Quirófano-Toco cirugía	5	26	1.430
Sala de espera Auditorio	12	26	3.432
Pasillo Admisión Hospitalaria	4	26	1.144
Pasillo de Urgencias	9	26	2.574
Sala de espera Recursos Financieros	9	26	2.574
TOTAL	217		61.814

Esto nos indica que se ahorraría 61.814 KWH, al retirar las 217 lámparas de 26 W y otras de 32 W en las áreas señaladas.

2.10.- CONCEPTOS GENERALES POR AREA Y AHORRO DE KWH

Después de los primeros años de servicio, se pueden tomar ciertas medidas de reducción en el alumbrado de las diferentes áreas ya que se ha comprobado que no se ocupa al 100%, además en algunos lugares permanece encendido todo el día, por lo que a continuación se detallan las acciones a realizar y así contribuir a la disminución del consumo de energía eléctrica. Se señala también la potencia ahorrada en Watts en un día, de acuerdo al tiempo que permanecen apagadas.

Comedor y cocina:

- Apagar el pasillo a cocina de 08:00 a 16:00 hrs:
4 luminarias de 2x26 Watts = 208 Watts.
208 x 8hrs = 1.664 KWH
- Apagar el comedor de 08:00 a 16:00 hrs.
6 luminarias de 2x26 Watts = 312 Watts.
312 x 8hrs = 2.496 KWH

CENDI:

- Seccionar el circuito del alumbrado del pasillo de servicios generales con el de CEYE mediante un interruptor termomagnético de 20 amp. ya que el primero no se ocupa en el día y los dos se operan con el mismo interruptor.
controlaría 6 luminarias de 2x26 Watts = 312 Watts.
312 x 8hrs = 2.496 KWH.

Urgencias:

- Apagar el alumbrado del pasillo de la entrada al personal que viene en las ambulancias de 08:00 a 18:00 hrs.
4 luminarias de 2x26 Watts = 208 Watts.
208 x 8hrs = 1.664 KWH
- Apagar el pasillo de la parte de atrás en urgencias de 08:00 a 18:00 hrs ya que tiene ventanales hacia el jardín.
5 luminarias de 2x26 watts = 260 watts.
260 x 10hrs = 2.60 KWH

Quirófano:

- Apagar el pasillo de las salas 1 y 2 frente al comedor de 08:00 a 18:00 hrs.
6 luminarias de 2x26 Watts = 312 Watts.
312 Watts x 10hrs = 3.12 KWH
- Instalar un apagador individual para controlar el alumbrado de las salas 1 y 2 ya que están siempre encendidas; aproximadamente se realizan un promedio de 3 operaciones diarias de 3hrs que serían 9 hrs; restándoselas a 24hrs nos queda el tiempo que van a permanecer apagadas el cual sería nuestro ahorro:

24hrs – 9hrs = 15hrs
4 luminarias de 3x32 Watts = 384 Watts x 2 salas = 768 Watts.
768 Watts x 15hrs = 11.52 KWH.

Laboratorio:

- Apagar el pasillo interior de 08:00 a 18:00 hrs.
3 luminarias de 2x26 = 156 Watts.
156 Watts x 10hrs = 1.56 KWH.

Ginecología:

- Apagar el pasillo de encamados y si se requiere la iluminación, encender solamente un grupo de lámparas.
6 luminarias de 2x26 = 312 Watts.
312 Watts x 10hrs = 3.12 KWH.
- Instalar un apagador en el sanitario de mujeres del personal para operar la lámpara ya que día y noche permanece encendida pues carece de él.
1 lámpara de 13 Watts.
13 Watts x 10hrs = 0.13 KWH.

Medicina Interna:

- Instalar interruptor en los aislados 49 y 50 para que no queden encendidos cuando no se ocupan por algún paciente.
1 lampara de 2x32 Watts x 2 = 128 Watts.
128 Watts x 8hrs = 1.02 KWH.
- Apagar pasillos internos y si se requiere la iluminación, encender solamente un grupo de lámparas.
6 luminarias de 2x26 Watts = 312 Watts.
312 watts x 8hrs = 2.49 KWH.
- Seccionar el circuito que alimenta la sala de día y el pasillo de entrada mediante un interruptor termomagnético de 20 Amp.
3 luminarias de 2x26 Watts = 138 Watts.
138 Watts x 8hrs = 1.10 KWH.

Gobierno:

- Seccionar el circuito para el alumbrado de la oficina de supervisión de enfermeras y la sala de juntas de esa misma área, ya que con una pastilla se encienden las luminarias de los dos lugares.
6 luminarias de 2x32 Watts = 384 Watts.
384 Watts x 16hrs = 6.14 KWH.

2 luminarias de 2x32 Watts = 128 Watts.
128 Watts x 16hrs = 2.04 KWH.
- Apagar en el día parte del alumbrado de la entrada a oficinas administrativas e instalar apagadores ya que teniendo ventanas, permanecen encendidas las lámparas.
9 luminarias de 2x32 Watts = 576 Watts.
576 Watts x 12hrs = 6.912 KWH.

Admisión Hospitalaria:

- Seccionar el circuito del registro civil respecto del pasillo de admisión hospitalaria mediante un interruptor de un polo.
3 luminarias de 2x26 Watts = 156 Watts.
156 Watts x 13hrs = 2.02 KWH.

-
-
- Cambiar 41 lámparas de aditivos metálicos de 150 watts por ahorradoras de 26 watts con su respectivo socket, en la sala de espera, entrada principal y jardín.
41 x 150 Watts = 6150 Watts
41 x 26 Watts = 1066 Watts
el ahorro será de 6150 – 1066 = 5084 Watts.
5084 Watts x 12hrs = 61.00 KWH.

Estas lámparas operan a través de una fotocelda y se ponen en operación únicamente la mitad de ellas durante 12 horas:

$$\frac{5084 \text{ W}}{2} = 2542 \text{ W}$$

2542 W x 12 horas = 30.504 KWH, que se estarían ahorrando.

Caseta de vigilancia:

- En el interior de las dos casetas es necesario retirar cinco lámparas incandescentes de 100 watts y remplazarlas por lámparas ahorradoras de energía de 13 o 15 watts, 127 V.
5 x 100 Watts = 500 Watts
5 x 15 Watts = 75 Watts
el ahorro será de 500 – 75 = 425 Watts.
425 Watts x 16hrs = 6.80 KWH.

Tococirugia:

- Instalar interruptor en cada una de las cuatro salas para controlar las lámparas ya que están siempre encendidas.
4 luminarias de 3 x 32 = 384 Watts x 4 salas = 1536 watts.
se realizan un promedio de dos operaciones diarias en cada sala durando en promedio de 2hrs cada una, por lo que tenemos:
2 operaciones x 2hrs x 4 salas = 16 hrs encendidas, entonces:
24hrs – 16hrs = 8hrs, que sería el tiempo ahorrado.
1536 Watts x 8hrs = 12.288 KWH

Intendencia:

- Instalar lámparas ahorradoras de energía de 13 o 15 W en la guarda de intendencia y retirar la incandescente de 100 W.
100 – 15 = 85 Watts de ahorro.
85 Watts x 12hrs = 1.02 KWH.

Azotea del edificio:

- Instalar ocho lámparas ahorradoras de 15 W en las luces rojas de obstrucción, en lugar de las lámparas incandescentes de 100 W que existen.
800 Watts – 120 Watts = 680 watts de ahorro.
680 Watts x 12hrs = 8.160 KWH.

Estacionamiento al público:

- sustituir las seis lámparas existentes de vapor de sodio tipo poste de 75 W, por ahorradoras de 26 w.
6 x 75 = 450 Watts.
6 x 26 = 156 Watts
450 – 156 = 294 Watts de ahorro.
294 Watts x 12hrs = 3.528 KWH

Alumbrado exterior:

- Sustituir las 33 lámparas de aditivos metálicos de 250 W, por lámparas tipo socket de 150 W. Estas lámparas son operadas mediante una fotocelda y duran encendidas aproximadamente 12 hrs
13 x 250 W x 12hrs = 39 KWH, esto se consume en la actualidad.
13 x 150 W x 12hrs = 23.4 KWH, esto sería el consumo de las nuevas lámparas.

39 KWH – 23.4 KWH = 15.6 KWH, esto se tendría de ahorro.

Sumando la energía ahorrada de cada uno de los conceptos anteriores, tenemos un total de **129.992 KWH** en alumbrado en un día.

Enseguida calculamos el consumo promedio de KWH por mes durante el año 2003, según los datos de la tabla 24 en la página 56, sumando el consumo de cada mes y dividiéndolo entre 12 nos resulta:

$$848610 / 12 = 70717.5 \text{ KWH.}$$

Esta cantidad nos servirá para calcular el porcentaje de KWH ahorrados.

2.11.- CALCULO DEL AHORRO DE LOS KWH EN FUERZA:

En el capítulo I página 26, encontramos la carga total de los equipos de acondicionamiento de aire, los cuales deberán apagarse en la hora pico para ahorrar energía aproximadamente durante 2 horas. Además se tienen trabajando aproximadamente el 80 % de ellos, por lo que se introduce un factor de utilización del 0.8 incluyendo a los condensadores.

$$39.91 \text{ KW} \times 2 \text{ hrs} \times 0.8 = 63.85 \text{ KWH}$$

A ésta cantidad le sumamos también la carga de los equipos que se dejarán fuera en la hora pico, como los condensadores y la planta de tratamiento de agua residual, para la hora de mayor demanda.

