

TESINA
PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL DIPLOMA DE
" ESPECIALISTA EN INGENIERIA "
(PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS)

ING. JORGE LEHOVEC GUERRERO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESINA

PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE

POSGRADO DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER

EL DIPLOMA DE

"ESPECIALISTA EN INGENIERIA "

(PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS)

CIUDAD UNIVERSITARIA MARZO DE 1993

G(2) 502452



CONTENIDO

CAPITULO - I

- 1.1.- DEFINICIONES
- 1.2.- PROLOGO
- 1.3.- INTRODUCCION

CAPITULO - II MECANISMOS DE APOYO

- 2.- COORDINACIONES Y SUBCOMITES DE APOYO
 - 2.1.- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA
 - 2.2.- COORDINACIONES REGIONALES DEL PAESE
 - 2.3.- EL FIDE COMO APOYO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS PILOTO Y DEMOSTRATIVOS

CAPITULO - III MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO

- 3.1.- FINANCIAMIENTO TRADICIONAL
 - 3.1.1.-SUBSIDIOS A FONDO PERDIDO
 - 3.1.2.-SUBSIDIOS A TARIFAS DE ENERGETICOS
 - 3.1.3.-PRESTAMOS A INTERESES SUBSIDIADO
 - 3.1.4.-FONDOS DE CREDITO
 - 3.1.5.-INCENTIVOS FISCALES DE GOBIERNO
- 3.2.- FINANCIAMIENTO NO TRADICIONAL
 - 3.2.1.-AHORROS DE ENERGIA
 - 3.2.2.-ARRENDAMIENTO FINANCIERO
 - 3.2.3.-PRESTAMO DE REEMBOLSO VARIABLE
 - 3.2.4.-ACUERDO DE SERVICIO INTEGRAL
 - 3.2.5.-ACUERDO DE ASOCIACION TEMPORAL

CAPITULO - IV DIAGNOSTICOS ENERGETICOS

- 4.1.- CARACTERISTICAS DE LOS PROYECTOS DE DEMOSTRACION
- 4.2.- METODOLOGIA DE LOS PROYECTOS DE DEMOSTRACION
 - 4.2.1.-PRIMERA ETAPA
 - 4.2.2.-SEGUNDA ETAPA
- 4.3.- FACTOR DE POTENCIA

CAPITULO - V EJEMPLO DE APLICACION Y SU FACTIBILIDAD

- 5.1.- CONVENIO DE CONCERTACION
- 5.2.- DIAGNOSTICO DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
 - 5.2.1.-PRIMERA ETAPA
 - 5.2.2.-SEGUNDA ETAPA



DEPFI

T. UNAM

1 9 9 3

LEH

ej. 2

**BENEFICIOS DEL USO
RACIONAL DE LA
ENERGIA ELECTRICA
EN EDIFICIOS**

CAPITULO - VI ANALISIS Y PRUEBAS DE EQUIPO AHORRADO
RES DE ENERGIA PARA LA SUSTITUCION DE
LUMINARIOS Y MEJORA DE LOS NIVELES DE
ILUMINACION

6.1.- ANALISIS DE ECONOMIZADORES FLUORESCEN
TES TIPO 2X55-SL

6.1.1.- ANALISIS DEL ECONOMIZADOR MARCA ECONO
CONTROL

6.1.2.- ANALISIS DEL ECONOMIZADOR MARCA ECONO
WATT

6.2.- ANALISIS PARA LA FACTIBILIDAD DE SUS
TITUCION DE LUMINARIOS

6.2.1.- LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS TIPO
PL

6.2.2.- LAMPARAS FLUORESCENTES DE 34 Y 32 --
WATTS

6.2.3.- LAMPARAS FLUORESCENTES DE 60 WATTS

6.3.- REFLECTORES OPTICOS

6.3.1.- VENTAJAS DE LOS REFLECTORES

6.3.2.- CARACTERISTICAS

6.3.3.- RESULTADOS EN LUXES

6.4.- ANALISIS DEL DIFUSOR DE ACRILICO TIPO --
REFRACTIVE GRID DE HOLOPHANE

CAPITULO - VII ANALISIS DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y --
RECOMENDACIONES

7.1.- ANALISIS DE RESULTADOS

7.1.1.- ANALISIS PARA EL MES DE MAYO

7.1.2.- ANALISIS PARA CONSUMOS Y DEMANDAS

7.1.3 - ANALISIS PARA LOS IMPORTES DE FACTURACION

7.2.- CONCLUSIONES

7.2.1.- CONSUMOS

7.2.2.- DEMANDAS

7.2.3.- CONSUMOS, DEMANDAS Y AMORTIZACION

7.2.4.- RESUMEN DE RESULTADOS

7.2.5.- POTENCIALES DE AHORRO

7.3.- RECOMENDACIONES

- ABREVIATURAS Y ACRONIMOS EMPLEADAS

- BIBLIOGRAFIA

CAPITULO 1

1.1 DEFINICIONES

=====

- 1.- AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA: Es el uso eficaz y racional de la energía eléctrica.
- 2.- USO EFICAZ DE LA ENERGIA ELECTRICA.- Es el aumento de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica mediante la reducción del consumo de la misma.
- 3.- USO RACIONAL DE LA ENERGIA ELECTRICA.- Es el mejor uso de la energía eléctrica mediante la eliminación de pérdidas y consumo innecesario de la misma.
- 4.- EQUIPOS Y DISPOSITIVOS AHORRADORES DE ENERGIA ELECTRICA.- Son Equipos y Dispositivos utilizados para controlar, reducir y optimizar el uso de la energía eléctrica, sin alterar los niveles de confort y parámetros de operación.

1.2. " PROLOGO "

"RACIONALIZAR Y APROVECHAR EFICAZMENTE NUESTROS RECURSOS"
=====

Es una condición del crecimiento responsable y equitativo que buscamos. Por eso, nuestra política energética contempla evitar el desperdicio de nuestros recursos. Esto significa poner en marcha planes concretos que tomen en cuenta los niveles realmente posibles de ahorro de Consumo, al mismo tiempo que se estimule mayor eficiencia en los procesos de desarrollo urbano e industriales.

"No habrá un crecimiento sostenido en nuestro País si no contamos con los recursos energéticos indispensables para todo desarrollo industrial. Nuestra misión consiste en promover un uso adecuado de estos recursos. No dudo afirmar que el ahorro de energía es una tarea estratégica en estos momentos en nuestro País."

CARLOS SALINAS DE GORTARI

PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

INSTALACION DE LA COMISION NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGIA

SALON CARRANZA RESIDENCIA OFICIAL DE LOS PINOS

26 DE SEPTIEMBRE DE 1989

1.3.- INTRODUCCION

=====

El importante papel que tiene la energía eléctrica en el desarrollo económico, hace fundamental su utilización adecuada, más allá de situaciones coyunturales de precios (nacionales e internacionales).

Cuando el mercado no responde en forma espontánea (al no existir el elemento inductor de los precios), se hace necesario desarrollar mecanismos y programas de carácter institucional, diferentes de la política de tarifas, las acciones de promoción y difusión son por lo tanto, un elemento importante en la implantación de estos programas.

El uso eficiente de la energía (U.E.E.), debe estar ligado a otras políticas de carácter general: mejora de la competitividad, desarrollo tecnológico, equilibrio de la balanza exterior y protección del medio ambiente. Es importante por lo tanto, la integración multisectorial; así como el tener en cuenta que los resultados de muchos programas de U.E.E., sólo se perciben a mediano y largo plazo una vez iniciados.

"EL PROGRAMA NACIONAL DE MODERNIZACION ENERGETICA OTORGA MAXIMA PRIORIDAD AL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA"

A través de un esfuerzo integral en el que participe toda la Sociedad. EN MEXICO EXISTE un potencial global para el ahorro de energía que se estima en más de 300 mil barriles diarios de petróleo crudo equivalente; se requiere llevar adelante una política concreta que fije metas realistas. La industria y el propio sector energético, además del transporte, deberán ser áreas de acción prioritaria.

Ante una perspectiva de escasez relativa de recursos financieros y de racionalización del sector público, el mayor peso de las acciones en materia de ahorro de energía deberán realizarlas directamente los propios consumidores; las empresas para estatales serán vanguardia de este esfuerzo nacional. El principal incentivo para ello será el económico, en la medida que es imprescindible crear una amplia conciencia social sobre la importancia y repercusión del ahorro energético.

Por su parte, el Gobierno Federal deberá hacer uso de todos aquellos instrumentos y medidas que, junto con la permanencia de una política realista de precios y tarifas, promuevan los cambios de hábitos hacia consumos más racionales de los energéticos.

Un paso trascendental en el desarrollo de esta política se da con la creación, mediante ACUERDO PRESIDENCIAL DEL 26 DE SEPTIEMBRE DE 1989, de la "COMISION NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGIA". La comisión funge como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de los gobiernos estatales, municipales y de los particulares en materia de ahorro y uso eficiente de energía y constituye la instancia de concertación social indispensable para promover acciones en esta materia que involucren a todos los sectores de la Sociedad.

En consecuencia, se plantean las siguientes líneas de acción en materia de ahorro y uso eficiente de energía y apoyar así las tareas de la Comisión Nacional Respectiva:

1.- Considerar explícitamente en la política de precios y tarifas de los energéticos los propósitos de ahorro de energía. Se buscará que todo producto incorpore a su precio sus costos de producción y suministro y se evitará que se registren deterioros en términos reales

2.- Prestar atención específica en algunas áreas que ya presentan situaciones difíciles, como el bombeo agrícola y el consumo doméstico de electricidad en zonas de verano muy cálido. En casos como éstos resulta necesario explicitar subsidios para canalizarlos de manera transparente al mejoramiento de la eficiencia energética.

3.- Asignar partidas presupuestales específicas en empresas paraestatales para la ejecución de acciones de ahorro de energía.

4.- Evaluar la conveniencia de establecer esquemas de apoyo fiscal y financieros para ahorros energéticos.

5.- Realizar diagnósticos energéticos en los Sectores Industrial y de Transporte que son los que presentan los mayores consumos.

6.- Reglamentar en detalle mecanismos que promuevan la cogeneración, en tanto que se estima que la industria nacional puede generar 10 TWH de electricidad, a la vez que resolver sus necesidades de vapor.

7.- Establecer normas de eficiencia para los equipos que utilizan energía, incluyendo los electrodomésticos. En el mismo sentido, establecer las correspondientes a la industria de la construcción.

8.- Promover la realización campañas de concientización e información al público; la inclusión del ahorro de energía en programas de estudio a nivel básico; ejecución de asesorías y asistencia técnica.

El Ahorro de Energía no debe plantearse como una moda pasajera, sino como un propósito permanente que modifique hábitos de consumo, para enraizar en nuestro País una cultura de ahorro y uso eficiente. Todos los logros que se alcancen en este renglón contribuirán a fortalecer la productividad nacional, aumentar la capacidad de competencia económica hacia el exterior y elevar los niveles de bienestar de los mexicanos.

Con la utilización racional de la energía vienen beneficios implícitos que conviene destacar como son:

- 1.- Reducción del impacto negativo sobre el medio ambiente.
- 2.- Preservación de los recursos nacionales no renovables.
- 3.- Disminución ó eliminación de las inversiones y -- ciertos gastos generales del sector energético, sin afectar a la calidad del servicio.
- 4.- Mejora de la competitividad del aparato productivo nacional.
- 5.- Desarrollo de las Empresas de Consultoría, firmas de ingeniería y entidades financieras.
- 6.- Impulso a la industria fabricante de bienes de equipo.

Las limitaciones que se podrían mencionar son las siguientes.

- 1.- Conceptos relativamente novedosos
- 2.- Mercado, en principio, poco receptivo.
- 3.- Carencia de una estrategia articulada entre los distintos factores.
- 4.- Restricciones financieras
- 5.- Bajos precios de algunos energéticos

Por lo anteriormente expuesto podemos concluir que dentro del Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994 el Uso Eficiente de la Energía (U.E.E.), tiene como objetivo general:

1.- Disminuir el Consumo de Energía por unidad producida mejorando la calidad de vida bajo el criterio de que el costo de las medidas de (U.E.E.), deberán tener un costo más bajo que el costo de la energía suministrada al usuario.

Y como objetivos inducidos los siguientes:

1.- Mejorar la calidad del abastecimiento de energía y aliviar de presión las inversiones al sector energético.

2.- Impulsar la mejora de la competitividad del Sector productivo y desarrollo de la industria fabricante de bienes - de equipo.

3.- Promover la exigencia de eficiencia por parte -- del consumidor, que induzca una mayor eficiencia de los equipos y un mantenimiento apropiado de los mismos.

4.- Reducir el impacto ambiental ligado a los procesos de transformación y consumo.

5.- Disminuir la dependencia tecnológica del País, - fabricar equipos eficientes tanto en consumo como en generación o transformación de la energía.

6.- Preservar los recursos energéticos no renovables del País.

CAPITULO 2

MECANISMOS DE APOYO

2.- COORDINACIONES Y SUBCOMITES

DE APOYO

(ENTIDADES DE APOYO)

La estrategia diseñada para obtener los objetivos planteados en el plan nacional de desarrollo 1989-1994 y en el programa nacional de modernización energética 1990-1994, se basa principalmente en la búsqueda de una mayor capacidad y disponibilidad de la oferta energética y, al mismo tiempo racionalizar la demanda.

Con el fin de garantizar la suficiencia energética del país, se crea por decreto presidencial la "Comisión Nacional para el Ahorro de Energía Eléctrica" (CONAE), a la cual pertenece Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), entidad que configura el "Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico" (PAESE), y con otras entidades el "Fideicomiso de Apoyo al programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico" (FIDE).

En este capítulo, se dan a conocer la estructura y actividades de las coordinaciones del PAESE y de los Subcomites Técnicos del FIDE, que están dando por resultado una mayor difusión de los programas a cargo de estas entidades con la participación activa de los sectores privados, para estatales y autoridades locales en su implantación.

2.1.- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

1.- DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ESTRUCTURA DEL PROGRAMA (VER FIGURA 1)

El órgano rector en esta materia es la (CONAE), que está formada por las Secretarías de Estado involucradas en el tema, PEMEX y C.F.E.; encontrando la presidencia de la misma bajo la responsabilidad de la Secretaría de Energía, Minas e Industrias Para Estatal.

Para la adecuación, conducción del programa de ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE), se creó dentro del mismo una coordinación que ha tenido como responsabilidad entre otras la de formular el propio programa de acuerdo con los lineamientos emitidos por la CONAE, así como promover, inducir, vigilar y desde luego coordinar las acciones necesarias tanto dentro de la propia CFE y CLFC, como entre las áreas del servicio.

La coordinación del PAESE depende directamente de la dirección general de CFE y funge como representante suplente de la misma ante la CONAE.

La estructuración del PAESE depende directamente de la dirección general de CFE y funge como representante suplente de la misma ante la CONAE.

La estructuración del PAESE contempla en primer lugar el uso óptimo que hace de la energía el propio sector, fundamentalmente para la producción y transmisión de la energía eléctrica no puede olvidarse que CFE es uno de los grandes consumidores de combustible en el País.

Para atender eficazmente las tareas relacionadas con los usuarios del servicio de energía eléctrica, se han establecido siete subprogramas de acuerdo con las áreas de oportunidad existentes para el ahorro de energía eléctrica, y el tipo de gestiones y concertaciones que se requieran realizar.

Es así que los subprogramas específicos que se han considerado son:

a).- A NIVEL INTERNO

Centrales Eléctricas, redes de transmisión y distribución.

b).- A NIVEL EXTERNO

Doméstico, Comercio y Servicios Privados, Servicio General Público, Servicios Municipales, Agrícola, Industrial y Auto abastecimiento y Cogeneración.

A su vez con el objeto de inducir la participación de la Sociedad Civil y en particular de los industriales, así como apoyar con recursos económicos la realización del programa de interés social o general, proyectos piloto o demostrativos. Se creó en agosto de 1990 el FIDE, integrándose su patrimonio con las aportaciones del Sector Eléctrico, sus Proveedores y Contratistas y el SUTERM.

En el Comité Técnico del FIDE participan, además de la CFE., CLFC., SUTERM., la CONAE., la CONCAMIN., CANACINTRA., CANAME., CNIC. Y CNEC, lográndose con esto que las acciones del FIDE sean congruentes con el programa nacional y el programa del sector eléctrico.

2.2.- COORDINACIONES REGIONALES DEL PAESE

Las Coordinaciones Regionales del PAESE, están a cargo de un representante en cada una de las 13 divisiones de distribución de la CFE. quien con el apoyo de la estructura divisiona, promueve acciones y proyectos de ahorro de energía eléctrica.

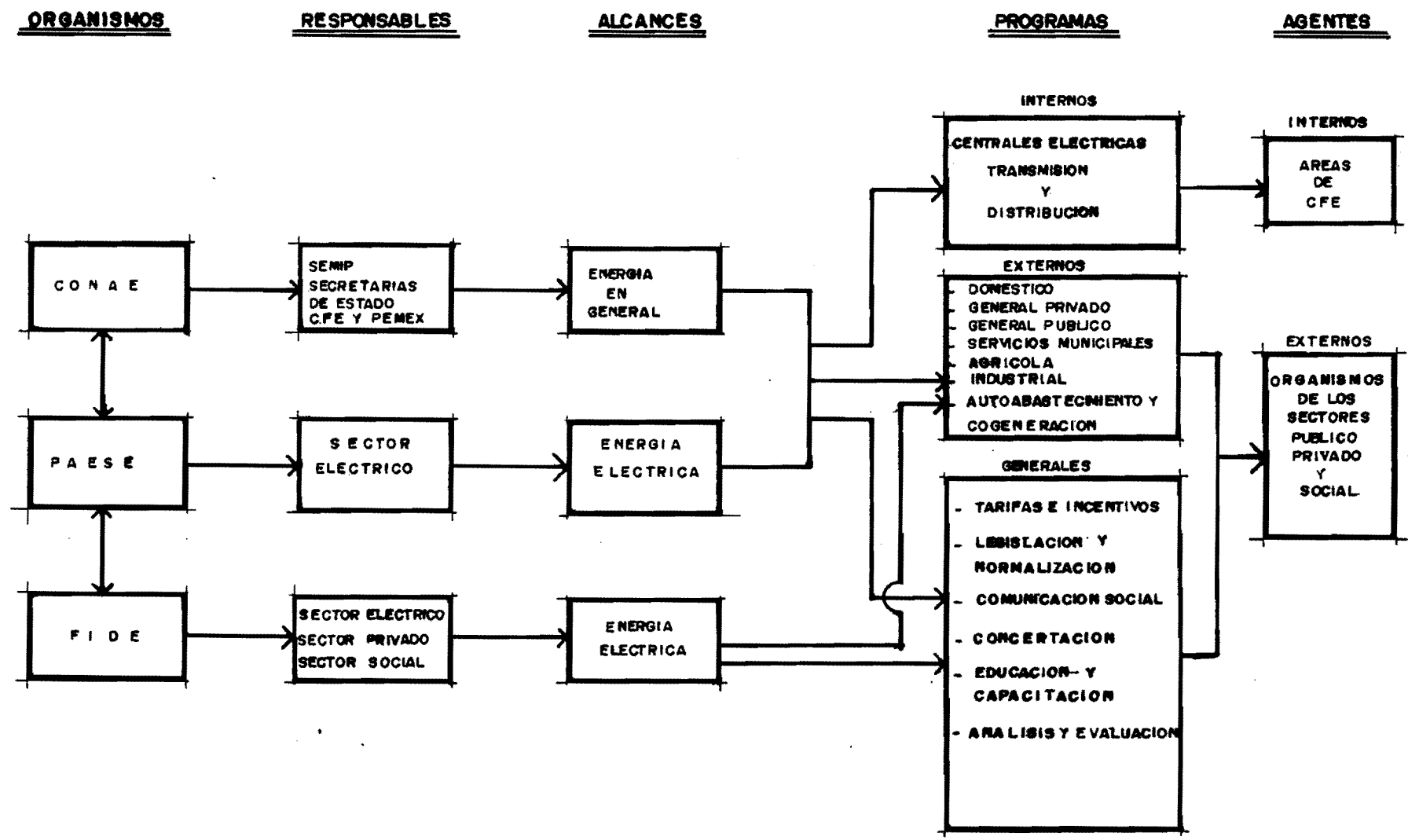
A modo de ejemplo explicaremos la estructura y desarrollo del PAESE en la División Jalisco.

2.2.1.- ESTRUCTURA Y DESARROLLO DEL PAESE EN LA DIVISION JALISCO

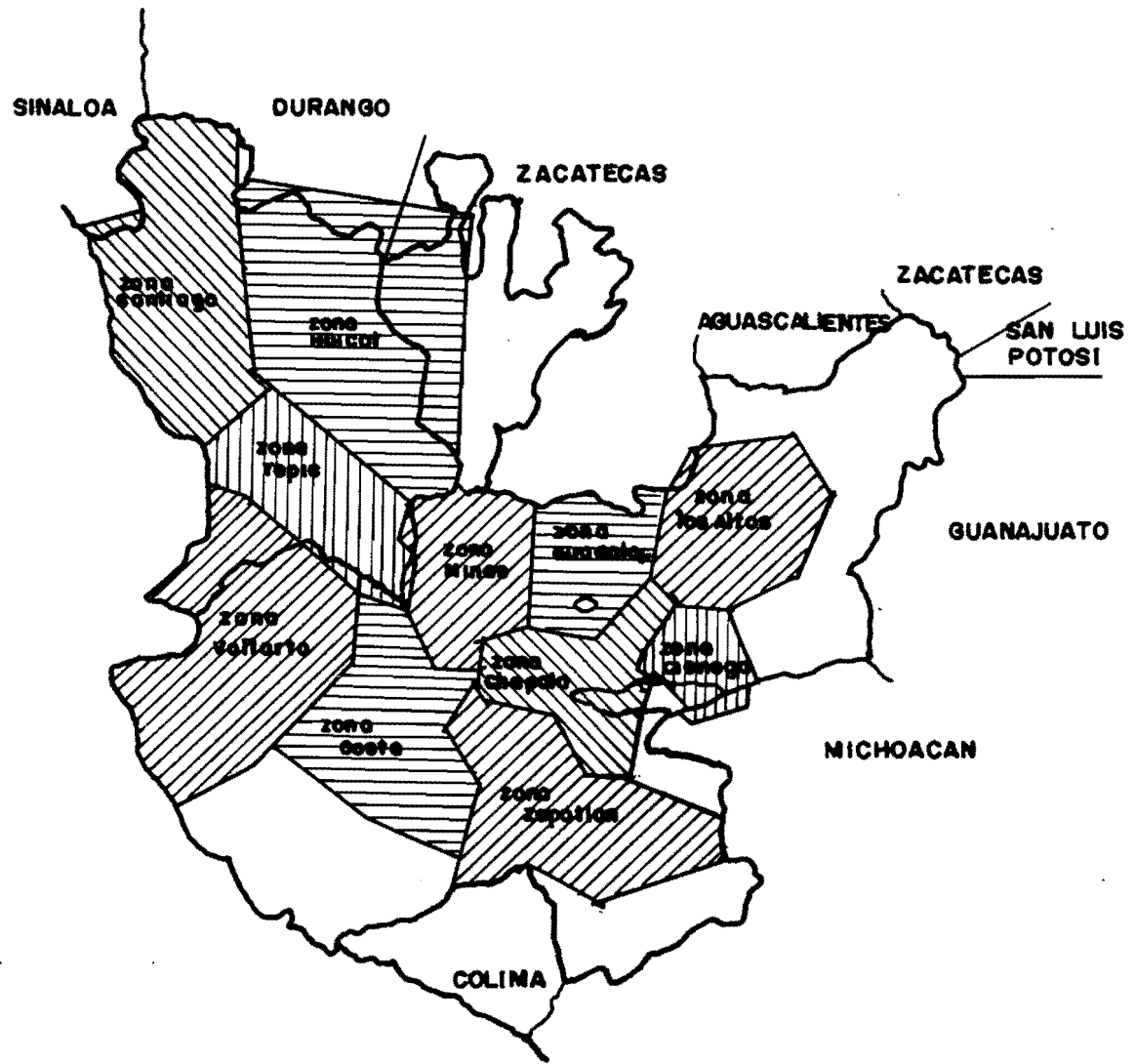
2.2.1.1.- OBJETIVO

Implantar en la División Jalisco el programa de ahorro de energía del Sector Eléctrico; para lo cual se deberá propiciar la concertación con diversas organizaciones y agentes en general, ajenos del sector eléctrico, para establecer compromisos formales que garanticen el cumplimiento de lo acordado, siendo la meta específica racionalizar el uso del fluido eléctrico por todos los usuarios de la División, la que se subdivide en diez zonas, para facilitar el control administrativo y la eficiencia en el suministro eléctrico, en la Fig. 2 se indica su localización y la ciudad en donde está la superintendencia responsable de mantener el servicio.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ESTRUCTURA DEL PROGRAMA



(FIG. 1)



(FIG. 2) JURISDICCION DE LAS ZONAS DE LA DIVISION JALISCO

2.2.1.2.- ESTRATEGIA GENERAL

En la Tabla Nº 1, se relacionan las tarifas y consumos, correspondientes a 1990, arreglados en orden decreciente de acuerdo a su consumo; se considera que en los grupos de usuarios de consumos mayores existan las oportunidades más favorables de ahorro; del análisis detenido de los parámetros incluidos en la tabla, se podrán precisar algunas estrategias particulares para cada grupo, lo que nos permitirá la aplicación paulatina del programa.

GRUPO	TARIFA	CONSUMO MMH	USUARIOS
A	08	1'933,839	4,557
	01	1'127,227	875,907
	12	1'090,467	18
B	02	489,296	151,925
	1A	197,393	146,026
	09	181,023	4,019
	06	118,597	1,291
	05	116,914	348
C	5A	78,334	1,143
	1B	73,882	65,177
	03	61,106	775
	8A	19,292	44
	07	1,962	1,188
TOTAL		5'489,332	1'251,418
TABLA 1.- CONSUMO ELECTRICO Y Nº DE USUARIO EN 1990			

De los datos de la tabla podemos distinguir tres grupos principales de usuarios:

GRUPO A

Involucra a industriales, comercios importantes y -- servicio doméstico, cuyos consumos anuales superan el millón de mega-WATTS hora.

GRUPO B

Corresponde al servicio comercial medio, doméstico -- con un nivel climático de 25°C, bombeo tanto para uso agrícola como de agua potable y/o negra y alumbrado público en zonas conurbadas, el consumo anual va de los 100000 a los 500000 MWH

GRUPO C

A este grupo corresponden el alumbrado público en zonas no conurbadas, servicio doméstico, con temperatura hasta de 28°C, servicios de baja tensión con demanda mayor a 25 KW, para cualquier uso y servicio temporal; en este caso el consumo anual es menor de los 100000 MWH.

Se debe tomar en cuenta el número de usuarios agrupados por tarifa ya que este parámetro nos puede definir en cierta medida la estrategia a seguir; La tabla mencionada agrupa el N° de usuarios registrados en las diferentes tarifas vigentes en 1990.

De los 3 grupos, los usuarios domésticos representan la mayor dificultad para realizar la campaña de concientización y cuyos resultados serán posiblemente modestos y costosos.

2.2.1.3.- METAS PARA 1994

Para estimar los posibles consumos y números de usuarios para 1994; se definieron los incrementos de 1986 a 1990, pudiendo así extrapolar los valores a 1994 y de esta manera estimar la capacidad probable de dicha fecha.

El incremento del consumo, en el período mencionado fue de un 25%, el aumento del número de usuarios totalizó el 19%; tomando como base las cifras reportadas en 1990 y aplicando los porcentajes anteriores, se han podido estimar los valores para -

1994, estableciendo así un incremento en la demanda de 1'887,-276 MWH y un aumento de 200364 usuarios; de estos valores el consumo se considera conservador, ya que se presume un aceleramiento de la actividad industrial en los últimos años debido al "TLC", en la figura 3, se han graficado tanto los MWH como el número de usuarios, apreciándose claramente la evolución de los valores respectivos.

Si estimamos la energía equivalente necesaria para satisfacer la demanda, se podrá definir una capacidad virtual instalada hacia el 94 de 904 MW; valor que totaliza la demanda y las pérdidas por generación, transmisión y distribución; -- hasta llegar al usuario.

Dependiendo del ahorro real, se pueden obtener probablemente los resultados que se indican en la tabla 2, debiendo obtener como mínimo una, reducción en la capacidad instalada de 14 MW correspondientes al 1.6% de ahorro en el consumo general de la división.

Es deseable aumentar el porcentaje antes mencionado, - estos valores justificarían plenamente el esfuerzo dedicado a la implantación del P.A.E.S.E; la meta deseable sería lograr un ahorro del 10% para 1994, ésto representaría una reducción equivalente en la capacidad instalada de 90 MW, que a los valores - de 1990-91, corresponderían a 72 millones de dólares.

POR CIENTO PROBABLE DE AHORRO	AHORRO EN MW
1.6	14
3.0	27
5.0	42
8.0	72
10.0	90
TABLA 2.- AHORRO PROBABLE EN LA DIVISION JALISCO PARA 1994	

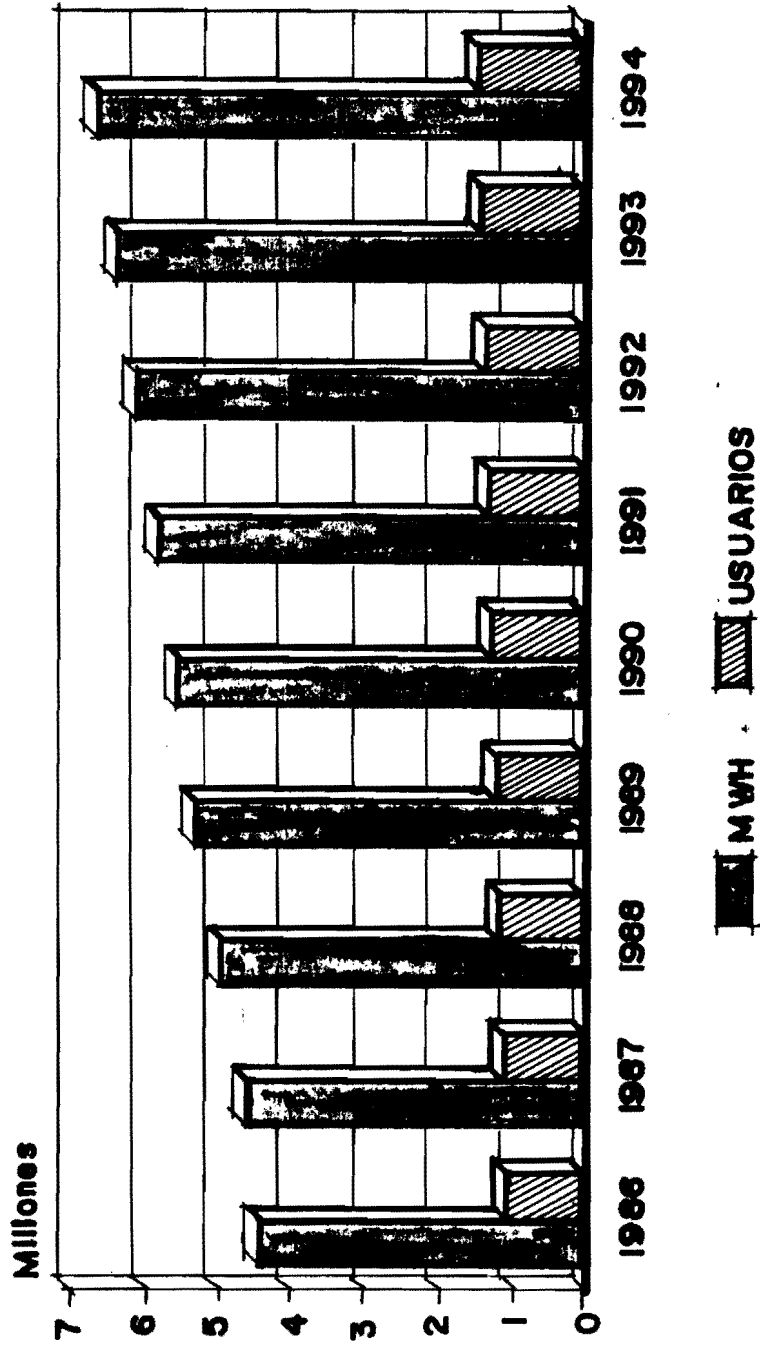


FIGURA 3-EVOLUCION ANUAL DEL INCREMENTO EN EL CONSUMO Y USUARIOS. DIVISION JALISCO

Los valores indicados en la tabla N° 2, se obtienen en base a los proyectos en desarrollo autorizados para efectos demostrativos. Dichos proyectos son los siguientes:

1.- PROYECTOS PILOTO DE INSTALACION DE CONTROLES ELECTRONICOS EN INCUBADORAS DE GRANJAS AVICOLAS.

Se implanto en la Ciudad de Lagos de Moreno Jalisco estimandose alcanzar un ahorro del 25% de energía eléctrica, en comparación con los métodos tradicionales.

2.- PROYECTOS DE DEMOSTRACION EN EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN GRANJAS AVICOLAS PARA LA ASOCIACION DE AVICULTORES DE TEPATITLAN, JAL.

Para el desarrollo de estos proyectos fué necesario gestionar el respaldo financiero del FIDEICOMISO, para las siguientes granjas:

2.1.- GRANJA AVICAR DE OCCIDENTE

En esta granja se propusieron seis galeras, cuatro para el cambio de lámparas fluorescentes en lugar de las incandescentes y dos galeras como testigo de evaluación; en todas las galeras se observaron instalaciones eléctricas dañadas ó defectuosas, por lo que primero se ordenaron las acciones correctivas necesarias evitando así fugas de energía eléctrica que a la postre pudiera falsear los resultados; a una de las galeras de testigo se le dió mantenimiento correctivo a las instalaciones, dejando la otra en sus condiciones originales, esperando en esta forma evaluar más realmente la diferencia en el consumo, que pudiera atribuirse a la deficiente instalación eléctrica.

2.2.- GRANJA ALEJANDRA

Aquí se propusieron tres galeras de prueba y una de testigo, la primera evaluación indicó que las instalaciones están en buenas condiciones por lo que no se requirió ningún mantenimiento correctivo previo.

2.3.- GRANJA MIRAFLORES

El propietario inició recientemente las gestiones ante el fideicomiso, con el objeto de lograr el respaldo financiero para el desarrollo del proyecto.

Para la obtención de los resultados de estos proyectos será necesario instalar medidores de consumo en cada una de las galerías de pruebas y de testigos para con ello cuantificarlos resultados reales, todo esto deberá tener en cuenta que la producción no deberá disminuir en ningún caso.

3.- PROYECTOS DE ALUMBRADO PUBLICO

3.1.- En la Colonia Las Águilas del Municipio de Zapopan, así como en tres Municipios más de Jalisco, estratégicamente localizados se desarrollaron proyectos de alumbrado público.

Los proyectos consisten en sustituir lámparas de vapor de mercurio de 400 watts, por lámparas de vapor de sodio a alta presión de 150 watts, equipadas con balastros de alto rendimiento además mantener los niveles de iluminación dentro de norma y correlativo al tipo de calle por iluminar.

El proyecto se inició midiendo los niveles de iluminación actuales en diez estaciones de la colonia y en los tres Municipios; siendo primeramente necesario el complementar las instalaciones eléctricas para instalar las bases y los medidores necesarios para poder evaluar sistemáticamente los consumos respectivos, en esta forma se podrán establecer con toda precisión los ahorros por consumos y la disminución en el monto de la factura; se ha estimado un ahorro anual probable de 766500 KWH

Al término del período de prueba que se haya convenido en cada proyecto, se deberá establecer el monto real total de ahorro de energía eléctrica y el monto económico para oportunamente propagarlos a los Municipios vecinos, esperando su aceptación para que con recursos propios implementar medidas semejantes.

4.- OTROS PROYECTOS

También se han firmado recientemente convenios con el FIDE para apoyar diagnósticos energéticos y proyectos demostrativos en la industria, siendo los grandes consumidores la mediana industria a quienes se les ha dado a conocer los beneficios del uso racional de la energía.

Cuando se considera el número de usuarios y su dispersión topográfica, cuyo servicio atiende la división Jalisco; se visualiza la magnitud de la tarea para promover el uso racio-

nal de energía eléctrica, con todo tipo de usuario, el éxito y logro de resultados positivos estarán en función directa de los recursos disponibles, debiendo mantener la actividad en los -- años subsecuentes.

El interés y receptividad de los usuarios ha sido totalmente positiva, esperan acciones prácticas y resultados convincentes; los industriales han manifestado su deseo de que se capaciten a técnicos de compañías radicadas en la región, para solicitar sus servicios.

2.2.1.4.- ESTRUCTURA ORGANICA

Para dar cumplimiento al plan de trabajo, será indispensable organizar un grupo adecuado a las tareas que se deben realizar, congruente con los objetivos planteados y correlativo al número de usuarios y volúmen de energía demandada, así como las metas propuestas para el ahorro del Sector Eléctrico, el -- grupo de trabajo deberá formarse con el mínimo de elementos para cumplir todas y cada una de las tareas proyectadas; deberá -- estar sólidamente integrado con una mística clara de su función, para controlar las acciones del personal eventual, que se con-- trate en congruencia al desarrollo del proyecto.

Se debe subrayar que la permanencia del personal, permi tirá el aprendizaje y la experiencia para lograr resultados po sitivos, el criterio será siempre utilizar grupos eventuales -- por obra determinada o por tiempo fijo, cuando se requieran con tingentes numerosos para cumplir tareas específicas; se contem plan etapas fundamentales para el desarrollo del programa, en -- los próximos cuatro años, debiendo programarse actividades defi nidas para cada año.

2.3.- EL FIDE COMO APOYO PARA EL DESARROLLO DE PROYEC- TOS PILOTO Y DEMOSTRATIVOS.

2.3.1.- ORGANIZACION DEL FIDE

EL FIDE ha quedado constituido orgánicamente por:

a).- EL COMITE TECNICO

Tiene la facultad de establecer las bases para la admi nistración e inversión de los recursos y de designar a su Director General.

b).- EL DIRECTOR GENERAL

Es la instancia que tiene la responsabilidad de planear,-- proponer, organizar, dirigir y controlar las actividades del -- FIDE en general.

c).- LAS GERENCIAS OPERATIVAS

Son las áreas que tienen a su cargo la planeación, organi zación y control de los proyectos específicos asignados a su -- responsabilidad.

d).- EL COMITE ASESOR

Es el órgano que brinda apoyo al comité técnico y al Direc tor General del Fide.

2.3.2.- SUBCOMITES ESTATALES DEL FIDE

Con el propósito de intensificar las acciones del FIDE en algunos Estados de la República con notable actividad industrial y comercial, tal como está contemplado en la cláusula octava del contrato de Fideicomiso, que indica que es facultad del Comité - Técnico, designar Subcomites en las distintas entidades de la Re pública, el órgano de gobierno del FIDE, aprobó la creación de -- los Subcomites Estatales en Jalisco, Veracruz y Nuevo León.

Estos Subcomites están constituidos en forma similar al co mité técnico del FIDE, por un Presidente que es un dirigente in dustrial de reconocido prestigio en el Estado, un Vicepresidente designado por el propio Comité técnico representante del S.U.T.E. R.M. y cinco vocales designados por el Subcomité Estatal.

CAPITULO 3

MECANISMOS DE

FINANCIAMIENTO

3.- MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO DEL AHORRO DE ENERGÍA.

3.1.- FINANCIAMIENTO TRADICIONAL

El Gobierno ha intentado fomentar el ahorro de energía por medio de incentivos que caracterizan mecanismo usuales de intervención y regulación Estatal.

Dentro de estos mecanismos se pueden mencionar:

3.1.1.- Subsidios a Fondo Perdido

Estos subsidios abarcan los diagnósticos iniciales y los estudios preliminares de ingeniería. La meta es crear una conciencia en la empresa sin que soporte costo alguno, una vez convencida se firma un convenio de ejecución en el cual se dispone de la publicidad de los resultados, por parte de la entidad pública a cambio de un subsidio para la realización de un proyecto demostrativo. De algunos proyectos subsidios, los mejores logros se ha conseguido en industrias de alto consumo, en edificios públicos y en grandes - flotillas de transporte.

Sin embargo, muestra las siguientes limitaciones:

a).- El otorgamiento de los subsidios no siempre es racional, ya que se tiende a financiar proyectos tan rentables que ponen en tela de juicio los apoyos públicos que recibieron.

b).- El efecto demostrativo se puede agotar rápidamente, - una vez que se haya involucrado a los mayores consumidores.

c).- Se trató de una política de "País rico", ya que la - perenidad de las acciones se sustenta en la capacidad de subsidio - por el poder federal.

3.1.2.- Subsidios a tarifas de energéticos

Esta práctica tiene por meta la de propiciar sustituciones entre fuentes de energía. Es de uso común para sustituir la leña en el consumo doméstico o para controlar la demanda de gasolinas, en el sector transporte, incluso los bancos internacionales de desarrollo - no se oponen a su aplicación, en cuanto los beneficios sociales sean altos.

Pero, estas políticas se enfrentan a una fuerte oposición, de las autoridades hacendarias, además de propiciar polémicas comerciales cuando la sustitución de algún producto energético favorece su exportación a países vecinos.

3.1.3.- Prestamos a interés subsidiado

Se utilizan para canalizar una mayor inversión privada hacia los proyectos de uso eficiente. Su meta es abaratar el costo del capital de iniciación. Dentro de los mecanismos de bonificación se pueden mencionar los siguientes:

a).- El gobierno puede decidir la asignación directa de créditos blandos a proyectos calificados.

b).- El gobierno puede optar por depositar fondos en Instituciones Financieras, aceptando un retorno sobre sus depósitos menor que el costo promedio de captación de estas Instituciones.

c).- El gobierno puede conseguir una reducción de las tasas de interés al efectuar un sólo pago inicial. En este caso, las Instituciones logran refinanciar estos fondos y pueden otorgar créditos blandos, a medida que seleccionen proyectos.

3.1.4.- FONDOS DE CREDITO

Consiste en crear Instituciones especializadas, cuyos fondos pueden provenir de impuestos especiales, permite una mayor eficiencia que en el caso anterior, puesto que sólo se examinan proyectos directamente ligados al ahorro de energía.

3.1.5.- INCENTIVOS FISCALES DE GOBIERNO

a).- Liberación de aranceles de ciertas categorías de importaciones de equipos.

b).- Aceptar que las empresas procedan a una depreciación no líneal del valor de los equipos adquiridos. En este caso tiene que ser inscrito en el código general de los impuestos.

Pero sólo es concebible si se trata de una práctica global para todos los equipos de uno o varios sectores de actividad, a fin de evitar un descontrol en las declaraciones de las empresas.

Este mecanismo provocó en los Países que lo implementaron los siguientes efectos perversos:

a).- Alto Costo Global para el estado, el cual asu-
mio, muy a menudo todos los riesgos de inversiones.

b).- Falta de criterios precisos para asegurarse que
los fondos se canalizan hacia los proyectos que más requieran de
un apoyo.

c).- Entorpecimiento progresivo de los mecanismos de
selección de los proyectos, a medida que se va desarrollando una-
reglamentación más compleja, con el consiguiente desaliento de --
los interesados.

d).- Frecuente falta de congruencia entre las entida-
des de gobierno.

e).- Gestión poco ágil de los fondos disponibles que
han provocado procedimientos demasiado centralizados.

3.2.- FINANCIAMIENTO NO TRADICIONAL

En los últimos años, han aparecido nuevos esquemas -
financieros para fomentar proyectos de ahorro por parte de la ini-
ciativa privada. La mayoría de estos esquemas se conocen como "PÁ-
GO POR TERCERO", para indicar que el riesgo de la inversión ini-
cial se comparte entre el usuario y el acreedor. Dan lugar al es-
tablecimiento de contratos particulares que detallan los aportes-
y, las responsabilidades respectivas de AHORRO COMPARTIDO.

