

A
29
C.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

AUDITORIAS ENERGETICAS EN EL VALLE DE
CUERNAVACA, MORELOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA INDUSTRIAL)**

P R E S E N T A N

ELEUTERIA SILVINA ALONSO SALINAS

CELIA TORRES GARCIA



DIRECTOR: ING. AUGUSTO SANCHEZ CIFUENTES

MEXICO, D. F.

MARZO 1999

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

273841



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por dejarnos vivir en este maravilloso mundo.

A nuestra **Universidad Nacional Autónoma de México**, por habernos acogido entre sus brazos y educarnos íntegramente.

A nuestra **Facultad de Ingeniería**, por habernos hecho ingenieros de profesión y espíritu, a través de la constancia y una recia disciplina.

Al **Programa Universitario de Energía** que nos ha permitido desarrollarnos como profesionistas y por todas las oportunidades que nos ha brindado.

A las dependencias del **Valle de Cuernavaca** por habernos permitido realizar este trabajo.

Gracias

E. Silvina y Celia

A **Dios** por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta donde me encuentro.

A mis **padres Simón y Gloria**, porque gracias a su apoyo, consejos y confianza, he llegado a realizar una de mis más grandes metas, lo cual es la herencia más valiosa que pude recibir.

A mis **hermanos Aurora, Ernesto, Victor Hugo, Cesar, Ricardo y Hector Miguel** por continuar juntos en nuestro viaje por la vida, que con su apoyo y cariño constante me hicieron seguir mi camino.

A mis **tios Juan y Braulio**, quienes con sus consejos y apoyo incondicional me ayudaron a conseguir una meta más.

A **E. Silvina** compañera de tesis y amiga incondicional, por haber compartido conmigo este trabajo.

A **Martín F.** por haber estado conmigo en los momentos más difíciles, cuyo apoyo incondicional me ha servido para superarlos.

A nuestro profesor **Ing. Augusto Sánchez C.** por sus sabios consejos, paciencia, apoyo y dirección en este trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna manera han influido y contribuido en mi preparación personal y profesional.

Gracias

Celia Torres

* * * *

- A Dios, gracias por quererme tanto, por estar siempre a mi lado en cada instante de mi vida, por permitirme realizar mi más grande anhelo, por haberme dado a una gran mujer como madre y por la maravillosa experiencia de la vida.

* * * *

- A mis padres, José Alonso Caballero y Carmen Salinas Caballero, gracias por darme la vida, por haber sembrado en mí la inquietud del conocimiento, por su valiente lucha para que hubiera escuela en el pueblo, por su gran ejemplo y por todo el amor que me brindaron.

* * * *

- A mi hermana Clara Alonso Salinas, gracias por descubrir nuevos horizontes, por tu actitud valerosa y por compartir tus sueños.

* * * *

- A mi madrina Elvira González Flores, gracias por hacer realidad mis sueños de niña.

* * * *

- A la Srita. Gregoria Galarza Aguirre, gracias por derrochar en mí tu bondad, cariño y comprensión, por ser mi refugio y fortaleza, por tus palabras de aliento y por tu apoyo incondicional.

* * * *

- A mi padres adoptivos, el Sr. Simón Torres Miranda y la Sra. Gloria García Olmos, gracias por tener ese gran corazón, por darme tanto cariño, comprensión y apoyo, pero sobre todo por brindarme una maravillosa familia.

* * * *

Eleuteria Silvina Alonso Salinas

* * * *

- A la familia Galarza Aguirre por su apoyo, especialmente a la Sra. Ma. Luisa, Carmelita y a Nancy, muchas gracias por su cariño.

* * * *

A cada uno de los miembros de la familia Torres García: Aurora , Ernesto, Hugo, Cesar, Ricardo y Miguel gracias por la comprensión, cariño y apoyo que me han brindado siempre. Especialmente mil gracias a Celia por haber compartido su vida y su familia conmigo.

* * * *

- A mis hermanas: Josefina, Inés, Paula, Bony, Alejandra, y a mis hermanos Gaspar y Luis, a Elías, Laura, Elisa y a Nancy Magali, gracias por su existencia, por su cariño, por contribuir para que yo no claudicara en mi propósito.

* * * *

- Al Ing. Augusto Sánchez Cifuentes, muchas gracias por todo su apoyo en la elaboración del presente trabajo.

* * * *

- Al Ing. Martín Frutis Godínez, gracias por su amistad incondicional y por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

* * * *

- Al Programa Universitario de Energía y a mis compañeros de trabajo, gracias por la información proporcionada.

* * * *

Eleuteria Silvina Alonso Salinas

INDICE

INTRODUCCION	1
---------------------	----------

CAPITULO 1 METODOLOGIA DE AUDITORIA

1.1	Descripción de la Metodología de Auditoría	6
1.2	Instrumentos utilizados	8
1.2.1	Analizador de redes	8
1.2.2	Luxómetro	9
1.2.3	Termómetro	10
1.2.4	Megger (Medidor de tierra física)	11
1.2.5	Bacharach (Analizador de gases de combustión)	12

CAPITULO 2 DESCRIPCION GENERAL DEL CAMPUS CUERNAVACA, MORELOS

2.1	Antecedentes	14
2.2	Diagrama unifilar	15
2.3	Análisis de la facturación	15
2.3.1	Descripción del sistema de energía eléctrica	15
2.3.2	Comportamiento del sistema conforme a la facturación	16

CAPITULO 3 DIAGNOSTICO ENERGETICO DEL CENTRO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO; CUERNAVACA, MORELOS

3.1	Antecedentes	19
3.2	Resumen del diagnóstico energético	20
3.3	Recomendaciones	21
3.4	Datos generales	24
3.4.1	Descripción de las instalaciones	24
3.4.2	Equipo para servicios generales	25
3.4.3	Operación de la dependencia	25
3.5	Análisis energético	26
3.5.1	Descripción del sistema de energía eléctrica	26

3.5.2	Distribución de la carga instalada	26
3.6	Mediciones en la subestación eléctrica	33
3.7	Mediciones en el sistema de iluminación	47
3.8	Medidas recomendadas para disminuir los consumos de energía eléctrica	49
3.8.1	Medidas de baja inversión	49
3.8.2	Medidas con inversión	51

CAPITULO 4 DIAGNOSTICO ENERGETICO DEL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA; CUERNAVACA, MORELOS

4.1	Antecedentes	61
4.2	Resumen del diagnóstico energético	62
4.3	Recomendaciones	63
4.4	Datos generales	65
4.4.1	Descripción de las instalaciones	65
4.4.2	Equipo para servicios generales	66
4.4.3	Operación de la dependencia	66
4.5	Análisis energético	67
4.5.1	Descripción del sistema de energía eléctrica	67
4.5.2	Distribución de la carga instalada	67
4.6	Mediciones en la subestación eléctrica	75
4.7	Mediciones en el sistema de iluminación	88
4.8	Medidas recomendadas para disminuir los consumos de energía eléctrica	90
4.8.1	Medidas de baja inversión	90
4.8.2	Medidas con inversión	92
4.9	Mediciones en los sistemas de tierra	97
4.9.1	Sistemas de tierra para el equipo electrónico	97
4.9.2	Sistemas de tierra de pararrayos	97
4.9.3	Localización de los sistemas de tierra	98
4.9.4	Recomendaciones para mejorar los sistemas de tierra	100
4.10	Análisis del equipo térmico (Generador de vapor)	101
4.10.1	Datos generales del equipo de generación de vapor	101
4.10.2	Análisis de combustión de gases	102
4.10.3	Diagrama de flujo de las instalaciones	103
4.10.4	Recomendaciones para mejorar la eficiencia del generador de vapor	103

CAPITULO 5 DIAGNOSTICO ENERGETICO DEL LABORATORIO DEL INSTITUTO DE FISICA; CUERNAVACA, MORELOS

5.1	Antecedentes	106
5.2	Resumen del diagnóstico energético	106
5.3	Recomendaciones	107
5.4	Datos generales	110
5.4.1	Descripción de las instalaciones	110
5.4.2	Equipo para servicios generales	111
5.4.3	Operación de la dependencia	111
5.5	Análisis energético	111
5.5.1	Descripción del sistema de energía eléctrica	111
5.5.2	Distribución de la carga instalada	112
5.6	Mediciones en la subestación eléctrica	118
5.7	Mediciones en el sistema de iluminación	132
5.8	Medidas recomendadas para disminuir los consumos de energía eléctrica	134
5.8.1	Medidas de baja inversión	134
5.8.2	Medidas con inversión	135

CAPITULO 6 DIAGNOSTICO ENERGETICO DEL CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA; TEMIXCO, MORELOS

6.1	Antecedentes	142
6.2	Resumen del diagnóstico energético	142
6.3	Recomendaciones	143
6.4	Datos generales	146
6.4.1	Descripción de las instalaciones	146
6.4.2	Equipo para servicios generales	147
6.4.3	Operación de la dependencia	149
6.5	Análisis energético	149
6.5.1	Descripción del sistema de energía eléctrica	149
6.5.2	Distribución de la carga instalada	149
6.6	Comportamiento del sistema conforme a la facturación	157

6.7	Mediciones en la subestación eléctrica	160
6.8	Mediciones en el sistema de iluminación	173
6.9	Medidas recomendadas para disminuir los consumos de energía eléctrica	175
6.9.1	Medidas de baja inversión	175
6.9.2	Medidas con inversión	176
6.10	Mediciones de los sistemas de tierra	183
6.10.1	Localización de los sistemas de tierra	183
6.10.2	Sistemas de tierra para el equipo electrónico	184
6.10.3	Sistema de tierra de pararrayos	184
6.10.4	Recomendaciones para mejorar los sistemas de tierra	185

CAPITULO 7 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Resultados	187
Conclusiones	189

INTRODUCCION

USO RACIONAL DE ENERGIA

A través de la historia hemos tratado de satisfacer nuestras principales necesidades sin meditar en el monto de la energía que consumimos. El tiempo ha transcurrido y en la actualidad se siguen utilizando energéticos baratos sin importar el deterioro de la naturaleza. Sin embargo, el mundo moderno se mueve gracias a requerimientos cada vez mayores de insumos energéticos, las industrias, el comercio y los servicios tienen cada vez mayores necesidades tanto de hidrocarburos, electricidad, gas y combustibles que les proporcionan la energía para lograr sus objetivos.

Hoy en día la tierra está amenazada como nunca antes por la contaminación urbana, la degradación de los bosques y suelos y por otros peligros mundiales como la reducción de la capa de ozono y el incremento en la temperatura global del planeta, derivada principalmente por la quema intensiva de combustibles fósiles que generan los llamados gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, monóxido de carbono y otros compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano.

Una de las formas en que se puede contribuir a mitigar la emisión de los GEI es reduciendo el consumo de combustibles fósiles, de allí el interés en la promoción del uso eficiente de la energía.

¹ Por otra parte, para todos es conocido que la energía eléctrica es un elemento vital para el desarrollo económico y el bienestar social de cualquier país. Sin embargo, si se considera que en un nivel global, la producción y el consumo de energía eléctrica originan casi el 60 % de las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero, no es de sorprender que uno de los grandes problemas que enfrenta la industria eléctrica en México, al igual que en otros países, es el impacto ambiental que se produce.

En México, la electricidad juega un papel muy importante, siendo un elemento indispensable en el desarrollo, para que no deje atrás secuelas de deterioro, debe lucharse por una nueva cultura energética que deberá caracterizarse por *un uso racional de la energía* que evite el dispendio innecesario de la misma, y así destinar recursos y esfuerzos para preservar el medio ambiente que heredaremos a nuestros hijos.

Uno de los beneficios que aporta el ahorro y el uso eficiente de la energía eléctrica es evidentemente la disminución del consumo de los combustibles fósiles para su generación.

De entre los hidrocarburos existentes el combustible que más se usa en México para la generación de electricidad es el combustóleo, seguido en orden de importancia por el gas natural y el diesel.

² De acuerdo a la información proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad, la emisión de dióxido de azufre (SO₂) a la atmósfera es de 15.7 grms por cada kWh que se produce a partir del combustóleo. El SO₂ es uno de los gases más peligrosos que junto con la lluvia, produce ácido sulfúrico, el cual daña considerablemente al hombre, bosques y ecosistemas. Por cada kWh producido se emiten casi 3 gramos de SO₂ cuando se emplea gas y 8.6 Kg cuando se emplea carbón en las plantas generadoras. Esta información pone de relieve la trascendencia del ahorro de energía eléctrica en la protección y preservación del medio ambiente.

³ En este sentido, cualquier esfuerzo para lograr ahorros de energía eléctrica, se verá reflejado directamente y en forma determinante en la conservación de los recursos naturales. Es importante hacer notar que los combustibles mencionados anteriormente son la fuente más importante de energía en la época reciente, que provienen de recursos no renovables, concentrados en unos cuantos países. En México por cada 10 barriles de combustóleo que se produjeron en 1992, casi 7 barriles los consumió el sector eléctrico. En nuestro país, a diferencia de otros recursos, el monto de las reservas conocidas de los hidrocarburos lleva a prever una escasez de combustibles líquidos en un lapso de menos de medio siglo.

Las empresas eléctricas enfrentan el reto de satisfacer la demanda creciente de energía eléctrica y de mejorar al mismo tiempo la calidad del servicio. Uno de los elementos necesarios para superarlo es racionalizar los consumos energéticos en las instalaciones, impulsando en los usuarios la aplicación de medidas ahorradoras de energía eléctrica, utilizando las mejores alternativas posibles para obtener productos o servicios que contribuyan a elevar la eficiencia en el uso de este insumo, conservando los recursos naturales a la vez que se protege al medio ambiente.

El argumento más sólido para mostrar las ventajas del ahorro de energía eléctrica, es la alta rentabilidad del mismo. En la mayoría de las empresas, servicios y comercios existen importantes potenciales de ahorro cuyo logro, en muchas ocasiones, no requieren inversión y cuando se necesita ésta, en la mayoría de los casos se recupera en períodos que pueden ir de los 2 meses hasta los 2 años.

⁴ Con el fin de lograr que el ahorro de energía eléctrica tenga éxito, es necesario contar con la participación de los distintos niveles del personal, diseñando y poniendo en marcha una campaña permanente de concientización, mediante la cual se promueva el ahorro de energía en toda la dependencia.

Consciente del grado de desarrollo alcanzado por la Universidad Nacional Autónoma de México y de la responsabilidad de incidencia de mayor o menor grado, en forma directa, en las necesidades presentes y futuras del país, que por razones sociales, económicas y de soberanía nacional, el problema de la energía resulta prioritario para México. Se crea el 2 de agosto de 1982 el “Programa Universitario de Energía” (P. U. E. N.), teniendo como uno de sus objetivos: efectuar un censo de programas y proyectos existentes en la UNAM y fuera de ella relacionados con la energía eléctrica, desarrollando un proyecto propio multidisciplinario de análisis, simulación y diseño de sistemas energéticos integrados en sus aspectos técnicos, económicos y sociológicos, conducente a elaborar un modelo energético del país.

⁵ El P.U.E. N. propuso en el año de 1992 la realización del proyecto de gran relevancia **“La UNAM: Un Modelo Nacional de Eficiencia Energética”**, cuyo objetivo general es: Racionalizar los consumos energéticos de la UNAM, investigar, desarrollar y demostrar formas novedosas o pioneras de suministrar y utilizar la energía con el menor impacto en el medio ambiente y en general fomentar una cultura de racionalidad energético ambiental, adecuando a este propósito la enseñanza, la investigación y la difusión. Como una de las primeras acciones dentro del proyecto fue el diagnóstico energético en las instalaciones de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Acatlán, como proyecto piloto.

⁶ Con el proyecto antes mencionado y con el fin de llevar a cabo las acciones de mejoramiento ambiental dentro de la UNAM, el Programa Universitario de Energía se incorpora a la **Comisión para el Control Ecológico del Campus** en donde ha venido desarrollando desde el año de 1993 el proyecto de uso racional de energía en la UNAM. Dicha comisión inició sus actividades con ocho programas prioritarios: Uso eficiente de la energía, Dignificación de servicios sanitarios, Mejoramiento continuo de áreas verdes, Mejoramiento de vialidad y transporte, Manejo de residuos sólidos, Manejo de residuos peligrosos, Manejo adecuado del agua y Dignificación de espacios.

Dentro de las actividades del proyecto se prosiguió con la realización de los diagnósticos energéticos en las demás dependencias universitarias, tanto de las que se encuentran ubicadas en Ciudad Universitaria como las que se encuentran en el Distrito Federal, en el Estado de México y en el Valle de Cuernavaca, con la finalidad de conocer el grado de eficiencia con el que es utilizada la energía, establecer las áreas de oportunidad y precisar los potenciales, medidas e inversiones para lograr ahorros de energía.

El objetivo del presente trabajo es reportar los resultados del diagnóstico energético realizado en cada una de las dependencias de la UNAM ubicadas en el valle de Cuernavaca, las cuales son: El Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, el Instituto de Biotecnología y el Laboratorio del Instituto de Física, que en conjunto constan de 24 edificios, donde en la mayoría de ellos se realizan trabajos de investigación. También se llevó a cabo el diagnóstico energético en el Centro de Investigación en Energía ubicado en el municipio de Temixco, Morelos. Esta dependencia cuenta con 11 edificios en donde la actividad principal es la investigación.

El trabajo se desarrolla de la siguiente manera:

En el capítulo uno se describen los principales parámetros utilizados en la metodología de auditoría, aplicada en cada una de las dependencias para la realización del diagnóstico energético.

En el capítulo dos se hace una descripción general del Campus Cuernavaca, así como su diagrama unifilar y análisis de facturación.

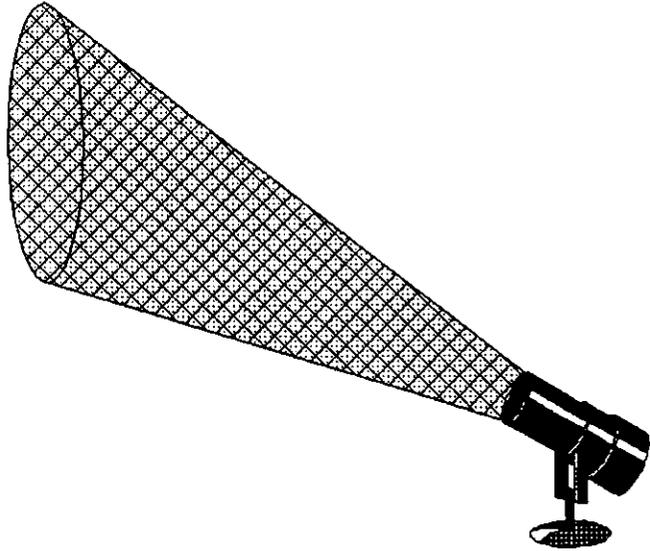
En los capítulos tres, cuatro, cinco y seis se presenta el reporte del diagnóstico energético obtenido para cada una de las dependencias en donde se describen las principales observaciones, descripción de las instalaciones, análisis de datos obtenidos, mediciones de parámetros eléctricos en la subestación, mediciones de iluminación y las recomendaciones para un mejor uso de la energía eléctrica. Asimismo con los resultados obtenidos se hace un análisis técnico-económico de las luminarias existentes.

Finalmente en el capítulo siete se dan una serie de resultados que se obtendrían de aplicarse las recomendaciones indicadas para cada dependencia, lo que representarían un ahorro sustancial de energía eléctrica y se obtienen las conclusiones generales de las auditorías realizadas.

Referencias:

- ¹ Ing. Rafael Paredes Uriz; *El calentamiento global del planeta y el uso eficiente de la energía*, boletín ATPAE, Enero de 1996.
- ² Ing. Mateo Treviño Gaspari; *El FIDE en la protección del medio ambiente*; Revista Energía Racional, Junio de 1996.
- ³ Ing. Mateo Treviño Gaspari; *El FIDE en la protección del medio ambiente*; Revista Energía Racional, Junio de 1996.
- ⁴ Lic. José A. Urteaga Dufour; *La calidad total aplicada al ahorro de energía eléctrica*, Revista Energía Racional, Julio de 1995.
- ⁵ Programa Universitario de Energía; *folleto PUEN*, Coordinación de la Investigación Científica, UNAM.
- ⁶ Programa Universitario del Medio Ambiente; *Control Ecológico del Campus*; Coordinación de la Investigación Científica, UNAM.

1



Metodología de Auditoria

CAPITULO 1

METODOLOGIA DE AUDITORIA

¹ La metodología que se utilizó para realizar la auditoría en las dependencias es la desarrollada por el **Programa Universitario de Energía** para ser aplicada en la UNAM, la cual se probó en el trabajo realizado en las instalaciones de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Acatlán (ENEP - Acatlán) que forma parte del Gran Proyecto Universitario del Programa Universitario de Energía (PUEN) denominado “**La UNAM: Un Modelo Nacional de Eficiencia Energética**”.

1.1 Descripción de la Metodología de Auditoría

La *metodología* consiste de los siguientes puntos:

- Obtención de la información sobre las instalaciones de cada dependencia para conocer el tamaño de las mismas y fijar el alcance de estudio.
- Obtención de la información de la operación de la dependencia (actividades y horario de labores).
- Recorrido por las instalaciones con la finalidad de planear la realización de un levantamiento físico y cómo hacer mediciones en las mismas.
- Levantamiento físico de luminarias y cargas de fuerza para tener un inventario de las cargas eléctricas así como las características y condiciones actuales de iluminación en las diferentes áreas de la dependencia, para lo cual se utiliza un formato diseñado especialmente.
- Levantamiento físico para equipos generales incluyendo el diagrama de flujo y las características eléctricas de los mismos así como realizar mediciones de consumos de energía si es posible en dichos equipos que pueda tener la dependencia, para lo cual se utiliza un formato diseñado especialmente.

- Conexión de un analizador de redes a la acometida principal para realizar un muestreo de parámetros eléctricos (voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, frecuencia) en determinado período de operación normal de la dependencia, considerando que es representativo del comportamiento energético de las instalaciones. El equipo normalmente graba información cada hora.
- Análisis de la información obtenida con la finalidad de conocer las condiciones actuales de las instalaciones así como la distribución de los consumos de la energía y evaluar qué potenciales de ahorro se pueden tener, utilizando un software desarrollado por el personal del PUEN.
- Propuestas de medidas que se pueden tomar con la finalidad de alcanzar los ahorros potenciales, dividiéndolas en tres categorías:
 1. Medidas de implantación inmediata con muy poca o nula inversión económica pero que implican cambios de actitud y una supervisión administrativa.
 2. Medidas que requieren inversión económica a corto plazo con el fin de tratar de optimizar la programación y el mantenimiento para mejorar las condiciones de operación de los sistemas y equipos que consumen energía.
 3. Medidas que implican inversiones de consideración económica para modificar o complementar el diseño original de los sistemas consumidores de energía.
- Análisis técnico-económico de las medidas propuestas con la finalidad de programar la implantación de aquellas que se consideran más viables de realizar.

En conclusión, con la información procesada se detectan las posibilidades de ahorro y se cuantifican, realizando finalmente con la metodología anteriormente descrita un informe ejecutivo para cada dependencia que a continuación se presenta en donde se informa de las principales características del sistema eléctrico y se dan recomendaciones correspondientes para disminuir los consumos dentro de la dependencia y así alcanzar los potenciales de ahorro detectados.

1.2 INSTRUMENTOS UTILIZADOS DURANTE LA AUDITORIA

1.2.1 ANALIZADOR DE REDES

² (Analizador TRMS marca AEMC Instruments, modelo 3950)

Como se mencionó anteriormente un paso de la metodología en auditoría energética es la instalación de un medidor conocido como *analizador de redes eléctricas* (fig. 1) en la acometida principal que alimenta a la dependencia. Este equipo mide los principales parámetros del sistema eléctrico de manera automática, el cual se programa para que registre valores en determinado periodo de las siguientes variables: voltaje (V), corriente (A), potencia aparente (VA), potencia activa (W), potencia reactiva (VAR), factor de potencia, y frecuencia, con los cuales se pueden obtener los siguientes parámetros: demanda instantánea, demanda promedio del periodo, consumo, consumo acumulado, dando estos valores por fase y totales durante un periodo considerable, dentro de días normales de labores que se pueden considerar como muestras típicas.

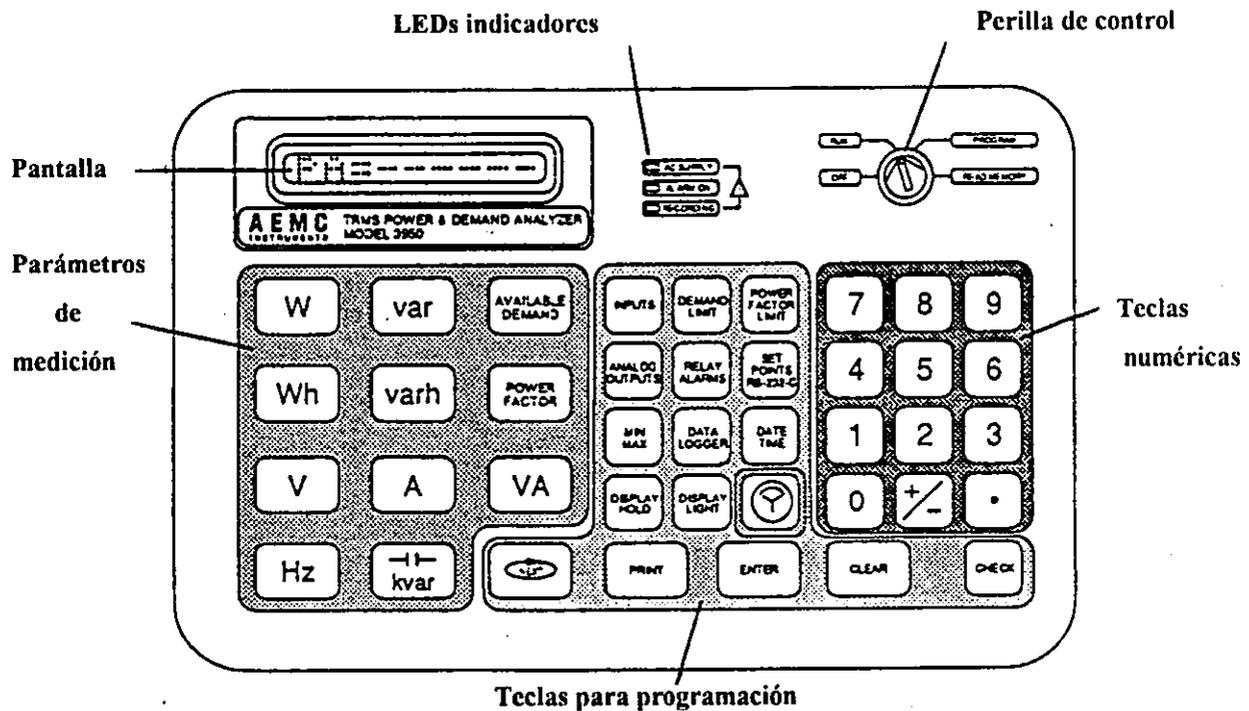


Fig. 1

Posteriormente se grafica el comportamiento horario de los parámetros eléctricos medidos, (ver gráficas en capítulos posteriores).

Con dicha información se puede observar el comportamiento del sistema eléctrico.

1.2.2 LUXOMETRO

Para medir la intensidad de iluminación se utilizan los siguientes luxómetros:

³ Medidor de iluminación analógico marca Kyoritsu, modelo 5200 y ⁽⁴⁾ Medidor de iluminación digital marca Lux-Meter/Testoterm 0500 para medir niveles de iluminación (ver fig. 2 y fig. 3 respectivamente). Están diseñados para medir luxes según los rangos especificados por dichos equipos.

Rango	Modelo 5200	Testoterm 0500
Baja	0-1,000 Luxes	0-2,000 Luxes
Ordinaria	0-5,000 Luxes	2,000-20,000 Luxes
Alta	0-50,000 Luxes	20,000-100,000 Luxes

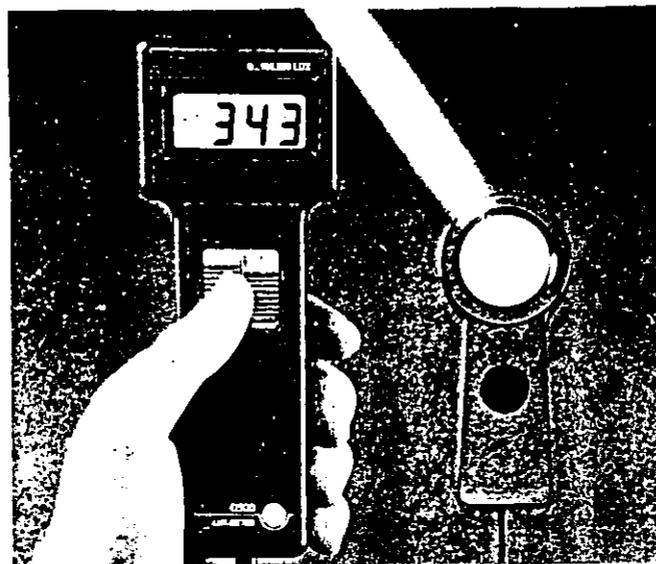
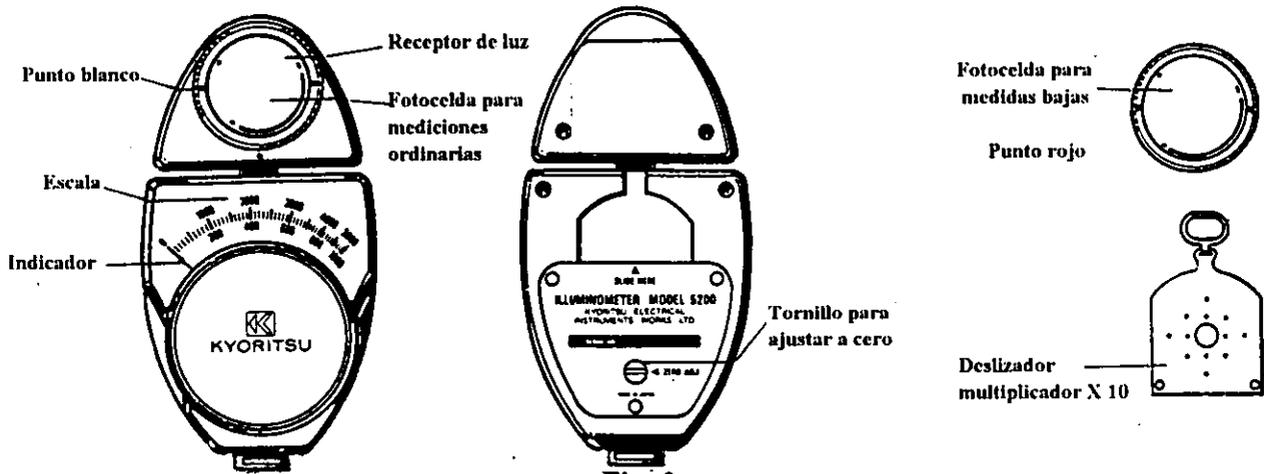


Fig. 3

1.2.3 TERMOMETRO

El termómetro utilizado es digital (^s Termómetro K/J, modelo 52, marca FLUKE), concebido para usar termopares externos de los tipos K/J como sensores de temperatura (ver fig. 4). La punta que se utilizó para este análisis fue tipo J.

Rango de medición:

Termopar tipo J: -200 °C hasta 760 °C
-328 °F hasta 1400 °F

Termopar tipo K: -200 °C hasta 1370 °C
-328 °F hasta 2498 °F

Condiciones ambientales de operación:

Temperatura: 0 °C hasta 50 °C
32 °F hasta 122 °F

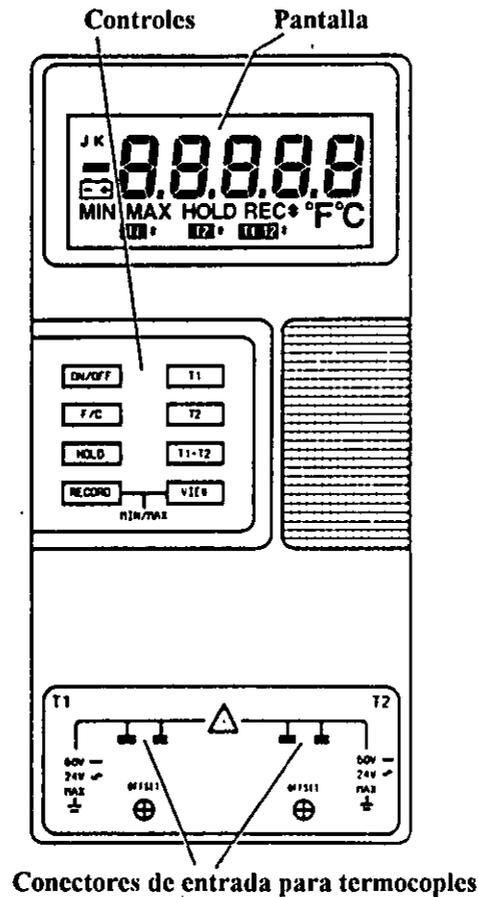


Fig. 4

1.2.4 MEGGER (MEDIDOR DE TIERRA FISICA)

⁶ Medidor digital de Resistencia a Tierra, marca AEMC Instruments, modelo 4600, (ver fig. 5). Este equipo ejecuta mediciones precisas de resistencia a Tierra (3 polos) en una simple varilla o una red de computadoras, y mediciones de resistividad de tierra (4 polos).

Especificaciones eléctricas:

Su rango de medición es: de 0 a 2,000 ohms.

Rango	20 Ω	200 Ω	2000 Ω
Medición	0.00 a 19.99 Ω	19.0 a 199.9 Ω	190 a 1999 Ω
Resolución	10 m Ω	100 m Ω	1 Ω
Corriente de prueba	10 mA	1 mA	0.1 mA
Precisión	2 % leyendo \pm 2 cts	2 % leyendo \pm 2 cts	3 % leyendo \pm 2 cts
Voltaje aplicado	< 45 V max		

Tiempo de respuesta: 6 segundos para estabilizar medición.

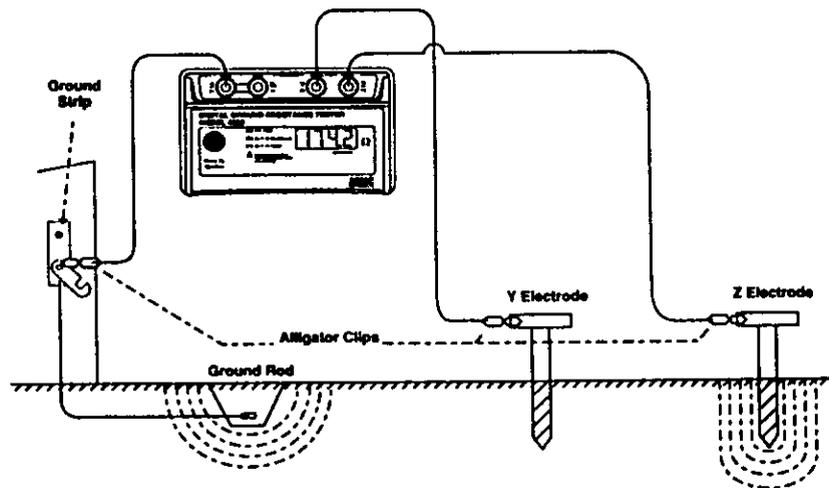


Fig. 5

1.2.5 BACHARACH (ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTION)

Para medir el comportamiento de la caldera se utilizó el Medidor Digital de Eficiencia de Combustión, modelo FYRITE II.

⁷ El equipo Fyrite II es un analizador de eficiencia de combustión portátil (ver fig. 6). Lee y almacena los siguientes datos calculados durante su uso.

Porcentaje de oxígeno (O₂)

Temperatura actual en °F/°C

Temperatura del aire en °F/°C

El Fyrite II calcula lo siguiente:

Porcentaje de pérdidas en chimenea

Porcentaje de dióxido de carbono (CO₂)

Porcentaje de exceso de aire

Eficiencia de la combustión

El usuario de este equipo puede efectuar las pruebas completas de eficiencia de combustión en 2 minutos aproximadamente. Este equipo se utilizó para analizar los gases de combustión del generador de vapor ubicado en el Instituto de Biotecnología.

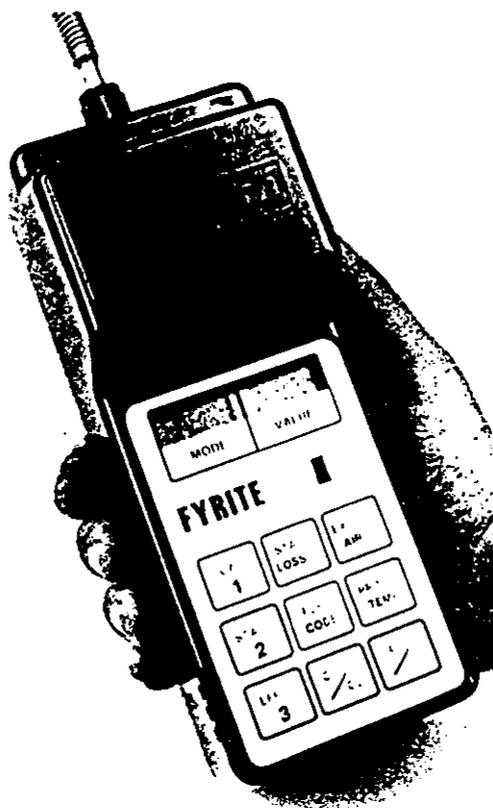
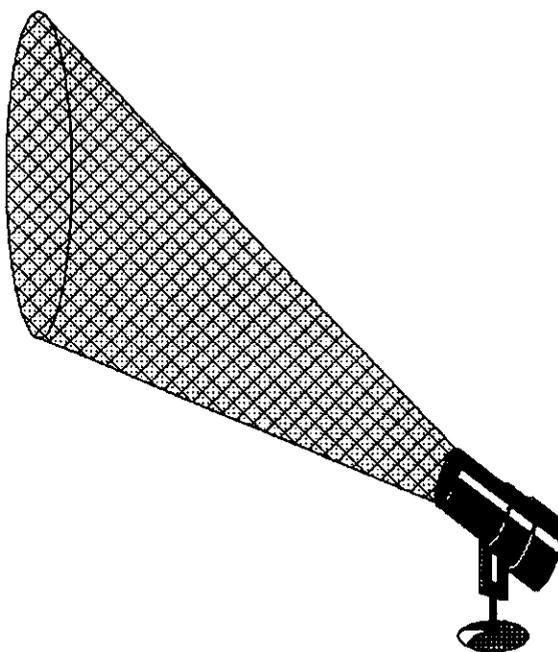


Fig. 6

Referencias:

- ¹ Programa Universitario de Energía, *Reporte Ejecutivo del Diagnóstico Energético de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán (ENEP - Acatlán)*, PUEN, UNAM 1992.
- ² AEMC Instruments, *Manual TRMS Power & Demand Analyzer, Model 3950*, Edition 11/92.
- ³ Kyoritsu Electrical Instruments Works LTD, *Instructivo Illuminometer, Model 5200*.
- ⁴ Testo Gmbh & Co., *Manual Lux-Meter, Modelo Testoterm 0500*.
- ⁵ John Fluke Mfg. Co., Inc., *Manual K/J Thermometer, Modelo 52*.
- ⁶ AEMC Instruments, *Manual Digital Ground Resistance Tester, Modelo 4600*.
- ⁷ Bacharach, Inc., *Instructivo 24-9140 Fyrite II*, Printed in U.S.A.

2



Descripción General del Campus Cuernavaca

CAPITULO 2

DESCRIPCION GENERAL DEL CAMPUS CUERNAVACA, MORELOS

2.1 Antecedentes

¹ Las instalaciones del Campus Cuernavaca están localizadas en la Ciudad de Cuernavaca, Morelos; a unos 65 km de la Ciudad de México, en un terreno que la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) cedió en comodato a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Su localización ha contribuido a la formación de un polo de desarrollo científico importante y permitirá una interacción planificada con otras dependencias de la UNAM que se localizan, o lo harán en un futuro en ese lugar.

Las instalaciones del Campus Cuernavaca la conforman el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, el Instituto de Biotecnología y el Laboratorio del Instituto de Física que en conjunto constan de 24 edificios, donde en la mayoría de ellos se realizan trabajos de investigación.

Se considera importante dar una visión general de la acometida de energía eléctrica, así como analizar el comportamiento del sistema conforme a la facturación debido a que la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. al realizar el cobro de dicho servicio, engloba a las tres dependencias en una sola (Instituto de Investigaciones Biomédicas).

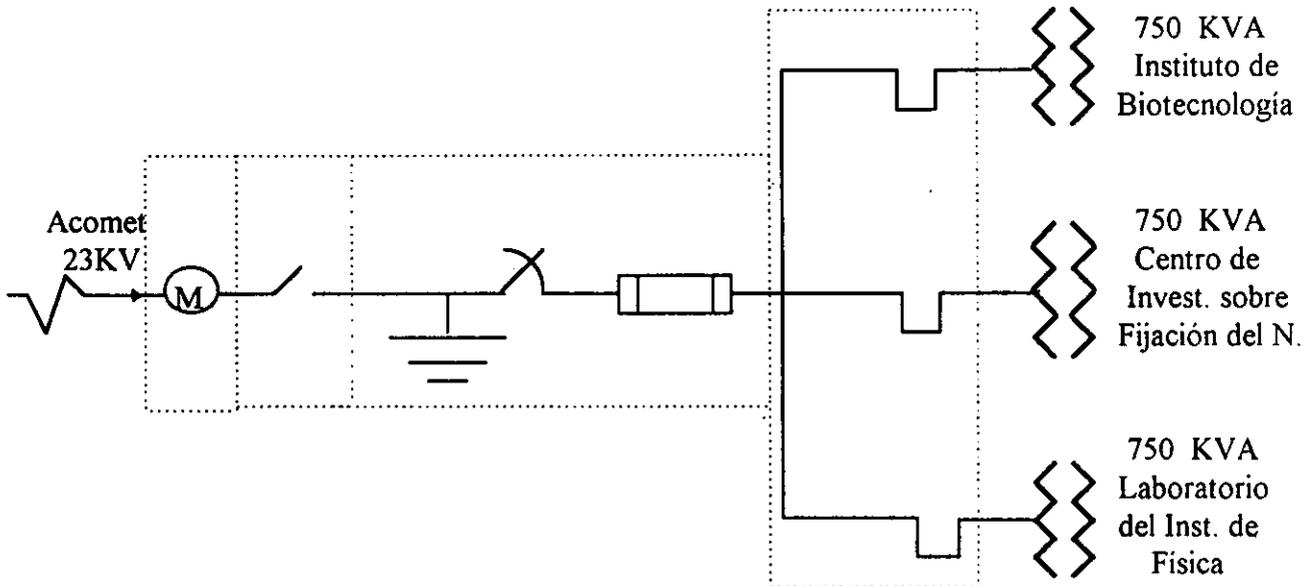
El suministro de energía eléctrica para estos edificios se realiza de la siguiente manera:

La acometida principal de energía eléctrica para el campus, llega al Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno en 23 KV, de donde salen tres derivaciones a las diferentes dependencias: Instituto de Biotecnología, Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, y el Laboratorio del Instituto de Física. Cada una de las subestaciones eléctricas tiene una capacidad de 750 KVA con una relación de transformación de 23 KV a 220 V como se muestra en el siguiente diagrama unifilar.

¹ *Instituto de Biotecnología, Informe anual 1994*

2.2 DIAGRAMA UNIFILAR

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL DEL CAMPUS CUERNAVACA; MORELOS



2.3 ANALISIS DE LA FACTURACION

2.3.1 Descripción del sistema de energía eléctrica

Características de las subestaciones eléctricas en el Campus Cuernavaca, Morelos:

Alimentación	23 kV
Tarifa contratada anterior	OM hasta febrero de 1997
Tarifa contratada actual	HM a partir de marzo de 1997
Capacidad nominal en cada subestación	750 KVA
Capacidad instalada CIFN	1,280.0 kW
Capacidad instalada Ins. Biotec.	2,680.7 kW
Capacidad instalada Lab. Ins. de Fis.	924.5 kW
Capacidad instalada total:	4,885.2 kW

2.3.2 COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA CONFORME A LA FACTURACION

* A continuación se analiza la facturación en el período comprendido de 1993 a 1997

Tabla 2.1

	1993	1994	1995	1996	1997
Demanda promedio kW	543.00	607.00	655.00	711.00	669.00
Consumo anual kWh	3,117,000.00	3,588,600.00	3,802,200.00	4,092,800.00	4,090,722.00
Demanda media promedio kW	356.42	409.89	434.81	467.94	467.03
Factor de carga	0.66	0.68	0.66	0.66	0.70
Importe total \$	711,429.00	813,125.00	1,034,206.00	1,476,913.00	2,068,616.00
Costo promedio anual \$/kwh	0.23	0.23	0.27	0.36	0.50

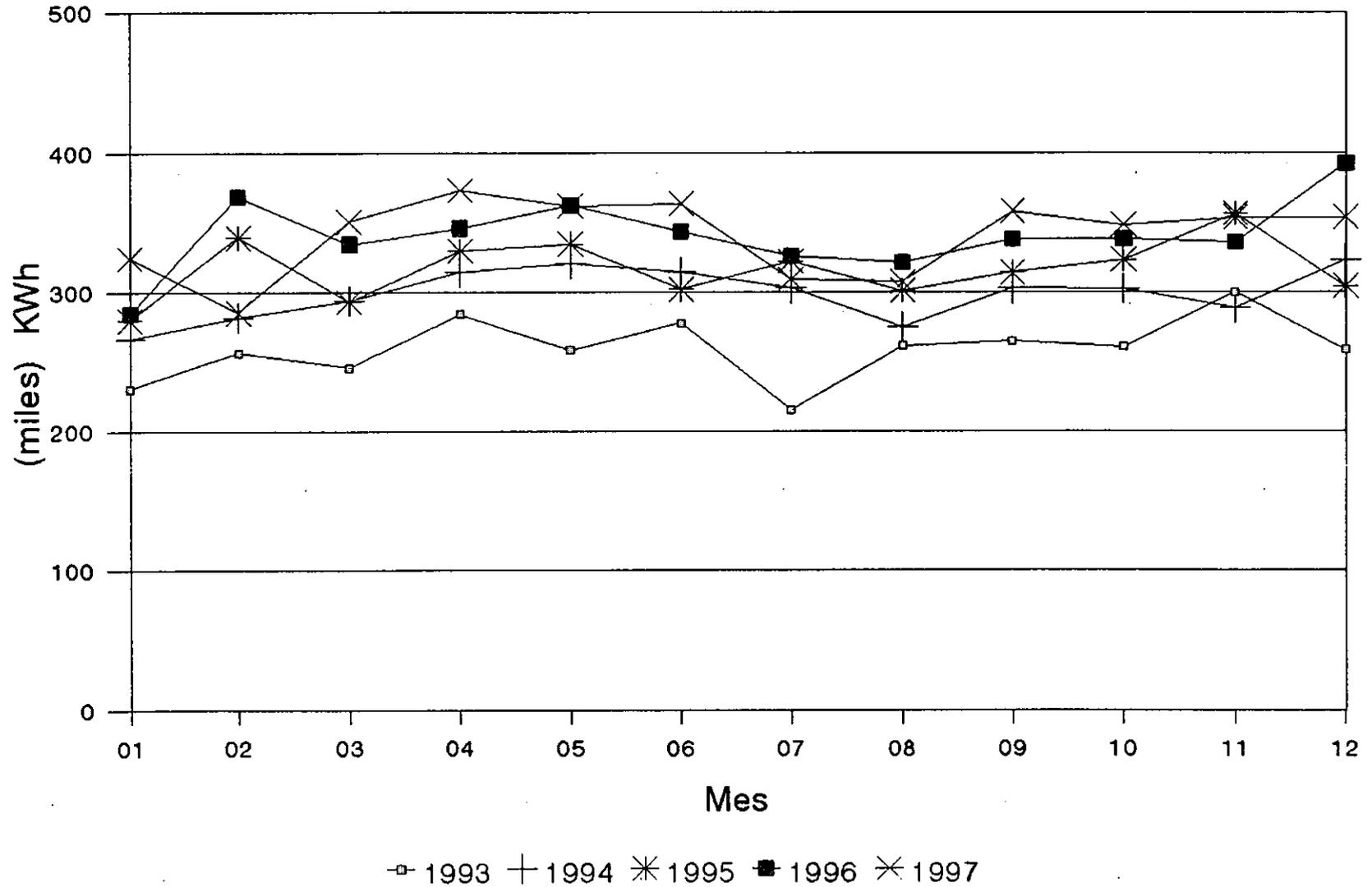
De la tabla 2.1 se observa lo siguiente:

- El comportamiento de los parámetros eléctricos ha sufrido un incremento constante en estos años, tomando en cuenta que se encuentran instaladas tres subestaciones a una acometida principal.
- El incremento en el costo de la energía durante los dos últimos años es debido al ajuste de las tarifas a partir de diciembre de 1996. En el período analizado de 1993 a 1997 se ha tenido un incremento de más del 100 % aproximadamente en el costo del kwh.
- La demanda promedio registra un incremento total de 111 kW en todo el período analizado.
- El factor de carga se puede considerar bueno debido a la forma de funcionamiento que existe en las dependencias en las que se realizó el estudio.
- El consumo de energía desde 1993 se ha incrementado cerca del 32 % con una tendencia a aumentar en los últimos años, debido al crecimiento de las instalaciones. Aunque en el último año disminuye un poco.
- Analizando las gráficas, 2.1 de consumo y 2.2 de demanda se puede observar que el consumo y la demanda permanecen muy parejos a lo largo del año, no existiendo variaciones notables ni aún en periodos de vacaciones administrativas, que ocurren en los meses de julio y diciembre.