De la tabla No. 15 pag. 30 obtenemos:

Unidades condensadoras: $161.78 \text{ KW} \times 2\text{hrs} \times 0.8 = 258.84 \text{ KWH}$

De la tabla No. 16 pag. 35:

Planta de tratamiento de agua: $7.83 \text{ KW} \times 2\text{hrs} = 15.66 \text{ KWH}$

Por lo que sumando éstas cantidades, tendríamos en total un ahorro en fuerza en la hora pico de:

$$63.85 \text{ KWH} + 258.84 \text{ KWH} + 15.66 \text{ KWH} = \mathbf{338.35 \text{ KWH}}$$

Si a ésta cantidad le sumamos el ahorro en el alumbrado de los conceptos de la pagina anterior y del retiro de las lamparas anotado en la tabla No. 28 de la pagina 78:

$$338.35 \text{ KWH} + 129.992 \text{ KWH} + 61.814 \text{ KWH} = 530.156 \text{ KWH}$$

Así mismo, en un mes sin tomar en cuenta los días Domingo tenemos:

$$530.156 \text{ KWH} \times 26 \text{ días} = 13,784.056 \text{ KWH por mes}$$

Refiriendo ésta cantidad al consumo por mes calculado en la página anterior, podemos obtener un porcentaje de ahorro siguiente:

$$\frac{70717.5}{100\%} = \frac{13,784.056}{x\%}$$

$$x = 19.49 \%$$

La penalización por parte de la C.F.E. debido al bajo factor de potencia, varía en cada mes como se anotó en la tabla No. 25 de la pagina 66, así que sumando las cantidades y el resultado lo dividimos entre 12 meses obtenemos un promedio de \$ 1974.046 y a la vez de esa misma tabla, obtenemos un total facturado en promedio de \$67,529.13

expresándolo en por ciento:

$$67,529.13 / 100\% = 1,974.046 / x$$

$$x = 197404.6 / 67,529.13$$

$$= 0.02923$$

$$= 2.92 \%$$

Con lo que podemos decir que se está cobrando el 2.92 % del total por cargo debido al bajo factor de potencia que es precisamente el porcentaje que se ahorrará al instalarse el banco de capacitores, además se recibiría una bonificación por parte de C.F.E., si el factor de potencia está por arriba del 90%.

2.12.- COSTO DE LA ENERGÍA AHORRADA

Sumando el porcentaje ahorrado de la pagina anterior con el porcentaje de energía que se cobra por bajo factor de potencia, obtenemos el porcentaje de energía ahorrada por mes dentro del Hospital.

$$19.49\% + 2.92\% = \mathbf{22.41\%}$$

Si lo referimos al costo total en la facturación promedio de la tabla 25 en la pagina No. 66:

$$67,529.13 \times 0.2241 = \mathbf{\$ 15,133.27}$$

Esto sería la cantidad promedio mensual aproximada en dinero que se ahorraría el Hospital de la Mujer, al llevar a cabo las acciones señaladas.

2.13.- CONSIDERACIONES GENERALES:

Existen también costumbres inadecuadas por parte del personal que utiliza el alumbrado, las cuales se deben corregir mediante pláticas para inculcar la cultura del ahorro en la energía eléctrica. Algunos conceptos se señalan enseguida:

- En todas las áreas se deberá encender el 50 % del alumbrado cuando no se requiera estar al 100 % y se alternará el grupo de lámparas en forma mensual, para evitar el desgaste desigual de las mismas que provoque una mala iluminación de los lugares.
- Encender el alumbrado de consultorios, oficinas, baños, casa de máquinas, etc., solamente cuando se requiera.
- Cerrar puertas y ventanas en las áreas donde está funcionando el aire acondicionado, para evitar fugas del mismo que provoque mas consumo de energía eléctrica.
- Si es posible cambiar el refrigerador vertical existente tipo comercial en el consultorio de yesos y curaciones, así como el de alimentación parenteral del area de UCIN, por uno mas pequeño ya que no se utiliza todo su espacio interior ocupando aproximadamente el 30 % del mismo.
- Reemplazar las balastos convencionales por electrónicas de alta eficiencia, en las luminarias de 2x26 Watts, que tengan dicho dispositivo.
- Es necesario cambiar la estación de botones de arranque y paro de los aires acondicionados de la azotea del edificio, hacia la parte de abajo ya que es muy tardado la operación de los nueve equipos y riesgoso para el personal de mantenimiento, al estar subiendo constantemente por la escalera ya que carece de protecciones.
- Reducir el suministro del agua en los fluxómetros de sanitarios y tarjas del hospital, para disminuir el constante trabajo del sistema hidroneumático.

2.14.- RESULTADOS EN LAS PRIMERAS ACCIONES

En los datos que a continuación se señalan, mostramos los consumos de la energía eléctrica registrados hasta el mes de Noviembre del 2004, así como el cobro que se facturó en cada mes, de la cual se puede observar que en el mes de Agosto, el factor de potencia se elevó por arriba del 90 % ya que en ese mes se iniciaron los trabajos del ahorro de energía con la instalación del banco de capacitores en la subestación eléctrica del Hospital.

**Tabla No. 29
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL 2004**

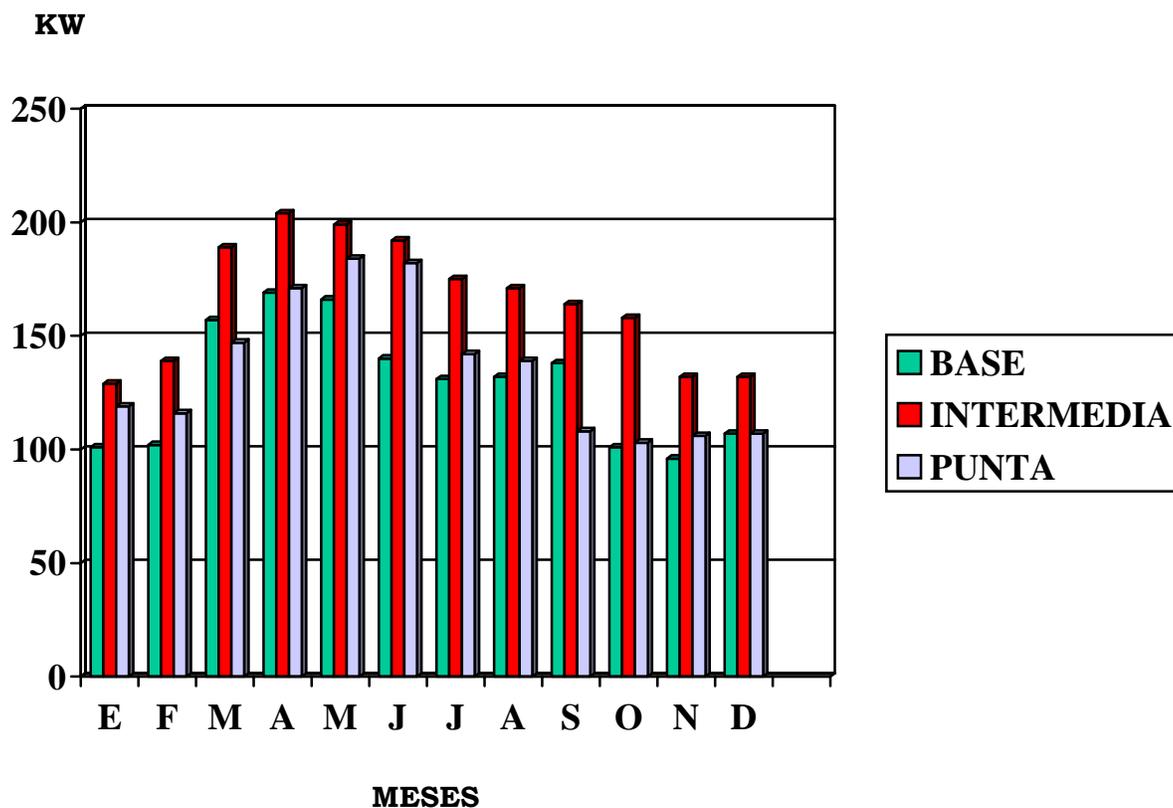
MES	DEMANDA FACTURABLE KW	CONSUMO TOTAL KWH	FACTOR DE POTENCIA %
Enero	122	64120	85.86
Febrero	123	58380	85.40
Marzo	160	73080	85.44
Abril	181	73080	84.93
Mayo	189	84000	84.80
Junio	185	77070	84.56
Julio	152	74900	84.54
Agosto	149	80080	90.80
Septiembre	125	68460	97.60
Octubre	121	68460	97.97
Noviembre	114	59500	98.87
Diciembre	115	56000	99.49

Los KW de energía registrados durante los meses del 2004 en los tres periodos base, intermedia y punta se anotan en la tabla No. 30 y se representan en la gráfica siguiente:

**Tabla No.30
ENERGÍA EN KW CONSUMIDA EN LOS TRES PERIODOS DEL 2004**

MES	PERIODO		
	BASE	INTERMEDIA	PUNTA
Enero	101	129	119
Febrero	102	139	116
Marzo	157	189	147
Abril	169	204	171
Mayo	166	199	184
Junio	140	192	182
Julio	131	175	142
Agosto	132	171	139
Septiembre	138	164	108
Octubre	101	158	103
Noviembre	96	132	106
Diciembre	107	132	107

Figura 2.13
DEMANDA DE KW POR MES EN LOS TRES PERIODOS
AÑO 2004



Comparando el cobro de energía del mes de Septiembre del 2003 respecto del 2004, podemos decir que se lleva ahorrado un 8.5 % hasta el mes de Septiembre del 2004, teniendo un avance en los trabajos del 30 % aproximadamente, aunque a partir del mes de Enero de ese mismo año se comenzó con el apagado de luces de algunas áreas que no se necesitaban.