Dentro de estos esquemas, es de mencionar los sigui-
entes:

3.2.1.- AHORROS DE ENERGIA

Consiste en un plan de reparto de los costos, en el-
cual el monto del incentivo inicial está basado en el valor futu-
ro de los ahorros esperados. En este caso el TERCERO (que puede -
ser el Gobierno o una Compañía energética), se compromete a pagar
un valor fijo por cada unidad de energía que se contempla ahorrar
a lo largo de la vida útil del proyecto. El valor se computa en
base a la estimación del diferencial entre los costos sociales y-
privados del proyecto.

3.2.2.- ARRENDAMIENTO FINANCIERO

En este esquema, el TERCERO cubre la totalidad de -
la inversión. Luego, renta las instalaciones hasta que recupere -
su capital y entrega la plena propiedad al usuario, al final de -
este período, mediante el pago de un valor residual para el equi-
po.

Este esquema ha resultado poco atractivo para la mayoría de los industriales, siendo algunas razones las siguientes:

a).- El arrendamiento permite postergar erogaciones de capital, pero no las suprime, dado que se tiene que pagar un valor residual, a menos de ejercer una opción de reventa del equipo.

b).- El costo del capital incluido en las rentas mensuales es implícito y no puede dar lugar a verificación, contrariamente a un préstamo.

c).- Los usuarios reusan asumir la responsabilidad técnica de equipos que no son suyos, o bien dejarlos operar dentro de su planta por personal foráneo.

d).- Las garantías por el equipo son complejas y pocas afianzadoras tienen diseñados planes para este efecto.

Al contrario del Sector eléctrico, este esquema ha dado excelentes resultados en el Sector transporte para la reposición de unidades, aunque conlleva un alto costo implícito del capital.

3.2.3.- PRESTAMO DE REEMBOLSO VARIABLE.

Este esquema se aplica en empresas que financian sus proyectos de prioridad en base a una política de endeudamiento externo. En este caso, son propietarias de las medidas de Conservación, es decir que el apoyo por Tercero sólo es una facilidad para adquirir un equipo. Sin embargo, la diferencia con préstamos convencionales reside en lo siguiente:

a).- Por lo general, el acreedor es un fabricante de equipo o una empresa de Servicios que ha llevado a cabo el análisis preliminar del proyecto.

b).- Los términos de reembolso están calculados de tal forma que el pago de la deuda es proporcional a los ahorros realizados y, por ende, variable en el tiempo.

c).- La empresa se compromete a un pago mínimo, siempre y cuando el Tercero le entrega una garantía sobre el equipo y el mantenimiento.

La provisión de pagos variables vuelve virtualmente seguro el reembolso del préstamo, al mismo tiempo que reduce la renuencia de los usuarios a asumir sus obligaciones fijas, como es el caso de créditos convencionales. Sin embargo, por más que parezca ventajoso,-

este esquema se ha difundido poco. Una razón de ellos son los mecanismos descritos a continuación y retuvieron más la atención de los usuarios.

3.2.4.- ACUERDO DE SERVICIO INTEGRAL.

Este esquema apareció en el Reino Unido, en la década de los 80 y se basa en los siguientes preceptos:

- a).- El Tercero asume la inversión.
- b).- A cambio de una garantía de Suministro a la empresa, el Tercero se hace también cargo del pago de los proveedores.
- c).- En contraparte, recibe una remuneración por un costo fijo menor que el que incurriría el usuario por disponer del mismo servicio sin medidas de ahorro de energía.
- d).- Para ser efectivo el acuerdo requiere de una verificación inobjetable.

El sistema ha sido implantado por empresas de servicio, en general ligadas a compañías de seguros. Ha resultado muy atractivo en el sector industrial, sobre todo para conseguir ahorros que implican mayores inversiones. Su éxito depende estrictamente de un marco jurídico complejo, además de requerir empresas de servicio con elevada solvencia financiera, en vista de los tiempos necesarios para llegar a un acuerdo y proceder a la inversión inicial.

3.2.5.- ACUERDO DE ASOCIACION TEMPORAL

Es el esquema más sofisticado que se haya ideado, hasta la fecha. En este caso, el usuario y el Tercero forman una empresa conjunta con identidad jurídica propia para llevar a cabo la instalación y la operación de los equipos. La forma más común es la sociedad en participación, la cual desaparece cuando el Tercero haya recuperado su inversión inicial.

Por lo general, bajo este arreglo, el usuario actúa como socio principal, aunque no aportará ningún capital inicial. Esto le garantiza retener el control sobre la construcción y operación de las medidas de ahorro de energía. En contraparte, es responsable de los equipos y por ende, tendrá que pagar a la empresa conjunta lo acordado, aunque se consiguen ahorros menores que los previstos por manejo inadecuado del equipo. El Tercero actúa como socio mancomunado, brindando el capital y asesoría técnica.

CAPITULO 4

DIAGNOSTICOS

ENERGETICOS

4.- DIAGNOSTICOS ENERGETICOS

4.1.- CARACTERISTICAS DE LOS PROYECTOS DE DEMOSTRACION

Se denomina proyecto de demostración a la realización de un diagnóstico de ahorro de energía eléctrica y a las medidas correctivas que de él se deriven, para lo cual se contratan los servicios de una empresa de consultoría afiliada a la cámara nacional de Empresas de Consultoría. Previamente se tiene que haber celebrado un "convenio de concertación" con el usuario, quienes generalmente son propietarios de cadenas de establecimientos a fin de lograr un efecto multiplicador.

El costo tanto del diagnóstico como de las medidas correctivas es cubierto por el FIDE, obligándose el usuario a reintegrarlo en pagos parciales durante el período en que se haya calculado la recuperación de capital; cabe observar que este financiamiento es sin intereses y que tratándose de instituciones con funciones de carácter público y social es a "Fondo Perdido", ó bien en su caso se puede pactar el esquema que prefiera el usuario y que se mencionan en el capítulo anterior.

Otra característica consiste en que si el proyecto no es económicamente viable el usuario queda relevado de pagar el costo correspondiente al diagnóstico. Se considera que un proyecto de demostración es económicamente viable cuando la recuperación de la inversión no rebasa los 24 meses.

Con lo anterior se pretende demostrar que ahorra energía eléctrica es redituable para el usuario, por lo cual en el convenio se previene que acciones similares deberán ser aplicadas en los demás establecimientos con recursos propios.

4.2.- METODOLOGIA DE LOS PROYECTOS DE DEMOSTRACION

Para la realización de un proyecto demostrativo de ahorro de energía eléctrica, se parte de un diagnóstico el cual incluye las siguientes etapas:

4.2.1.- PRIMERA ETAPA

a).- Datos Historicos

Se entiende por datos historicos a la recopilación de las facturaciones de los últimos 12 meses, para realizar tablas comparativas de consumo, demanda, factor de potencia, factor de carga y costo de energía en cada uno de los meses.

b).- Instalaciones

En esta parte se realiza la inspección de las instalaciones eléctricas en general, desde la acometida hasta el punto final donde llega el suministro eléctrico, en busca de anomalías que sean susceptibles de corregir.

c).- Medición

Aquí se registran y se obtienen los perfiles reales de demanda y de consumo tanto del Servicio de Energía Eléctrica en su conjunto, como de cada una de las siguientes cargas conectadas

c.1.- Iluminación**c.2.- Aire Acondicionado****c.3.- Bombeo de agua****c.4.- Elevadores****c.5.- Otras**

El resultado de esta actividad podrá arrojar tablas comparando la situación real con la carga real instalada en cada sistema.

d).- Estudio por cargas

Aquí se detectan las condiciones físicas de cada una de las cargas, número y tipo de equipos, eficiencias, tipo de controles utilizados, así como sus características de operación.

e).- Uso de la energía

En esta actividad se estudian las costumbres de operación de los inmuebles: número de usuarios, horario de utilización de cada sistema, para efectuar alguna comparación entre consumo de energía y ocupación del inmueble con el fin de detectar vicios de operación y por ende desperdicios en un día típico.

f).- CONCLUSION DE LA PRIMERA ETAPA

En base a los puntos anteriores se determinan los circuí-

tos denominados "interesantes" y que son susceptibles de ser incluidos en un sistema automático de control de cargas.

4.2.2.- SEGUNDA ETAPA

a).- INSTALACION ELECTRICA

En esta actividad se realiza un programa para corregir las anomalías detectadas durante la primera etapa, estimando los ahorros que se puedan obtener con esta medida.

b).- MODIFICACIONES

Para cada una de las cargas ó sistemas se realiza un proyecto de modificaciones y adecuaciones para reducir el consumo de energía y utilizarla más racionalmente tomando en cuenta que no se deben afectar ni las condiciones de confort, ni las actividades del inmueble.

c).- COTIZACION DEL PROYECTO

En esta actividad se debe presentar una propuesta sobre volúmen de obra del proyecto de modificaciones, así como un programa de trabajo y tiempo de entrega del mismo.

d).- ASPECTO FINANCIERO

Aquí se debe realizar un estudio sobre la conveniencia económica de la realización de las medidas correctivas.

e).- ELABORACION DEL INFORME FINAL

El informe final de la auditoría energética es una parte muy importante, pues resume los resultados de todo el trabajo realizado durante el diagnóstico.

Para muchas personas este documento será la única referencia del estudio, por lo que su cuidadosa elaboración es altamente recomendable, un informe completo debe ser claro, directo, conciso y contener los siguientes elementos:

e.1.-Portada

e.2.- Introducción

e.3.- Datos obtenidos en la recopilación de información ó

datos históricos

- e.4. Descripción general del proceso después del recorrido por las Instalaciones.
- e.5. Listado de los puntos de ahorro detectados dentro de las Instalaciones.
- e.6. Desarrollo de los puntos.
- e.7. Resumen de oportunidades de ahorro de Energía y su potencial
- e.8. Anexos de respaldo

4.3. FACTOR DE POTENCIA

En páginas anteriores se mencionó que uno de los parámetros a registrar es el Factor de Potencia, así mismo toda persona relacionado con el Proyecto, Construcción, Mantenimiento y Operación de Instalaciones Eléctricas, e inclusive ejecutivos con nulo conocimiento de electricidad han tenido que ver con este termino y dada la importancia que reviste tanto para el sistema eléctrico Nacional como para los usuarios, así como para el uso eficiente y ahorro de energía trataremos de definirlo y explicar su significado.

El 10 de noviembre de 1991, se Público en el Diario Oficial de la Federación que dicho Factor de Potencia se elevó de 0.85 a 0.90 atrazado como valor mínimo e introdujo bonificaciones por centuales para factores iguales o superiores al 90%, así como tambien recargos porcentuales para factores menores a 90% siendo estos los siguientes:

a).- Formula de Bonificación (% B)

((F.P.) Factor de Potencia mayor o igual a 0.9)

$$\% B = \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{90}{F.P.} \right) \times 100$$

b).- Formula de Recargo (% R)

((F.P.) Factor de Potencia menor a 0.9)

$$\% R = \frac{3}{5} \times \left(\frac{90}{FP} - 1 \right) \times 100$$

NOTA 1.- LOS VALORES RESULTANTES DE LA APLICACION DE LAS FORMULAS ANTERIORES SE REDONDEAN A UN SOLO DECIMAL ARRIBA O ABAJO, SEGUN SEA O NO EL SEGUNDO DECIMAL MENOR QUE CINCO.

NOTA 2.- EN NINGUN CASO SE APLICARAN PORCENTAJES DE RECARGO SUPERIORES-120 % NI PORCENTAJES DE BONIFICACIONES SUPERIORES A 2.5 %

Con las disposiciones anteriores, el usuario se ve obligado a efectuar las correcciones necesarias a sus instalaciones trayendo como consecuencia una mejor eficiencia de su instalación y obteniendo implícitamente un beneficio económico al evitar pagos por recargos y aplicar bonificaciones.

4.3.1.- FUNDAMENTOS DEL FACTOR DE POTENCIA

4.3.3.1.- CONCEPTO DE POTENCIA REAL, REACTIVA Y APARENTE

Conocemos que, la corriente alterna sigue una ley que es representada por una senoide. Está es el resultado del corte de líneas de flujo producidas de un alternador y que en las bobinas que cortan dicho flujo es inducida una corriente (ver fig. 4.1.).

Considerense los factores mostrados en la Figura 4.2. donde $\bar{V} = V_L \angle \theta_v$, e $\bar{I} = I \angle \theta_I$, que representan respectivamente, el voltaje al neutro y la corriente correspondiente de una fase de un circuito trifásico.

La potencia real por fase esta dada por la expresión:

$$P = VI \cos \theta = VI \cos (\theta_v - \theta_I) \dots\dots\dots 4.1$$

Y la potencia reactiva por fase:

$$Q = VI \sin \theta = VI \sin (\theta_v - \theta_I) \dots\dots\dots 4.2$$

Nótese que la diferencia $(\theta_v - \theta_I)$ puede invertirse sin que se afecte el signo de la potencia real, ya que $\cos \theta = \cos (-\theta)$. En cambio sí se afecta el signo de la potencia reactiva ya que $\sin (-\theta) = -\sin \theta$.

Por lo tanto el signo de la potencia real no representa ninguna ambigüedad: La potencia real será negativa para valores de θ comprendidos entre $\pm 90^\circ$ y 180° (operación como motor), y sera positiva para valores de θ comprendidos entre $+ 90^\circ$ (operación como Generador). En cambio el caso de potencia reactiva es necesario definir en forma explícita lo que se considera flujo positivo de potencia reactiva.

La convención adoptada es considerar como positiva la potencia reactiva absorbida por una carga inductiva. Esta convención procede del hecho de que los sistemas de energía eléctrica tienen que alimentar cargas que, en la generalidad de los casos absorben potencia real y potencia inductiva (magnetizante) y que en consecuencia esos sistemas tienen que disponer de los medios para producir tanto la potencia real como la potencia reactiva absorbida por las cargas.

Para ilustrar la convención sobre el signo de la potencia reactiva, considere los circuitos mostrados en la Fig. 4.3.

En el circuito (a), la Potencia Reactiva absorbida por la carga de impedancia $Z=R+jx_l$ se considera, de acuerdo a la convención adoptada, -- como positiva. Por otra parte, puede verse en el diagrama de dicha figura, en el que se toma como referencia el voltaje V en las terminales del generador, que la corriente esta atrazada con respecto al voltaje y que el ángulo θ es negativo (ya que el sentido positivo de los ángulos se mide a partir de referencia en sentido contrario a las manecillas - del reloj). Por lo tanto la componente reactiva de la corriente, $\bar{I}R$, es negativa o sea del signo contrario a la de la Potencia Reactiva.

En el circuito (b), la potencia reactiva absorbida por la carga de impedancia $Z = R- jx_c$ se considera de acuerdo con la convención adoptada como negativa. En cambio puede verse en el diagrama fasorial correspondiente que la corriente esta adelantada con respecto al voltaje, que el ángulo θ es positivo y que la componente reactiva de la corriente - $\bar{I}R$, es positiva .

De acuerdo con la convención adoptada, un condensador puede considerarse como productor de potencia reactiva y un inductor como un consumidor de potencia reactiva. En realidad en un sistema de energía eléctrica parte de la potencia reactiva absorbida por las cargas inductivas se produce mediante condensadores (llamados usualmente capacitores) colocados en las proximidades de las cargas.

Este arreglo se muestra en la figura 4.4, en las figuras 4.5,4.6 y 4.7 se muestran los arreglos para circuitos de Resistencia, Inductiva y - capacitancia puras.

Considerando de nuevo las expresiones:

$$P= VI \cos (\theta_V - \theta_I) \dots\dots\dots 4.3.$$

$$Q= VI \sin (\theta_V - \theta_I) \dots\dots\dots 4.4$$

Que dan la potencia real y la potencia reactiva correspondiente a un circuito cuyo voltaje y corriente estan representados por los fasores \bar{V} e \bar{I} mostrados en la fig.4.2. la forma de las ecuaciones 4.3 y 4.4. sugiere que la potencia real o activa y la potencia reactiva pueden - considerarse como componentes de una potencia compleja que tambien -- puede mencionarse como potencia total o potencia aparente:

$$S= P + j Q \dots\dots\dots 4.5.$$

Donde:

S monofasica esta expresada en Volts- amperes, P en watts y Q en VAR

A continuación se muestra que:

$$S= P + jQ = \bar{V} \bar{I}^* \dots\dots\dots 4.6.$$

ALTERNADOR ELEMENTAL Y LA ONDA DE CORRIENTE ALTERNA

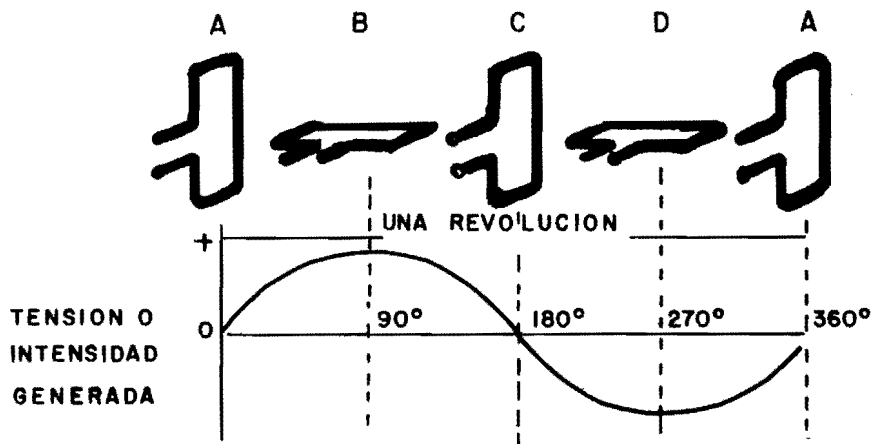
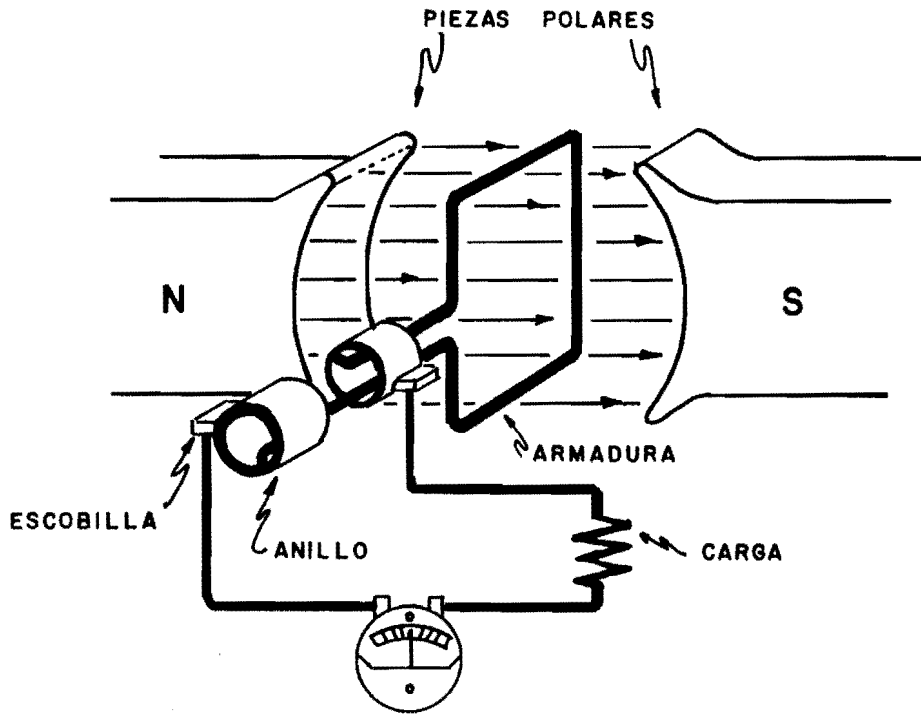


FIG: 4-1

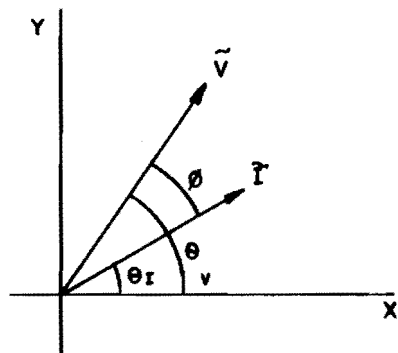


FIG: 4-2. FASORES DEL VOLTAJE Y LA CORRIENTE EN UN CIRCUITO MONOFASICO O EN UNA FASE DE UN CIRCUITO TRIFASICO.

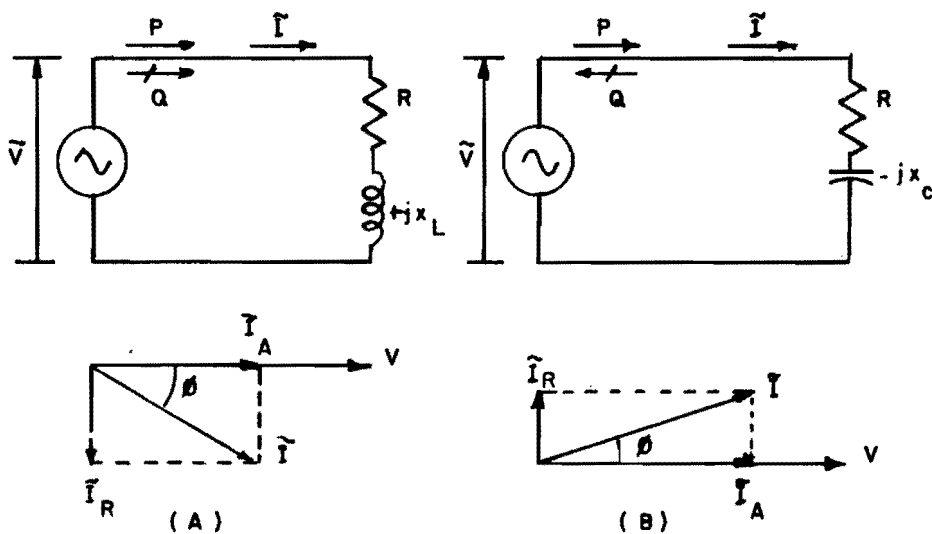


FIG: 4-3. FLUJO DE LA POTENCIA REAL Y REACTIVA.

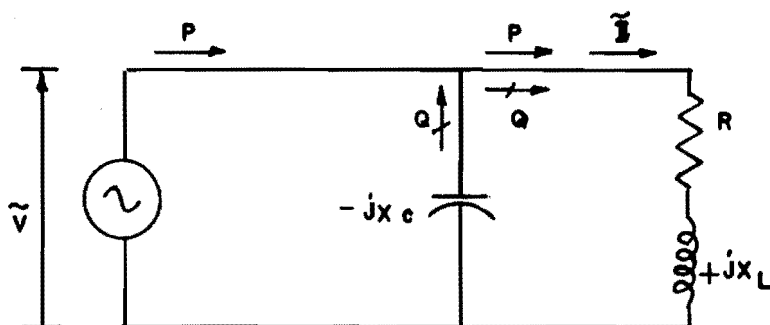
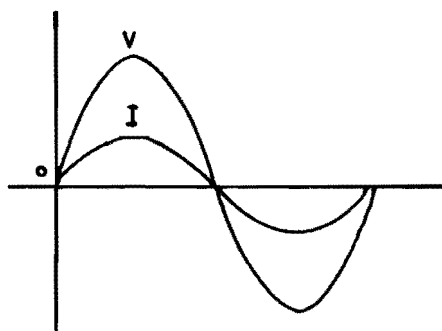
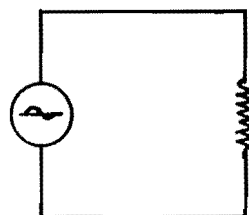


FIG. 4-4. PRODUCCION DE LA POTENCIA REACTIVA MEDIANTE UN CONDENSADOR

CORRIENTE Y VOLTAGE ESTAN
EN FASE EN EL CIRCUITO DE
RESISTENCIA PURA



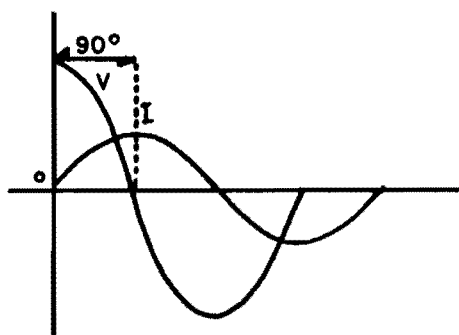
ONDAS SENOIDALES



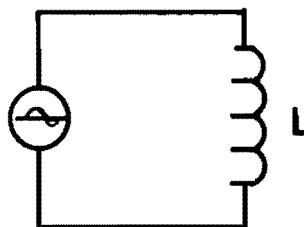
CIRCUITO ELECTRICO

FIG. 4-5

CORRIENTE Y VOLTAJE ESTAN FUERA DE FASE 90° EN EL CIRCUITO DE INDUCTANCIA PURA.



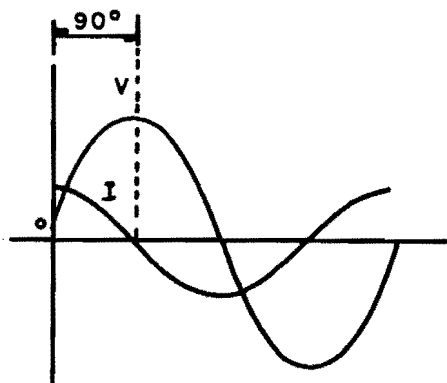
ONDAS SENOIDALES



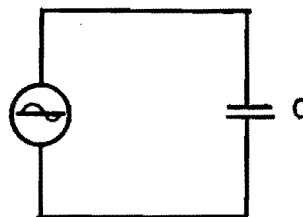
CIRCUITO ELECTRICO

FIG: 4-6

**CORRIENTE Y VOLTAJE
ESTAN FUERA DE FASE 90°
EN EL CIRCUITO DE CAPACITANCIA PURA**



ONDAS SENOIDALES



CIRCUITO ELECTRICO

FIG: 4-7

Donde:

$\bar{V} = VL\theta_v$ es el fasor del Voltaje mostrado en la figura 4.2

$\bar{I}^* = IL\theta_I$ es el conjugado del fasor de la corriente de la figura 4.2

El uso del conjugado del fasor de la corriente permite obtener el signo de la potencia reactiva, de acuerdo con la convención adoptada.

La demostración de la ecuación 4.6 es la siguiente:

$$\bar{V} = V (\cos \theta_v + j \operatorname{sen} \theta_v) \dots\dots a$$

$$\bar{I} = I (\cos \theta_I + j \operatorname{sen} \theta_I) \dots\dots b$$

el conjugado de b es :

$$\bar{I} = I (\cos \theta_I - j \operatorname{sen} \theta_I) \dots\dots c$$

multiplicando a y c

$$\bar{V} \bar{I}^* = VI (\cos \theta_v + j \operatorname{sen} \theta_v) (\cos \theta_I - j \operatorname{sen} \theta_I)$$

$$= VI ((\cos \theta_v \cos \theta_I + \operatorname{Sen} \theta_v \operatorname{Sen} \theta_I + j (\operatorname{Sen} \theta_v \cos \theta_I - \cos \theta_v \operatorname{Sen} \theta_I))$$

$$\bar{V} \bar{I}^* = VI (\cos (\cos \theta_v - \theta_I) + j \operatorname{sen} (\theta_v - \theta_I)) \dots\dots d$$

Pero:

$$V_I \cos (\theta_v - \theta_I) = P \dots\dots e$$

$$y VI \operatorname{Sen} (\theta_v - \theta_I) = Q \dots\dots f$$

Sustituyendo e y f en d

$$\bar{V} \bar{I}^* = P + jQ = S \text{ como se queria demostrar}$$

La potencia total absorbida por un circuito de impedancia $Z = R + jx$ puede expresarse de la siguiente forma .

Sustituyendo $\bar{V} = Z\bar{I}$ en la ec 4.6.

$$S = P + jQ = Z \bar{I} \bar{I}^* \dots\dots 4.7$$

Pero

$$\bar{I} \bar{I}^* = I L\theta_I * I L\theta_I = I^2 \dots\dots 4.8$$

Sustituyendo 4.8 en 4.7

$$S = P + jQ = Z I^2 \dots\dots 4.9$$

Sustituyendo $Z = R + jX$ en la ecuación 4.9

$$S = P + jQ = RI^2 + jXI^2 \dots\dots\dots 4.10$$

POR LO TANTO:

$$P = RI^2 \dots\dots 4.11$$

$$Q = XI^2 \dots\dots 4.12$$

La potencia compleja puede tener valores en cualquiera de los cuatro cuadrantes. Por ejemplo considerese el caso de una máquina sincrónica; en la fig. 4.8 se muestra el defasamiento entre el voltaje terminal y la corriente y el signo de la potencia real y reactiva para diferentes condiciones de operación como generador y como motor.

En base a lo anterior podemos definir a la potencia real y a la potencia aparente como:

Potencia Real o Activa es la potencia que podemos aprovechar como -- trabajo (luminico, mecánico, calorífico, etc) haciendola productiva y utilizable y su unidad de medición es el **KILOWATTS (kW)**

Potencia Total, o compleja ó aparente la podemos definir como la combinación de la Potencia Real y la Potencia Reactiva existente en todas las instalaciones eléctricas y su unidad son los **KILO VOLTS -AMPERES (kVA)**.

4.3.2.- QUE ES EL FACTOR DE POTENCIA

En base a lo anterior podemos definir el Factor de Potencia como:

- a).- El coseno del ángulo formado por el vector de potencia activa o real y el de potencia total o aparente.
- b).- La relación de corriente que produce trabajo útil de un circuito a la corriente total de dicho circuito.
- c).- La relación de kW de la potencia activa a los kVA totales o potencia aparente.

Volviendo al flujo de energía que constituye la potencia reactiva ésta se manifiesta en forma de corriente (amperes) la que tiene que pasar por todos y cada uno de los elementos del circuito, en consideración. Y como no hay circuitos sin resistencia, el resultado de este flujo es una pérdida en watts por efecto de RI^2 ec. 4.11 y una caída de tensión por efectos de RI .

Una de las ventajas por las que conviene controlar el factor de potencia es que en realidad se controla la energía pérdida en forma de -- calor.

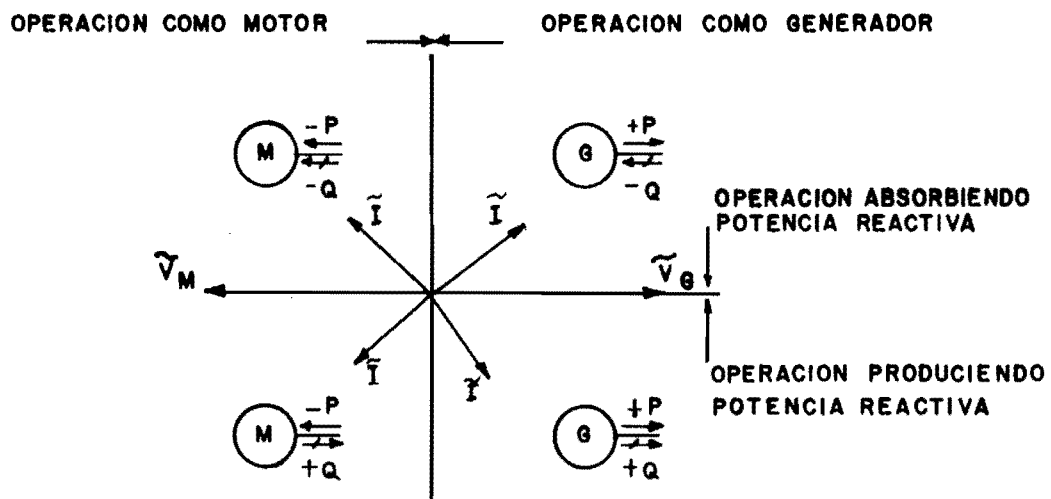


FIG. 4-8 CONDICIONES DE OPERACION DE UNA MAQUINA SINCRONA

El concepto más fácil de traducir el factor de potencia - como un simple efecto físico, se basa en el hecho de que - la corriente requerida por los motores de inducción, - - transformadores, lámparas fluorescentes, hornos de calentamiento por inducción, resistencias de soldadoras, etc., pueden separarse en dos tipos de corriente.

- CORRIENTE ACTIVA
- CORRIENTE MAGNETIZANTE

La corriente activa o de trabajo es la que se convierte en útil o potencia activa.

La corriente magnetizante conocida también como carente de **WATTS**, reactiva o sin trabajo es la que se requiere para - producir el flujo necesario para la operación de dispositivos de inducción; sin la corriente magnetizante la energía no podría fluir a través del núcleo de un transformador o a través del espacio de aire de un motor de inducción. La - unidad de medida de la potencia que produce la corriente - magnetizante es **KILOVAR (KVAR)**.

La suma de las corrientes que producen las potencias activas y reactivas siguen un principio geométrico, por lo que la corriente total puede encontrarse mediante la relación del triángulo rectángulo

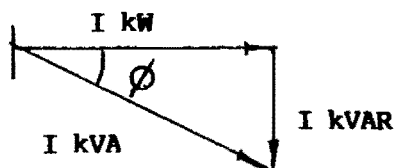


Fig. 4.9

Del principio de pitágoras

$$(I \text{ kVA})^2 = (I \text{ kW})^2 + (I \text{ kVAR})^2 \dots\dots\dots 4.13$$

$$I \text{ kVA} = \sqrt{ (I \text{ kW})^2 + (I \text{ kVAR})^2 } \dots\dots\dots 4.14$$

Sí sustituimos kW, kVAR Y kVA por sus respectivas corrientes en 4.14

$$kVA = \sqrt{ (kW)^2 + (kVAR)^2 } \dots\dots\dots 4.15$$

Y siendo kVA, kW y kVAR, las unidades de las potencias producidas por las corrientes total, activa y magnética podemos represen-

tar el triángulo de Corriente como un triángulo de potencia donde:

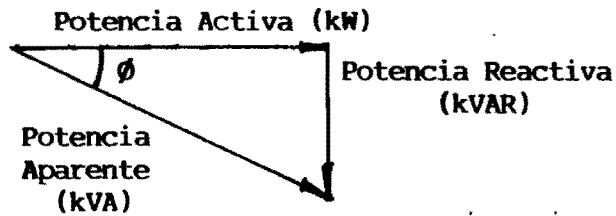


FIG. 4.10

4.3.3.- Razones para Aumentar el Factor de Potencia

De las Unidades del Instituto que cuentan con Subestaciones, un 50% de ellas tienen transformadores de 500 Kva. con tensión en el secundario de 220 - 127 Volt.

Si calculamos la corriente que puede suministrar el transformador - en baja tensión:

$$I = \frac{(KVA) (1000)}{\sqrt{3} \times E} = \frac{(500) (1000)}{\sqrt{3} \times 220} = 1312.6 \text{ AMP.}$$

Y la potencia activa del Transformador es:

a).- Caso en la carga es 100% resistiva para este caso el $\text{Cos } \phi = 1$

$$P = \sqrt{3} \times E \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = \sqrt{3} \times 0.22 \times 1312.16 \times 1$$

$$P = 500 \text{ KW}$$

b).- Caso general combinación de Cargas resistivas e inductivas- (Suponiendo que dicha combinación nos de un factor de potencia igual al 75%
Entonces

$$P = \sqrt{3} \times 0.22 \times 1312.16 \times 0.75 = 375 \text{ KW}$$

Concluyendo:

La potencia activa del transformador disminuyó, pero la corriente de 1312.16 amperes paso por los devanados ocasionando Calentamiento y Traduciendose en la pérdida de potencia. Por otro lado se debe tomar en cuenta que no se debe aumentar la carga o la corriente demandada a la salida del transformador porque será peligroso para los devanados de este.

Esta situación es muy común en fallas de transformadores cuando no se ha tenido la precaución de corregir el factor de potencia ya que normalmente, aunado al desbalanceo normal existente se le demanda al transformador más carga y con ello provocan lo que comunmente se conoce como que salió una pierna del transformador.

Así mismo de esta forma se puede observar claramente, que cuanto menor sea el factor de potencia de los equipos consumidores, menor potencia activa suministrará el transformador. Por lo que sí el factor de potencia del Consumidor es pequeño, ocasiona lo siguiente:

- 1.- Incremento de la Capacidad o potencia total del transformador lo que se traduce en costo más elevado.
- 2.- Reducción del rendimiento del transformador, ya que puede ser cargado suficientemente en cuanto a la corriente, e insuficientemente en cuanto a la potencia activa.
- 3.- Incremento de las pérdidas de potencia y tensión en los conductores y por consiguiente necesidad de aumentar la sección de los mismos, ya que las pérdidas por calentamiento I^2R cuando el factor es pequeño y tanto la potencia como la tensión son invariables hacen aumentar la corriente en los cables y por ende caída de tensión ya que la sección del conductor no puede variarse al instante, ocasionando debilitamiento del aislamiento y fallo del mismo.
- 4.- Recargos en la facturación del servicio y que según la fórmula puede ser hasta un 20% es decir $\text{Cos } \phi = 0.3$
- 5.- Mayor consumo registrado con menor utilidad es decir provoca el uso no eficiente de la energía eléctrica.
- 6.- Abatimiento de la vida útil de los equipos.

4.3.4. Causas que originan un Bajo Factor de Potencia

Estas causas son basicamente:

- 1.- La combinación de cargas es predominantemente Inductiva
- 2.- Sobredimensionamiento de los motores
Si un motor es cargado insuficientemente debido al Sobredimensionamiento, la potencia activa que consume disminuye proporcionalmente a la carga. Al mismo tiempo, la potencia reactiva cambia menos. Por eso a menor carga del motor, a menor factor de potencia trabaja este. Los motores que trabajan en vacío tienen un $\text{Cos } \phi$ de 10 al 30% dependiendo de su clase, potencia y velocidad de rotación.

3.- SELECCION INCORRECTA DEL TIPO DEL MOTOR.

Los motores de alta velocidad y gran potencia poseen mayor $\cos \phi$ — que los de baja velocidad y gran potencia. Los motores cerrados — tienen factor más bajo que los abiertos. Por lo que los motores escogidos incorrectamente, según el tipo, potencia y velocidad, disminuyen el factor de potencia.

4.- AUMENTO DE LA TENSION EN LA RED

Cuando se tiene un aumento en la tensión nominal de la Red, ya sean causas externas o internas a la instalación del usuario. Esto ocasiona el incremento de la corriente de magnetización de los equipos inductivos, por lo que la componente reactiva de la corriente total aumenta lo que a su vez provoca la disminución del factor de potencia.

5.- REPARACION INCORRECTA DE MOTORES.

Normalmente debido a la selección incorrecta del alambre durante el cambio del bobinado de los motores y a la cantidad de conductores. Durante el funcionamiento del motor, se aumenta el flujo magnético de dispersión lo que conduce a la disminución del factor de potencia del motor.

Cuando los cojinetes se desgastan el rotor puede rozar al estator y en lugar de cambiar los cojinetes en ocasiones se recurre al torneado del rotor.

El aumento del entre hierro en rotor y estator origina el incremento de la corriente de magnetización y la disminución del $\cos \phi$ del motor.

4.3.5. Medidas para mejorar y corregir el factor de potencia.

De las razones para aumentar el factor de potencia así como las causas que originan un bajo $\cos \phi$, evidencian suficientemente la necesidad de procurar un alto Factor, siendo algunas medidas las siguientes:

- 1.- Selección correcta del tipo, potencia y velocidad de los motores a instalar.
- 2.- Como generalmente cuando se tiene bajo $\cos \phi$ es que se instalaron motores incorrectos, en estudios efectuados en el país vasco se demostró que el sustituir los motores por el correcto y por el de alta eficiencia, los costos generados son amortizables de 2 a 3 años.

- 3.- Aumento de la Carga de los motores, sumado al sobredimensionamiento del motor instalado por lo general trabaja a un 50 o 60% para lo -- que fue diseñado, por lo que se deberá procurar trabajarlo de acuerdo a sus condiciones de diseño.
- 4.- Evitar el trabajo prolongado en vacío de los motores ya que al no -- tener o tener muy poco trabajo útil y siendo la carga inductiva el -- factor de potencia disminuye puesto que la potencia reactiva es ma-- yor.
- 5.- Reparación correcta y de alta calidad de los motores.
- 6.- Utilización de capacitores.

4.3.5.1. C A P A C I T O R E S

Los capacitores reducen el costo de la energía, liberan capacidad -- del sistema; elevan niveles de tensión; reducen las pérdidas en los-- Sistemas de distribución, y en casos de conexión en serie o en condiciones de control automático, mejoran la regulación de la tensión.

En muchos casos son la única solución práctica y económica o proble-- mas distribución; son por lo general la forma más económica para me-- jorar el factor de potencia en instalaciones eléctricas existentes.-- Para instalaciones nuevas puede darse el caso en que resulte más economico usar motores sin cronos, pero resulta práctico solamente cuando estos sean de tamaño considerable a la planta.

Las ventajas de los capacitores, son entre otras:

- 1.- Bajo costo por kVAR
- 2.- Facilidad de instalación
- 3.- No requieren mucha atención
- 4.- No requieren mantenimiento
- 5.- Son totalmente herméticos
- 6.- Perfectamente protegidos contra la corrosión
- 7.- Utilización en cualquier tipo de atmósfera
- 8.- Diseñados para soportar sobretensiones de hasta 110%
- 9.- Soportan cambios bruscos de temperatura
- 10.-Control sencillo
- 11.-Aplicación normal
- 12.-Reducción de la corriente total al reducir la corriente magnetizan-- te.

- 13.- Evitan el cargo por bajo factor de potencia.
- 14.- Liberan potencia en el transformador
- 15.- Pérdidas pequeñas menor de 0.5 W/kVAR
- 16.- Disminución de pérdidas por calor (efecto Joule) en cables de alimen
tación.

Sobre las desventajas de los Capacitores podemos citar que:

- 1.- No son reparables ya que en caso de falla, esta llevará a la destruc-
ción total del capacitor.
- 2.- Extremo de precauciones cuando se destapan o se requiere desenergizar-
los (esperar mínimo 2 minutos y cortocircuitar sus terminales).
- 3.- Extremo de precauciones antes de conectar por primera vez el capacitor
a la red se debe cortocircuitar sus terminales.
- 4.- Verificar dentro de un período de 8 a 24 hrs., después de la energiza-
ción que los voltajes y corrientes estan balanceados y dentro de los -
límites de operación del capacitor.
- 5.- Aunque los capacitores no producen armónicas estas tienen un efecto ad
verso sobre ellos.

Los capacitores también pueden ser llamados Generadores **kVAR**, este concep-
to es para ayudar en la comprensión de su uso para la corrección del fac--
tor de potencia.

Un capacitor es considerado como Generador de **kVAR** porque proporciona las-
necesidades magnétizantes en **kVAR** de los equipos de inducción. Esto se pue-
de explicar en términos de la energía almacenada: Cuando un capacitor y un
dispositivo de inducción son instalados en el mismo circuito, existirá en-
tre ellos un intercambio de corrientes magnetizantes, es decir la corrien-
te adelantada por el Capacitor neutraliza la corriente atrasada tomada por
el dispositivo de inducción, por lo tanto se considera al capacitor Genera-
dor **kVAR** ya que descarga en la línea de suministro la corriente magnetiza-
nte suministrada al dispositivo de inducción y suministra efectivamente las
necesidades de magnetización del dispositivo.

4.3.5.2.- METODOS DE CALCULO PARA CORREGIR O MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA

- 1.- Método para obtener la Capacidad en microforads del banco de capacitores.

Al seleccionar la magnitud de la capacidad, en caso de conexión en parale-
lo de una inductancia y una capacitancia, es posible reducir el ángulo de-
fasamiento entre la tensión y la corriente común.

Este fenómeno se denomina "Compensación de Defasamiento" y es utilizado ampliamente en la práctica.

En la figura 4.11, esta representado el diagrama de conexión de una carga inductiva a la red de corriente alterna. Para aumentar el factor de potencia, se ha conectado en paralelo a la carga un banco de CAPACITORES.