* Facturación del Instituto de Investigaciones Biomédicas, Cia. de Luz y Fuerza del Centro, S. A.

Instituto de Investigaciones Biomédicas

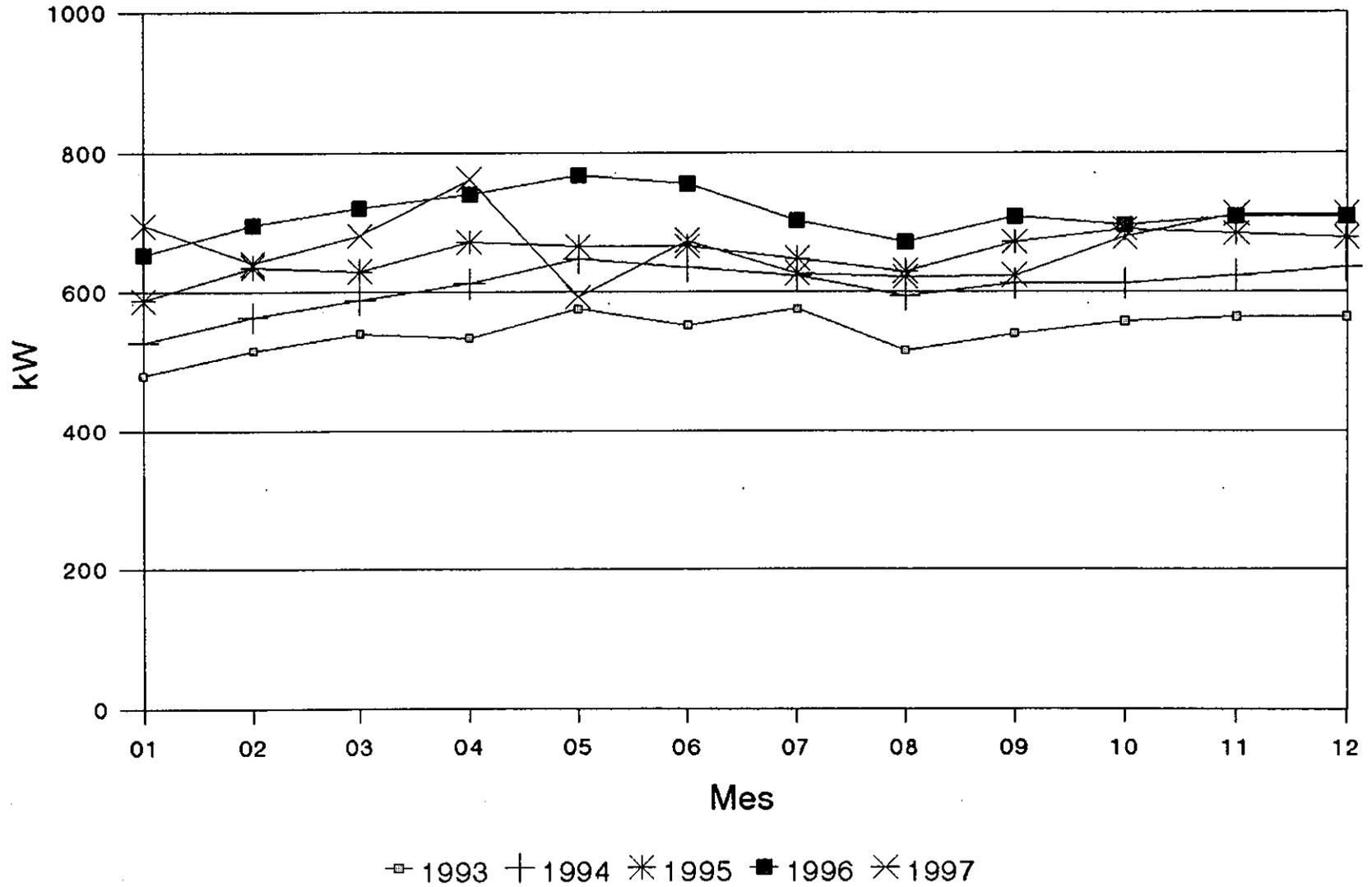
Cuernavaca, Morelos



Gráfica 2.1 Consumos Facturados

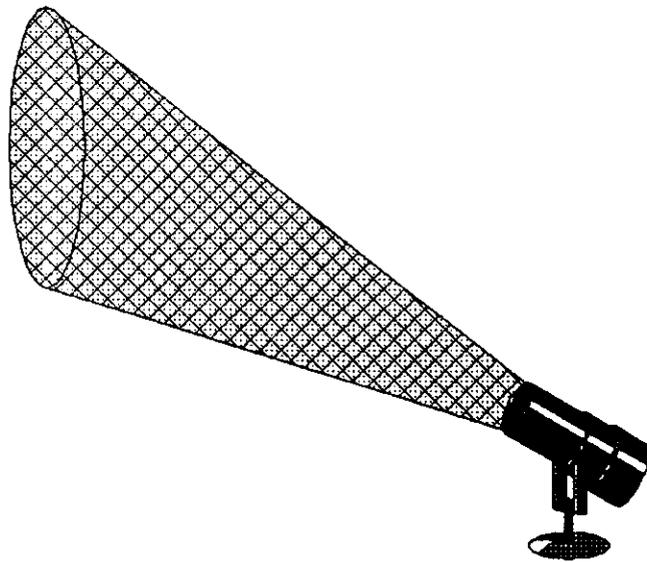
Instituto de Investigaciones Biomédicas

Cuernavaca, Morelos



Gráfica 2.2 Demanda Facturada

3



Diagnóstico Energético del Centro de Investigación
sobre Fijación de Nitrógeno

CAPITULO 3

DIAGNOSTICO ENERGETICO DEL CENTRO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO CUERNAVACA, MORELOS

3.1 ANTECEDENTES

El Centro fue creado por acuerdo del Rector Dr. Guillermo Soberón, el 18 de abril de 1980, con base en el Departamento de Biología Molecular del Instituto de Investigaciones Biomédicas.

Inicialmente, ocupó parte de las instalaciones del Instituto de Investigaciones Biomédicas, hasta que el 23 de marzo del año siguiente se mudó a su actual sede en Cuernavaca, la cual tiene ocho edificios distribuidos entre los laboratorios, biblioteca, auditorio, bioterio, invernadero y el pequeño conjunto con habitaciones destinados a los investigadores visitantes.

¹ El **Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno**, establecido para efectuar investigaciones en el área de biología molecular de la fijación del nitrógeno atmosférico, por ser un campo muy importante para el futuro desarrollo agrícola del país, está organizado académicamente en dos departamentos de investigación: genética molecular y ecología molecular. Cuenta con 44 miembros del personal académico que investigan y participan en los cursos de licenciatura, maestría y doctorado de investigación biomédica básica que se imparte en colaboración con los Institutos de Investigaciones Biomédicas, Fisiología Celular, y Biotecnología.

En el Centro se efectúan tres líneas principales de investigación relacionadas con la genética y fisiología de la fijación de nitrógeno, con la estructura y dinámica del genoma de organismos fijadores de nitrógeno, y con la evolución y genética de poblaciones y organismos fijadores de nitrógeno. Se han dirigido 11 tesis de licenciatura, 27 de maestría y 19 de doctorado, labor que ha resultado en la formación de 13 investigadores asociados y nueve investigadores titulares, quienes trabajan actualmente en distintas dependencias de la UNAM. Se han publicado 71 artículos de investigación, todos ellos en revistas líderes de difusión internacional, además de que la investigación del Centro se publica y es citada en las revistas más importantes del área.

El Centro ha participado en múltiples ocasiones en el Comité Internacional de Congresos del área, confiándosele la organización de dos de los tres congresos más importantes, y ha sido invitado a participar en proyectos internacionales de gran relevancia.

3.2 RESUMEN DEL DIAGNOSTICO ENERGETICO

Observaciones principales

1.- El consumo importante de energía eléctrica en un día normal es de 15 horas aproximadamente.

² Los niveles de iluminación cuando se cuenta con suficiente luz natural y con el sistema de iluminación activado están excedidos para laboratorios en 72 % y oficinas 75 %, en servicios se tienen valores correctos, (estos valores son comparados con los niveles de iluminación mínimos recomendados por IESNA).

2.- En las horas nocturnas en laboratorios y oficinas se tienen los valores correctos y en los recintos tipo servicios se tienen valores abajo de los recomendados en 18 % excepto en algunas áreas de uso especial como son los cuartos de incubación.

3.- La densidad de potencia lumínica (W/m^2) en oficinas y laboratorios se encuentran dentro de los estándares permitidos, pero en servicios superan 50 % el mínimo recomendado sin alcanzar niveles óptimos de iluminación por la noche.

4.- Los recintos denominados como servicios representan el principal rubro en cuanto a carga por luminarias instaladas teniendo el 63 % del total y en segundo lugar se encuentran los laboratorios con el 24 %.

5.- En lo referente al equipo eléctrico utilizado, la carga principal conectada la representa el equipo de laboratorio (41 %) con un alto factor de utilización y en segundo lugar se encuentra el equipo de cómputo con el 6 %. Cabe señalar que se tienen equipos como refrigeradores, cafeteras, parrillas y enfriadores-calentadores que representan un porcentaje del 10 % del total de carga por fuerza, pero con un uso constante durante todo el día.

6.- Se observa un desbalance entre fases con valor del 14 % durante el transcurso del día lo que indica que una de las fases esta sobrecargada respecto a la otra, teniendo como consecuencia la generación de pérdidas en las líneas de transmisión. Se registró un pico de demanda máxima de 194 kW por la tarde.

7.- La subestación eléctrica opera al 27 % de su capacidad nominal, lo cual nos indica que puede conectarse mayor carga sin causar ningún problema.

3.3 RECOMENDACIONES

1.- Debido a que se registraron niveles elevados de iluminación cuando se cuenta con suficiente luz natural en laboratorios y oficinas, se propone que el sistema de iluminación artificial no se active al menos en las primeras horas de la mañana, cuando esta acción no afecte la operación normal de las actividades.

2.- En los recintos tipo servicios los niveles de iluminación en horas nocturnas se encuentran abajo de los valores recomendados como mínimos, por lo que se propone dar mantenimiento para ver si su vida útil ha terminado o en su caso que se realice un estudio para adecuar el sistema de iluminación a las necesidades requeridas de esos lugares en esas horas.

3.- De la misma manera, se sugiere un análisis para mejorar las condiciones de trabajo en el sentido de aprovechar al máximo las lámparas que se tienen instaladas para que éstas iluminen las áreas de trabajo de la mejor manera, debido a que en servicios la cantidad de lámparas rebasa la recomendada. Es conveniente revisar la limpieza de luminarias, vida de las lámparas y balastos.

4.- Al tomar medidas que contribuyan al ahorro de energía eléctrica se recomienda llevarlas a cabo en aquellas áreas donde se concentra el mayor número de lámparas instaladas y con mayor uso, particularmente en servicios y laboratorios que representan 63 % y 24 % respectivamente, del total de lámparas instaladas en los edificios.

Es conveniente que se programe una sustitución de lámparas de alta eficiencia y ahorradoras de energía. Cualquier cambio que se desee realizar debe estar respaldado con un análisis en cuanto a costos de inversión y tiempos de recuperación.

³ En la actualidad existe tecnología para reacondicionar las luminarias existentes con la cual pueden generarse ahorros considerables de energía eléctrica, éstas incluyen luminarias con reflector especular, balastro de alta eficiencia, así como dispositivos de control automático (sensores de presencia, fotoceldas, etc.) cuyas combinaciones podrían alcanzar una disminución hasta de un 30 % de la facturación en el consumo de energía eléctrica cuidando que los niveles de iluminación sean los adecuados.

A continuación se proponen los siguientes cambios:

a) Readecuar sus luminarias existentes con reflectores especulares con lo que se podría retirar la mitad de las lámparas fluorescentes, si se alcanzan los valores adecuados de iluminación.

b) Sustituir el alumbrado fluorescente de 40 W por lámparas T-8 de 32 W con balastro electrónico, el de 75 W por lámparas de 60 W con su balastro ahorrador y el de 20 W por T-8 de 17 W y balastro electrónico.

c) Sustituir las lámparas incandescentes de 75 W por lámparas fluorescentes compactas de 20 W respectivamente.

En la siguiente tabla se sintetizan las inversiones requeridas para cada propuesta, así como su tiempo de recuperación a costos presentes de la energía eléctrica. Para dicha sustitución de lámparas se tomó como base el sistema de luminarias existentes en la fecha del levantamiento energético.

ACCION	INVERSION	AHORRO	TIEMPO
sustitución de lámparas	\$	kwh/año	RECUPERACION
40 W a 32 W - T8 BE RE	72,804.00	67,855.00	2.02 años
75 W a 60 W - T8 BA RE	113,622.00	148,626.00	1.44 años
20 W a 17 W - T8 BE RE	23,868.00	11,955.00	3.77 años
V. M 400 a V.S. 250 W	5,236.00	38,325.00	0.46 años
V. S. 400 a V.S. 250 W	1,683.00	7,391.25	0.46 años
F. Inc 75 W a F. C. 20 W	10,170.00	18,645.00	1.02 años
F. Inc. 100 W a F. C. 25 W	1,080.00	2,772.00	0.73 años

5.- Otro factor importante es la concientización a los usuarios en general al buen uso de los equipos eléctricos, en especial al equipo de laboratorio, cómputo, refrigeradores, cafeteras, parrillas y enfriadores-calentadores, con su adecuada elección y el uso correcto, se pueden disminuir en gran medida los consumos de energía eléctrica.

6.- Para eliminar el desbalance existente entre las fases de las líneas de alimentación, se propone hacer un estudio detallado de las cargas conectadas así como de su distribución y realizar los cambios necesarios.

7.- El estudio mencionado será particularmente necesario si la dependencia necesita conectar más carga monofásica a la subestación eléctrica, para que no se presente un desbalance mayor al existente o en el mejor de los casos, reducir el que se registra; con esto se evitarán sobrecargas en las líneas de alimentación y se logrará que los equipos tengan buen funcionamiento.

INFORME GENERAL DEL DIAGNOSTICO

3.4 DATOS GENERALES

DEPENDENCIA: **Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno**

ACTIVIDAD PREPONDERANTE: **Investigación**

POBLACION :

Alumnos	47
Profesores de Carrera	44
Empleados	70

FECHA DEL LEVANTAMIENTO ENERGETICO: Junio de 1995

3.4.1 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

Tabla 1 Uso y distribución de recintos
Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos

Recintos	Cantidad	%
Servicios	134	62.33
Oficinas	52	24.19
Laboratorios	29	13.49
Total	215	100.00

El total de recintos que se recorrieron fueron 215 en 9 edificios que a continuación se mencionan:

Edificio	Identificación
E 1	Administración
E 2	Biblioteca
E 3	Auditorio
E 4	Subestación
E 5	Laboratorios 1 y 3
E 6	Laboratorios 2 y 4
E 7	Laboratorios 5
E 8	Invernadero
E 9	Unidad Habitacional

3.4.2 EQUIPO PARA SERVICIOS GENERALES

- Una subestación eléctrica cuya capacidad es de 750 KVA, de tres fases y cuatro hilos con una relación de transformación de 23 KV a 220 Volts.
- * Sistema hidroneumático con los siguientes accesorios:

- Tres bombas centrífugas	3.00	H.P. c/u
- Compresor	0.50	H.P.
- * Aire acondicionado tipo paquete 71,473.20 Watts en total
- * Equipo de inyección y extracción de aire 17,844.45 Watts en total
- * Sistema de aire comprimido 14,174.00 Watts en total

Nota: * Este equipo se considera únicamente como carga eléctrica.

3.4.3 OPERACION DE LA DEPENDENCIA

El horario de actividades del Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno es de lunes a viernes de las 8:00 a las 22:30 horas, aunque las actividades de intendencia comienzan desde antes. Para la realización de este análisis se consideraron 15 horas de actividades normales de lunes a viernes, ya que en sábados y domingos también hay actividades aunque son mucho menores.

3.5 ANALISIS ENERGETICO

3.5.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA

Características:

Alimentación:	23 kV
Capacidad instalada:	1,280 kW
Capacidad en la subestación:	750 kVA

3.5.2 DISTRIBUCION DE LA CARGA INSTALADA:

Iluminación	192,070.00 Watts	15 %
Fuerza	1,088,009.93 Watts	85 %
Total	1,280,079.85 Watts	100 %

Esta carga se distribuye de la siguiente manera:

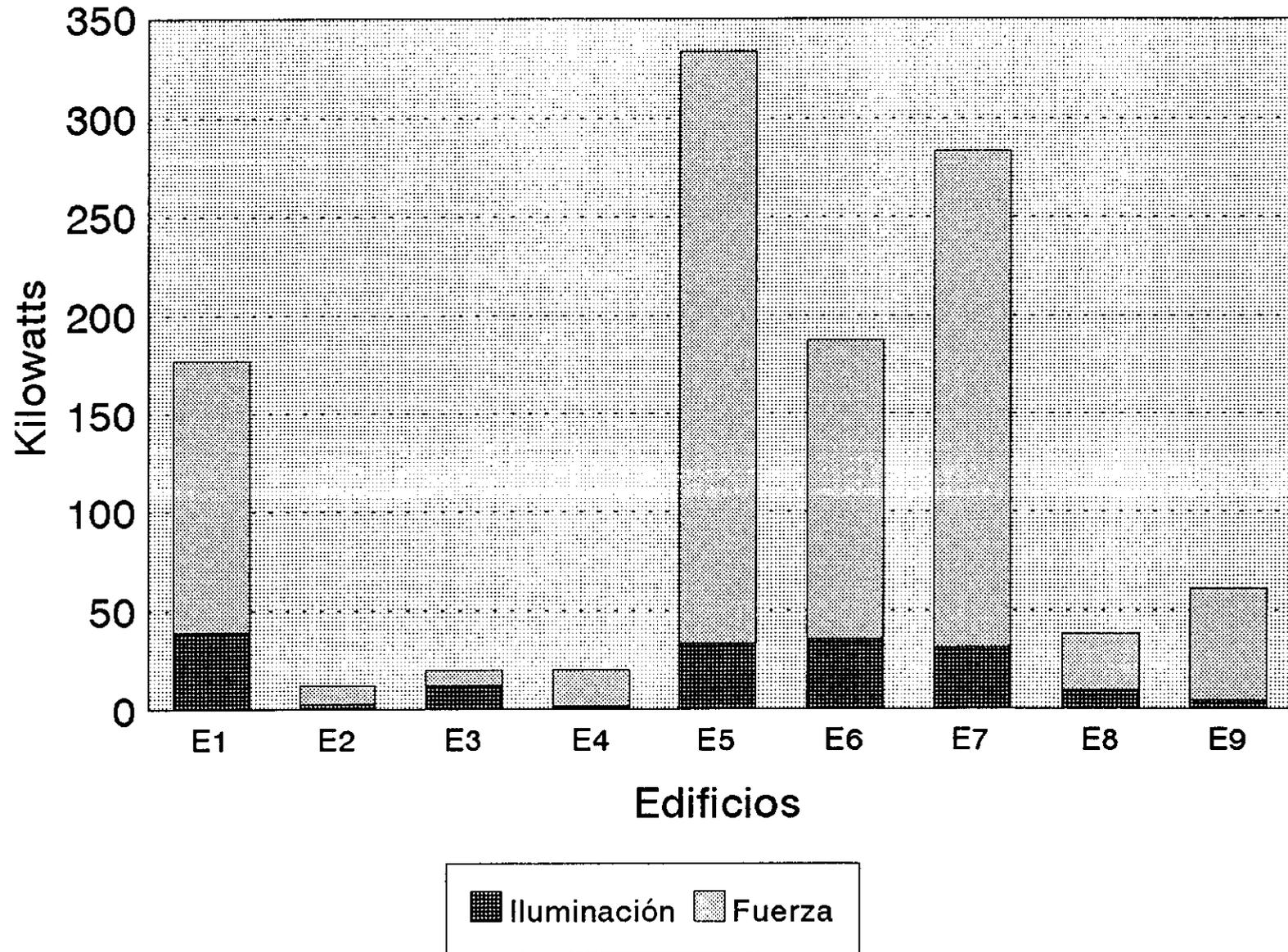
Tabla 2 Carga de iluminación y fuerza
Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos

	Iluminación	Iluminación	Fuerza	Total	Total
	Instalada	Util		Instalada	Util
	(Watts)	(Watts)	(Watts)	(Watts)	(Watts)
Edificios	169,595.00	148,303.75	961,239.98	1,130,834.90	1,109,543.70
Estacionamientos	8,400.00	8,400.00	0.00	8,400.00	8,400.00
Equipos especiales	0.00	0.00	126,769.95	126,769.95	126,769.95
Pasos cubiertos	7,675.00	7,225.00	0.00	7,675.00	7,225.00
Areas verdes	6,400.00	5,600.00	0.00	6,400.00	5,600.00
Total	192,070.00	169,528.75	1,088,009.93	1,280,079.85	1,257,538.65

La distribución de carga en edificios se muestra en la gráfica 3.1 y en la tabla 3

DISTRIBUCION DE CARGA EN EDIFICIOS

Centro de Investigación Sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos



Gráfica 3.1

Tabla 3 Carga total instalada en edificios
Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos

	Total	Total	Total
	Iluminación	Fuerza	Instalada
	(Watts)	(Watts)	(Watts)
EDIFICIO # 1	39,050.00	138,011.20	177,061.20
# 2	2,750.00	9,076.00	11,826.00
# 3	12,100.00	7,576.00	19,676.00
# 4	1,625.00	18,068.51	19,693.51
# 5	33,462.50	299,782.07	333,244.57
# 6	35,500.00	152,061.65	187,561.65
# 7	31,220.00	251,807.05	283,027.05
# 8	9,762.50	28,375.00	38,137.50
# 9	4,125.00	56,482.50	60,607.50
Carga Total	169,595.00	961,239.98	1,130,834.90

La distribución de la carga de iluminación en recintos se muestra en la tabla 4

Tabla 4 Distribución de la carga de iluminación en recintos
Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos

	Carga por ilum. instalada		Carga por ilum. útil	
	en recintos		en recintos	
	Total	Total	Total	Total
	(Watts)	%	(Watts)	%
Oficinas	22,875.00	13.48	21,843.75	14.72
Laboratorios	39,962.50	23.56	36,862.50	24.85
Servicios	106,757.50	62.94	89,597.50	60.41
Total	169,595.00	100.00	148,303.75	100.00

La distribución del tipo de luminarias se muestra en la gráfica 3.2 y en la tabla 5

Distribución de la Carga de Luminarias Instaladas

Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos

Carga Total de Luminarias Instaladas 192,070 Watts

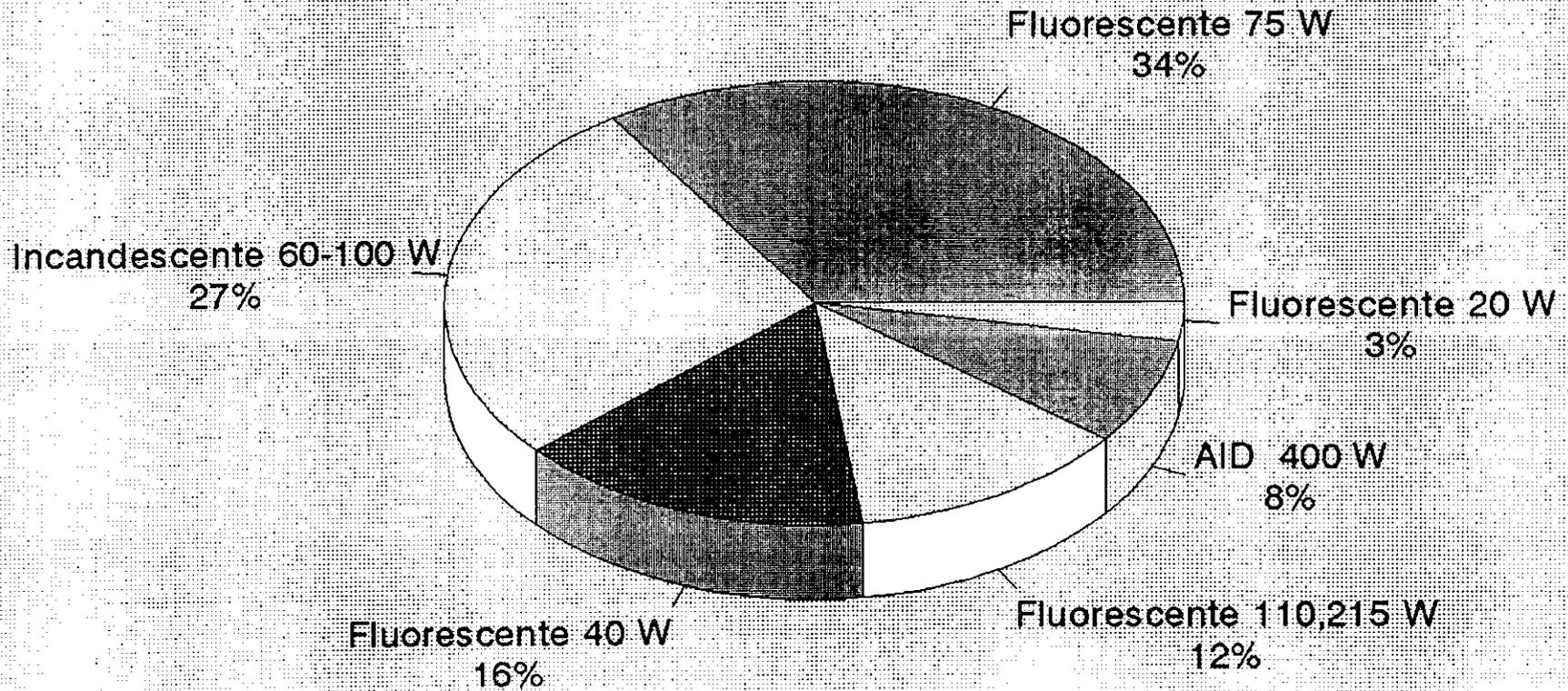


Tabla 5 Distribución del tipo de luminarias
Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos

Rubro	Global de luminarias instaladas	
	Cantidad	Carga (Watts)
Luminarias fluorescentes de 2x75	348	65,250.00
Luminarias fluorescentes de 2x40	298	29,800.00
Focos incandescentes de 100	169	16,900.00
Luminarias fluorescentes de 2x110	59	16,225.00
Vapor de mercurio de 400	28	11,200.00
Spots de 150	74	11,100.00
Luminarias fluorescentes de 2x215	16	8,600.00
Focos incandescentes de 300	28	8,400.00
Spots de 75	101	7,575.00
Focos incandescentes de 75	96	7,200.00
Luminarias fluorescentes de 4x20	51	5,100.00
Vapor de sodio de 400	9	3,600.00
Halógenas de 75	8	600.00
Luminarias fluorescentes de 2x20	6	300.00
Focos incandescentes de 60	2	120.00
Luminarias fluorescentes curvas de 2x40	1	100.00
Total Global	1,294	192,070.00

- La iluminación de tipo fluorescente es la que predomina, abarcando el 65 % de la carga total de luminarias instaladas.
- La iluminación tipo incandescente representa el 27 % de la carga total de luminarias instaladas.
- En lámparas de alta intensidad de descarga (AID), se tiene el 8 % en carga por iluminación instalada.

Nota: Las luminarias fluorescentes de 2x110 y 2x215 son de uso especial, para cuartos de incubación y de cultivo.

La distribución de la carga de fuerza instalada se muestra en la gráfica 3.3 y en la tabla 6

Distribución de la Carga de Fuerza Instalada

Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos

Carga Total de Fuerza Instalada 1,088,009.93 Watts

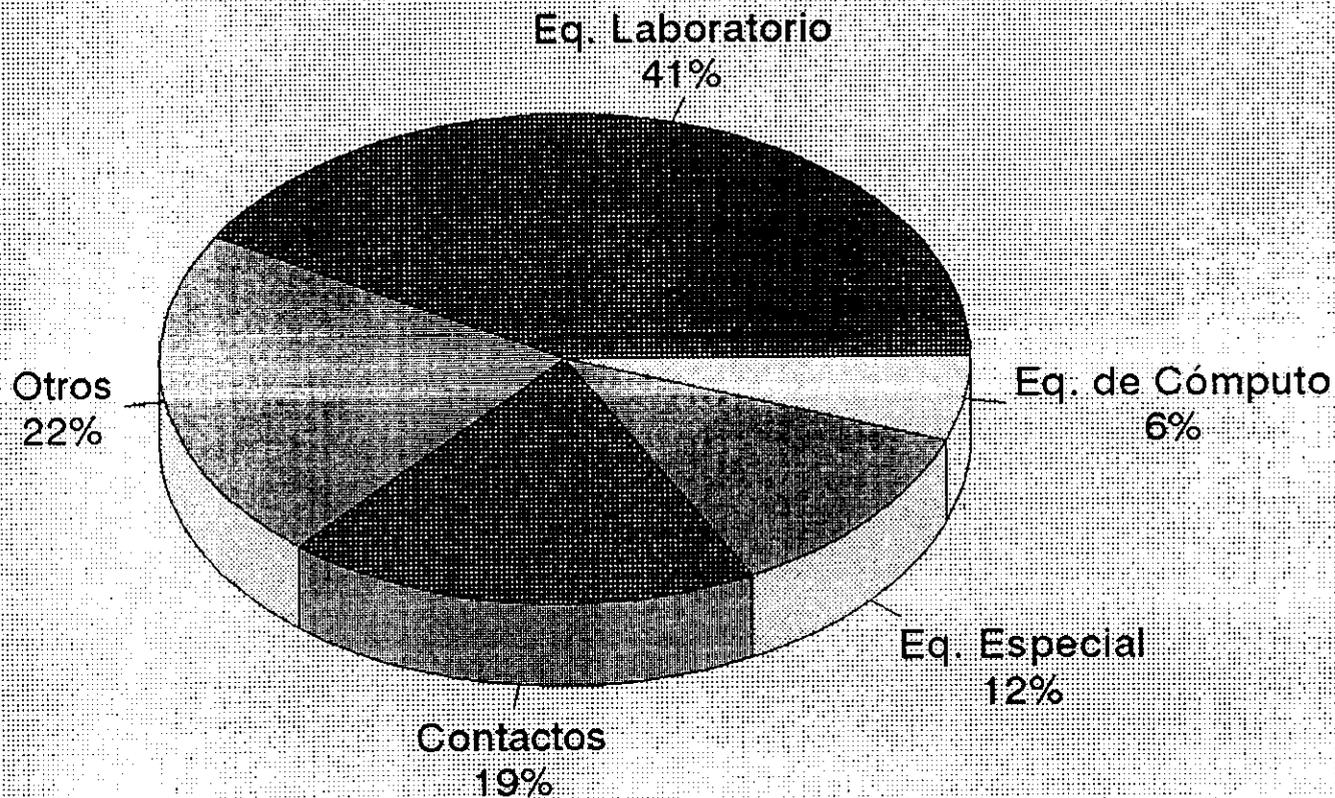


Tabla 6 Distribución de la carga de fuerza instalada
 Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos

Rubro	Carga (Watts)
Equipo de laboratorio	423,070.36
Contactos monofásicos	198,600.00
Refrigeradores	48,858.50
Computadoras	33,823.30
Calefactores	31,000.00
Cafeteras	27,530.00
Electrodomésticos	25,681.94
Campanas de flujo laminar	23,008.78
Otros	20,044.81
Audiovisual	19,420.00
Parrillas	16,500.00
Fotocopiadoras	14,775.00
Enfriadores-calentadores	11,523.00
Reguladores	11,277.68
Unidades de ventana	11,190.00
Herramientas	9,993.00
Impresoras	9,280.00
Equipo de cómputo	6,658.20
Sumadoras	5,611.50
Contactos bifásicos	3,050.00
Ventiladores	2,236.91
Sacapuntas	2,244.00
Máquinas de escribir	2,171.00
Contactos trifásicos	2,000.00
Faxes	1,692.00
Total de edificios	961,239.98
Aire acondicionado tipo paquete	81,196.90
Equipo de inyección y extracción de aire	17,844.45
Sistema de aire comprimido	14,174.00
Equipo de refrigeración y cuartos fríos	6,467.60
Sistema hidroneumático	7,087.00
Total de equipo especial	126,769.95
Gran Total	1,088,009.93

- El consumo mayor de energía eléctrica se tiene en los equipos de laboratorio, éste representa el 41 % de la carga total por fuerza instalada.
- Se tiene un 18 % de la carga total instalada en contactos monofásicos los cuales tienen un bajo factor de utilización.
- Respecto al equipo de cómputo (computadoras, impresoras, reguladores, etc.) se tiene un 6 % de la carga total con un alto factor de utilización.
- Los refrigeradores ocupan un 5 % y entre parrillas, cafeteras, enfriadores-calentadores representan también 5 % de la carga total por fuerza instalada con un uso constante durante todo el día.

Nota: El equipo especial se considera únicamente como carga eléctrica.

3.6 MEDICIONES EN LA SUBESTACION ELECTRICA

Para el análisis de la subestación eléctrica se utilizó el siguiente equipo:

Analizador de Redes Trifásico marca AEMC 3950 el cual capturó información durante 158 horas aproximadamente en intervalos de 60 minutos.

Con la instalación de este equipo en la subestación se obtuvieron las gráficas de la 3.4 hasta la 3.15 con período de medición de 24 horas para un día típico, cuyas actividades pueden considerarse normales (miércoles 28 de Junio) y al respecto se concluyeron los siguientes puntos.

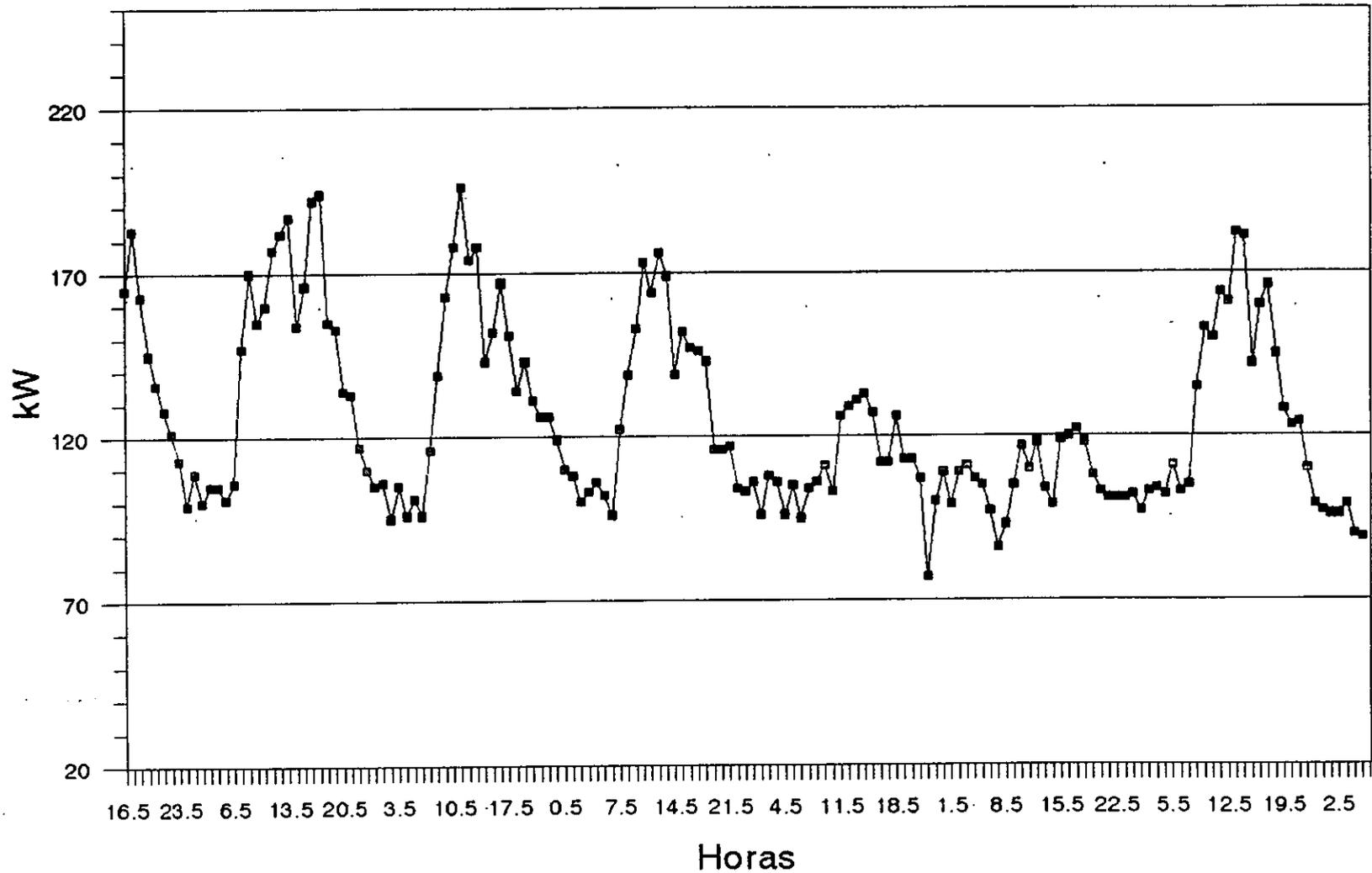
- En horas de consumo mayor, se observa una caída de voltaje que va de 125 hasta 117 volts, (ver gráfica 3.7). Aún con este comportamiento el voltaje se encuentra en el límite aceptable; el equipo electrónico sensible (de investigación) puede ser dañado por esta variación de voltaje, por lo tanto se recomienda la conveniencia de contar con equipo para regular las líneas durante el día.
- Existe un desbalance en las líneas de alimentación eléctrica durante todo el día de actividades, dicho desbalance es de la fase B con respecto a C cuyo valor es de 14 % en horas de mayor consumo por la mañana (ver gráfica 3.9).

- El máximo pico de demanda que se registra se presenta a las 17:30 horas alcanzando un valor de 195 kW (ver gráfica 3.5).
- Se observa un uso constante de la energía eléctrica desde el inicio de labores a las 7:00 horas, este aumenta continuamente alcanzando los 56 kW promedio por fase a las 8:35 horas y se mantiene constante hasta las 18:35 horas cuando inicia un descenso del mismo terminando a las 22:30 horas con un valor de 40 kW por fase (ver gráfica 3.6).
- Lo anterior se puede reafirmar con la gráfica de consumos acumulados (ver gráfica 3.12), la linealidad que presenta dicha gráfica corresponde al uso continuo de la energía eléctrica durante todo el día.
- ⁴ El factor de potencia se encuentra dentro del rango aceptable (0.9) tanto en horas de actividades como fuera de ellas (ver gráfica 3.14).
- ⁵ El valor de la frecuencia no presenta ninguna variación fuerte, éste se mantiene dentro del rango establecido por norma 60 ± 1 % hertz (ver gráfica 3.15).

A continuación se anexan las gráficas de los parámetros eléctricos de la subestación.