2.15.- COMPARACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

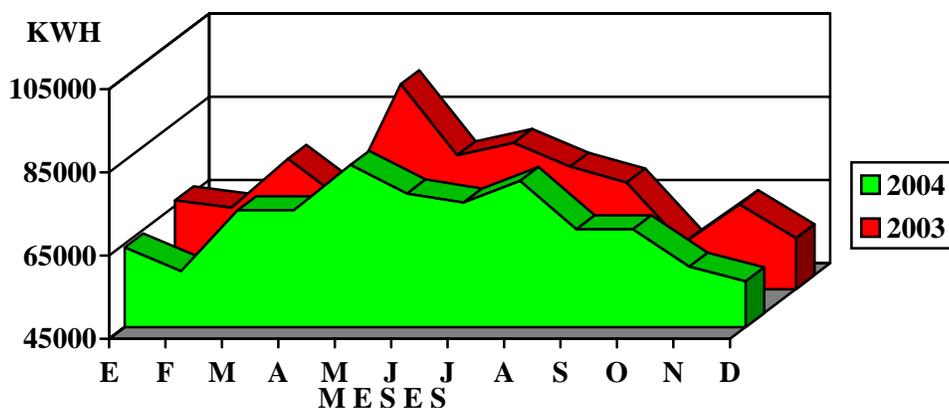
En la tabla que a continuación se muestra, están representados los consumos de KWH por mes de los años 2003 y 2004, para enseguida graficarlos y poder hacer una comparación de la energía consumida durante esos años.

Tabla No.29
CONSUMOS DE KWH DURANTE LOS AÑOS 2003 Y 2004

AÑO	M E S											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2003	66360	64610	76300	66150	94290	77140	80150	74410	70630	55930	65380	57260
2004	64120	58380	73080	73080	84000	77070	74900	80080	68460	68460	59500	56000

En la grafica siguiente se observa que el area representada por el año 2003, es mayor que la del 2004 ya que en éste año se comenzaron a tomar las primeras medidas para el ahorro de energía dentro de estas instalaciones.

Figura 2.14
COMPARACIÓN DE LOS KWH DE LOS AÑOS 2003 Y 2004



Como observamos fue disminuyendo el consumo de energía durante el año 2004 con respecto del 2003. En el aspecto económico existe poca diferencia hasta Septiembre ya que debemos tomar en cuenta, que el costo por KWH fue aumentando en forma gradual hasta un 20.73 % en un año, pues en el mes de Septiembre del 2003 se tenía el costo del KWH a razón de \$1.5834 en el periodo de punta y en ese mismo mes pero del 2004, fue de \$1.99770 como se expresa en las siguientes cantidades:

Tabla No. 30
INCREMENTOS DEL COSTO POR KWH

Mes	Base	Intermedia	Punta
Septiembre 2003	\$ 0.4067	\$ 0.4111	\$ 1.5834
Septiembre 2004	\$ 0.5186	\$ 0.6239	\$ 1.9977

Además se tiene un aumento en los servicios ya que la población que los solicita va creciendo produciendo una mayor demanda de energía. Por otro lado, los trabajos para éste programa no se están haciendo en forma continua puesto que es necesario atender los servicios diarios que requiere el Hospital de la Mujer.

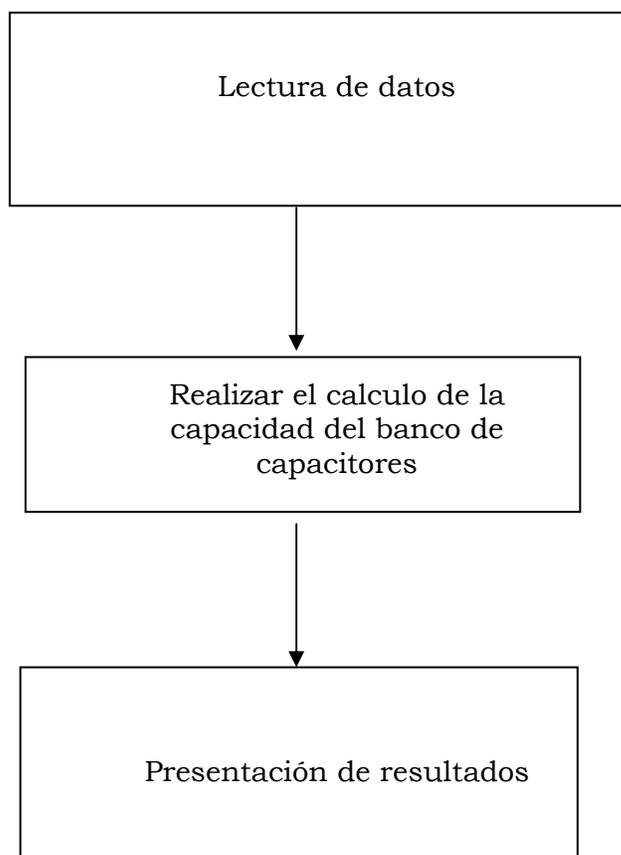
2.16.- PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA EL CALCULO DE UN BANCO DE CAPACITORES

Para complementar éste trabajo, se diseñó un programa en la computadora para poder calcular en una forma mas rápida, el valor del banco de capacitores que se requiere instalar en el lugar deseado.

En éste programa se presenta primeramente el diagrama a bloques y enseguida el diagrama de flujo con su explicación del proceso. La codificación del mismo se ubica en el apéndice, utilizando el lenguaje visual basic 6.0. Esta codificación es introducida en la computadora para así obtener los resultados requeridos al correr el programa.

2.16.1.- DIAGRAMA A BLOQUES:

En este diagrama se representan de una forma muy general, los pasos a seguir para realizar el cálculo de un banco de capacitores y con ello poder diseñar el diagrama de flujo para introducir su codificación en la computadora. Enseguida se muestra el diagrama especificando en cada recuadro la acción a realizar:



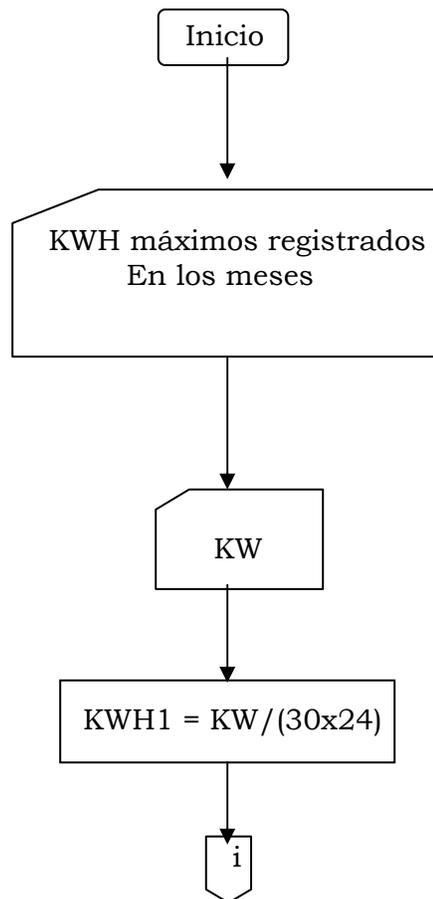
En el primer bloque introducimos el consumo de energía, el factor de potencia mínimo y el factor de potencia a corregir. Enseguida se realizan los cálculos necesarios para encontrar el banco de capacitores por instalar y en el tercer bloque presento los resultados obtenidos.

2.16.2.- DIAGRAMA DE FLUJO:

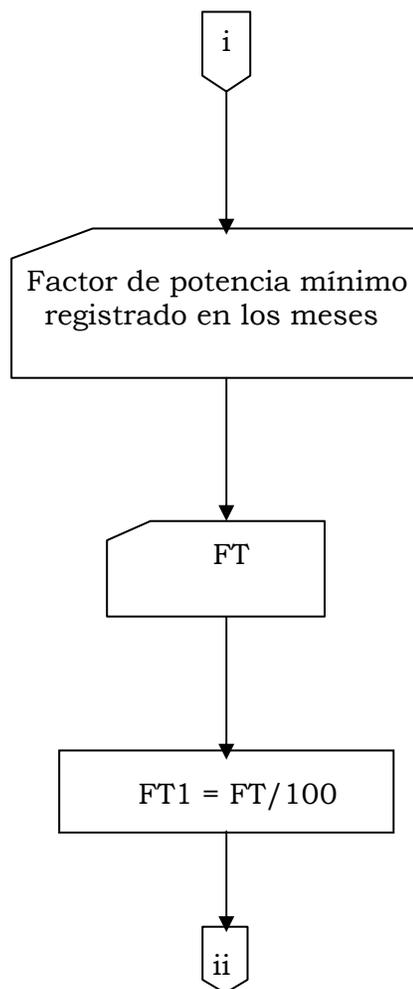
Un diagrama de flujo es una serie de símbolos ordenados de tal forma que su secuencia nos indica las funciones que se van a realizar, de acuerdo a los datos que en su interior contienen.

Para realizar el diagrama de flujo el cual nos dará la pauta para la codificación del programa, nos basamos en el diagrama de bloques anterior.