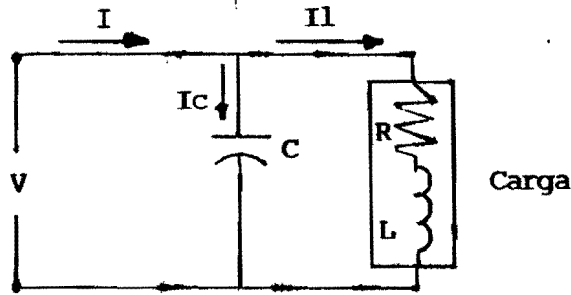


Fig. 4.11

El diagrama vectorial (ver fig. 4.12), comienza con el trazo del vector-tensión V. La corriente I₂, debido al caracter inductivo de la carga, está atrasada con respecto a la tensión de la red en ángulo ϕ_1 . Es necesario disminuir el ángulo de defasamiento entre la tensión V y la corriente común hasta la magnitud ϕ entre otras palabras, aumentar el factor de potencia desde el valor $\cos \phi_1$ hasta $\cos \phi$

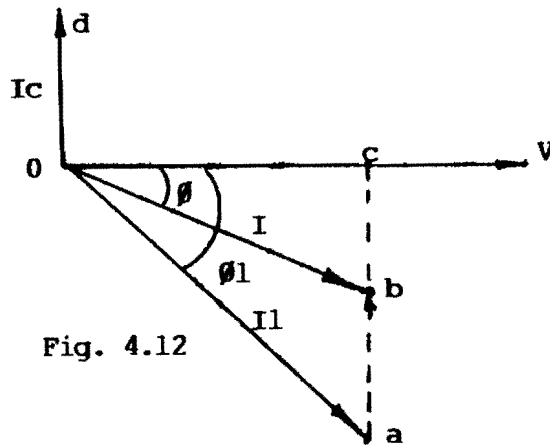


Fig. 4.12

La coponente activa de la corriente activa I₂, es la representada por el segmento 0 C.

$$\cos \phi_1 = \frac{oc}{oa} \dots\dots\dots 4.16$$

$$oc = oa \cos \phi_1 \dots\dots\dots 4.17$$

$$oc = I_2 \cos \phi_1 \dots\dots\dots 4.18$$

De la Formúla de Potencia en corriente alterna

$$W = VI \cos \phi \dots\dots\dots 4.19$$

Despejando $I \cos \phi$

$$I \cos \phi = \frac{W}{V} \dots\dots\dots 4.20$$

4.20 en 4.18

$$\cos \phi = I_1 \phi 1 = \frac{W}{V} \dots\dots\dots 4.21$$

La corriente I en el sector común del circuito es igual a la Suma geométrica de la corriente de Carga I_1 y la corriente de Condensador I_c

De los triángulos oac y obc tenemos:

$$ac = oc \tan \phi 1 \dots\dots\dots 4.22$$

$$bc = oc \tan \phi \dots\dots\dots 4.23$$

Del diagrama obtenemos que:

$$ab = od = ac - bc \dots\dots\dots 4.24$$

$$= oc \tan \phi 1 - oc \tan \phi \dots\dots\dots 4.25$$

$$= oc (\tan \phi 1 - \tan \phi) \dots\dots\dots 4.26$$

de 4.21, $oc = \frac{W}{V}$

y del diagrama $ab = I_c$, sustituyendo en $\dots\dots\dots 4.26$

$$I_c = \frac{W}{V} (\tan \phi 1 - \tan \phi) \dots\dots\dots 4.27$$

Sabiendo que $I_c = V\omega c$ $\omega = 2 \pi f$

Substituyendo en 4.27 y despejando c

$$c = \frac{W}{\omega^2 V^2} (\tan \phi 1 - \tan \phi) \dots\dots\dots 4.28$$

La expresión 4.28 es la que nos sirve para obtener la capacidad en microfarads del banco de capacitores necesario para corregir el factor de potencia. Los fabricantes de Capacitores no indican la capacidad en microfarads sino - como kVARC y el subíndice c indica que son Capacitivos.

2.- METODO POR TABLAS

Este método involucra a todas aquellas tablas, cartas y curvas que tienen un factor multiplicador de kw, para la determinación de los kVARG y esta-regido por la expresión 4.35, que se basa en las relaciones trigonometri-cas del triángulo rectángulo.

De la FIG. 4.10

$$P.P. = \cos \phi = \frac{KW}{KVA} \dots\dots\dots 4.29$$

$$\text{Sen } \phi = \frac{KVAR}{KVA} \dots\dots\dots 4.30$$

$$\text{Tan } \phi = \frac{KVAR}{KW} \dots\dots\dots 4.31$$

de 4.31

$$KVAR = KW \text{ Tan } \phi \dots\dots\dots 4.32$$

Sí $\phi 1$ = ángulo del factor de potencia actual u original
 y $\phi 2$ = ángulo del factor de potencia corregido o deseado

$$KVAR = KW \text{ Tan } \phi 1 \dots\dots\dots 4.33$$

$$KVAR = KW \text{ Tan } \phi 2 \dots\dots\dots 4.34$$

Por lo tanto, la capacidad requerida en kVARc para obtener el factor de -- potencia deseado es

$$KVARc = kW (\text{ Tan } \phi 1 - \text{ Tan } \phi 2) \dots\dots\dots 4.35$$

Al ser corregido el factor de potencia se mencionó anteriormente que una -- de sus ventajas era la liberación de potencia y esta se puede calcular mede sus ventajas era la liberación de potencia y esta se puede calcular median-te la expresión 4.36 en la cual la potencia activa se mantiene constante.

$$kVAL = kw \left(\frac{1}{\cos \phi 1} - \frac{1}{\cos \phi 2} \right)$$

kVAL = Potencia aparente liberada

kw = Carga máxima de potencia activa

Cos $\phi 1$ = Factor de potencia original

Cos $\phi 1$ = Factor de potencia a valor deseado

4.3.6.- Localización de capacitores

Los capacitores utilizados para corregir el factor de potencia se pueden instalar en :

- 1.- En las Cargas en forma individual (C1)
- 2.- En los Alimentadores principales (C3)
- 3.- En Alimentadores Secundarios (C2)
- 4.- En la salida del Transformador en
B.T. (C4)
- 5.- A la entrada del Transformador en
A.T. (C5)

La capacidad del sistema aumenta al máximo y las pérdidas se reducen al mínimo cuando los capacitores se instalan en un punto inmediato a la Carga que necesita los kVAR. Este sería el caso ideal pero resulta costoso pues las unidades pequeñas y de baja tensión son más caras por kVAR que el equivalente en capacidad a tensiones mayores, además de requerir más equipo de control y protección.

En la fig. 4.13 se muestra en el diagrama unifilar la localización de capacitores. El orden de importancia indicada con el subíndice 1.2 -- etc. se debe desde el punto de vista de mejoramiento del factor de potencia pero también implica mayor costo, cálculo, control y protección.

Desde el punto de vista de ingeniería, la corrección del $\cos \theta$ en las cargas individuales es técnicamente la mejor y brinda mayor flexibilidad con las siguientes ventajas:

- 1.- El Capacitor esta sobre la línea únicamente cuando la carga es energizada.
- 2.- No se requiere de interruptores separados cuando los capacitores son energizados con la carga (acorde con los NFIE).
- 3.- Mejor utilización de la energía y el motor gira con mayor eficiencia debido a la falta de caída de tensión en la línea.
- 4.- Si la carga se reubica, con respecto a su posición original, la corrección del factor de potencia va con el. Esto es aplicado comúnmente en instalaciones industriales donde por necesidades propias es necesario un continuo movimiento de motores, proporcionando por ende mayor flexibilidad a la instalación.
- 5.- La selección del capacitor puede ser más precisa al reunir los requisitos para una carga en particular ya sea trifásica ó monofásica.
- 6.- La máxima utilización de la capacidad en kVA de la subestación, al corregirse el factor de potencia puede aprovecharse para posibles aumentos de carga.

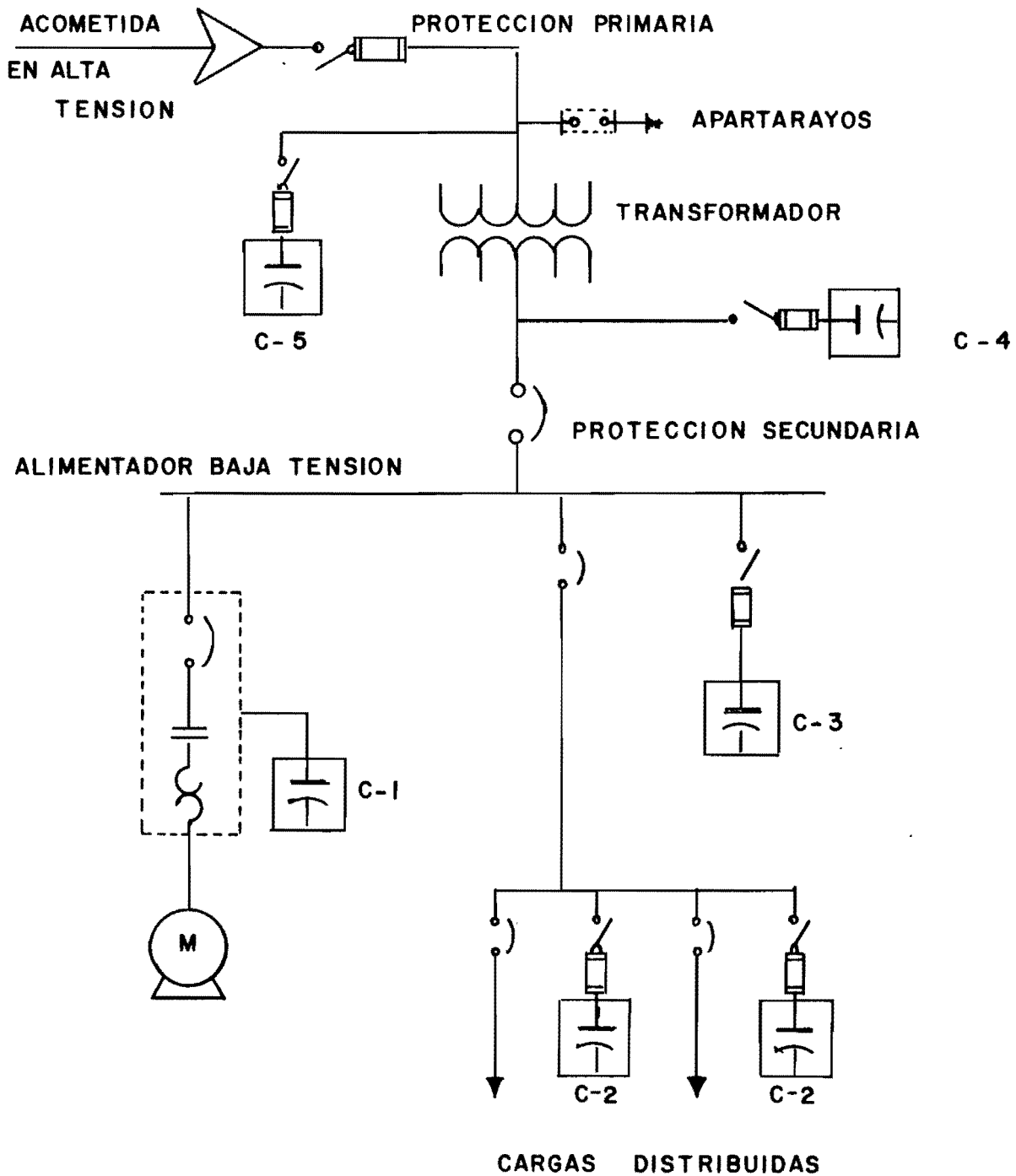


FIG. 4.13

- 7.- La Tensión en el circuito derivado del motor se incrementará, debido a la reducción de corriente a través de los conductores, por lo que este circuito puede ser capaz de conducir una carga adicional.

4.3.6.1.- UBICACION DE CAPACITORES EN FORMA INDIVIDUAL.

Los capacitores pueden estar conectados a cada carga o motor en forma individual o también pueden estar conectados permanentemente al circuito alimentador para un grupo de motores cumpliendo con los requisitos indicados por las NTIE, de acuerdo con los siguientes artículos.

NTIE-406.19 CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA DE MOTORES DE INDUCCION.

Cuando se compensen individualmente motores de inducción, instalándose los capacitores entre el motor y su controlador, la potencia reactiva (kVAR) de los capacitores, no debe exceder a la necesaria para corregir el factor de potencia del motor a la unidad. En ninguna condición de carga del motor debe tenerse el factor de potencia adelantado.

NTIE-406.23 MEDIOS DE DESCONEXION

Los capacitores deben instalarse con un medio de desconexión capaz de interrumpir la corriente de todos y cada uno de los conductores activos, con la excepción del caso en que los capacitores se instalen entre un motor y su medio de desconexión, en cuyo caso, el medio de desconexión del motor puede servir para conectar y desconectar el motor y los capacitores juntos.

Los medios de desconexión pueden ser interruptores automáticos o manuales de cualquier tipo, siempre que se tomen los márgenes de corriente especificados por el fabricante de dichos equipos al ser operados con cargas capacitivas puras. La corriente nominal del medio de desconexión en ningún caso debe ser inferior al 135 por ciento de la corriente nominal de los capacitores, $I_{md} = 135\% I_{nc}$ donde I_{md} = corriente del medio de desconexión, I_{nc} = Corriente nominal del capacitor.

$$I_{nc} = \frac{kVAR}{\sqrt{3 \times kV}}$$

Es conveniente mencionar, de acuerdo al artículo 406.19; que la aplicación de capacitores conectados directamente a las terminales de los motores de inducción, tipo jaula de ardilla tienen un riesgo fundamental: Sí el capacitor para un motor determinado es demasiado grande, puede haber elevaciones de tensión, al desconectarse el motor de la línea. Dicho de otra manera la corriente del capacitor (I_{nc}) no debe exceder a la corriente magnetizante del motor sin carga. Bajo estas condiciones el motor actuará como generador de inducción de excitación propia y podrá autoinducir tensiones tan elevadas que podrán llegar a dañar el aislamiento de los devanados del motor. Este efecto será más o menos severo de acuerdo con la naturaleza de la carga o sea la rapidez con que llega a frenarse el motor, una vez desconectado de la línea.

En el caso de un motor impulsado por su carga, y en condiciones de autoexcitación, la tensión propia inducida en el estator del motor puede-

estar fuera de fase con la tensión de línea. Si bajo estas condiciones vuelve a conectarse el motor a la línea, se presentará un transitorio considerable. El PAR transitorio resultante puede causar esfuerzos excesivos en la flecha, con posibles roturas de la misma y su acoplamiento mecánico hacia la carga.

En la Fig. 4.14 se muestran los posibles lugares donde se puede instalar un banco de capacitores para corregir el factor de potencia en el circuito derivado de un motor.

4.3.6.1.1 UBICACION DE CAPACITORES EN LA POSICION "A" Y "B"

La localización preferida y más ventajosa electricamente es en las posiciones "A" y "B" ver Fig. 4.15. En ambos casos el capacitor y motor son interrumpidos como una unidad por el controlador; de tal manera que el capacitor siempre permanecerá conectado cuando el motor esté en operación. La conexión en la posición "A" se recomienda para instalaciones nuevas, ya que la protección contra sobrecarga para el motor se puede seleccionar sobre la base de la corriente de línea reducida debido al capacitor y cumpliendo así con NITE-406.22 que al texto dice: **RECALIBRACION DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DE MOTORES DE INDUCCION COMPENSADOS CON CAPACITORES**. Cuando se compensen individualmente motores de inducción, instalándose los capacitores entre el motor y su dispositivo de protección contra sobrecarga, dicho dispositivo debe recalibrarse teniendo en cuenta la nueva corriente correspondiente al factor de potencia mejorado del circuito del motor.

La conexión en la posición "B" se recomienda que sea utilizada para instalaciones eléctricas existentes ya que no cambia la capacidad del dispositivo de protección por sobrecarga, puesto que la corriente a través de este es la del motor.

4.3.6.1.2 UBICACION DE CAPACITORES EN LA POSICION "C"

El arreglo mostrado en la Fig. 4.16, se recomienda cuando los capacitores son conectados permanentemente al sistema, su principal ventaja es la eliminación de un medio de desconexión separado para el capacitor, y es utilizado bajo las siguientes condiciones:

- 1.- Cuando el motor es del tipo reversible
- 2.- Para todos los motores de varias velocidades
- 3.- Cuando se utilizan arrancadores de transición abierta
- 4.- Cuando los capacitores sean desconectados y después conectados durante el ciclo.

Este arreglo también es recomendado cuando los motores tienen una alta inercia y necesitan de un período largo de tiempo antes de pararse, bajo esta condición si el capacitor no estuviera en la posición mencionada, el motor se puede convertir en un generador autoexcitado y llegar a causar daños al aislamiento de sus devanados debido a excesivas corrientes.

LOCALIZACION DE CAPACITORES PARA
CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA
EN UN CIRCUITO DERIVADO DE MOTOR

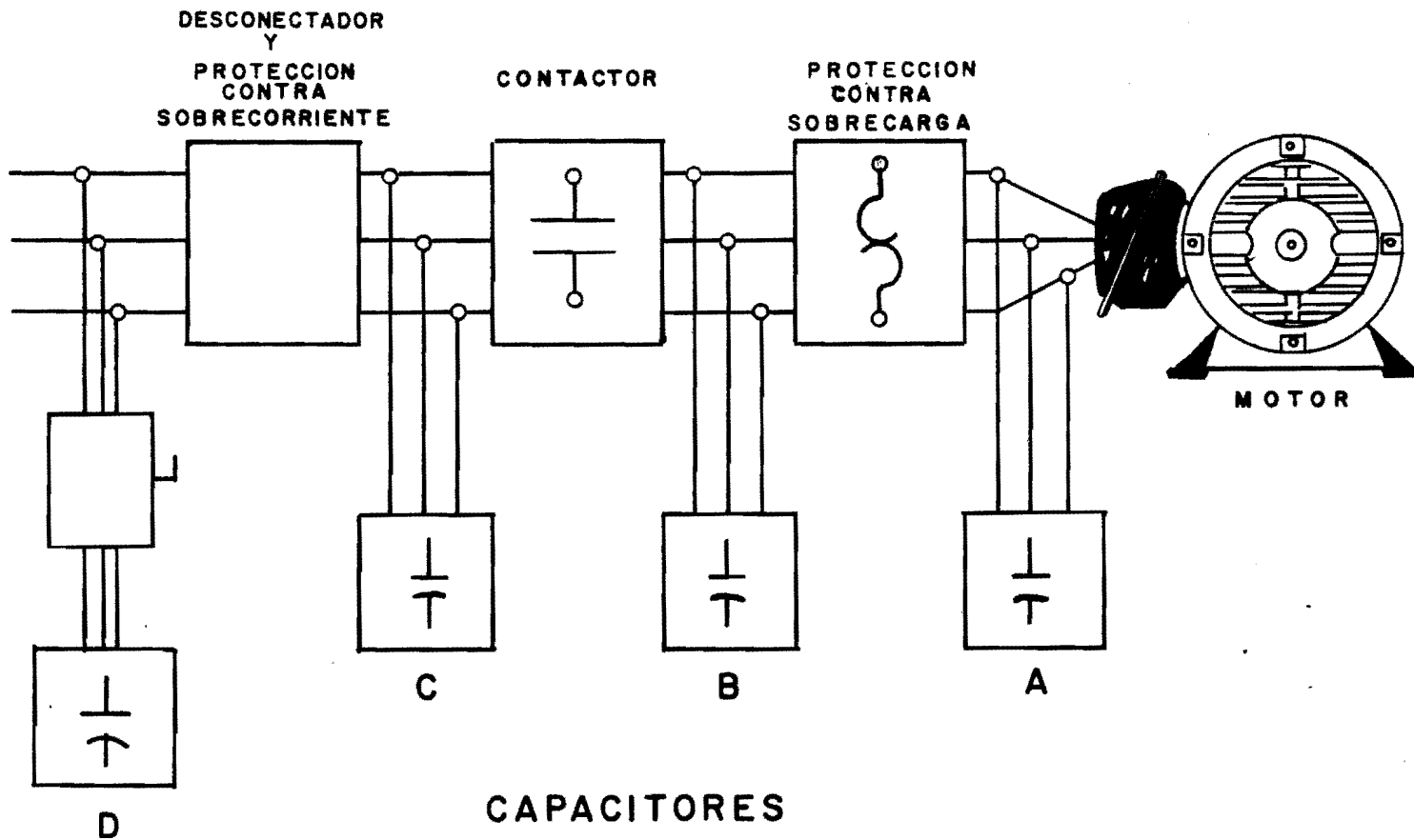


FIG 4.14

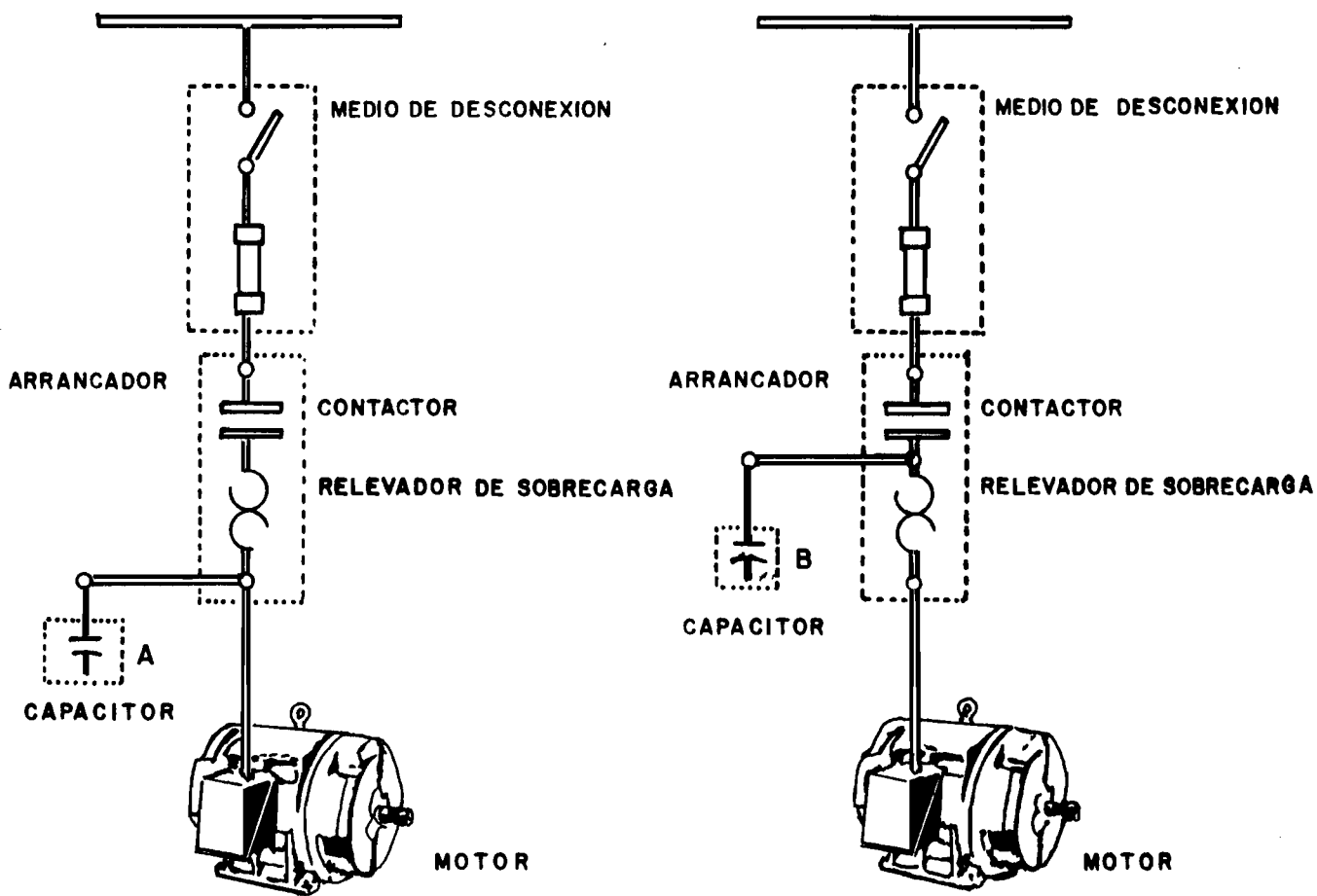


fig 4.15

Fig. 4.16

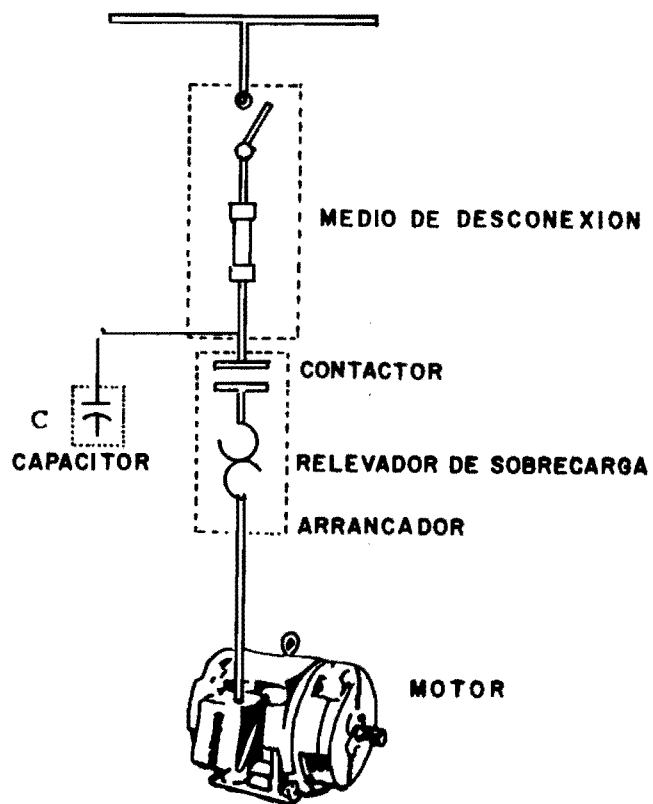
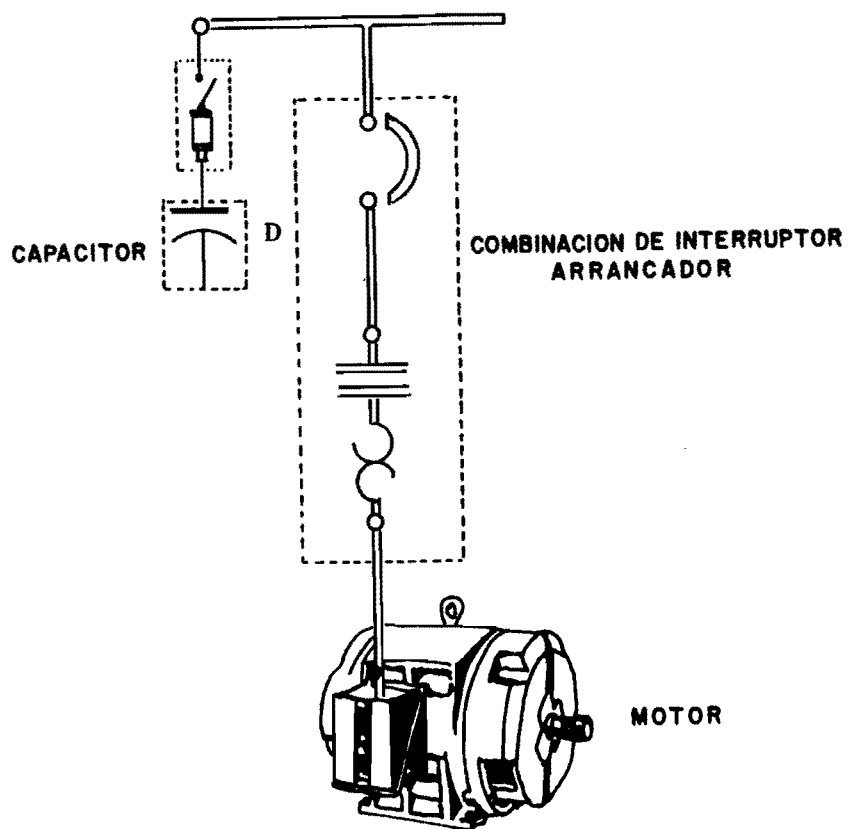


Fig. 4.17



4.3.6.1.3 UBICACION DE CAPACITORES EN LA POSICION "D"

Los capacitores conectados en esta posición ver Fig. 4.17, tienen algunas ventajas sobre la instalación a la carga, siendo estas las siguientes:

- 1.- Capacitores de mayor capacidad pueden ser utilizados reduciendo el costo por KVARc sobre la instalación a motores en forma individual.
- 2.- La mano de obra y costo de materiales para su instalación generalmente son más bajos.
- 3.- El Factor de Potencia se corrige para el total del circuito, reduciendo en alguna forma los cargos por bajo factor de potencia.
- 4.- Es fácil mantener la corrección del factor de potencia bajo las diferentes condiciones de operación del circuito.
- 5.- Para mejor comprensión del concepto ilustraremos a modo de ejemplo una metodología para calcular el ahorro anual en KWH de un motor cuando el Factor de Potencia es mejorado de 0.72 a 0.95

5.1.- DATOS

POTENCIA DEL MOTOR	= 75 H.P. = 56 Kw
TENSION NOMINAL	= 440 VOLT
Cos ϕ 1	= 0.72
Cos ϕ 2	= 0.95
TIEMPO DE SERVICIO	= 480 Horas/ mes (2 Turnos diarios de 8 Hrs. c/u.)
PERIODO DE TRABAJO	= 12 meses
CALIBRE DE CONDUCTOR	= # 1 (35 mm ²)
LONGITUD	= 180 MTS.
RESISTENCIA DEL CABLE	= 0.0005 Ohm/m

5.2.- DETERMINACION DE LA CORRIENTE DE FASE

De la formula de potencia para corriente alterna tenemos:

Con Cos ϕ 1 = 0.72

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} V \text{ Cos } \phi 1} = \frac{56000}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.72} = 102 \text{ AMP.}$$

Con Cos ϕ 2 = 0.95

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} V \text{ Cos } \phi 2} = \frac{56000}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.95} = 77 \text{ AMP.}$$

5.3.- Resistencia del cable (por fase)

$$R/m = 0.0005 \ \Omega/m$$

$$R \text{ TOTAL} = (0.0005 \ \Omega/m)(180 \text{ m})$$

$$R \text{ TOTAL} = 0.09 \ \Omega$$

5.4.- Cálculo de las pérdidas.

$$\text{con } \cos \phi 1 = 0.72$$

$$P = 3 I^2 R$$

$$P1 = 3 (102)^2 \times 0.09 = 2809 \text{ W}$$

$$\text{Con } \cos \phi 2 = 0.95$$

$$P2 = 3 (77)^2 \times 0.09 = 1601 \text{ W}$$

5.5.- Reducción de pérdidas en %

$$RP = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

$$RP = \frac{2809 - 1601}{2809} \times 100 = 43\%$$

Comprobado por la Formula

$$RP = \left(1 - \left(\frac{\cos \phi 1}{\cos \phi 2} \right)^2 \right) \times 100$$

$$RP = \left(1 - \left(\frac{0.72}{0.95} \right)^2 \right) \times 100 = 42.6\%$$

$$42.6\% \approx 43\%$$

5.6 Cálculo de la Energía anual ahorrada.

$$\Delta E = (\Delta P \times \text{tiempo servicio} \times \text{período de trabajo}) / 1000$$

$$\Delta P = P1 - P2 = 2809 - 1601 = 1208 \text{ W}$$

$$\Delta E = (1208 \text{ W} \times 480 \text{ Hrs/mex} \times 12 \text{ meses}) / 1000$$

$$\Delta E = 6958.08 \text{ KWH}$$

5.7.- Cálculo del Ahorro en pesos.

Suponiendo alimentación a través de Subestación Reductora

23000 / 440 - 254 V en tarifa 0-M

Costo del KWH = \$ 139.72

$$\text{Ahorro} = 6958.08 \times 139.72 = \$ 972,182.94$$

4.3.6.1.4.- CONEXION DE UN CAPACITOR

En la Fig. 4.17 a se muestra el diagrama de conexión de un capacitor y en la Fig. 4.17 b se muestra físicamente la conexión a un motor de inducción donde:

La carga del motor de inducción requiere de 80 amperes activos, pero debido a las necesidades del motor de corriente magnetizado de 60 amp., de la ec. 4.14 el circuito alimentador debe conducir 100 - amperes.

De la ec. 4.14

$$I_{kva} = \sqrt{(80)^2 + (60)^2} = 100 \text{ A}$$

Despues de instalar un banco de capacitores a la alimentación del motor para las necesidades del mismo, el circuito de alimentación necesita entregar únicamente 80 amperes para hacer exactamente el mismo trabajo. Es decir el circuito de alimentación conduce únicamente I_{kw} , de tal manera que la capacidad del sistema no se ve reducida.

NOTA: En la práctica actual no es económico ni necesario mejorar el factor de potencia al 100%.

DIAGRAMA DE CONEXION DE UN CAPACITOR

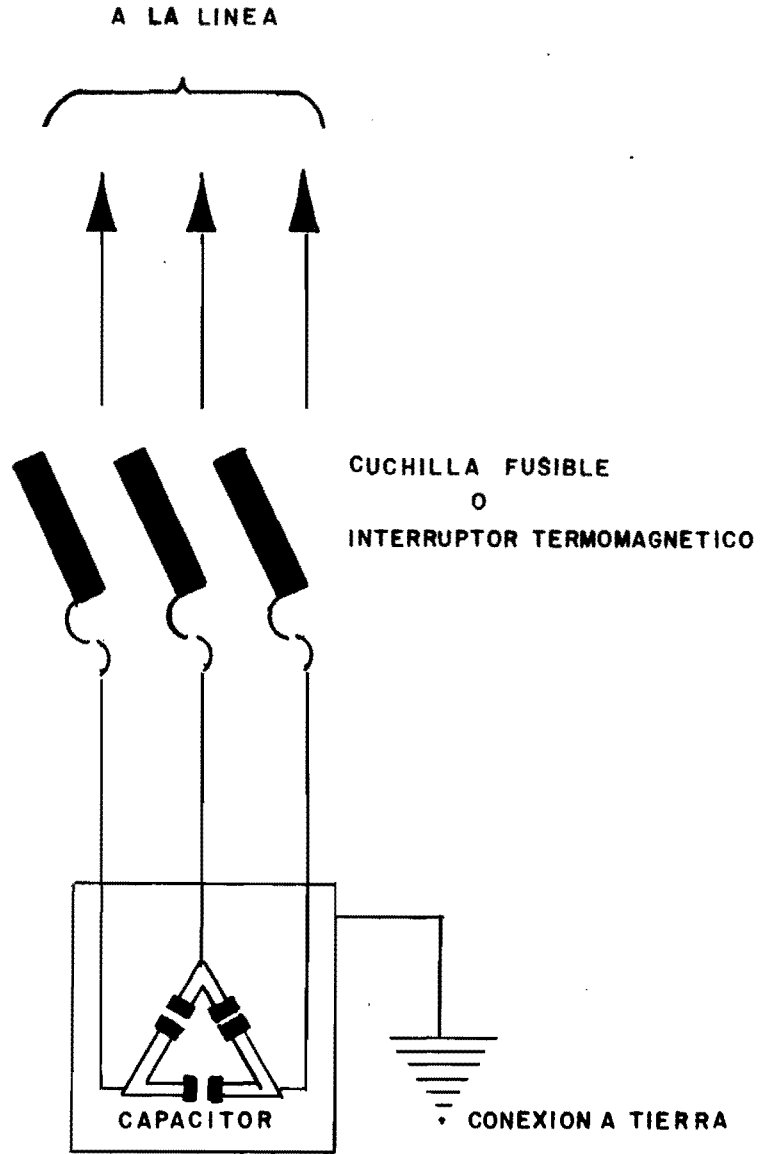


Fig 4.17.a

REDUCCION DE LA CORRIENTE TOTAL DE LINEA POR LA ALIMENTACION DE CORRIENTE MAGNETIZANTE DE LOS CAPACITORES AL MOTOR

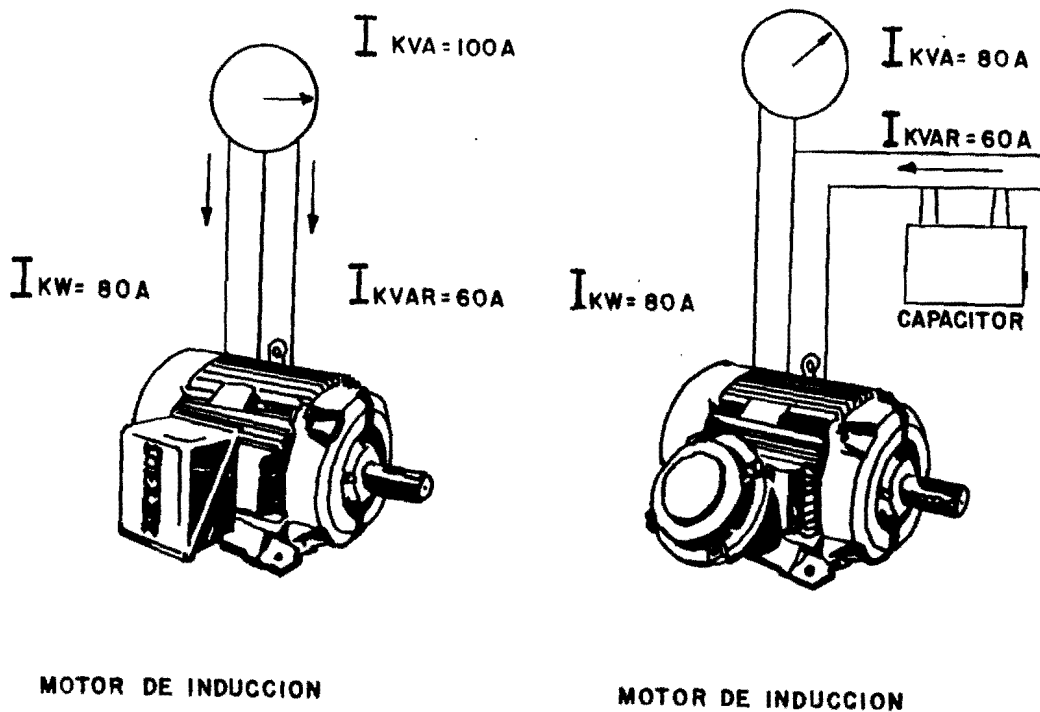


Fig 4.17.b

4.3.6.2.- UBICACION DE CAPACITORES EN UN GRUPO DE CARGAS.

A diferencia de una carga tratada en forma individual donde el factor de potencia forzosamente debe ser conocido o pueda ser calculado, para un grupo de cargas este puede conocerse también directamente de los recibos de consumo de energía eléctrica y para corregirlo existen 3 métodos prácticos:

- 1.- ANALITICO
- 2.- MATEMATICO (POR TABLA)
- 3.- POR CARACTERISTICA DE LA CARGA.

A).- Los métodos analíticos y por tablas generalmente se utilizan en instalaciones existentes donde no es posible conocer o censurar los diferentes tipos de cargas así como definir sus tiempos de operación, ó cuando para poderse conocer, implica efectuar un levantamiento físico en campo que resulta muy costoso.

A continuación se muestra un ejemplo real de este tipo de cálculo para una instalación en uso, y basado en 8 recibos de consumo de energía de la C.F.E. del Hospital Regional del ISSSTE en Colima, Col.

<u>PERIODO DE FACT.</u>	<u>kWH</u>	<u>kVARH</u>	<u>F.P</u>
AGOST. - SEPT / 88	87600	81600	73.17
SEPT. - OCT. / 88	78600	72600	73.46
OCT. - NOV. / 88	72000	70200	71.60
NOV. - DIC. / 88	55200	54000	71.48
DIC./88 - ENERO/89	58800	52800	74.40
ENE. - FEB. / 89	53400	48600	73.96
FEB. - MAR. / 89	59400	45000	79.71
MARZO - ABR. / 89	55800	42000	79.90
TOTAL	520800	466800	597.68
PROMEDIO	65100	58350	74.71



SUBDIRECCION GRAL. DE OBRAS Y MANTENIMIENTO
 SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO
 JEFATURA DE INGENIERIA.
 DEPTO. DE INGRIA. ELECTRICA
 OFICINA DE ELECTRICIDAD

CALCULO Y CORRECCION DEL FACTOR DE
 POTENCIA.

UNIDAD C.H. COLIMA ESTADO. COLIMA
 CARGA CONTRATADA _____ KW. CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES 1-500 _____ KVA.
 DEMANDA MAXIMA REGISTRADA 246
 KWH. PROMEDIO 65100 DE 8 MESES; KVARH. PROMEDIO 58350 DE 8 MESES
 = 720 H.
 KW PROMEDIO 90.42 KVAR PROMEDIO 81.04

DESARROLLO DEL CALCULO PARA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA DE 74.71 a 95%

$KVAR = 0.329 \times 90.42$ KW. PROMEDIO = 29.66

81.04 KVAR PROMEDIO = 29.66 KVAR = 51.38 KVARC

CAPACIDAD DEL BANCO DE CAPACITACIONES 52 KVARC

CAPACITORES QUE DEBEN INSTALARSE 1 DE 24. 1 DE 18. 1 DE 12 KVARC.

PARA UN FACTOR DE POTENCIA DE 95%.

CALCULO: ING. JORGE LEHOVEC GUERRERO

FECHA: 17- MAYO- 1989

OBSERVACIONES:

JLG'ccv.

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO



EJEMPLO DE CALCULO MATEMATICO PARA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA
UTILIZANDO LA TABLA Nº 1

LOS KW PROMEDIO DE 12 MESES DE RECIBIDO DE LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVIDIDOS ENTRE 720 HORAS, MULTIPLICADOS POR LA CONSTANTE DE LA TABLA, (LA - QUE RESULTA DE BUSCAR EN LA COLUMNA VERTICAL EL fp ACTUAL DE DONDE SE CRUCE - CON EL fp A CORREGIR); NOS DA EL VALOR DEL BANCO DE CAPACITORES A INSTALAR.

EJEMPLO: HALLAR LOS CAPACITORES E INSTALAR PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA DE 0.74 A 0.95

$$\text{KWPROMEDIO} = 65100; \quad \frac{65100}{720} = 90.42 \text{ KW}$$

BUSCANDO EN LA COLUMNA VERTICAL DE LA TABLA, EL fp ORIGINAL (0.74) Y DONDE SE - CRUZA CON LA COLUMNA HORIZONTAL DEL fp A CORREGIR (0.95); Y OBTENEMOS UNA - CONSTANTE DE 0.580.

MULTIPLICANDO ESTA CONSTANTE (0.580) POR LOS KW PROMEDIO (90.42 KW), SE OBTIENEN:

$$0.580 \times 90.42 = 52.44 \text{ KVARC}$$

QUE SON LOS CAPACITORES A INSTALAR PARA OBTENER UN fp = 0.95

NOTA 1.- COMO NO ES POSIBLE CORREGIR A FRACCIONES LA CAPACIDAD DEL BANCO DE - CAPACITORES CALCULADA SE CIERRA AL NUMERO ENTERO INMEDIATO SUPERIOR ES DECIR EN VEZ DE SOLICITAR UN BANCO DE 52.44 KVARC SE SOLICITA A - 53 KVARC.