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

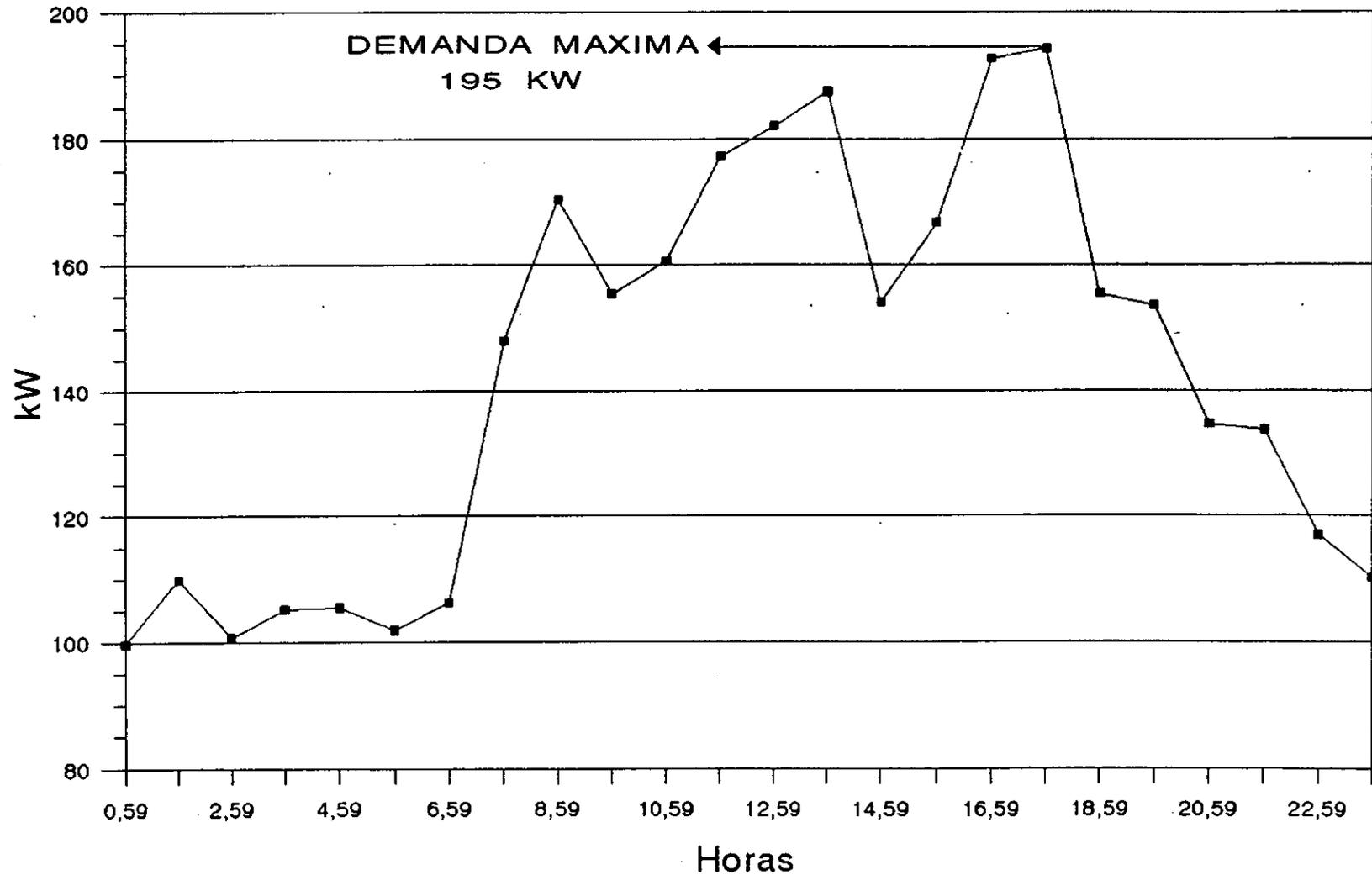
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95)



Gráfica 3.4 Demanda Total del Periodo Analizado

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

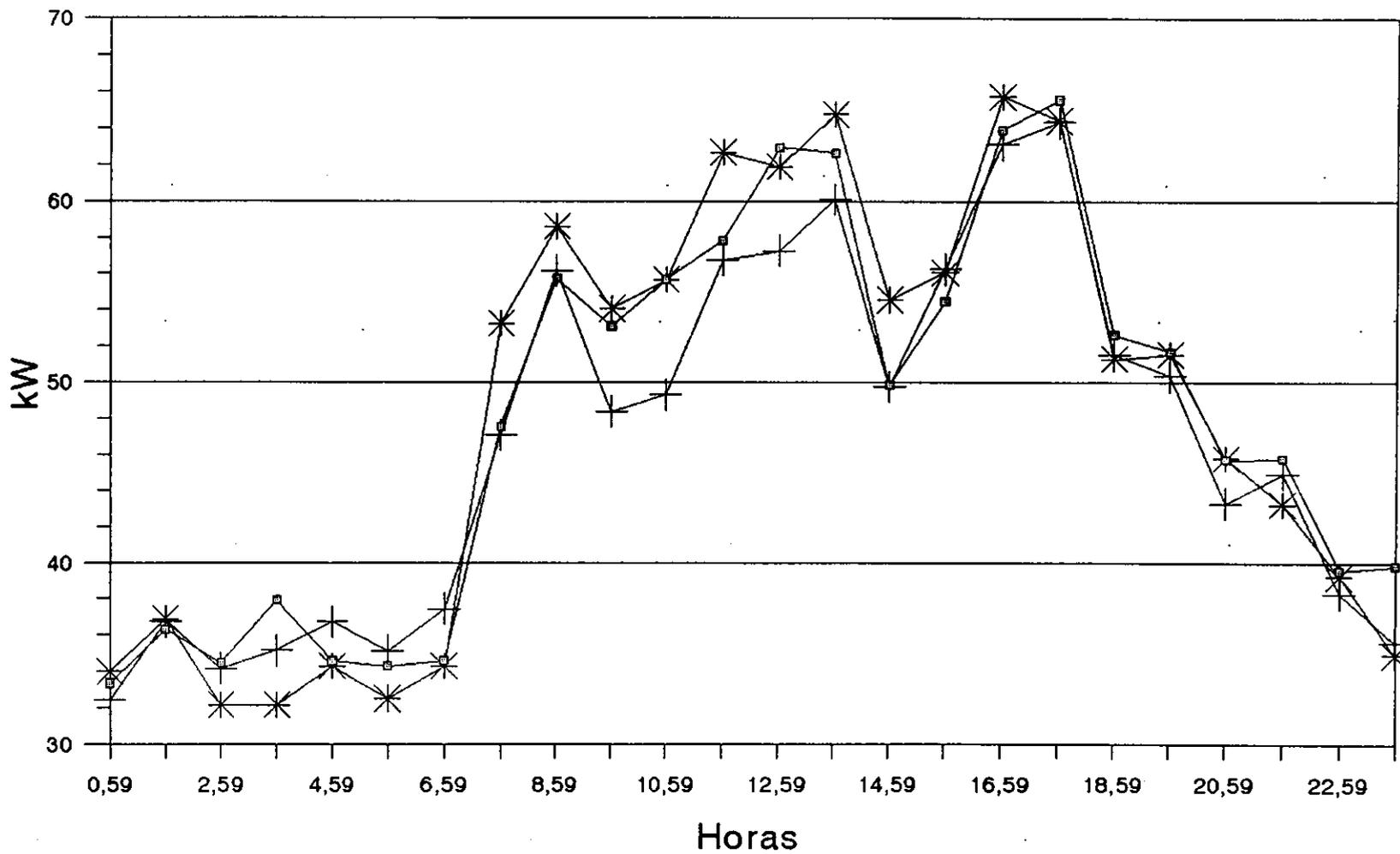
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.5 Demanda Total de un día normal

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28

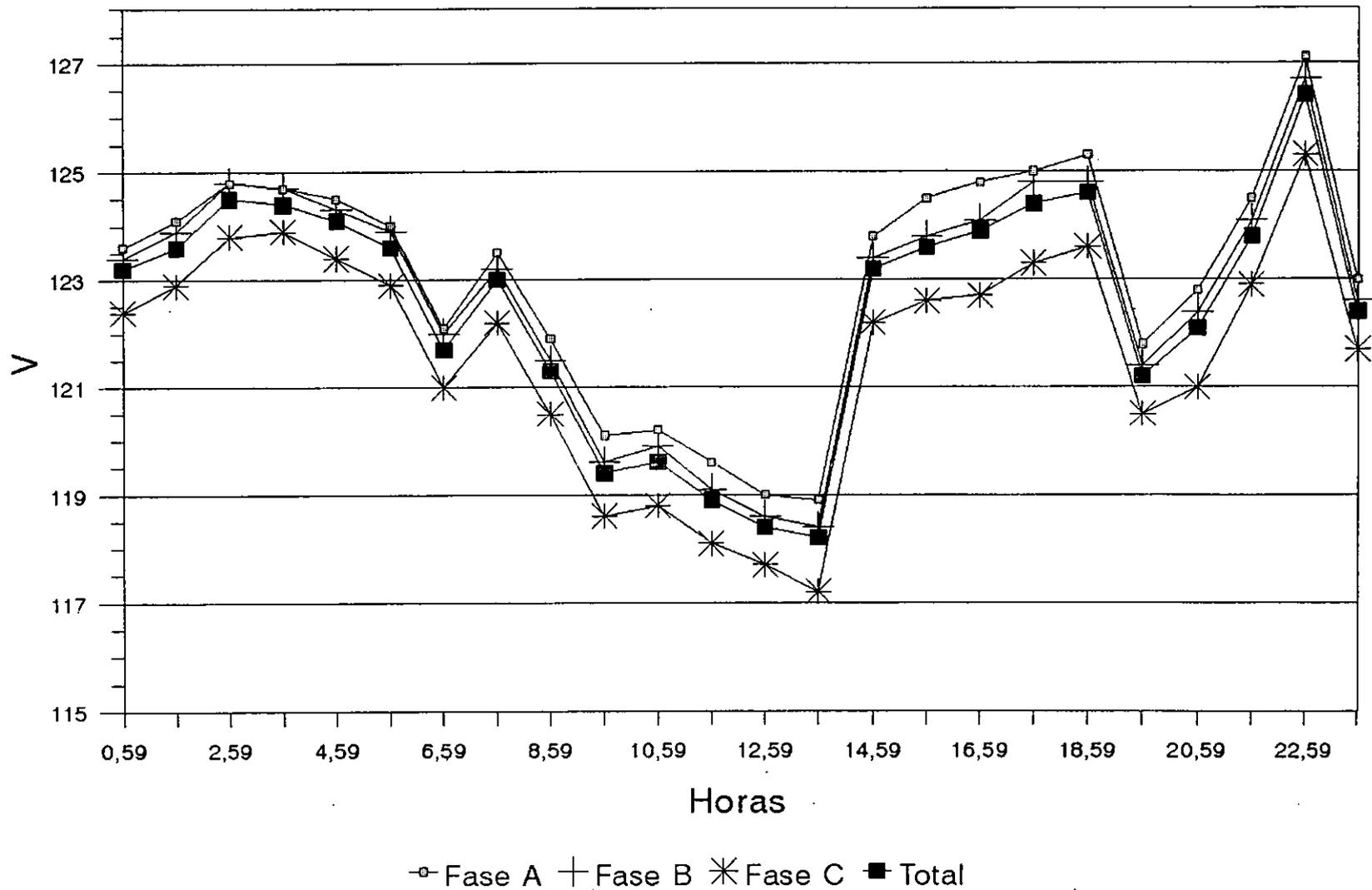


□ Fase A + Fase B * Fase C

Gráfica 3.6 Demanda por Fases

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

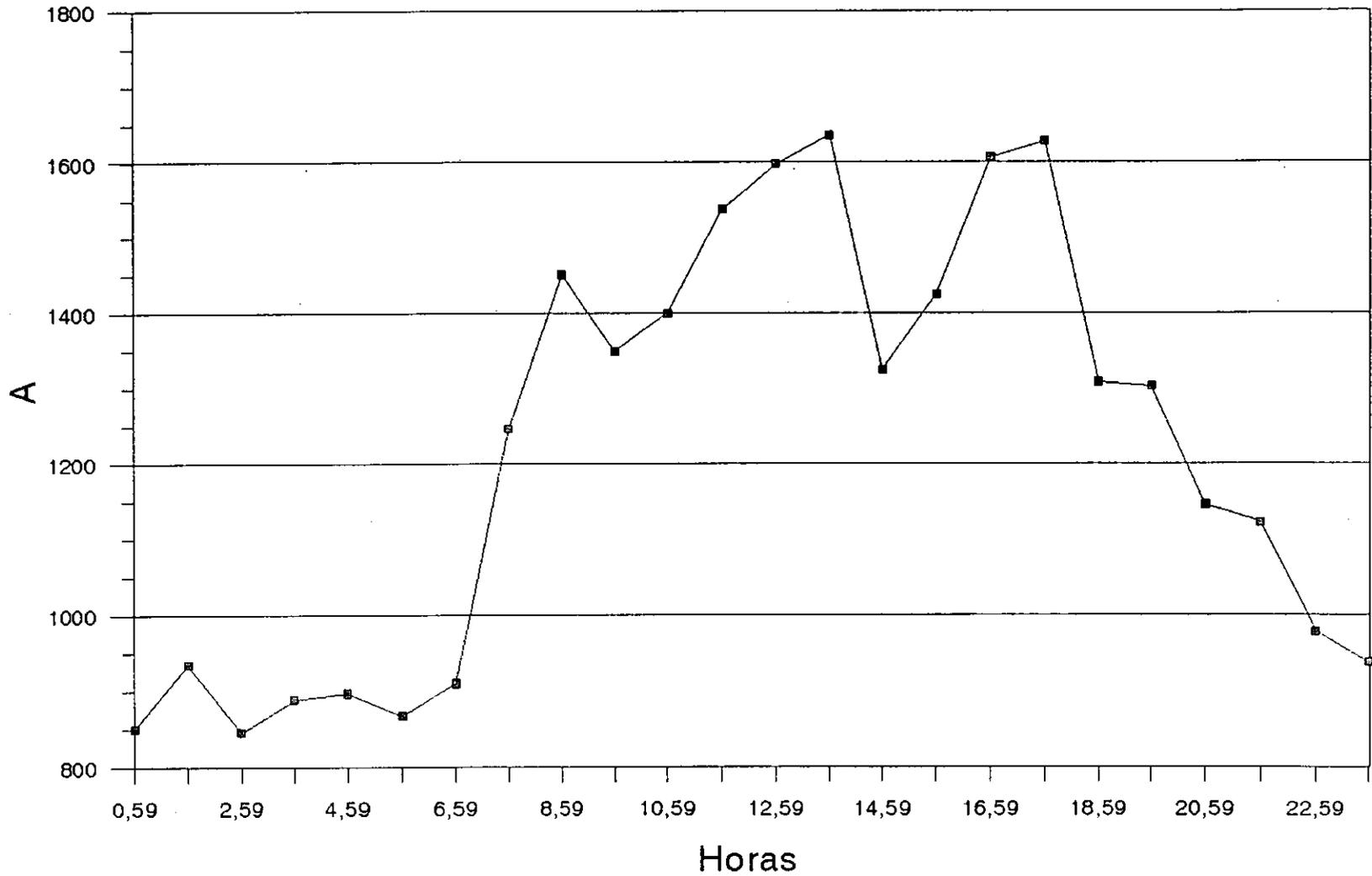
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.7 Variación de Voltaje

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

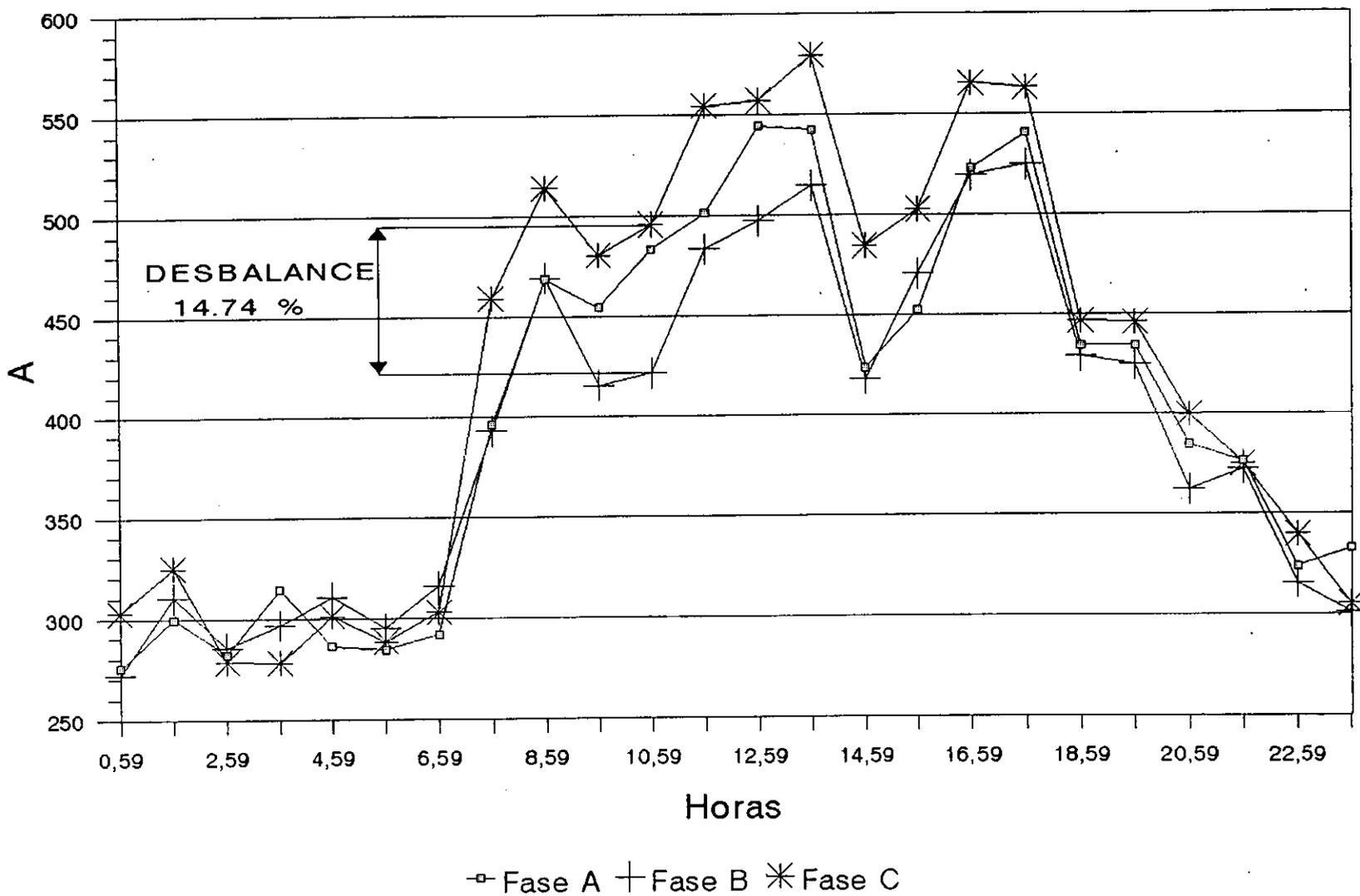
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.8 Variación de Corriente Total

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

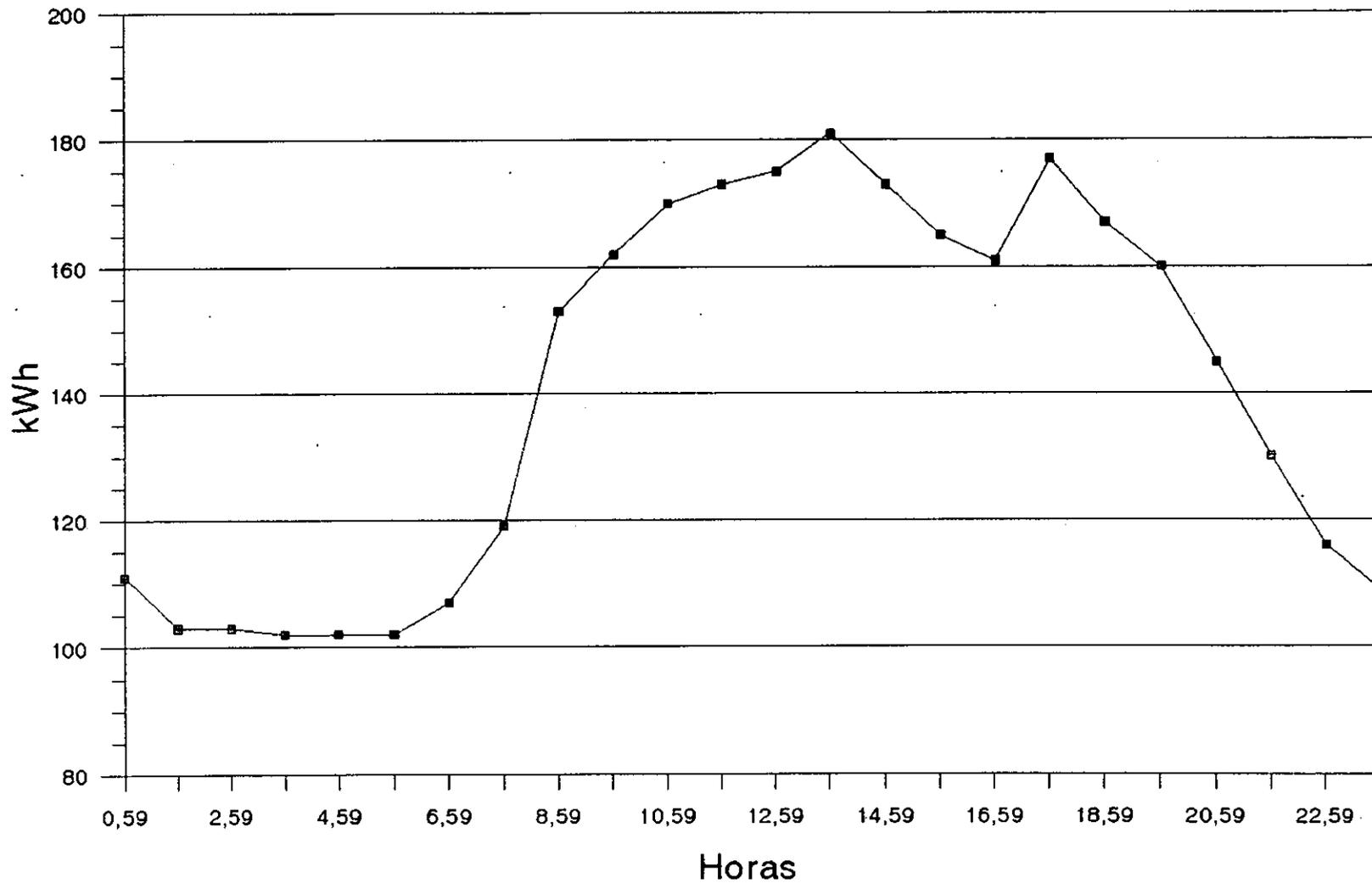
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.9 Variación de Corriente por Fases

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

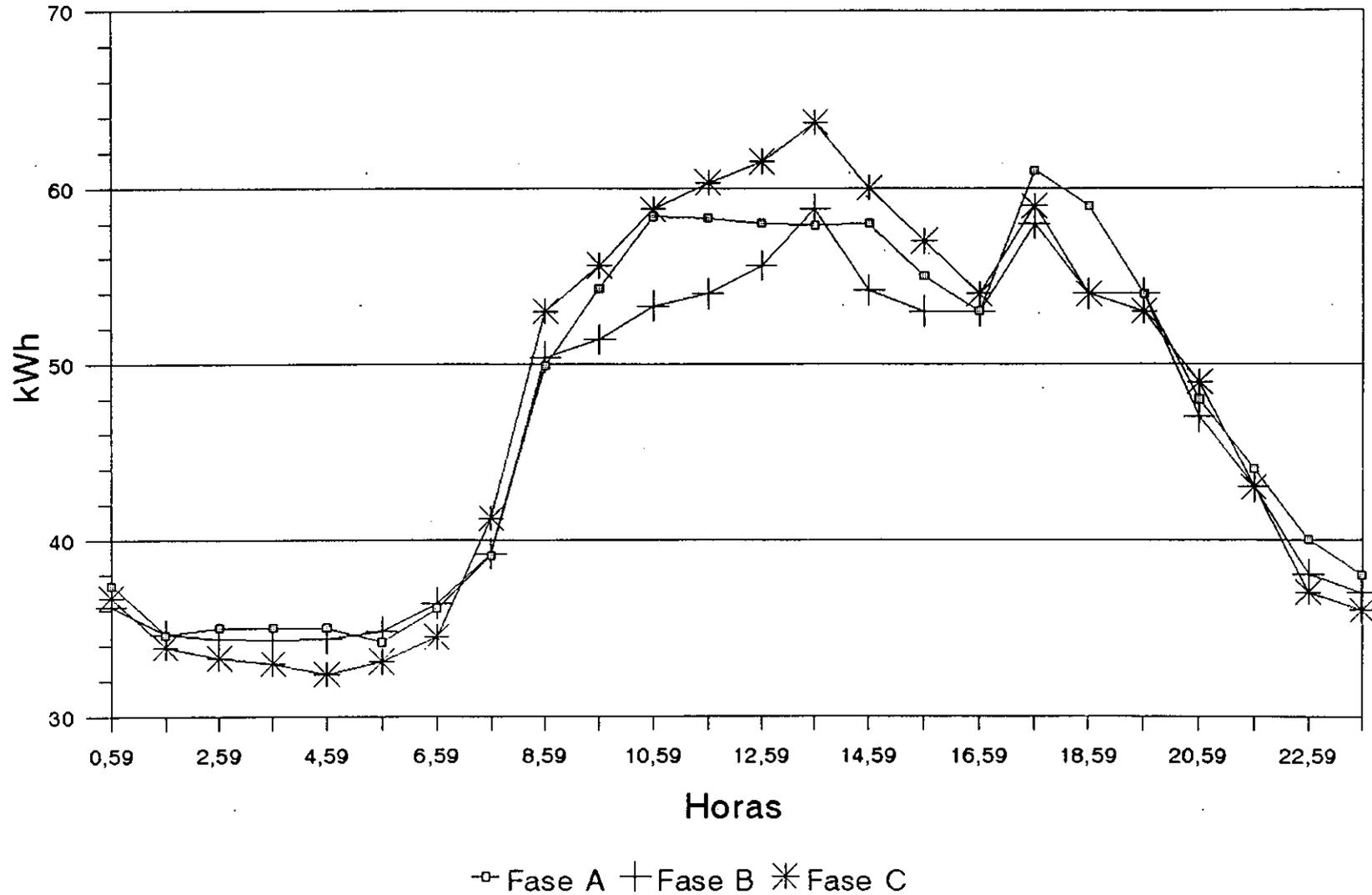
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.10 Consumos Totales de un día normal

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

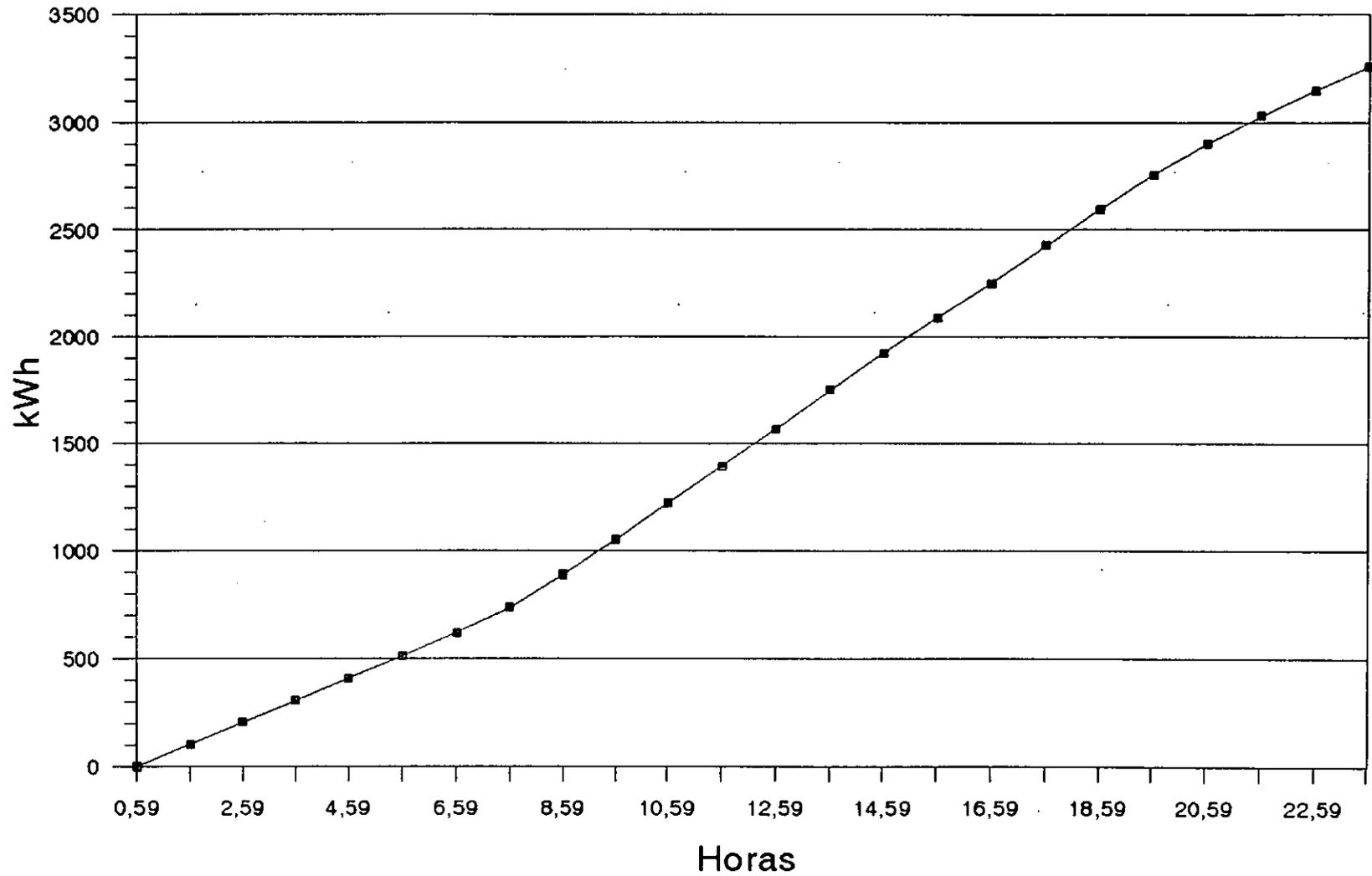
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.11 Consumos por Fases

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

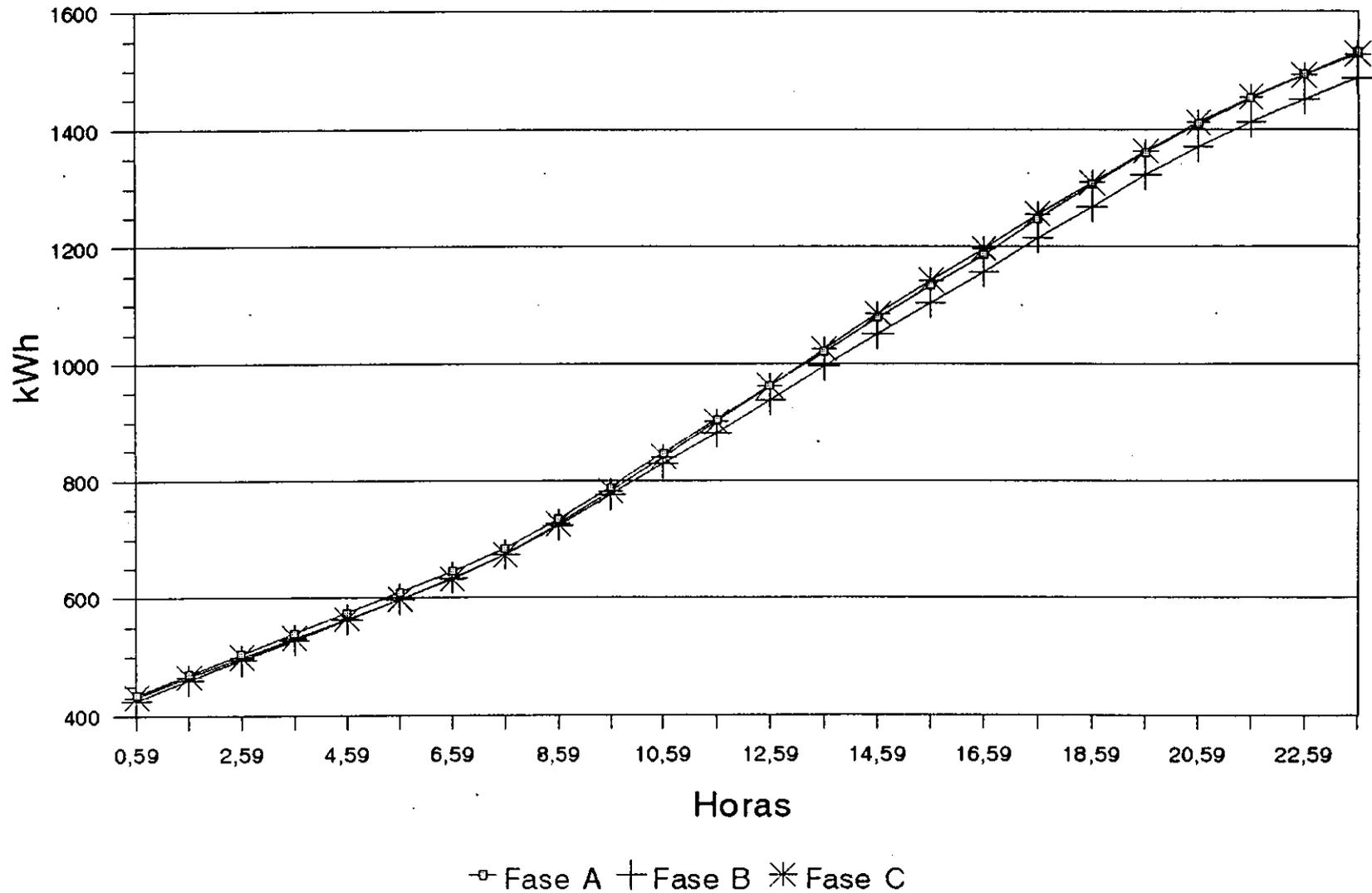
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.12 Consumos Acumulados Totales

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

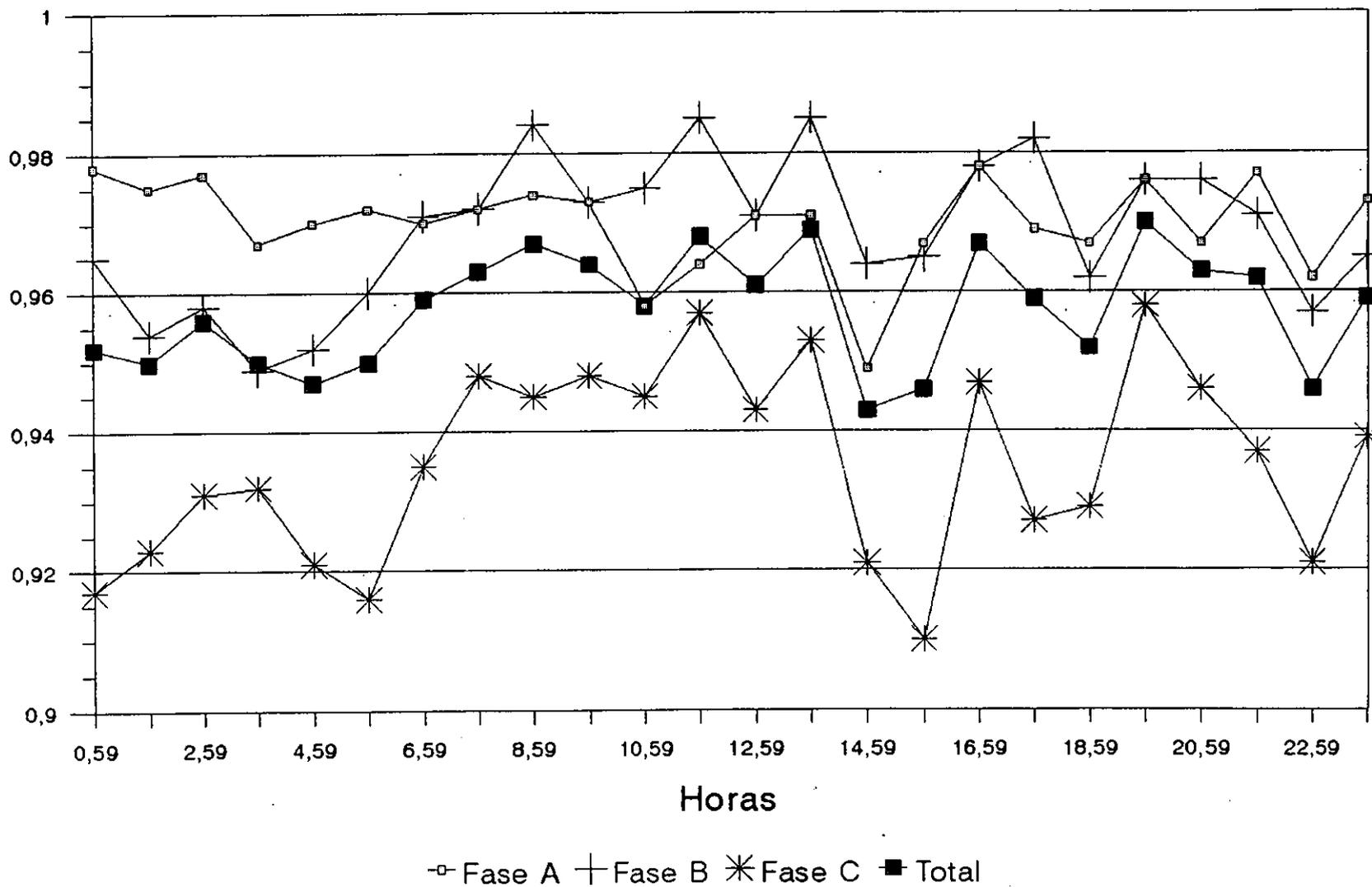
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.13 Consumos Acumulados por Fases

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

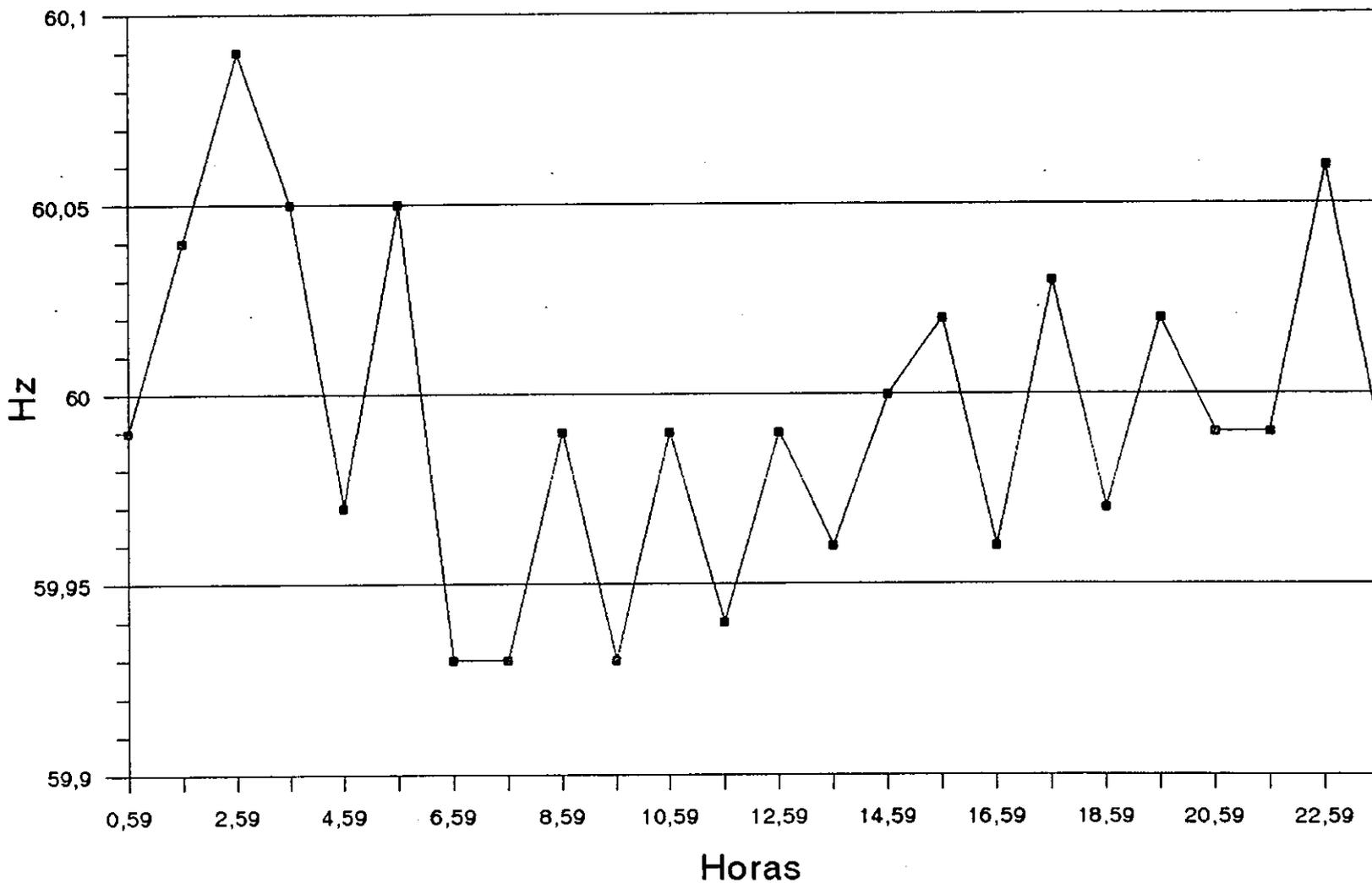
Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28.



Gráfica 3.14 Factor de Potencia

Centro de Inv. sobre Fijación de Nitrógeno

Subestación 750 KVA, (27/06/95-04/07/95) miércoles 28



Gráfica 3.15 Frecuencia

3.7 MEDICIONES EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El equipo que se utilizó para tomar los niveles de iluminación en áreas de trabajo fueron dos Luxómetros marca: Kyoritsu 5200 y Testoterm 0500, para cada tipo de recinto se tomaron las siguientes lecturas en promedio:

Recintos	No. de lecturas
Oficinas	4
Laboratorios (pequeños)	4
Laboratorios (grandes)	14
Servicios	4
Auditorio	22
Biblioteca	11

De estas lecturas se derivaron los siguientes resultados:

La relación promedio entre la iluminación medida y la recomendada por IESNA ⁽²⁾ (Im/Ir) en horas de luz natural con iluminación artificial fue en:

Recintos	(Im/Ir)
Oficinas	1.75
Laboratorios	1.72
Servicios	1.08

La relación promedio entre la iluminación medida y la recomendada por IESNA ⁽²⁾ (Im/Ir) en horas de luz artificial (sin luz natural) fue en:

Recintos	(Im/Ir)
Oficinas	1.03
Laboratorios	1.10
Servicios	0.71

La densidad de potencia luminica fue en:

Recintos	Medida	Recomendada *	Variación
	W/m ²	W/m ²	%
Oficinas	18.99	21.40	-11.20
Laboratorios	25.58	17.83	43.46
Servicios	23.80	15.78	50.82

Nota: * Con la tecnología instalada

Cabe aclarar que la Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales, señala que con el propósito de promover la utilización de equipos y sistemas de control de alumbrado como una alternativa que propicie el uso eficiente de la energía, se establecen **bonificaciones de potencia eléctrica** por el uso de sensores de presencia, atenuadores (dimmers), sensores de luz (daylight), temporizadores (timers), etc..

3.8 MEDIDAS RECOMENDADAS PARA DISMINUIR LOS CONSUMOS DE ENERGIA ELECTRICA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO CUERNAVACA, MORELOS

Con base en el análisis de la información obtenida se hacen las siguientes recomendaciones, con la finalidad de buscar una disminución en los consumos de la energía eléctrica.

3.8.1 Medidas de baja inversión

1.- Se sugiere reducir el tiempo de funcionamiento del sistema de iluminación artificial durante las primeras horas del día en los cuales se cuenta con la suficiente luz natural, esto puede llevarse a cabo en algunos recintos como laboratorios y oficinas, siempre y cuando no interfiera en sus actividades normales. Se recomienda realizar campañas de concientización para el uso racional de la energía eléctrica apagando la luz cuando no se requiera en dichos recintos si se tiene el control de iluminación (interruptor).

2.- Apagar parcialmente la iluminación de estacionamientos y azoteas después de las 24:00 horas y en los fines de semana.

El análisis de los ahorros posibles con estas medidas se presentan en la siguiente tabla:

Acción	Energía Ahorrada	Ahorro Económico
	kwh/mes	\$/mes
Disminución de 5 horas de uso del alumbrado fluorescente	9,207.91	3,284.16
Apagado parcial del estacionamiento y luces exteriores a las 24:00 horas	5,383.75	1,922.21
Total ahorrado	14,591.66	5,206.37

3.- Para recintos en donde se tienen bajos niveles de iluminación se proponen las siguientes recomendaciones:

- Se sugiere utilizar iluminación de apoyo (lámparas de mesa), en áreas específicas donde se necesite tener mejor iluminación (principalmente en laboratorios), de tal manera que en un momento dado se pueda prescindir de ella cuando no se utilice.
- Si es posible, reacomodar el mobiliario de trabajo a lugares donde se tengan mejores niveles de iluminación natural y artificial.
- Revisar periódicamente la sustitución de lámparas en mal estado y limpieza de los difusores.

4.- Otro aspecto importante es la concientización al buen uso de los equipos eléctricos, en este estudio se observa que una de las cargas principales es el equipo de laboratorio y al respecto las medidas que se recomiendan a adoptar son:

- Supervisión por parte de los investigadores en la utilización del equipo.
- Programar un adecuado mantenimiento.
- Tener cuidado de desconectarlos cuando no se utilicen y durante los días en que no se labore.
- Al dar de baja algún equipo, que éste se sustituya por los eficientes que existan en el mercado.
- De igual manera, al momento de adquirir equipo en grandes cantidades, que se tome en cuenta no solo su utilidad académica y de investigación, sino que se consideren las especificaciones eléctricas del equipo con tendencias al ahorro de energía.

Además del equipo de laboratorio, otra carga importante y de un elevado factor de utilización es la de cómputo, en este sentido se sugiere que se apaguen cuando no se requieran en los próximos 15 minutos (actualmente existe un software integrado en las computadoras para el uso eficiente de la energía).

Respecto a los refrigeradores se recomienda que se tenga un adecuado programa de mantenimiento, que se vigile que sean cerrados correctamente y en caso de dar de baja alguno de ellos sustituirlo por otro más eficiente.

Otro aspecto de gran importancia es el uso de cafeteras, enfriadores-calentadores y parrillas, en este punto la recomendación es que se instalen cafeteras de mayor capacidad y estufa de gas para dar el servicio en general a la población de la dependencia, con ello se reduce el número de las mismas, teniendo el cuidado de desconectarlos en los fines de semana o periodos largos en que no haya actividades.

3.8.2 Medidas con inversión

1.- En lugares donde se tenga tonalidades oscuras se sugiere el cambio a colores claros en paredes, techos y pisos, con esta acción se utiliza al máximo tanto la luz natural como la artificial aumentando de esta manera los niveles de iluminación.

2.- Se sugiere llevar a cabo un estudio del sistema de iluminación actual en los recintos denominados como servicios y las actividades que se realicen en ellos, con la finalidad de mejorar la relación deficiente que existe entre la cantidad de lámparas instaladas por área con los niveles de iluminación, para determinar que tecnologías serían las más convenientes para una sustitución total o parcial de luminarias con las que se obtengan óptimos niveles de iluminación y ahorros de energía eléctrica.

3.- Se sugiere como una alternativa para ahorrar energía eléctrica, elaborar un estudio sobre luminarias para ver si es posible hacer una sustitución de las mismas por otras de alta eficiencia y ahorradoras de energía, teniendo en cuenta que los recintos que se utilizan como servicios y laboratorios reúnen el mayor porcentaje de luminarias instaladas con el 87 % de la carga total por iluminación.

En la actualidad existen tecnologías con las cuales pueden generarse considerables ahorros de energía eléctrica, estas incluyen luminarias con reflector especular, balastro de alta eficiencia, así como dispositivos de automatización (sensores de presencia, fotoceldas, etc.) cuyas combinaciones podrían alcanzar una disminución hasta de un 50 % en la carga por iluminación cuidando que los niveles de iluminación sean adecuados.

En el sistema de iluminación actual se tiene:

Lámparas fluorescentes de 20 W: Actualmente existen instaladas 216 lámparas, que representan el 3 % de la carga de iluminación total.

Lámparas fluorescentes de 40 W: Actualmente existen instaladas 596 lámparas, que representan el 16 % de la carga de iluminación total.

Lámparas fluorescentes de 75 W: Actualmente existen instaladas 696 lámparas, que representan el 34 % de la carga de iluminación total.

Lámparas incandescentes de 75 y 100 W: Actualmente existen instaladas 113 y 12 lámparas respectivamente que representan el 5 % de la carga de iluminación total.

Lámparas de vapor de mercurio de 400 W: Actualmente existen instaladas 28 lámparas que en conjunto representan el 5.83 % del total de carga de iluminación.

Lámparas de vapor de sodio de 400 W: Actualmente existen 9 lámparas que representan el 2 % del total de carga por iluminación instalada.

En la **TABLA 7** se presentan los resultados del análisis económico y las opciones consideradas para la sustitución de lámparas fluorescentes, obteniendo los niveles de iluminación actuales disminuyendo la potencia instalada. A continuación se explican las diferentes alternativas que se proponen:

Lámparas Fluorescentes de 20 W

- 1.0 Sistema actual tomando como base 15 horas diarias de operación y 220 días laborables al año.
- 1.1 Sistema actual reduciendo 5 horas diarias de operación de las luminarias (sin cambio de componentes).
- 1.2 Utilizando lámpara T-8 de 17 W, arranque rápido y con balastro ahorrador de energía.
- 1.3 Utilizando lámpara T-8 de 17 W, arranque rápido y balastro electrónico.
- 1.4 Sistema actual, adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 1.5 Utilizando lámpara T-8 de 17 W, balastro ahorrador de energía y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 1.6 Utilizando lámpara T-8 de 17 W, balastro electrónico y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.

Lámparas Fluorescentes de 40 W

- 2.0 Sistema actual tomando como base 15 horas diarias de operación y 220 días laborables al año.
- 2.1 Sistema actual reduciendo 5 horas diarias de operación de las luminarias (sin cambio de componentes).
- 2.2 Utilizando lámpara ahorradora de energía de 34 W, arranque rápido y con balastro ahorrador de energía.
- 2.3 Utilizando lámpara ahorradora de energía de 34 W, arranque rápido con balastro híbrido.
- 2.4 Utilizando lámpara T-8 de 32 W, arranque rápido con balastro electrónico.
- 2.5 Utilizando lámpara T-8 de 32 W, arranque rápido con balastro híbrido.
- 2.6 Sistema actual, adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 2.7 Utilizando lámpara ahorradora de 34 W, arranque rápido, balastro ahorrador de energía y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 2.8 Utilizando lámpara ahorradora de 34 W, arranque rápido, balastro híbrido y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 2.9 Utilizando lámpara T-8 de 32 W, arranque rápido, balastro electrónico y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 2.10 Utilizando lámpara T-8 de 32 W, arranque rápido, balastro híbrido y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las luminarias instaladas.

Lámparas Fluorescentes de 75 W

- 3.0 Sistema actual tomando como base 15 horas diarias de operación y 220 días laborables al año.
- 3.1 Sistema actual reduciendo 5 horas diarias de operación (sin cambios de componentes).
- 3.2 Utilizando lámpara ahorradora de 60 W con balastro electrónico.
- 3.3 Utilizando lámpara T-8 de 59 W con balastro electrónico.
- 3.4 Utilizando lámpara ahorradora de 60 W con balastro ahorrador de energía.
- 3.5 Sistema actual, adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 3.6 Utilizando lámpara ahorradora de 60 W, balastro ahorrador de energía y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 3.7 Utilizando lámpara T-8 de 59 W, balastro electrónico y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.

A continuación se anexa la **tabla 7** del análisis económico sobre posibles combinaciones de lámparas fluorescentes.

TABLA 7
ANALISIS ECONOMICO
 Lámparas Fluorescentes de 20W, 40W y 75W

CENTRO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO; CUER., MOR.