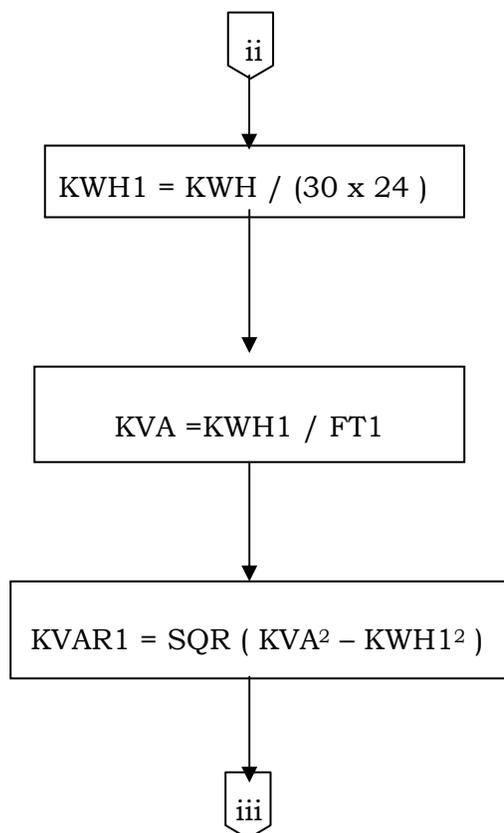
Primeramente el programa solicitará los KWH máximos registrados en los meses en cuestión, los cuales son proporcionados en los recibos de la CFE. Este dato se asigna en el campo KW, para después encontrar los Kilowatts por hora (KWH) ya que en los recibos nos dan los KWH por mes.



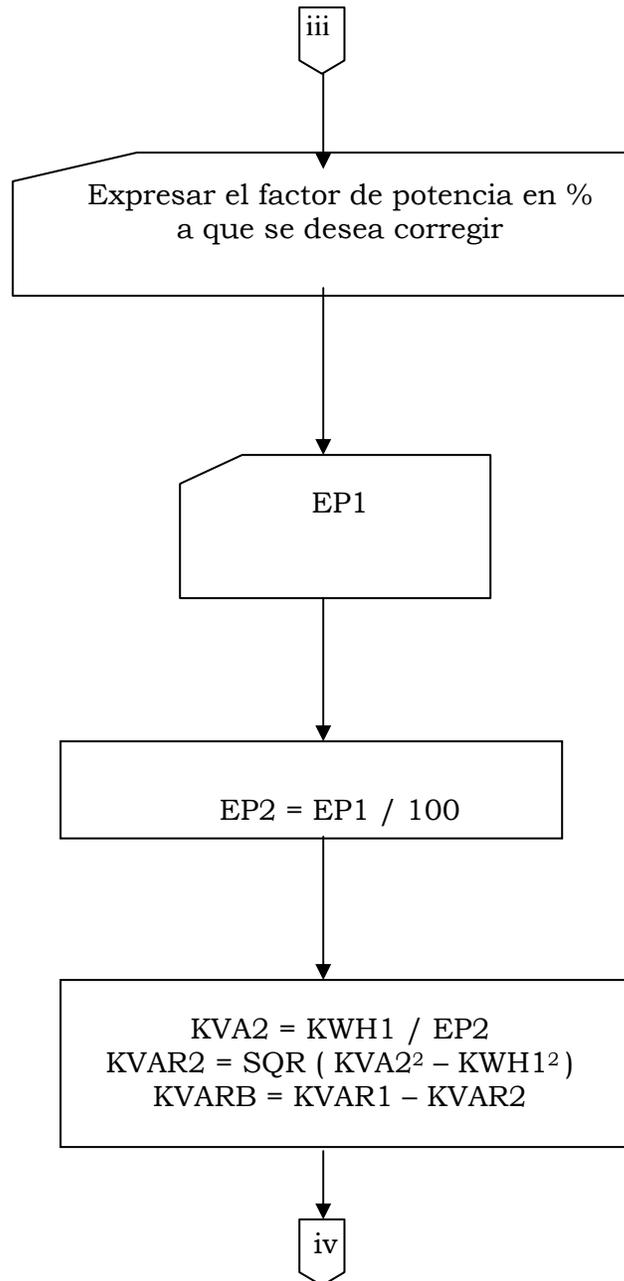
En la parte siguiente, la computadora solicita el dato del factor de potencia mínimo, registrado en algunos de los meses que están anotados en los recibos expedidos por la CFE. Este dato se asigna en el campo FT, para enseguida quitarle el % a ese valor y manejarlo en decimales.



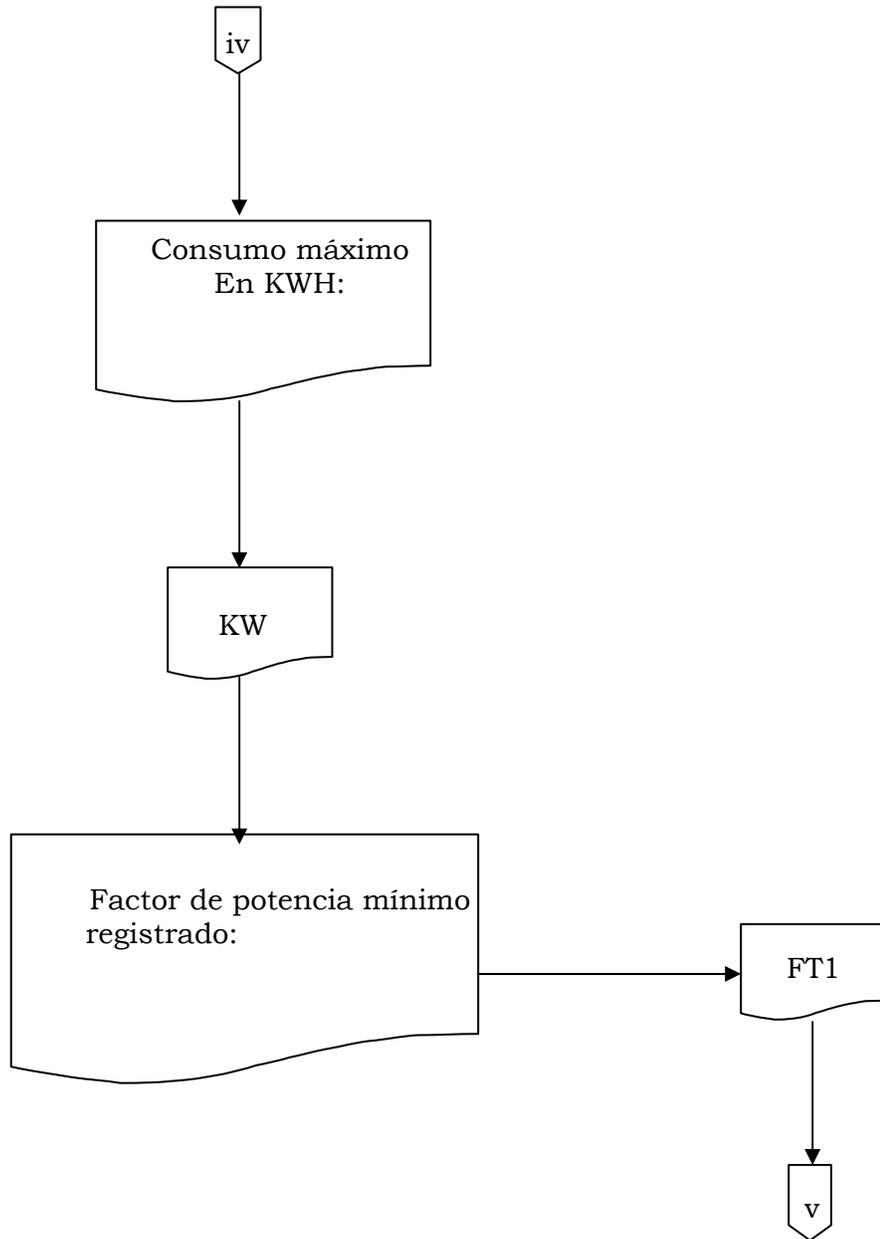
En esta otra parte del diagrama, dividimos los KWH encontrados entre 30 días del mes y 24 horas del día, para encontrar los nuevos KWH1, después mediante el triángulo de potencias encontramos la potencia aparente (KVA), la cual emplearemos junto con el factor de potencia (FT1), en el cálculo de la potencia reactiva KVAR1, usando el teorema de Pitágoras.



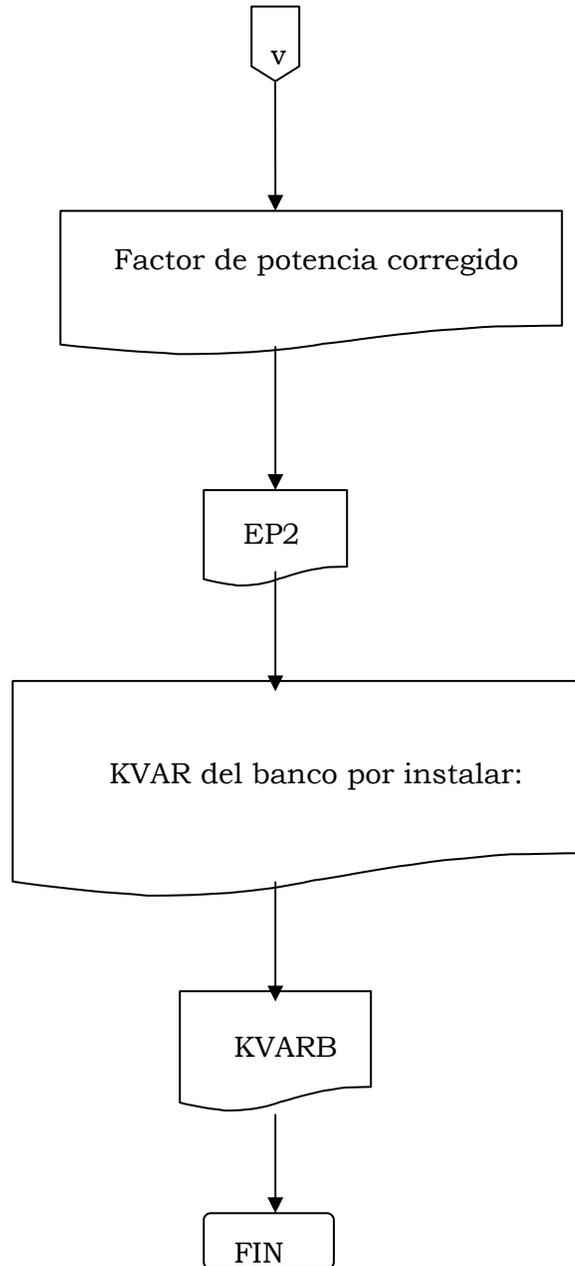
En éste diagrama la maquina pide el valor del factor de potencia en % a que se debe llegar, almacenándolo en el campo EP1, para después convertirlo a decimales al dividirlo entre 100. Esta cantidad nos sirve para encontrar la potencia aparente (KVA2), para mediante el triangulo de potencias encontramos la nueva potencia reactiva (KVAR2), la cual se empleará junto con la potencia reactiva 1 en el cálculo de la potencia reactiva necesaria (KVARB) por instalar en el banco.