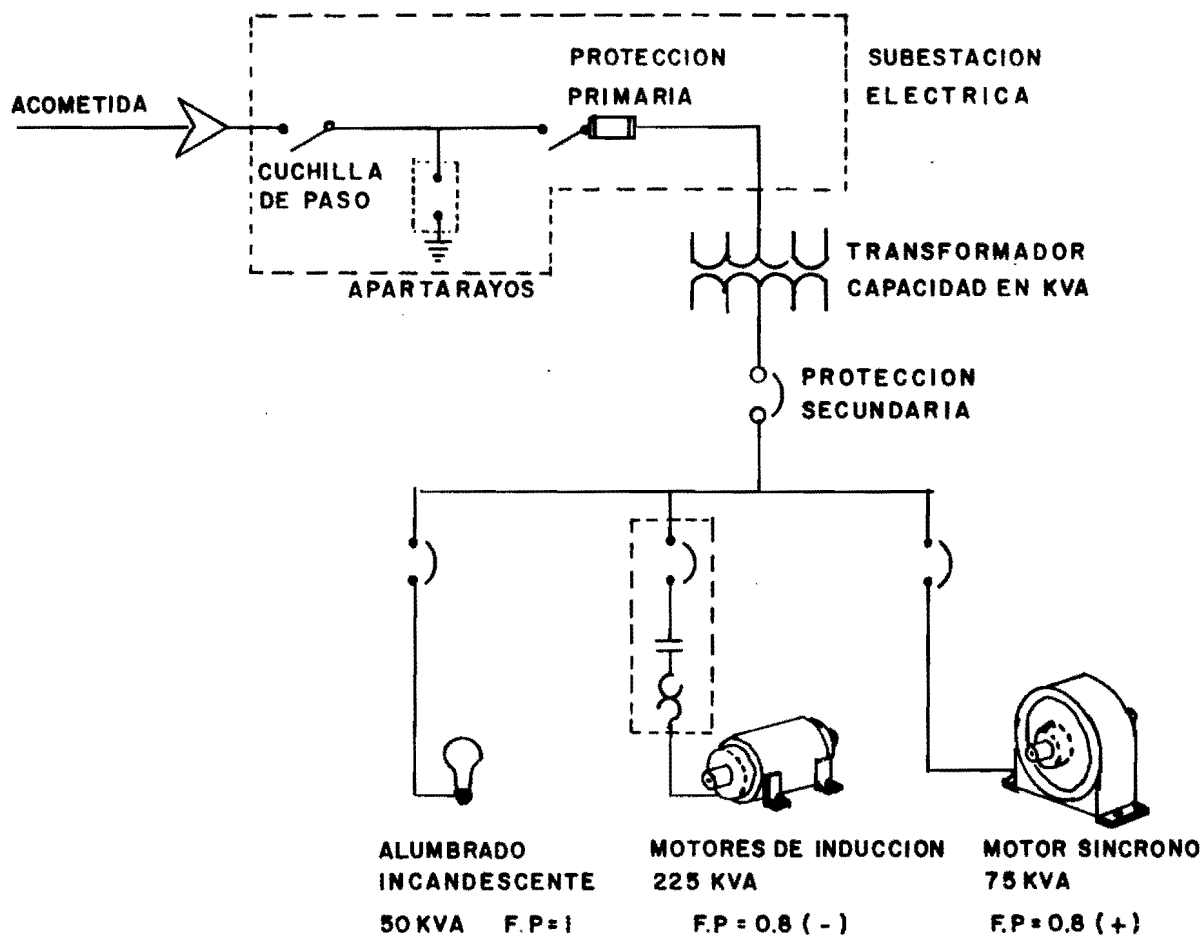
NOTA 2.- COMO EN EL MERCADO SOLO SE ENCUENTRAN CAPACITORES COMERCIALES DE--- TERMINADOS, SE DEBE BUSCAR LOS CAPACITORES QUE DEN EL VALOR APROXI- MADO ARRIBA DE LO CALCULADO, ES DECIR SE INSTALAN 54 KVARC CON LOS - SIGUIENTES ARREGLOS:

ARREGLO 1	ARREGLO 2	ARREGLO 3
1 - 24	2 - 21 = 42	1 - 9 = 09
1 - 18	1 - 12 = 12	1 - 21 = 21
1 - 12		1 - 24 = 24
54	54	54

MULTIPLICADORES DE KW PARA DETERMINAR LOS KILOVARS EN CAPACITORES REQUERIDOS PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA

Factor de Potencia Original	Factor de Potencia Corregido																				
	0.90	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.91	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.0
0.50	0.982	1.008	1.034	1.060	1.085	1.112	1.139	1.165	1.192	1.220	1.248	1.276	1.306	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.589	1.732
0.51	0.937	0.962	0.939	1.015	1.041	1.067	1.094	1.120	1.147	1.175	1.203	1.231	1.261	1.292	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687
0.52	0.893	0.919	0.945	0.971	0.997	1.023	1.050	1.076	1.103	1.131	1.159	1.187	1.217	1.248	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
0.53	0.850	0.876	0.902	0.928	0.954	0.980	1.007	1.033	1.060	1.088	1.116	1.144	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.457	1.600
0.54	0.809	0.835	0.861	0.887	0.913	0.939	0.966	0.992	1.019	1.047	1.075	1.103	1.133	1.164	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
0.55	0.769	0.795	0.821	0.847	0.873	0.899	0.926	0.952	0.979	1.007	1.035	1.063	1.093	1.124	1.156	1.190	1.227	1.268	1.316	1.376	1.519
0.56	0.730	0.756	0.782	0.808	0.834	0.860	0.887	0.913	0.940	0.968	0.996	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151	1.188	1.229	1.277	1.337	1.480
0.57	0.692	0.718	0.744	0.770	0.796	0.822	0.849	0.875	0.902	0.930	0.958	0.986	1.016	1.047	1.079	1.113	1.150	1.191	1.239	1.299	1.442
0.58	0.655	0.681	0.707	0.733	0.759	0.785	0.812	0.838	0.865	0.893	0.921	0.949	0.979	1.010	1.042	1.076	1.113	1.154	1.202	1.262	1.405
0.59	0.619	0.645	0.671	0.697	0.723	0.749	0.776	0.802	0.829	0.857	0.885	0.913	0.943	0.974	1.006	1.040	1.077	1.118	1.166	1.226	1.369
0.60	0.583	0.609	0.635	0.661	0.687	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.938	0.970	1.004	1.041	1.082	1.130	1.190	1.333
0.61	0.549	0.575	0.601	0.627	0.653	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.156	1.299
0.62	0.516	0.542	0.568	0.594	0.620	0.646	0.673	0.699	0.726	0.754	0.782	0.810	0.840	0.871	0.903	0.937	0.974	1.015	1.063	1.123	1.266
0.63	0.481	0.507	0.533	0.561	0.587	0.613	0.640	0.666	0.693	0.721	0.749	0.777	0.807	0.838	0.870	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
0.64	0.449	0.474	0.503	0.529	0.555	0.581	0.608	0.634	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.806	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.068	1.201
0.65	0.419	0.445	0.471	0.497	0.523	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.713	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.918	0.966	1.026	1.169
0.66	0.383	0.414	0.440	0.466	0.492	0.518	0.545	0.571	0.598	0.625	0.654	0.682	0.712	0.743	0.775	0.809	0.846	0.887	0.935	0.995	1.138
0.67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.462	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.965	1.108
0.68	0.328	0.354	0.380	0.406	0.432	0.458	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.622	0.652	0.683	0.715	0.749	0.786	0.827	0.875	0.935	1.078
0.69	0.299	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846	0.905	1.049
0.70	0.270	0.296	0.322	0.348	0.374	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691	0.728	0.769	0.817	0.877	1.020
0.71	0.242	0.268	0.294	0.320	0.346	0.372	0.399	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
0.72	0.214	0.240	0.266	0.292	0.318	0.344	0.371	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.73	0.186	0.212	0.238	0.264	0.290	0.316	0.343	0.369	0.396	0.424	0.452	0.480	0.510	0.541	0.573	0.607	0.644	0.685	0.733	0.793	0.936
0.74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.263	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.75	0.132	0.158	0.184	0.210	0.236	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882
0.76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.604	0.652	0.712	0.855
0.77	0.079	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.236	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.403	0.434	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.685	0.829
0.78	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.182	0.209	0.235	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407	0.439	0.473	0.510	0.551	0.599	0.659	0.802
0.79	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.633	0.776
0.80	0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.609	0.750
0.81		0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.724
0.82			0.000	0.026	0.052	0.078	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495	0.555	0.698
0.83				0.000	0.026	0.052	0.079	0.105	0.132	0.160	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.529	0.672
0.84					0.000	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
0.85						0.000	0.027	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620
0.86							0.000	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.342	0.390	0.450	0.593
0.87								0.000	0.027	0.055	0.083	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567
0.88									0.000	0.028	0.056	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.89										0.000	0.028	0.056	0.086	0.117	0.149	0.183	0.220	0.261	0.309	0.369	0.512
0.90											0.000	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.233	0.281	0.341	0.484
0.91												0.000	0.030	0.061	0.093	0.127	0.164	0.205	0.253	0.313	0.456
0.92													0.000	0.031	0.063	0.097	0.134	0.175	0.223	0.283	0.426
0.93														0.000	0.032	0.066	0.103	0.144	0.192	0.252	0.395
0.94															0.000	0.034	0.071	0.112	0.160	0.220	0.363
0.95																0.000	0.037	0.079	0.126	0.186	0.329
0.96																	0.000	0.041	0.089	0.149	0.292
0.97																		0.000	0.048	0.108	0.251
0.98																			0.000	0.060	0.203
0.99																				0.000	0.143
																					0.000

Fig. 4.18



B).- El método por características de la carga es más laborioso e implica un conocimiento exacto de la carga y de los tiempos de operación y por lo general se utiliza para instalaciones nuevas en proyecto y como uno de los métodos de selección para la capacidad de la subestación (transformador).

Como ejemplo de aplicación y para mejor entendimiento de los conceptos mencionados se muestra en la Fig. Nº 4.18 El diagrama unifilar de una Subestación eléctrica alimentando a 3 tipos de cargas: alumbrado incandescente, motores de inducción y motores síncronos. Y suponiendo un mismo período de utilización. El factor de potencia de la carga en la Subestación, se obtiene de los kW y kVAR totales de las distintas cargas, y de ambos los kVA del transformador para la Subestación.

PROCEDIMIENTO:

1.- CALCULAR LA POTENCIA ACTIVA (kW) y POTENCIA REACTIVA (kVAR) DE CADA TIPO DE CARGA.

1.1.- ALUMBRADO

EL ALUMBRADO INCANDESCENTE ES CARGA PURAMENTE RESISTIVA POR LO QUE $kVA = kW = 50$

1.2.- LA CARGA CONECTADA DE LOS MOTORES DE INDUCCION ES DE 300 H.P. CON UN FACTOR DE POTENCIA DE 80% ATRASADO.

CONSIDERANDO QUE:

$$kW = 0.746 \times H.P. \dots\dots\dots a$$

$$kW = kVA \cos \phi \dots\dots\dots .b$$

de a

$$kW = 0.746 \times 300 = 224$$

de b

$$kVA = 224/0.8 = 280$$

DE LA FORMULA 4.15 despejando kVAR

$$kVAR = \sqrt{(kVA)^2 - (kW)^2} \dots\dots\dots c$$

$$kVAR = \sqrt{(280)^2 - (224)^2} = 168$$

1.3.- La carga de los motores síncronos conectados es de 75 H.P. con el factor de potencia de 0.8 adelantado, considerar que:

$$kW = \text{H.P. NOMINALES} = 75$$

y de la ec. b

$$kVA = \frac{75}{0.8} = 93.75$$

de c

$$kVAR = \sqrt{(93.75)^2 - (75)^2} = 56$$

2.- CALCULAR LA POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA QUE LA SUBESTACION DE BE ALIMENTAR.

2.1.- POTENCIA ACTIVA

Alumbrado	50 kW
Motores de inducción	224 kW
Motores síncronos	<u>75 kW</u>
TOTAL	349 kW

2.2.- POTENCIA REACTIVA

Alumbrado	0 kVAR
Motores de inducción	168 kVAR
Motores síncronos	<u>-56 kVAR</u>
TOTAL	112 kVAR

* Un motor síncrono sobreexcitado tiene la habilidad de alimentar - kVAR netos que deben ser proporcionados por la Subestación son -- por lo tanto la diferencia entre los kVAR alimentados por el motor síncrono y los kVAR requeridos por los motores de inducción.- (De acuerdo con la convención de signos adoptada donde se considere positivo a los kVAR absorbidos por la carga pag. 32).

3.- CALCULO DE LOS KVA Y EL FACTOR DE POTENCIA DE LA ec. 4.15

3.1.- POTENCIA APARENTE DE LA SUBESTACION

$$kVA = \sqrt{(349)^2 + (112)^2} = 366$$

3.2.- FACTOR DE POTENCIA

De la definición del punto 4.3.2 inciso c)

$$\cos \phi = kW/kVA$$

$$\cos \phi = 349/366 = 0.95 \text{ atrasado}$$

$$n = \sqrt{\frac{P_{cc}}{P_c}} \dots \dots \dots 4.38$$

donde:

- fo = frecuencia de resonancia
- f = frecuencia de la red en Hz
- n = orden de la armónica
- Pcc = Potencia de corto circuito del transformador
- Pc = Potencia capacitiva

Sí la frecuencia de resonancia es muy cercana a la de una armónica, se deberá modificar la capacidad del banco de capacitores -- pues de lo contrario se pueden tener sobretensiones y sobreintensidades cuando dicha frecuencia se acerque a una armónica elevada.

También una armónica elevada provoca una sobreintensidad en el capacitor que puede destruirlo debido a que la impedancia de éstos es inversamente proporcional a la frecuencia

$$x_c = \frac{1}{2 \pi f C} \dots \dots \dots 4.39$$

Entonces a más frecuencia (f) menos impedancia (xc) con lo que la intensidad aumenta considerablemente.

4.3.6.3.1.- REACTANCIAS DE CHOQUE O ANTIRRESONANCIA

Consiste en intercalar en serie con el capacitor una reactancia sintonizada con aquél a un valor que no pueda generar peligro alguno con ninguna armónica alejandonos del punto de resonancia de la-- instalación ver fig. 4.18.

Debido al aumento de tensión que se genera al intercalar una re actancia, el capacitor debe seleccionarse para trabajar a una ten-- sión nominal superior a la de la red.

Es importante aclarar que esta solución protege al capacitor - pero no elimina las armónicas.

4.3.6.3.2.- FILTROS DE ARMONICAS

Los problemas principales que provocan un alto contenido de ar-- mónicas son:

- 1.- Incremento de pérdidas en motores, transformadores y cables que pueden causar calentamiento.
- 2.- Sobrecarga de capacitores.

- 3.- Perturbaciones en las líneas telefónicas.
- 4.- Daños o mal funcionamiento en equipos electrónicos.
- 5.- Fallas en relés de protección en general.

Si la corriente armónica de, por ejemplo, un convertidor estático es tan alta que no puede ser tolerada, se conecta en paralelo al convertidor un filtro instalado directamente en bornes del convertidor (ver Fig. 4.19), o en el lado primario del transformador del convertidor. Un filtro así consta de uno o más capacitores sintonizados con una o más armónicas generadas por el convertidor. Estas corrientes armónicas son absorvidas en su mayor parte por el filtro quedando en la red una pequeña parte de ellas. Pero el dimensionamiento del filtro requiere un análisis muy cuidadoso de las condiciones de la red porque la reactancia de ésta varía al cambiar la configuración de la misma, por lo que, entonces el filtro pierde sus propiedades de absorción de armónicas.

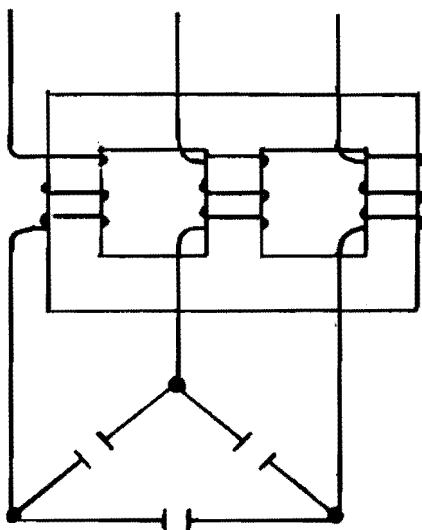
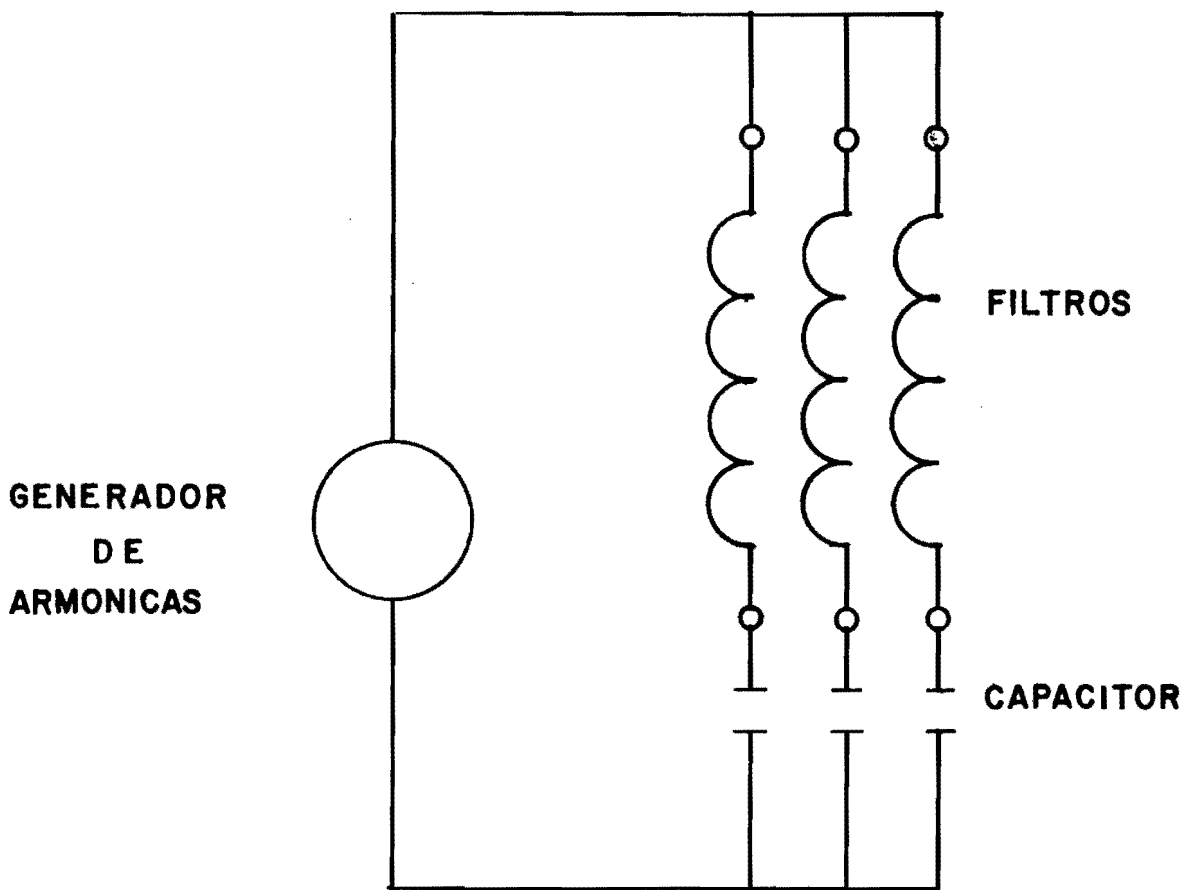


FIG. 418

FIG. 419



**5.- LOS CAPACITORES REQUIEREN CAPACIDADES INTERRUPTIVAS
MAYORES EN LOS INTERRUPTORES "FALSO"**

Para los fines prácticos, las capacidades interruptivas de los interruptores no necesitan ser incrementadas por efecto de los capacitores conectados al sistema. Es un hecho que la corriente de corto-circuito es máxima si la falla ocurre en el instante en que la onda de voltaje pasa por cero. En ese instante, tanto la carga del capacitor como el voltaje del capacitor son nulos por lo que el capacitor no puede contribuir a la falla.

La contribución del capacitor, al corto circuito será máxima -- cuando la falla ocurra en el instante de tensión máxima. En estas condiciones la corriente de falla es mínima y los esfuerzos a que son sometidos los interruptores no son tan severos como en el caso inicial de falla en el instante de voltaje cero. Por lo tanto, no hay que aumentar la capacidad interruptiva de los aparatos.

**6.- LA RESONANCIA ENTRE CAPACITORES Y TRANSFORMADORES ES
UN PROBLEMA SERIO EN LAS PLANTAS INDUSTRIALES "FALSO"**

Este fenómeno es sumamente raro, aún cuando los cálculos teóricos pueden llegar a indicar lo contrario. La práctica ha demostrado que no se presentará resonancia. si los kVAR instalados en capacitores son menores al 66% de los kVA instalados en transformadores. Como en la -- práctica los kVARS instalados son menores a esta proporción, la resonancia NO representa problema.

7.- ES IMPORTANTE LA VENTILACION DE CAPACITORES "CIERTO"

Los capacitores como todo equipo eléctrico, están diseñados para operar a ciertas temperaturas ambientes. Sí se obstruye la ventilación, los capacitores pueden llegar a sobrecalentarse y fallar. Por lo tanto, es imperativo que los capacitores reciban la ventilación adecuada.

8.- LOS CAPACITORES PARA MEJORAMIENTO DE FACTOR DE POTENCIA SE CONECTAN EN SERIE CON LA LINEA "FALSO"

Los capacitores para mejorar factor de potencia se conectan de fase a fase, o de fase a tierra, pero en paralelo con la línea. De ahí su designación de "shunt capacitors".

**9.- UN KILOVAR DE CAPACITOR INSTALADO REDUCE LA DEMANDA
DE KILOVARS DE LA PLANTA, PRECISAMENTE EN UN KVAR "CIERTO"**

Como los capacitores entregan la corriente magnetizante para los aparatos inductivos, relevan al sistema de esta carga a base de kilovar por kilovar.

**10.- LA CARGA DE LOS CAPACITORES VARIA CON LA CARGA DE --
LA PLANTA "FALSO"**

Los capacitores entregan sus kvars nominales continuamente, independientemente de la carga de la planta. Depende exclusivamente la carga del capacitor de la frecuencia y del voltaje aplicados.

- 11.- LOS CONDENSADORES USADOS EN RADIO Y ELECTRONICA TIENEN INFLUENCIA DIRECTA EN EL FACTOR DE POTENCIA DEL SISTEMA "FALSO"

Los capacitores usados en electrónica se utilizan como componentes de circuito como filtros, bloqueo, atenuación, sintonía, etc. y no para corregir factor de potencia.

- 12.- LOS CAPACITORES QUEDAN DESCARGADOS EN FORMA SEGURA UNA VEZ QUE SE DESCONECTAN DE LA LINEA "FALSO"

Ya se vio que los capacitores cuentan con una resistencia de descarga interior, que reduce el voltaje residual a 50 Volts o menos en 1 a 5 minutos (dependiendo del voltaje nominal). Aunque 50-Volts aparentemente es un valor inofensivo de tensión, se considera buena práctica descargar el capacitor antes de tocarlo y manejarlo.

- 13.- LAS PERDIDAS DE LOS CAPACITORES SON DESPRECIABLES "CIERTO"

Las pérdidas de los capacitores son del orden de 0.33% sobre - KVARs nominales, valor mucho menor que el de pérdidas de cualquier otro aparato para corrección de factor de potencia.

- 14.- LOS CAPACITORES SON EL MEDIO MAS POPULAR PARA - CORRECCION DE FACTOR DE POTENCIA "CIERTO"

El incremento del uso de capacitores para corrección de factor de potencia se debe a que el costo por KVAR del capacitor es generalmente mucho menor que el de cualquier otro equipo usado para el mismo propósito.

- 15.- LOS CAPACITORES DEBEN LOCALIZARSE EN GABINETES- ESPECIALES "FALSO"

Los capacitores para corrección de factor de potencia han sido impregnados de Diaclor líquido ininflamable y sólo requieren los cuidados inherentes a la naturaleza de sus partes vivas externas respecto a tierra y a la intemperie.

- 16.- LOS CAPACITORES CONECTADOS DIRECTAMENTE A LAS - TERMINALES DE UN MOTOR ALTERAN LA PROTECCION - DE ESTE "CIERTO"

En la selección de los elementos de protección de los arrancadores para los motores con su capacitor directamente conectados a sus terminales, hay que tener en cuenta la reducción de corriente total, causada por el capacitor.

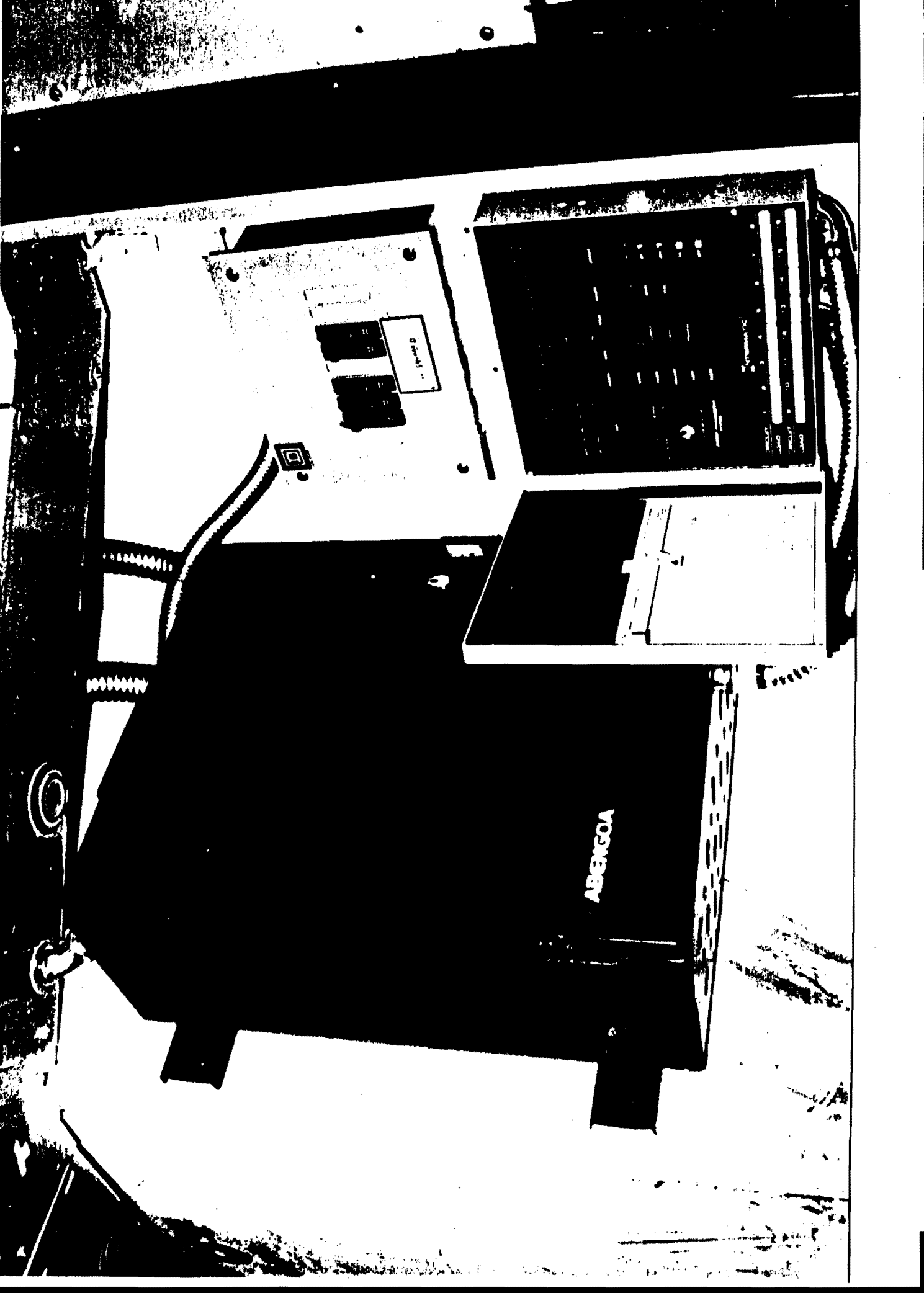
CAPITULO - 5
EJEMPLO DE APLICACION
Y SU
FACTIBILIDAD

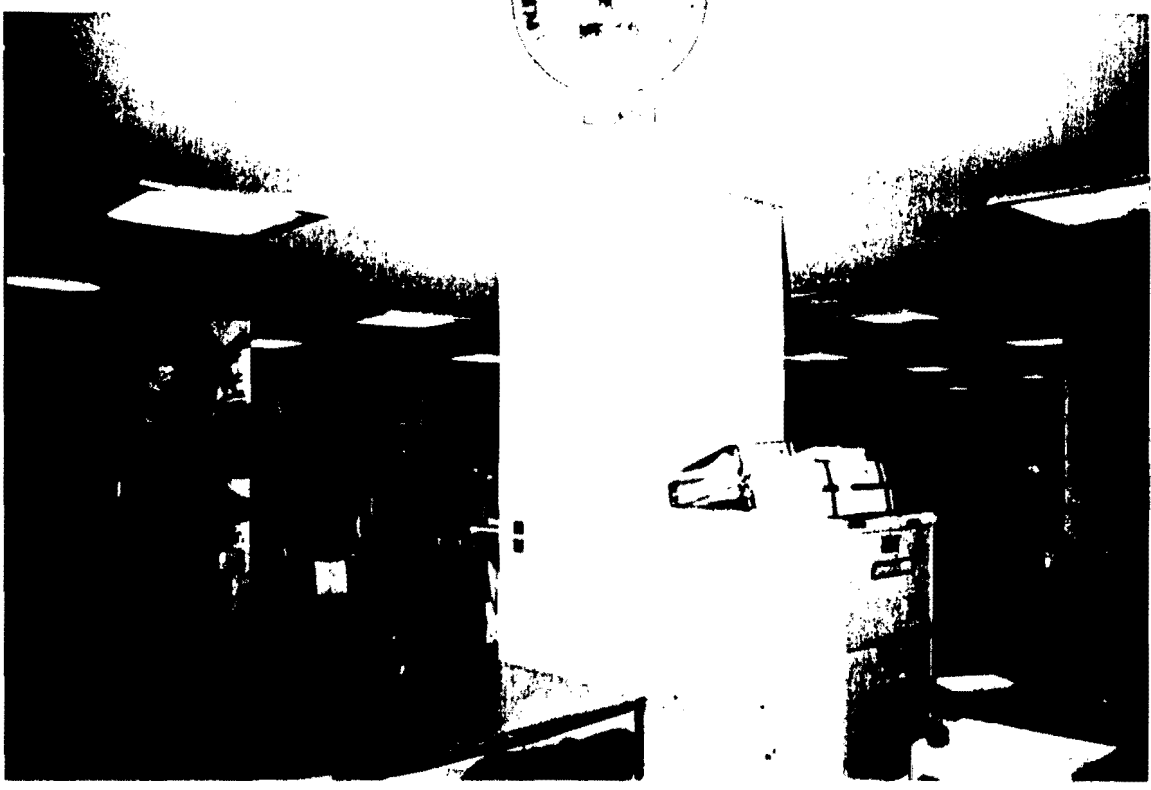
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS
SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO
DIRECCION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA
ING. JORGE LEHOVEC GUERRERO

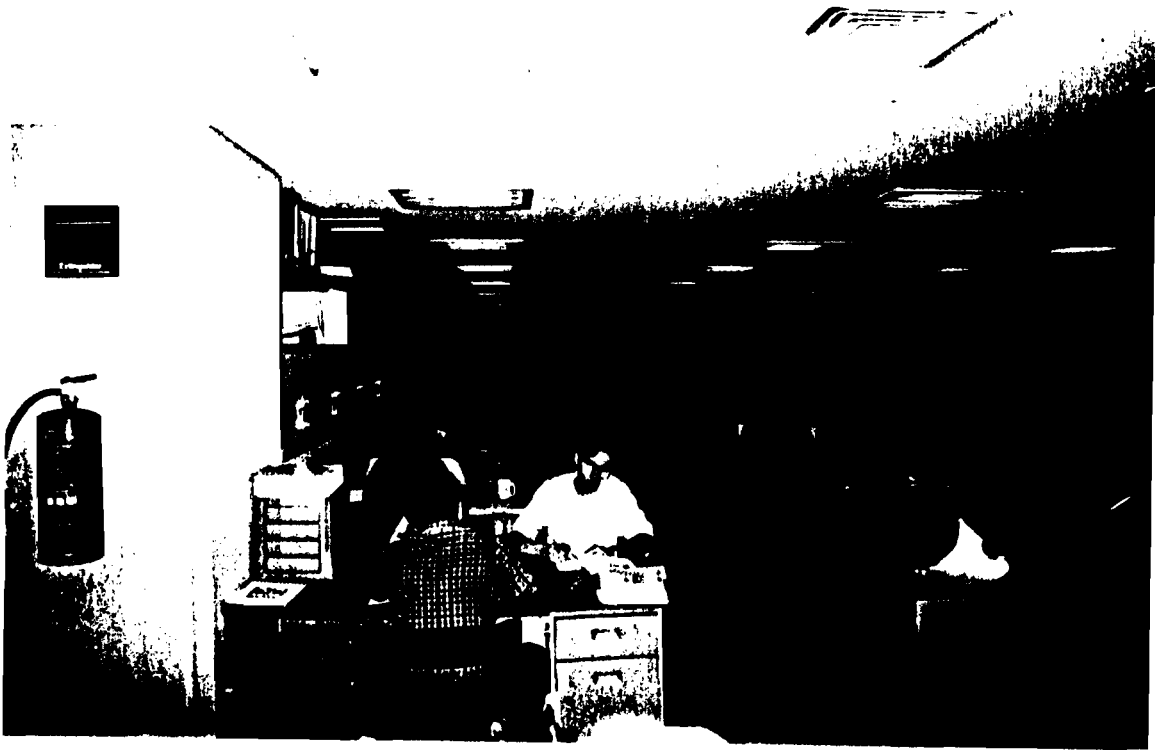


PROYECTO DE DEMOSTRACION DE AHORRO DE ENERGIA
EN EL EDIFICIO DEL I.S.S.S.T.E. DE AV. JUAREZ #134
(REPORTE FINAL)









5.- EJEMPLO DE APLICACION Y SU FACTIBILIDAD.

De acuerdo al programa nacional de modernización -- energética instituído por el Ejecutivo Federal y que otorga -- máxima prioridad al ahorro y uso eficiente de la energía. El -- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajado-- res al Servicio del Estado, como entidad de la administración-- pública, con personalidad Jurídica y patrimonio propio, inicio a partir mayo 1991 el programa para el uso racional de la ener-- gía en sus inmuebles.

El ISSSTE actualmente tiene en uso 776 inmuebles, -- 226 en calidad de comodato y 550 arrendados, siendo su uso los siguientes:

- 1.- HOSPITALES
- 2.- CLINICAS
- 3.- TIENDAS
- 4.- ESTANCIAS DE BIENESTAR INFANTIL
- 5.- OFICINAS ADMINISTRATIVAS

Como programa piloto, fué escogido para realizar un proyecto demostrativo el edificio que ocupa la Subdirección General de Prestaciones Económicas, ubicado en Av. de la República N° 134, antes Av. Juárez Col. Tabacalera C.P. 06030 MEXICO, - D.F., con el objeto de tener total control del diagnóstico ener-- gético, acciones propuestas, ejecución de trabajos y seguimien-- to, cuantificación y comprobación de los resultados.

5.1.- CONVENIO DE CONCERTACION

Como se menciona en el capítulo 4 fué necesario para realizar el Proyecto demostrativo efectuar un convenio de con-- certación ISSSTE-FIDE. Dentro del cual consideramos importante-- mencionar las siguientes declaraciones y cláusulas:

Declaración(FIDE)

II.3.- Que en la segunda reunión de su comité técni-- co, celebrada el 17 de octubre de 1990, se autorizó al FIDE la-- realización del Proyecto, motivo del presente convenio, con un-- presupuesto de \$ 200'000,000.00 (DOSCIENTOS MILLONES DE PESOS - 00/100 M.N.)

CLAUSULAS (OBLIGACIONES FIDE)

TERCERA

c).- Pagar los gastos originados tanto para la reali-- zación del diagnóstico, como para la ejecución de los trabajos -

de reacondicionamiento, dentro de los parámetros autorizados por el Comité técnico, según lo señalado en la declaración 11.3 de este convenio y éstos serán a "FONDO PERDIDO"

d).- Cubrir los gastos que se originen, si del diagnóstico se desprendiera la imposibilidad técnica o la inconveniencia económica de ejecutar las modificaciones, sin que el Instituto tuviere que hacer reembolso alguno.

CUARTA.- (OBLIGACIONES DEL INSTITUTO)

a).- Cubrir la diferencia, si requiere ampliar los alcances del proyecto original, por así convenir a sus intereses; lo mismo si durante el desarrollo de la obra se presentara un incremento justificado.

b).- Una vez comprobado los resultados positivos del ahorro de energía al haber emprendido el proyecto motivo del presente convenio y dentro de un plazo no mayor de 90 días, iniciará paulatinamente con los recursos obtenidos del ahorro citado, proyectos similares en cada uno de los demás inmuebles de su propiedad, previo estudio de la conveniencia económica de éstos y vigilancia que los beneficios obtenidos se difundan entre otras áreas afines.

SEXTA (OBLIGACION CONJUNTA)

Las partes convienen en que el Proyecto será económicamente viable cuando se obtenga un ahorro en el "Consumo de Energía" de tal forma que en el período de recuperación de las inversiones necesarias no sea mayor de 24 meses.

5.2.- DIAGNOSTICO DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA

De acuerdo con la metodología para la realización de diagnósticos indicada en el capítulo 4.2 se desarrolló lo siguiente:

5.2.1.- PRIMERA ETAPA

5.2.1.1.- DATOS HISTORICOS

a).- Se obtuvieron los datos históricos (Facturaciones) (VER TABLA N° 3 y 4) Y FIG. (3 y 4)

b).- Directorio del edificio

DEDICADO.- SUBDIRECCION GENERAL DE PRESTACIONES ECONOMICAS.

- P.B** .- **SUBDIRECCION DE OTORGAMIENTO Y RECUPERACION DE CREDITO.**
- **CENTRO DE SERVICIOS (FOTOCOPIADO Y OFFSET)**
- **TELEFAX Y CONMUTADOR**
- **2 BODEGAS**
- 1º PISO** .- **SUBDIRECCION DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS Y PROYECTOS ESPECIALES**
- 2º PISO** .- **SUBDIRECCION DE PENSIONES**
- 3º PISO** .- **SUBDIRECCION DE PENSIONES**
- 4º PISO** .- **SUBDIRECCION DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL -- TRABAJO**
- 5º PISO** .- **SUBDIRECCION DE OTORGAMIENTO DE CREDITO**
- **SUBDIRECCION DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRA -- BAJO**
- 6º PISO** .- **SUBDIRECCION DE OTORGAMIENTO DE CREDITO**
- 7º PISO** .- **SUBDIRECCION DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS Y -- PROYECTOS ESPECIALES**

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO.
 SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y MANTENIMIENTO
 SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO
 JEFATURA DE INGENIERIA
 DEPTO. DE INGENIERIA ELECTRICA

UNIDAD OFICINAS ADMINISTRATIVAS DIRECCION AV. JUAREZ N° 134 COL. CENTRO
 CIUDAD Y ESTADO MEXICO, D.F. DELEGACION CUAHTEMOC No. DE CUENTA 42196251835-2
 TARIFA DEMANDA CONTRATADA No. MEDIDOR KW-H _____ No. MEDIDOR KYAR-H _____ MULTIPLICADOR _____

REGISTRO DE CONSUMOS Y COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA DURANTE EL AÑO 1990

M E S	L E C T U R A S		C O N S U M O S		F.P.	D E M A N D A		M U L T A P O R B A J O F.P.	I M P O R T E T O T A L D E F A C T U R A C I O N
	KW - H	KYAR - H	KW - H	KYAR - H		MAX.	MED.		
ENERO			40 320		99605	119			8'714,442.00
FEBRERO			43 440		94683	116			9'209,366.00
MARZO			40 560		94670	119			8'436,229.00
ABRIL			47 230		94226	131			10'094,984.00
MAYO			41 400		94534	112			8'758,701.00
JUNIO			42 360		93638	130			11'636,479.00
JULIO			45 240		93663	116			11'762,936.00
AGOSTO			45 560		93642	130			12'709,154.00
SEPTIEMBRE			48 000		93926	119			12'633,290.00
OCTUBRE			40 560		93971	130			11'145,314.00
NOVIEMBRE			50 400		95003	119			14'261,151.00
DICIEMBRE			46 080		93015	120			13'610,207.00
S U M A .			531,150						132'972,253.00
PROMEDIO			44262.5		94548	121.75			11081021.08

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO.