TARIFA OM : Enero 1997		0.36 47.71	\$/kwh \$/kW	DIAS/AÑO 220.00	USO:	15.00 hrs/día	TASA DE INT (CETES-INFLACIÓN)	7.96%	
#	ARREGLO			INVERSION MILES \$	AHORRO ENERGIA MWh/año	PORCIENTO BASE %	AHORRO ECONOMICO MIL \$/AÑO	RECUPER BASE AÑOS	C.E.A. N\$/KWh
A									
No. de Lámparas de 20 W:				216					
1.0	Lámpara actual 20W (15 hrs/día)			0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
1.1	Lámpara actual 20W (10 hrs/día)			0.000	5.940	33.33	2.12	0.00	0.00
1.2	Lámp. T-8 17W\ Bal. Ahorrador			16.416	5.097	28.60	2.70	6.08	0.69
1.3	Lámp. T-8 17W\ Bal. Electrónico			23.976	6.090	34.18	3.23	7.43	0.84
1.4	Lámp. 2X20 a 1X20\ Bal. electromag.	REF. ESP.		20.099	8.910	50.00	4.72	4.25	0.95
1.5	Lámp. T-8 17W\ Bal. Ahorrador	REF. ESP.		20.088	11.458	64.30	6.07	3.31	0.38
1.6	Lámp. T-8 17W\ Bal. Electrónico	REF. ESP.		23.868	11.955	67.09	6.34	3.77	0.43
B									
No. de lámparas de 40 W:				596					
2.0	Lámp. T-12 40W\ ACTUAL (base)			0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2.1	Lámp. T-12 40W (10 hrs/día)			0.000	32.780	33.33	11.69	0.00	0.00
2.2	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Ahorrador			35.224	28.125	28.60	14.91	2.36	0.27
2.3	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Híbrido			56.978	31.469	32.00	16.68	3.42	0.39
2.4	Lámp. T-8 32W\ Bal. Electrónico			79.924	37.369	38.00	19.81	4.03	0.46
2.5	Lámp. T-8 32W\ Bal. Híbrido			61.150	35.402	36.00	18.77	3.26	0.37
2.6	Lámp. T-12 40W, 2X40-1X40	REF. ESP.		32.780	49.170	50.00	26.07	1.26	0.22
2.7	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Ahorrador	REF. ESP.		50.392	63.233	64.30	33.52	1.50	0.17
2.8	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Híbrido	REF. ESP.		28.489	64.904	66.00	34.41	0.83	0.09
2.9	Lámp. T-8 32W\ Bal. Electrónico	REF. ESP.		72.804	67.855	69.00	35.97	2.02	0.23
2.10	Lámp. T-8 32W\ Bal. Híbrido	REF. ESP.		63.417	66.871	68.00	35.45	1.79	0.20
C									
No. de lámparas de 75 W:				696					
3.0	Lámpara actual T-12 75W (15 hrs/día)			0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3.1	Lámpara actual T-12 75W (10 hrs/día)			0.000	71.775	33.33	25.60	0.00	0.00
3.2	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Electrónico			127.368	81.927	38.05	43.37	2.94	0.33
3.3	Lámp. T-8 59W\ Bal. Electrónico			151.032	84.150	39.08	44.56	3.39	0.38
3.4	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Ahorrador			74.124	70.627	32.80	37.34	1.98	0.22
3.5	Lámp. 2X75-1X75, Bal. Electromag.	REF. ESP.		76.560	142.976	66.40	75.80	1.01	0.18
3.6	Lámp. Ahorradora 60W, Bal. Ahorrador	REF. ESP.		113.622	148.626	69.02	78.81	1.44	0.16
3.7	Lámp. T-8 59W\ Bal. Electrónico	REF. ESP.		152.076	144.182	66.96	76.43	1.99	0.23

En la **TABLA 8** se presenta el resultado del análisis económico de las opciones para sustituir los focos incandescentes de pasillos y escaleras por lámparas fluorescentes compactas ahorradoras de energía. A continuación se explican las diferentes alternativas propuestas:

Lámparas Incandescentes de 75 W

- 4.0 Sistema actual, lámpara incandescente de 75 W, 15 horas de operación con 220 días laborables.
- 4.1 Sistema actual, reduciendo 5 horas de operación cuando hay suficiente luz natural.
- 4.2 Utilizando lámpara fluorescente compacta SLS de 20 W + 5 W del balastro.

Lámparas Incandescentes de 100 W

- 5.0 Sistema actual, lámpara incandescente de 100 W, 15 horas de operación con 220 días laborables.
- 5.1 Sistema actual, reduciendo 5 horas de operación cuando hay suficiente luz natural.
- 5.2 Utilizando lámpara fluorescente compacta SLS de 25 W + 5 W del balastro.

A continuación se anexa la **tabla 8** donde se presenta el resultado del análisis económico, de las lámparas incandescentes y las posibles alternativas de sustitución.

TABLA 8
ANALISIS ECONOMICO DE LAMPARAS INCANDESCENTES
CENTRO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO; CUERNAVACA, MOR.

ARREGLO	INVERSION \$	AHORRO DE ENERGIA kWh/Año	AHORRO ECONOMICO \$/Año	CONSUMO DE ENERGIA kWh/Año	COSTO DE LA ENERGIA \$/Año	RECUPER. BASE (Años)	
113 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 75 WATTS							
4.0	Lamp. incandesc. 75W, 15 hrs.	4,068.00			27,967.50	14,826.88	
4.1	Lamp. incandesc. 75W, 10 hrs.	4,068.00	9,322.50	3,324.96	18,645.00	11,501.92	
4.2	Lamp. fluoresc. compacta 20W	10,170.00	18,645.00	9,884.59	9,322.50	4,942.29	1.02
12 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 100 WATTS							
5.0	Lamp. incandesc. 100W, 15 hrs.	432.00			3,960.50	2,099.37	
5.1	Lamp. incandesc. 100W, 10 hrs.	432.00	1,320.50	470.79	2,640.00	1,628.58	
5.2	Lamp. fluoresc. compacta 25W	1,080.00	2,772.00	1,469.56	1,188.00	629.81	0.73

Estas lámparas se encuentran en pasillos y pasos cubiertos

En la **TABLA 9** se presenta el resultado del análisis económico de las opciones para sustituir las lámparas de alta intensidad de descarga. A continuación se explican las diferentes alternativas propuestas:

Lámparas de Vapor de Mercurio de 400 W

Sustituir las lámparas de vapor de mercurio de 400 W ubicadas en azoteas, áreas verdes y estacionamientos por vapor de sodio de 250 W de mayor eficiencia.

- 6.0 Sistema actual, lámpara de vapor de mercurio de 400 W, 12 horas diarias y 365 días de operación.
- 6.1 Sistema actual, apagando el 60 % de la iluminación exterior a las 24:00 horas.
- 6.2 Utilización de lámpara de vapor de sodio de 250 W, 12 horas de operación, 365 días al año.

Lámparas de Vapor de Sodio de 400 W

Sustituir las lámparas de vapor de sodio de 400 W ubicadas en azoteas, areas verdes y estacionamiento por vapor de sodio de 250 W de mayor eficiencia.

- 7.0 Sistema actual, lámpara de vapor de sodio de 400 W, 12 horas de operación, 365 días al año.
- 7.1 Sistema actual, apagando el 60 % de la iluminación exterior a las 24:00 horas.
- 7.2 Utilización de lámpara de vapor de sodio de 250 W, 12 horas de operación, 365 días al año.

A continuación se anexa la **tabla 9**.

TABLA 9
ANALISIS ECONOMICO PARA LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA
CENTRO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO; CUERNAVACA, MOR.

ARREGLO	INVERSION \$	AHORRO DE ENERGIA kWh/Año	AHORRO ECONOMICO \$/Año	CONSUMO DE ENERGIA kWh/Año	COSTO DE LA ENERGIA \$/Año	RECUPER. BASE (Años)
28 LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO 400 W						
6.0	V.M 400W, 12 hrs. encendidas	6,020.00			61,320.00	29,885.50
6.1	V.M 400W, 60% apag. 6 hrs.	6,020.00	18,615.00	18,379.97	18,615.00	11,505.53
6.2	V.S 250W, 12 hrs. encendidas	5,236.00	38,325.00	11,207.06	38,325.00	18,678.44
9 LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE 400 W						
7.0	V.S 400W, 12 hrs. encendidas	1,935.00			19,710.00	9,606.05
7.1	V.S 400W, 60% apag. 6 hrs.	1,935.00	14,235.00	3,383.98	5,475.00	6,222.07
7.2	V.S 250W, 12 hrs. encendidas	1,683.00	7,391.25	3,602.28	12,318.75	6,003.77

Lámparas ubicadas en azoteas y áreas verdes

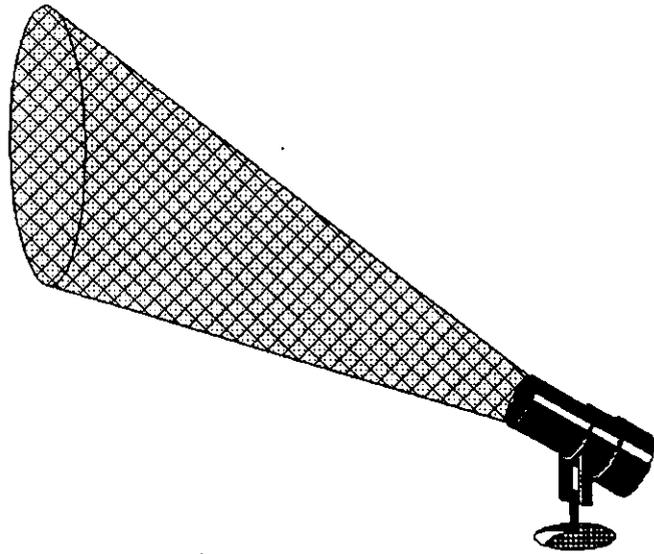
5.- Para eliminar el desbalance existente entre las fases de la subestación eléctrica se recomienda hacer un estudio detallado de la distribución de cargas que están conectadas en cada fase y realizar los cambios necesarios.

6.- El estudio anterior se puede utilizar en el momento en que el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno requiera instalar más equipo a la subestación eléctrica, tratando de corregir el problema de desbalance entre fases, mediante la distribución en forma equitativa de las cargas eléctricas para evitar sobrecargas y calentamientos en las líneas de alimentación y con ello lograr que los equipos no sean afectados y funcionen correctamente.

Referencias:

- ¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría Administrativa, *Guía Universitaria*, Primera edición, 1992.
- ² Illuminating Engineering Society of North American, *Part IV Lighting Applications*, Lighting Handbook 8ª edición.
- ³ Phillips Iluminación S.A. de C.V. *Catálogo General de 1997*.
- ^{4,5} Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994*.
- ⁶ Programa Universitario de Energía, UNAM, *Reporte del Diagnóstico Energético del Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno; Cuernavaca, Morelos*.

4



Diagnóstico Energético del Instituto de Biotecnología

CAPITULO 4

DIAGNOSTICO ENERGETICO DEL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA CUERNAVACA, MORELOS

4.1 ANTECEDENTES

En Abril de 1982 fue creado el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGE) y transformado en el Instituto de Biotecnología (IBT) de la UNAM, por acuerdo del Consejo Universitario el día 14 de Septiembre de 1991.

Las instalaciones del Instituto están localizadas en la Ciudad de Cuernavaca, Morelos; y contribuye a una desconcentración efectiva de la investigación y educación superior mediante la localización de grupos sólidos, con amplio futuro académico, en otras entidades federativas.

La misión fundamental del Instituto es desarrollar la biotecnología moderna en la UNAM a partir de la investigación de excelencia académica y de frontera y, paralelamente, la formación de recursos humanos especializados preferentemente a través de su incorporación en proyectos de investigación multidisciplinarios y en colaboración con otras dependencias de la UNAM.

El Instituto incluía originalmente 5,000 m² de laboratorios y unidades de apoyo técnico, como parte de la inauguración. Durante 1992, se construyó el segundo edificio de laboratorios con cerca de 3,500 m². Durante 1994 se terminó de construir la Unidad de Invernadero del Departamento de Biología Molecular de Plantas con cerca de 300 m² de instalaciones.

¹ El Instituto de Biotecnología tiene equipo por valor superior a los diez millones de dólares conseguido la mayor parte a través de ingresos extraordinarios. Finalmente en el año de 1994, se inició la construcción de diez cubículos dobles para investigadores asociados y profesores visitantes.

4.2 RESUMEN DEL DIAGNOSTICO ENERGETICO

Observaciones principales

- 1.- El consumo importante de energía eléctrica en un día normal es durante 15 horas aproximadamente. Los niveles de iluminación cuando se cuenta con suficiente luz natural y con el sistema de iluminación activado están excedidos para laboratorios y servicios en 70 %, en oficinas 140 %, ² (estos niveles son comparados con los niveles de iluminación mínimos recomendados por IESNA).
- 2.- En el horario nocturno, en todos los recintos se presentan deficiencias en la iluminación: en laboratorios 26%, en oficinas es de 10 %, en servicios es de 40 %, valores que están por abajo de los recomendados, posiblemente se debe en parte a que existe una gran cantidad de equipo de tonalidad oscura los cuales no permiten la reflexión de la luz.
- 3.- Se observa que la densidad de potencia eléctrica del alumbrado (W/m^2) están excedidos en recintos tipo servicios con el 9 %, en laboratorios se tiene la cantidad adecuada de lámparas, sin alcanzar los niveles adecuados de iluminación por la noche, en oficinas la densidad de potencia está en un 40 % abajo del recomendado, no obstante en el horario nocturno sólo se tiene 10 % en deficiencia lumínica y poco uso.
- 4.- La mayor parte de la iluminación instalada es de lámparas fluorescentes teniendo el 82.6 %, el 10.6 % es de lámparas de descarga de alta intensidad y el restante 6.8 % es de lámparas incandescentes. De ellas la cantidad de lámparas no útiles es de 12 % principalmente de recintos tipo servicios.
- 5.- El equipo de laboratorio representa la principal carga con 45 % del total de la fuerza instalada, le sigue el equipo especial con el 12 % y después el equipo de cómputo con el 7 %.
- 6.- En las horas de mayor consumo de energía eléctrica el valor del voltaje es de 120 volts, pero por las noches éste aumenta hasta 130 volts.
- 7.- Con la carga total instalada de equipo e iluminación, la subestación eléctrica esta trabajando a un 50 % de su capacidad nominal.

4.3 RECOMENDACIONES

1.- Debido a que se registran niveles elevados de iluminación cuando se cuenta con suficiente luz natural en laboratorios, servicios y sobre todo en las oficinas, se propone que el sistema de iluminación artificial, no se active en dichos recintos por lo menos durante cinco horas al día cuando se tenga suficiente iluminación natural, siempre que esto no afecte las actividades que se realicen en ellos. Con esta acción se estima un 12 % de ahorro en el consumo de energía eléctrica.

2.- Se detecta que en la mayoría de los recintos los niveles de iluminación en horas nocturnas son muy bajos, se propone que se realice un estudio para adecuar el sistema de iluminación en las áreas en que se labore por la noche, principalmente en los laboratorios (donde se sugiere instalar iluminación localizada en áreas estratégicas, utilizando lámparas de mesa).³ Si es posible, se recomienda instalar lámparas y balastos de alta eficiencia adaptando a cada luminaria un reflector especular, con los que se puede llegar a disminuir a más del 50 % la carga instalada por concepto de iluminación mejorando la distribución de la iluminación.

3.- Para aprovechar al máximo las lámparas que se tienen instaladas y que éstas iluminen mejor las áreas de trabajo es conveniente revisar periódicamente la limpieza de luminarias, difusores, vida de lámparas y balastos, para obtener mejores rendimientos, sin olvidar que los colores claros en paredes, techos y cortinas permiten aprovechar mejor la iluminación.

4.- Debido a que la mayor carga de iluminación se tiene en luminarias fluorescentes tradicionales, se sugiere sustituirlas por lámparas y balastos de alta eficiencia.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las alternativas propuestas para la sustitución de lámparas. Se tomó como base de comparación el sistema existente en la fecha del levantamiento energético.

ACCION sustitución de lámparas	INVERSION \$	AHORRO kWh/ año	TIEMPO DE RECUPERACION
40W a 32 W T8 BE RE	119,590.00	111,459.00	2.02 años
75W a 60 W BAE RE	166,352.00	217,600.00	1.44 "
V.S 400 W a V.S 250 W	5,797.00	25,458.75	0.46 "
V.M 400 W a A.M 250 W	4,862.00	16,087.50	0.66 "
F.Inc. 60,75 y 100W a F.C 18, 20 y 25W	15,210.00	30,066.30	0.95 "

- Para las lámparas fluorescentes de T12-40 W se sugiere sustituirlas por lámparas T8-32 W con balastro electrónico.
- Sustituir las lámparas fluorescentes de T12-75 W por lámparas de T12-60 W con balastro ahorrador de energía.
- En el caso de los focos incandescentes de 60 W, 75 W, y 100 W se pueden sustituir por lámparas fluorescentes compactas de 18 W, 20 W y 25 W respectivamente.

Además se propone tener un adecuado programa de mantenimiento para el reemplazo de lámparas en mal estado o fundidas, cuyos recintos más afectados son los de tipo servicio.

5.- Otro punto de gran interés e impacto es la concientización de la comunidad para el buen uso de los aparatos eléctricos, más aún en el equipo de laboratorio, su debida elección en cuanto a características eléctricas eficientes y su correcto uso pueden disminuir en buena medida los consumos de energía.

6.- Por las noches las variaciones de carga, originan un pequeño incremento en el voltaje que podría dañar al equipo eléctrico muy sensible (de laboratorio y de investigación) se sugiere tener líneas reguladas utilizando algún equipo UPS que sea ahorrador de energía.

7.- Si la dependencia lo requiere, se puede conectar más carga a la subestación eléctrica, tomando en cuenta que la misma trabaja a un 50 % de su capacidad nominal.

INFORME GENERAL DEL DIAGNOSTICO

4.4 DATOS GENERALES

DEPENDENCIA: **Instituto de Biotecnología**

ACTIVIDAD PREPONDERANTE: **Investigación**

POBLACION:

Investigadores Titulares	36
Investigadores Asociados	44
Alumnos	175
Técnicos Académicos	57
Empleados	243

FECHA DEL LEVANTAMIENTO ENERGETICO: Junio - Julio de 1995

4.4.1 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

Tabla 1 Uso y distribución de recintos
Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos

Recintos	Cantidad	%
Servicios	200	59.00
Oficinas	101	29.79
Laboratorios	36	10.62
Aulas	2	0.59
Total	339	100.00

El total de recintos que se recorrieron fueron de 339 en 4 edificios que a continuación se mencionan:

Edificio	Identificación
E 1	Edificio Sur
E 2	Edificio Norte
E 3	Oficinas Administrativas
E 4	Taller de Mantenimiento

4.4.2 EQUIPO PARA SERVICIOS GENERALES

- Una subestación eléctrica cuya capacidad es de 750 KVA, de tres fases y cuatro hilos con una relación de transformación de 23 KV a 220 Volts.
- * Un sistema hidroneumático con:

4 Bombas Centrifugas	5.0 H.P. c/u
1 Compresor	0.5 H.P.

Nota: * El hidroneumático solo se considera como carga eléctrica

4.4.3 OPERACION DE LA DEPENDENCIA

El horario de actividades del Instituto de Biotecnología es de lunes a viernes de las 8:00 a las 22:00 horas, aunque las actividades de intendencia comienzan desde antes y en algunas ocasiones en los laboratorios se labora por las noches.

Para la realización de este análisis se consideraron 15 horas de actividades normales.

4.5 ANALISIS ENERGETICO

4.5.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA

Características:

Alimentación:	23 KV
Capacidad instalada:	2,681 KW
Capacidad en la subestación:	750 KVA

4.5.2 DISTRIBUCION DE LA CARGA INSTALADA

Iluminación	215,961.25 Watts	8.10 %
Fuerza	2,464,727.20 Watts	91.90 %
Total	2,680,688.45 Watts	100.00%

Esta carga se distribuye de la siguiente manera:

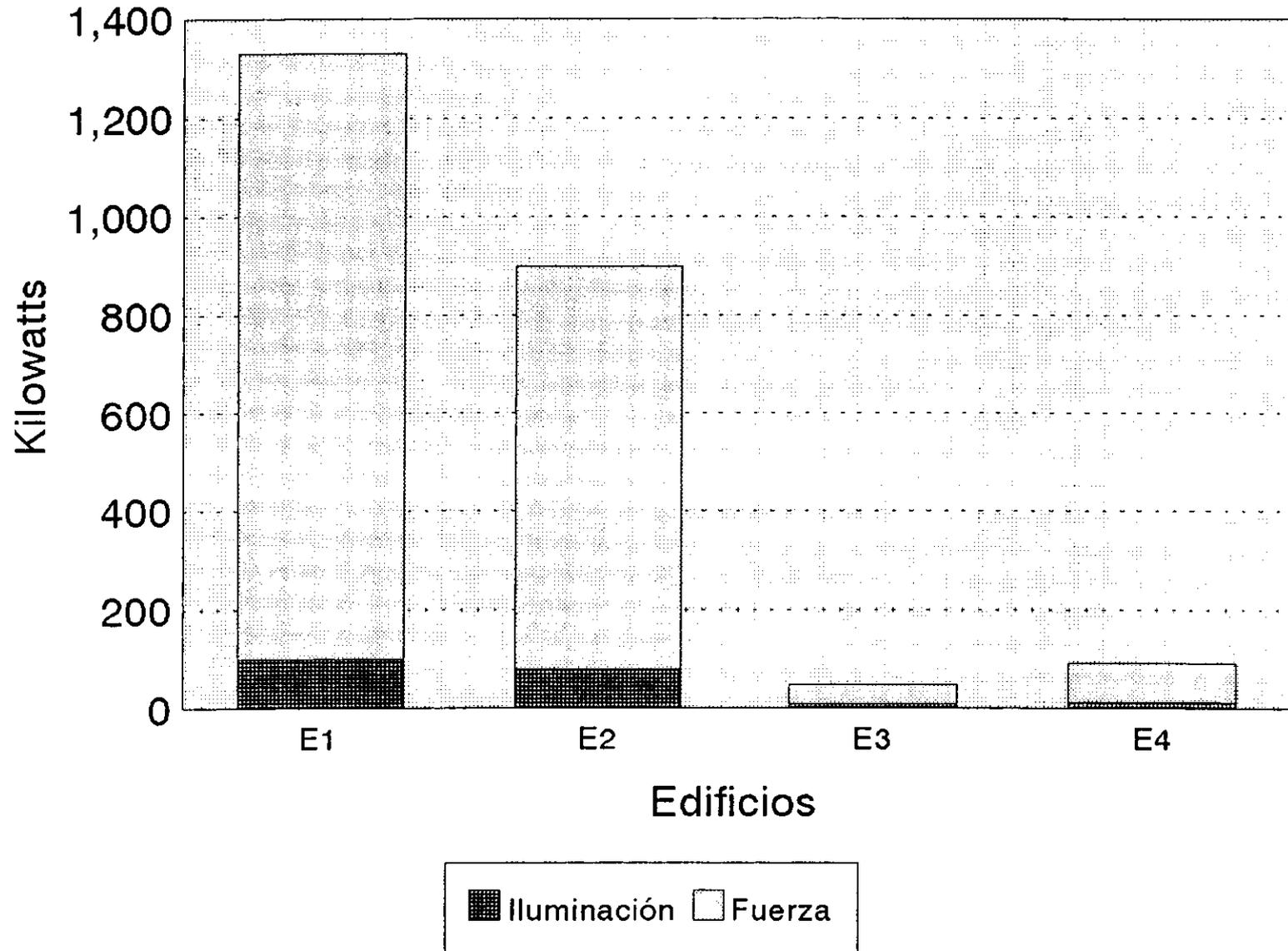
Tabla 2 Carga de iluminación y fuerza
Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos

	Iluminación Instalada (Watts)	Iluminación Util (Watts)	Fuerza (Watts)	Total Instalada (Watts)	Total Util (Watts)
Edificios	201,461.25	173,117.50	2,168,011.20	2,369,472.40	2,341,128.70
Estacionamientos	12,600.00	9,000.00	0.00	12,600.00	9,000.00
Equipos especiales	0.00	0.00	296,716.06	296,716.06	296,716.06
Pasos cubiertos	1,100.00	1,100.00	0.00	1,100.00	1,100.00
Areas verdes	800.00	400.00	0.00	800.00	400.00
Total	215,961.25	183,617.50	2,464,727.20	2,680,688.50	2,648,344.70

La distribución de carga en edificios se muestra en la gráfica 4.1 y en la tabla 3

DISTRIBUCION DE CARGA EN EDIFICIOS

Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos



Gráfica 4.1

Tabla 3 Carga total instalada en edificios
Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos

Edificio	Total Iluminación (Watts)	Total Fuerza (Watts)	Total Instalada (Watts)
1	99,605.00	1,230,802.43	1,329,844.43
2	79,656.25	819,789.59	899,445.84
3	8,375.00	39,977.65	48,352.65
4	13,825.00	78,004.53	91,829.53
Carga Total	201,461.25	2,168,011.20	2,369,472.45

La distribución de la carga de iluminación en recintos se muestra en la tabla 4

Tabla 4 Distribución de la carga de iluminación en recintos
Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos

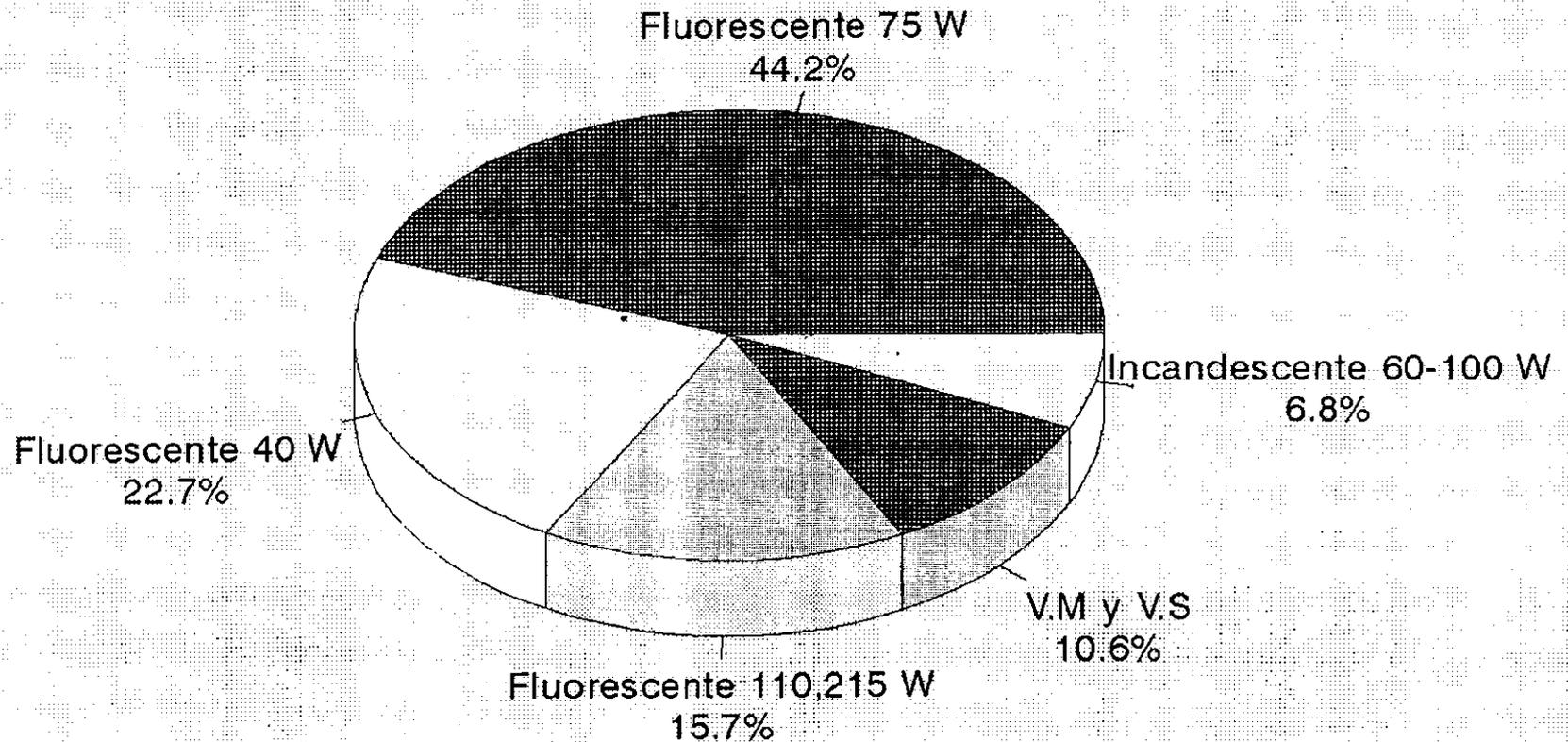
	Carga por ilum. instalada en recintos Total		Carga por ilum. útil en recintos Total	
	(Watts)	%	(Watts)	%
Servicios	106,223.75	52.72	79,055.00	45.66
Laboratorios	69,125.00	34.31	68,100.00	39.33
Oficinas	25,512.50	12.66	25,362.50	14.65
Aulas	600.00	0.29	600.00	0.34
Total	201,461.25	100.00	173,117.50	100.00

La distribución del tipo de luminarias se muestra en la gráfica 4.2 y en la tabla 5

Distribución de la Carga de Luminarias Instaladas

Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos

Carga Total de Luminarias Instaladas 215, 961.25 Watts



Gráfica 4.2

Tabla 5 Distribución del tipo de luminarias
Instituto de Biotecnología, Cuernavaca, Morelos

Rubro	Global de luminarias instaladas	
	Cantidad	Carga (Watts)
Luminarias fluorescentes de 2x75 w	496	93,000.00
Luminarias fluorescentes de 2x40 w	465	46,500.00
Luminarias fluorescentes de 2x215 w	58	31,175.00
Vapor de sodio 400 w	31	12,400.00
Vapor de mercurio de 400 w	26	10,400.00
Focos incandescentes de 75 w	129	9,675.00
Focos incandescentes de 100 w	35	3,500.00
Luminarias fluorescentes de 110 w	20	2,750.00
Luminarias fluorescentes de 1x75 w	27	2,531.25
Luminarias fluorescentes de 1x40 w	29	1,450.00
Luminarias fluorescentes de 4x40 w	5	1,000.00
Halógenas de 75 w	10	750.00
Lámparas ultravioleta de 30 w	10	300.00
Halógenas de 50 w	4	200.00
Focos incandescentes de 60 w	3	180.00
Spots de 75 w	2	150.00
Total Global	1350	215,961.25

- De las luminarias fluorescentes: Las de 75 W tienen el 44.2 % y las de 40 W el 22.7 % de la carga total instalada en iluminación.
- Las lámparas fluorescentes de 110 W, 215 W, y las ultravioleta de 30 W tienen el 15.7 % y se utilizan únicamente en áreas de cultivo vegetal.
- Las lámparas de alta intensidad de descarga comprenden el 10.6 % del total de carga por luminarias instaladas.
- Los focos incandescentes tienen el 6.8 % del total de la carga instalada por iluminación y se encuentran principalmente en pasillos, áreas de cultivo y en cuartos fríos.

La distribución de la carga de fuerza instalada se muestra en la tabla 6 y en la gráfica 4.3

Tabla 6 Distribución de la carga de fuerza instalada
Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos

Rubro	Carga (Watts)
Equipo de laboratorio	1,105,293.75
Contactos monofásicos	347,700.00
Autoclaves	120,359.60
Computadoras	115,068.40
Refrigeradores	91,589.57
Contactos bifásicos	63,500.00
Cafeteras	44,215.00
Impresoras	44,082.50
Otros	37,803.70
Herramientas	34,883.00
Unidades de ventana	29,094.00
Electrodomésticos	27,941.00
Contactos trifásicos	27,000.00
Fotocopiadoras	14,854.00
Reguladores	13,477.60
Audiovisuales	12,343.40
Enfriadores-calentadores	9,338.00
Calefactores	9,290.00
Sacapuntas	6,930.00
Ventiladores	5,726.75
Máquinas de escribir	2,902.00
Parrillas	2,335.00
Faxes	1,947.00
Sumadoras	337.93
Total de edificios	2,168,011.20

Aire acondicionado	117,328.10
Equipo de refrigeración y cuartos fríos	17,694.80
Sistema de aire comprimido	65,735.00
Equipo de termofluidos	44,238.00
Equipo de inyección y extracción de aire	27,475.16
Sistema hidroneumático	15,293.00
Ventiladores	8,952.00
Total de equipo especial	296,716.06
Gran Total	2,464,727.20

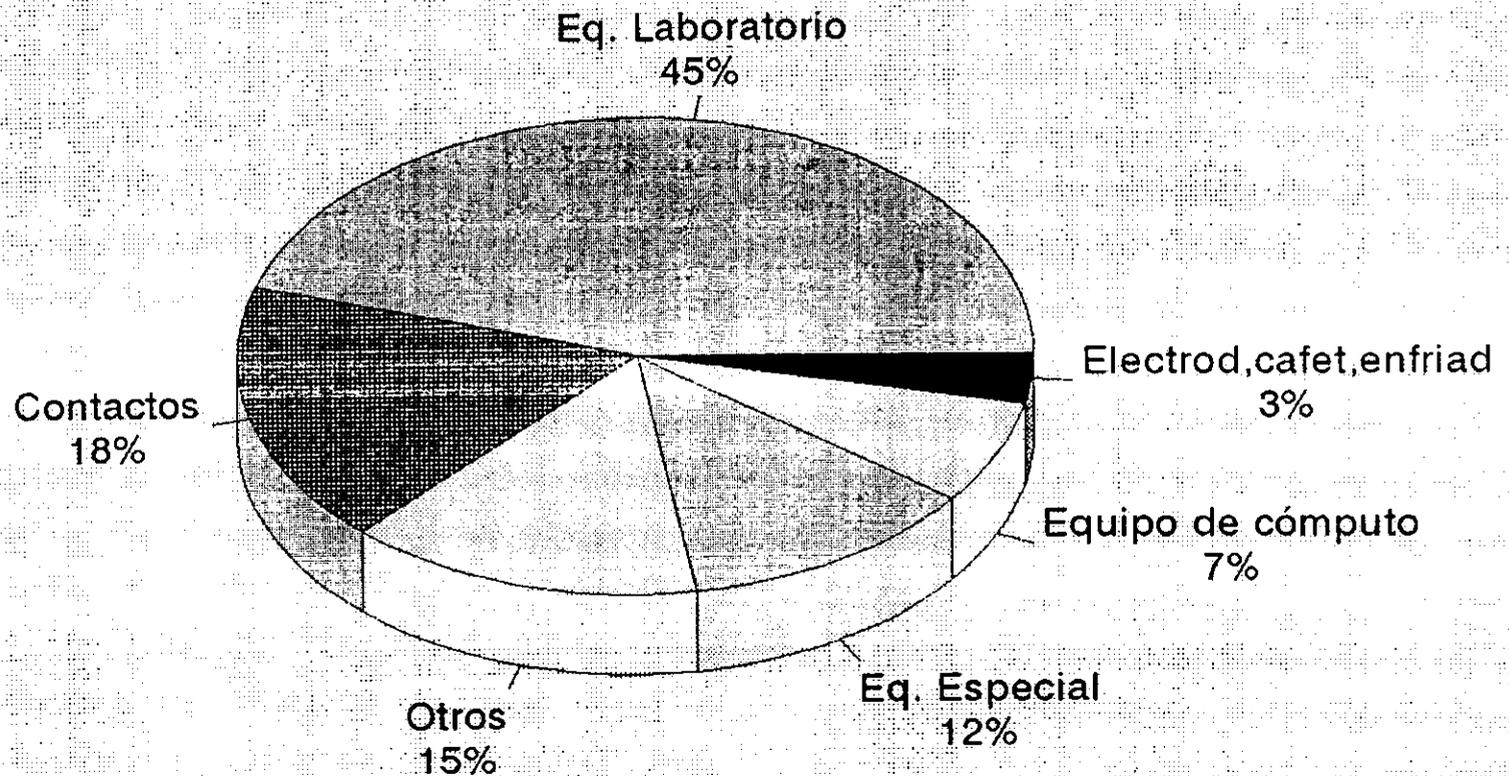
- La carga instalada más representativa es el equipo de laboratorio, que tiene el 45 % de la carga de fuerza total instalada.
- Se tiene un 18 % de la carga de la fuerza total instalada en contactos (monofásicos, bifásicos y trifásicos) los cuales tiene un bajo factor de utilización.
- El equipo especial representa el 12 % del total de la fuerza instalada.
- Respecto al equipo de cómputo (computadoras, impresoras, reguladores, etc.) sólo se tiene un 7 % de la carga de la fuerza total instalada, pero varias horas de utilización.

Nota: El equipo especial se considera únicamente como carga eléctrica.

Distribución de la Carga de Fuerza Instalada

Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos

Carga Total de Fuerza Instalada 2,464,727.2 Watts



4.6 MEDICIONES EN LA SUBESTACION ELECTRICA

Para el análisis de la subestación eléctrica se utilizó el siguiente equipo:

Analizador de Redes Trifásico marca AEMC 3950, el cual capturó información durante 80 horas aproximadamente, en intervalos de 30 minutos.

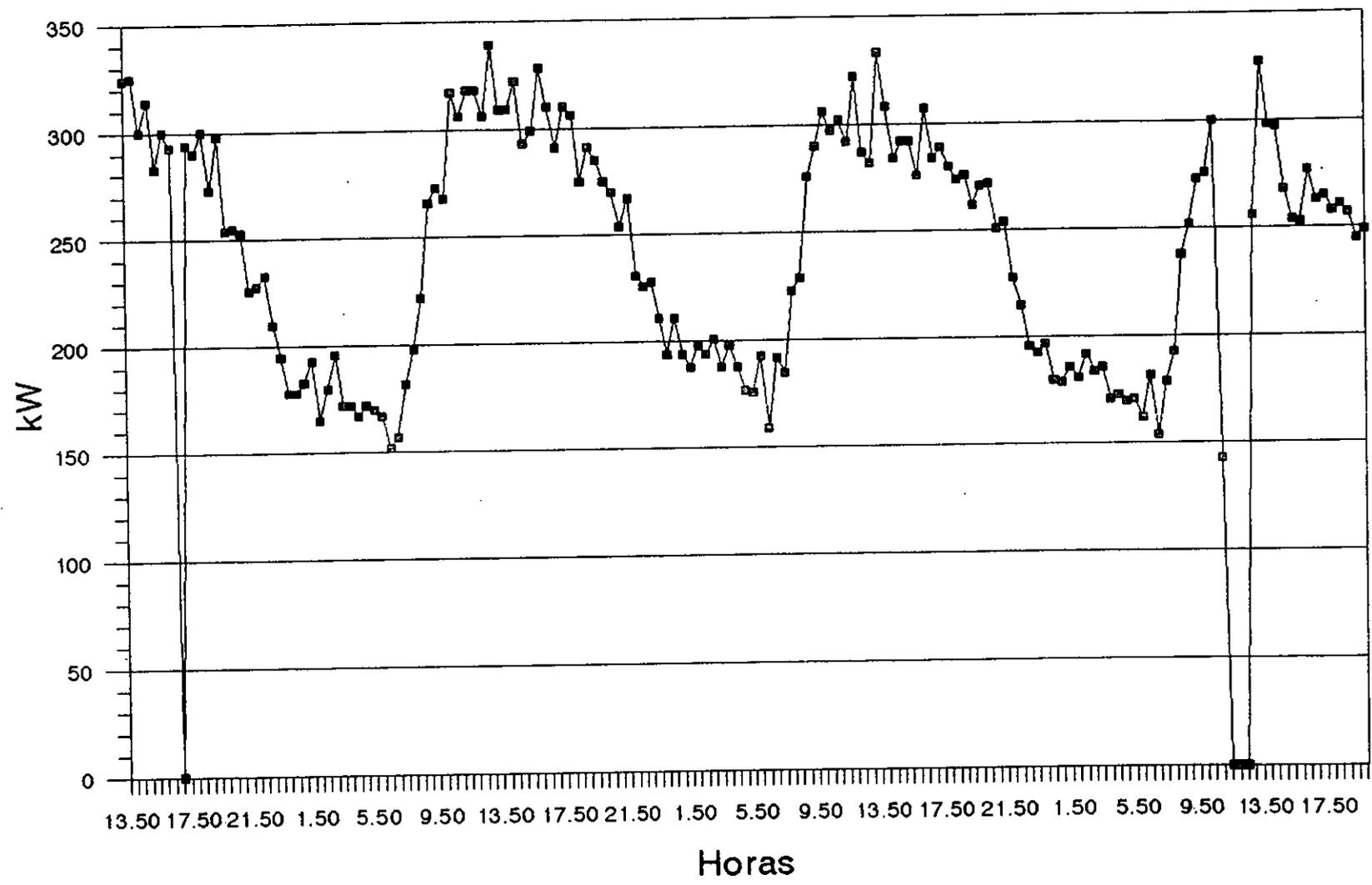
Con la instalación de este equipo se obtuvieron las gráficas de la 4.4 a la 4.15 con período de medición de 24 horas, para un día típico cuyas actividades pueden considerarse normales (miércoles 5 de Julio) y al respecto se concluyeron los siguientes puntos.

- Se observa un rango de variación en el voltaje de (120 a 130 volts); el de mayor valor se registra por las noches (gráfica 4.7).
- No se presentan desbalances importantes en las líneas de alimentación aún en las horas de mayor demanda de energía eléctrica (gráfica 4.9).
- El máximo pico de demanda que se registra se presenta a las 13:00 horas y cuyo valor alcanza los 340 kW (gráfica 4.5).
- Se observa el uso constante de la energía eléctrica, desde el inicio de labores 7:00 horas, éste aumenta continuamente alcanzando una demanda promedio de 110 kW por fase a las 13:00 horas y el valor se mantiene constante hasta las 16:00 horas, a partir de entonces inicia un descenso que termina a las 23:00 horas con un valor de 70 kW por fase (gráfica 4.6).
- Lo anterior se puede reafirmar con la gráfica de consumos acumulados, la linealidad que se presenta corresponde al uso continuo de la energía eléctrica durante todo el día (gráfica 4.12).
- ⁴ Respecto al factor de potencia este se mantiene en valores aceptables al inicio y durante las actividades del día (0.9), en horas nocturnas este valor es de 0.8 el cual está por abajo de lo que establece la reglamentación vigente (ver gráfica 4.14).
- ⁵ El valor de la frecuencia se mantiene en los $60 \pm 1\%$ hertz, por lo que no representa ningún problema, según lo establece la norma vigente (gráfica 4.15).

A continuación se anexan las gráficas de los parámetros eléctricos de la subestación.