Con los datos obtenidos anteriormente, la computadora presenta los resultados mostrando primeramente el consumo máximo en KWH, registrado en los recibos, así como el factor de potencia mínimo en forma decimal (FT1).



Finalmente la maquina muestra en la pantalla el factor de potencia corregido, el cual está en el campo EP2, y la potencia en KVAR que deberá instalarse en un banco de capacitores concluyendo con ello el programa.



2.16.3.- CORRIDA DEL PROGRAMA.

Para ver el funcionamiento del programa, es necesario crear unos códigos de programación, basados en el diagrama de flujo anterior, para introducirlos a la computadora usando el lenguaje Visual Basic 6.0. Esta codificación la presento en el apéndice junto con una pequeña explicación de su significado. Además de lo anterior el programa requiere formar una interfaz del usuario, en la cual se crean y colocan algunos comandos como Imprimir, Salir, etc., dándoles su dirección adecuada para su correcto funcionamiento.

Al correr el programa, aparece en la pantalla un cuadro donde se pide el valor del consumo máximo en KWH de un mes; en el segundo cuadro se pide el factor de potencia mínimo en %, registrado en un mes y en el tercer cuadro la computadora nos pide la anotación del factor de potencia en %, al cual queremos llegar, presentándose inmediatamente los resultados. Para ejemplificar lo anterior me baso en los datos reales usados en este trabajo, obteniendo los resultados siguientes:

Datos introducidos:

KWH máximos = 94,290
Factor de Potencia mínimo = 83.47%
Factor de Potencia corregido = 94%

Resultados obtenidos en la pantalla:

CALCULO DE UN BANCO DE CAPACITORES

CONSUMO MÁXIMO EN KWH:	94240
FACTOR DE POTENCIA MINIMO:	0.8347
FACTOR DE POTENCIA CORREGIDO:	0.94
KVAR DEL BANCO POR INSTALAR:	38.849439

CAPITULO III
COSTO DE LA INVERSIÓN

3.1.- DESCRIPCIÓN

Es factible señalar que para que el personal encargado lleve a cabo el encendido y apagado con eficiencia de las nueve unidades de aire acondicionado, es necesario la instalación de la estación de botones de arranque y paro en la parte de abajo del edificio, pues actualmente se encuentra junto a los equipos en los cuartos de la azotea, dificultando con ello el apagado de acuerdo al horario establecido.

En la modificación de estos controles se debe instalar tubo conduit con cable del No. 14 en su interior, hasta el nicho donde se colocaran los controles para su operación, colocando también lámparas piloto para su señalización.

3.2.- MATERIAL PARA LA RELOCALIZACIÓN DE CONTROLES EN AIRES ACONDICIONADOS.

Cada control de botones lleva 3 cables del No. 14 por lo que en el cuarto No. 1 donde existen 6 equipos tendríamos 18 cables del No. 14:

Las lámparas piloto se alimentan a 127 volts, por lo que llevarán un hilo de corriente y un neutro el cual será común para todas ellas, entonces tendríamos 6 cables del No. 14 para los seis equipos y uno del No. 12 para el neutro. Además se llevará un cable desnudo del No. 12 para la tierra física con un conector y su varilla de cobre.

En total tendremos los conductores de la tabla siguiente:

**Tabla No. 31
CABLES PARA LA MODIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOTONES
DE LOS AIRES ACONDICIONADOS, CUARTO 1**

LONGITUD	CALIBRE	No. DE CABLES	TOTAL MTS.
38	14	24	912
38	12	2	76
TOTAL		26	

Conforme a la tabla A5 del apéndice, el cable del No. 14 A.W.G. con todo y aislamiento tiene un área de 9.51 mm², el del No. 12 con todo y aislamiento de 12.32 mm² y el cable desnudo del No. 12 tiene un área de 4.23 mm².

Tomando en cuenta el numero total de conductores tenemos las cantidades siguientes:

$$24 \times 9.51\text{mm}^2 = 228.24 \text{ mm}^2$$

$$1 \times 12.32 \text{ mm}^2 = 12.32 \text{ mm}^2, \text{ para el neutro.}$$

$$1 \times 4.23 \text{ mm}^2 = 4.23 \text{ mm}^2, \text{ cable desnudo para la conexión a tierra.}$$

Sumando las tres cantidades:

$$228.24 + 12.32 + 4.23 = 244.79 \text{ mm}^2$$

Entrando con éste valor a la tabla A4 del apéndice y tomando en cuenta que debe haber un factor de relleno del 40%, detectamos que es necesario instalar un tubo conduit pared delgada de 1 ¼ de pulgada ó 32mm en el cual se puede ocupar hasta 390mm². La distancia existente del tablero de controles hasta donde se van a instalar, es de 38 mts.

Para el cuarto de aires acondicionados No. 2 en donde hay tres equipos, existe una distancia de 35 mts. por lo que obtuvimos las siguientes cantidades:

$$3 \text{ cables} \times 3 \text{ controles} = 9 \text{ cables del No. 14}$$

El área del cable No. 14 según la tabla A5 será de 9.51mm²

$$9 \times 9.51\text{mm}^2 = 85.59\text{mm}^2$$

$$\text{Área del cable desnudo para tierra física del No. 12} = 4.23\text{mm}^2$$

Aquí se usará un conector con la varilla de cobre.

Para las lámparas piloto 3 cables del No.14, un área de 9.51mm², con todo y aislamiento:

$$3 \times 9.51\text{mm}^2 = 20.53\text{mm}^2$$

1 cable del No. 12 para el neutro:

$$1 \times 12.32\text{mm}^2 = 12.32 \text{ mm}^2$$

Tabla No. 32
CABLES PARA LA MODIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOTONES
DE LOS AIRES ACONDICIONADOS, CUARTO 2

LONGITUD	CALIBRE	No. DE CABLES	TOTAL MTS.
35	14	12	420
35	12	2	70
Total		14	

Sumando éstas áreas obtenemos un total de:

$$85.59 + 4.23 + 20.53 + 12.32 = 122.67\text{mm}^2$$

Con éste valor entramos a la tabla A4 del apéndice con factor de relleno del 40%, encontramos que se debe instalar un tubo pared delgada de 3/4 de pulgada ó 19mm de diámetro en el cual se puede ocupar hasta 142mm² de su interior.

Tabla No. 33
MATERIAL PARA REALIZAR EL MOVIMIENTO DE LOS CONTROLES PARA LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Lámpara piloto, 127V	9	pza.
Nicho para alojar controles	2	pza.
Cable THW 12	73	mts.
Cable THW 14	1,332	mts.
Tubo conduit pared delgada 1 ¼	38	mts.
Tubo conduit pared delgada ¾	35	mts.
Varilla cw	2	pza.
Conector para varilla	2	pza.
Cable de cobre desnudo del No. 12	73	mts.

En esta tabla se indica la cantidad de material total que se debe emplear, en la relocalización de la estación de botones de arranque y paro de los equipos de aire acondicionado, los cuales se encuentran actualmente en la azotea del edificio. Con ello se evitaría el funcionamiento innecesario por mas tiempo de los equipos.

3.3.-TRABAJOS MEDIANTE UN CONTRATISTA

Para la instalación de un banco de capacitores de 40 KVAR mediante un contratista, el Hospital de la Mujer realizará el pago de los trabajos incluyendo el costo del material que a continuación se muestra:

Tabla No. 34
MATERIAL EMPLEADO PARA LA INSTALACIÓN DEL BANCO DE CAPACITORES

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT. \$	COSTO TOTAL \$
Bco. capacitores 40KVAR, 220V	1	jgo.	9,681.65	9,681.65
Interruptor para tablero 3 x 200 Amp.	1	pza.	9,450.00	9,450.00
Base de fierro para el banco	1	pza.	1,100.00	1,100.00
Cable THW, 3/0	15	mts.	78.25	1,173.75
Pintura y tornillería para sujetar la base	1	Jgo.	100.00	100.00

Sub-total: \$21,505.40

15% IVA: \$3,225.81

TOTAL: \$24,731.21

Para iniciar los trabajos se requiere de dos trabajadores que serían, 1 oficial y 1 ayudante los cuales realizarán el trabajo de instalación del banco de capacitores en tres días hábiles como se detalla a continuación.

3.3.1.- MANO DE OBRA EN LA INSTALACIÓN DEL BANCO DE CAPACITORES.