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y MANTENIMIENTO
 SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO
 JEFATURA DE INGENIERIA
 DEPTO. DE INGENIERIA ELECTRICA

UNIDAD OFICINAS ADMINISTRATIVAS DIRECCION AV. JUAREZ N° 134 COL. CENTRO
 CIUDAD Y ESTADO MEXICO, D.F. DELEGACION CUAUHTEMOC No. DE CUENTA 4219625-1835-2-03
 TARIFA 03 DEMANDA CONTRATADA 121 No. MEDIDOR KW-H _____ No. MEDIDOR KYAR-H _____ MULTIPLICADOR _____

REGISTRO DE CONSUMOS Y COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA DURANTE EL AÑO 1991

M E S	L E C T U R A S		C O N S U M O S		F.P.	D E M A N D A		M U L T A P O R B A J O F . P .	I M P O R T E T O T A L D E F A C T U R A C I O N
	KW - H	KYAR - H	KW - H	KYAR - H		MAX.	MED.		
ENERO			42 600		94881		125		12'887,103.00
FEBRERO			48 240		94067		120		14'177,563.00
MARZO			49 080		94106		119		14'460,575.00
ABRIL			45 720		94022		120		13'231,261.00
MAYO			44 880		94994		118		12'665,635.00
JUNIO			46 560		94522		125		14'024,126.00
JULIO			41 550		93884		140		12'212,168.00
AGOSTO			42 960		93654		126		12'784,665.00
SEPTIEMBRE			43 200		94305		125		13'084,705.00
OCTUBRE			43 680		96890		126		12'785,852.00
NOVIEMBRE			42 000		91914		120		13'563,317.00
DICIEMBRE			42 120		93861		120		14'790,875.00
S U M A .			532 590						160' 667,845.00
PROMEDIO			44 382.5		94258		123.66		13'388,987.00

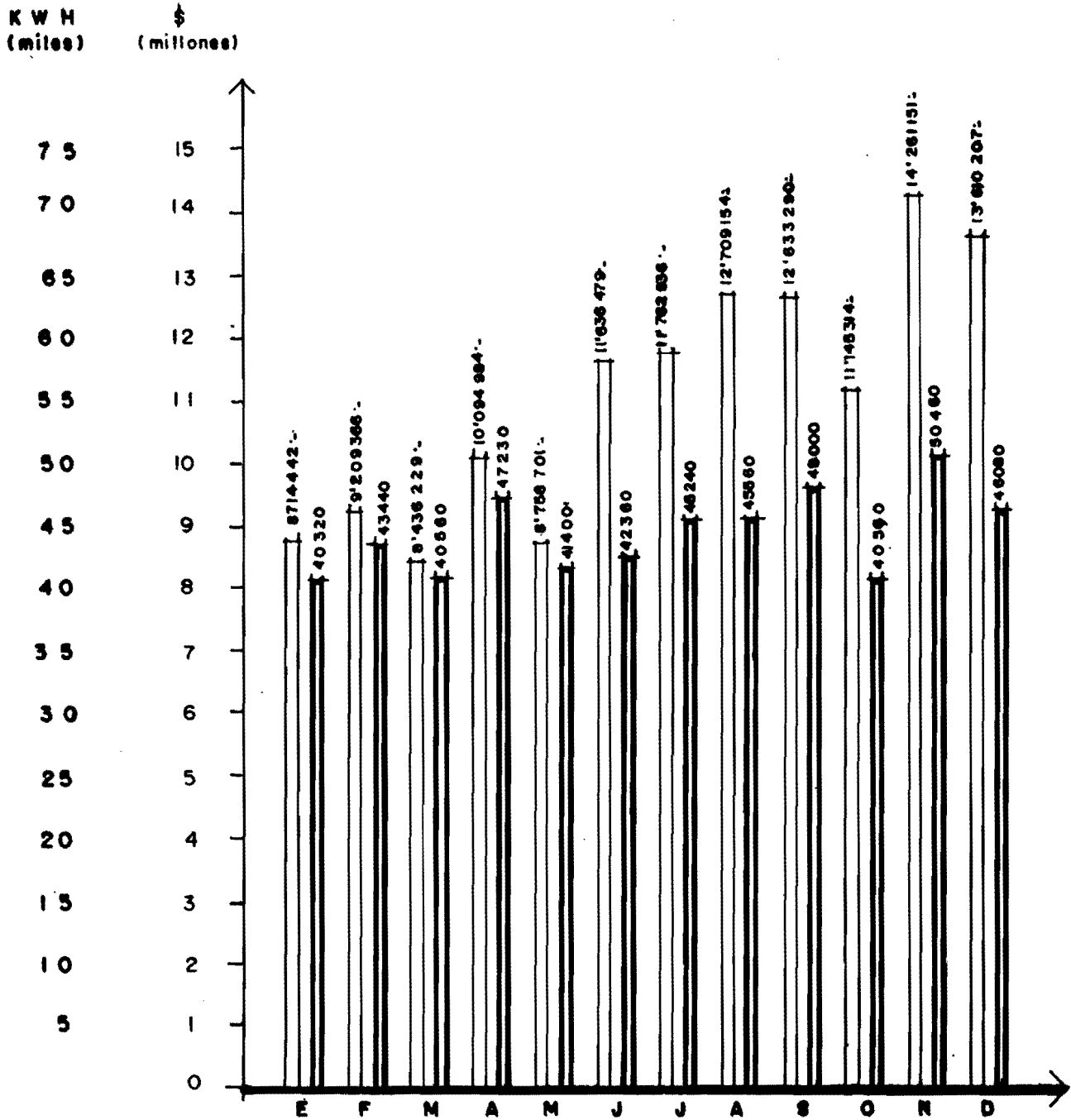
OFICINAS ADMINISTRATIVAS

AV. JUAREZ N° 134

COL. CENTRO

DEPTO. DE INGENIERIA ELECTRICA

CONSUMOS AÑO 1990



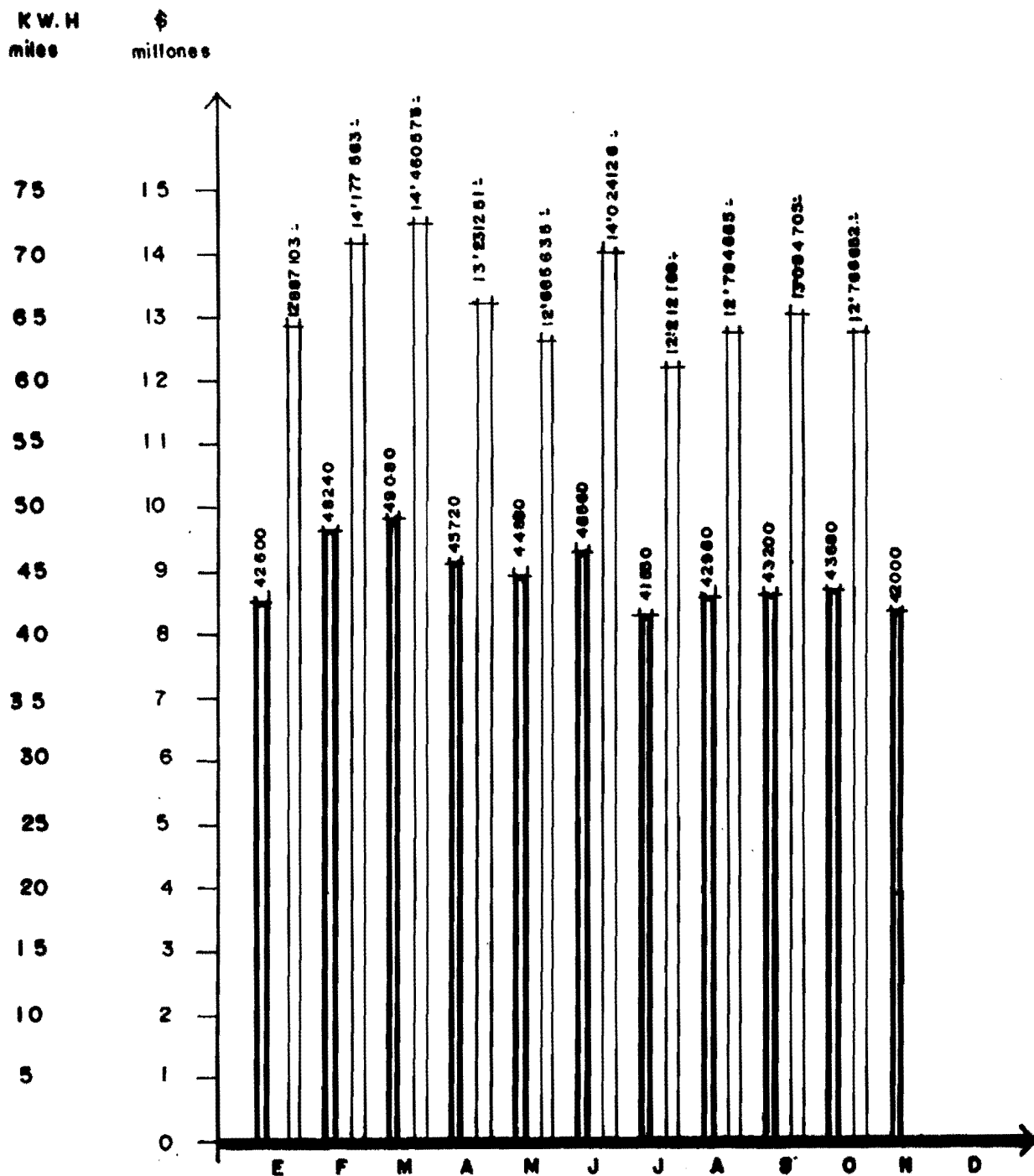
(FIG. 3)

AV. JUAREZ N° 134

COL. CENTRO

DEPTO. DE INGENIERIA ELECTRICA

CONSUMOS AÑO 1991



(FIG. 4)

5.2.1.2.- INSTALACIONES

Las instalaciones eléctricas comprenden

- a).- ACOMETIDA EN BAJA TENSION (RED AUTOMATICA DE LA (CLYF) TARIFA 3 (3F,4H,60 HZ. 220/127 V.C.A)
- b).- UN TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN P.B.
- c).- 10 TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS 1 POR PISO Y 2 EN P.B.
- d).- 2 ELEVADORES
- e).- SISTEMA HIDRONEUMATICO CON 2 BOMBAS Y UN COMPRESOR
- f).- SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIO
- g).- 3 UNIDADES DE LAVADO DE AIRE (ULA) CON UNA BOMBA DE AGUA POR UNIDAD DANDO LOS SIGUIENTES SERVICIOS:

- g.1.- ULA Nº 1 PARA P.B. 1 Y 2 PISO
- g.2.- ULA Nº 2 PARA 3 y 4 PISO
- g.3.- ULA Nº 3 PARA 5 y 6 PISO

- h).- PLANOS ELECTRICOS

- h.1.- Diagrama unifilar, Cuadros de carga, Alumbrado, Contactos y Fuerza), Corte de Alim. Generales.

5.2.1.3.- MEDICION

Se conectó el equipo de medición en la acometida y se llevó a cabo un registro del 15 al 19 de Julio de 1991. VER FIG. (9,10,11 Y 12).

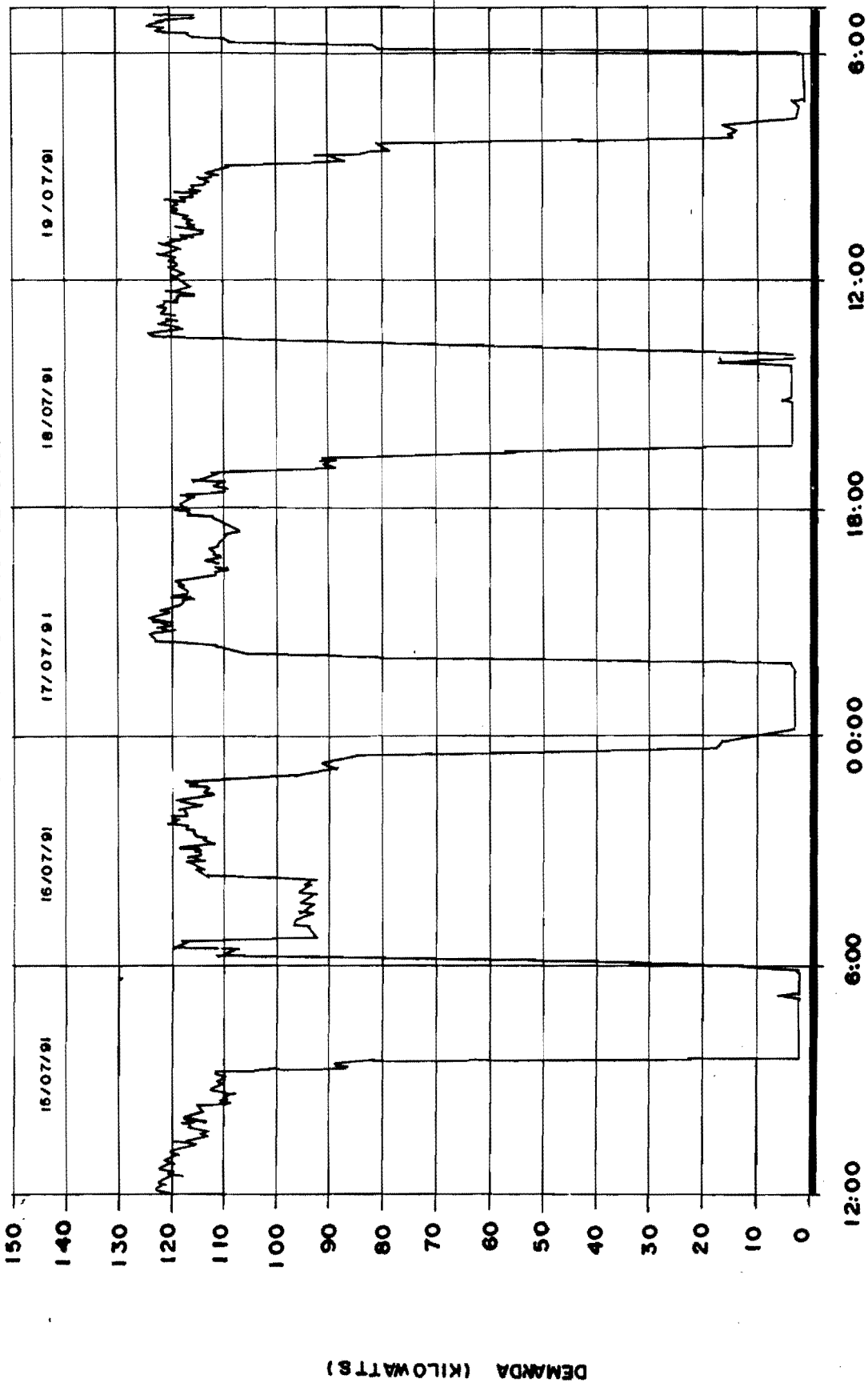
Posteriormente, se realizó un registro de 24 horas -- del consumo y demanda de cada uno de los dos elevadores, así como del Sistema de lavado de aire y extracción. VER FIG. (13,14 Y 15)

Después se procedió a registrar lo correspondiente al sistema de bombeo (hidroneumatico), centro de copiado y a cada Tablero en los pisos en forma independiente-- (VER FIG. 16 Y 17).

En la TABLA 5 Y FIG. 14 Y 15 se indican por la demanda y consumo desglosados por tipo de carga.

I.S.S.T.E. AV. JUAREZ N° 134

DE 15 AL 19 DE JULIO DE 1991

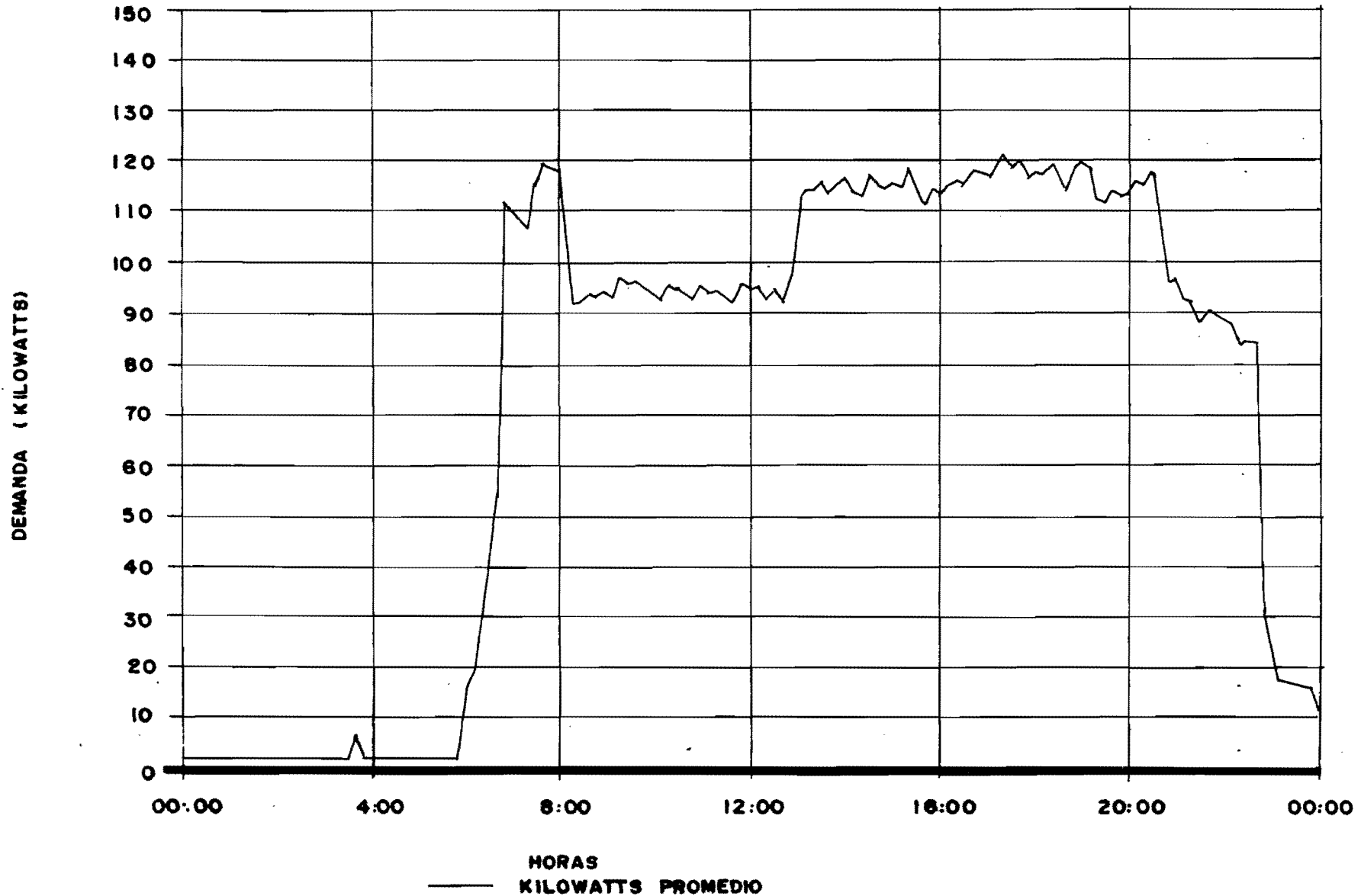


HORAS
KILOWATTS PROMEDIO

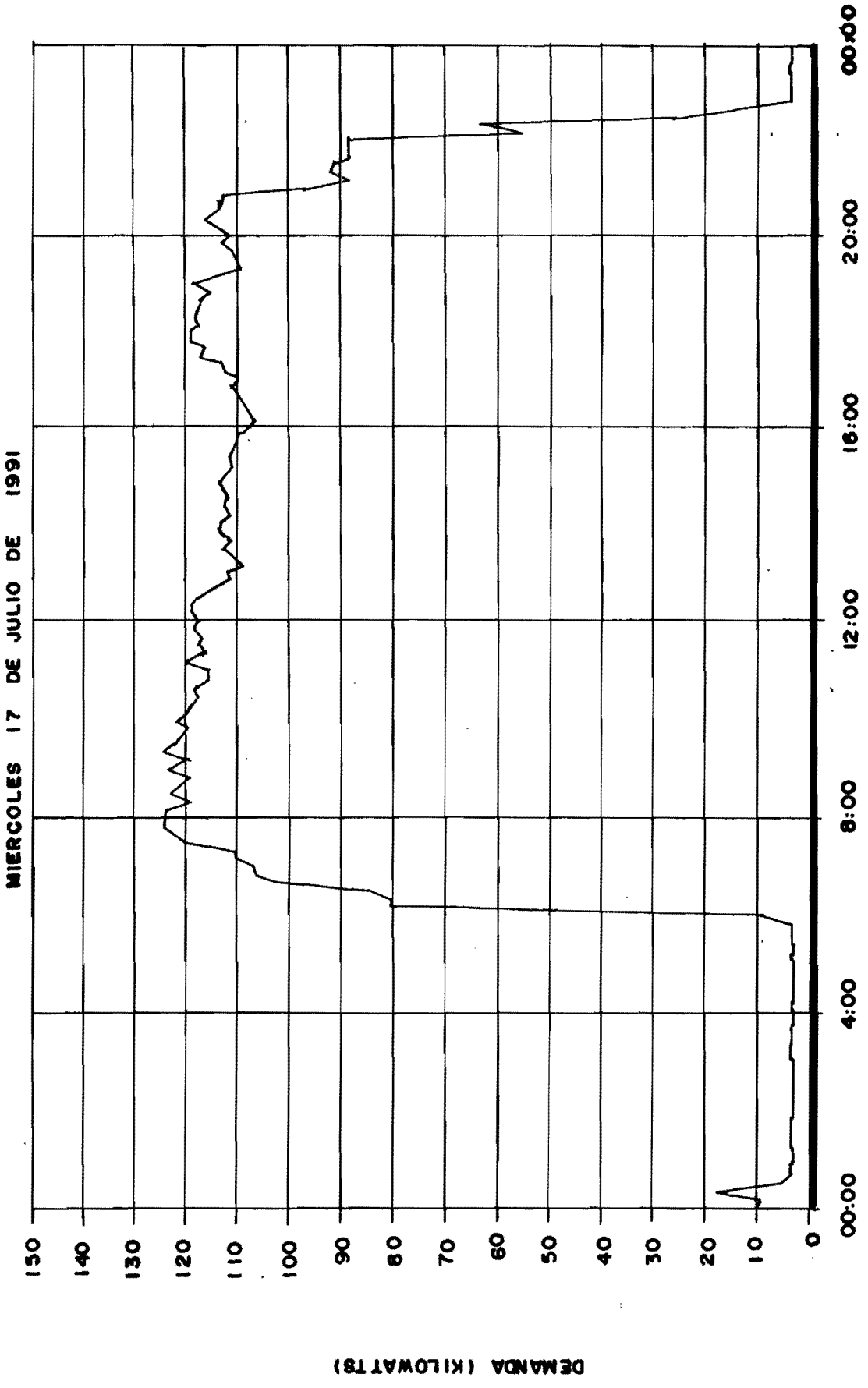
(FIG. 5)

I.S.S.T.E. A.V JAREZ N° 134

MARTES 16 DE JULIO DE 1991



(FIG. 6)

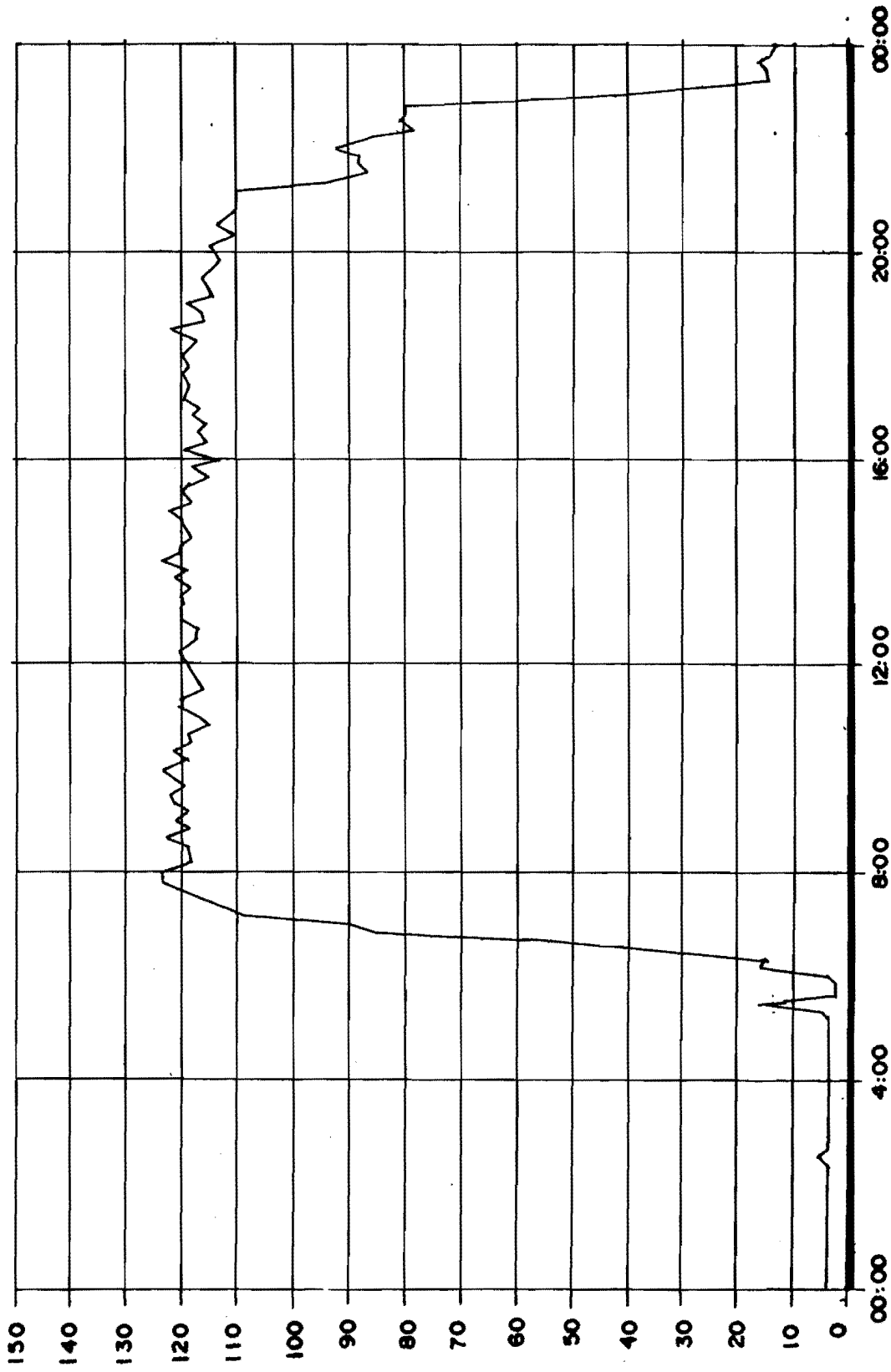


DEMANDA (KILOWATTS)

— HORAS
— KILOWATTS PROMEDIO

(FIG. 7)

JUEVES 18 DE JULIO DE 1991

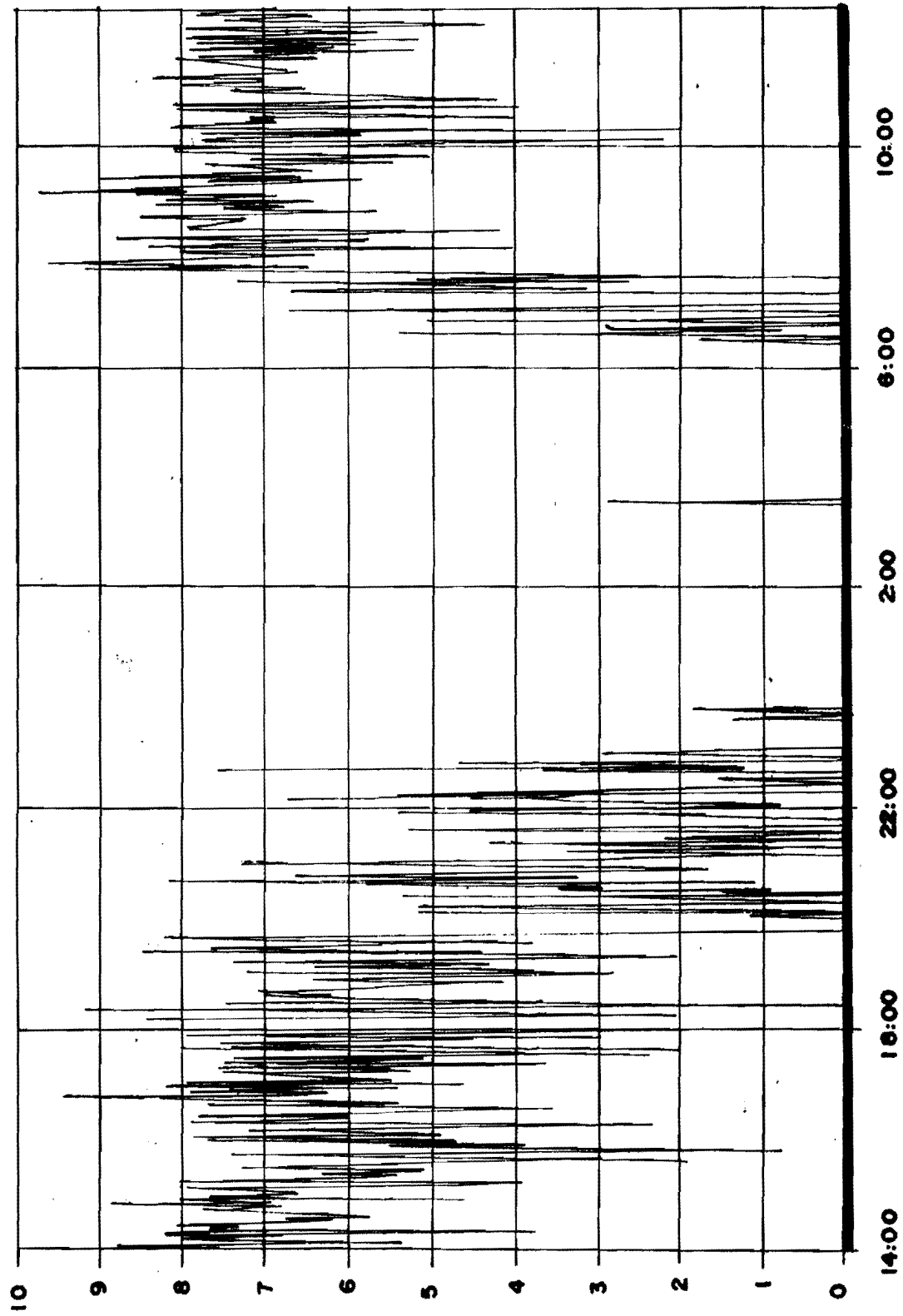


DEMANDA (KILOWATTS)

HORAS
— KILOWATTS PROMEDIO
(F16.8)

I.S.S.S.T.E. A.V. JUAREZ N° 134

ELEVADOR "A" 22 Y 23 DE JULIO DE 1991



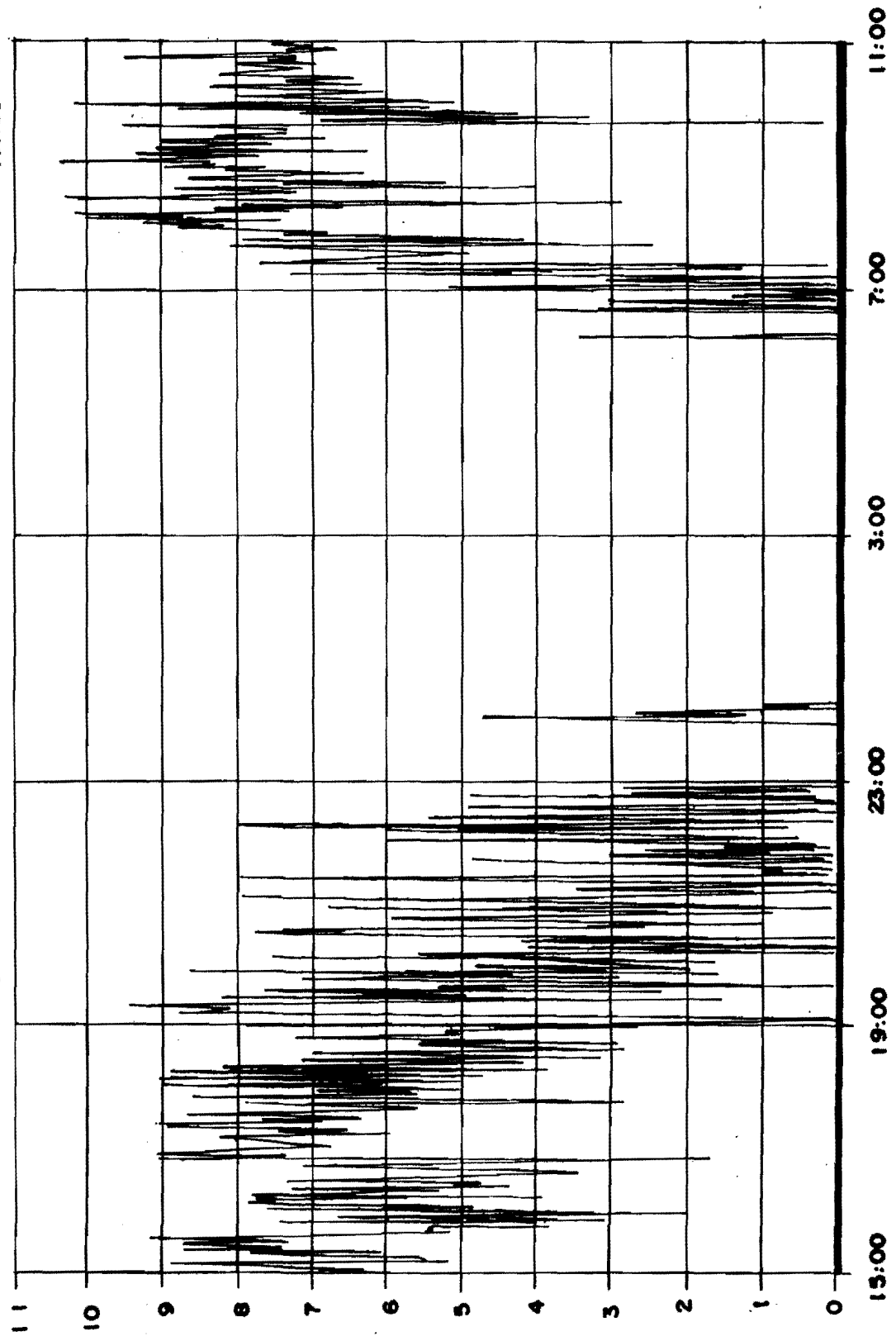
**HORAS
KILOWATTS PROMEDIO
(FIG. 9)**

DEMANDA (KILOWATTS)

I.S.S.T.E. A.V. JUAREZ N°134

ELEVADOR "B" 23 Y 24 DE JULIO DE 1991

fuerzo

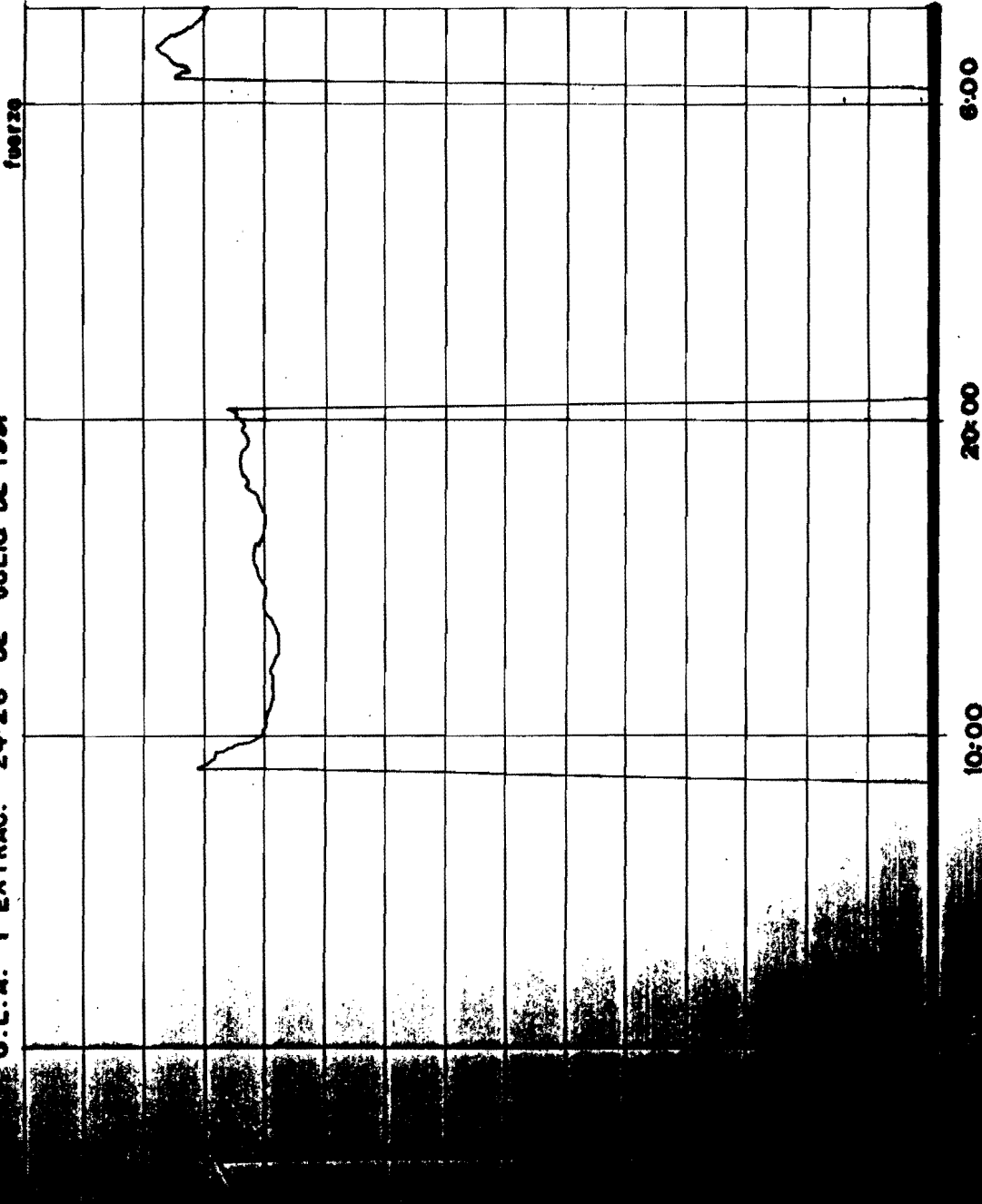


DEMANDA (KILOWATTS)

HORAS
DEMANDA KILOWATTS
(FIG. 10)

U.S.S.T.E. AV. JUAREZ N°134

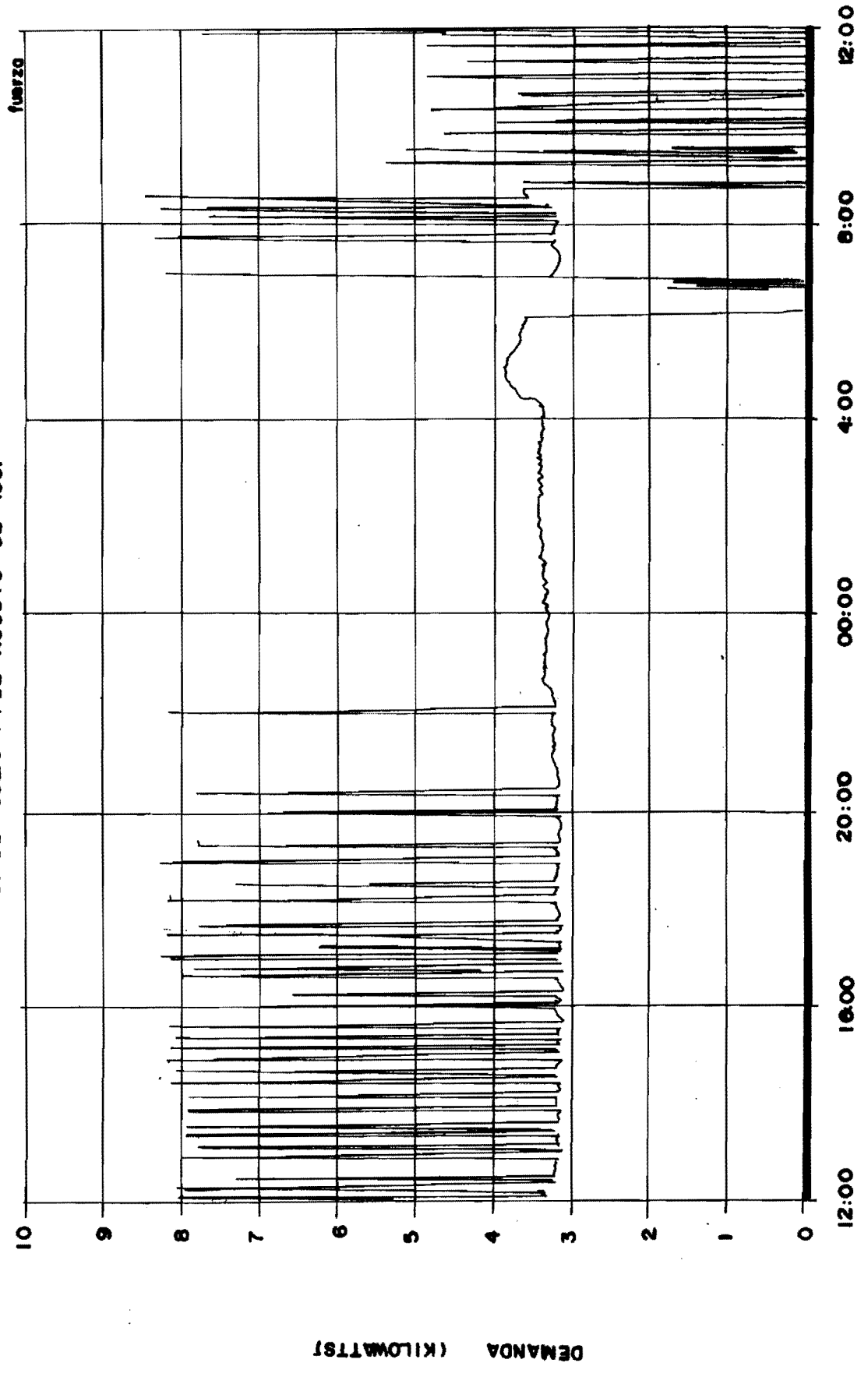
U.L.A. Y EXTRAC. 24-26 DE JULIO DE 1991



HORAS
SERVANDA PROMEDIO
(FIG. II)

I.S.S.S.T.E. AV. JUAREZ N° 134

31 DE JULIO Y 1 DE AGOSTO DE 1991

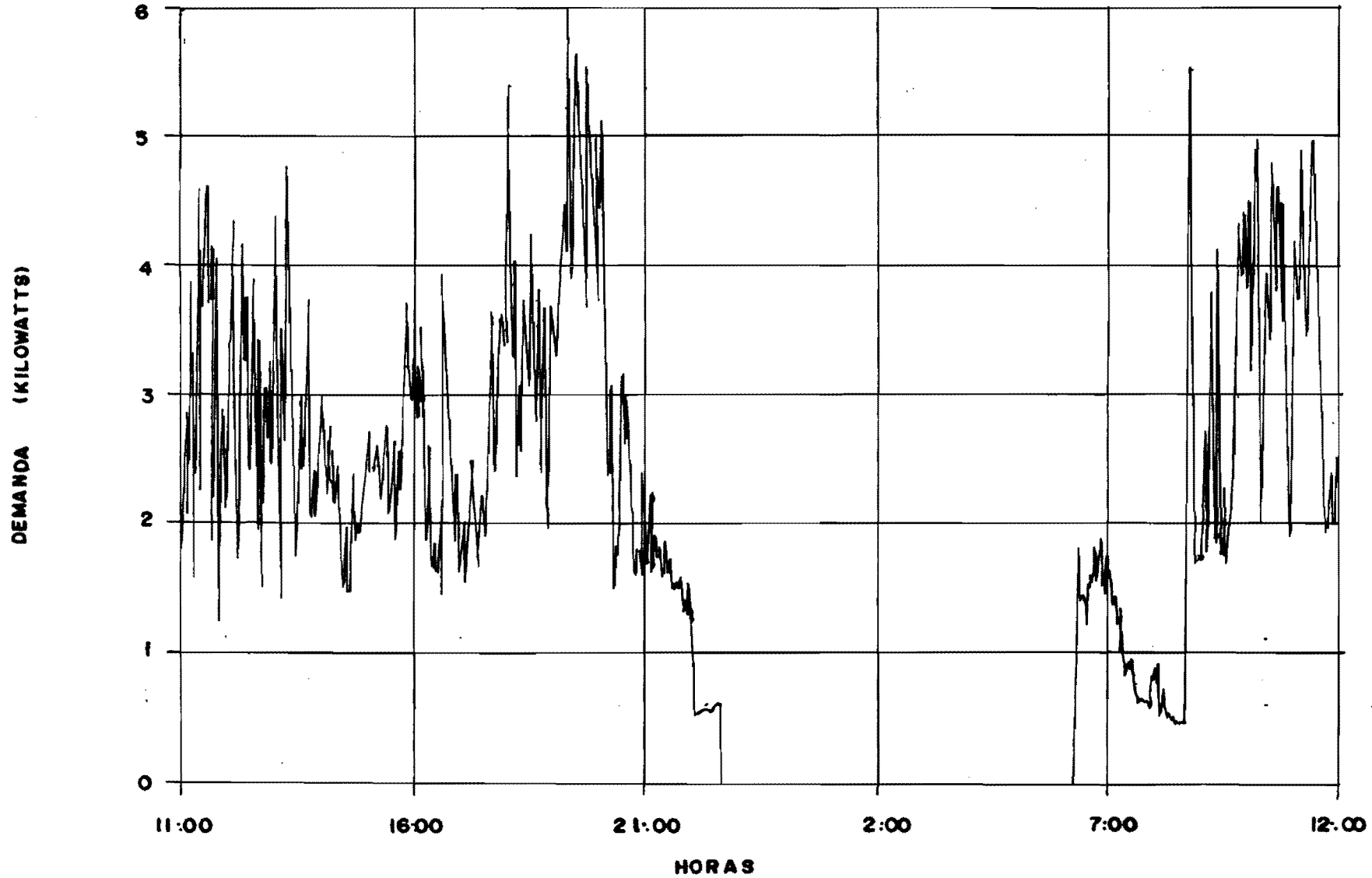


DEMANDA PROMEDIO BOMBAS DE AGUA

(FIG. 12)

I.S.S.T.E. A.V. JUAREZ N°134

CTRO. DE COPIADO 29 - 30 DE JULIO DE 1991



I.S.S.S.T.E. AV. JUAREZ # 134

DEMANDA Y CONSUMO DESGLOSADOS POR TIPO DE CARGA

DESCRIPCION DE LA CARGA	CONSUMO MENSUAL Kwh	% DEL TOTAL	DEMANDA MAXIMA	% DEL TOTAL KW
ALUMBRADO	30,800kwh	67.1	79.5 kw	61.2
ELEVADORES	3,860kwh	8.4	10.3 kw	7.9
AIRE LAVADO Y EXTRACTORES	6,540kwh	14.2	21.8 kw	16.8
EQUIPO DE OFICINA	2,400kwh	5.2	12.7 kw	9.8
BOMBAS	1,290KWH	2.8	3.2 KW	2.5
FOTOCOPIADO Y OFFSET	1,030Kwh	2.2	2.5 Kw	1.9
T O T A L	45,920kwh	100	130 kw	100