Instituto de Biotecnología

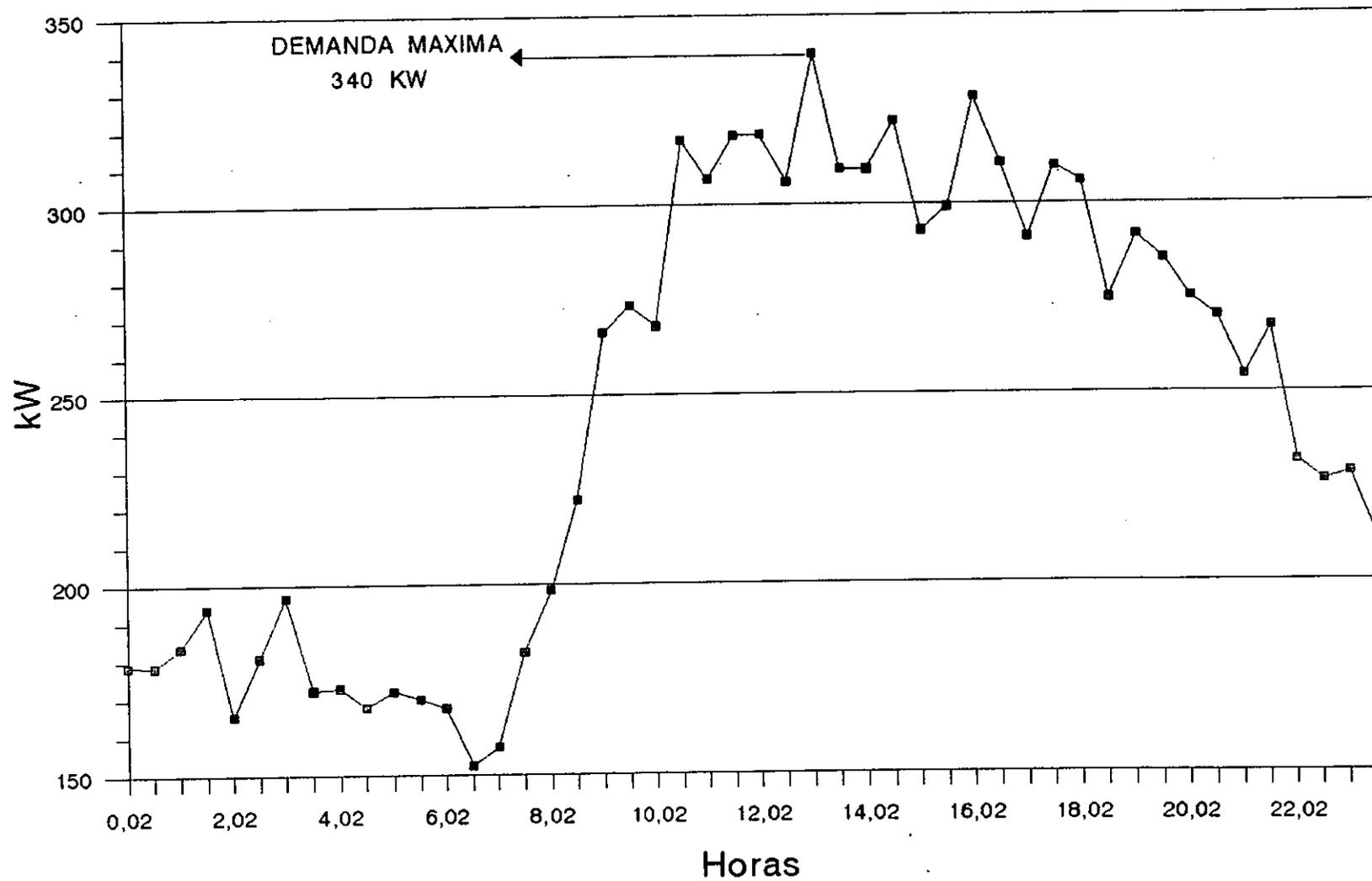
Subestación 750 KVA, (04/07/95-07/07/95)



Gráfica 4.4 Demanda Total del Periodo Analizado

Instituto de Biotecnología

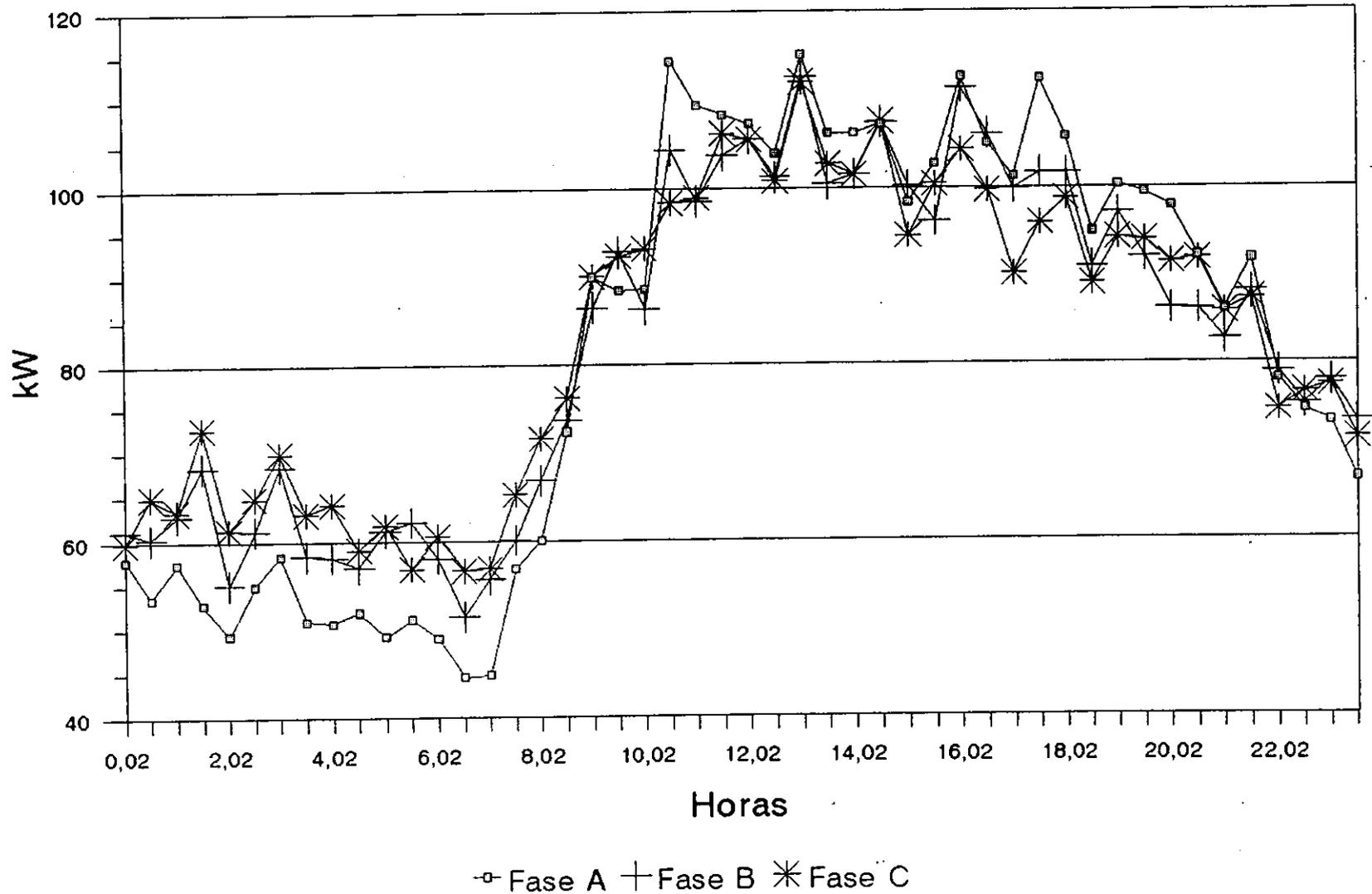
Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



Gráfica 4.5 Demanda Total de un día normal

Instituto de Biotecnología

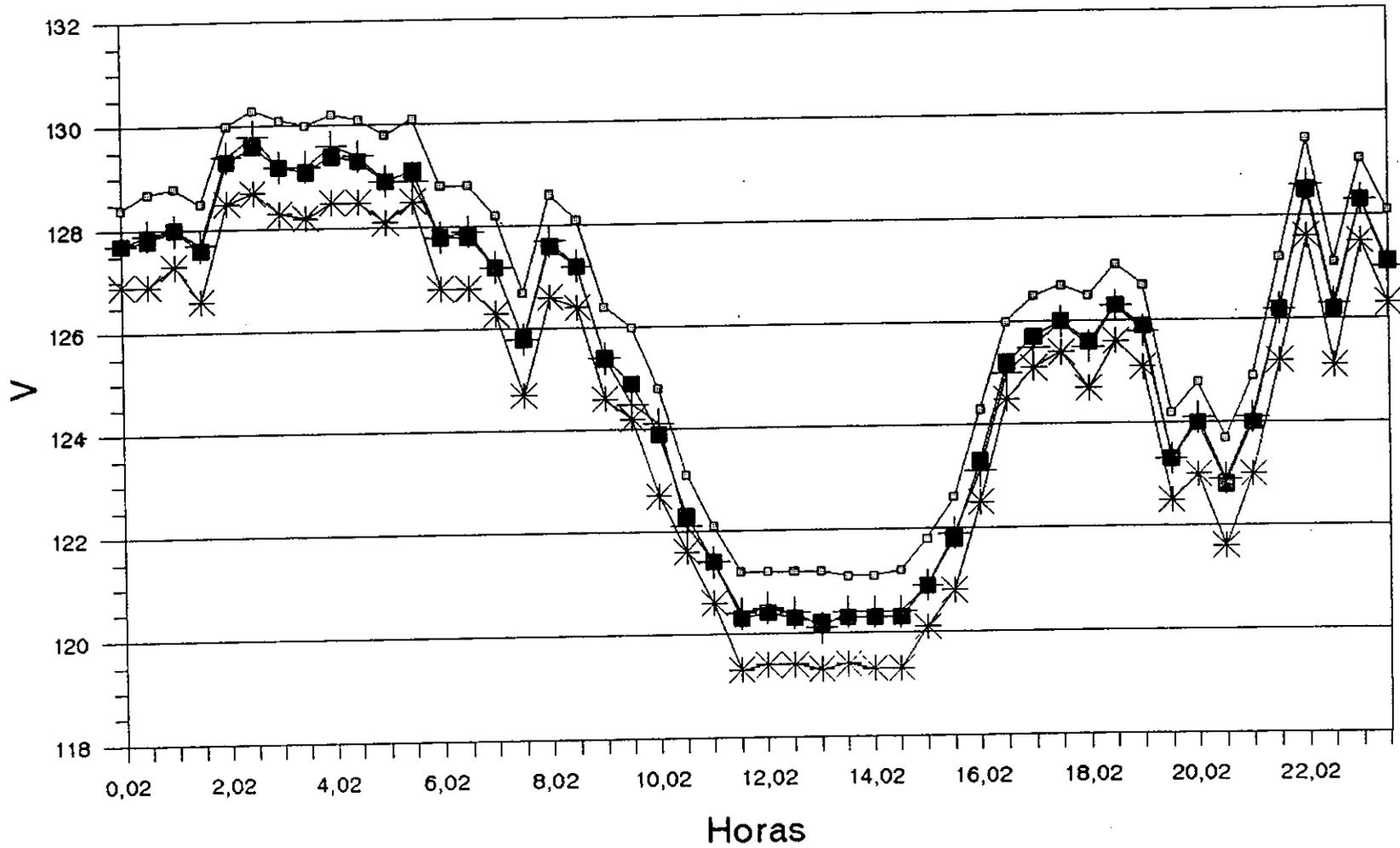
Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



Gráfica 4.6 Demanda por Fases

Instituto de Biotecnología

Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



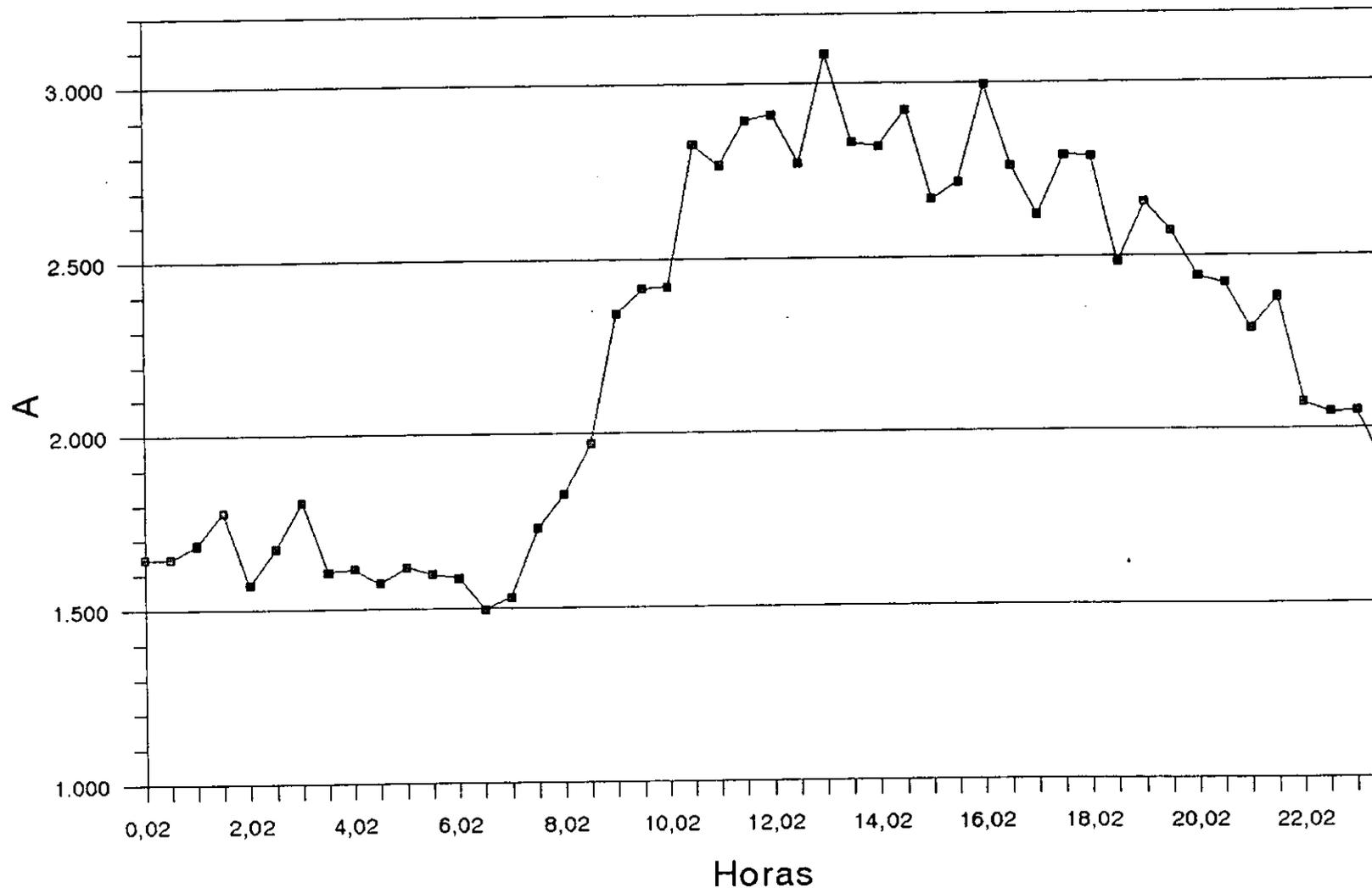
□ Fase A + Fase B * Fase C ■ Total

Gráfica 4.7 Variación de Voltaje

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

Instituto de Biotecnología

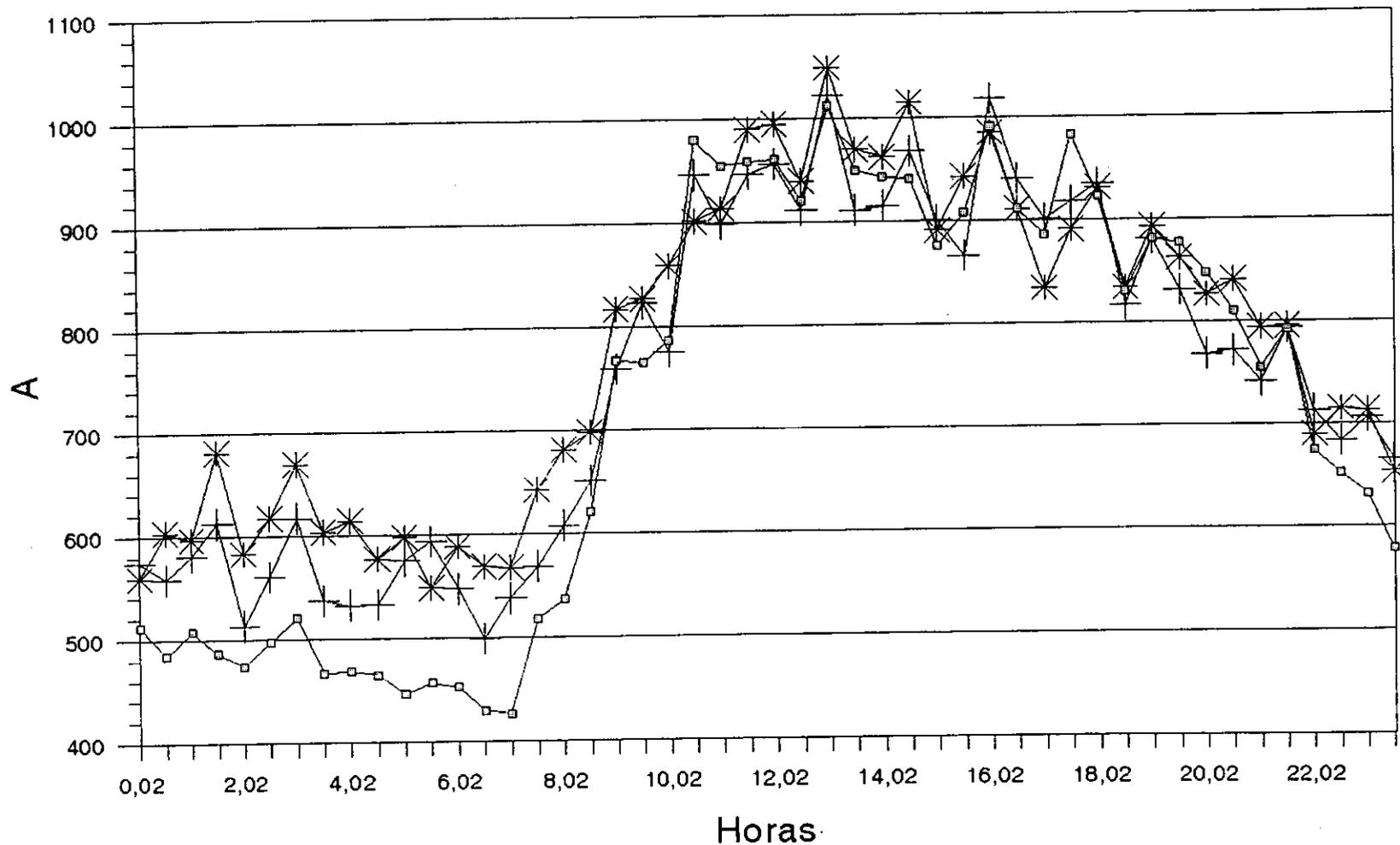
Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



Gráfica 4.8 Variación de Corriente Total

Instituto de Biotecnología

Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5

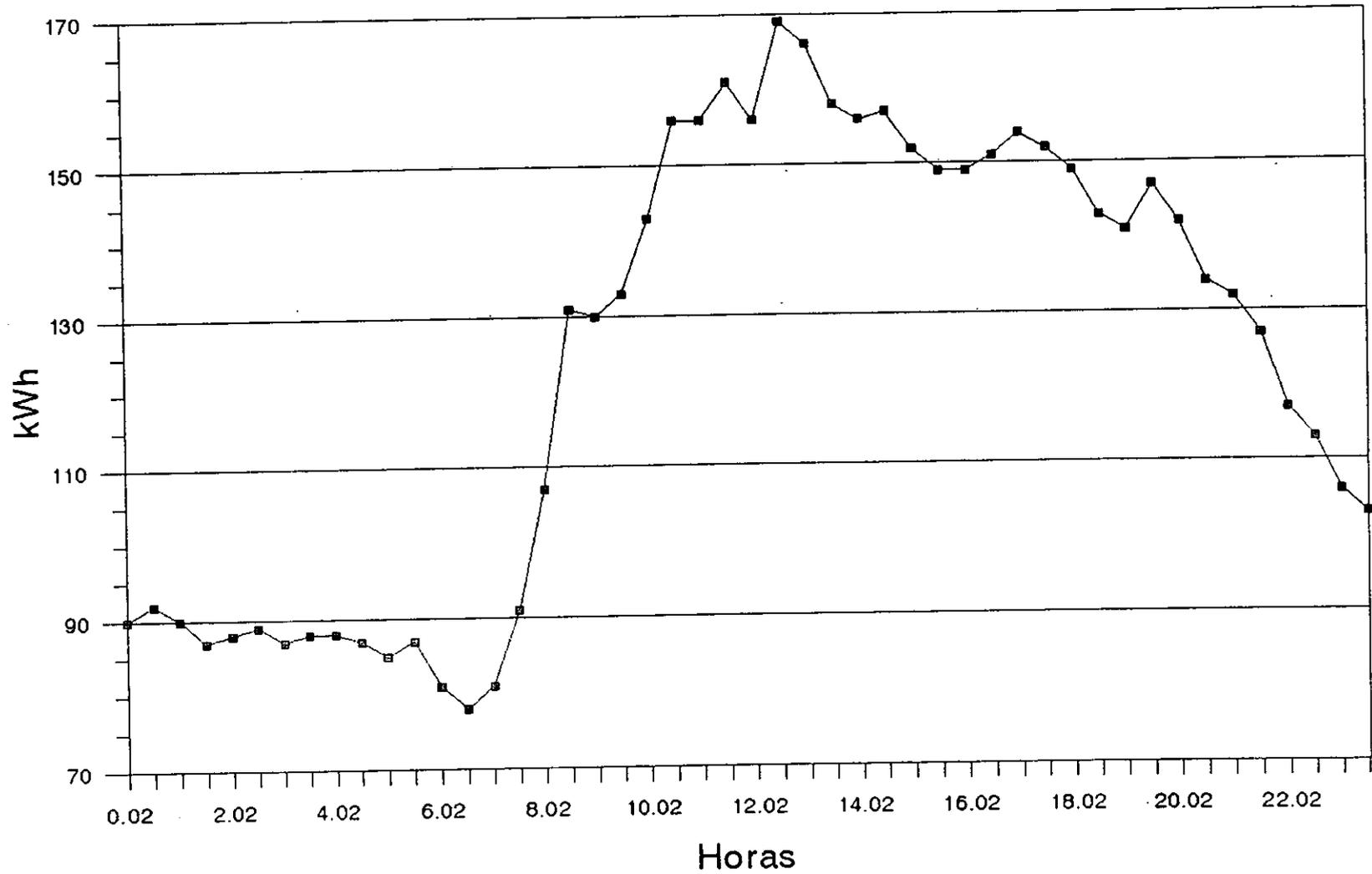


□ Fase A + Fase B * Fase C

Gráfica 4.9 Variación de Corriente por Fases

Instituto de Biotecnología

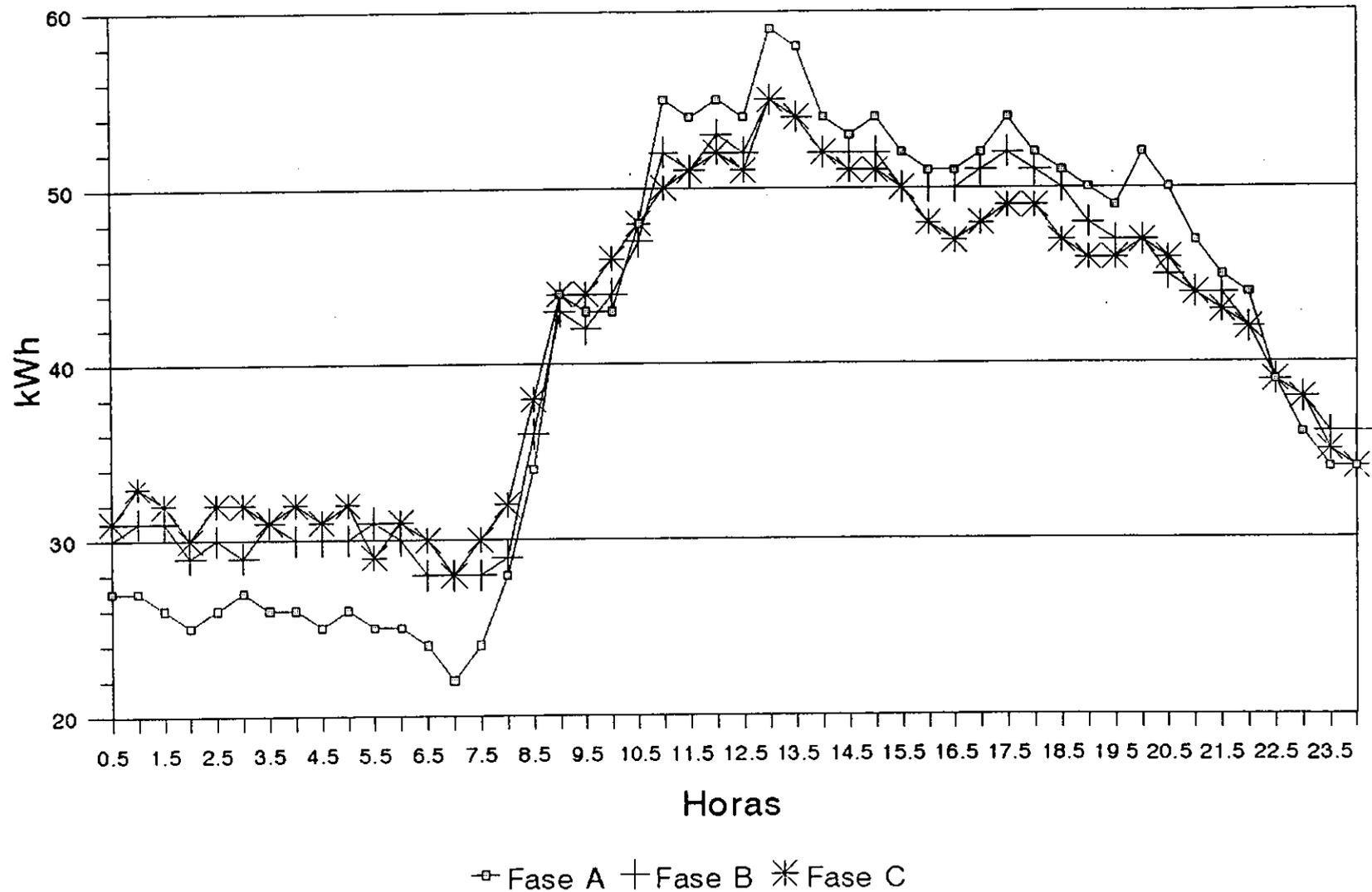
Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



Gráfica 4.10 Consumos Totales

Instituto de Biotecnología

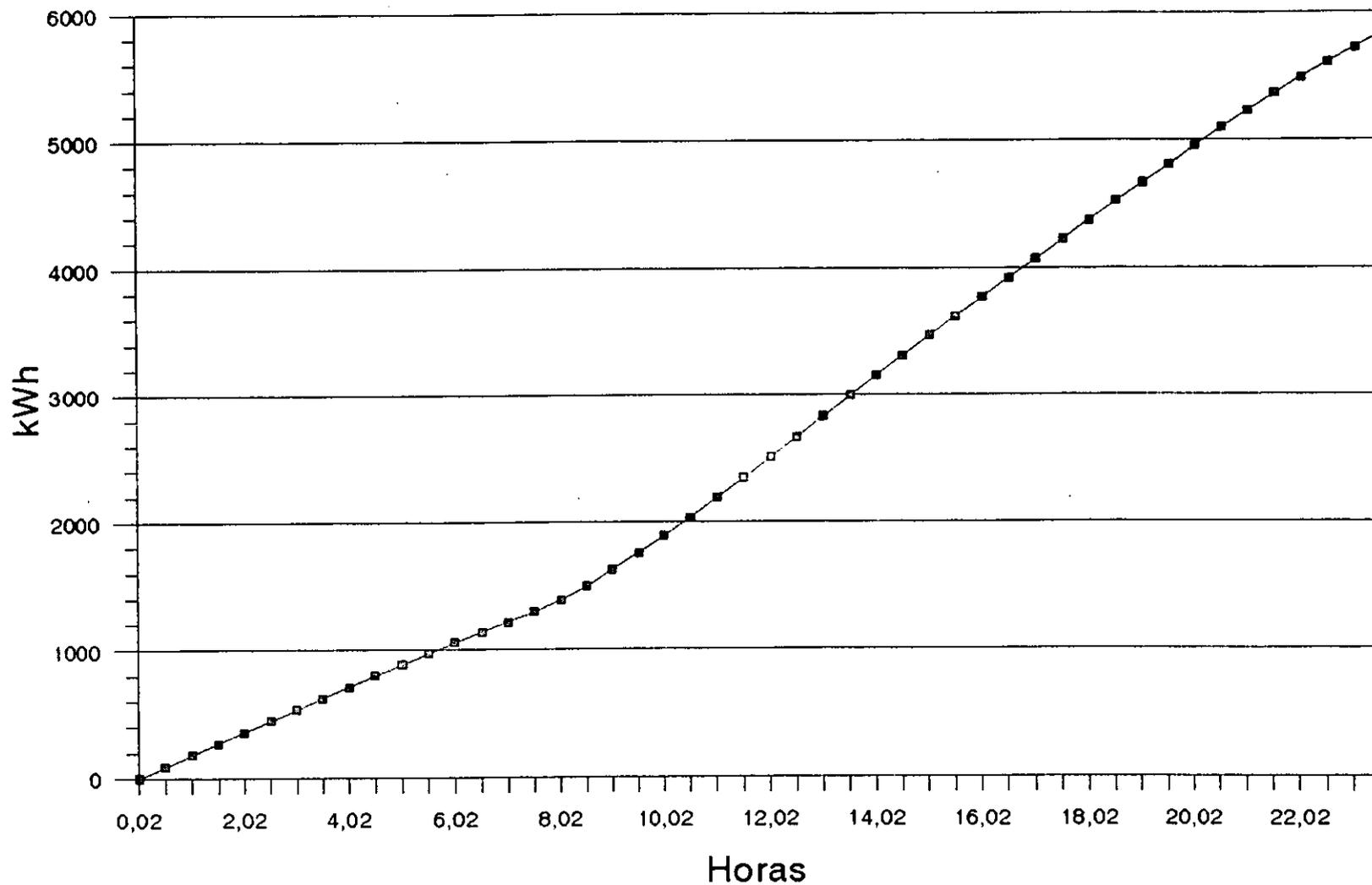
Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



Gráfica 4.11 Consumos por Fases

Instituto de Biotecnología

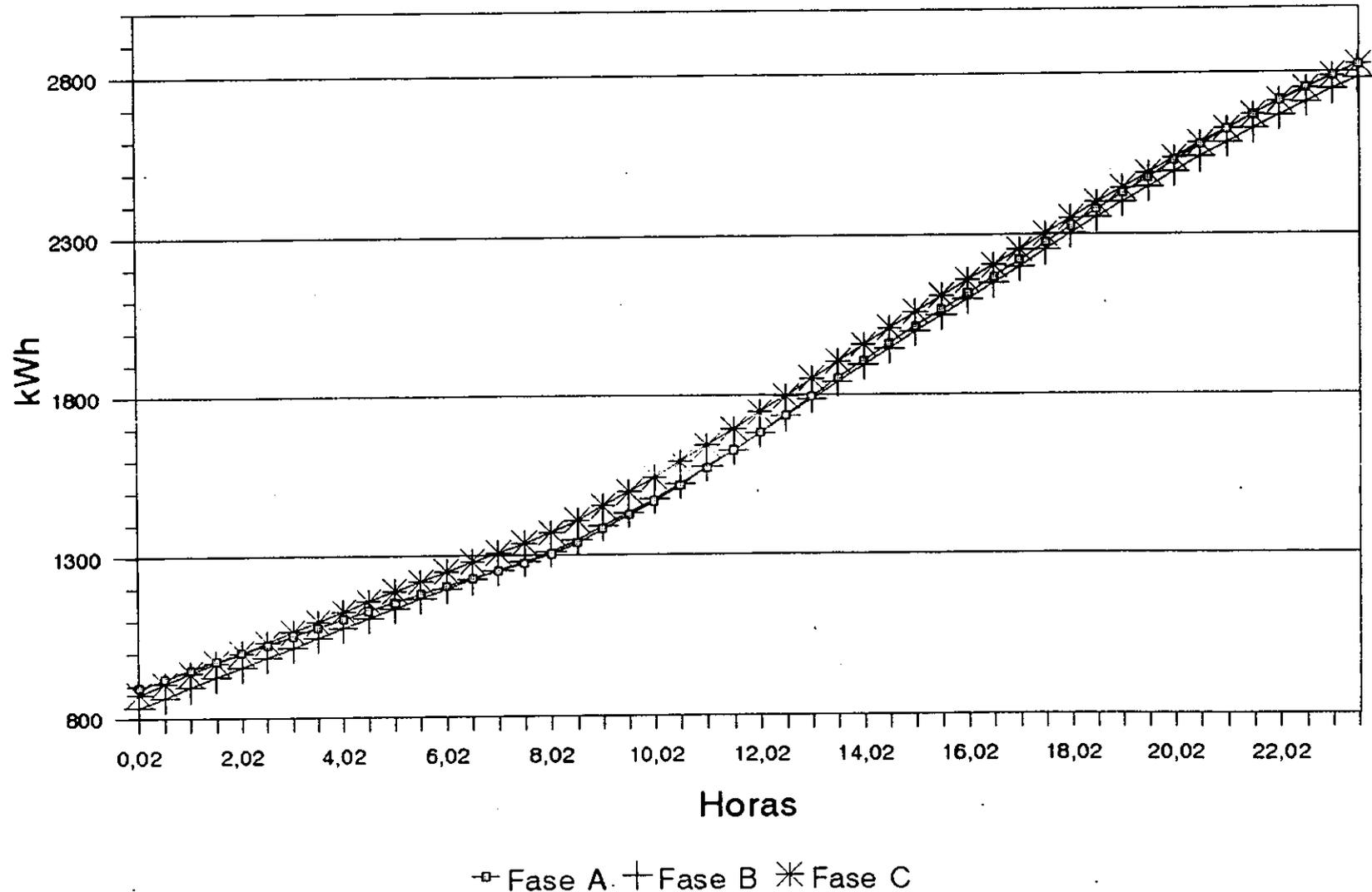
Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



Gráfica 4.12 Consumos Acumulados Totales

Instituto de Biotecnología

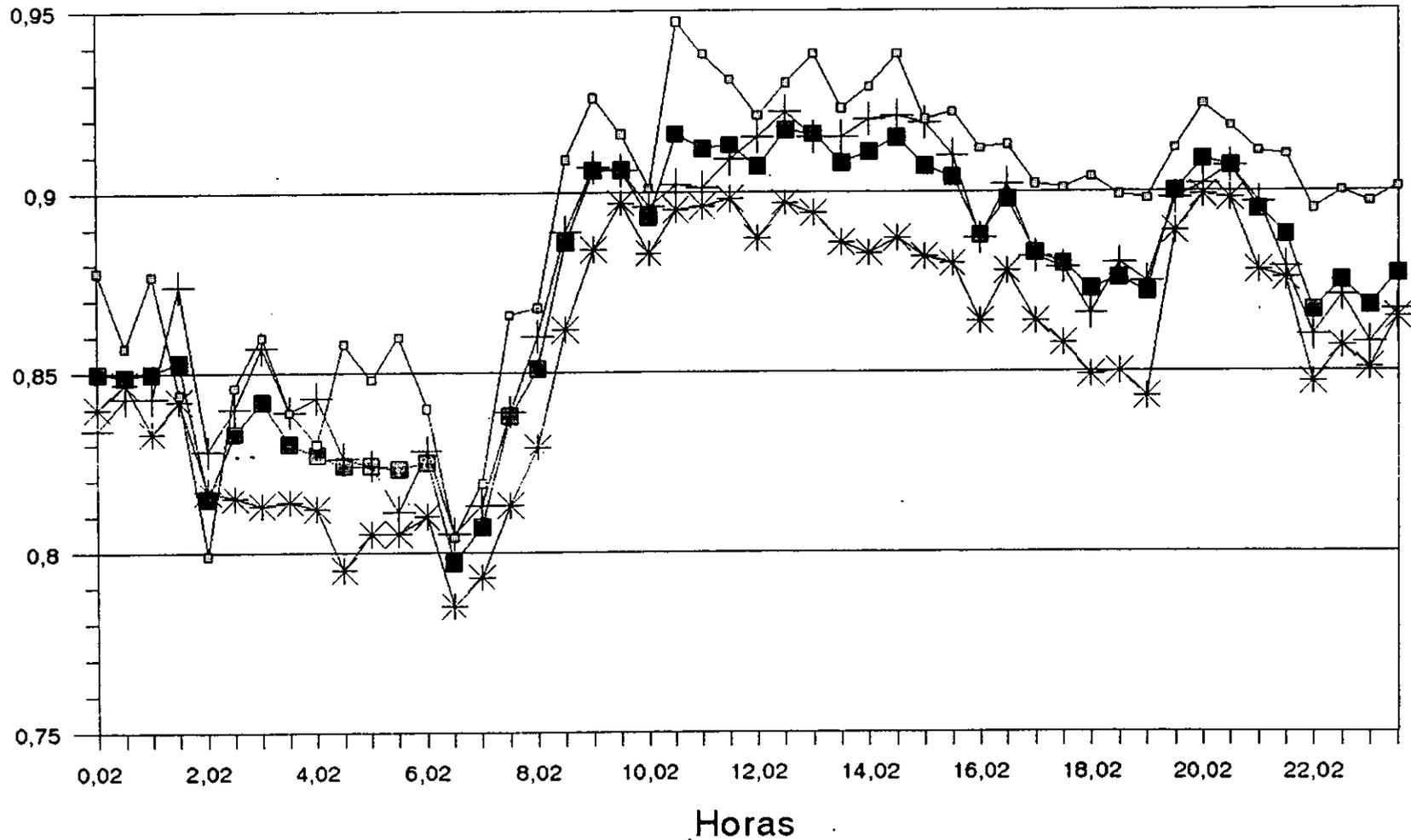
Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



Gráfica 4.13 Consumos Acumulados por Fases

Instituto de Biotecnología

Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5

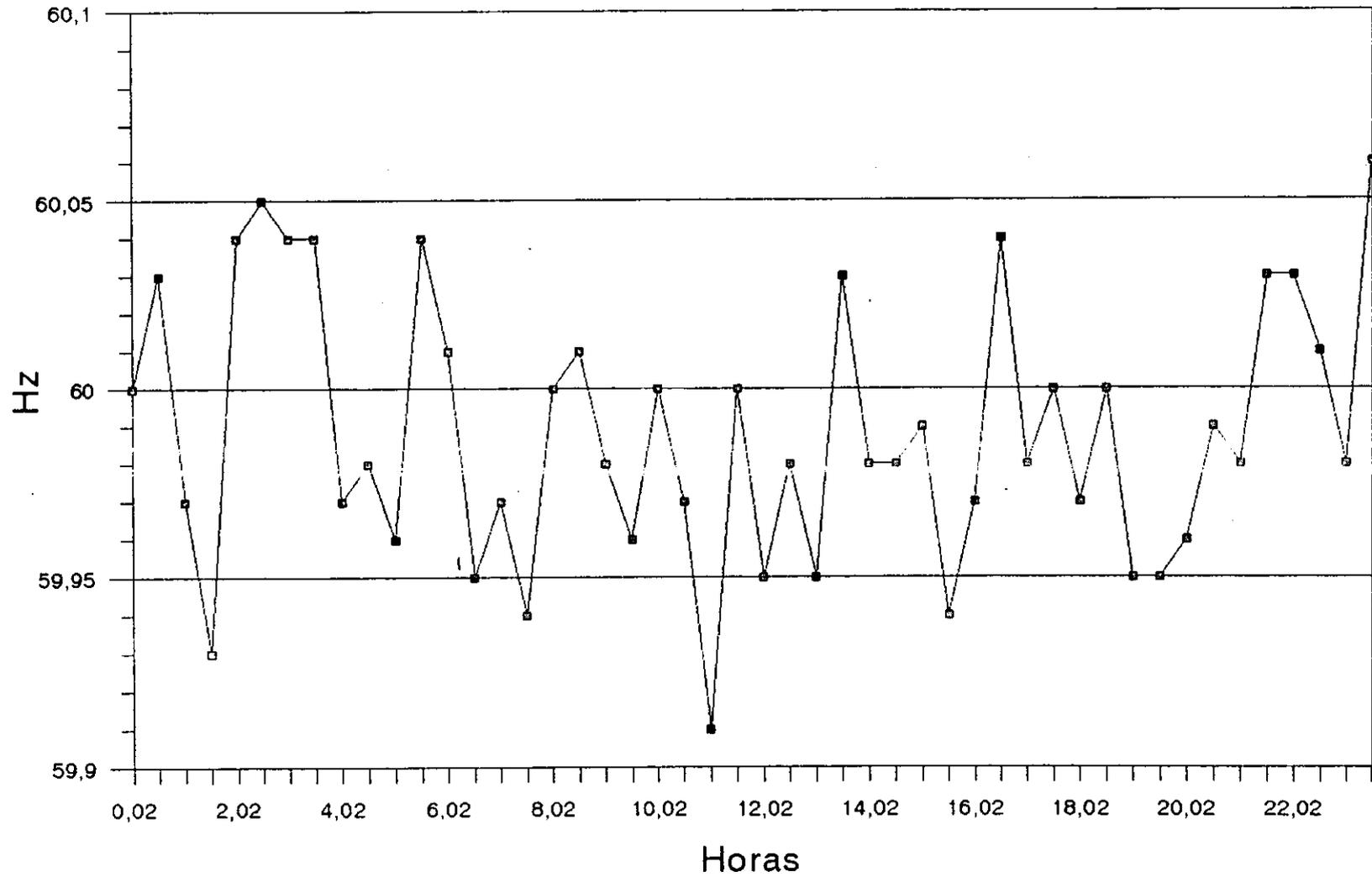


□ Fase A + Fase B * Fase C ■ Total

Gráfica 4.14 Factor de Potencia

Instituto de Biotecnología

Subestación 750 KVA, (04-07/07/95) miércoles 5



Gráfica 4.15 Frecuencia

87

4.7 MEDICIONES EN EL SISTEMA DE ILUMINACION

El equipo que se utilizó para realizar las lecturas de los niveles de iluminación en áreas de importancia fue un luxómetro marca Kyoritsu 5200 y para cada tipo de recinto se realizaron en promedio el siguiente número de medidas:

Recinto	No. de lecturas
Oficinas	3
Laboratorios	14
Servicios	3

De estas lecturas se derivaron los siguientes resultados:

La relación promedio entre la iluminación medida y la recomendada por IESNA ⁽²⁾ (Im/Ir) en horas de luz natural con iluminación artificial fue en:

Recintos	Im/Ir
Oficinas	2.43
Laboratorios	1.73
Servicios	1.77

La relación promedio entre la iluminación medida y la recomendada por IESNA ⁽²⁾ (Im/Ir) en horas de luz artificial (sin luz natural) fue en:

Recintos	Im/Ir
Oficinas	0.89
Laboratorios	0.74
Servicios	0.60

La densidad de potencia lumínica fue:

	Medida	Recomendada *	Variación
Recinto	W/m²	W/m²	%
Oficinas	15.19	22.33	-31.97
Laboratorios	17.05	16.64	2.46
Servicios	24.31	22.22	9.40

Nota: * Con la tecnología instalada.

Cabe aclarar que la Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales, señala que con el propósito de promover la utilización de equipos y sistemas de control de alumbrado como una alternativa que propicie el uso eficiente de energía, se establecen **bonificaciones de potencia eléctrica** por el uso de sensores de presencia, atenuadores (dimmers), sensores de luz (daylight), temporizadores (timers) etc.

4.8 MEDIDAS RECOMENDADAS PARA DISMINUIR LOS CONSUMOS DE ENERGIA ELECTRICA EN EL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA CUERNAVACA, MORELOS

Con base en el análisis de la información obtenida se hacen las siguientes recomendaciones, con la finalidad de buscar una disminución en los consumos de la energía eléctrica.

4.8.1 Medidas de baja inversión

- Reducir las horas de uso del sistema de iluminación artificial, buscando aprovechar la luz natural en los recintos que cuenten con ventanas, especialmente en oficinas donde se tiene mayor exceso de iluminación durante el día.
- Apagar parcialmente la iluminación de estacionamientos y azoteas después de las 24:00 horas y en los fines de semana.
- Reducir el uso de cortinas donde no sea necesario, o bien si se tienen que sean de colores claros, dependiendo del clima y de la incidencia del sol.
- Planear el reacomodo del mobiliario, a lugares donde se tenga mejor iluminación natural y artificial siempre que sea factible, como en áreas de servicios.
- Realizar campañas permanentes de concientización a la comunidad para disminuir desperdicios utilizando la energía sólo cuando se necesite.
- Se propone, si es el caso, cambiar la tonalidad de los techos, paredes y pisos oscuros por unos más claros, con ello se aprovecha más la luz natural como la artificial.

En la siguiente tabla se muestra el potencial de ahorro estimado por la disminución de 5 horas de uso de luminarias fluorescentes y apagado del 60 % de la iluminación de estacionamientos, áreas verdes y azoteas después de las 24:00 horas.

Acción	Energía Ahorrada	Ahorro Económico
	kWh/mes	\$/mes
Disminución de 5 horas de alumbrado fluorescente	13,244.08	4,723.33
Apagado parcial del estacionamiento y las luces exteriores a las 24 hrs.	1,642.50	1,015.09
Total ahorrado	14,886.58	5,738.42

- Un aspecto muy importante para mejorar las condiciones de trabajo es un programa de mantenimiento en la que se contemple el reemplazo de luminarias antes de cumplir su ciclo de vida, la limpieza de difusores, paredes y ventanas. Esto se puede llevar a cabo con prioridad en los recintos de tipo servicio los cuales son los más afectados cuyo porcentaje de lámparas en mal estado es de 12 %.
- Otro factor importante es la concientización al buen uso de los equipos eléctricos, en este estudio se observa que una de las cargas principales es el equipo de laboratorio y al respecto las medidas que se recomiendan a adoptar son:
 1. Supervisión por parte de investigadores en la utilización del equipo.
 2. Programar un adecuado mantenimiento.
 3. Al dar de baja algún equipo, si éste se va a sustituir, que sea por el más eficiente que exista en el mercado.
 4. Se sugiere apagar el equipo eléctrico de laboratorio cuando no se utilice y el equipo de cómputo si no se requiere en los próximos 15 minutos.
 5. Se sugiere tener líneas reguladas para el equipo eléctrico que sea muy sensible a las variaciones de voltaje, especialmente aquellos que funcionan durante la noche.

4.8.2 Medidas con inversión

En los laboratorios se sugiere tener iluminación de apoyo (lámparas de mesa) ubicadas en áreas específicas donde se requiera mejor iluminación, de tal manera que se pueda apagar cuando no se utilice.

Medidas de sustitución de equipo para obtener los niveles de iluminación actuales disminuyendo la potencia instalada (tabla 7, 8 y 9).

1. *Lámparas fluorescentes de 40 W*: Actualmente existen instaladas 979 lámparas, que representan el 23 por ciento de la carga de iluminación total.
2. *Lámparas fluorescentes de 75 W*: Actualmente existen instaladas 1,019 lámparas, que representan el 44 por ciento de la carga de iluminación total.
3. *Lámparas incandescentes de 60 W, 75 W y 100 W*: Actualmente existen instaladas 169 lámparas, que representan el 6.8 por ciento de la carga de iluminación total.
4. *Lámparas de vapor de mercurio de 400 W*: Actualmente existen instaladas 26 lámparas que en conjunto representan el 4.8 por ciento del total de carga de iluminación.
5. *Lámparas de vapor de sodio de 400 W*: Actualmente existen 31 lámparas que representan el 5.7 por ciento del total de carga por iluminación instalada.

En la **TABLA 7** se presentan los resultados del análisis económico de las opciones consideradas para la sustitución de las lámparas fluorescentes; obteniendo los niveles de iluminación actuales y disminuyendo la potencia instalada.

La descripción de la **Tabla 7** es semejante a la del capítulo 3.

En la **TABLA 8** se presenta el resultado del análisis económico de las opciones para sustituir los focos incandescentes de pasillos y escaleras por lámparas fluorescentes compactas ahorradoras de energía. A continuación se explican las alternativas que se proponen en dicha tabla.

Lámpara incandescente de 60 W

- 3.0 Sistema actual, lámpara incandescente de 60 W, 15 horas de operación y 220 días laborables.
- 3.1 Sistema actual, reduciendo 5 horas de operación, cuando hay suficiente luz natural.
- 3.2 Utilizando lámpara fluorescente compacta PL-T de 18 W + 5 W del balastro.

Lámpara incandescente de 75 W

- 4.0 Sistema actual, lámpara incandescente de 75 W, 15 horas de operación con 220 días laborables.
- 4.1 Sistema actual, reduciendo 5 horas de operación cuando hay suficiente luz natural.
- 4.2 Utilizando lámpara fluorescente compacta SLS de 20 W + 5 W del balastro.

Lámpara incandescente de 100 W

- 5.0 Sistema actual, lámpara incandescente de 100 W, 15 horas de operación, 220 días laborables.
- 5.1 Sistema actual, reduciendo 5 horas diarias de operación, cuando hay suficiente luz natural (sin cambio de componentes).
- 5.2 Utilizando lámpara fluorescente compacta SLS de 25 W + 5 W del balastro.

En la **TABLA 9** se presenta el resultado del análisis económico de las opciones para sustituir las lámparas de alta intensidad de descarga.

- En la planta piloto, se sugiere sustituir las lámparas de vapor de mercurio de 400 W por lámparas de aditivos metálicos de 250 W.

La explicación de las alternativas propuestas es similar a la **tabla 9** del capítulo 3.

TABLA 7 ANALISIS ECONOMICO

Lámparas Fluorescentes de 40 y 75 Watts

INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA; CUER, MORELOS

TARIFA OM :
Enero 1997

0.36 \$/kwh
47.71 \$/kW

DIAS/AÑO
220.00

USO:

15.00 hrs/día

TASA DE INT 7.96%
(CETES-INFLACIÓN)

#	ARREGLO	INVERSION MILES \$	AHORRO ENERGIA MWh/año	PORCIENTO BASE %	AHORRO ECONOMICO MIL \$/AÑO	RECUPER BASE AÑOS	C.E.A. N\$/KWh
A							
	No. de lámparas de 40 W:	979					
1.0	Lámp. T-12 40W\AR\ ACTUAL (base)	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
1.1	Lámp. T-12 40W(10 hrs/día)	0.000	53.845	33.33	19.20	0.00	0.00
1.2	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Ahorrador	57.859	46.199	28.60	24.49	2.36	0.27
1.3	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Híbrido	93.592	51.691	32.00	27.40	3.42	0.39
1.4	Lámp. T-8 32 W\AR\ Bal. Electrónico	131.284	61.383	38.00	32.54	4.03	0.46
1.5	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Híbrido	100.445	58.153	36.00	30.83	3.26	0.37
1.6	Lámp. T-12 40W, 2X40- 1X40 REF. ESP.	53.845	80.768	50.00	42.82	1.26	0.22
1.7	Lámp. Ahorradora 34W\AR\ Bal. Ahorrador REF. ESP.	82.774	103.867	64.30	55.06	1.50	0.17
1.8	Lámp. Ahorradora 34W\AR\ Bal. Híbrido REF. ESP.	46.796	106.613	66.00	56.52	0.83	0.09
1.9	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Electrónico REF. ESP.	119.590	111.459	69.00	59.09	2.02	0.23
1.10	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Híbrido REF. ESP.	104.170	109.844	68.00	58.23	1.79	0.20
B							
	No. de lámparas de 75 W:	1019					
2.0	Lámpara actual T-12 75W (15 hrs/día)	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2.1	Lámpara actual T-12 75W (10 hrs/día)	0.000	105.084	33.33	37.48	0.00	0.00
2.2	Lámp. Ahorradora 60W, Bal. Electrónico	186.477	119.948	38.05	63.49	2.94	0.19
2.3	Lámp. T-8 59W\ Bal. Electrónico	221.123	123.203	39.08	65.24	3.39	0.24
2.4	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Ahorrador	108.524	103.403	32.80	54.67	1.98	0.06
2.5	Lámp. 2X75 a 1X75\ Bal. Electromag. REF. ESP.	112.090	209.328	66.40	110.97	1.01	0.09
2.6	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Ahorrador REF. ESP.	166.352	217.600	69.02	115.38	1.44	0.08
2.7	Lámp. T-8 59W\ Bal. Electrónico REF. ESP.	222.652	211.093	66.96	111.90	1.99	0.14

TABLA 8
ANALISIS ECONOMICO PARA LAMPARAS INCANDESCENTES DE 60, 75 Y 100 WATTS
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA, CUERNAVACA, MOR.

ARREGLO	INVERSION \$	AHORRO DE ENERGIA kWh/Año	AHORRO ECONOMICO \$/Año	CONSUMO DE ENERGIA kWh/Año	COSTO DE LA ENERGIA \$/Año	RECUPER BASE (Años)
3 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 60 WATTS						
3.0	Lamp. incandesc. 60W, 15 hrs.	108.00		594.00	314.90	
3.1	Lamp. incandesc. 60W, 10 hrs.	108.00	198.00	70.62	244.20	
3.2	Lamp. fluoresc. compacta 18W	270.00	366.30	194.19	120.71	1.39
131 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 75 WATTS						
4.0	Lamp. incandesc. 75W, 15 hrs.	8,646.00		32,422.50	17,188.69	
4.1	Lamp. incandesc. 75W, 10 hrs.	8,646.00	10,807.50	3,854.60	13,334.00	
4.2	Lamp. fluoresc. compacta 20W	11,790.00	21,615.00	11,459.12	5,729.56	1.02
35 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 100 WATTS						
5.0	Lamp. incandesc. 100W, 15 hrs.	1,260.00		11,550.00	6,123.20	
5.1	Lamp. incandesc. 100W, 10 hrs.	1,260.00	3,850.00	1,373.15	4,750.00	
5.2	Lamp. fluoresc. compacta 25W	3,150.00	8,085.00	4,286.20	1,836.90	0.73

Estas lámparas son utilizadas en pasillos y áreas de servicio general.