Sueldo diario:

Oficial = \$ 500.00

Ayudante = \$ 250.00

Total: \$ 750.00

Total de los tres días: $3 \times 750.00 = \$ 2,250.00$

Sumando el costo del material de la pagina anterior:

$\$24,731.21 + \$2,250.00 = \$26,981.21$

En los trabajos del alumbrado interior y exterior realizados mediante un contratista, es necesario emplear el material que se muestra en la tabla siguiente, cargando el costo del mismo a la facturación que realizará el contratista al Hospital. Enseguida detallo también el costo de la mano de obra, así como el tiempo en realizar dichos trabajos.

Tabla No.35
MATERIAL NECESARIO PARA LOS TRABAJOS DEL ALUMBRADO

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT. \$	COSTO TOTAL \$
Cable THW-12	100	mts.	2.40	240.00
Cable THW-2	15	mts.	23.00	345.00
Cable THW-16	800	mts.	5.00	4,000.00
Interruptor termomagnetico 30 Amp.	1	pza.	80	80.00
Apagador sencillo con tapa	11	pza.	20	220.00
Lámpara ahorradora 15 w, tipo socket	12	pza.	40	480.00
Lámpara ahorradora 26 w, tipo socket	42	pza.	47	1,974.00
Tubo conduit 3/4 plg.	36	tramo de 4 mts.	85.00	765.00
Lámpara piloto	9	pza.	15.00	135.00
Condulet 3/4	3	pza.	25.00	75.00
Socket	42	pza.	10	420.00
Balastro electrónico ahorrador para 1 ó 2 lámparas	75	pza.	70	525.00
Cinta de aislar	5	pza.	15	75.00
Nicho de aluminio	2	pza.	450.00	900.00
Lámpara E40, 150w con balastro	49	pza.	142	6,950.00
Tubo conduit 1 ¼	10	tramo de 4 mts	125	1,250.00
Condulet 1 ¼	4	pza.	30	120.00

SUB-TOTAL: \$ 22,859.00

15% IVA: \$ 3,428.00

TOTAL: \$ 26,287.85

3.3.2.- MANO DE OBRA EN LOS TRABAJOS DEL ALUMBRADO

En los trabajos de seccionamiento de algunos circuitos, retiro e instalación de lamparas así como la colocación de algunos interruptores, el contratista empleará un oficial y dos ayudantes, percibiendo un sueldo diario de \$500.00 el oficial y para los ayudantes de \$250.00 cada uno. Este trabajo lo proponen realizar en un tiempo de 60 días de acuerdo a las necesidades del Hospital.

Un oficial:	\$500.00
Dos ayudantes:	<u>\$500.00</u>
	\$1,000.00

El sueldo sería de:

30 días x \$1,000 = \$30,000.00

Lo cual al sumarlo con el costo de la instalación del banco de capacitores (pag. 102), tenemos un total en pesos de:

$\$30,000.0 + \$26,981.21 = \$56,981.21$

Ahora sumando el costo del material:

$\$56,981.21 + \$26,287.85 = \mathbf{\$83,269.06}$

Esto sería el gasto que realizaría la Secretaría de Salud, para efectuar los trabajos dentro del Hospital de la Mujer mediante un contratista

Si observamos la cantidad ahorrada en dinero calculada en la pagina 84 del capitulo II, la cual fue de \$15,133.27 por mes, podemos deducir que aproximadamente en un lapso de 5 meses con 15 días, se recuperaría lo invertido en esos trabajos como se anota enseguida:

$\$15,133.27 / 30 \text{ días} = \504.44 , esto sería el ahorro por día.

$\$15,133.27 \times 5 \text{ meses} = \$75,666.35$, ahorro en 4 meses.

$\$504.44 \times 15 \text{ días} = \$7,566.6$, ahorro en 15 días.

Por lo que sumando esas dos últimas cantidades, obtendríamos aproximadamente la cantidad invertida en la obra ya que prácticamente se igualaría lo ahorrado con lo invertido.

$$\$75,666.35 + \$7,566.6 = \mathbf{\$83,232.95}$$

3.4.- TRABAJOS MEDIANTE EL PERSONAL DE LA SECRETARÍA DE SALUD

Estos trabajos también se pueden realizar con personal propio del Hospital, pertenecientes al departamento de Conservación y Mantenimiento. Esto implicaría el ahorro únicamente de la mano de obra que se cotizó anteriormente por un contratista.

Por otro lado, el tiempo en que se terminarían los trabajos sería aproximadamente de 4 a 5 meses, ya que las necesidades que surgen diariamente en el hospital, requiere aproximadamente del 80% de las 8 horas de que dispone cada trabajador en los tres turnos, pues es necesario entre otras cosas, la operación y vigilancia de las dos calderas, planta de tratamiento de aguas residuales, equipos de vacío, equipos de aire comprimido, termo de oxígeno, planta eléctrica de emergencia, etc. Además se atienden los servicios ó reparaciones en fugas de oxígeno, agua, gas y la reparación de equipos del área medica.

El costo de la obra utilizando el personal del Departamento de Mantenimiento, será la suma del total del material que se ocupará, el cual se anotó anteriormente.

Para el banco de capacitores:

Costo total del material: \$24,731.21

Para los trabajos del alumbrado de la tabla No. 35, página 103:

Costo del material \$ 26,287.85

El total de lo invertido sería de

$$\$24,731.21 + \$26,287.85 = \$51,019.06$$

Ahora calculamos el tiempo en que se recuperaría ésta inversión conforme a la cantidad de la pagina 84 en el capitulo anterior:

$$\text{Ahorro por día: } \$15,133.27 / 30 \text{ días} = \$504.44$$

$$\text{En 3 meses: } \$15,133.27 \times 3 \text{ meses} = \$45,399.81$$

$$\text{Y en un lapso de 12 días tenemos: } \$504.44 \times 12 \text{ días} = \$6,053.28$$

Sumando el total de 3 meses y 12 días tenemos:

$$\$45,399.81 + \$6,053.28 = \$51,453.09$$

Esta cantidad cubriría prácticamente los \$51,019.06, del total invertido calculados en la página anterior, lo que nos indica que en 3 meses con 12 días se recuperaría la inversión realizada ya que se ahorraría aproximadamente esa cantidad.

3.5.- ACCIONES PENDIENTES POR REALIZAR

La búsqueda de nuevas formas de ahorro de energía así como la continuidad de las ya implementadas, es esencial para cumplir los objetivos trazados, pues con los constantes adelantos tecnológicos se presentan nuevas alternativas para modificar los sistemas en beneficio del lugar.

Por tal motivo, se ha pensado en el futuro invertir en acciones como la instalación de sensores de presencia en algunos lugares, reemplazo de algunos motores convencionales por motores de alta eficiencia y retiro de motores monofásicos para instalar trifásicos donde se requiera.

Todo ello originaría una inversión de dinero mayor por lo que se pretende realizar en etapas para que sea autorizado por la Secretaría de Salud del Estado.

3.5.1.- SENSORES DE PRESENCIA.

Este tipo de dispositivos es necesario instalarlos en lugares donde no es muy constante el uso continuo del alumbrado, como en los sanitarios del hospital ya que es muy notorio que cuando sale la persona del lugar, deja encendido el alumbrado de esa área.

En ésta Unidad Hospitalaria pretendo en un futuro, instalar en 10 lugares estos sensores ya que son los sanitarios de uso general en donde se tiene mas movimiento de personas; estos lugares son los que a continuación se anotan:

- 1.- Sanitarios de hombres y mujeres en Gobierno
- 2.- Sanitarios de hombres y mujeres en sala de espera de Urgencias
- 3.- Sanitarios de hombres y mujeres en sala de espera de Consulta Externa
- 4.- Sanitarios generales de hombres y mujeres para el personal del Hospital
- 5.- Regaderas para hombres y de mujeres.

3.5.2.- MOTORES DE ALTA EFICIENCIA

En esta rama pretendo realizar el cambio de los motores del tipo convencional por motores de alta eficiencia únicamente en los equipos de mayor consumo de energía los cuales serían los equipos de aire acondicionado, los compresores de aire, el equipo de vacío y la planta de tratamiento de agua residual, como detallo a continuación:

- Para los equipos de aire acondicionado

1 motor de 10 HP
3 motores de 7.5 HP
3 motores de 5 HP
2 motores de 3 HP

que serían en total los nueve equipos existentes.

- Para los compresores de aire

3 motores de 10 HP

- Para el equipo de vacío

2 motores de 10 HP

-Planta de tratamiento de agua residual

2 motores de 10 HP

3.5.3.- CAMBIO DE MOTORES MONOFÁSICOS POR TRIFÁSICOS

En este aspecto se realizaría el cambio de únicamente cuatro motores, los cuales están haciendo la función de extracción del aire en algunas áreas y serían los siguientes:

3 motores monofásicos de 1.5 HP

1 motor monofásico de 1.0 HP

CAPITULO IV
CONCLUSIONES, APÉNDICE, ABREVIATURAS Y BIBLIOGRAFÍA

4.1.- CONCLUSIONES.

El gasto excesivo de la energía eléctrica ocasiona que la institución o empresa que la consume, tenga que recortar su presupuesto y abstenerse de invertir en algunos otros proyectos, deteniendo un poco el crecimiento de la misma pues tiene que destinar gran parte de su presupuesto para el pago del fluido eléctrico.

Como ya se demostró, no es necesario tener una gran cantidad de iluminación en algunas áreas ya que por otro lado, esto puede ser perjudicial para la vista humana, produciendo en ocasiones cansancio de la misma y como consecuencia una disminución en el rendimiento del trabajador, pues se tienen unos niveles de iluminación por encima de los recomendados en las normas.