TABLA = 5

I.S.S.S.T.E. AV. JUAREZ # 134

CONSUMO DESGLOSADO POR CARGA

(MEDIDOS POR MES)

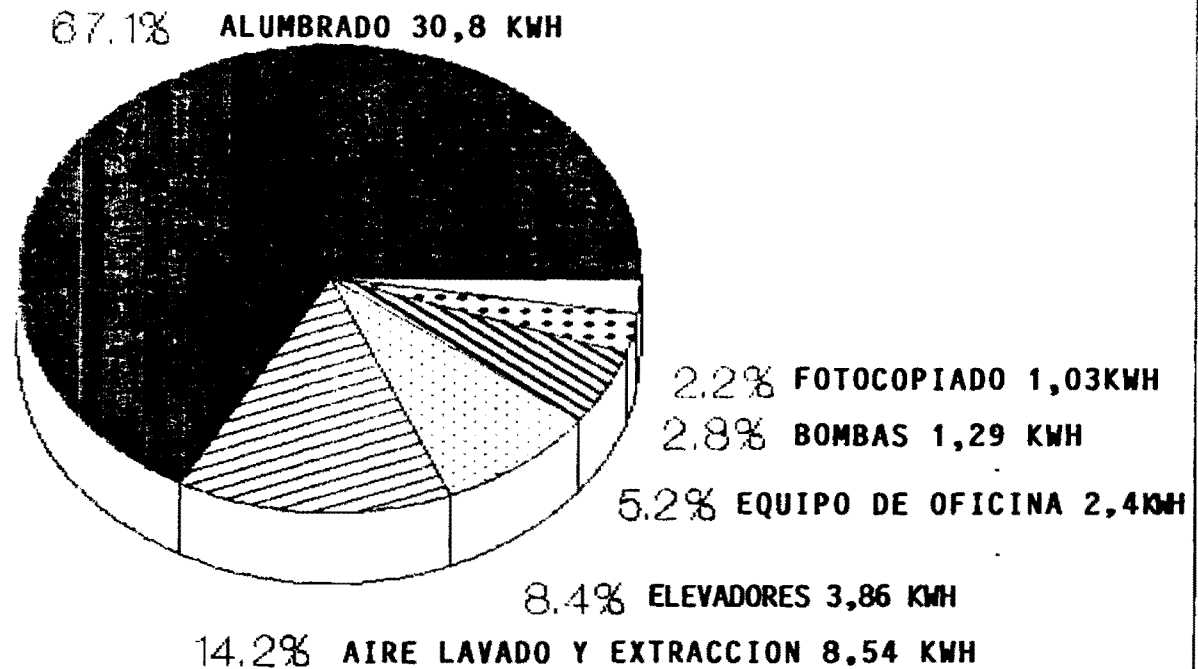


FIGURA 14

I.S.S.S.T.E. AV. JUAREZ # 134

DEMANDA MAX. DESGLOSADA POR CARGA

ALUMBRADO 79.5 KW

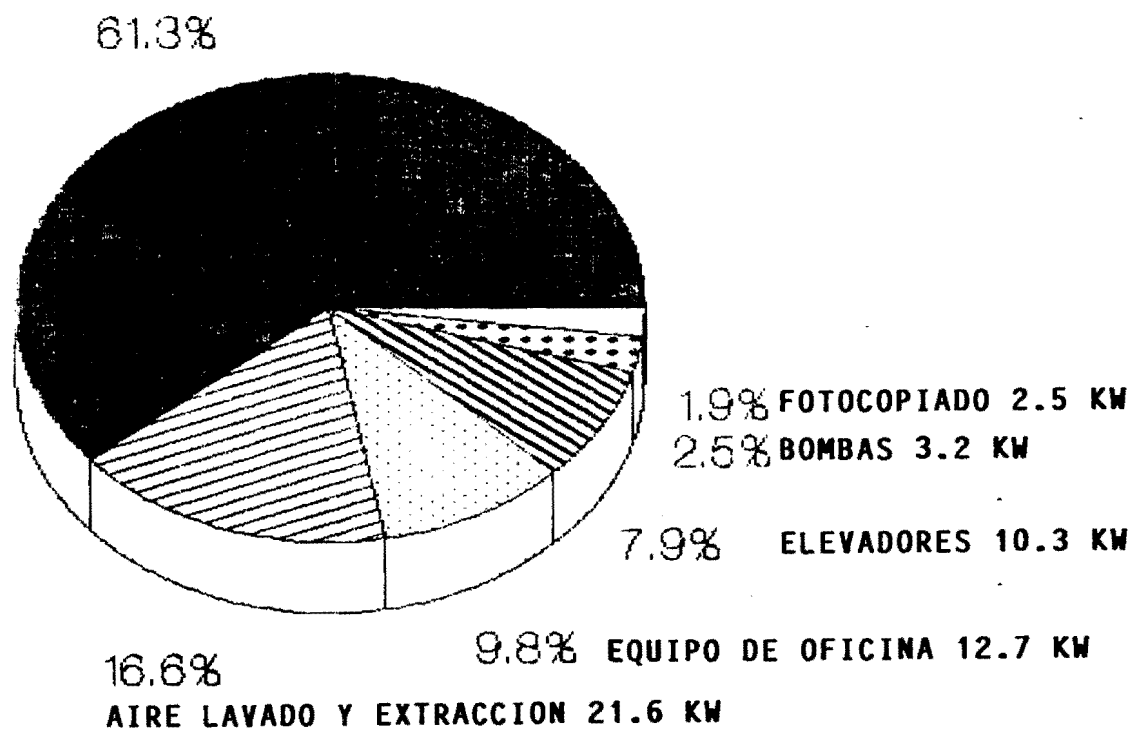


FIGURA 15

5.2.1.4.- ESTUDIO POR CARGAS Y USO DE LA ENERGIA

Se efectuó un levantamiento en campo exhaustivo de todas las cargas; se comprobó que toda la información contenida en los planos mencionados en el punto 5.2.1.2 correspondiera a la realidad. (Identificación de circuitos de alumbrado y de contactos, capacidad de los interruptores termomagnéticos)

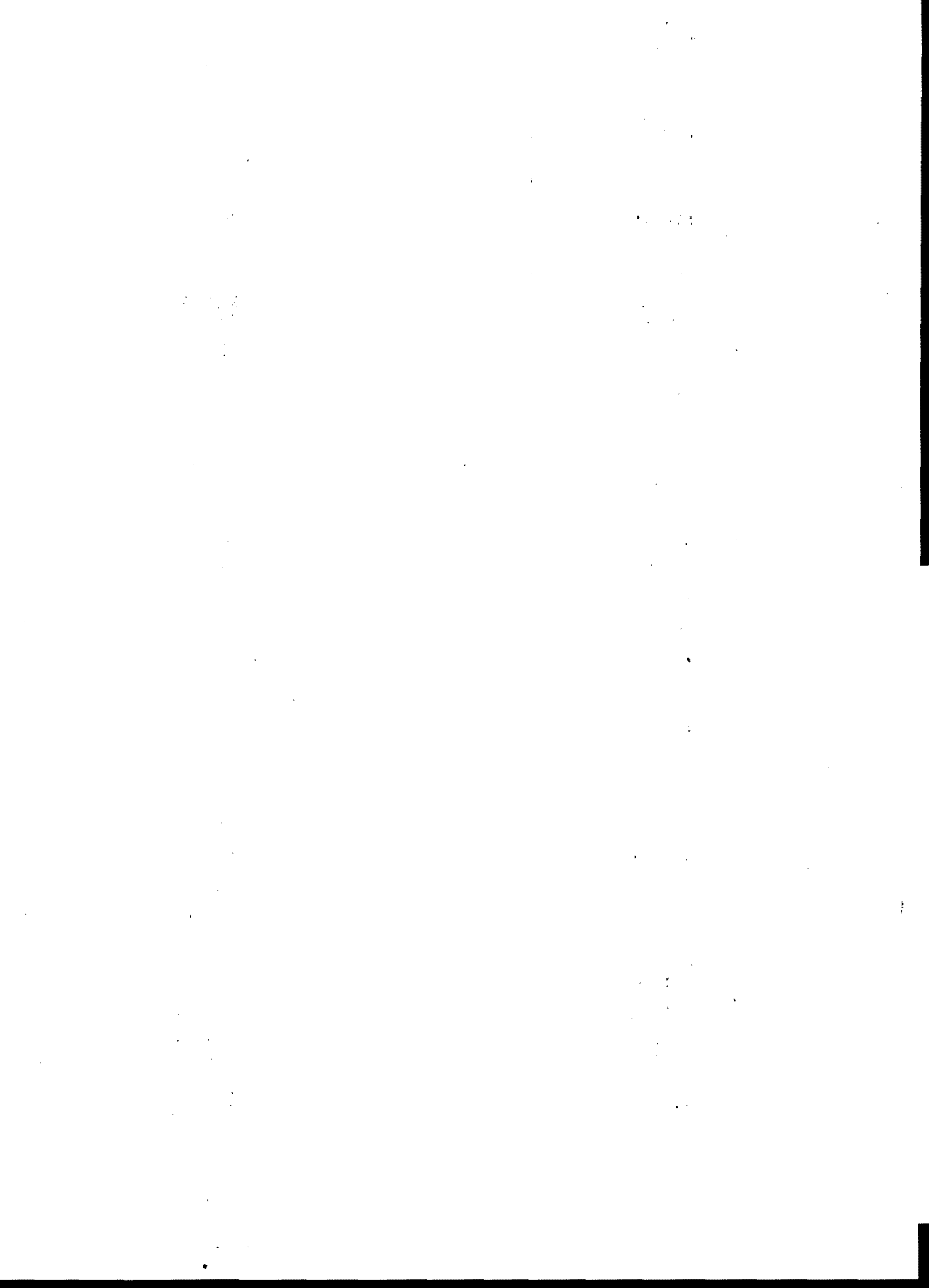
Se tomaron lecturas en cada una de las tres fases de todos los tableros de alumbrado, contactos y motores

Se tomaron también los datos de placa de todos los equipos auxiliares, haciendo al mismo tiempo una revisión general de la eficiencia de los mismos (TABLA 16)

Se realizó un levantamiento en detalle de toda la carga que representa el equipo de oficina (Computadoras, Máquinas de escribir, etc). (TABLA 17)

Se obtuvo una relación completa por planta y por horarios del personal del edificio para conocer a fondo las costumbres y la ocupación por áreas en función del tiempo. (TABLA 18).

A continuación se anexan todas las tablas resultantes de dicho levantamiento.



I.S.S.S.T.E. AV. JUAREZ # 134

SISTEMA HIDRONEUMATICO

BOMBAS DE AGUA (2)

DATOS DE PLACA

MARCA: ASEA
 3 c - 50 Hz
 3500 RPM
 A DE LINEA: 8.8/13.8 A
 VOLTAJE: 440/220 V
 C.P. 5.0
 OPERACION CONTINUA
 FACTOR DE SERVICIO: 1.15
 DISEÑO B AISLAMIENTO F

COMPRESOR

DATOS DE PLACA

TIPO: 3 c ABIERTO
 NEMA B
 CICLAJE: 60 Hz
 VOLTAJE: 220 V Y Y/440 V Y
 CORRIENTE: 2.1/ 1.1 A
 RPM: 1730
 C.P. 0.5
 FACTOR DE SERVICIO : 1.25

SISTEMA CONTRA INCENDIO

BOMBAS DE AGUA

DATOS DE PLACA

MARCA: GENERAL ELECTRIC
 DISEÑO B AISLAMIENTO F
 C.P. 7.5
 60 Hz 3c
 VOLTAJE: 220/440 V
 A DE LINEA: 21.5/11 A
 RPM 3450
 FACTOR DE SERVICIO: 1.0

ELEVADORES

MOTOR ELEVADORES

DATOS DE PLACA

MARCA: SCHINDLER
 TIPO: 3 c
 VOLTAJE: 215 V
 CORRIENTE: 39.0 / 48.0 A
 CONSUMO: 10.0 / 2.2 Kw
 1500/333 V/Min
 60/80 Hz
 1800/400 v/Min
 2 INTERRUPCIONES/SEG
 240 V EN C.A.
 C.P. POLOS
 7.5 3
 3 2

SISTEMA DE AIRE LAVADO

MOTOR U.L.A. (3)

DATOS DE PLACA

MARCA: FLAKT
 MODELO: VPBO 4 X 8
 C.P. 7.5. RPM:1745
 VOLTAJE: 440/220. 3
 AMP: 10/20
 F.S.: 1.0 CAVE KVA V
 TEMP: 40 C
 N- MBBF-12861
 TIPO MBT 213(1325)-4

MOTOR EXTRACTOR

DATOS DE PLACA

MARCA: SIEMENS
 MODELO: ILA2148-4YK3
 C.P. 5. RPM: 1730. 3
 VOLTAJE: 220/440 Y.Y
 AMP. 14.2/7.1
 TEMP: 40 C
 FREC: 60 Hz
 AISLAMIENTO TIPO 'B'

RELACION DE LA CARGA TOTAL EN EQUIPO DE OFICINA

P I S O S

EQUIPO	CARGA WATTS	PB	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL	CARGA TOTAL
COMPUTADORA	150	33	3		7	1		6	3	53	7950
IMPRESORA	115	3	1		3			3	1	11	1265
MAQ. DE ESCRIBIR	50	11	29	33	23	19	15	15	7	152	7600
FRIGOBAR	1900	1	1		1	1		1	1	6	11400
E/C DE AGUA	740	5	2	2	4	2	4	1	1	21	15540
SUMADORA	20	2		11	5	5	5		4	32	640
CAFETERA	1000	1	2	1	2	2		2	1	11	11000
VENTILADOR	70	3	11	3	5	6	5	2	2	37	2590
COPIADORA	1800	7			1					8	14400
LECTOR MICROFILM	540			5		1				6	3240
PARRILLA	750			2					2	4	3000
OFFSET	870	5								5	4350
SECADORA (OFFSET)	850	1								1	850
ENGARGOLADORA	920	1								1	920
FRANQUEADORA	400	1								1	400

CARGA TOTAL DEL EDIFICIO EN EQUIPO DE OFICINA

(WATTS)

85.145

I.S.S.S.T.E. AV. JUAREZ # 134

RELACION DEL PERSONAL POR HORARIOS

P I S O S

HORARIO	P.B.	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
7:00 15:00		1			1				2
7:00 15:30		1							1
7:00 16:00	1	1				1			3
7:30 14:00		2							2
8:00 14:30		2		11		3			16
8:00 15:00		1	13		4				18
8:00 16:00								2	2
8:00 17:00	36	16	38			17	11	1	119
8:30 15:00		5		20	8				32
8:30 17:30	3	1							4
8:00 15:30	1	3						4	8
9:00 17:00		1							1
9:00 18:00	1	3	14	9	2			1	30
00 15:00 Y17:00 19:00		23	11	13	27	17	12	4	107
5:00 20:00	3								3
9:30 16:00		1			2				3
9:30 18:30		1							1
00 15:00 Y17:00 20:00		1				1		2	4
13:30 20:00									
14:00 22:00		1						1	2
15:30 22:00		5		2	2	5	2		16
16:00 22:00	1	3						1	5
30 15:00 Y17:00 22:00 2			7	10	9	4	9		41
T O T A L	47	72	83	65	53	48	35	16	420

TABLA - 18

5.2.1.4.1.- A continuación se presenta un ejemplo para determinar las características tanto de diseño como de operación, así como la ganancia de calor debida a las condiciones ambientales (en este caso se trata de la planta tipo-1,2,3,4,5,6)

LUGAR: MEXICO, D.F.

ALTURA: SOBRE EL NIVEL DEL MAR: 2240 M (7347 ft)

LATITUD GEOGRAFICA: 19° 25' NORTE

PRESION BAROMETRICA: 585

FACTOR DE CORRECCION DE DENSIDAD: 585 760 mmHG - 0.77

CONDICIONES EXTERIORES: (VERANO)

TEMPERATURA BULBO SECO: 32° C 89.6 °F

TEMPERATURA BULBO HUMEDO: 19° C 66.2 °F

TEMPERATURA DE ROCIO: 56.2 °F

RANGO DIARIO DE TEMPERATURA: 18.15°F

RANGO ANUAL DE TEMPERATURA: 57.6 °F

MES MAS CALUROSO: MAYO

HUMEDAD ESPECIFICA: 90 gramos / Lb

ENTALPIA: 35.7 BTU/Lb

HUMEDAD RELATIVA: 30.6 BTU/Lb

CONDICIONES INTERIORES: (VERANO)

TEMPERATURA BULBO SECO: 23.33 ° C 74 °F

TEMPERATURA BULBO HUMEDO: 60.2°F

TEMPERATURA DE ROCIO: 53.9°F

HUMEDAD ESPECIFICA: 83 gramos/Lb

ENTALPIA: 30.6 BTU/Lb

HUMEDAD RELATIVA: 50% BTU/Lb

CONDICIONES PARTICULARES:

TIEMPO DE OPERACION DEL EQUIPO: 16 HORAS POR DIA

VOLTAJE DISPONIBLE: 220 V 3F 60 Hz

PESO MUROS INTERIORES: 60 Lb/ft

PESO TECHO INTERIOR: 100 Lb/ft

PESO DEL AREA DE PISO; ----

TIPO DE CRISTAL: ESPEJO

TIPO DE SOMBRA: EXTERNA

PERSIANAS: NO

CORTINAS: NO

CARGA DE ALUMBRADO: 84 LAMPx 4 TUBOSx 20 WATTS = 8400W

Nº DE PERSONAS: 74

COEFICIENTES "U" DE TRANSMISION:

CRISTAL 0.80

TODO CRISTAL 1.1.

PARED EXTERIOR (VERANO) 0.46

PARED INTERIOR (VERANO) 0.35

TECHO EXTERIOR (VERANO) 0.25

CALCULO PARA SISTEMAS DE AIRE LAVADOLOCAL: PLANTA BAJA

$$\text{AREA: } 291.24 \text{ m}^2 \times 3.2 \text{ m.} = 932 \text{ m}^3 = 32922 \text{ ft}^3$$

CONSIDERANDO 12 CAMBIOS POR HORA TENEMOS

$$32922 \text{ ft}^3 \times (12 \text{ CAMBIOS} / 60) = 6584 \text{ ft}^3/\text{min.}$$

LOCAL: 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º NIVEL

$$\text{AREA: } 461.62 \text{ m}^2 \cdot \times 2.62 \text{ m.} = 1183 \text{ m}^3. = 41768.5 \text{ ft}^3$$

CONSIDERANDO 12 CAMBIOS POR HORA TENEMOS

$$41768.5 \text{ ft}^3 \times (12 \text{ CAMBIOS} / 60) = 8354 \text{ ft}^3/\text{min.}$$

LOCAL: 7º NIVEL

$$\text{AREA: } 152.07 \text{ m}^2. \times 2.62 \text{ m.} = 411.39 \text{ m}^3. = 14522 \text{ ft}^3.$$

CONSIDERANDO 12 CAMBIOS POR HORA TENEMOS

$$14522 \text{ ft}^3 \times (12 \text{ CAMBIOS} / 60) = 2904 \text{ ft}^3/\text{min.}$$

Por lo tanto la Subestación debe alimentar algunas necesidades de potencia reactiva ya que el motor síncrono no es tan grande para alimentar todas las necesidades de **kVAR**, pero el factor de potencia de -- 0.95 atrasado esta dentro de la normatividad actual, y que se menciona en el **punto 4.3**.

En la **figura 4.19** se aprecia construcción del Diagrama Vectorial de Cargas.

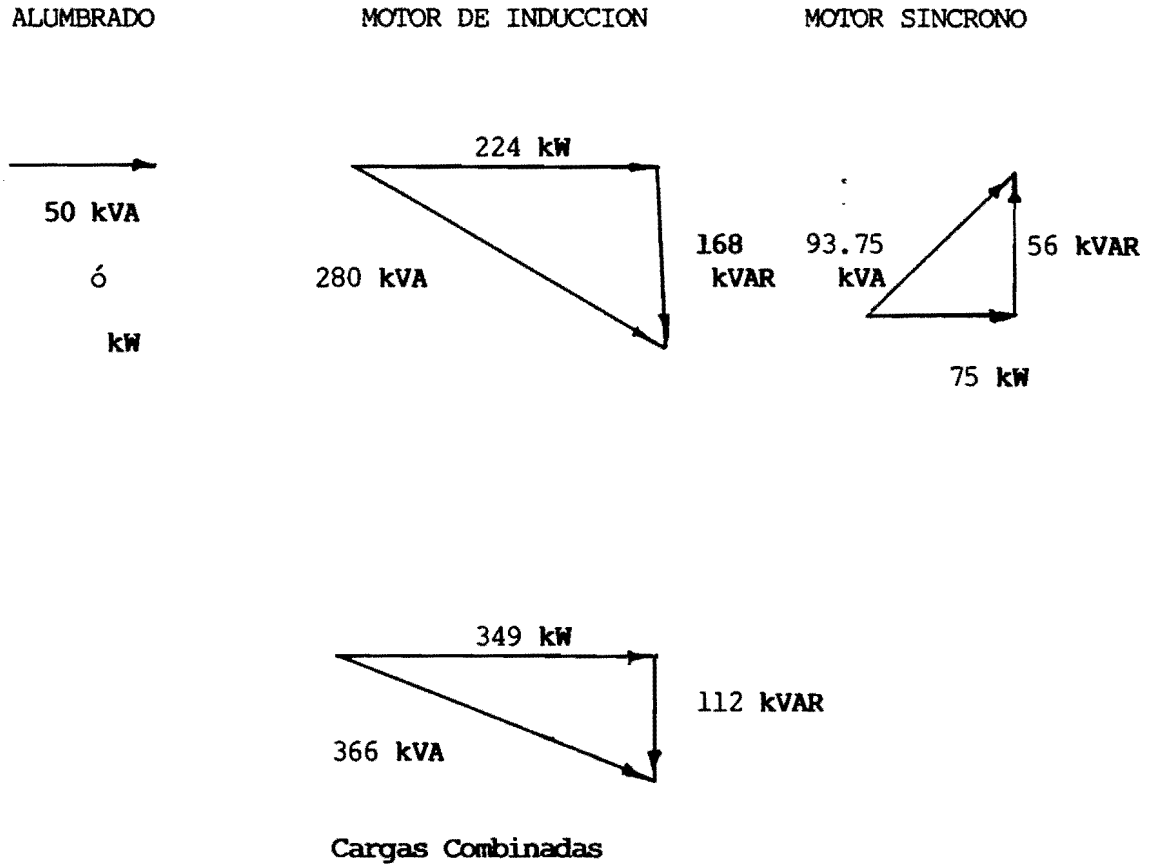


Fig. 4.19

c).- LOCALIZACION DE LOS CAPACITORES

Para un grupo de cargas los capacitores pueden ubicarse en las posiciones C4 y C5 de la Fig. 4.13 y debido a que se conectan sobre un alimentador principal, se debe instalar un medio de desconexión y protección contra sobre corriente para dicho banco.

Quando los capacitores se seleccionan para ser conectados permanentemente sobre los alimentadores, se debe tener la precaución de que la capacidad en kVARc nominal de los capacitores no exceda del 10% de los kVA nominales del transformador, tal como se indica en el siguiente artículo.

NTIE -406.20 COMPENSACION DE TRANSFORMADORES

Quando se corrija el factor de potencia en un transformador con capacitores de potencia instalados en el secundario del mismo y exista la posibilidad de que el transformador opere en vacío con los capacitores, la potencia reactiva (kVAR) de los capacitores, no debe exceder al 10 por ciento de la potencia nominal (kVA) del transformador.

4.3.6.3.- REACTANCIAS DE CHOQUE Y FILTROS DE ARMONICAS

La condición de la norma se debe principalmente a que bajo condiciones de vacío del transformador puede entrar en resonancia por los capacitores.

Para evitar los problemas de resonancia con las armónicas, se debe verificar que la frecuencia de resonancia entre la inductancia del transformador y el capacitor instalado para corregir el factor de potencia esté lo suficientemente alejada de las frecuencias armónicas más comunes.

La frecuencia de resonancia se calcula con las siguientes formulas.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots 4.36$$

$$f_0 = f \sqrt{\frac{P_{cc}}{P_c}} = f \sqrt{\frac{kVA_{cc}}{kVAR_c}} \dots\dots 4.37$$

ULA-1 (UNIDAD LAVADORA DE AIRE)

MARCA.-----FLAKT

MODELO.-----VPBO 4 X 8

LOCALIZACION.-----AZOTEA DE 6º NIVEL

MOTOR.-----7.5 H.P. 220-3-60

SERVICIO.-----PLANTA BAJA, 1º Y 2º NIVEL

CANTIDAD DE AIRE EN PLANTA BAJA.-----6584 ft³/min.

CANTIDAD DE AIRE EN 1º NIVEL.-----8354 ft³/min.

CANTIDAD DE AIRE EN 2º NIVEL.-----8354 ft³/min.

TOTAL 23292 ft³/min.

ULA-2 (UNIDAD LAVADORA DE AIRE)

MARCA.-----FLAKT

MODELO.-----VPBO 4 X 8

LOCALIZACION.-----AZOTEA DE 6º NIVEL

MOTOR.-----7.5 H.P. 220-3-60

SERVICIO.-----3º Y 4º NIVEL

CANTIDAD DE AIRE EN 3º NIVEL.-----8354 ft³/min.

CANTIDAD DE AIRE EN 4º NIVEL.-----8354 ft³/min.

TOTAL 16708 ft³/min.

ULA-3 (UNIDAD LAVADORA DE AIRE)

MARCA.-----FLAKT

MODELO.-----VPBO 4 X 8

LOCALIZACION.-----AZOTEA DE 7º NIVEL

MOTOR.-----7. 5 H.P. 220-3-60

SERVICIO.-----5º, 6º Y 7º NIVEL

CANTIDAD DE AIRE EN 5º NIVEL.-----8354 ft³/min.

CANTIDAD DE AIRE EN 6º NIVEL.-----8354 ft³/min.

CANTIDAD DE AIRE EN 7º NIVEL.-----2904 ft³/min.

TOTAL 19612 ft³/min.

DE ACUERDO CON EL TAMAÑO DEL DUCTO EL VENTILADOR ESTA MANEJANDO 15000 ft³/min.

POR LO TANTO TENEMOS:

LA ULA-1 REQUIERE 23292 ft³/ min. CONTRA 15000 ft³/min.

ESTA UNIDAD TRABAJA CON UNA EFICIENCIA DE 64 %

LA ULA-2 REQUIERE 16708 ft³ /min. CONTRA 15000 ft³/min.

ESTA UNIDAD TRABAJA CON UNA EFICIENCIA DE 89.7 %

LA ULA-3 REQUIERE 19612 ft³/ min. CONTRA 15000 ft³/min.

ESTA UNIDAD TRABAJA CON UNA EFICIENCIA DE 76 %

RESUMEN DE CARGAS TERMICAS

NIVEL	BTU/HR	TON.REF	ft ³ /min.
PLANTA BAJA	110152	9.17	6862
1º NIVEL	150238	12.51	7862
2º NIVEL	143380	11.94	7168
3º NIVEL	161576	13.46	8569
4º NIVEL	152604	12.71	7925
5º NIVEL	129564	10.79	6913
6º NIVEL	143524	11.96	8662
7º NIVEL	79089	6.60	4814
CARGA GLOBAL	1007353	83.94	

ANALISIS DE PERFIL DE DEMANDA DE LOS ELEVADORES.

5.2.1.4.2.- La potencia nominal de cada uno de los dos elevadores del edificio, como se puede constatar en los datos de placa es de 7.5 HP (5.6 KW). (VER TABLA 16).

La curva típica por viaje, se puede apreciar en las gráficas de la Fig. (9 y 10) en donde observamos - - picos momentáneos de aproximadamente 10 KW; estos picos corresponden al arranque del motor (1.25 veces la corriente nominal), freno del elevador, y puertas del mismo, los cuáles no son representativos como podemos observar de estas gráficas donde los muestreos son de 1 segundo pero los promedios de graficación tomados - son de 2 minutos; Podemos apreciar que los valores máximos de demanda llegan a los 9.5 KW y al consumo promedio se encuentra en el orden de los 5 a 6 KW de las 7 a las 19 horas, con un promedio de 3 a 4 KW de las 19 a 23 horas y con un valle de las 23 a las 7 horas de 0.2 KW (Correspondiente al consumo electrónico de los tableros).

Del recorrido por la Sala de Máquinas (Ubicada en la Azotea del Edificio), pudimos constatar que la tecnología empleada es muy reciente, y que ofrece los siguientes beneficios.

a) El sistema de ambos operadores es en modo "DUPLEX", es decir las cabinas atienden las "llamadas" más próximas evitando que ambas acudan al mismo piso.

b) El "Accionamiento" eléctrico es estático (Semiconductores), lo cuál reduce pérdidas por calentamiento - como en el caso de accionamientos antiguos, donde frecuentemente se utilizan resistencias para el Shuntado - de los motores.

c) El alumbrado de las cabinas es desconectado, después de un corto tiempo, cuando el elevador no ha sido "llamado"

La diferencia de promedios de consumo entre las horas matutinas y las horas vespertinas es debida a los siguientes factores:

- Número de pasajeros por viaje
- Frecuencia de viajes

El ahorro potencial en éstas máquinas es el siguiente:

FACTOR HUMANO:

En algunas personas existe el vicio de "llamar" al elevador en las dos direcciones (Subir/Bajar), cuando se encuentran en pisos intermedios; sí bien el Elevador más cercano atiende la "llamada" en una dirección determinada, en el lapso de tiempo en que hace su recorrido con el pasajero abordo, la "llamada" en la dirección opuesta la atenderá el otro elevador, y una vez que éste llegué al piso donde se originó la "doble llamada", ya no estará el pasajero, traduciendo este viaje en un desperdicio.

El ahorro potencial es muy difícil estimarlo

Pero la solución práctica es instalando letreros ó bien concientizar al personal

FACTOR AUTOMATICO:

Como se puede apreciar en la gráfica (Ver Fig. 16), donde se representa la ocupancia del edificio, en el horario vespertino la cantidad de personal es menor, si se desconecta automáticamente uno de los elevadores de las 19 a las 7 horas del día siguiente podemos valorar un ahorro aproximado de 7 KW de las 19 horas a las 23 horas diariamente; considerando 20 días hábiles al mes:

El ahorro potencial es de 560 KW/hr mensuales

5.2.1.4.3.- Se realizó una revisión, general del sistema de bombeo en la cual se constató la inexistencia de fugas en las trayectorias visibles de tuberías.

5.2.1.4.4.- En lo que respecta al levantamiento de la iluminación, se anexan los formatos en los que se anotaron los datos necesarios para realizar un análisis a fondo, del cual se extraerán, en la segunda etapa de este estudio, las recomendaciones, modificaciones y adiciones convenientes. (VER TABLAS 19,20 Y 21).

Además, se tomaron fotografías de la iluminación y de las características de todas las diferentes áreas para poder efectuar un análisis mucho más preciso y dinámico.

I.S.S.S.T.E. AV. DE LA REPUBLICA N° 134

DATOS DE ILUMINACION INTERIOR

P.B. (OTORGAMIENTO DE CREDITO)

N°	DESCRIPCION	DIMENSION			ALT. MONT.	REFLECTANCIA			TIPO LUM.	N° LAMP.	CANT. LUMIN.	WATTS		TOTAL WATTS	HORAS OPER.	COND. LUM.	W/M2	KWH AÑO	HORAS D/N	ALTURA PLANO TRAB.	LUXES PROM.
		L	A	AREA		TECHO	PARED	PISO				LAMP.	LAMP.								
1	AREA GENERAL DE ESCRITORIOS	14.	9.2	129	3.25	63	35	65	F	4	24	20	2496	14	NORM.	19.2	8387	8/3	0.75	192	
2	PRIVADO	4.7	2.4	11.	3.25	63	35	65	F	4	2	20	208	14	NORM.	18.4	699	8/3	0.75	196	
3	PRIVADO EJECUTIVO	4.7	4.5	21.	3.25	63	35	65	F	4	4	20	416	14	NORM.	19.7	1398	8/3	0.75	217	
4	PASILLO CENTRAL	23	4.7	108	3.25	63	35	65	F	4	20	20	2080	14	NORM.	19.2	6989	8/3	0.75	168	
5	ALA CON VENTANAS	22	3.9	88	3.25	63	35	65	F	4	15	20	1560	14	NORM.	17.6	5242	8/3	0.75	268	

TABLA 19

DATOS DE ILUMINACION INTERIOR

P.B. (VARIOS)

N°	DESCRIPCION	DIMENSION			ALT. MONT.	REFLECTANCIA			TIPO LUM.	N° LAMP.	CANT. LUMIN.	WATTS LAMP.	TOTAL WATTS	HORAS OPER.	COND. LUM.	W/M2	KWH AÑO	HORAS D/N	ALTURA PLANO TRAB.	LUXES PROM.
		L	A	AREA		TECHO	PARED	PISO												
1	FOTOCOPIADO Y OFFSET	10.	7.4	77.	2.2	63	35	65	F	4	14	20	1456	15	NORM.	18.7	5242	10/3	0.75	196
2	BODEGA (FOTOCOPIADO)	3.8	3.3	12.	2.2	63	35	65	F	4	2	20	208	15	NORM.	16.6	749	1/2	0.75	126
3	CENTRO DE SERV.(AREA	11.	8.3	96.	2.2	63	35	65	F	4	12	20	1248	15	NORM.	13.0	4493	10/3	0.75	198
4	PRIVADO (CENTRO DE S.	3	2.4	7.2	2.2	63	35	65	F	4	2	20	208	15	NORM.	28.9	749	10/3	0.75	195
5	PRIVADO EJEC.(CTRO.)	3.9	2.4	9.3	2.2	63	35	65	F	4	2	20	208	15	NORM.	22.2	749	10/3	0.75	210
6	ALMACEN I	11.	9.4	104	2.3	63	35	65	F	4	24	20	2496	15	NORM.	23.9	8986	10/3	0.2-1.8	270
7	ALMACEN II	10.	8.3	86.	2.3	63	35	65	F	4	20	20	2080	15	NORM.	24.1	7488	10/3	0.2-1.8	125
8	VESTIBULO PRINCIPAL	4.7	4.1	19.	2.9	63	35	65	F	2	5	38	500	19	NORM.	25.9	2280	11/6		348
9	PASILLO	39.	1.5	49.	2.3	63	35	65	F	4	6	20	624	19	NORM.	12.6	2845	11/6		170

TABLA - 20

DATOS DE ILUMINACION INTERIOR
PLANTA TIPO

Nº	DESCRIPCION	DIMENSION			ALT. MONT.	REFLECTANCIA			TIPO LUM.	Nº LAMP.	CANT. LUMIN.	WATTS X LAMP.	TOTAL WATTS	HORAS OPER.	COND. LUM.	W/M2	KWH AÑO	HORAS D/N	ALTURA PLANO TRAB.	LUXES PROM.
		L	A	AREA		TECHO	PARED	PISO												
1	AREA GENERAL ESCRIT.	14.	13.	195	2.3	63	35	65	F	4	36	20	3744	17	NORM.	19.1	15276	10/4	0.75	195
2	PRIVADO	4.6	2.7	12.	2.3	63	35	65	F	4	2	20	208	17	NORM.	16.7	849	10/4	0.75	198
3	PRIVADO EJECUTIVO	5.9	4.6	27.	2.3	63	35	65	F	4	4	20	416	17	NORM.	15.3	1697	10/4	0.75	220
4	PASILLO CENTRAL	23.	4.6	109	2.3	63	35	65	F	4	20	20	2080	17	NORM.	19.0	8486	10/4	0.75	170
5	SALA DE JUNTAS	4.6	3.9	17.	2.3	63	35	65	F	4	4	20	416	17	NORM.	23.3	1697	10/4	0.75	235
6	VESTIBULO	4.7	4.7	22.	2.3	63	35	65	F	4	4	20	416	17	NORM.	18.8	1697	10/4	0.75	333
7	AREA SECRETARIAL	8	4.7	37.	2.3	63	35	65	F	4	8	20	832	17	NORM.	22.1	3395	10/4	0.75	192
8	COCINETA	4.6	2.4	11.	2.3	63	35	65	F	4	2	20	208	17	NORM.	18.8	849	10/4	0.75	172

5.2.1.5.- Para la comprobación de los perfiles de consumo obtenidos, con las costumbres de operación del establecimiento; se -- tuvo que establecer contacto con la gente de seguridad y -- la gente de mantenimiento del edificio, la cual ratificó -- que normalmente se enciende el alumbrado y el sistema de -- aire lavado alrededor de las 6:00 a.m. y se apaga todo cerca de las 23:30 horas cuando el personal de seguridad hace su primera ronda y revisa que todos los funcionarios hayan salido. En las gráficas de la 5 a la 8 observamos que lo -- antes mencionado coincide con los perfiles de consumo.

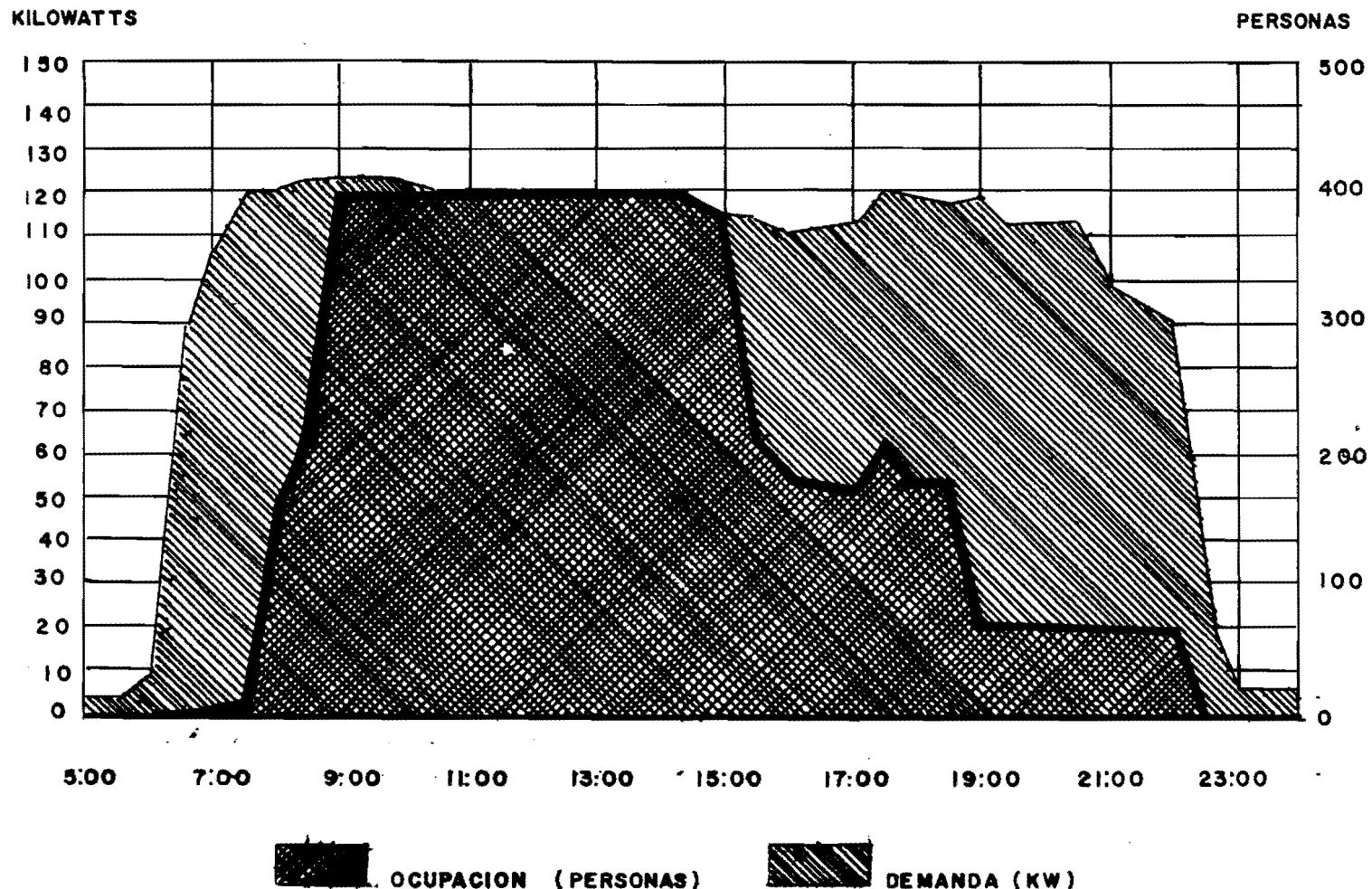
5.2.1.6.- Para esta actividad que comprende el análisis detallado de los perfiles de consumo, la detección de desperdicios y la estimación de los ahorros potenciales; se basó principalmente en la información obtenida en cuanto a la ocupación del edificio y a los perfiles de demanda.

De la TABLA 18 y de las gráficas 5,6,7 y 8 se obtuvo la -- curva que relaciona la ocupación (personas) y la demanda -- (KW) en función del tiempo y que a continuación se presenta (Gráfica 16). También se presenta una curva del índice de -- demanda por persona (Kw/persona) en función del tiempo (Gráfica 17).

RELACION ENTRE EL PERSONAL

Y

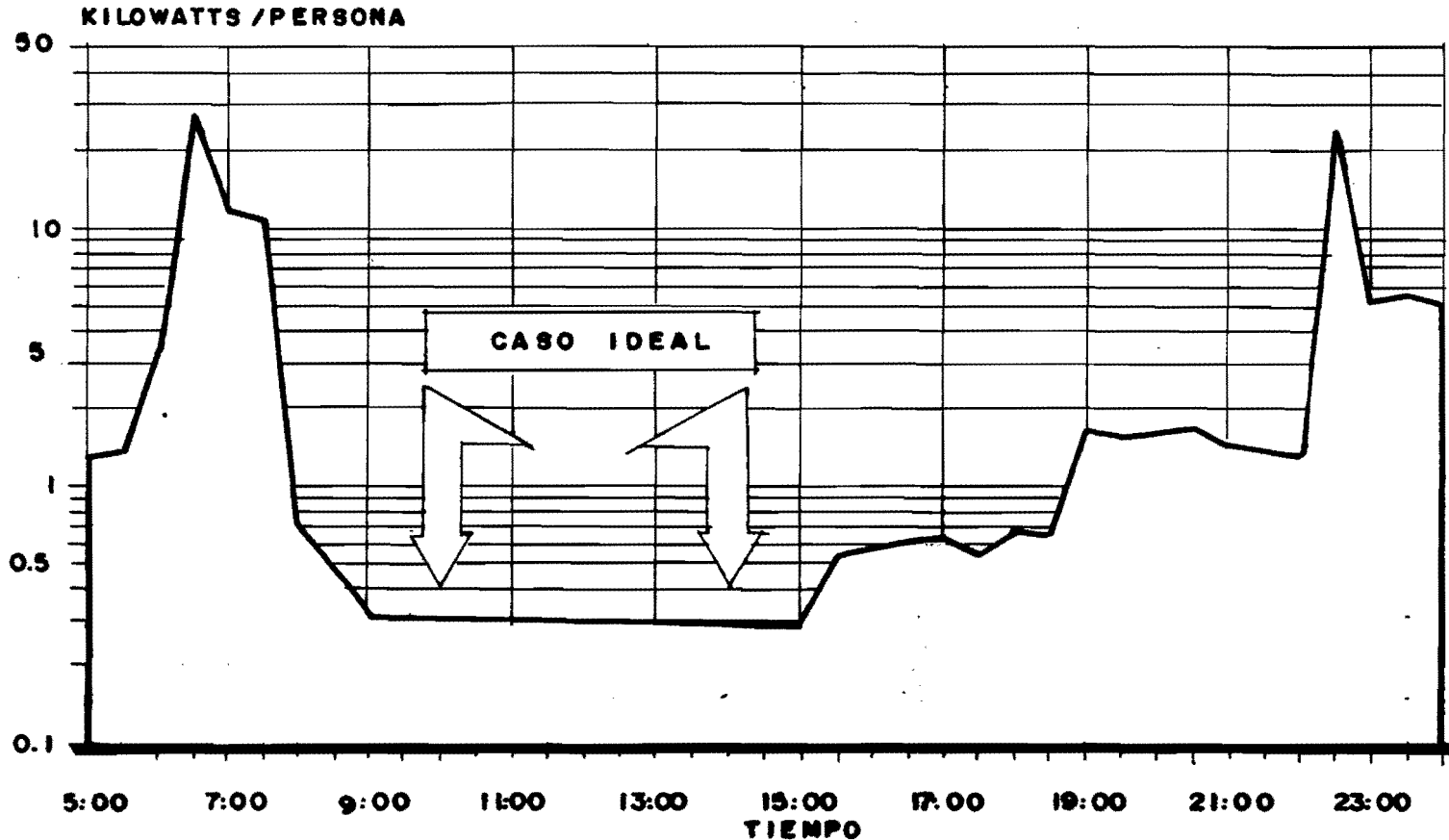
LA DEMANDA (KW) EN FUNCION DEL TIEMPO



(FIG. 16)

I.S.S.S.T.E. AV. JUAREZ N° 134

RELACIONES ENTRE EL PERSONAL Y LA DEMANDA (KW) EN FUNCION DEL TIEMPO



□ KW/PERSONA

De las gráficas anteriores podemos deducir fácilmente las zonas de desperdicio. En la gráfica 15 vemos que el patrón de comportamiento de la demanda no coincide con la curva correspondiente a la ocupación; la diferencia entre las dos áreas contenidas bajo las curvas representa la zona de desperdicio. Del mismo modo, en la gráfica 17 observamos que el índice de consumo por persona (Kw/persona) alcanza un nivel óptimo de 0.3 Kw/persona, en el caso ideal todo lo que esta por encima de ese valor representa desperdicio.