TABLA 9
ANALISIS ECONOMICO PARA LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA; CUERNAVACA, MOR.

ARREGLO		INVERSION \$	AHORRO DE ENERGIA kWh/Año	AHORRO ECONOMICO \$/Año	CONSUMO DE ENERGIA kWh/Año	COSTO DE LA ENERGIA \$/Año	RECUPER. BASE (Años)
* 26 LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE 400 WATTS							
6.0	V.S 400W, 15 hrs. encendidas	5,590.00			42,900.00	21,566.30	
6.1	A.M 250W, 15 hrs. encendidas	4,862.00	16,087.50	7,351.70	26,812.50	14,214.50	0.66
** 31 LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE 400 WATTS							
7.0	V.S 400W, 12 hrs. encendidas	6,665.00			67,890.00	33,087.50	
7.1	V.S 400W, apag. 6 hrs el 60%.	6,665.00	19,710.00	12,181.15	48,180.00	20,906.36	
7.2	V.S 250W, 12 hrs. encendidas	5,797.00	25,458.75	12,407.80	42,431.25	20,679.70	0.46

* Lámparas ubicadas en un laboratorio

**Lámparas ubicadas en áreas verdes y azoteas

4.9 MEDICIONES EN LOS SISTEMAS DE TIERRA

Observaciones

- 1.- Los valores de las mediciones del sistema de tierra para el equipo electrónico en el edificio Sur son bastante altos considerando que es para contactos que alimentan computadoras. La norma IEEE Std. 142 indica que para sistemas de cómputo el valor de resistencia de la tierra física no debe exceder de 2 ohms, por lo que este sistema de tierra es totalmente ineficiente.
- 2.- En el edificio Norte no se localizó el sistema de tierra para el equipo electrónico, se recomienda su localización para mediciones posteriores.
- 3.- El valor de la medición del sistema de pararrayos en el edificio Sur fue de 4.34 ohms, en el edificio Norte en el primer punto se obtuvo un valor de 154 ohms y en el segundo punto de 11.8 ohms. ⁶ La norma correspondiente recomienda que el sistema de tierra de pararrayos debe tener un valor no mayor a 10 ohms.

4.9.1 SISTEMAS DE TIERRA PARA EL EQUIPO ELECTRONICO

Edificio Sur

En el edificio Sur se localizaron tres sistemas de tierra eléctrica:

El primer sistema para el equipo de cómputo con un valor de resistencia de 1,438 ohms, el segundo sistema su valor es superior a los 2,000 ohms y la tercera no se pudo medir debido a que se encontraba soldada la varilla al conector.

Edificio Norte

No se localizó el sistema de tierra física para el equipo electrónico.

4.9.2 SISTEMAS DE TIERRA DE PARARRAYOS

Edificio Sur

Se realizó la medición del sistema de tierra de una bajada de pararrayos obteniéndose un valor de 4.34 ohms, el cual se encuentra dentro de los valores permitidos.

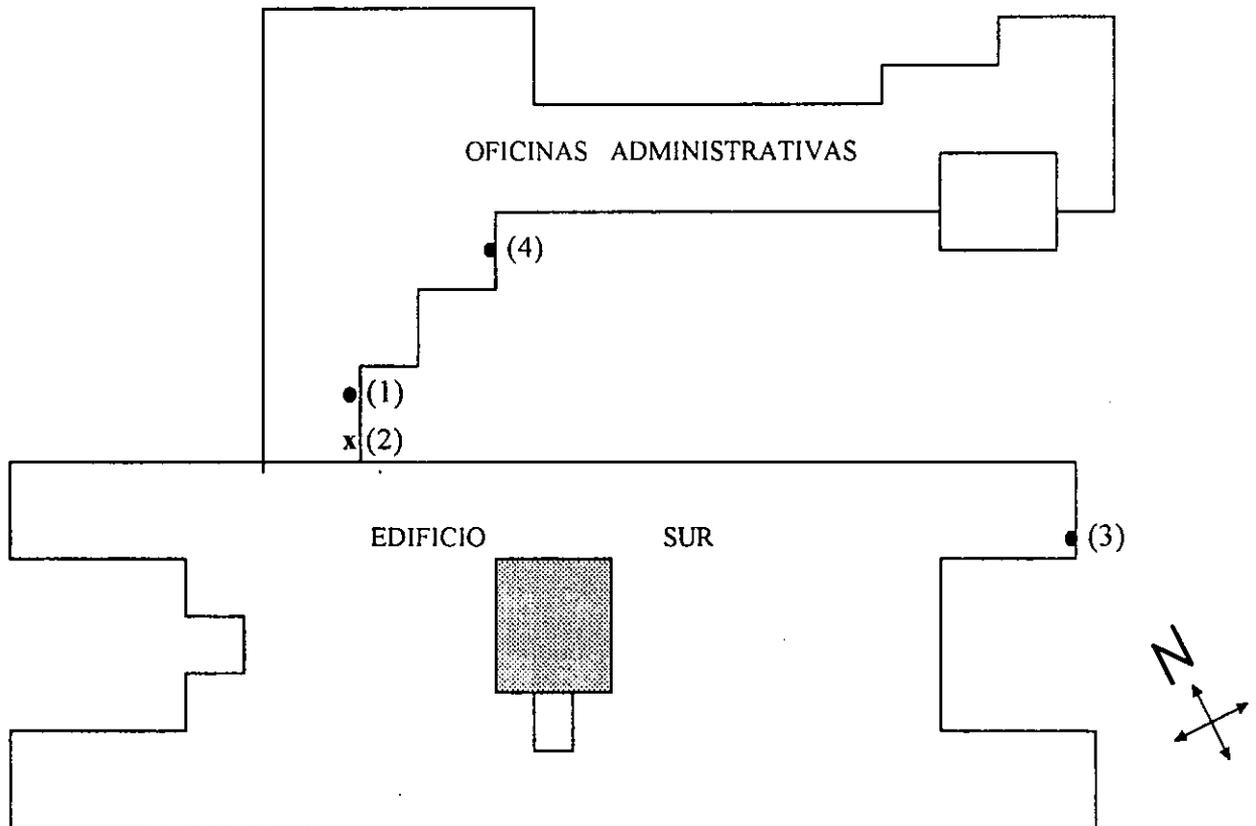
Edificio Norte

Se realizó la medición para dos sistemas de tierra de pararrayos:

En la primera medición se obtuvo un valor de 154 ohms y en la segunda de 11.8 ohms.

4.9.3 LOCALIZACION DE LOS SISTEMAS DE TIERRA

Localización de los sistemas de tierra física electrónicos y de pararrayos en el *edificio Sur* y en las *Oficinas administrativas*.



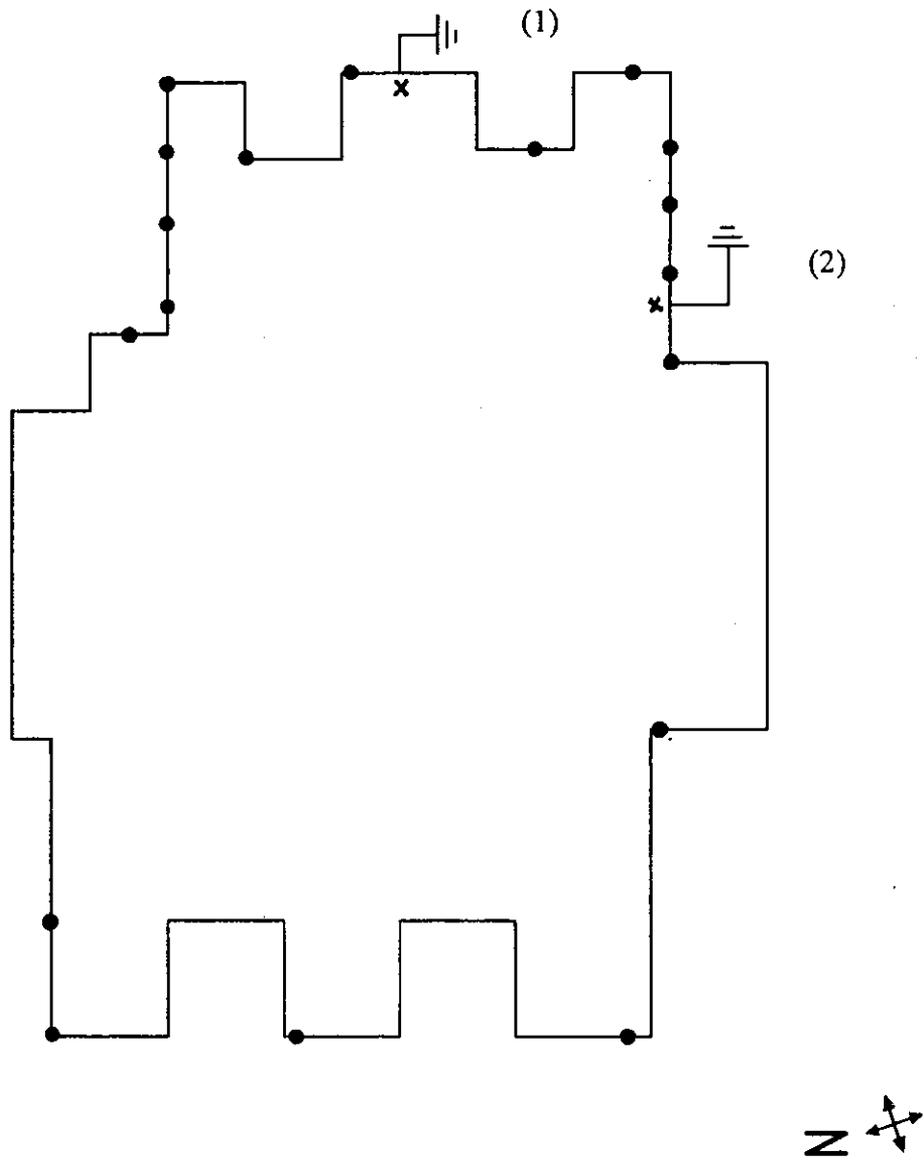
Simbología

- x Bajada a tierra
- Punta de pararrayos de 30 cms. de altura

Mediciones

- (1) Medición tierra electrónica >2000 ohms
- (2) Medición tierra electrónica 1438 ohms
- (3) Primera medición pararrayos 4.34 ohms
- (4) Punto de prueba no realizado

Localización de los sistemas de tierra y las puntas de pararrayos en el edificio *Norte*



SIMBOLOGIA

- x Bajada a tierra
- Punta de pararrayos de 30 cms. de altura

MEDICIONES

- 1) Primera medición 154 ohms
- 2) Segunda medición 11.8 ohms

4.9.4 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LOS SISTEMAS DE TIERRA

1.- Los valores medidos de los sistemas de tierra para el equipo electrónico son exageradamente altos y están fuera de norma. Cabe mencionar que estos valores se deben a la falta de mantenimiento, a un enriquecimiento de material bentonítico y a la falta de humedad del terreno.

En la época en que se tomaron las mediciones, el terreno estaba más seco, por lo tanto los valores de resistencia a tierra se incrementaron. Es conveniente regar en las zonas donde se ubican los sistemas de tierra para disminuir su valor de resistencia.

2.- ⁷ En los sistemas de tierra del equipo electrónico, hay que enriquecer de material bentonítico y coke donde se encuentren los electrodos de tierra por lo menos cada seis meses debido a que estos materiales se degradan rápidamente; para disminuir a 1 ohm el valor de la resistencia, que es lo recomendado para estos sistemas.

3.- En el edificio Sur se podría instalar un sistema de tierra con placas de cobre, un sistema Delta con varillas Copper-Weld así como incrementar el número de rehiletos; para disminuir más el valor de resistencia de los sistemas de tierra.

4.- Es conveniente tener bien localizados los sistemas de tierra para llevar un registro de los valores de resistencia que presentan y darles a tiempo el mantenimiento adecuado. Se sugiere investigar si el edificio Norte cuenta con sistemas de tierra electrónica y su localización, de no ser así se recomienda su instalación.

5.- El valor de 154 ohms del sistema de pararrayos obtenido en el edificio Norte, es muy grande y se encuentra fuera de lo recomendado. Se sugiere disminuir este valor de resistencia, regando constantemente la zona donde se encuentra el sistema, además de enriquecer con bentonita y coke el lugar donde están los electrodos de tierra.

4.10 ANALISIS DEL EQUIPO TERMICO (GENERADOR DE VAPOR)

Observaciones

Del análisis realizado al generador de vapor se observaron los siguientes puntos importantes:

- 1.- La eficiencia del generador de vapor se encuentra en un rango aceptable, este presenta una eficiencia de 89 %.
- 2.- Los parámetros de eficiencia de combustión todos están en valores correctos, el O₂ con 14 %, el CO₂ con 11.2 %, el exceso de aire es de 39 % y la temperatura de gases de escape de 126 ° C.
- 3.- Para el uso al cual esta destinado el servicio del generador de vapor, (esterilización y para la planta piloto cuyo requerimiento del servicio es muy espaciado) se observa que posiblemente este equipo está sobredimensionado.
- 4.- No se tiene un control adecuado de los consumos de combustible, el tanque de almacenamiento de combustible alimenta tanto al generador de vapor como a la planta de emergencia cuando entra en funcionamiento.
- 5.- De la información proporcionada, en ocasiones por falta de material se deja de aplicar el tratamiento correspondiente al agua de alimentación del generador de vapor.

4.10.1 DATOS GENERALES DEL EQUIPO DE GENERACION DE VAPOR

	Generador de Vapor
Marca	San Francisco
Produc. Máxima de vapor	1,565 kg Vapor/hr.
Superficie de Calefacción	48 m ²
Presión de diseño	14.0 kg/cm ²
Presión de operación	de 6 a 7 kg/cm ²
Combustible	Diesel
Tipo de tratamiento de agua	desincrustante
Año de construcción	1984

Datos adicionales

Arranque automático	De 6 a 7 Kg/cm ²
Consumo de combustible	No se tiene un control del combustible
Tiempo de operación	Lunes, miércoles y viernes de 3 a 4 hrs. Para la planta piloto las 24 horas
Purgas	Cada cambio de turno

Para el agua potable, el tanque de condensados y el agua de la caldera se analiza por una Compañía cada tres meses.

4.10.2 ANALISIS DE COMBUSTION DE GASES.

Para el análisis de combustión de gases del generador de vapor se utilizó un Analizador de Combustión Fyrite II, Marca Bacharach.

Se tomaron muestras de los gases de combustión a la salida del generador de vapor y los resultados de este análisis son los siguientes:

Generador de vapor		Fecha de análisis: 22/Enero/1997				
Hora	9:40	9:53	10:15	10:30	10:40	10:50
Tem ambiente [°C]	19.6	20.5	19.9	21.6	22.2	21.6
Combustible	diesel	diesel	diesel	diesel	diesel	diesel
Perdidas en chimenea %	15.8	14.2	10.4	10.3	10.5	10.8
Exceso de aire %	188	235	35	39	38	31
Eficiencia %	84.2	85.8	89.6	89.7	89.5	89.2
O ₂	14.0	15	5.8	6.2	6.1	5.3
CO ₂	5.1	4.4	11.2	10.4	11.0	11.6
Tem salida de gases [°C]	124.9	102.2	130.5	126	131.6	143.8

4.10.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS INSTALACIONES

La generación de vapor esta destinado principalmente para los laboratorios, (servicio de esterilización) y para la planta piloto.

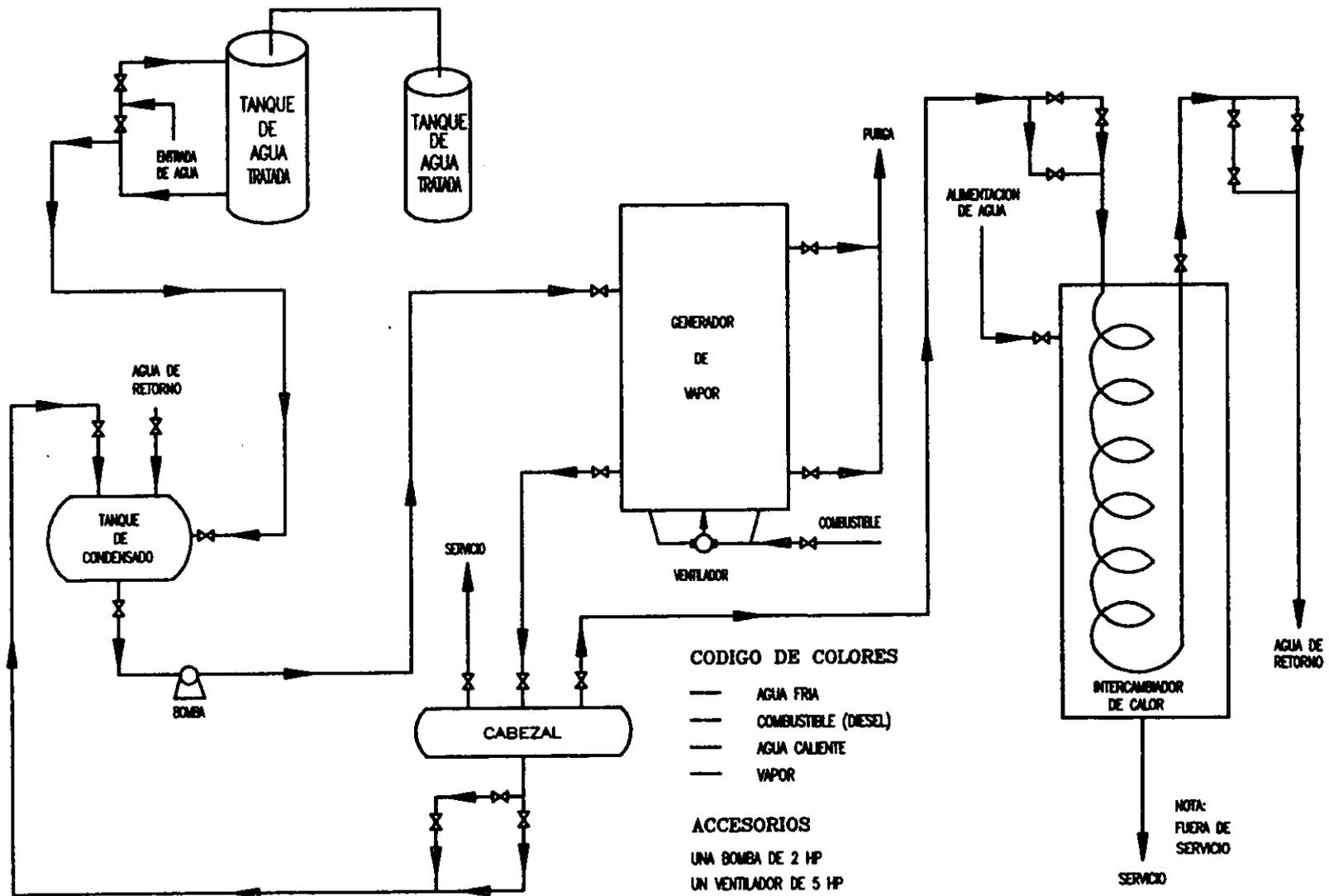
En la siguiente página se puede ver el diagrama de flujo de las instalaciones.

4.10.4 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL GENERADOR DE VAPOR

- 1.- Se propone mantener el manejo adecuado del generador de vapor, mediante el correcto control de exceso de aire, control de temperatura de gases de salida, etc., todo lo anterior con el fin de que la eficiencia monitoreada siga siendo aceptable.
- 2.- ⁸ De todos los parámetros de eficiencia de combustión, el *exceso de aire* es el que se presenta fuera de los valores recomendados, con un valor de 39 % (aunque este aún no es significativo en el funcionamiento del generador de vapor). Para disminuir los residuos contaminantes emitidos a la atmósfera es deseable que el valor del *exceso de aire* sea de 15 a 20 %.
- 3.- Se propone llevar a cabo un análisis del requerimiento del servicio del generador de vapor respecto a la demanda del mismo por parte de la dependencia, lo anterior es para observar si la capacidad del generador es la adecuada, en caso de que el estudio indique que está sobredimensionada se propone si es posible, un cambio por un equipo de menor capacidad.
- 4.- Respecto a los consumos de combustible se sugiere llevar un correcto registro del mismo, de igual manera debe llevarse a cabo un adecuado control de los volúmenes de agua tratada, de repuesto, etc., esto nos permitirá saber con certeza los gastos que se generan cuando entra en funcionamiento el generador de vapor.
- 5.- ⁹ Se propone que siempre se alimente al generador de vapor con agua que tenga algún tipo de tratamiento para reducir en mayor medida las posibles incrustaciones en el interior de las tuberías, con esto se evita que la eficiencia del equipo disminuya, además de que los gastos por mantenimiento sean menos frecuentes.

INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA, CUERNAVACA MORELOS

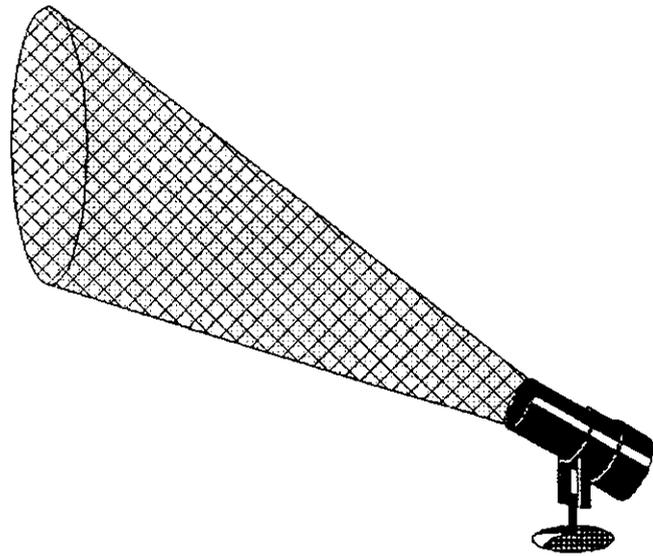
GENERADOR DE VAPOR



Referencias

- ¹ *Instituto de Biotecnología*, Informe anual 1994.
- ² Illuminating Engineering Society of North America; *Part IV Lighting Applications; Lighting Handbook* 8ª Edición.
- ³ Philips iluminación S.A. de C.V.; *Catálogo general 1997*.
- ⁴ Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal; *Norma Oficial Mexicana (NOM-001-SEMP-1994)*.
- ⁵ Idem.
- ⁶ National Fire Protection Association (NFPA), *Métodos de puesta a tierra, Art. 250*, National Electrical Code 1996 y la Norma IEEE, *Std. 142*.
- ⁷ Idem.
- ⁸ Alberto Plauchú Lima; *Pérdidas en un generador de vapor y Eficiencia básica en una caldera; Eficiencia en calderas*, primera edición 1995.
- ⁹ División de Ing. Mecánica y Eléctrica, Departamento de Fluidos y Térmica; *Generadores de vapor y calorímetros*; Facultad de Ingeniería.
- ¹⁰ Reporte del Diagnóstico Energético del Instituto de Biotecnología; Cuernavaca, Morelos; Realizado por el Programa Universitario de Energía, UNAM.

5



Diagnóstico Energético del Laboratorio del
Instituto de Física

CAPITULO 5

DIAGNOSTICO ENERGETICO DEL LABORATORIO DEL INSTITUTO DE FISICA; CUERNAVACA, MORELOS

5.1 ANTECEDENTES

¹ Este laboratorio, creado en 1982, pertenece al **Instituto de Física**. Cuenta con varios aceleradores de partículas atómicas de baja energía, como parte del equipo especializado. Los investigadores del laboratorio han logrado relacionarse directamente con la docencia a través de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y de la propia Facultad de Ciencias (UNAM). Actualmente, los alumnos interesados pueden cursar estudios de maestría y doctorado en la sede de Cuernavaca. El laboratorio cuenta con cubículos, laboratorios, sala de cómputo y una biblioteca.

5.2 RESUMEN DEL DIAGNOSTICO ENERGETICO

Observaciones principales

- 1.- El consumo fuerte de energía eléctrica tiene una duración de 15 horas al día. Los niveles de iluminación, cuando se cuenta con suficiente luz natural, superan los valores recomendados en todos los recintos, para aulas, laboratorios y servicios en un 30 % en promedio, para oficinas y talleres los niveles se presentan hasta en 1.8 veces los recomendados, ² (estos valores son comparados con los niveles de iluminación mínimos recomendados por IESNA).
- 2.- Respecto a los niveles de iluminación de noche se observa que existen deficiencias en la mayoría de los recintos, para laboratorios, oficinas y servicios se presentan un 10, 20 y 35 % respectivamente por abajo de los valores recomendados.
- 3.- Se observa que la densidad de potencia (W/m^2) en iluminación, en todas las áreas de trabajo, se encuentra en general con valores arriba de los recomendados con el actual sistema eléctrico y la tecnología utilizada, aunque se detecta un 15 % de luminarias fuera de servicio.

4.- El equipo de laboratorio representa la mayor carga de fuerza con 42 % de la total, le sigue en importancia y con un alto factor de utilización el equipo de cómputo con el 7 % de la carga total de fuerza.

5.- En la subestación eléctrica se presenta un desbalance en las líneas de alimentación con valor de 20 % aproximadamente cuyas fases involucradas son la B respecto a la C, dicho desbalance se detecta tanto al inicio de actividades así como parte de la tarde.

6.- Se detecta de manera regular que en las madrugadas existe un fuerte consumo de energía eléctrica, llegando incluso a un 70 % del valor que se alcanza durante las actividades de un día normal.

7.- Con la actual carga instalada la subestación eléctrica ésta trabajando a un 16 % de su capacidad nominal.

8.- Para el funcionamiento del *sistema de respaldo de alimentación eléctrica* (No Breake), se tiene un fuerte consumo de energía eléctrica considerando que este se alimenta con 30 amperes por fase, el cual trabaja continuamente durante todo el día y la noche.

De la misma manera se puede mencionar que el equipo de enfriamiento presenta un consumo de energía eléctrica considerable, este abarca el 16 % de la carga de fuerza total instalada.

5.3 RECOMENDACIONES

1.- Debido a que en promedio se tienen excedidos los niveles de iluminación, se sugiere que se apague al menos en las primeras horas del día, cuando se tenga suficiente luz natural, el sistema de iluminación artificial en la mayoría de los recintos como oficinas, ésta acción puede generar aproximadamente 10 % de ahorro en consumos de energía eléctrica.

2.- Para mejorar en la mayoría de los recintos los niveles de iluminación que se presentan por la noche, se recomienda en primer lugar se lleve a cabo un programa de mantenimiento en luminarias para obtener condiciones adecuadas de trabajo, si esto no resuelve la deficiencia en la iluminación se sugiere la instalación de lámparas de alta eficiencia ahorradoras de energía eléctrica.

3.- Como la cantidad de lámparas por área está arriba de lo recomendado, es necesario sustituir las que se encuentran en mal estado con el fin de aumentar los niveles de iluminación que se presentan por la noche, incluso este retiro se puede hacer implantando gradualmente lámparas de alta eficiencia y ahorradoras de energía como se mencionó anteriormente.

En la actualidad existe tecnología en iluminación de alta eficiencia. Dicha tecnología abarca desde el uso de reflectores especulares, balastos y lámparas de alta eficiencia, hasta sistemas de automatización como la instalación de fotoceldas y sensores de presencia.

³ Realizando una combinación de las anteriores alternativas se puede obtener hasta un 30 % de ahorro en el consumo de energía eléctrica en la facturación y 60 % en el sistema de iluminación. Cualquier cambio que se desee hacer debe estar respaldado obviamente con un análisis en cuanto a costos de inversión y tiempos de recuperación.

A continuación se proponen los siguientes cambios:

- a) Readecuar sus luminarias existentes con reflectores especulares con lo que se podría retirar la mitad de las lámparas fluorescentes.
- b) Sustituir el alumbrado fluorescente de 40 W por lámparas T8 de 32 W con balastro electrónico, el de 75 W por lámparas de 60 W con balastro ahorrador.
- c) Sustituir las lámparas incandescentes de 100 y 75 W por lámparas fluorescentes compactas de 25 y 20 W respectivamente.

En la siguiente tabla se sintetizan las inversiones requeridas para cada propuesta así como su tiempo de recuperación a costos presentes de la energía eléctrica.

ACCION	INVERSION	AHORRO	TIEMPO
sustitución de lámparas	\$	kWh/año	RECUPERACION
40 W a 32 W T8 BE R E	64,009.00	59,657.00	2.02 años
75 W a 60 W T8 BAE R E	17,631.00	23,063.00	1.44 años
V.M. 400 W a V. S. 250 W	2,992.00	13,140.00	0.46 años
F. Inc. 100 W a F. C. 25 W	6,390.00	16,401.94	0.73 años
F. Inc. 75 W a F. C. 20 W	3,870.00	7,095.00	1.02 años

4.- Respecto a los equipos eléctricos, los de mayor consumo se encuentran en el equipo de laboratorio, en este sentido se sugiere realizar campañas de concientización al buen uso de los mismos así como su debida elección en cuanto a características eléctricas. De la misma manera, se recomienda que el equipo de cómputo se apague cuando no se requiera en los próximos 15 minutos. Actualmente existe software integrado en las computadoras para el uso eficiente de energía.

5.- En lo que se refiere a la subestación eléctrica, es necesario realizar una revisión de como están conectadas las cargas en las líneas de alimentación, con el fin de redistribuirlas para eliminar en el mejor de los casos los fuertes desbalances entre fases que se presentan durante el día o disminuirlos hasta 5 % que es el permitido.

6.- Como la subestación eléctrica trabaja a un 16 % de su capacidad, se puede conectar más carga sin causar problemas, cuidando de que el desbalance que se presenta no aumente, incluso si se pretende conectar más carga, que esta ayude a disminuirlo respaldado por un análisis con antelación de las líneas de alimentación.

7.- Respecto al funcionamiento y tipo del sistema de respaldo eléctrico (No Breake) así como el equipo de enfriamiento, debe considerarse que estos son fuertes consumidores de energía eléctrica, en este sentido se recomienda de ser posible un cambio en ambos sistemas por otro de tecnología más eficiente. Se sugiere cambiar el "No Breake" por un sistema UPS que soporte los 15 KVA que requiere el sistema actual considerando las especificaciones eléctricas con tendencias al ahorro de energía. Referente al equipo de enfriamiento si sólo se utiliza para el uso especial del laboratorio se recomienda darle un buen mantenimiento periódicamente para el uso correcto de la energía eléctrica.

INFORME GENERAL DEL DIAGNOSTICO

5.4 DATOS GENERALES

DEPENDENCIA: Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

ACTIVIDAD PREPONDERANTE: Investigación

POBLACION:

Académicos	44
Administrativos	24
Estudiantes	54

FECHA DEL LEVANTAMIENTO ENERGETICO: Julio de 1995

5.4.1 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

Tabla 1 Uso y distribución de recintos
Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

Recintos	Cantidad	%
Oficinas	41	48.81
Servicios	30	35.71
Laboratorios	10	11.90
Aulas	2	2.38
Talleres	1	1.19
Total	84	100.00

El total de recintos que se recorrieron fueron de 84 en un solo edificio

E1.- Edificio 1

5.4.2 EQUIPO PARA SERVICIOS GENERALES

- Una subestación eléctrica con capacidad de 750 kVA de tres fases y cuatro hilos con una relación de transformación de 23 kV a 220 volts.
- Un sistema de respaldo de alimentación eléctrica "No Breake" con capacidad de 15 kVA.
- * Aire acondicionado 140,806.00 Watts
- * Sistema hidroneumático 19,769.00 Watts
- * Equipo de inyección y extracción de aire 4,476.00 Watts

Nota: * Este equipo únicamente se considera como carga eléctrica.

5.4.3 OPERACION DE LA DEPENDENCIA

Las actividades normales son de lunes a viernes de 7:00 a 22:00 horas, considerándose que las labores de intendencia empiezan desde antes. Para la realización de este análisis se consideran 15 horas de labores diarias de lunes a viernes, ya que en sábados y domingos también hay actividades aunque son mucho menores.

5.5 ANALISIS ENERGETICO

5.5.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA

Características:

Alimentación:	23 kV
Capacidad instalada:	925 kW
Capacidad de la subestación:	750 kVA

5.5.2 DISTRIBUCION DE LA CARGA INSTALADA:

Iluminación	53,050.00 Watts	5.74 %
Fuerza	871,511.00 Watts	94.26 %
Total	924,561.00 Watts	100.00 %

Esta carga se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 2 Carga de iluminación y fuerza
Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

	Iluminación	Iluminación	Fuerza	Total	Total
	Instalada	Util		Instalada	Util
	(Watts)	(Watts)	(Watts)	(Watts)	(Watts)
Edificios	43,325.00	36,487.50	610,532.00	653,857.30	647,019.80
Estacionamientos	6,400.00	6,400.00	0.00	6,400.00	6,400.00
Equipos especiales	0.00	0.00	260,979.00	260,979.00	260,979.00
Pasos cubiertos	3,325.00	2,950.00	0.00	3,325.00	2,950.00
Total	53,050.00	45,837.00	871,511.00	924,561.30	917,348.80

La distribución de la carga en el edificio se muestra en la tabla 3 y en la gráfica 5.1

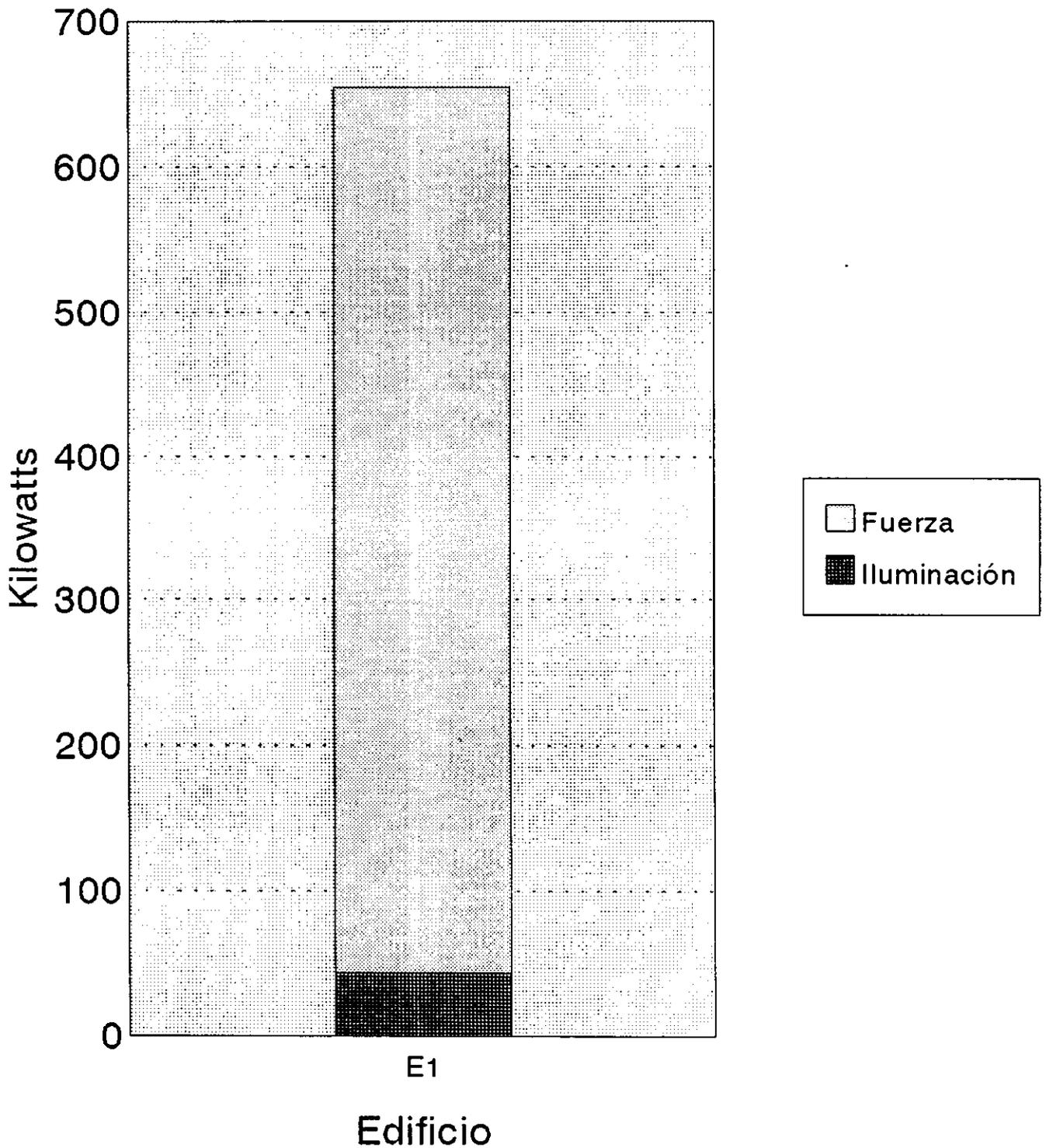
Tabla 3 Carga total instalada por edificio
Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

	Total	Total	Total
	Iluminación	Fuerza	Instalada
	(Watts)	(Watts)	(Watts)
Edificio # 1	43,325.00	610,532.30	653,857.30
Carga Total	43,325.00	610,532.30	653,857.30

La distribución de la carga de iluminación en recintos se muestra en la tabla 4

DISTRIBUCION DE CARGA EN EL EDIFICIO

Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos



Gráfica 5.1

Tabla 4 Distribución de la carga de iluminación en recintos
Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

	Carga por ilum. instalada		Carga por ilum. útil	
	en recintos		en recintos	
	Total		Total	
	(Watts)	%	(Watts)	%
Servicios	17,625.00	40.68	14,500.00	39.73
Oficinas	12,775.00	29.48	11,525.00	31.58
Laboratorios	10,875.00	25.10	8,412.50	23.05
Aulas	1,300.00	3.00	1,300.00	3.56
Talleres	750.00	1.73	750.00	2.05
Total	43,325.00	100.00	36,487.50	100.00

La distribución del tipo de luminarias se muestra en la tabla 5 y en la gráfica 5.2

Tabla 5 Distribución del tipo de luminarias
Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

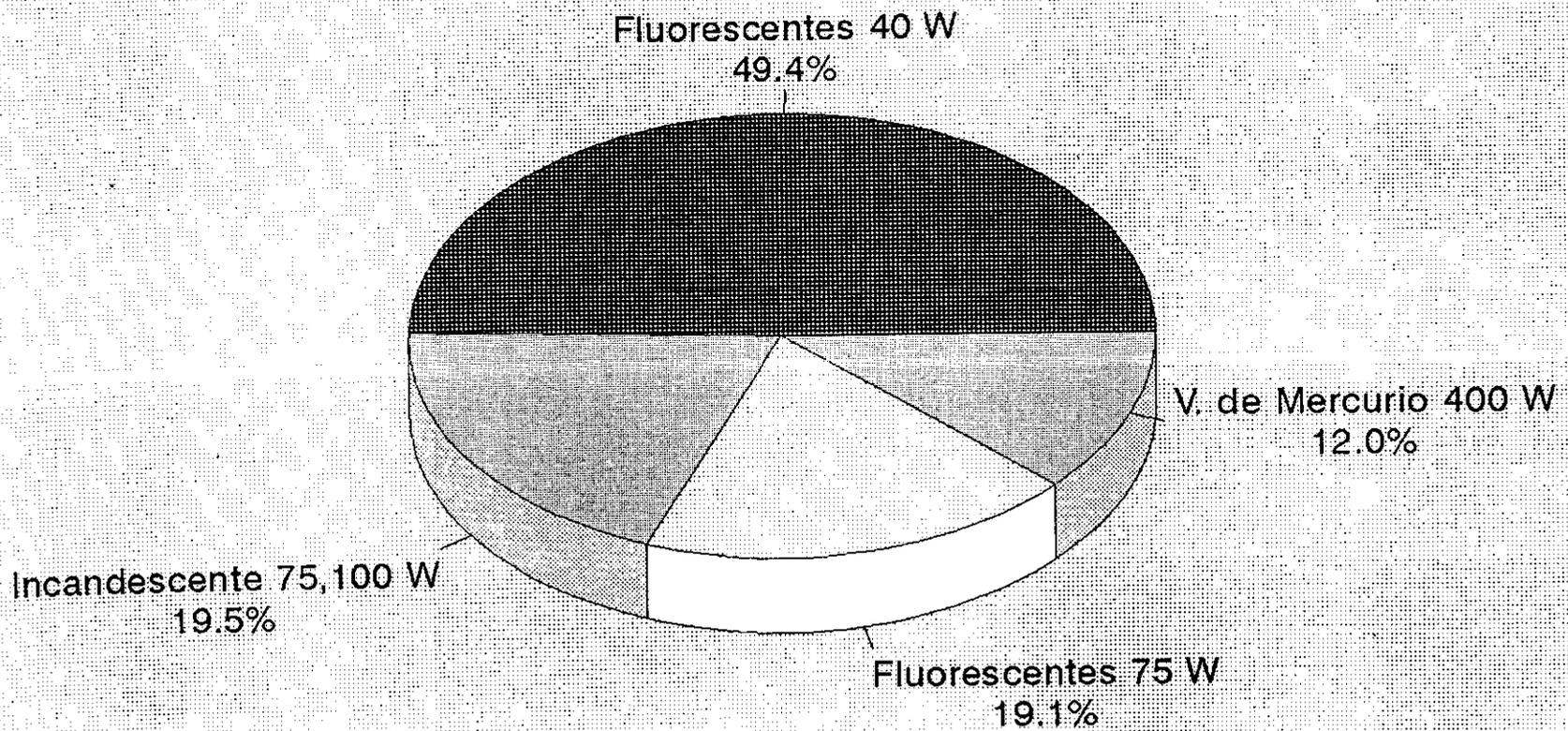
Rubro	Global de luminarias instaladas	
	Cantidad	Carga (Watts)
Luminarias fluorescentes de 2x40	262	26,200.00
Luminarias fluorescentes de 2x75	54	10,125.00
Focos incandescentes de 100	71	7,100.00
Vapor de mercurio de 400	16	6,400.00
Focos incandescentes de 75	43	3,225.00
Total Global	446	53,050.00

- La iluminación tipo fluorescente representa el 68.5 % de la carga total de iluminación.
- El conjunto de lámparas incandescentes representan un 19.5 % de la carga total de iluminación.
- Las lámparas de alta intensidad de descarga comprenden el 12 % de la carga total de iluminación.

Distribución de la Carga de Luminarias Instaladas

Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

Carga Total de Luminarias Instaladas 53,050 Watts



Gráfica 5.2

La distribución de la carga de fuerza instalada se muestra en la tabla 6 y en la gráfica 5.3

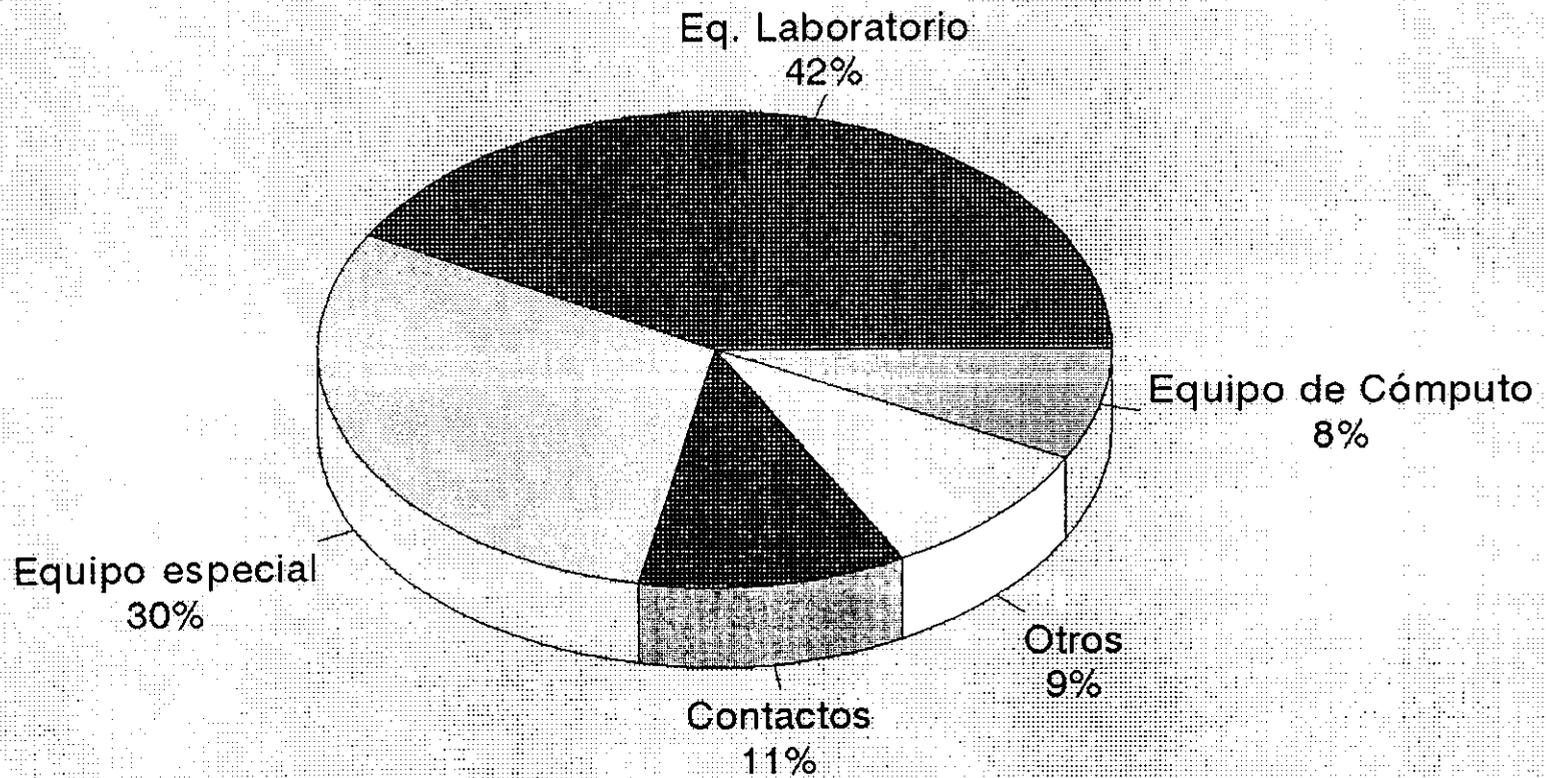
Tabla 6 Distribución de la carga de fuerza instalada
Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

Rubro	Carga (Watts)
Equipo de laboratorio	282,315.10
Contactos monofásicos	76,050.00
Rayo laser	57,000.00
Computadoras	44,516.50
Otros	30,294.06
Accelerador de partículas	24,650.00
Impresoras	16,428.00
Cafeteras	15,165.00
Contactos trifásicos	13,000.00
Motor generador	12,000.00
Electrodomésticos	11,059.00
Contactos bifásicos	6,500.00
Reguladores	6,276.00
Unidades de ventana	4,476.00
Audiovisuales	4,325.00
Fotocopiadoras	2,720.00
Refrigeradores	2,005.60
Sacapuntas	660.00
Máquinas de escribir	496.85
Faxes	267.00
Ventiladores	213.00
Sumadoras	115.25
Total de edificio	610,532.30
Aire acondicionado	140,806.00
Planta de soldar	73,928.00
Hornos de inducción	22,000.00
Sistema hidroneumático	19,769.00
Equipo de inyec. y extrac. de aire	4,476.00
Total de equipo especial	260,979.00
Gran total	871,511.30

Distribución de la Carga de la Fuerza Instalada

Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos

Carga Total de Fuerza Instalada 871,511.30 Watts



Gráfica 5.3

- La carga más representativa se tiene en el equipo de laboratorio, esta abarca el 42 % de la carga total de fuerza instalada.
- Otra carga importante y con un alto índice de utilización se tiene en el equipo de cómputo, este representa el 8 % de la carga total de fuerza instalada.
- Los contactos monofásicos, bifásicos y trifásicos en conjunto representan el 11 % de la carga total de fuerza instalada con un bajo factor de utilización.