En el caso del Hospital de la Mujer, se pudo comprobar que en algunas áreas fue necesario reducir el nivel de iluminación a la mitad, pues la constructora que realizó los trabajos no tomó en cuenta éstos conceptos instalando lámparas en demasía y en ocasiones la separación entre luminarias fue muy pequeña. Por otro lado, la misma compañía no tomó en cuenta la corrección del factor de potencia, el cual debería estar dentro del rango permitido por la Comisión Federal de Electricidad, para evitar una multa como la que se estuvo pagando desde que el Hospital inició sus funciones.

Para ello el banco de capacitores calculado mejoró dicho factor por arriba del 90%, evitando la multa económica y produciendo una bonificación por parte de la compañía suministradora.

Este trabajo demuestra que llevando a cabo lo planeado se puede llegar a ahorrar una buena parte de la energía consumida y destinar esos recursos para otras acciones en beneficio del centro de trabajo, del público solicitante del servicio y del personal que en él labora.

Una segunda etapa para el ahorro de energía eléctrica, sería el realizar otras acciones como el cambio de los motores eléctricos existentes por motores de alta eficiencia, instalación de sensores de presencia para poner en funcionamiento los extractores y alumbrado de los baños así como de algunas otras áreas, etc.

Todo ello requiere un desembolso de dinero por parte de la Secretaría de Salud, por lo cual es necesario primeramente realizar los estudios y proyecto adecuados, enviarlos a Oficinas Centrales para su aprobación e incluirlo en el presupuesto del año siguiente.

4.2.- APÉNDICE .

**TABLA A1
CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN EN AMPERES DE CONDUCTORES SEGÚN
EL TIPO DE AISLAMIENTO**

CALIBRE	TH	THW	VIANEL-NYLON Y VIANEL 900
12	20	30	30
10	30	40	40
8	40	50	50
6	55	70	70
4	70	90	90
2	95	120	120
0	125	155	155
00	145	185	185
000	165	210	210
0000	195	235	235
250	215	270	270
300	240	300	300
350	260	325	325
400	280	360	360
500	320	405	405

**TABLA A2
RELACIÓN GAYSUNAS PARA CALCULAR LA
RELACION DE CAVIDAD DE LOCAL**

$\frac{\text{LONGITUD DEL LOCAL}}{\text{ANCHURA DEL LOCAL}}$	RELACION GAYSUNAS
1.00	1.00
1.25	0.90
1.50	0.83
2.00	0.75
2.50	0.70
3.00	0.66
4.00	0.62
5.00	0.60
Infinito	0.50

TABLA A3

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN

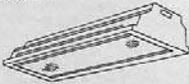
LUMINARIA	REFLECTANCIAS										
	CAVIDAD DEL TECHO	80%			50%			10%			0%
	PAREDES	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
	R C L	COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN									
	1	0.81	0.78	0.76	0.76	0.74	0.72	0.71	0.69	0.68	0.67
	2	0.73	0.69	0.65	0.69	0.66	0.63	0.64	0.62	0.60	0.59
	3	0.65	0.60	0.56	0.62	0.58	0.55	0.58	0.55	0.53	0.51
	4	0.59	0.53	0.49	0.56	0.52	0.48	0.53	0.50	0.47	0.45
	5	0.53	0.47	0.43	0.51	0.46	0.42	0.48	0.44	0.40	0.37
	6	0.48	0.42	0.38	0.46	0.41	0.37	0.44	0.40	0.37	0.35
	7	0.39	0.33	0.29	0.41	0.36	0.32	0.39	0.36	0.32	0.31
	8	0.36	0.30	0.26	0.38	0.32	0.28	0.36	0.32	0.28	0.27
	9	0.32	0.27	0.23	0.34	0.29	0.25	0.33	0.28	0.25	0.24
	10				0.31	0.29	0.23	0.30	0.25	0.22	0.21
	1	0.63	0.61	0.59	0.59	0.58	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52
	2	0.57	0.54	0.51	0.54	0.51	0.49	0.50	0.49	0.47	0.46
	3	0.51	0.48	0.44	0.49	0.46	0.43	0.46	0.44	0.42	0.41
	4	0.46	0.42	0.39	0.44	0.41	0.38	0.42	0.39	0.37	0.36
	5	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.34	0.38	0.35	0.33	0.32
	6	0.38	0.34	0.30	0.37	0.33	0.30	0.35	0.32	0.29	0.28
	7	0.35	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.32	0.29	0.26	0.25
	8	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.23	0.29	0.26	0.23	0.22
	9	0.28	0.24	0.21	0.27	0.23	0.20	0.26	0.23	0.20	0.19
	10	0.26	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18	0.24	0.20	0.18	0.17

TABLA A4

DIÁMETROS Y AREAS INTERIORES DE TUBOS CONDUIT

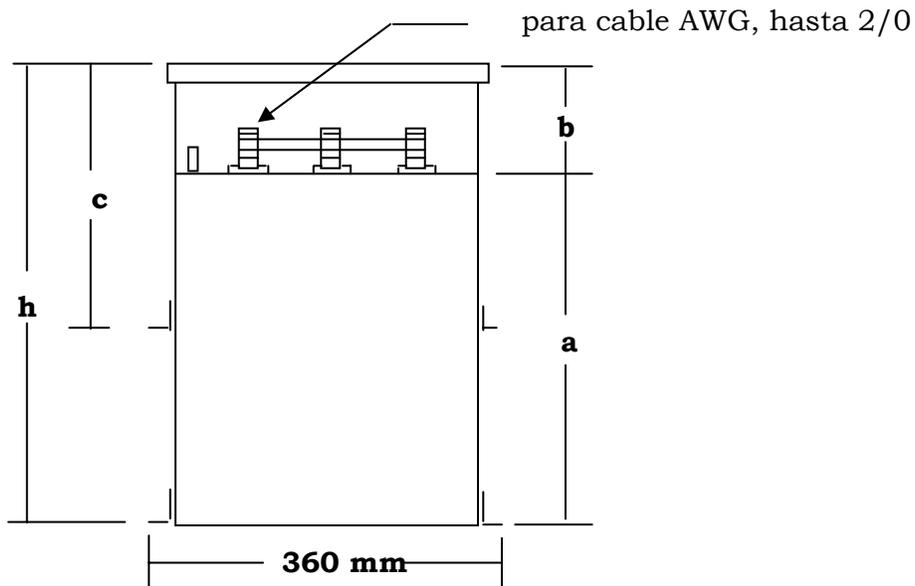
DIÁMETROS NOMINALES		AREAS INTERIORES (mm ²)			
PULGADAS	MILÍMETROS	PARED DELGADA		PARED GRUESA	
		40%	100%	40%	100%
½	13	78	196	96	240
¾	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 ¼	32	390	980	422	1056
1 ½	38	532	1330	570	1424
2	51	874	2185	926	2316
2 ½	64	--	--	1376	3440
3	76	--	--	2116	5290
4	102	--	--	3575	8938

TABLA A5**AREA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

CONDUCTOR TIPO	CALIBRE AWG	AREA DEL COBRE mm²	AREA TOTAL CON AISLAMIENTO
ALAMBRES	14	2.08	8.30
	12	3.30	10.64
	10	5.27	13.99
	8	8.35	25.70
CABLES	14	2.66	9.51
	12	4.23	12.32
	10	6.83	16.40
	8	10.81	29.70
	6	12.00	49.26
	4	27.24	65.61
	2	43.24	89.42
	0	70.43	143.99
	00	88.91	169.72
000	111.97	201.06	

TABLA A6
CAPACITORES DE POTENCIA SERIE SAB

CATALOGO	POTENCIAS NOMINAL KVAR	TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (VOLTS)	CORRIENTE NOMINAL (AMPS.)	DIMENSIONES				PESO APROX. (KG.)	
				A	B	C	H		
sab-2005	5	240	12	280	120	sin ángulo sup.	400	7.2	
sab-2010	10		24					8.5	
sab-2015	15		36					9.5	
sab-2020	20		48	380		380	500	10.5	
sab-2025	25		60	480		400	600	12.5	
sab-2030	30		72	14.0					
sab-2035	35		84	15.0					
sab-2040	40		96	550	200	400	600	16.5	
sab-2045	45		108					18.0	
sab-2050	50		120					19.5	
sab-4005	5		480	6	280	120	sin ángulo sup.	400	8.0
sab-4010	10			12					8.5
sab-4015	15	18		9.0					
sab-4020	20	24		9.5					
sab-4025	25	30		10.0					
sab-4030	30	36		10.5					
sab-4035	35	42		380	300		500	11.0	
sab-4040	40	48						11.5	
sab-4045	45	54						12.0	
sab-4050	50	60		480	200		400	600	12.5
sab-4060	60	72							15.0
sab-4075	75	90							550
sab-4100	100	120		20.0					



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAPACITORES:

Nivel de aislamiento	5 KV eficaces
Pérdidas máximas	0.5 W / KVAR
Sobrevoltaje máximo	$1.1 \times V_N$
Gama climática	$-40^\circ / 50^\circ\text{c}$
Normas	IEC 831, Nema CP-1, Nom J 203
Conexión	Delta 60 hz