Actualmente, el índice de consumo por persona promedio es de 3.03-Kw/persona. Para cuantificar el ahorro potencial máximo, fijamos como meta un índice de consumo por persona constante de 0.3 Kw/persona.

Para calcular el consumo (Kwh) en 24 horas, se calculó el área bajo la curva de las gráficas (10,11 y 12) y posteriormente calculamos el promedio de las tres. Esto nos dió como resultado un consumo diario de:

2,296 kwh diarios

Para el cálculo del consumo mensual:

$2,296 \times 20 \text{ días hábiles} = 45,920 \text{ Kwh mensuales}$

Con un índice de consumo de 0.3 Kw/persona el consumo diario sería de:

1,119 Kwh diarios

lo cual nos da un consumo mensual de:

$1,119 \times 20 \text{ días hábiles} = 22,380 \text{ Kwh mensuales}$

Por lo tanto el ahorro potencial máximo es de:

$45,920 - 22,380 = 23,540 \text{ Kwh mensuales}$

Lo que representa un 51.3 % de ahorro

Si el costo del Kwh en tarifa 3 es de \$ 166.65 tendremos un ahorro de:

$23,540 \times 166.65 = \$ 3'922,921$

Estamos concientes de que el análisis anterior esta basado en el caso ideal y por lo tanto resultaría muy ambicioso pretender llegar a ese porcentaje de ahorro.

Sin embargo nos podemos fijar una meta, mucho más conservadora, de un 35% de ahorro que se reflejaría de la siguiente manera;

$$45,920 \times 0.35 = 16,072 \text{ Kwh mensuales}$$

$$\text{y } 16,072 \times 166.65 = \$ 2'678,399 \text{ mensuales}$$

En lo que respecta a la demanda máxima, es difícil cuantificar -- el ahorro potencial en la primera etapa, ya que la disminución de la misma sería en función de las modificaciones y las recomendaciones concernientes a la segunda etapa del diagnóstico; pero si se estima el ahorro potencial en este rubro del mismo orden que el considerado para el consumo tendremos que:

Si la demanda máxima actual es de 125 Kw, la meta a alcanzar sería:

$$125 \times 0.35 = 44 \text{ Kw mensuales de ahorro}$$

Y si el costo del Kw de demanda máxima en tarifa 3 es de \$ 33,513.-99 esto representa:

$$44 \times 33,513.99 = \$ 1'474,615 \text{ mensuales de ahorro}$$

Obviamente esta disminución en la demanda, se reflejará también en una reducción considerable en el consumo.

En resumen, se considera obtener un AHORRO POTENCIAL ALCANZABLE mensual que asciende a:

Ahorro mensual en el consumo	\$ 2'678,399
Ahorro mensual en la demanda	\$ 1'474,615

T O T A L\$ 4'153,014

(CUATRO MILLONES CIENTO CINCUENTA Y TRES MIL CATORCE PESOS)

5.2.2.- S E G U N D A E T A P A :

- 5.2.2.1.- Este punto, según los terminos señalados en el capítulo 4, corresponde al desarrollo de un plan para reducir las ganancias del calor del exterior; sin embargo, hay poco que hacer al respecto debido a las condiciones actuales son difíciles de mejorar:

El acabado de todas las ventanas es tipo espejo, por lo tanto tiene una excelente reflexión de los rayos solares.

No existe la posibilidad de abrir las ventanas, lo cual evita variaciones de temperatura.

Las dos fachadas del edificio que cuentan con ventanas estan orientadas Norte y Sur, y las otras dos fachadas que serían las que estarían expuestas mayor tiempo a los rayos solares, colindan con otros edificios.

Por lo que la única recomendación será la de realizar un servicio de mantenimiento a las U.L.A.'s y extractores que incrementa la eficiencia de dichos equipos y el confort de los empleados. El mantenimiento comprende los siguientes puntos:

Unidades Lavadoras de Aire:

- Apretar todas las conexiones eléctricas
- Engrasado de la flecha
- Rectificación de la flecha
- Cambio de bandas
- Limpieza turbinas del ventilador
- Limpieza de difusores
- Engrasado de chumaceras
- Cambio de baleros a bombas
- Revisión de baleros del motor de la turbina
- Aplicación de una capa de HI mastic en la base ó charola de la lavadora para evitar oxidación
- Pintura general
- Revisión de filtros.
- Limpieza espreas en el distribuidor de agua

Extractores:

- Cambio de baleros
- Tensión de bandas
- Engrasado de chumaceras
- Limpieza turbina del ventilador

- a).- Se considera que el sistema de elevadores y el de bombeo, no resultan interesantes para ser incluidos en un sistema automático de control de cargas dadas sus características y la magnitud de su consumo y demanda. Además, ambos sistemas ya cuentan con ciertos medios de control que hacen su uso más eficiente:

Sistema duplex para los elevadores (ver el punto 5.2.1.4.2 de la primera etapa).

Sistema hidroneumático para las bombas.

Sin embargo se pueden aplicar medidas de ahorro en forma manual que no requieren ninguna inversión; como dejar fuera de operación uno de los dos elevadores en las horas de poca actividad. Estas medidas se reflejan en ahorros marginales pero que en su conjunto pueden llegar a ser interesantes.

- b).- Después de analizar los datos resultantes del levantamiento de las condiciones del sistema de iluminación, se presenta el siguiente plan para el uso eficiente del mismo:

Los niveles de iluminación medidos en las diferentes áreas del edificio, no van de acuerdo con la tarea visual a desarrollar en cada una de ellas. En algunos casos el nivel está muy por debajo del que recomienda la Sociedad de Ingeniería de Iluminación de Norte América, mientras que en otros casos este se encuentra excedido. En las áreas de tránsito como vestíbulos, elevadores, corredores y escaleras tenemos niveles de iluminación superiores a los de las áreas de trabajo. A continuación se presenta una tabla en donde se indican los niveles de iluminación medidos y los recomendados; del mismo modo, se indican los watts/ m² existentes y los recomendados, (VER TABLA-22).

I.S.S.S.T.E. AV. JUAREZ # 134

NIVELES DE ILUMINACION MEDIDOS Y RECOMENDADOS

DESCRIPCION	LUXES MEDIDOS	LUXES RECOM.	W/M2 EXIST.	W/M2 RECOM.
AREA GRAL. ESCRITORIOS	192	330	14.7	16.15
PRIVADO	193	330	12.8	16.15
PRIVADO EJECUTIVO	217	330	11.8	16.15
AREA SECRETARIAL	225	330	17.02	16.15
SALA DE JUNTAS	280	330	17.9	16.15
VESTIBULO (ELEVADORES)	333	160	14.5	10.76
VESTIBULO PRINCIPAL	348	160	19.7	10.76
ALMACEN I	270	160	17.5	10.76
ALMACEN II	125	160	18.5	10.76
PASILLO	168	80	9.6	10.76
CAFETERIA (COMEDOR)	143	160	20.8	16.15
COCINETA	172	160	14.5	10.76
FOTOCOPIADO Y OFFSET	142	500	17.2	21.5

TABLA 22

Para eficientar el uso del sistema de iluminación del edificio, además de adecuar los niveles de iluminancia, se tienen que atacar diferentes aspectos en forma conjunta:

5.2.2.2.- MODIFICACIONES:

Para reducir hasta en un 50% el consumo de energía, - se propone la colocación de REFLECTORES ESPECULARES u OPTICOS con acabado tipo espejo, lo que permite eliminar la mitad de las lámparas y balastos. Sin embargo, las pruebas efectuadas con este tipo de soluciones -- muestran que en algunos casos el nivel de iluminancia disminuye aproximadamente en un 25%; por lo tanto es necesario reforzar esta solución con acciones complementarias que eleven dichos niveles. Cabe mencionar - que al retirar el 50% de las lámparas y de los balastos se obtienen también ahorros significativo en el mantenimiento y en la inversión en repuestos para el sistema de iluminación.

a).- REQUISITO:

Para compensar la disminución en el nivel de iluminación debido a la colocación de los reflectores ópticos, es necesario realizar las siguientes modificaciones complementarias:

Repintar todas las paredes de las áreas de oficinas, - que actualmente tienen un color gris con un índice de reflectancia del 35% en un color más claro (de preferencia en blanco como en los vestibulos con 82% de reflectancia). Esta medida, elevará los niveles de -- iluminancia aproximadamente un 20%

b).- RECOMENDACIONES:

Otra medida muy importante para la restitución de dichos niveles, es la substitución de todas las lámparas existentes, que son del tipo "luz de día", por las del tipo "blanco frío"; esto representa un aumento de un - 15% en los lúmenes entregados por lámpara.

Por último, es necesario limpiar todos los controlentes ó difusores y cambiar aquellos que se encuentran visiblemente en mal estado.

La combinación de esta serie de medidas con la colocación de los reflectores ópticos, resulta en un ligero - incremento del 10% en los niveles de iluminancia, pero con una reducción en el consumo del 50%

c).- RECOMENDACIONES ADICIONALES:

El arreglo de gabinetes con 4 lámparas de 20 watts y 2 balastos representa el 95% del total de la iluminación del edificio y todavía no se cuenta con balastos de alta eficiencia y lámparas economizadoras para este tipo de arreglo. Sin embargo, en el vestibulo principal y en uno de los almacenes existen arreglos de 4X38 y 2X38 watts respectivamente; en este caso se recomienda el reemplazo por lámparas economizadoras de 32 watts y balastos de alta eficiencia. La referencia del equipo recomendado es la siguiente:

Balastos de alta eficiencia:

Lumicon de Lumisistemas:

Para lámpara de 32 watts cat. N-S 239-127-CP

Para lámpara de 75 watts cat. N-S 275-127-CP

Lámparas economizadoras:

Phillips:

30-32 watts cat. F48 T-12/CW/EW Blanco frío

60 watts cat. F96 T-12/CW/EW Blanco frío

Otra recomendación sería la de ir reemplazando los balastos gradualmente por los de clase P que cuentan con un termoprotector que se encarga de cortar la energía en caso de sobrecorriente evitando así daños mayores en balastos y difusores o controlentes.

Lo que concierne a controles automáticos y mecanismos de tiempo para reducir las horas de operación, se presenta en el siguiente inciso (d).

El volumen de obra, los costos y el análisis económico y financiero para evaluar la factibilidad de la solución propuesta, se presentan en el punto 5.2.2.3.

5.2.2.3.- COTIZACION DEL PROYECTO

Relación de conceptos

En base a las recomendaciones mencionadas en el punto 5.2.2.2., se decidió efectuar las siguientes modificaciones:

- 1.- MODIFICACION DE 700 GABINETES DE 0.61X0.61 M. SISTEMA 4X20W LUZ DE DIA.
- 2.- MODIFICACION DE 24 GABINETES DE 0.30X1.22, SISTEMA 2X 38 W LUZ DE DIA.
- 3.- MODIFICACION DE 7 GABINETES DE 0.61X1.22, SISTEMA 4X-38 W LUZ DE DIA.
- 4.- INSTALACION DE 700 REFLECTORES OPTICOS (ESPECULARES)- DE ALUMINIO ANODIZADO ACABADO ESPEJO MARCA COMPOX MO DELO 1980 DE 0.61X0.61 M.
- 5.- INSTALACION DE 24 REFLECTORES (MISMAS CARACTERISTICAS) DE 0.30X1.22 M.
- 6.- INSTALACION DE 7 REFLECTORES (MISMAS CARACTERISTICAS - DE 0.61X1.22 M.
- 7.- COLOCACION DE 1400 TUBOS DE 20W BLANCO FRIO.
- 8.- COLOCACION DE 38 TUBOS DE 38 W. BLANCO FRIO
- 9.- INSTALACION DE 50 APAGADORES
- 10.- INSTALACION DE 10 CENTROS DE CARGA TIPO Q0-2 CADA UNO - CON DOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS
- 11.- MODIFICACION DE CIRCUITOS
- 12.- INSTALACION DE UN CONTROLADOR DE CARGAS DE 16 CIRCUITOS MARCA INTERMATIC MODELO ET-9116C CON LOS SIGUIENTES CONCEPTOS.
- 12.1.- INSTALACION DE 1300 M. DE CABLE DE CONTROL CALIBRE N° 16
- 12.2.- INSTALACION DE 16 CONTACTORES MARCA LOVATO MODELO B-46

12.3.- SECCIONAMIENTO DE TABLEROS

12.4.- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 3P-40A

13.- 30 CUBETAS DE PINTURA COLOR BLANCO OSTION

5.2.2.4.- ASPECTO FINANCIERO

Este aspecto debe formar parte del Contrato de Prestación de Servicios Profesionales para la Ejecución de los trabajos designados al ahorro de energía eléctrica en el Edificio del ISSSTE, celebrado entre "EL FIDE" y la Compañía Consultora.

ESTIMACION DE AHORROS SEGUN LAS MEDIDAS PROPUESTAS1.- Instalación de Reflectores Opticos

Consumo en iluminación	30,800 KWH/Mes.
Ahorro en iluminación (50%)	15,400 KWH/Mes.

Consumo esperado en iluminación	15,400 KWH/Mes.
Demanda máxima en iluminación	79.50 KW
Ahorro de demanda máxima en iluminación	39.75 KW

Demanda máxima esperada en iluminación	39.75 KW
Costo del KW POR CONSUMO	202.15
Costo del KW POR DEMANDA	40,652.47

Importe

15,400 x \$ 202.15 =	\$ 3'113,110.00
39.75 x \$ 40,652.47	1'615,935.68
Ahorro mensual esperado por iluminación	<u>\$ 4'729,045.68</u>
Ahorro anual esperado por iluminación	\$56'748,548.16

2.- Control de Cargas

Consumo total	45,920 KWH/Mes
Menos ahorro en iluminación	15,400 KWH/Mes

Consumo esperado	30,520 KWH/Mes
Ahorro por control Area Bajo la curva de la Fig. 16	10,682 KWH/Mes

Consumo total esperado	19,838 KWH/Mes .
Demanda máxima total	125 KW
Menos ahorro de demanda en iluminación	39.75 KW

Demanda máxima esperada	85.25 KW
Ahorro por control	12.34 KW
=====	
Demanda total máxima esperada	72.91 KW

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROYECTO

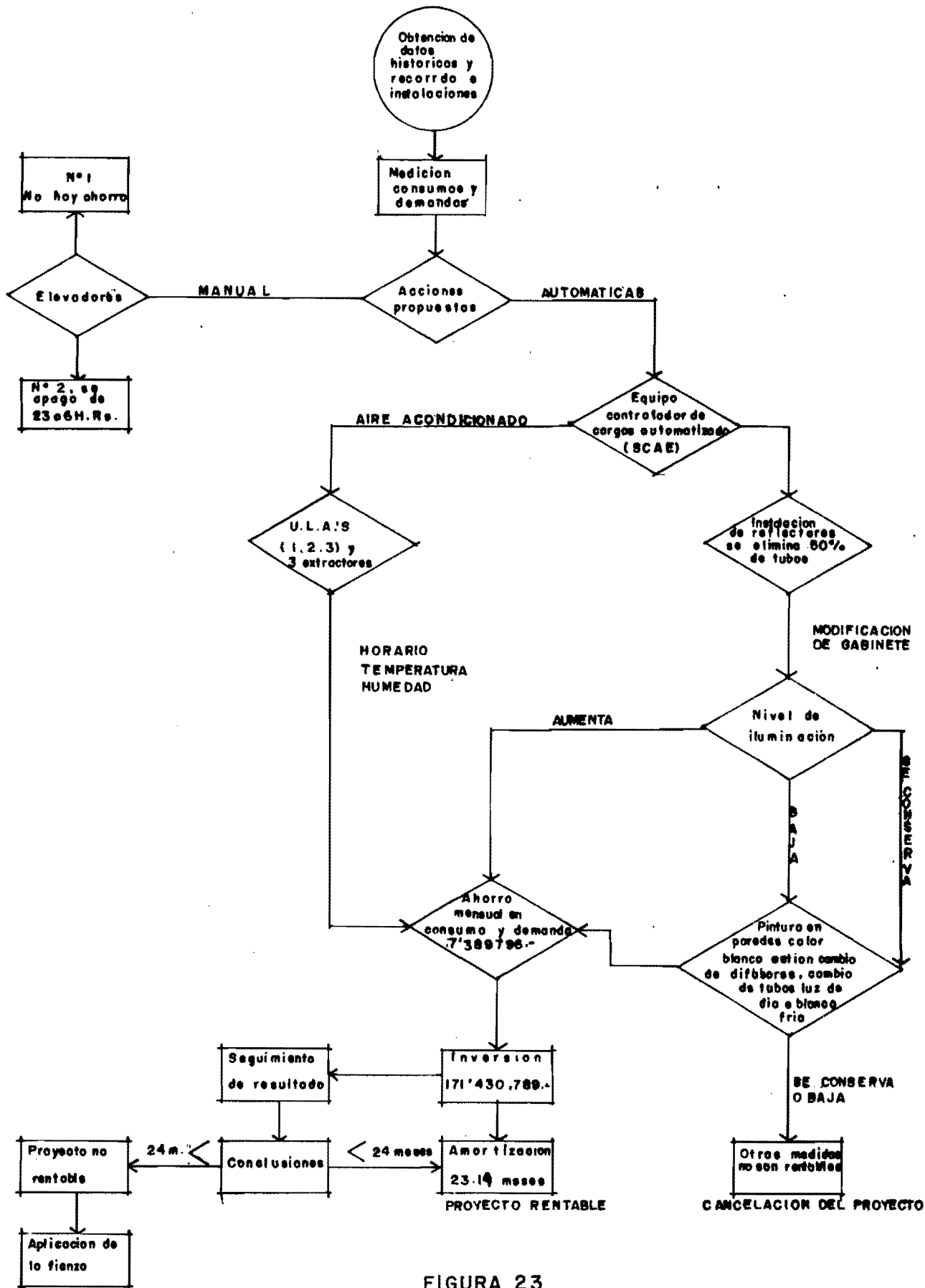


FIGURA 23

CAPITULO - 6

**ANALISIS Y PRUEBAS DE EQUIPOS
AHORRADORES DE ENERGIA PARA
LA SUBSTITUCION DE LUMINARIOS
Y MEJORA DE LOS NIVELES DE
ILUMINACION.**

6.1.- ANALISIS DE ECONOMIZADORES FLUORESCENTES
TIPO EW 2X55-SL

6.1.1.- ANALISIS DEL ECONOMIZADOR MARCA "ECONOCONTROL"

6.1.1.1.- NIVEL LUMINOSOS SOBRE UN ESCRITORIO CON LOS GABINETES LIMPIOS EN AMBOS CASOS.

SIN ECONOCONTROL	CON ECONOCONTROL
492 LUXES	278 LUXES

CONCLUSION: REDUCCION DE 43.5% EN EL NIVEL LUMINOSO AL INSTALAR EL ECONOCONTROL

6.1.1.2.- MEDICION DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA S/N ECONOCONTROL, EN UN CIRCUITO DE ALUMBRADO INTEGRADO POR.

5 LUMINARIOS DE 2X74 WATTS
1 LUMINARIO DE 2X39 WATTS
1 LUMINARIO DE 2X20 WATTS

TIEMPO DE DURACION: 22 DIAS LAS 24 HORAS
CONSUMO TOTAL 465.7 KW
CONSUMO PROMEDIO
DIARIO : 21.168 KW

6.1.1.3.- MEDICION DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL MISMO CIRCUITO ANTERIOR CON ECONOCONTROL INSTALADO - EN LOS LUMINARIOS DE 2X74 WATTS

TIEMPO DE DURACION: 29 DIAS LAS 24 HORAS
CONSUMO TOTAL 465.7 KW
CONSUMO PROMEDIO
DIARIO : 16.058 KW

6.1.1.4.- TEMPERATURA DEL BALASTRO AL CENTRO DE LA CARCAZA -- PROTECTORA (TEMPERATURA PROMEDIO)

SIN ECONOCONTROL	CON ECONOCONTROL
64.5°C	49°C

6.1.1.5.- OTRAS PRUEBAS REALIZADAS SIN Y CON ECONOCONTROL

ESTAS PRUEBAS CONSISTIERON EN LA MEDICION DE -
PARAMETROS ELECTRICOS DE UN LUMINARIO FLUORES-
CENTE DE 2X74 WATTS CON BALASTRO DE ALTO FAC--
TOR DE POTENCIA

<u>PARAMETROS</u>	<u>BALASTRO SIN ECONOCONTROL</u>	<u>BALASTRO CON ECONOCONTROL</u>
CORRIENTE DE LAMP. 1	0.440 AMP.	0.175 AMP.
CORRIENTE DE LAMP. 2	0.432 AMP.	0.205 AMP.
CORRIENTE DE LINEA.	1.407 AMP.	1.072 AMP.
POTENCIA LAMPARA -1	72 WATTS.	34.2 WATTS.
POTENCIA LAMPARA -2.	71 WATTS.	44.0 WATTS.
POTENCIA DE LINEA	176 WATTS.	106.0 WATTS.
FACTOR DE POTENCIA	96.2 %	71.2 %
LUXES *.	2.591	1.514
TEMPERATURA	85 OC.	63.7º C.

* EL LUXOMETRO FUE INSTALADO AL CENTRO DE LAS LAMPARAS.

6.1.1.6.- CONCLUSIONES:

LOS PARAMETROS DE OPERACION DE LAS LAMPARAS SE REDUCEN RADICALMENTE, EXISTIENDO INCERTIDUMBRE AL RESPECTO, YA QUE SE OBSERVO DETERIORO ACELERADO EN LAS LAMPARAS DE DOS GABINETES, UNA DE LAS CUALES EN EL LAPSO DEL MONITOREO REQUIRIO EL CAMBIO DE LAMPARA, AL MOMENTO EN QUE SE RETIRO EL ECONOCONTROL. LAS LAMPARAS QUE ESTABAN PARPADEANDO OPERARON NORMALMENTE, ASI MISMO - QUE LA DISMINUCION DE LOS NIVELES DE ILUMINA-- CION NOS LLEVAN A VALORES CONTRARIOS AL CONFORT VISUAL; ASI COMO LA REDUCCION DEL FACTOR DE POTENCIA A VALORES NO CONVENIENTES, POR LO QUE - NO SE RECOMIENDA EL USO DEL ECONOCONTROL.

DIAGRAMA DE CONEXION DE ECONOCONTROL. VER FIG.24

6.1.2.- RESULTADOS DEL ANALISIS DEL ECONOMIZADOR DE ENERGIA ELECTRICA MARCA " ECOWATT ".

6.1.2.1.- AL HACER LOS ESTUDIOS DEL ECONOMIZADOR ECONOWATT CON UN BALASTRO HQM-2SP20 PARA LAMPARAS FLUORES - CENTES DE 2X20 WATTS, 127 VOLTS, SE OBTUVIERON - LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

	SIN ECONOWATT	CON ECONOWATT
CORRIENTE DE LAMPARA.	.320 AMP.	.190 AMPS.
FACTOR DE POTENCIA.	90.8 %	77.8 %
LUXES.	100 %	62.8 %
TENSION DEL FILAMENTO.	8 VOLTS	3.9 VOLTS
FACTOR DE CRESTA	1.585	1.781

6.1.2.2.- CONCLUSIONES:

NO SE RECOMIENDA EL USO DEL ECONOWATT YA QUE PERJUDICA LA OPERATIVIDAD DEL BALASTRO Y QUE LO HACE OPERAR FUERA DE NORMA., ADEMAS QUE EL FACTOR DE - CRESTA ES ALTO Y LA TENSION DEL FILAMENTO ES BAJO Y ESTO REDUCE LA VIDA UTIL DE LAS LAMPARAS.

6.2.- ANALISIS PARA LA FACTIBILIDAD DE SUSTITUCION DE LUMINARIOS.

6.2.1.- SUSTITUCION DE LAMPARAS INCANDESCENTES POR LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS TIPO PL-13W, MODELO ESTAMPA, MARCA NOVALUX.

LAS MEDICIONES DEMOSTRARON QUE ESTE TIPO DE LAMPARAS CONSUMEN ALREDEDOR DE 25 KWH, POR LO QUE CON RESPECTO A LOS LUMINARIOS INCANDESCENTES DE 100 W ES TOTALMENTE FACTIBLE, SUMADO A ESTO QUE LA REDUCCION DE LUMENES ES PEQUEÑA, Y SE RECOMIENDA SU USO EN:

- PASILLOS INTERNOS.
- ACCESOS.
- BAÑOS.
- SEPTICOS.
- SALAS DE ESPERA.
- ALMACENES.

VENTAJAS:

- AHORROS DEL ORDEN DEL 75 %.

DESVENTAJAS:

- MAYOR COSTO DEL ORDEN DE 60 A 80 MIL PESOS POR UNIDAD, INCLUIDA LA BASE.
- BANDALISMO Y ROBO POR LO QUE SE REQUIERE DE UNA CAMPANA PROTECTORA.
- MUCHA BRILLANTES LO QUE HACE INCREMENTAR MAS EL COSTO POR LA NECESIDAD DE UTILIZAR DIFUSORES.
- NO SE RECOMIENDA PARA OFICINAS DEBIDO A QUE EL TIPO DE LUZ VA DE AMARILLENTO HASTA TIPO MERCURIAL.

VER FIGURA 25.

- 6.2.2.- SUSTITUCION DE LAMPARAS FLUORESCENTES DE 39 W, POR --
FLUORESCENTES DE 34 Y 32 W, NOVALUX DE ARRANQUE RAPI-
DO.

ESTE TIPO DE LAMPARAS SE RECOMIENDAN TAMBIEN PARA LOS
MISMOS LUGARES INDICADOS EN EL PUNTO 3.2.1., Y SOLO -
COMO INSTALACION NUEVA.

VENTAJAS:

- AHORROS DE 5 Y 7.5 W.

DESVENTAJAS:

- COSTO LIGERAMENTE MAYOR QUE LAS CONVENCIONALES.
- REQUIERE DE BASES ESPECIALES, POR LO QUE LA SUSTITU-
CION NO PUEDE SER DIRECTA Y ELEVA EL COSTO DE LA --
MISMA.
- LOS AHORROS SON PEQUEÑOS Y NO JUSTIFICAN POR SI SO-
LOS UN CAMBIO RESPECTO AL SISTEMA CONVENCIONAL.
- LUZ AMARILLENTO NO SATISFACTORIA PARA TRABAJOS EN -
OFICINAS.

- 6.2.3.- SUSTITUCION DE LAMPARAS FLUORESCENTES DE 74 W POR --
FLUORESCENTES DE 60 W, NOVALUX ARRANQUE RAPIDO.

LOS RESULTADOS VENTAJAS, DESVENTAJAS Y RECOMENDACIO--
NES SON LOS MISMOS QUE LOS DEL PUNTO 3.2.2., EXCEPTO
QUE EL AHORRO EN ESTE CASO ES DE 17.5 W.

6.3.- REFLECTORES OPTICOS.

DE LOS REFLECTORES OPTICOS EXISTENTES EN EL MERCADO NA-
CIONAL, SOLO DOS MARCAS DE LAS ANALIZADAS DIERON RESUL-
TADOS POSITIVOS, SIENDO ESTAS:

- a).- COMPOX MODELO 1980, DE ALUMINIO ANODIZADO, ACABADO
ESPEJO (FUE ACEPTADA EN LOS TRABAJOS DEL PROYECTO-
DEMONSTRATIVO).
- b).- X-TRALUZ MISMO MATERIAL (SERA UTILIZADO EN EL PRO-
YECTO DEL ANEXO DE LA CLINICA SAN LORENZO DE ESTE-
INSTITUTO).

6.3.1.- VENTAJAS DE LOS REFLECTORES.

- REFLECTANCIA LUMINICA DEL 98% DE LA PARTE NO APROVECHADA DEL LUMINARIO, LO QUE ELEVO LOS NIVELES DE LUXES.
- SEGUN EL DOBLES SE PUEDE DIRIGIR EL FLUJO LUMINOSO SOBRE EL PLANO DE TRABAJO O EXTENDERLO.
- RESISTENTE A LA CORROSION.
- RESISTENTE AL FUEGO.
- ANTIESTATICO (NO ATRAE POLVO NI SUCIEDAD).
- NO REQUIERE MANTENIMIENTO.
- DISMINUYE EL 50% DE LOS TUBOS DEL LUMINARIO.
- DISMINUYE EL 50% DE LA CARGA.
- DISMINUYE LOS COSTOS POR SUSTITUCION DE TUBOS Y BALASTROS AL 50%.
- NO PIERDE SU BRILLO.
- GARANTIZADOS POR LOS FABRICANTES POR 25 AÑOS.

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EFECTUADAS, VER FIGURA 26 Y 27.

DIAGRAMA DE CONEXION DEL ECONOCONTROL

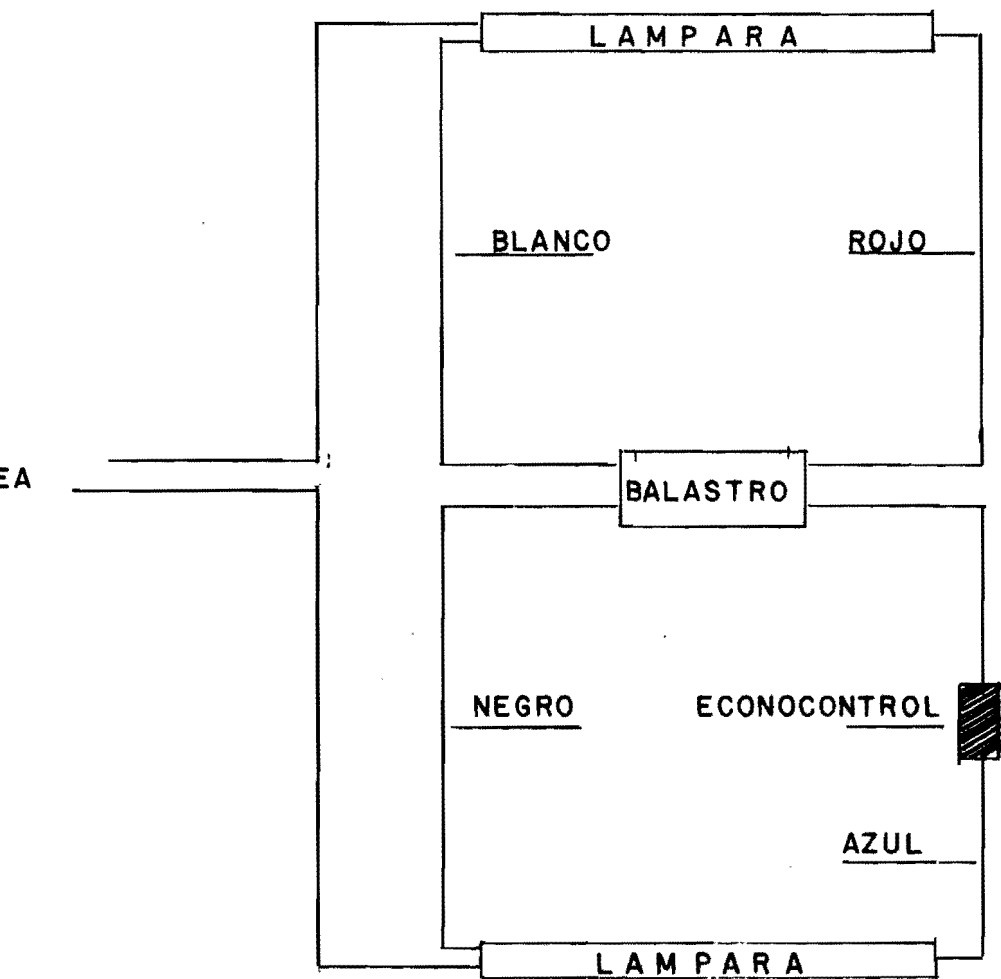


FIGURA 24

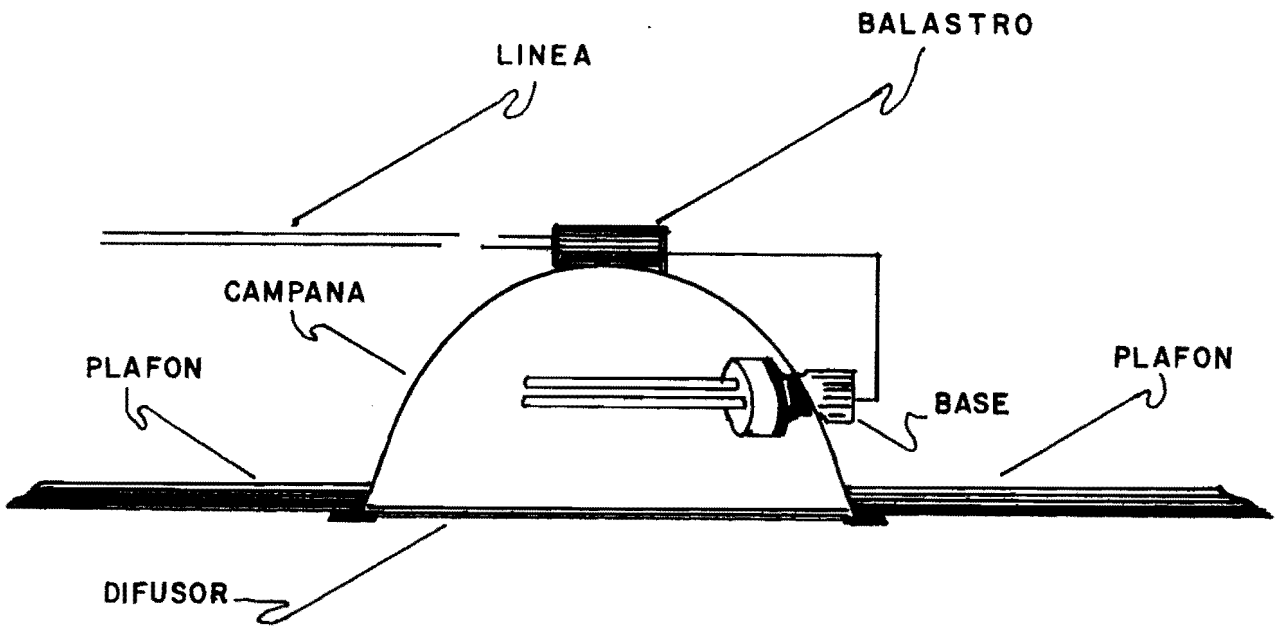


FIGURA 25

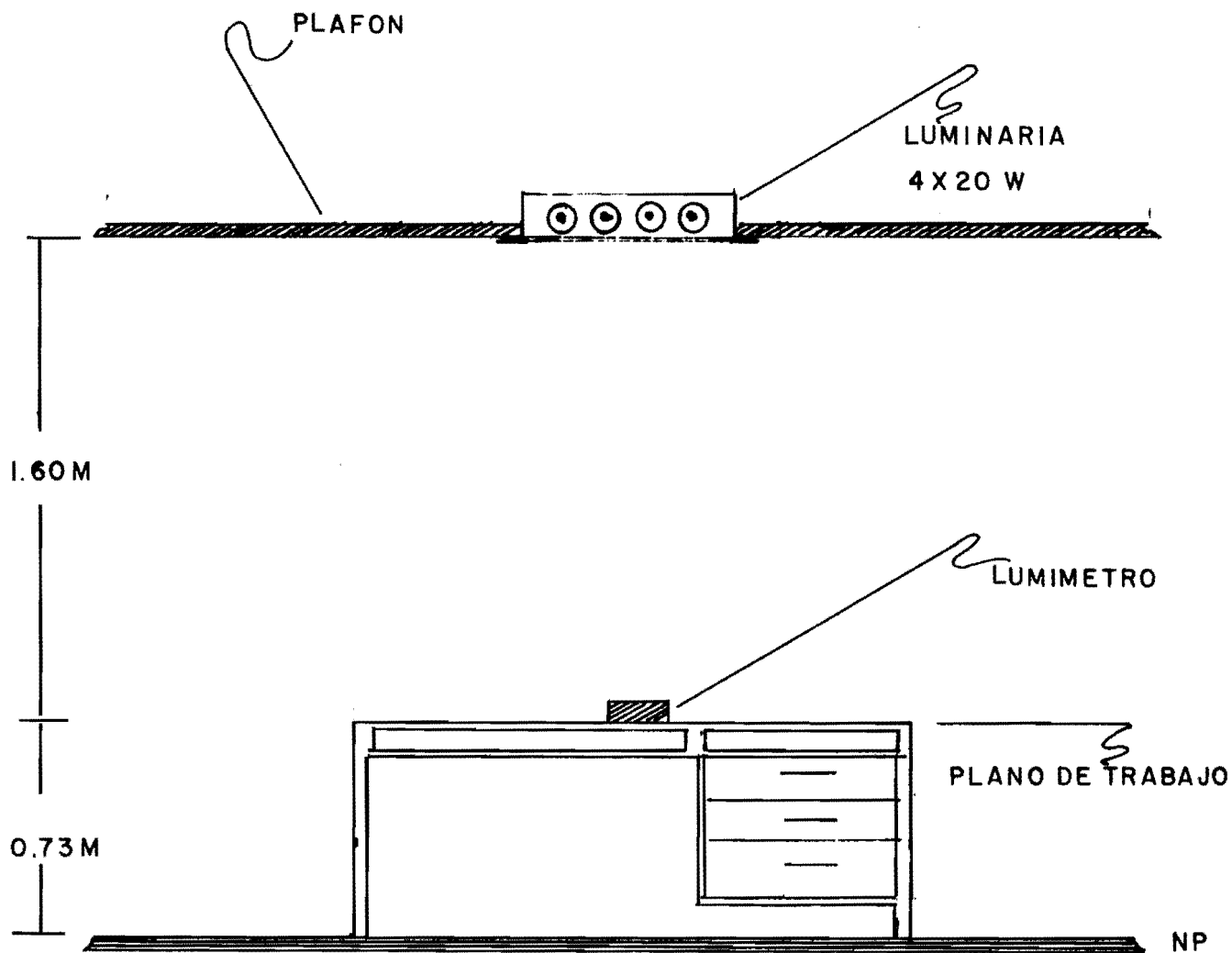
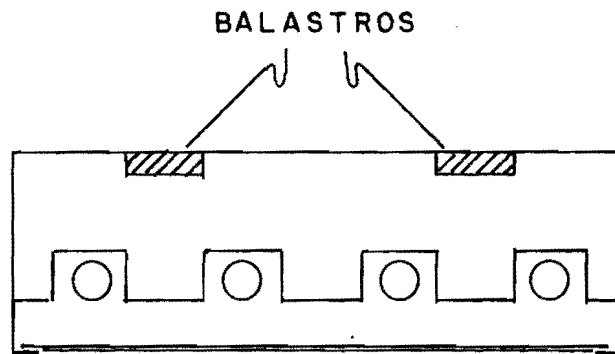
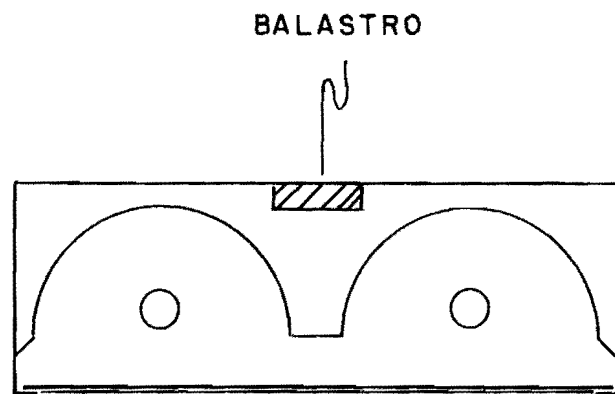


FIGURA 26



GABINETE NORMAL



**GABINETE MODIFICADO CON
REFLECTOR ESPECULAR**

FIGURA 27

6.3.2.- CARACTERISTICAS

- 1.- GABINETE 4X20 W LUZ DE DIA 61X61 CM.
- 2.- REFLECTOR ESPECULAR DE ALUMINIO ANODIZADO ACABADO ESPEJO MOD. 1980 COMPOX, S.A. DE C.V.
- 3.- TIEMPO TOTAL DE MODIFICACION GABINETE 40 MINUTOS 2 TECNICOS.

4.- LECTURAS DIRECTAMENTE SOBRE EL OJO DEL LUMIMETRO.

4.1.- SIN REFLECTOR Y CON 4 TUBOS

LECTURA LUMIMETRO	FACTOR DE CONVERSION	LUXES
17 PIES-CANDELAS	10.76	182.92

4.2.- CON REFLECTOR Y CON 2 TUBOS

22 PIES-CANDELAS	10.76	236.72
------------------	-------	--------

4.3.- AJUSTE DE -4% POR ERROR DEL LUMIMETRO.

$$236.72 \times 0.96 = 227.25 \text{ LUXES TOTALES}$$

4.4.- CON LO ANTERIOR SE DEMUESTRA LA EFICIENCIA DEL REFLECTOR ESPECULAR.

5.- SE TOMARON LECTURAS EN TODA EL AREA DE OFICINAS SIENDO EL PROMEDIO DE 19 PIES-CANDELAS.

$$19 \text{ FT.C} \times 10.76 = 204.44 \text{ LUXES} -4\% = 196.26 \text{ LUXES.}$$

6.- AUNQUE LOS 196.26 LUXES PROMEDIO ESTAN DENTRO DEL RANGO RECOMENDABLE, TAMBIEN SE TIENE UN AREA PARA DIBUJO POR LO CUAL ESTE DEPARTAMENTO RECOMIENDA LA APLICACION DE PINTURA COLOR BLANCA EN MUROS Y CUALQUIER OTRA MEDIDA QUE INCREMENTE LOS NIVELES A 270 LUXES.

7.- SE EFECTUO UN RECORRIDO GENERAL PARA VERIFICAR EL ESTADO DE LOS DIFUSORES CONCLUYENDO QUE EL 35% DE ELLOS ESTAN EN BUEN ESTADO Y REQUIRIENDO SOLO MANTENIMIENTO, EL 65% RESTANTE DEBERA REHABILITARSE O EN SU DEFECTO CAMBIARSE.