Nota: El equipo especial se considera únicamente como carga eléctrica.

5.6 MEDICIONES EN LA SUBESTACION ELECTRICA

Para el análisis de la subestación eléctrica y del “No Breake” se utilizó el siguiente equipo:

Analizador de Redes Trifásico marca AEMC 3950 el cual capturó información durante 158 horas aproximadamente en intervalos de 60 minutos.

Con la instalación de este equipo en la subestación se obtuvieron las gráficas de la 5.4 a la 5.15 en un período de 24 horas, para un día cuyas actividades pueden considerarse normales (jueves 6 de Julio) y al respecto se concluyeron los siguientes puntos:

- El valor del voltaje se encuentra dentro de un rango aceptable de 127 ± 10 % durante todo el día de actividades (gráfica 5.7).
- Se presenta un desbalance en las líneas de alimentación del 20 %, de la fase B respecto a la C, dicho desbalance solamente se presenta en dos períodos al día, el primero se da al inicio de las actividades, esto es de las 7:00 a las 9:00 hrs. y el segundo se tiene en las horas de la tarde iniciando de las 15:00 hasta las 19:00 hrs. aproximadamente (gráfica 5.9).
- Se detecta una demanda irregular durante todo el día, incluso en las horas de la noche existe una demanda considerable siendo esta más del 70 % respecto a la que se presenta en las horas de actividades normales. El comportamiento de la demanda es el siguiente:
 - De 2:00 a 6:00 de la mañana se tiene una demanda de 85 kW en promedio.
 - Se presenta un descenso llegando a los 67 kW a las 7:00 hrs.
 - A las 11:00 y 15:00 hrs. se registran aumentos de la demanda llegando a 95 kW en promedio.

- A las 13:00 y 16:00 hrs. se presentan descensos en la demanda, su valor es de 78 kW.
 - La demanda máxima que se presenta en el día es de 108 kW la cual se registra a las 18:00 hrs.
 - De las 18:00 hrs. en adelante se registra una disminución constante de la demanda, al final de las actividades se tiene 72 kW (gráfica 5.5).
- La fase con mayor demanda es la B alcanzando como valor máximo los 43 kW en horas críticas (gráfica 5.6).
 - Con la gráfica de consumos acumulados se puede concluir que existe un consumo constante durante el día, debido a que no se presentan cambios importantes en el valor de la pendiente de dicha gráfica (ver gráfica 5.12).
 - ⁴ Respecto al factor de potencia, este oscila muy cerca del valor recomendado, la situación ideal es que dicho valor permanezca por arriba de 0.9 el cual es el establecido (gráfica 5.14).
 - ⁵ La frecuencia está dentro de los valores permitidos 60 ± 1 % Hertz (gráfica 5.15).

Posteriormente se anexan las gráficas de los parámetros eléctricos de la subestación.

Sistema de respaldo eléctrico “No Breake”

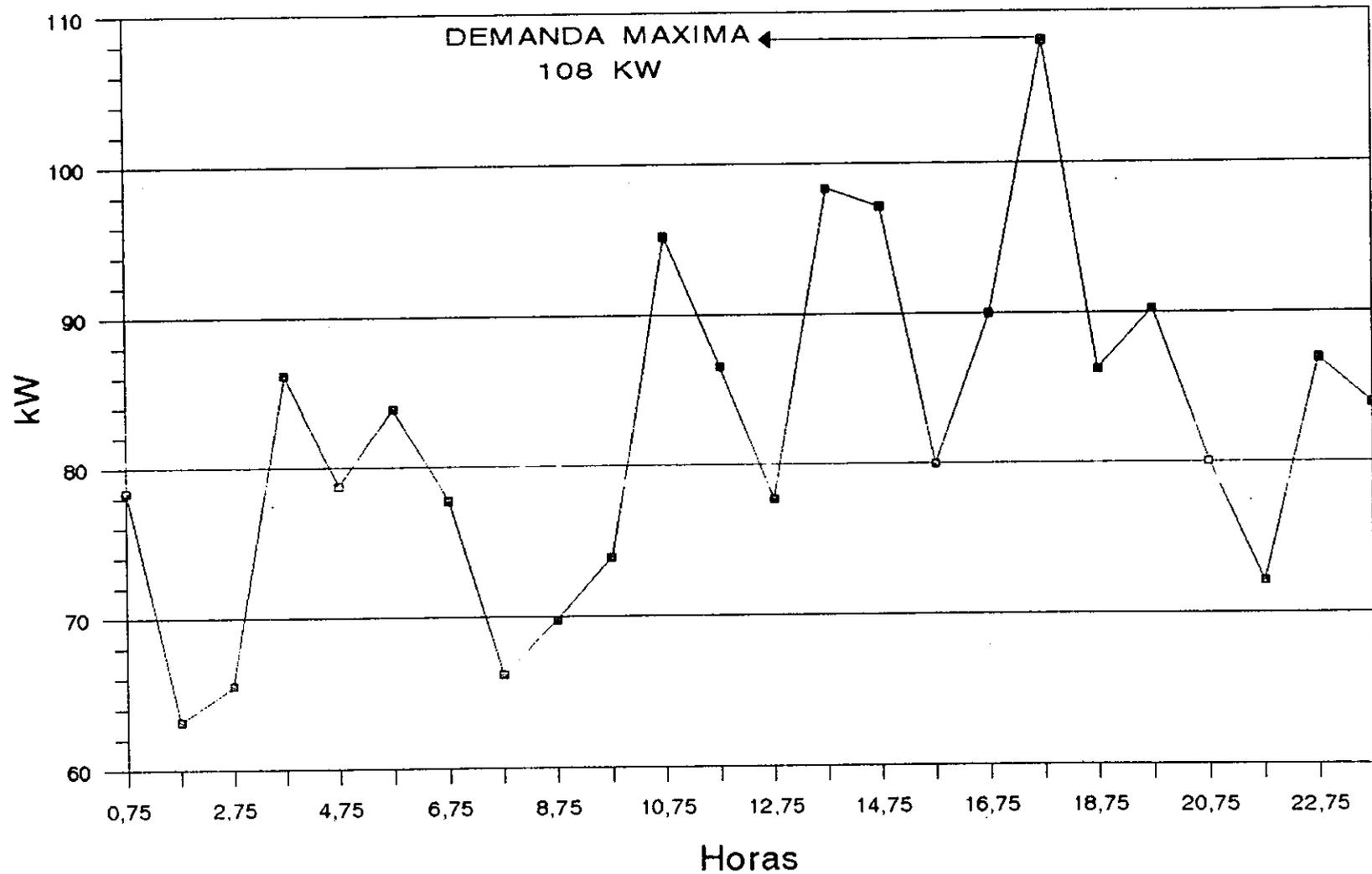
Capacidad 15 KVA

30 Amperes por fase

Para el análisis del sistema “No Breake” se utilizó el mismo Analizador de Redes Trifásico con el cual se hicieron dos monitoreos de 158 horas en intervalos de una hora, pero en ambos casos se registraron frecuencias muy elevadas las cuales afectan al analizador de redes y por lo tanto los valores de los parámetros eléctricos son erróneos.

Laboratorio del Instituto de Física

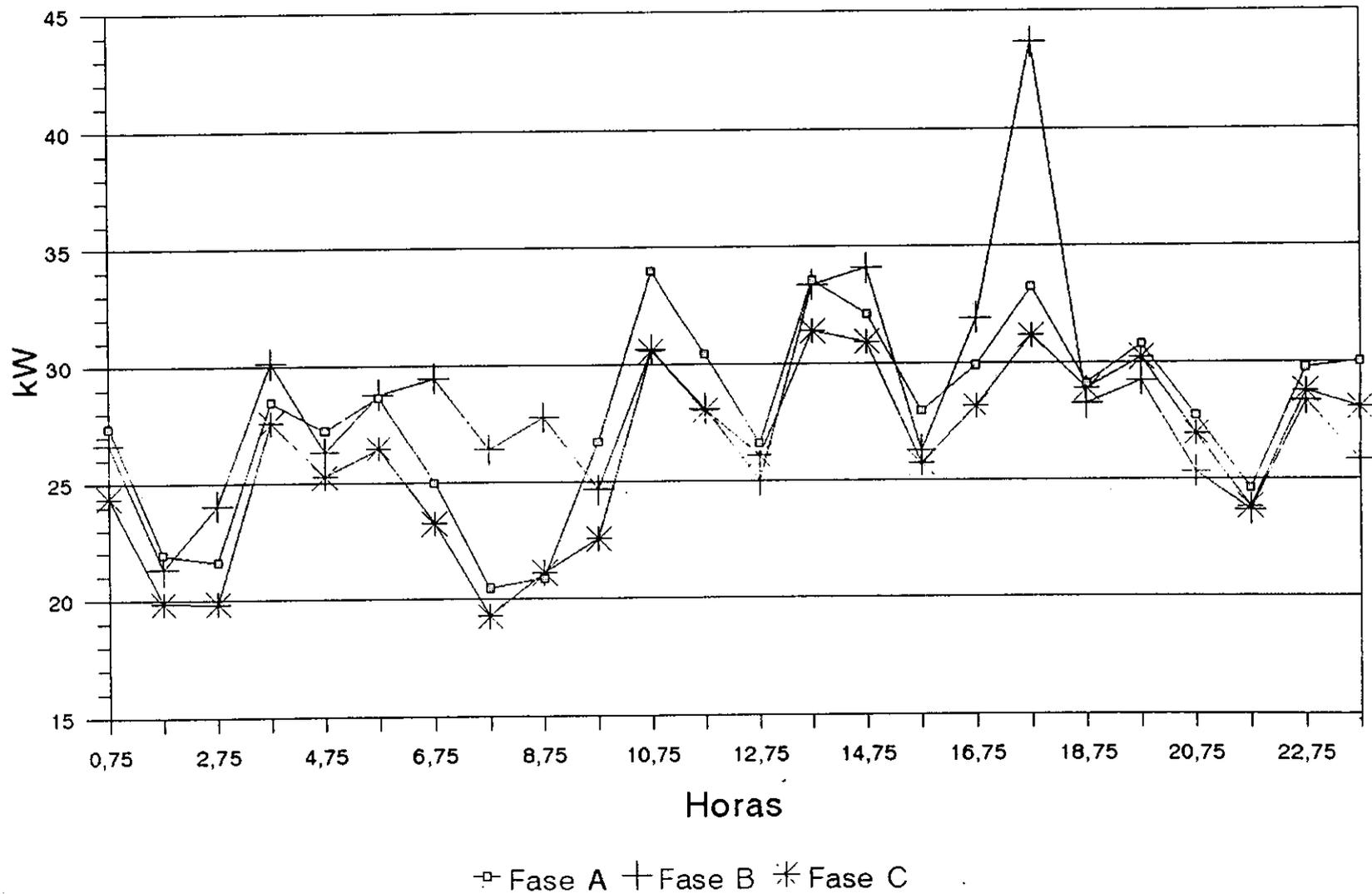
Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.5 Demanda Total de un día normal

Laboratorio del Instituto de Física

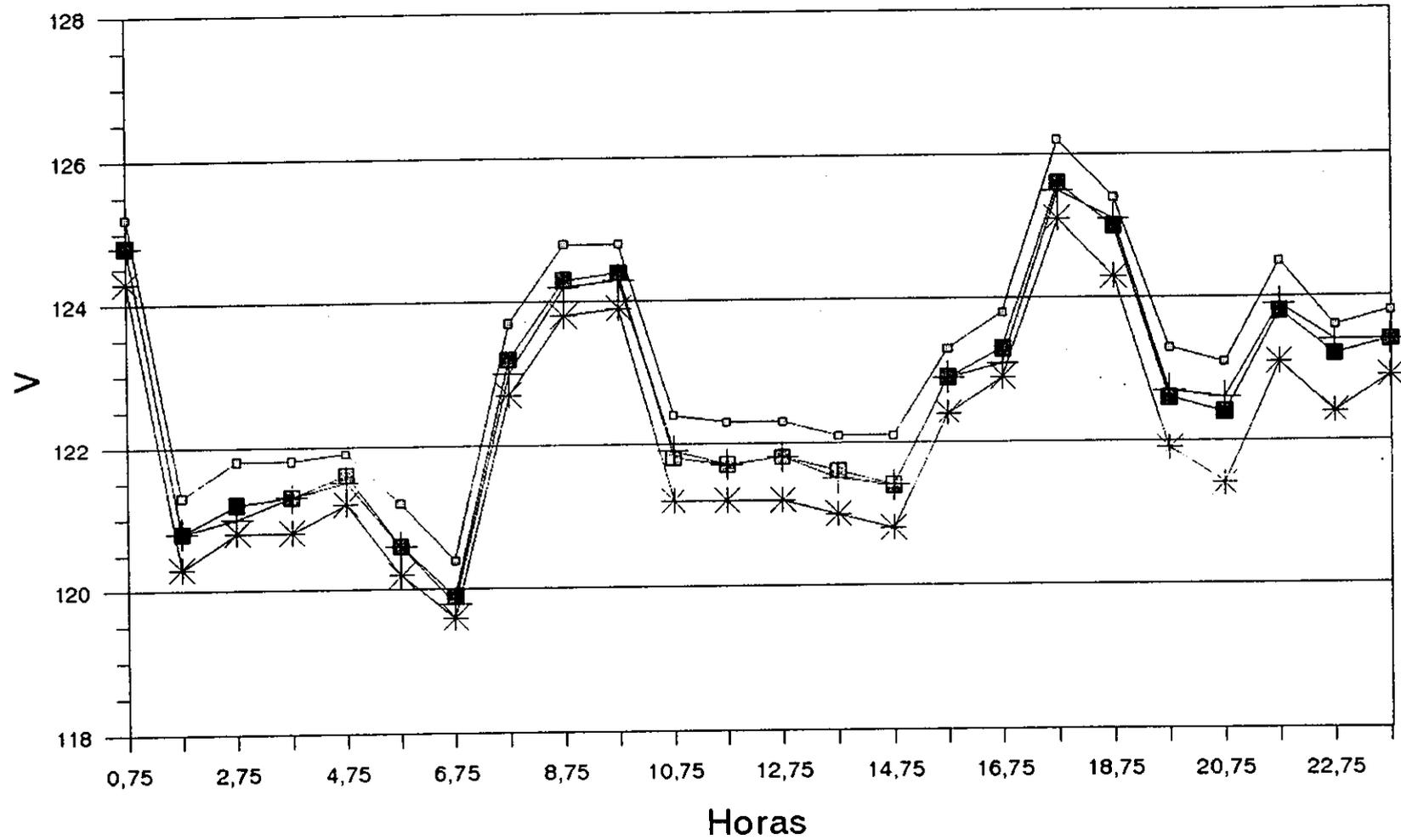
Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.6 Demanda por Fases

Laboratorio del Instituto de Física

Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06

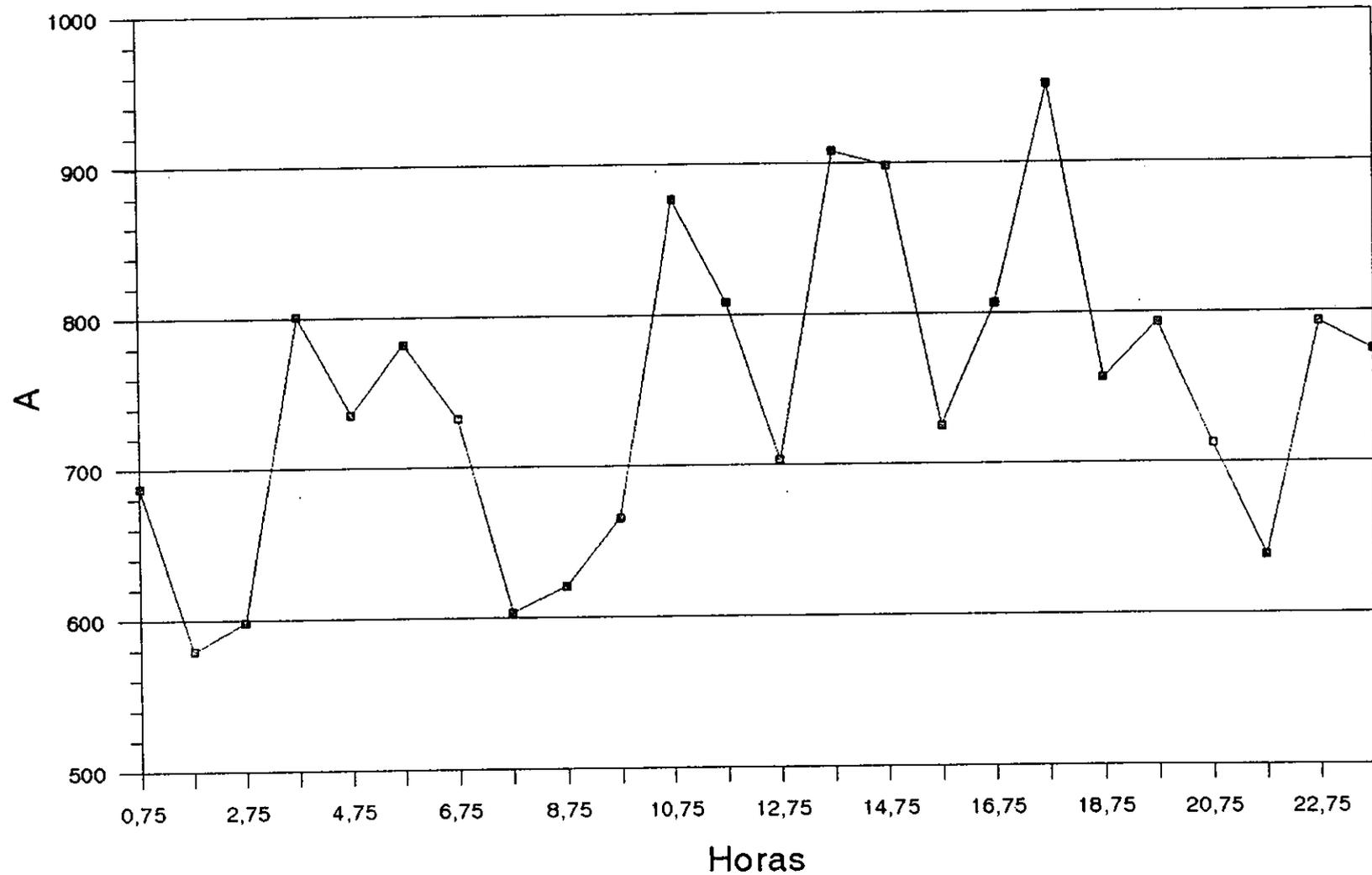


□ Fase A + Fase B * Fase C ■ Total

Gráfica 5.7 Variación de Voltaje

Laboratorio del Instituto de Física

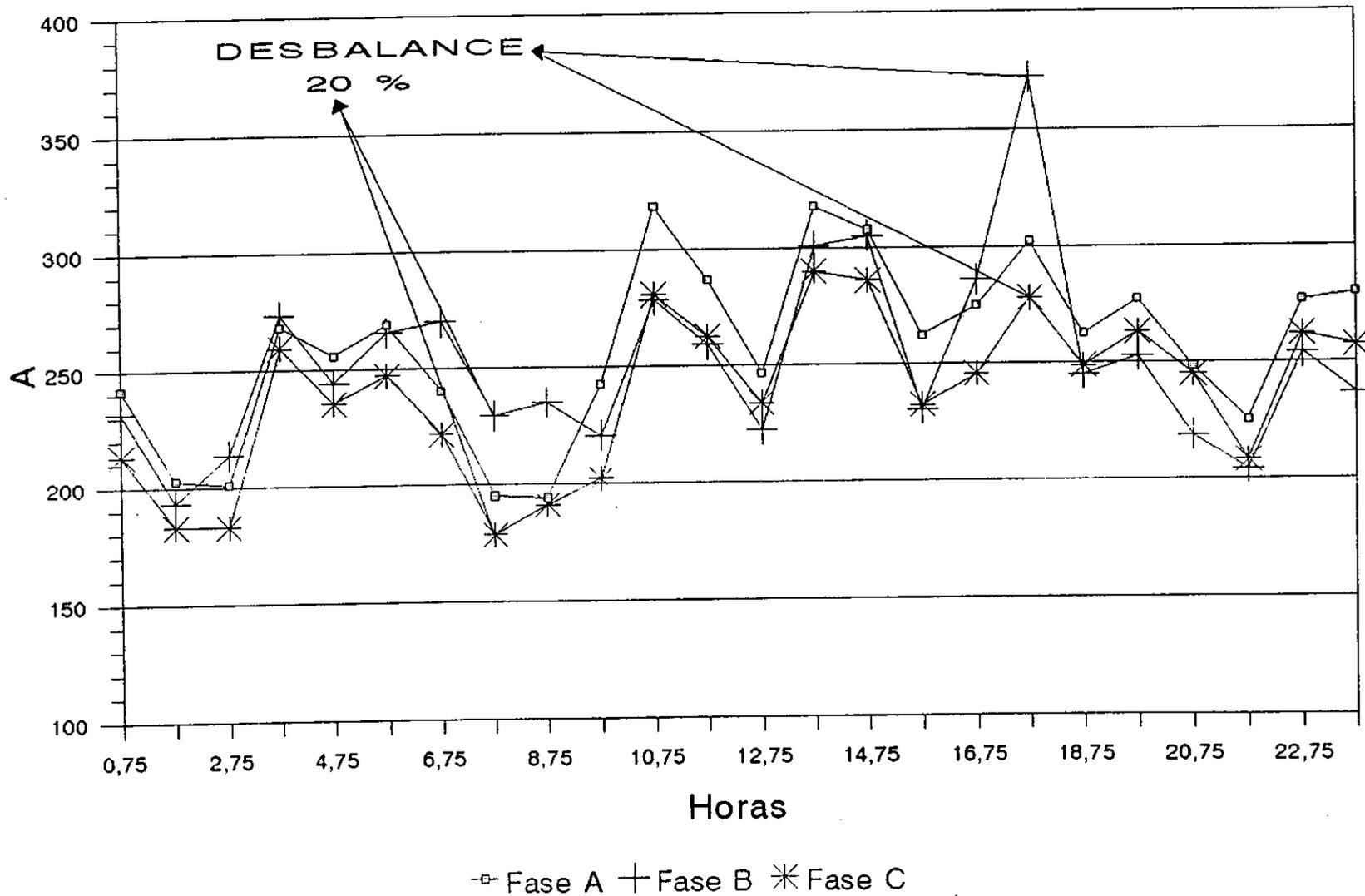
Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.8 Variación de Corriente Total

Laboratorio del Instituto de Física

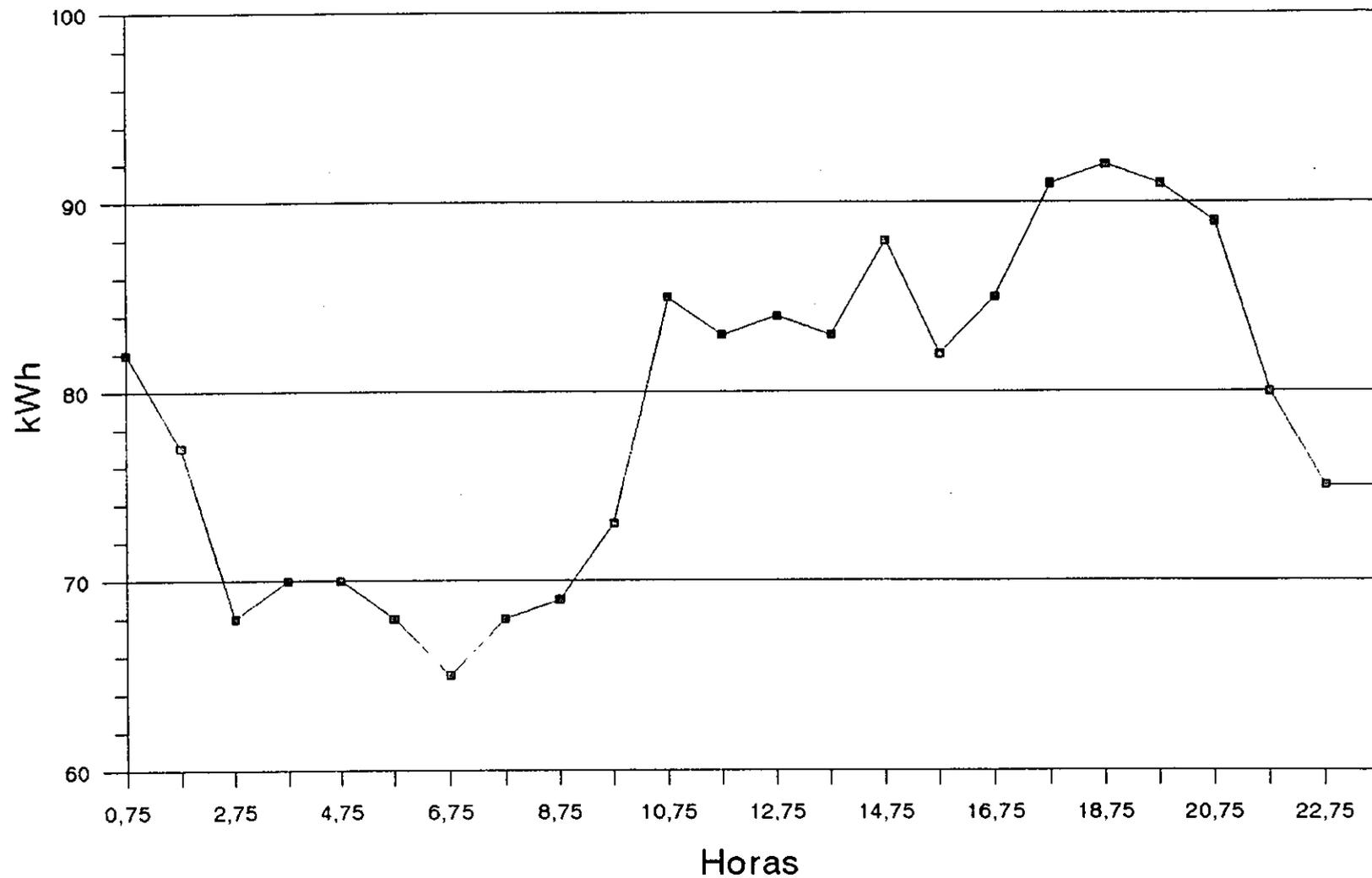
Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.9 Variación de Corriente por Fases

Laboratorio del Instituto de Física

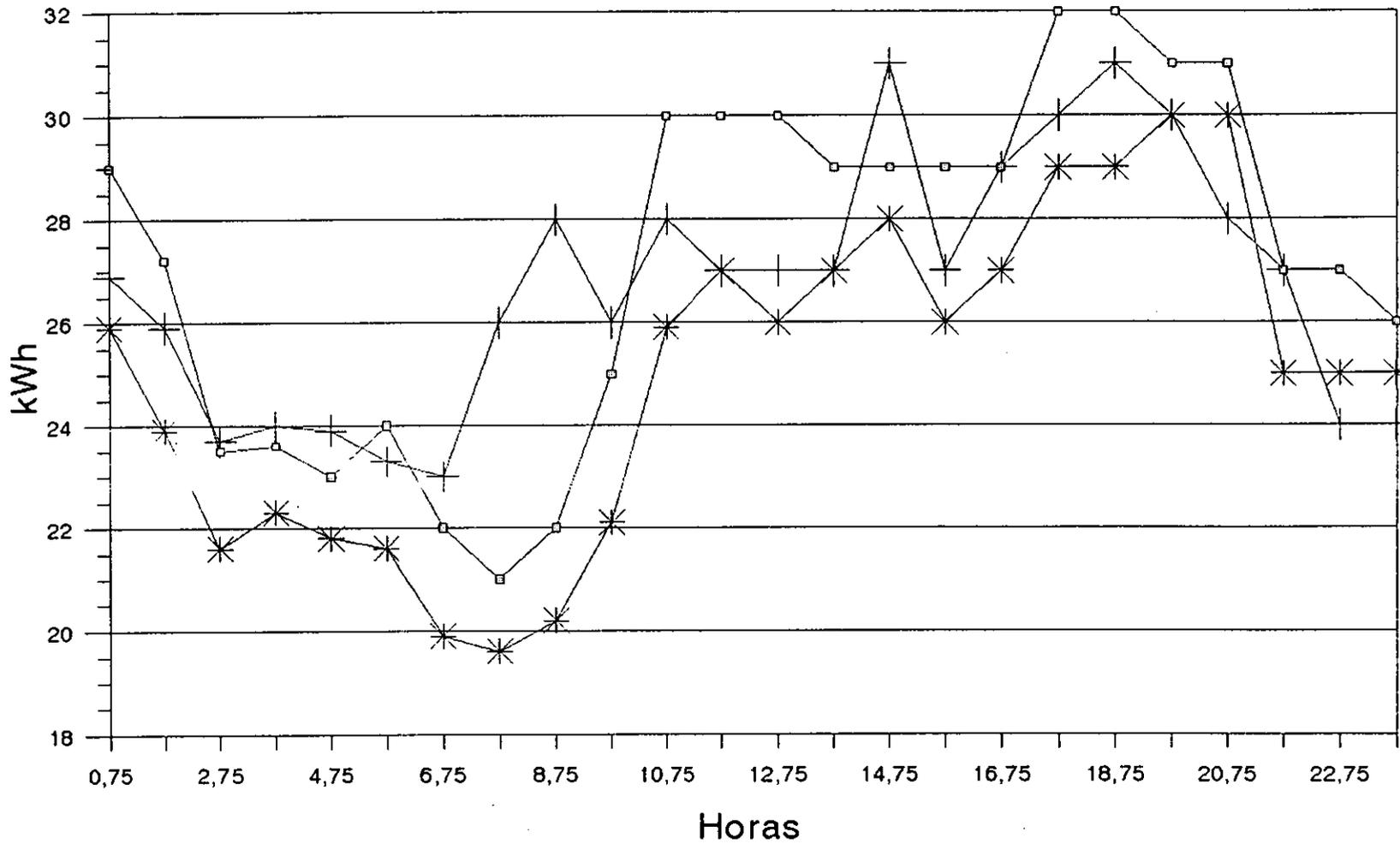
Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.10 Consumos Totales de un día normal

Laboratorio del Instituto de Física

Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06

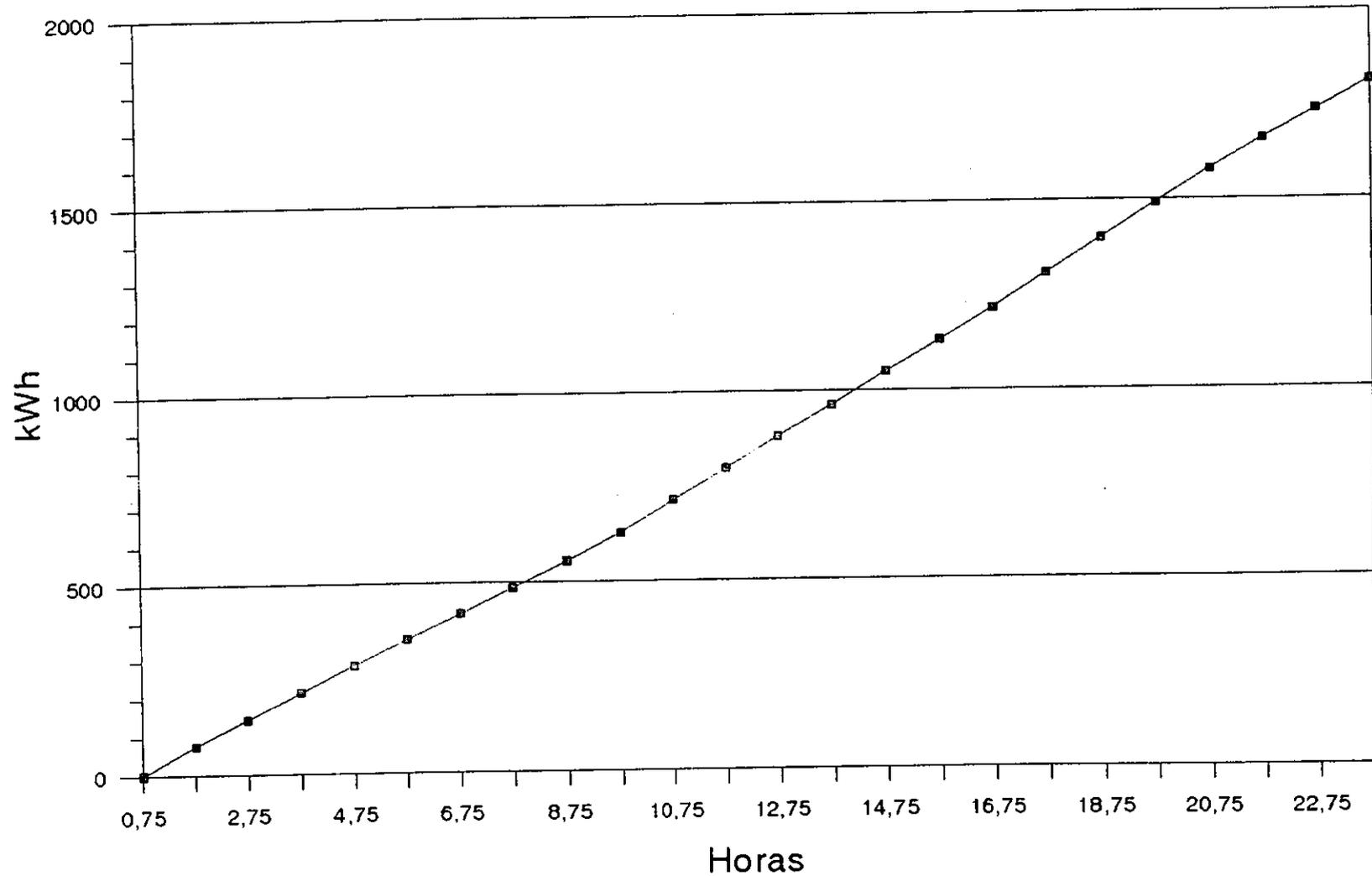


□ Fase A + Fase B * Fase C

Gráfica 5.11 Consumos por Fases

Laboratorio del Instituto de Física

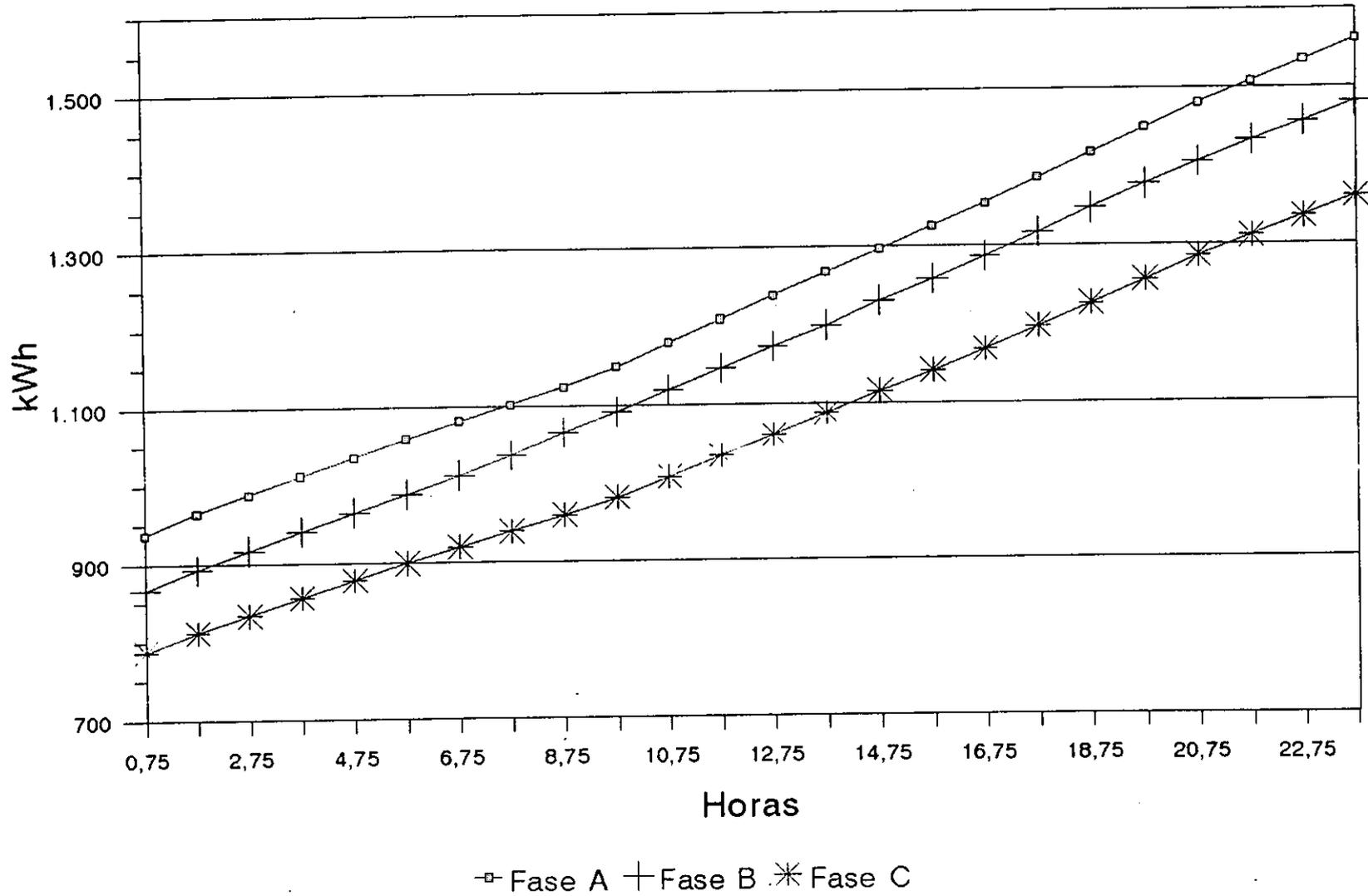
Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.12 Consumos Acumulados Totales

Laboratorio del Instituto de Física

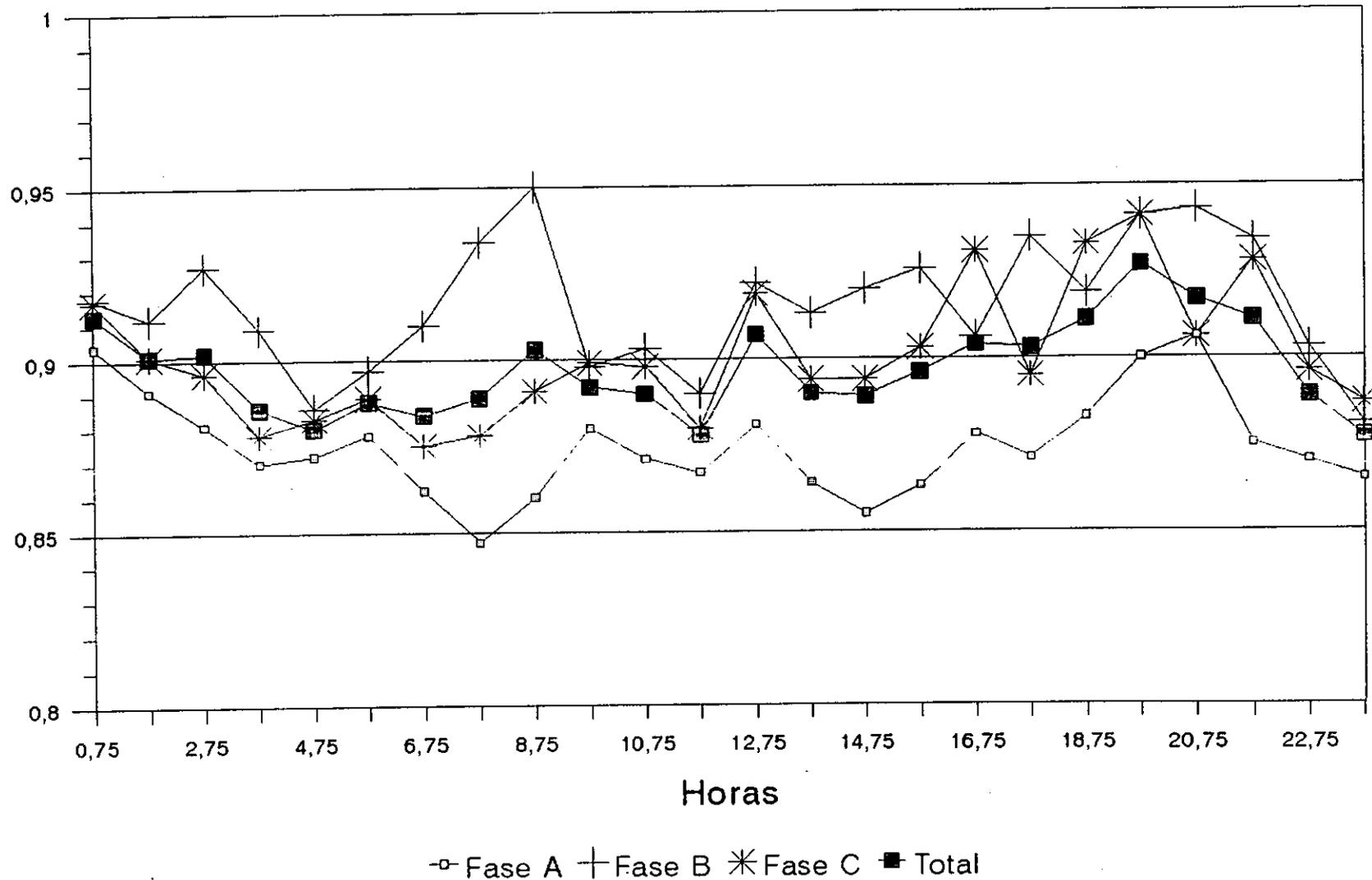
Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.13 Consumos Acumulados por Fases

Laboratorio del Instituto de Física

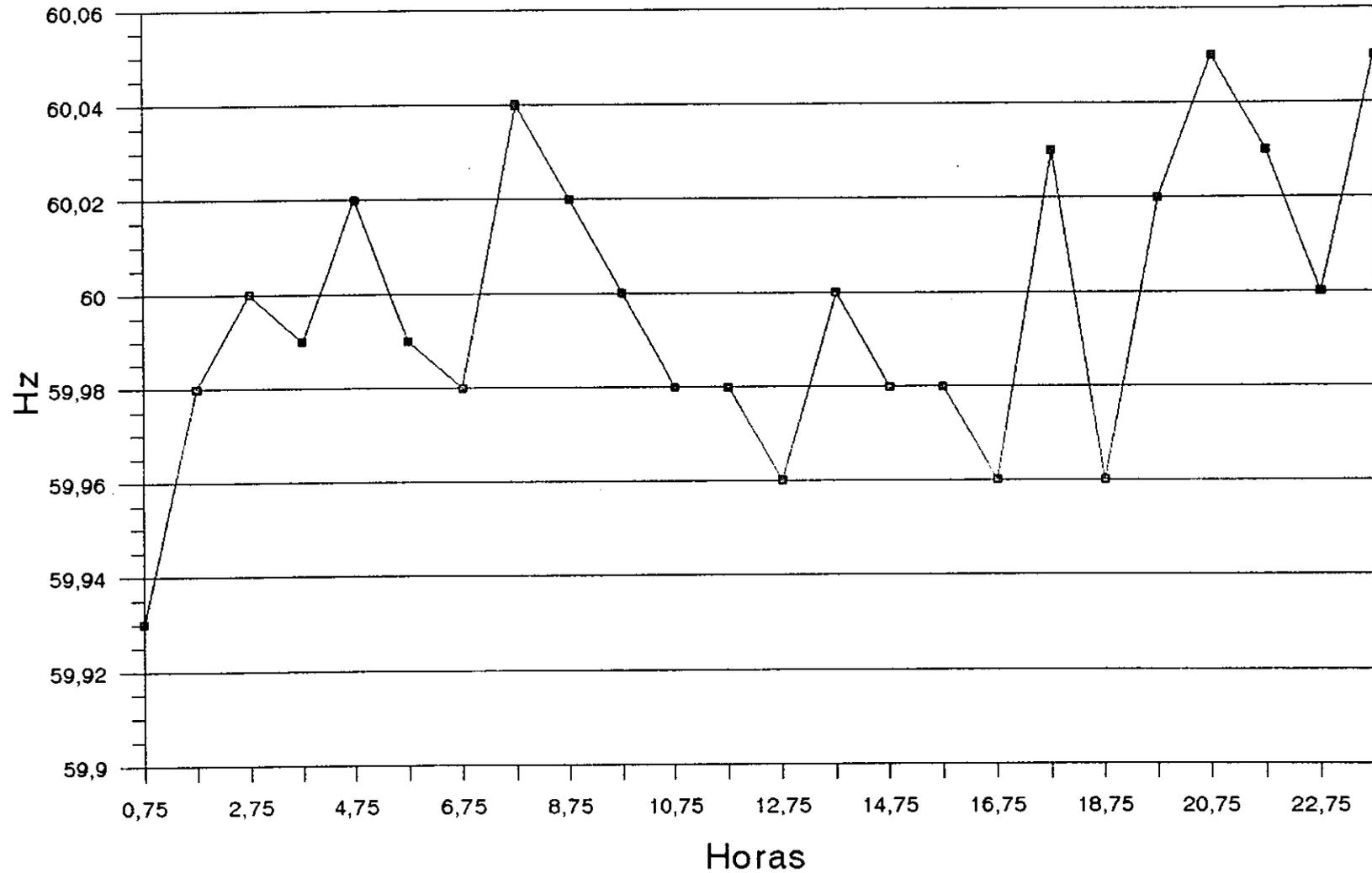
Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.14 Factor de Potencia

Laboratorio del Instituto de Física

Subestación 750 KVA, (04-11/07/95) jueves 06



Gráfica 5.15 Frecuencia

5.7 MEDICIONES EN EL SISTEMA DE ILUMINACION

El equipo que se utilizó para realizar las lecturas de los niveles de iluminación en áreas de trabajo fue un luxómetro marca Kyoritsu 5200 y para cada tipo de recinto se registraron en promedio el siguiente número de medidas:

Recintos	No. de lecturas
Oficinas	3
Servicios	2
Laboratorios	8
Biblioteca	12

De estas lecturas se derivaron los siguientes resultados:

La relación promedio entre la iluminación medida y la recomendada por IESNA ⁽²⁾ (Im/Ir) en horas de luz natural con iluminación artificial fue en:

Recintos	(Im/Ir)
Oficinas	2.80
Servicios	1.23
Laboratorios	1.36
Aulas	1.36
Talleres	2.70

La relación promedio entre la iluminación medida y la recomendada por IESNA ⁽²⁾ (Im/Ir) en horas de iluminación artificial (sin luz natural) fue en:

Recintos	(Im/Ir)
Oficinas	0.78
Servicios	0.65
Laboratorios	0.90

Nota: en recintos tipo aulas y talleres no se tuvo acceso para realizar mediciones nocturnas (sin luz natural).

La densidad de potencia luminica es para:

Recintos	Medida	Recomendada *	Variación
	W/m²	W/m²	%
Oficinas	20.94	19.83	5.59
Servicios	23.99	20.73	15.72
Laboratorios	22.49	18.35	22.56
Aulas	18.80	17.36	8.29
Talleres	13.61	16.31	-16.55

Nota: * Con la tecnología instalada

Cabe aclarar que la Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales, señala que con el propósito de promover la utilización de equipos y sistemas de control de alumbrado como una alternativa que propicie el uso eficiente de la energía, se establecen **bonificaciones de potencia eléctrica** por el uso de sensores de presencia, atenuadores (dimmers), sensores de luz (daylight), temporizadores (timers), etc..