DISMINUCIÓN DE LA EMISIÓN LUMINOSA DE ACUERDO AL GRADO DE SUCIEDAD

FIGURA 1

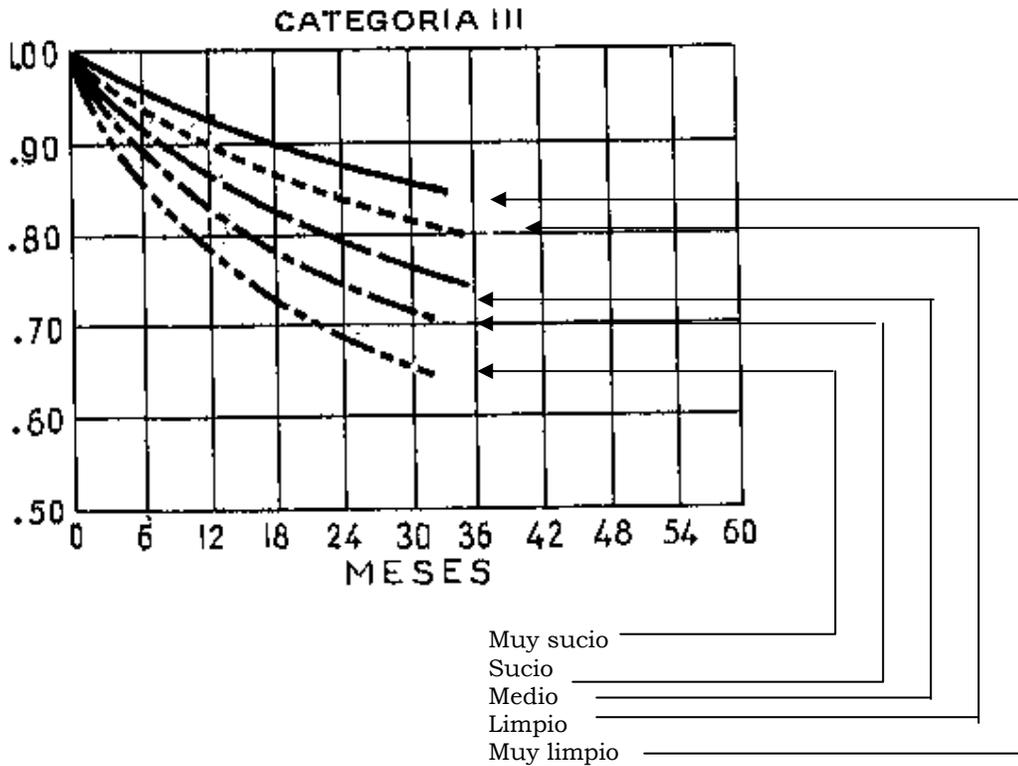
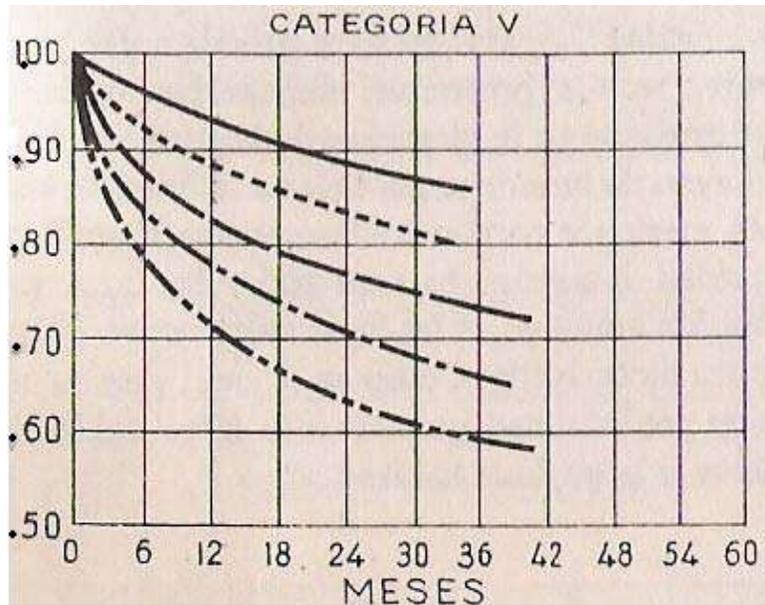


FIGURA 2



EXPLICACION DE LA CODIFICACIÓN PARA CALCULAR UN BANCO DE CAPACITORES EN EL LENGUAJE VISUAL BASIC 6.0

En ésta parte del trabajo se anota la codificación del programa, basándose en el diagrama de flujo elaborado en el capítulo II; la nomenclatura de las literales se especifica en la sección de abreviatura de la pagina 122 de éste capítulo para su mejor comprensión.

En la primera parte se presenta una subrutina donde inicialmente se pide el dato del consumo máximo de KWH, extraído de los recibos de CFE; así como el factor de potencia mínimo.

Después se obtienen los Kilowatts por hora (KWH1), el factor de potencia se transforma a decimal, se calcula la potencia aparente mediante el triángulo de potencias y calculamos la potencia reactiva existente hasta ese momento.

Enseguida se pide el factor de potencia que deseamos obtener, se convierte a decimal, encontramos la potencia aparente para el nuevo valor (KVA2) y del teorema de Pitágoras encontramos la potencia reactiva para el nuevo factor de potencia requerido.

Enseguida mediante una diferencia de potencias, encontramos el valor de la potencia reactiva que deberá tener el banco de capacitores.

Las siguientes codificaciones son para presentar en la pantalla los valores de los datos introducidos y la capacidad del banco de capacitores calculado.

Finalmente se abre unas subrutinas para crear los comandos que nos permitirán imprimir los resultados y salir del programa. Dichos comandos desaparecen al momento de la impresión mediante la palabra False y son visibles cuando se presentan los resultados en la pantalla mediante la palabra True.

CODIFICACIÓN EN VISUAL BASIC 6.0

```
Private Sub Form_Load ()
```

```
    KW = InputBox ( "Anota el consumo máximo en KWH registrado en los meses", KW )
```

```
    FT = InputBox ( "Anota en % el factor de potencia mínimo registrado en los meses", FT)
```

```
    KWH1 = KW / ( 30 * 24 )
```

```
    FT1 = FT / 100
```

```
    KVA = KWH1 / FT1
```

```
    KVAR1 = Sqr ( KVA2 - KWH12)
```

```
    FP1 = InputBox ( " Expresar en % el valor del factor de potencia a corregir", L)
```

```
    FP2 = FP1 / 100
```

```
    KVA2 = KWH1 / FP2
```

```
    KVAR2 = Sqr ( KVA22 - KWH12)
```

```
    KVARB = KVAR1 - KVAR2
```

```
    Text1.Text = KW
```

```
    Text2.Text = FT1
```

```
    Text3.Text = FP2
```

```
    Text4.Text = KVARB
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
    End
```

```
End Sub
```

```
Private Sub command2_click()  
    Command1.Visible = False  
    Command2.Visible = False  
    PrintForm  
    Command1.Visible = True  
    Command2.Visible = True  
End Sub
```


4.3.- ABREVIATURAS.

SIGNIFICADO DE LAS LITERALES EN LA CODIFICACIÓN:

PLC: Control Lógico Programable

NM: Numero de meses

KW: Potencia activa en kilowatts

M: Dato introducido de kilowatt hora

KWH: Consumo en kilowatts hora

KWH1: Consumo por día

FP: Factor de potencia

FT: Dato introducido del factor de potencia

FT1: Factor de potencia convertido en decimales

L: Dato introducido del factor de potencia deseado

FP1: Factor de potencia deseado expresado en %

FP2: Factor de potencia deseado convertido a decimales

CA: Potencia del banco de capacitores

KVA: Potencia aparente

KVAR1: Potencia reactiva actual

KVAR2: Potencia reactiva con el nuevo factor de potencia

KVARB: Capacidad del banco de capacitores por instalar

IRC: Índice de rendimiento de calor

CENDI: Centro de Distribución

CEYE: Centro de esterilizado y empaque

RCL: Relación de cavidad de local

CU: Coeficiente de utilización

FIDE: Fideicomiso para el ahorro de energía

UMA: Unidad manejadora de aire

UCI: Unidad de cuidados intensivos

UCIN: Unidad de cuidados intensivos neonatales

UCIREN: Unidad de cuidados intensivos de recién nacidos

4.4.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Manual del alumbrado
Westinghouse.
 - 2.- Energía Racional.
Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE).
 - 3.- Manual de mantenimiento eléctrico industrial
Pedro Camarena M.
 - 4.- Instalaciones eléctricas prácticas
Becerril L. Diego Onesimo.
 - 5.- Planos de la instalación eléctrica del Hospital de la Mujer
Secretaria de Salud de Michoacán.
 - 6.- Manual de equipos de acondicionamiento de aire
TRANE.
 - 7.- Todo el Visual Basic 6.0
Marta Beatriz Martins Carrizo.
 - 8.- Catálogos de Capacitores de Potencia
Técnica Salgar S. A. de C. V.
 - 9.- Normas de Medición y Servicios
Comisión Federal de Electricidad.
 - 10.- Como Ahorrar Energía Eléctrica
Fideicomiso para el Ahorro de la Energía (FIDE).
 - 11.- Manual de Operación de Planta de Tratamiento de Agua Residual
Ingeniería y Equipos Ambientales, S.A. de C.V.
 - 12.- Maquinas y Circuitos Eléctricos
Eugene C. Lister
 - 13.- Pagina WEB de C. F. E.
www.cfe.gob.mx
 - 14.- Pagina WEB de FIDE.
www.fide.org.mx
-

SIMBOLOGÍA:

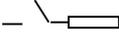
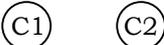
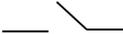
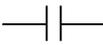
	Planta generadora 600KW
	Equipo de medición
	Transformador
	Relevador
	Equipo de control y monitoreo
	Medición de potencia
	Seccionador
	Apartarrayos oxido de zinc, 18KV
	Interruptor automático electromagnético
	Pasos de transferencia
	Cuchillas de paso
	Contactador
	Interruptor electromagnético

DIAGRAMA UNIFILAR