6.4.-ANALISIS DEL DIFUSOR DE ACRILICO TIPO "REFRACTIVE GRID" DE HOLLOPHANE"

Debido a que el proyecto no contempló por estar limitado en costo, la opción para aumento de los niveles de iluminación, como el uso de difusores. La Subdirección de Conservación y Mantenimiento efectuó pruebas sobre varios tipos y marcas de difusores, siendo el señalado el que dió los mejores resultados y que se plasman a continuación:

FECHA DE LA PRUEBA	: 28 DE ABRIL DE 1992
HORA	: 20.00 HRS.
LUMINARIO	: SISTEMA 4X20 W MODIFICADO A 2X20 W CON REFLECTOR OPTICO
DIMENSIONES	: 60X60 CM.
ALTURA DE MONTAJE	: 2.33 M.
NIVEL DE ESCRITORIO	: 0.73 M.
Nº LUMINARIAS PROBADAS	: 4
LONGITUD PERPENDICULAR ENTRE ELLAS	: 2 M
LONGITUD ENTRE VERTICES	: 2.8 M

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

	SOBRE EL PLANO DE TRABAJO		FUERA DEL PLANO DE TRABAJO Y NE	
	NP	NE	L=2m/2	L=2.8m/2
DIFUSOR CONVENCIONAL	140	242	222	160
DIFUSOR REFRACTIVE GRID	150	290	254	190
% DE AUMENTO LX.	7.14	19.83	14.41	18.75

NP = NIVEL DE PISO

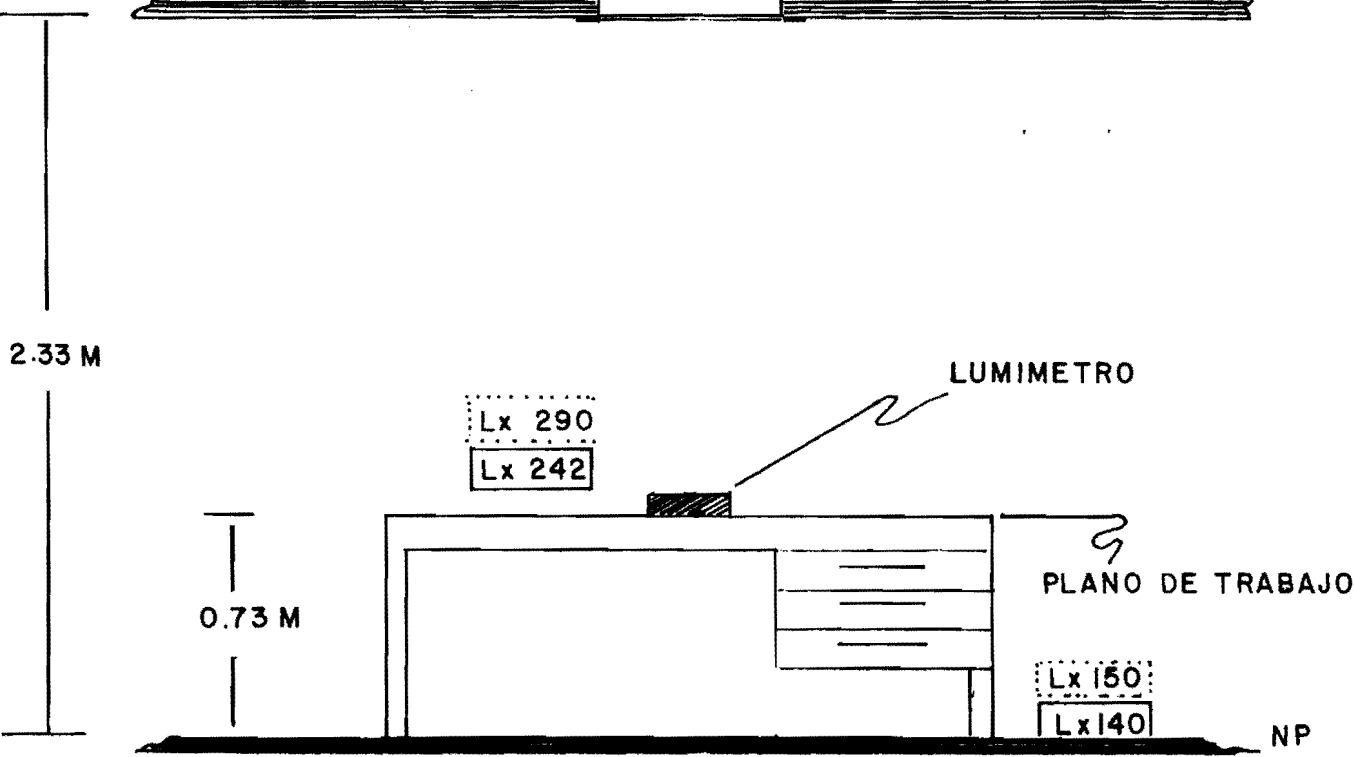
NE = NIVEL DE ESCRITORIO

VER FIGURA 34

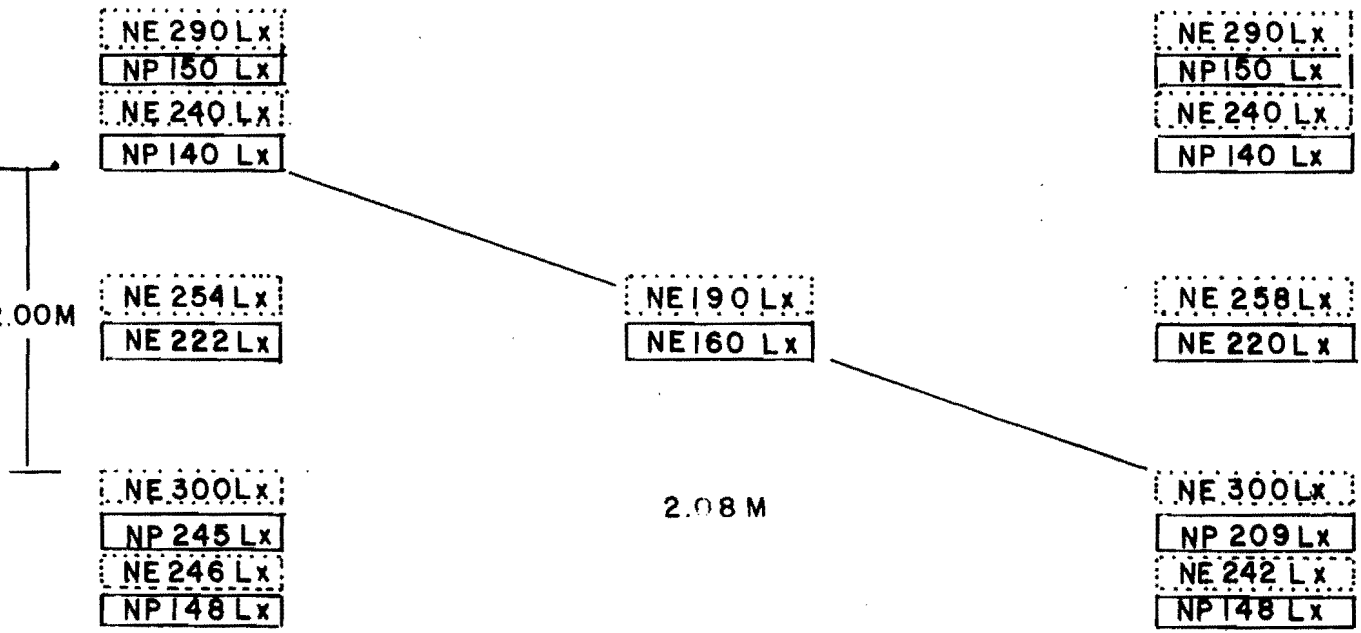
PLAFON

LUMINARIA 2 X 20 W
DIFUSOR 60X60 Cms

PLAFON



PLANTA



DIFUSOR CONVENCIONAL



DIFUSOR "REFRACTIVE GRID"

NE: NIVEL ESCRITORIO

NP: NIVEL DE PISO

FIGURA 34

CAPITULO - 7

ANALISIS DE RESULTADOS,

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

7.- ANALISIS DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1.- ANALISIS DE RESULTADOS

En la Tabla 25 se muestran los Consumos en KWH, factor de potencia en %, demanda máxima medida en KW y el importe total de facturación, hasta el mes de Agosto de 1992.

Comparando estos registros contra los de la Tabla N° 4, se puede apreciar a partir del mes de Febrero - una reducción en los consumos y demandas, acentuándose en los meses de Abril a Agosto, así mismo para el mes de Mayo se aprecia una reducción que calificamos como irreal.

7.1.1.- ANALISIS PARA EL MES DE MAYO

Si comparamos los Consumos, Demandas, Factor de Potencia y Costos contra el Promedio Registrado en 1991 observamos que estos se reducen en un 78.64%, 30.01%, 33.69% y 57.65% respectivamente. De estos valores el consumo y factor de potencia son irreales, debido a lo siguiente:

a).- En la Figura N° 14 vemos que el Consumo medido para Alumbrado fué de 30,800 KWH/Mes, pero debido a la -- instalación de reflectores ópticos, este consumo se redujo en un 50%, mínimo debemos consumir 15,400 KWH/Mes, en el mismo período de tiempo y sin considerar la carga de fuerza y el total registrado fué de 9,480 KWH/Mes.

b).- El factor de potencia baja del promedio registrado en 1991 de 94.258 a 65.968, y si el consumo disminuyó en 50% la producción de reactivos también debió disminuir en la misma proporción, y por lo tanto no debió bajar tanto el factor. Pero aún suponiéndolo correcto, al siguiente mes volvió a subir a 90.1 cuando se debió haber conservado.

c).- El servicio está conectado a la red automática de la Cía. de Luz, por lo que se descarta una sub-utilización del o los transformadores.

d).- Concluyendo suponemos un error o ajuste por parte de la Cía. Suministradora, ya que la coincidencia de registros idénticos en Consumo y Demanda en los meses de Abril y Junio es total.

7.1.2.- ANALISIS PARA LOS CONSUMOS Y DEMANDAS

Analizando los registros de las tablas 3 y 4 con las 25 se observa que el Consumo y Demanda Mensual Medidos con AHORRO es patente a partir del mes de ABRIL. Los resultados del mes de Mayo bien pueden deberse a lo explicado en el punto 7.1.1; excluyendo este mes, efectuamos las comparaciones siguientes:

a).- De la Fig. 17 y su análisis en las páginas 119 y 120 para alumbrado, se estimó un consumo esperado de 22380 KWH/Mes para el caso ideal y de 29848 KWH/Mes para el caso conservador en el cual se consideraba un 35% de AHORRO. La demanda esperada sería el resultado de restar a la Demanda Máxima actual medida de 125 KW el ahorro de 44 KW -- esperado siendo esta de 81 KW.

Así mismo el ahorro en pesos se estimó con tarifas de -- 1991 a: \$ 166.65 el KWH y \$ 33,513.00 el KW, siendo el -- ahorro en pesos de: \$ 4'153,014.00

Si proyectamos ese ahorro a costos actuales con respecto - al mismo Consumo y Demanda tenemos:

23,540 KWH X	202.15 \$/KWH	= \$ 4'758,611.00
44 KW X	40,652.47 \$/KW	= \$ 1'788,708.68
AHORRO TOTAL MENSUAL ESPERADO		= \$ 6'546,719.68

b).- De la página 129 en el punto 5.2.2.4, de ASPEC-- TO FINANCIERO se estiman los ahorros en base a medicio-- nes y disminución de horas de operación de las instala-- ciones debido al equipo Controlador de Cargas por Hora --- rio y con respecto al mismo Consumo y Demanda medidos en - el punto anterior, de 45920 KWH/Mes y 125 KW/Mes, y el ahorro potencial mensual esperado fué de: \$ 7'390,063.45.

c).- Considerando los promedios registrados en la Ta-- bla 4 observamos que el consumo promedio es de 44382.5 - - KWH/Mes y la demanda de 123.66 KW. De la página 129 en el punto 2 Control de Cargas, se cal -- culó el Consumo y Demanda esperados siendo estos los si -- guientes:

Consumo Esperado	19,838 KWH/Mes.
Demanda Esperada	72.91 KWH/Mes.

Siendo los ahorros esperados los que se indican a continuación:

Ahorro en Consumo KWH/Mes

44382.5 - 19838 = 24544.5

Ahorro en Demanda KW/Mes

123.66 - 72.91 = 50.75

Por lo que al ahorro potencial mensual sería de:

24544.5 KWH X \$/KWH 202.15 = \$ 4'961,670.68

50.75KW X \$/KW 40652.47 = \$ 2'063,112.85

AHORRO POTENCIAL MENSUAL = \$ 7'024,783.53

Si se considera un promedio entre el caso ideal y conservador para el consumo que se menciona en el inciso a, tenemos como resultado 26114 KWH/Mes, este consumo podrá variar según el tiempo de operación en el rango descrito en el inciso señalado, y dentro de ese rango están los consumos registrados después de ejecutados los trabajos para el ahorro de energía.

Por otro lado si la demanda promedio registrada en 1991 (Tabla 4) fué de 123.66 y si consideramos únicamente reducción en ella por concepto de iluminación tendremos 123.66 KW - 39.75 KW = 84 KW, misma que es la demanda que se ha registrado de Abril a Agosto exceptuando el mes de Mayo que ya fué comentado.

7.1.3.- ANALISIS PARA LOS IMPORTES DE FACTURACION

a).- En los meses de Abril y Junio se observan idénticos consumos y demandas con diferencia en el importe. Esto se debe seguramente a penalización por bajo factor de potencia.

b).- MES DE JUNIO, RESPECTO A AGOSTO REGISTRA MAYOR CONSUMO, MENOR FACTOR DE POTENCIA MISMA DEMANDA - PERO CON MENOR IMPORTE.

Suponiendo no penalización del factor de potencia por ser cercano al 90%, es posible que el menor importe en agosto se deba a consumos en horas pico.

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO.

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y MANTENIMIENTO
 SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO
 JEFATURA DE INGENIERIA
 DEPTO. DE INGENIERIA ELECTRICA

UNIDAD OFICINAS ADMINISTRATIVAS

DIRECCION AV. DE LA REPUBLICA Nº 134 (ANTES AV. JUAREZ)

CIUDAD Y ESTADO MEXICO D.F.

DELEGACION CUALTEMOC

No. DE CUENTA 42-19-625-1835-2

TARIFA 03 DEMANDA CONTRATADA 121

No. MEDIDOR KW-H

No. MEDIDOR KVAR-H

MULTIPLICADOR

REGISTRO DE CONSUMOS Y COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA DURANTE EL AÑO 1992

M E S	L E C T U R A S		C O N S U M O S		F.P.	D E M A N D A		M U L T A P O R B A J O F . P .	I M P O R T E T O T A L D E F A C T U R A C I O N
	KW - H	KVAR - H	KW - H	KVAR - H		MAX.	MED.		
ENERO			44280		93.747	123			15'379,224.00
FEBRERO			37920		91.565	118			13'750,844.00
MARZO			40440		93.391	89			12'420,385.00
ABRIL			25920		88.775	84			9'889,000.00
MAYO			9480		65.968	82			5'670,000.00
JUNIO			25 920		90.100	84			9'648,000.00
JULIO			24 120		89.353	84			8'770,000.00
AGOSTO			26 760		89.682	84			9'493,000.00
SEPTIEMBRE									
OCTUBRE									
NOVIEMBRE									
DICIEMBRE									
S U M A .									
PROMEDIO									

7.2.- CONCLUSIONES

De lo anterior podemos concluir lo siguiente:

7.2.1.- El consumo promedio mensual será de 26114 KWH/Mes aproximados con variación de 22380 KWH/Mes a 29848/Mes. Según las condiciones climáticas, así como de la modificación del tiempo operacional del edificio se puede lograr registrar el consumo esperado de 19838 KWH/Mes. Señalado en la página 129, en el punto 2 Control de Cargas.

7.2.2.- Para la Demanda, solo se debe considerar la reducción por alumbrado ya que esto es lo único real, pues debido al factor de coincidencia, el 16.6% (VER FIG.15) de demanda en fuerza del equipo de aire lavado no cuenta en la mayoría de los meses del año, pudiendo solo tener representatividad en los meses de invierno, por lo que para comprobar este hecho será necesario esperar a los registros oficiales de esos meses.

7.2.3.- La Empresa Consultora debió haber considerado solo ahorros reales con un promedio manejable en un rango máximo y mínimo previendo que el lapso señalado para la amortización no exceda + 5% del tiempo estipulado en el acuerdo de concertación ISSSTE-FIDE.

El + 5% mencionado se obtuvo de la siguiente forma:

a) Los promedios de consumos y demandas registradas en 1991 (Tabla 4) se proyectan a tarifas actuales,

44382.5 KWH X 202.15 \$/KWH = \$ 8'971,922.38

123.66 KW X 40652.47 \$/KW = \$ 5'027,084.44

COSTO TOTAL MENSUAL \$13'999,006.82

COSTO TOTAL ANUAL \$167'988,081.84

b) Por regla de tres simple el potencial anual de ahorro calculado en la Pag. 130 de \$ 88'680,761.40 equivale al 52.79% del costo total anual del inciso anterior.

c) Por la misma regla el total registrado en 1991 (Tabla 4) de \$ 160'667,845.00 corresponde al 95.64% del costo total anual del inciso a), es decir existe una diferencia del 4.36% con respecto al costo a tarifas actuales, y éste se redondeó a 5%.

7.2.4.- Resumen de Resultados.

En la TABLA 26 se muestra en cuadro comparativo los consumos demandas y costos, reales, estimados y esperados.

En la TABLA 27 se muestra en cuadro comparativo los ahorros en % y el promedio mensual y potencial anual en pesos, así como la amortización tomando el caso más optimista, en el que se observa que el lapso estipulado en el convenio de concertación se extiende hasta 3.09 años.

En la Figura 35 se muestran graficamente los datos de las TABLAS ANTERIORES.

En la Figura 36 se muestra la curva de demanda graficada el miercoles 17 de julio de 1991, antes de la implementación del proyecto.

En la Figura 37 se muestra la curva de demanda graficada el miercoles 25 de marzo de 1992, después de implementado el proyecto.

En la Figura 38 se muestran las curvas de demanda antes y después de implementado el proyecto.

En la Figura 39 se muestra la relación entre el personal y la demanda antes y después de implementado el proyecto.

7.2.5.- Potenciales de Ahorro.

a) Considerando registros idénticos a los del mes de agosto para el resto del año, se obtiene un total de \$122'992,453.00 y de los promedios de 1991 a tarifas actuales se tiene ----- \$167'988,081.40, por lo que el potencial de ahorro para 1992 se estima en \$44'995,628.40.

b) Para los años siguientes, si consideramos un promedio mensual de 26114 KWH en consumo y 84 KW de demanda, el potencial de ahorro anual es de \$63'663,050.44 y el tiempo de amortización se extiende de 2 a 2.69 años.

7.2.4.- Resumen de Resultados.

En la TABLA 26 se muestra en cuadro comparativo los consumos demandas y costos, reales, estimados y esperados.

En la TABLA 27 se muestra en cuadro comparativo los ahorros en % y el promedio mensual y potencial anual en pesos, así como la amortización tomando el caso más optimista, en el que se observa que el lapso estipulado en el convenio de concertación se extiende hasta 3.09 años.

En la Figura 35 se muestran graficamente los datos de las TABLAS ANTERIORES.

En la Figura 36 se muestra la curva de demanda graficada el miercoles 17 de julio de 1991, antes de la implementación del proyecto.

En la Figura 37 se muestra la curva de demanda graficada el miercoles 25 de marzo de 1992, después de implementado el proyecto.

En la Figura 38 se muestran las curvas de demanda antes y después de implementado el proyecto.

En la Figura 39 se muestra la relación entre el personal y la demanda antes y después de implementado el proyecto.

7.2.5.- Potenciales de Ahorro.

a) Considerando registros idénticos a los del mes de agosto para el resto del año, se obtiene un total de \$122'992,453.00 y de los promedios de 1991 a tarifas actuales se tiene ----- \$167'988,081.40, por lo que el potencial de ahorro para 1992 se estima en \$44'995,628.40.

b) Para los años siguientes, si consideramos un promedio mensual de 26114 KWH en consumo y 84 KW de demanda, el potencial de ahorro anual es de \$63'663,050.44 y el tiempo de amortización se extiende de 2 a 2.69 años.

RESUMEN DE RESULTADOS DEL PROYECTO DEMOSTRATIVO

CUADRO COMPARATIVO DE CONSUMOS, DEMANDAS Y COSTOS REALES, ESTIMADOS, ESPERADOS

AÑO CONCEPTO	1991 (REAL)	ESPERADO CON PROYECTO	% AHORRO	ESPERADO EN MESES Y AÑOS SIGUIENTES			
				VALOR REGISTRADO		% AHORRO	
				MAXIMO (AGOSTO)	MINIMO (MAYO)	MAXIMO	MINIMO
CONSUMO KWH/AÑO	532 590	237 960	55.31	321 120	113 760	78.65	39.71
CONSUMO KWH/MES PROMEDIO	44382.5	19838	55.31	26 760	9480	78.65	39.71
DEMANDA KW/MES PROMEDIO	123 66	7291	41.4	84	82	33.7	32.8
COSTO / AÑO	160,667.845	71,987.083	55.20	113,916.000	68,040.000	57.66	29.10
COSTO / MES PROMEDIO	13,388.987	5,998.923.63	55.20	9,493.000	5,670.000	57.66	29.10

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TABLA 26

TABLA COMPARATIVA DE AHORROS

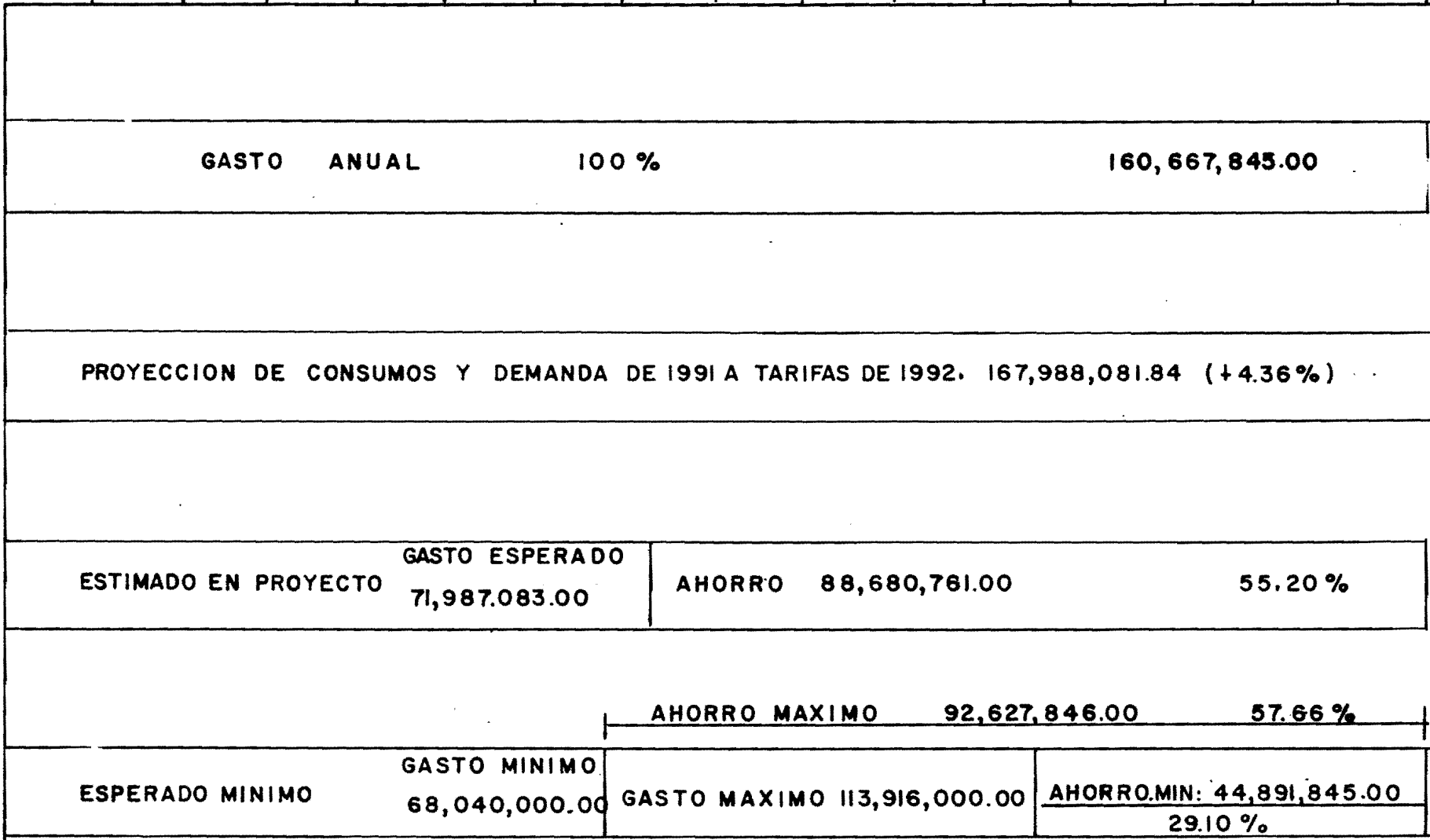
SEGUN PROYECTO	CONSUMO.KWH	DEMANDA.KW	PROMEDIO MENSUAL	POTENCIAL ANUAL	TOTAL DE AHORRO RESPECTO A 1991	TOTAL DE AHORRO VIGENTE
	55.31%	41.4 %	7'390.063.45	88'680.761.40	55.20%	52.79 %
ABRIL Y JUNIO	41.6%	32.8%	3'740.987.00	44'891.845.00	27.94 %	26.72%
JULIO	45.65%	32.8 %	4'618.987.00	55'427.845.00	34.50 %	33.00%
AGOSTO	39.71%	32.8 %	3'895.987.00	46'751.845.00	29.10%	27.83%

$$A M O R T I Z A = \frac{\text{COSTO DEL PROYECTO}}{\text{POTENCIAL DE AHORRO}} = \frac{171'430.789}{55'427.845} = 3.09$$

TABLA 27

10 20 30 40 50 60 70 80 90 00 10 20 30 40 50 60

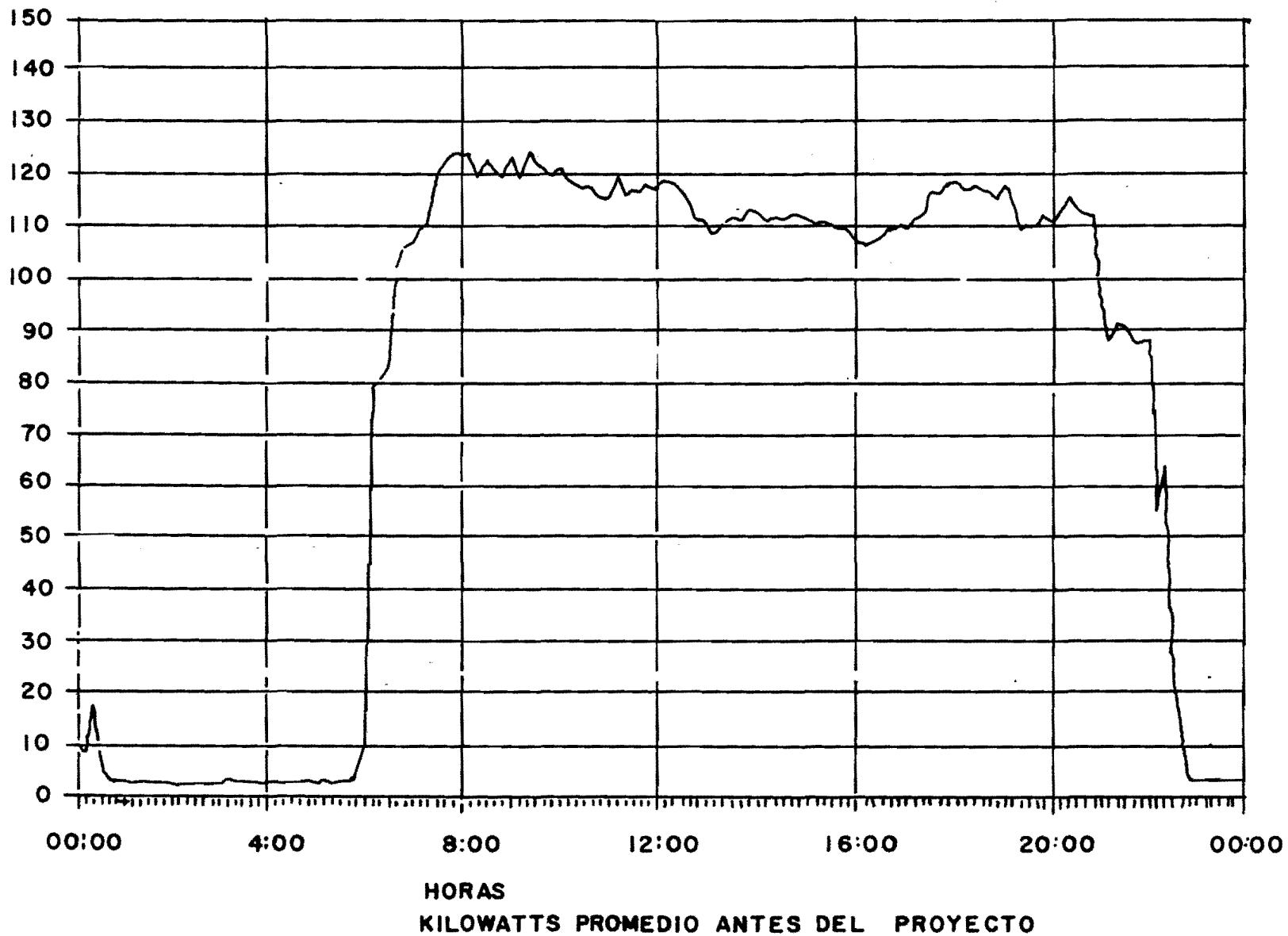
1991
1991
ANOS SIGUIENTES
FIG:35



REGISTRO MAY
RANGO DE VARI
DE
CONSUMOS Y AN
REGISTRO ABO

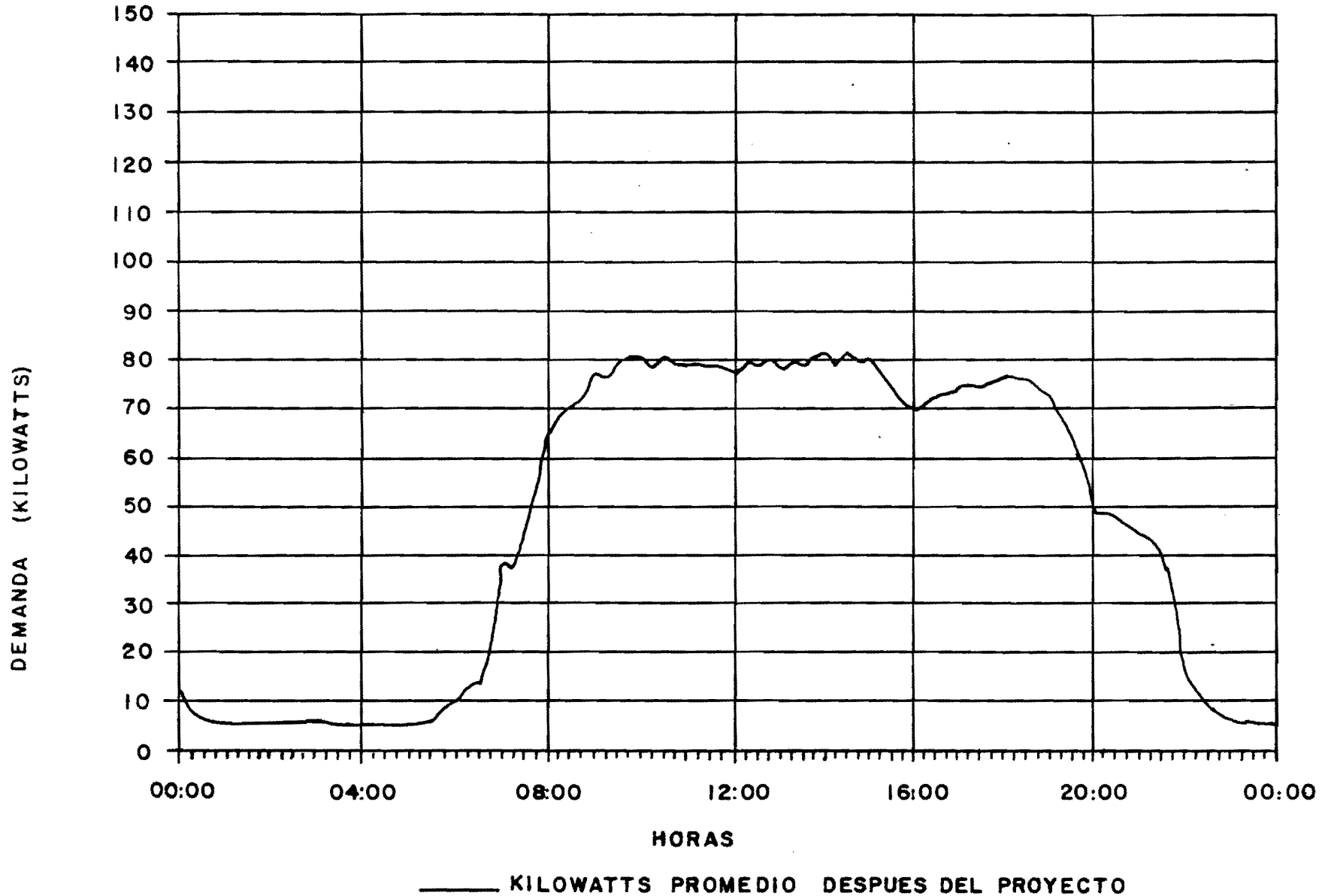
I.S.S.S.T.E. A.V. JUAREZ 134

MIERCOLES 17 DE JULIO DE 1991

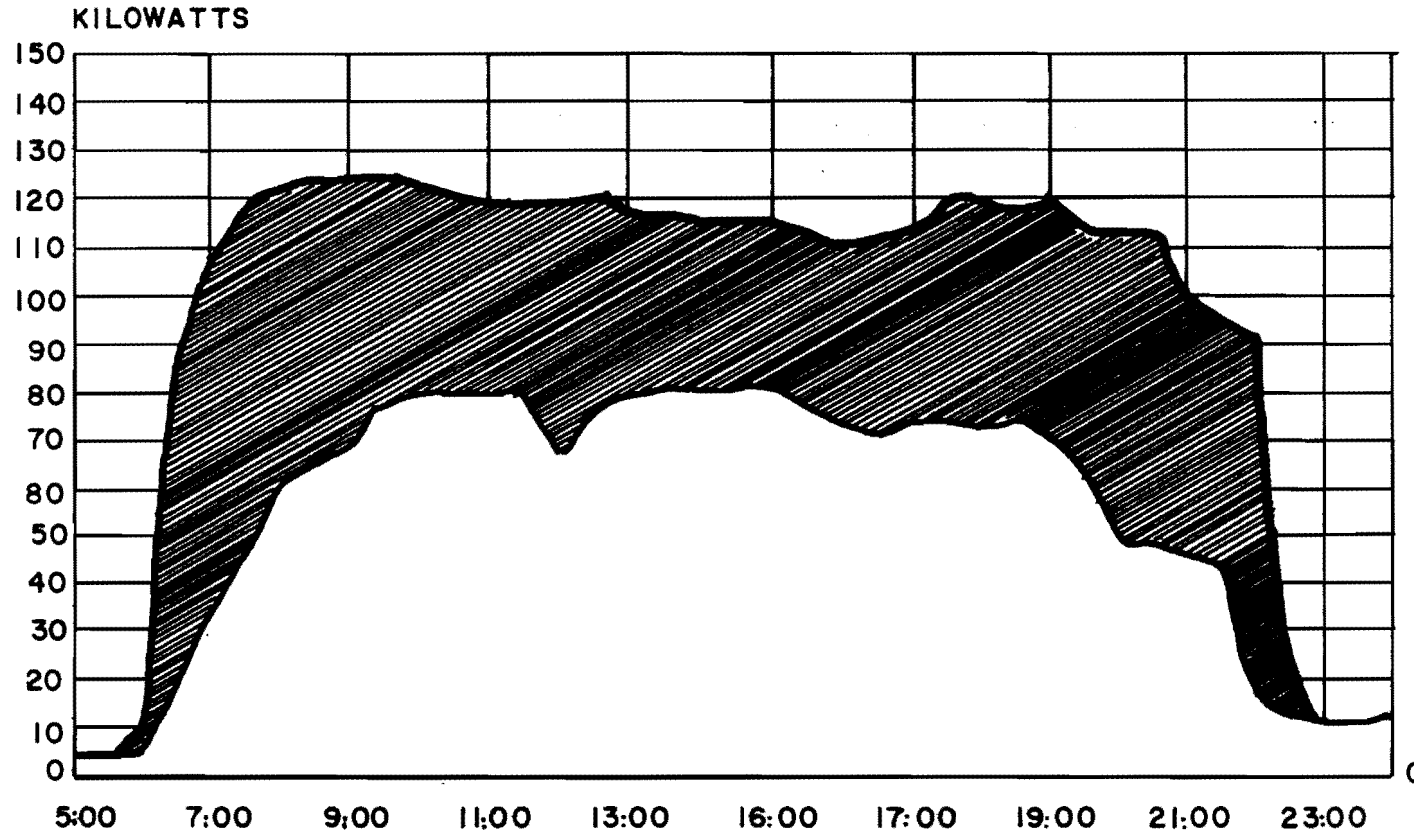


I.S.S.S.T.E. A.V. JUAREZ 134

MIERCOLES 25 DE MARZO DE 1992



DEMANDA ANTES Y DESPUES DEL PROYECTO



□ DEMANDA C AHORRO ■ DEMANDA ANTERIOR (KW)

FIG=38

7.3.- RECOMENDACIONES

Para los proyectos de AHORRO DE ENERGIA y basados en la experiencia obtenida durante el desarrollo del mismo, pruebas a equipos para eficientizar el uso racional de la energía, así como de supuestos equipos ahorradores de energía, nos permitimos efectuar las siguientes recomendaciones.

7.3.1.- La instalación de reflectores ópticos, es del todo rentable por disminuir costos por consumo y demanda en un 50%, sin que se sacrifiquen los niveles de iluminación. Para áreas donde los niveles sean pobres, se puede aumentar el número de unidades sin que se incrementen consumos y demandas o en su defecto se puede instalar el reflector con el único fin de aumentar el nivel de luxes, también sin que se generen mayores consumos y demandas.

7.3.2.- El cambio de tubos fluorescentes tipo luz de día - por tipo blanco frío, para aumento de los niveles de iluminación se recomienda por sustitución, cuando ha terminado la vida útil de la lámpara.

7.3.3.- Los balastos de alta eficiencia o alto factor de potencia, también se recomienda su cambio solo por sustitución, cuando terminó la vida útil del anterior, teniendo especial cuidado con los balastos electrónicos debido a las armónicas.

7.3.4.- Las nuevas unidades ahorradoras de energía de 32,34 y 60 W, con tipos de luz amarillenta (poco satisfactoria), se recomiendan para áreas que no sean de dibujo, trabajo fino o de escritorio, y solo en instalaciones nuevas ya que los costos -- por modificación de gabinetes (bases) y el pequeño margen de -- ahorro hacen poco rentable esta opción.

7.3.5.- El cambio de unidades incandescentes por lámparas -- fluorescentes tipo PL, de 10,11,13 y 18 WATTS, son del todo rentable

7.3.6.- El utilizar difusores eficientes como el REFRACTIVE - GRID de HOLOPHANE, eleva los niveles de iluminación y a la larga resultan más baratos ya que se garantizan por 25 años y se ha tenido constancia en algunos lugares con más de 10 años de instalados y aún parecen como nuevos. En el caso del edificio actual con difusor convencional y cuyo funcionamiento en pleno inició a principios de sexenio, ya presenta más del 60% de difusores en malas condiciones y que deben ser cambiados.

7.3.7.- Para proyectos donde se plantee la posibilidad de utilizar equipo programable ya sea de control de carga - por horario, por sensor de presencia, temperatura, nivel de iluminación, etc., es decir para proyectos a edificios inteligentes, se recomienda exigir el análisis respectivo con su alcance, costo-beneficio y garantizado, ya que como se observo, en este proyecto demostrativo el tiempo de amortización se extiende a un año mas del estipulado en el convenio.

7.3.8.- Para proyectos en donde la carga representativa sea fuerza, se deberá también analizar cada caso en especial, con sus variables bien definidas, para conseguir el ahorro posible, ya que en este rubro en el análisis de resultados se observó que realmente hasta la fecha no se ha conseguido ahorro alguno.

7.3.9.- A continuación se enumeran algún tipo de acciones que se pueden realizar con casi nula inversión.

a).- Determinar las luminarias susceptibles de ser apagadas durante el día y así mantenerlas en las áreas próximas a ventanales, andadores, pasillos, así como en lugares con suficiente luz natural.

b).- Eliminación o modificación del uso de cortinas o persianas en los locales que cuenten con suficiente luz diurna.

c).- Establecimiento de rutinas de mantenimiento preventivo y limpieza integral de los luminarios (gabinete, difusor, lámpara y controlante o acrílico difusor).

d).- Establecer en conjunto con el personal de vigilancia previa señalización de los circuitos en los tableros rutinas de encendido y apagado de luminarios de acuerdo a las condiciones operativas del inmueble.

e).- En áreas de comunes, de circulación y pasillos cuando las instalaciones lo permitan el encendido de lámparas en forma alternada (una si y otra no).

f).- Efectuar donde sea posible el seccionamiento de circuitos tanto en tableros, como en la instalación de apagadores individuales por gabinete, cubiculos o por zonas.

g).- Donde las condiciones lo permitan o posterior al seccionamiento de circuitos, solicitar y pegar un cartel recordatorio a los usuarios y trabajadores el apagar las lámparas al término de su jornada o al ausentarse de sus áreas de trabajo.

h).- Semblantear la posibilidad de apagar elevadores en uso durante horarios de poca actividad.

i).- Realizar un levantamiento de inventario e identificación de todos y cada uno de los diversos tipos de luminarios con el objeto de determinar el posible cambio de unidades o modificación de los gabinetes para llevar a cabo las recomendaciones mencionados en los puntos 7.3.1. al -- 7.3.6.

<u>SIGLAS</u>	<u>SIGNIFICADO</u>
U.E.E. CONAE	USO EFICIENTE DE LA ENERGIA COMISION NACIONAL PARA EL - AHORRO DE ENERGIA
C.F.E.	COMISION FEDERAL DE ELECTRI- CIDAD
PAESE	PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA DEL SECTOR ELECTRICO
FIDE	FIDEICOMISO DE APOYO AL PRO-- GRAMA DE AHORRO DE ENERGIA
PEMEX CLFC	PETROLEOS MEXICANOS COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
SUTERM	SINDICATO UNICO DE TRABAJADO-- RES ELECTRICISTAS DE LA REPU-- BLICA MEXICANA
CONCAMIN	CONFEDERACION DE CAMARAS INDUS- TRIALES
CANACINTRA	CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION
CANAME	CAMARA NACIONAL DE MERCADO EX-- TERIOR
CNIC	CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
CNEC	CAMARA NACIONAL DE EMPRESAS DE- CONSULTORIA
ISSSTE	INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVI-- CIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADO-- RES DEL ESTADO
KWH KW	KILOWATTS HORA KILOWATTS
NITE	NORMAS TECNICAS DE INSTALACIONES ELEC-- TRICAS.

BIBLIOGRAFIA

- PROGRAMA NACIONAL DE MODERNIZACION ENERGETICA
1990 - 1994 1a. EDICION. ENERO DE 1990
SEMIP IMPRESO EN MEXICO
ISBN 968-874-055-1

- MEMORIA DEL XII SEMINARIO NACIONAL SOBRE EL -
USO RACIONAL DE LA ENERGIA
NOVIEMBRE 1991

- PUBLICACIONES VARIAS SOBRE EL USO EFICIENTE -
DE LA ENERGIA

- CATALOGOS VARIOS DE FABRICANTES DE EQUIPOS -
AHORRADORES DE ENERGIA

- CAPACITORES ABB PARA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA -
(ASEA BROWN BOVER)

- APUNTES DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

- AHORRO DE ENERGIA
CIME - CONAPPIE