5.8 MEDIDAS RECOMENDADAS PARA DISMINUIR LOS CONSUMOS DE ENERGIA ELECTRICA EN EL LABORATORIO DEL INSTITUTO DE FISICA CUERNAVACA, MORELOS

Con base en el análisis de la información obtenida se hacen las siguientes recomendaciones, con la finalidad de buscar una disminución en los consumos de la energía eléctrica.

5.8.1 Medidas de baja inversión

- 1.- Reducir las horas de utilización de la iluminación artificial, tratando de aprovechar la luz natural en la mayoría de los recintos, más aun en las oficinas en las cuales los niveles de iluminación están excedidos.
- 2.- Se recomienda apagar la iluminación de los estacionamientos después de las 24:00 horas y en los fines de semana y períodos vacacionales.
- 3.- Revisión periódica de limpieza de luminarias y difusores además del cambio de lámparas en mal estado.
- 4.- Reacomodo del mobiliario a lugares en donde incida suficiente luz tanto natural como artificial.
- 5.- Reducir el uso de cortinas donde no sea necesario, o bien que estas sean de colores claros.
- 6.- Se propone realizar campañas permanentes de concientización del uso racional de la energía a la comunidad en general, para disminuir desperdicios utilizando la energía eléctrica sólo cuando se necesite.
- 7.- Es importante remarcar en dichas campañas la acción de apagar las luminarias cuando los recintos no sean ocupados.

El análisis de los ahorros posibles con estas medidas se presentan en la siguiente tabla:

Acción	Energía Ahorrada kWh/mes	Ahorro Económico \$/mes
Disminución de 5 horas de uso del alumbrado fluorescente	3,329.83	1,067.50
Apagado parcial del estacionamiento y luces exteriores a las 24:00 horas	2,007.50	859.12
Total ahorrado	5,337.33	1,926.62

8.- Otro punto importante es la concientización al uso correcto de los equipos eléctricos, en este estudio se detectó que una de las cargas principales es el equipo de laboratorio por lo que se sugieren las siguientes medidas a adoptar:

1. Dar un adecuado mantenimiento.
2. Al dar de baja algún equipo, que este se sustituya por los más eficientes que existan.
3. Al momento de adquirir equipo nuevo y en grandes cantidades, que se considere no solo su utilidad académica y de investigación, sino que se tome en cuenta las especificaciones eléctricas del equipo con tendencias de ahorro de energía. Además del equipo anteriormente mencionado, otra carga importante y con un alto factor de utilización es el de cómputo y al respecto se sugiere que se apague cuando no se requiera en los próximos 15 minutos. Actualmente existe un software integrado en las computadoras para el uso eficiente de energía.

5.8.2 Medidas con inversión

1.- Es necesario llevar a cabo un estudio en el sistema de iluminación para que este mejore las condiciones de trabajo cuando no se cuente con suficiente luz natural. En la actualidad existe tecnología en luminarias con tendencias ahorradoras de energía y con alta eficiencia en iluminación.

2.- Sustitución de luminarias fluorescentes para obtener los niveles adecuados de iluminación disminuyendo la potencia instalada.

3.- Se propone si es el caso, cambiar la tonalidad de las paredes y techos por unos más claros, con ello se logra la utilización al máximo de la luz natural así como la artificial.

4.- Se recomienda para el reacondicionamiento de luminarias el uso de reflectores especulares, balastros de alta eficiencia, lámparas ahorradoras, sistemas de automatización como la instalación de fotoceldas y sensores de presencia. Realizando una combinación de las anteriores alternativas se puede llegar a bajar hasta en un 30 % de la carga por iluminación, tal es el caso del uso del reflector especular el cual disminuye a la mitad la instalación de lámparas y balastros. Cualquier cambio que se desee hacer debe estar respaldado obviamente de un análisis en cuanto a costos de inversión y tiempos de recuperación.

En el sistema de iluminación actual se tiene:

Lámparas fluorescentes de 40 W: Actualmente existen instaladas 524 lámparas, que representan el 50 % de la carga de iluminación total.

Lámparas fluorescentes de 75 W: Actualmente existen instaladas 108 lámparas, que representan el 19 % de la carga de iluminación total.

Lámparas incandescentes de 75 W: Actualmente existen instaladas 43 lámparas que representan el 6 % de la carga de iluminación total.

Lámparas incandescentes de 100 W: Actualmente existen instaladas 71 lámparas que representan el 13 % de la carga de iluminación total.

Lámparas de vapor de mercurio de 400 W: Actualmente existen instaladas 16 lámparas que en conjunto representan el 12 % del total de la carga de iluminación.

En la **TABLA 7** se presentan los resultados del análisis económico y las opciones consideradas para la sustitución de lámparas fluorescentes, obteniendo los niveles de iluminación actuales disminuyendo la potencia instalada.

La descripción de esta **tabla** es similar a la que se presentó en el **capítulo 3**.

TABLA 7
ANALISIS ECONOMICO
 Lámparas Fluorescentes de 40 y 75 Watts

LABORATORIO DEL INSTITUTO DE FISICA; CUER, MORELOS

TARIFA OM :		0.36	\$/kwh	DIAS/AÑO	USO:	15.00 hrs/día	TASA DE INT	7.96%
Enero 1997		47.71	\$/kW	220.00			(CETES-INFLACIÓN)	
#	ARREGLO	INVERSION	AHORRO	PORCIENTO	AHORRO	RECUPER	C.E.A.	
		MILES \$	ENERGIA	BASE	ECONOMICO	BASE		
			MWh/año	%	MIL \$/AÑO	AÑOS	N\$/KWh	
A								
	No. de lámparas de 40 W:	524						
1.0	Lámp. T-12 40W\AR\ ACTUAL (base)	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.1	Lámp. T-12 40W (10 hrs/día)	0.000	28.820	33.33	10.28	0.00	0.00	
1.2	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Ahorrador	30.968	24.728	28.60	13.11	2.36	0.27	
1.3	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Híbrido	50.094	27.667	32.00	14.67	3.42	0.39	
1.4	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Electrónico	70.268	32.855	38.00	17.42	4.03	0.46	
1.5	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Híbrido	53.762	31.126	36.00	16.50	3.26	0.37	
1.6	Lámp. T-12 40W\ 2X40-1X40 REF. ESP.	28.820	43.230	50.00	22.92	1.26	0.22	
1.7	Lámp. Ahorradora 34W\AR\ Bal. Ahorrador REF. ESP.	44.304	55.594	64.30	29.47	1.50	0.17	
1.8	Lámp. Ahorradora 34W\AR\ Bal. Híbrido REF.ESP.	25.047	57.064	66.00	30.25	0.83	0.09	
1.9	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Electrónico REF. ESP.	64.009	59.657	69.00	31.63	2.02	0.23	
1.10	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Híbrido REF. ESP.	55.756	58.793	68.00	31.17	1.79	0.20	
B								
	No. de lámparas de 75 W:	108						
2.0	Lámpara actual T-12 75W (15 hrs/día)	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.1	Lámpara actual T-12 75W (10 hrs/día)	0.000	11.138	33.33	3.97	0.00	0.00	
2.2	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Electrónico	19.764	12.713	38.05	6.73	2.94	0.19	
2.3	Lámp. T-8 59W\ Bal. Electrónico	23.436	13.058	39.08	6.91	3.39	0.24	
2.4	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Ahorrador	11.502	10.959	32.80	5.79	1.98	0.06	
2.5	Lámp. 2X75-1X75\ Bal. Electromag. REF. ESP.	11.880	22.186	66.40	11.76	1.01	0.09	
2.6	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Ahorrador REF. ESP.	17.631	23.063	69.02	12.23	1.44	0.08	
2.7	Lámp. T-8 59W\ Bal. Electrónico REF. ESP.	23.598	22.373	66.96	11.86	1.99	0.14	

En la **TABLA 8** se presenta el resultado del análisis económico de las opciones para sustituir los focos incandescentes de pasillos, pasos cubiertos y escaleras por lámparas fluorescentes compactas ahorradoras de energía.

La descripción de esta **tabla** es similar a la que se presenta en el **capítulo 3**.

En la **TABLA 9** se presenta el resultado del análisis económico de las opciones para sustituir las lámparas de alta intensidad de descarga (vapor de mercurio).

La descripción de esta **tabla** es similar a la que se presenta en el **capítulo 3**.

TABLA 8
ANALISIS ECONOMICO DE LAMPARAS INCANDESCENTES DE 75 Y 100 WATTS
LABORATORIO DEL INSTITUTO DE FISICA; CUERNAVACA, MOR.

ARREGLO		INVERSION	AHORRO DE ENERGIA	AHORRO ECONOMICO	CONSUMO DE ENERGIA	COSTO DE LA ENERGIA	RECUPER. BASE
		\$	kWh/Año	\$/Año	kWh/Año	\$/Año	(Años)
43 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 75 WATTS							
3.0	Lamp. incandesc. 75W, 15 hrs.	1,548.00			10,642.50	5,642.08	
3.1	Lamp. incandesc. 75W, 10 hrs.	1,548.00	3,547.50	1,265.25	7,095.00	4,376.83	
3.2	Lamp. fluoresc. compacta 20 W	3,870.00	7,095.00	3,761.39	3,547.50	1,880.69	1.02
71 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 100 WATTS							
4.0	Lamp. incandesc. 100W, 15 hrs.	2,556.00			23,430.00	12,421.34	
4.1	Lamp. incandesc. 100W, 10 hrs.	2,556.00	7,810.00	2,785.52	15,620.00	9,635.82	
4.2	Lamp. fluoresc. compacta 25W	6,390.00	16,401.94	8,694.94	7,029.00	3,726.40	0.73

Lámparas ubicadas en pasillos y áreas de servicio general

TABLA 9
ANALISIS ECONOMICO PARA LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO
LABORATORIO DEL INSTITUTO DE FISICA; CUERNAVACA, MOR.

ARREGLO		INVERSION	AHORRO DE ENERGIA	AHORRO ECONOMICO	CONSUMO DE ENERGIA	COSTO DE LA ENERGIA	RECUPER. BASE
		\$	kWh/Año	\$/Año	kWh/Año	\$/Año	(Años)
16 LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE 400 WATTS							
5.0	V.M 400W, 12 hrs. encendidas	3,440.00			35,040.00	17,077.43	
5.1	V.M 400W, 60% apag. 6 hrs.	3,440.00	24,090.00	10,309.47	10,950.00	6,767.96	
5.2	V.S 250W, 12 hrs. encendidas	2,992.00	13,140.00	6,404.04	21,900.00	10,673.39	0.46

Lámparas ubicadas en azoteas

5.- Para disminuir el desbalance del 20 % que se presenta en la subestación eléctrica, es necesario llevar a cabo un estudio para conocer como están conectadas las cargas actualmente y de esta manera realizar los cambios pertinentes para eliminar este problema, reduciendo dicho desbalance hasta un 5 % que es el establecido por norma. Con lo anterior se evita posible sobrecarga en las líneas de alimentación así como calentamientos los cuales acortan la vida útil del cableado.

6.- Se recomienda que se realice una revisión de las cargas (equipo e iluminación) conectadas en algunas noches debido a que en esas horas se registra un fuerte consumo de energía eléctrica, de esta manera se puede determinar si realmente es necesario el funcionamiento de dichas cargas o si estos consumos de energía tienen otro origen.

7.- Debido a que la capacidad de la subestación eléctrica es muy grande y a que las instalaciones eléctricas y equipos eléctricos demandan tan solo 16 % de la capacidad total de dicha subestación eléctrica, es conveniente realizar un análisis técnico-económico con la finalidad de sustituir el transformador por otro de menor capacidad y adecuado a la carga que se pretenda conectar para que dicho transformador no esté trabajando en vacío, con esta acción disminuirá considerablemente el consumo de energía eléctrica.

8.- Tomando en cuenta que el Sistema "No Breake" se alimenta de 30 amperes por fase las 24 horas del día, si existe la posibilidad, se sugiere realizar un cambio en el sistema, debido a que su uso permanente ocasiona grandes consumos de energía eléctrica, por un sistema de energía ininterrumpible (UPS) con tendencias de ahorro de energía de los que existen actualmente en el mercado, el cual cubran las características mencionadas que se requieren para soportar la carga de los 15 KVA, teniendo además un margen por si existe un incremento en la demanda con esta acción disminuye considerablemente el consumo de energía por parte del sistema de respaldo de alimentación eléctrica con el cual se estiman considerables ahorros económicos. Por otra parte, respecto al equipo de enfriamiento, sus consumos excesivos sugieren darle solo su utilidad necesaria. Por tal motivo en ambos casos es necesario buscar otras alternativas y elegir alguna que sea de completa satisfacción de sus necesidades sin que haya un derroche de energía eléctrica.

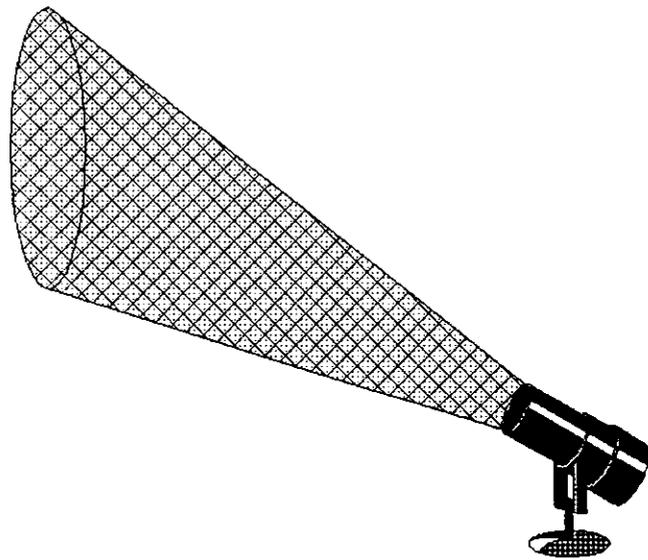
Se recomienda el siguiente UPS con las siguientes características de suministro:

Capacidad:	18 KVA
Marca:	Exide Electronics
Modelo:	Plus 18
Tiempo de respaldo:	10 minutos
Voltaje de operación	208/208 VCA

Referencias:

- ¹ Universidad Nacional Autónoma de México; Secretaría Administrativa, *Guía Universitaria* Primera Edición 1992, UNAM.
- ² Illuminating Engineering Society of North America, *Part IV Lighting Applications*, Lighting Handbook 8a Edición.
- ³ Philips Iluminación S.A. de C.V., *Catálogo General de 1997*.
- ^{4,5} Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, *Norma Oficial Mexicana*, NOM-001-SEMP-1994.
- ⁶ Programa Universitario de Energía, UNAM; *Reporte del Diagnóstico Energético del Laboratorio del Instituto de Física; Cuernavaca, Morelos*.

6



Diagnóstico Energético del Centro de
Investigación en Energía

CAPITULO 6

DIAGNOSTICO ENERGETICO DEL CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA TEMIXCO, MORELOS

6.1 ANTECEDENTES

El Centro de Investigación en Energía, antes “Laboratorio de Energía Solar”, dependía hasta 1996 del Instituto de Investigaciones en Materiales, en la actualidad es independiente. Fue creado para realizar investigación básica aplicada, así como investigación de desarrollo tecnológico en el área de energía solar y su aprovechamiento.

Colateralmente difunde los conocimientos y las tecnologías desarrolladas. A la fecha, el Centro de Investigación en Energía desarrolla cuatro grupos de investigación y proyectos, además es sede de la maestría de Energía Solar.

¹ Las instalaciones abarcan 28,000 m² de los cuales 4,000 m² se encuentran construidos. El Centro consta de un gran edificio distribuido en seis bloques paralelos que contienen laboratorios, talleres y cubículos. Se encuentran también dos aulas y laboratorios de docencia, cubículos de trabajo para estudiantes, biblioteca, sala de exposiciones y un auditorio. Las áreas de apoyo están ocupadas por las oficinas, la cafetería y las bodegas.

6.2 RESUMEN DEL DIAGNOSTICO ENERGETICO

Observaciones principales

- 1.- Se registra un fuerte consumo de energía eléctrica durante 15 horas diarias de lunes a viernes. Con el equipo eléctrico actualmente instalado la subestación tiene una demanda máxima que representa el 7 % de su capacidad nominal.
- 2.- Respecto al análisis en la subestación eléctrica, se detectó que el factor de potencia está abajo de lo establecido por la reglamentación vigente (de 0.90), registrando valores muy críticos de 0.15 a 0.4 durante el horario de labores; por las noches y durante el fin de semana el factor de potencia disminuye aún más. Debido a esto en la facturación mensual se tiene permanentemente un cargo por el bajo factor de potencia.

- 3.- En la subestación eléctrica se registraron valores muy altos de voltaje, el cual se presentó dentro de un rango de 130 a 140 volts.
- 4.- ² Los niveles de iluminación diurna se exceden: en oficinas 60 % y en servicios 17 %, de lo recomendado por la IESNA.
- 5.- ² En los laboratorios se registra una deficiencia promedio en iluminación de 23 % durante el día, según lo recomendado por la IESNA.
- 6.- Por la noche en todos los recintos se registran muy bajos niveles de iluminación con una deficiencia promedio de 50 %.
- 7.- ³ La densidad de potencia luminica (W/m^2) en la mayoría de los recintos se encuentra abajo de lo recomendado: en oficinas 58 %, servicios 22 % y en laboratorios 35 %.
- 8.- El tipo de luminaria que predomina es la fluorescente abarcando el 80.65 % del total, le siguen las lámparas de descarga de alta intensidad con el 13.87 % y la luminaria incandescente tiene el 5.48 %.
- 9.- En relación al equipo eléctrico conectado la carga principal se tiene en el equipo de laboratorio con 18 %, le siguen el equipo de cómputo con 10 % y el equipo especial con 10 % del total de la carga de fuerza instalada.

6.3 RECOMENDACIONES

- 1.- La capacidad de la subestación está excedida debido a que solo se utiliza el 7 % de ella; aún cuando se registra la demanda máxima; se sugiere un análisis técnico-económico para ver la posibilidad de sustituir el transformador por otro de menor capacidad adecuado a la carga a conectar, evitando así pérdidas innecesarias por energización.
- 2.- El bajo factor de potencia se puede acreditar en parte al transformador, ya que solo se utiliza el 7 % de su capacidad total, lo que implica que está trabajando prácticamente en vacío y la carga que representa el transformador por si mismo es mayor que la instalada en la dependencia.

Teniendo en cuenta que se ha instalado un banco de capacitores en la subestación sin obtener buenos resultados se recomienda:

- Llevar a cabo la recomendación 1 y disminuir de esta manera la carga reactiva que representa el funcionamiento de un transformador excesivamente grande, reduciendo así la carga del banco de capacitores.
- Solicitar a la empresa responsable del proyecto una revisión del banco de capacitores, para ver si está en buenas condiciones de funcionamiento y si es el adecuado para este caso, debido a que, para corregir estos valores de factor de potencia se requiere una carga de capacitores muy grande, probablemente mayor a 50 KVAR.
- Se sugiere que el equipo especial como el de extracción e inyección de aire, el sistema de aire acondicionado y los motores de los hidroneumáticos tengan un banco de capacitores en el tablero de distribución, de tal manera que se energice solo cuando los equipos en cuestión estén operando, de esta manera las horas de funcionamiento del banco de capacitores ya no sería durante las 24 horas del día.

3.- Como se registran valores muy altos de voltaje que pueden afectar a los equipos muy sensibles, se recomienda revisar el tap en el que se tiene el transformador y bajarlo al que entregue menor voltaje. Si el problema no se corrige conviene un análisis del funcionamiento del transformador. Si éste se encuentra en perfectas condiciones de operación lo que procede es notificar a la C.F.E. para que ellos revisen sus acometidas y conocer si el voltaje que están suministrando es el adecuado.

4.- En los recintos como oficinas y servicios en donde hay buenos niveles de iluminación durante el día, si se cuenta con ventanas que permitan la entrada de iluminación natural se recomienda apagar la luz artificial en las primeras horas del día, esta acción puede extenderse a lugares como pasillos, pasos cubiertos y recintos desocupados.

5.- En algunos laboratorios falta iluminación, se sugiere que en paredes, techos y cortinas predominen los colores claros, además limpiar periódicamente lámparas, difusores y los cristales de las ventanas, procurando que la vegetación no obstruya el paso de la luz. Si esto no es suficiente se recomienda tener iluminación de apoyo (lámparas de mesa) en aquellos lugares donde se necesite, y cambiar las lámparas instaladas por otras más eficientes acorde a las necesidades y usos del recinto.

6.- Por las noches se registra gran deficiencia de iluminación en la mayoría de los recintos, si se realizan actividades nocturnas es necesario mejorar los niveles de iluminación, por ello se recomienda realizar un estudio técnico-económico para determinar en que magnitud es posible cambiar las luminarias por unas eficientes y ahorradoras de energía con las que se obtendrán mejores niveles de iluminación.

7.- ³ Como la densidad de potencia lumínica (W/m^2) en la mayoría de los recintos es menor a la recomendada y tomando en cuenta que se presentan deficiencias en iluminación como en el caso de los laboratorios, se sugiere instalar luminarias de alta eficiencia con lo que es posible no rebasar la densidad de potencia lumínica recomendada y al mismo tiempo mejorar la iluminación.

8.- Una alternativa para ahorrar energía eléctrica en iluminación es sustituir las lámparas fluorescentes instaladas por lámparas fluorescentes T8 ahorradoras de energía y los focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas ahorradoras de energía.

En la siguiente tabla se presentan algunas alternativas y la inversión requerida para realizar la sustitución de luminarias suponiendo el mismo número que el registrado en el momento del levantamiento.

ACCION sustitución de lámparas	INVERSION \$	AHORRO kWh/año	TIEMPO DE RECUPERACION
40 W a 32 W T8 BE RE	68,407.00	63,756.00	2.02 años
75 W a 60 W BAE RE	7,836.00	10,250.00	1.44 años
V.S. 400 W a V.S. 250 W	935.00	4,050.50	0.47 años
F.I. 75 y 100 W a FC 20 y 25 W	2,610.00	5,115.00	0.96 años

9.- Se sugiere apagar el equipo eléctrico, como el de cómputo y herramientas del taller, en los momentos en que no se utilicen y desconectarlos durante los fines de semana, con la finalidad de ahorrar energía eléctrica y evitar que se dañen por los altos valores de voltaje que se registran.

INFORME GENERAL DEL DIAGNOSTICO

6.4 DATOS GENERALES

DEPENDENCIA: Centro de Investigación en Energía (Laboratorio de Energía Solar)

ACTIVIDAD PREPONDERANTE: Investigación

POBLACION:

Investigadores	37
Alumnos	60
Empleados	28

FECHA DEL LEVANTAMIENTO ENERGETICO: Julio de 1995

6.4.1. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

Tabla 1 Uso y distribución de recintos
Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos

Recintos	Cantidad	%
Oficinas	61	50.83
Servicios	44	36.67
Laboratorios	13	10.83
Aulas	1	0.83
Talleres	1	0.83
TOTAL	120	100.00

El total de recintos que se recorrieron fueron 120 en 10 edificios identificados de la siguiente manera:

Edificio	Identificación
Edificio 1	Administración
Edificio 2	Coordinación de Posgrado y Maestría
Edificio 3	Edificio A
Edificio 4	Taller Mecánico y Lab. de Termodinámica
Edificio 5	Edificio B
Edificio 6	Edificio C
Edificio 7	Edificio D
Edificio 8	Lab. Fotovoltaicos
Edificio 9	Lab. Servomecanismos
Edificio 10	Auditorio

6.4.2 EQUIPO PARA SERVICIOS GENERALES

- Una subestación eléctrica cuya capacidad es de 750 KVA de tres fases y cuatro hilos con una relación de transformación de 23 kV a 220 volts.
- * Sistemas hidroneumáticos con los siguientes accesorios:

Sistema hidroneumático 1

2 bombas de	2.00	H.P	c/u
1 compresor de	0.25	H.P	

Sistema hidroneumático 2

2 bombas de	2.00	H.P	c/u
1 compresor de	0.25	H.P	

Sistema hidroneumático 3

2 bombas de	1.00	H.P	c/u
1 compresor	0.25	H.P	

Sistema hidroneumático 4

2 bombas de	5.00	H.P	c/u
1 compresor de	0.25	H.P	

Sistema hidroneumático 5

2 bombas de	1.00	H.P	c/u
1 compresor de	0.50	H.P	

• * Sistema de aire comprimido:

1 compresor de	3.00	H.P	
1 compresor de	7.50	H.P	
1 compresor de	0.50	H.P	

• * Dos sistemas de aire acondicionado tipo paquete con:

1 compresor	10.00	H.P	c/u
1 motor turbina	5.00	H.P	c/u
2 motores abanico	0.50	H.P	c/u

• * Un sistema de aire acondicionado tipo paquete con:

1 compresor	5.00	H.P	
1 motor turbina	0.75	H.P	
1 motor abanico	0.50	H.P	

• * Equipos de extracción de aire:

4 extractores de	1.00	H.P	c/u
1 extractor de	0.75	H.P	
7 extractores de	0.50	H.P	c/u
1 extractor de	0.125	H.P	

• * Equipos de inyección de aire:

1 motor inyector	0.50	H.P	
4 motores inyector de	0.75	H.P	c/u

• * Un sistema de enfriamiento de 5,962.00 Watts

• * Una bomba centrífuga de 0.75 H.P (para la fuente del auditorio)

Nota: * Este equipo se considera únicamente como carga eléctrica.

6.4.3 OPERACION DE LA DEPENDENCIA

El horario de actividades del Centro de Investigación en Energía es de lunes a viernes de las 7:00 a las 22:00 horas, aunque las actividades de intendencia comienzan desde antes. Para la realización de este análisis se consideran 15 horas de actividades normales.

6.5 ANALISIS ENERGETICO

6.5.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA

Características:

Alimentación	23 KV
Tarifa contratada	OM
Capacidad instalada	698 KW
Capacidad en la subestación	750 KVA

6.5.2 DISTRIBUCION DE LA CARGA INSTALADA

Iluminación	41,993.00	Watts	5.66 %
Fuerza	699,970.92	Watts	94.34 %
Total	741,963.92	Watts	100.00 %

Esta carga se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 2 Carga de iluminación y fuerza
Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos

	Iluminación Instalada (Watts)	Iluminación Util (Watts)	Fuerza (Watts)	Total Instalada (Watts)	Total Util (Watts)
Edificios	34,944.00	33,194.00	630,692.17	665,636.17	663,886.17
Estacionamientos	3,575.00	3,575.00	0.00	3,575.00	3,575.00
Equipos especiales	0.00	0.00	69,278.75	69,278.75	69,278.75
Pasos cubiertos	1,224.00	1,224.00	0.00	1,224.00	1,224.00
Areas verdes	2,250.00	2,250.00	0.00	2,250.00	2,250.00
Totales	41,993.00	40,243.00	699,970.92	741,963.92	740,213.92

La distribución de carga en edificios se muestra en la tabla 3 y en la gráfica 6.1

Tabla 3 Carga total instalada por edificio
Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos

Edificio	Total Iluminación (Watts)	Total Fuerza (Watts)	Total (Watts)
1	7,840.00	72,462.00	80,302.00
2	4,570.00	39,946.39	44,516.39
3	1,600.00	41,790.00	43,390.00
4	8,546.50	202,932.20	211,478.70
5	1,300.00	11,045.00	12,345.00
6	1,000.00	22,477.00	23,477.00
7	800.00	10,824.50	11,624.50
8	5,787.50	217,092.58	222,880.08
9	400.00	5,996.50	6,396.50
10	3,100.00	6,126.00	9,226.00
Carga Total	34,944.00	630,692.17	665,636.17

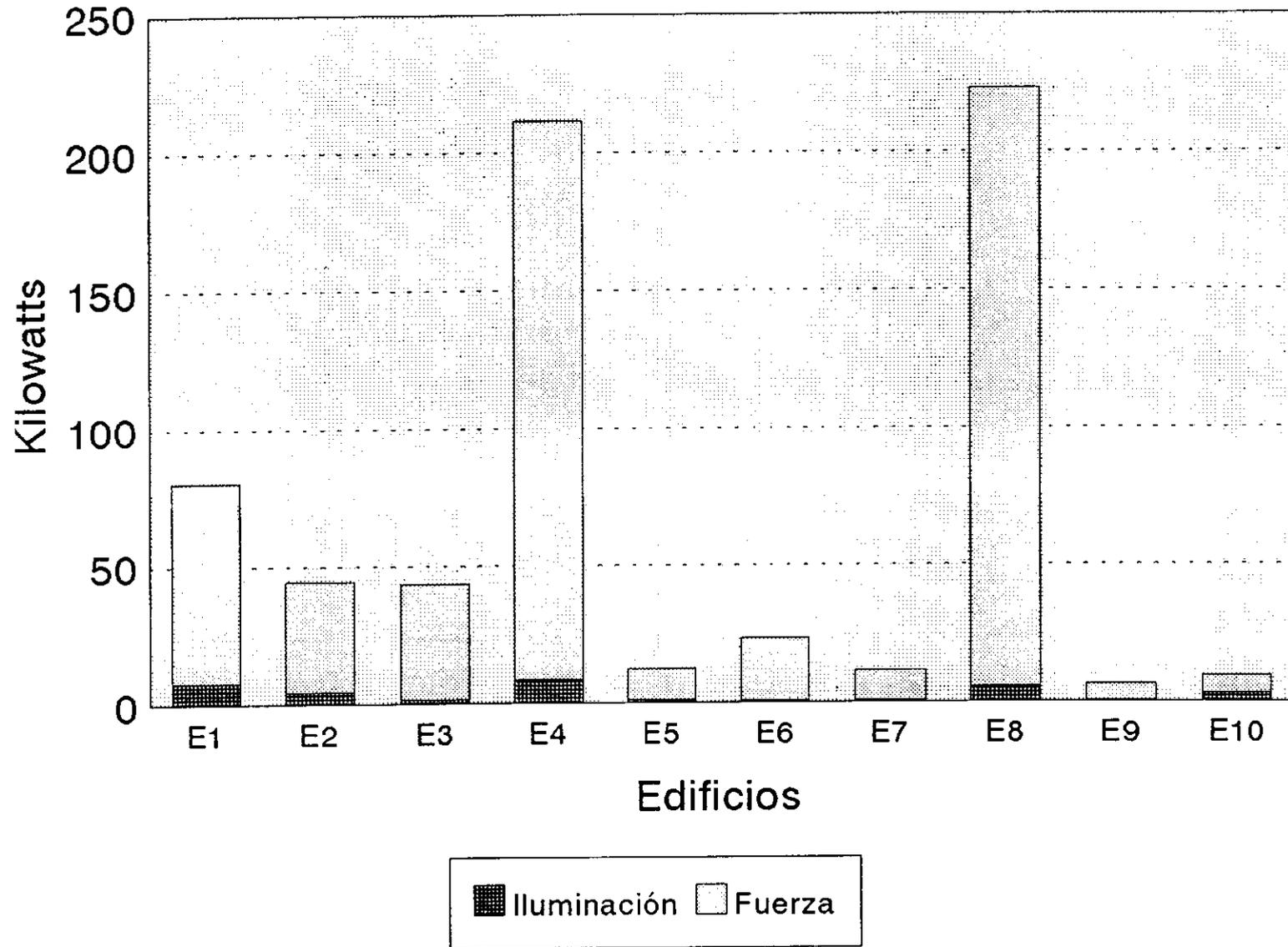
La distribución de carga por iluminación en recintos se muestra en la tabla 4

Tabla 4 Distribución de carga de iluminación en recintos
Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos

	Carga por lum. instaladas en recintos Total		Carga por lum. útil en recintos Total	
	Watts	%	Watts	%
Servicios	18,294.00	52.35	16,944.00	51.04
Oficinas	8,975.00	25.68	8,875.00	26.73
Laboratorios	6,775.00	19.38	6,575.00	19.80
Aulas	800.00	2.28	700.00	2.10
Talleres	100.00	0.28	100.00	0.30
Total	34,944.00	100.00	33,194.00	100.00

DISTRIBUCION DE CARGA EN EDIFICIOS

Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos



Gráfica 6.1

La distribución del tipo de luminarias se muestra en la tabla 5 y en la gráfica 6.2

Tabla 5 Distribución del tipo de luminarias
Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos

Rubro	Global de lámparas instaladas	
	Cantidad	Carga (Watts)
Luminarias fluorescentes de 2x40 w	280	28,000.00
Luminarias fluorescentes de 2x75 w	24	4,500.00
Luminarias de luz mixta 250 w	9	2,250.00
Vapor de mercurio 400 w	5	2,000.00
Vapor de sodio alta presión 175 w	9	1,575.00
Spot 75 w	20	1,500.00
Lamp Fluorescente ahorradora 9 w	152	1,368.00
F. Incandescente 100 w	5	500.00
F. Incandescente 75 w	4	300.00
Total Global	508	41,993.00

El tipo de luminaria que predomina es la fluorescente abarcando el 80.65 % del total; de las cuales 3.26 % corresponde a lámparas fluorescentes compactas ahorradoras de energía.

Las lámparas de descarga de alta intensidad comprenden el 13.87 % del total de carga por iluminación.

Las lámparas incandescentes representan el 5.48 % del total de carga por iluminación.

La distribución de la carga de fuerza instalada se presenta en la tabla 6.

Distribución de la Carga de Luminarias Instaladas

Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos

Carga Total de Luminarias Instaladas 41,993 Watts

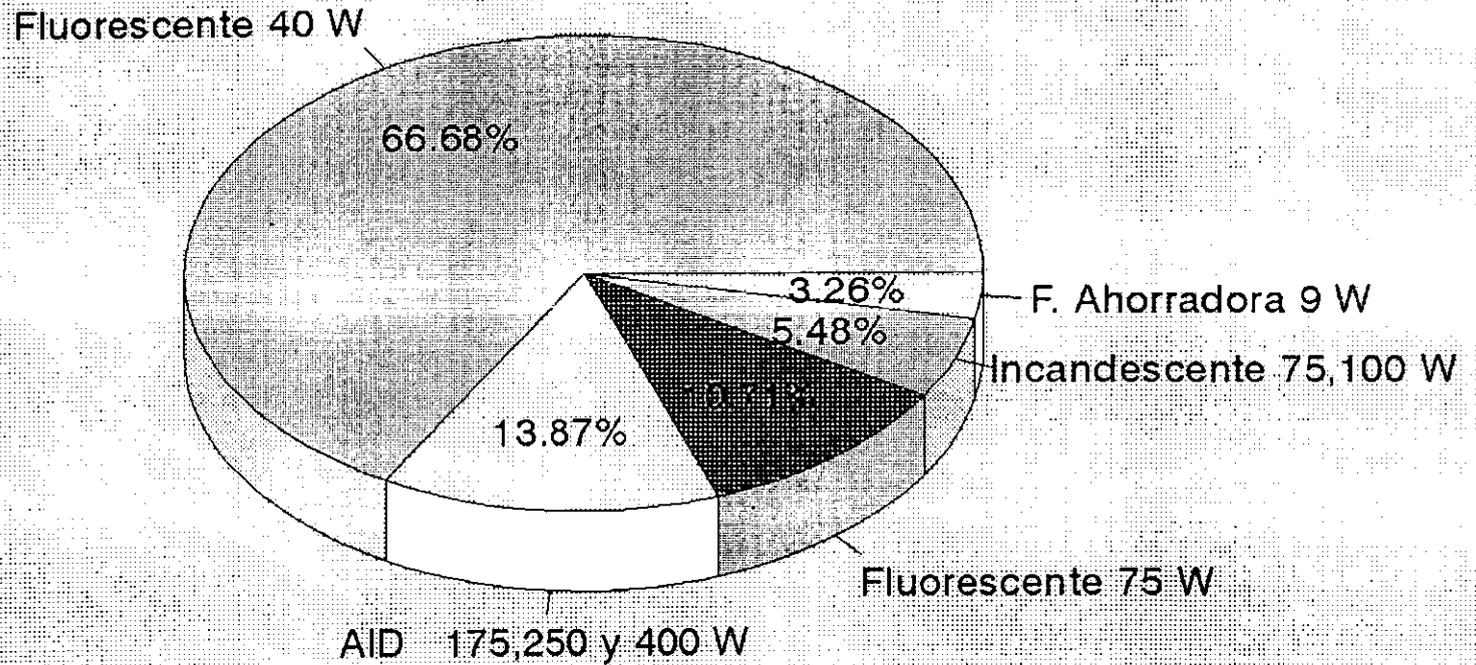


Tabla 6 Distribución de la carga de fuerza instalada
Centro de Investigación en Energía, Temixco, Morelos

Rubro	Carga (Watts)
Contactos Monofásicos	175,350.00
Equipo de laboratorio	119,243.87
Contactos Trifásicos	118,000.00
Computadoras	54,297.30
Contactos Bifásicos	33,500.00
Herramientas	32,207.76
Planta de soldar	25,800.00
Cafeteras	18,165.00
Impresoras	12,058.10
Otros	6,880.25
Reguladores	5,769.29
Fotocopiadoras	5,400.00
Audiovisuales	5,163.60
Parrillas (equipo de laboratorio)	4,400.00
Electrodomésticos	4,100.00
Enfriadores-Calentadores	2,799.00
Ventiladores	2,600.00
Refrigeradores	1,645.00
Unidades de ventana	1,492.00
Sacapuntas	890.00
Máquinas de escribir	670.00
Faxes	160.00
Sumadoras	101.00
Total de Edificios	630,692.17
Sistemas hidroneumáticos	17,531.00
Sistemas de aire comprimido	8,206.00
Equipo de inyec. y extrac. de aire	9,231.75
Aire acondicionado	33,750.50
Bomba (fuente)	559.50
Total equipo especial	69,278.75
GRAN TOTAL	699,970.92

Respecto a los equipos eléctricos, el de laboratorio es la carga más significativa debido a que abarca el 18 % del total de la carga de fuerza instalada.

El equipo de cómputo representa el 10 %, el equipo especial tiene el 10 % y el de herramientas (incluyendo la planta de soldar) ocupa el 8 % del total de la carga de fuerza instalada.

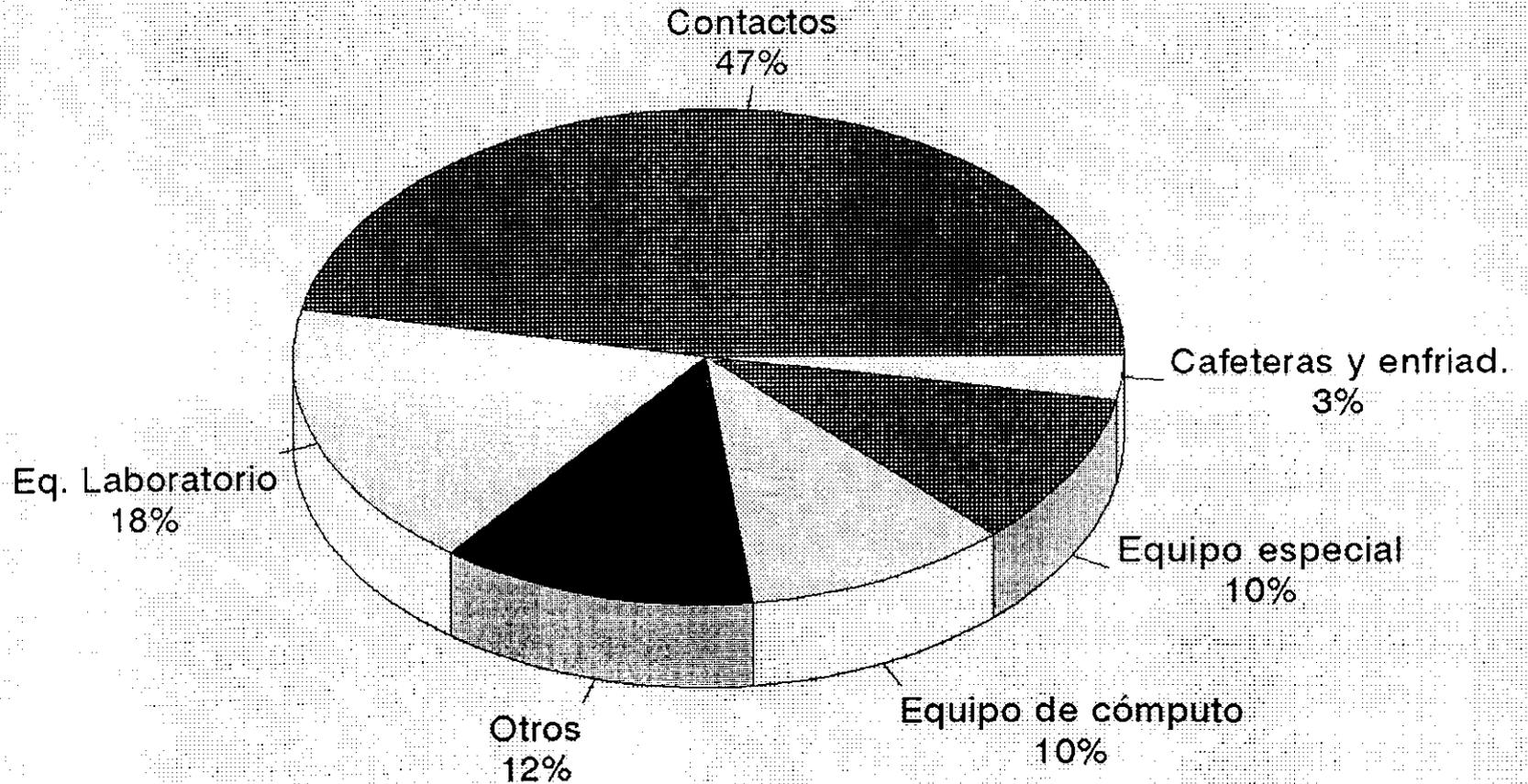
Los contactos (monofásicos, bifásicos y trifásicos) representan el 47 % del total de la carga de fuerza instalada, teniendo un bajo factor de utilización.

La distribución de carga de fuerza instalada se muestra en la gráfica 6.3

Distribución de Carga de la Fuerza Instalada

Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos

Carga Total de Fuerza Instalada 699,970.92 Watts



Gráfica 6.3

6.6 COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA CONFORME A LA FACTURACION

El comportamiento de los parámetros eléctricos presentan algunos incrementos en el período analizado de 1993 a 1997.

	1993	1994	1995	1996	1997
Demanda promedio kW	47	50	48	52	57
Consumo anual kWh	208,000	236,600	217,000	262,000	247,000
Demanda media promedio kW	23.75	27.04	24.77	29.95	28.27
Factor de carga	0.51	0.55	0.51	0.58	0.50
Importe total \$	58,046.00	66,193.00	67,811.00	98,756.00	124,807.00
Costo promedio anual \$/kWh	0.28	0.28	0.31	0.38	0.51

El incremento en el costo de la energía, durante los dos últimos años es debido al ajuste de las tarifas a partir de diciembre de 1996. En el período analizado de 1993 a 1997 se ha tenido un incremento casi del 100 % en el costo del kWh.

El consumo de energía ha permanecido casi constante, registrando el mayor incremento en el año de 1996 con el 25 % y para 1997 se tiene un incremento de 19 % ambos respecto al inicio del período.

La demanda promedio registra un incremento total de 10 kW en todo el período analizado.

El factor de carga no presenta grandes variaciones, por lo que se considera bueno.

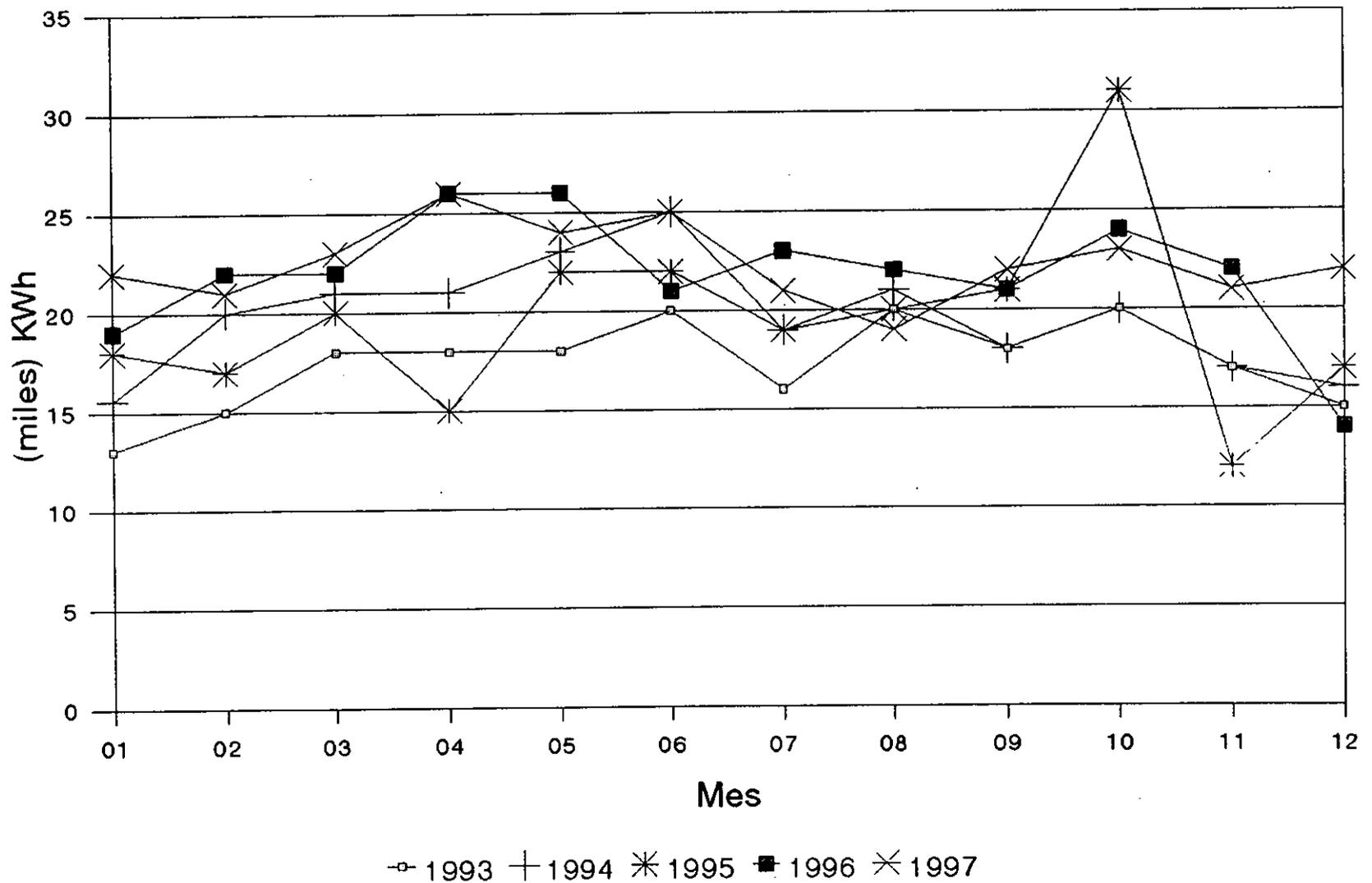
La gráfica de consumos se observa sin grandes variaciones durante los meses del período analizado, incluso en los periodos vacacionales.

Analizando la gráfica de demanda se observa que ésta permanece constante durante todos los meses del año, no existiendo variaciones notables ni aún en periodos de vacaciones administrativas, que ocurren en los meses de Julio y Diciembre.

En las gráficas 6.4 y 6.5 se muestra el comportamiento del consumo y la demanda en los últimos años.

Centro de Investigación en Energía

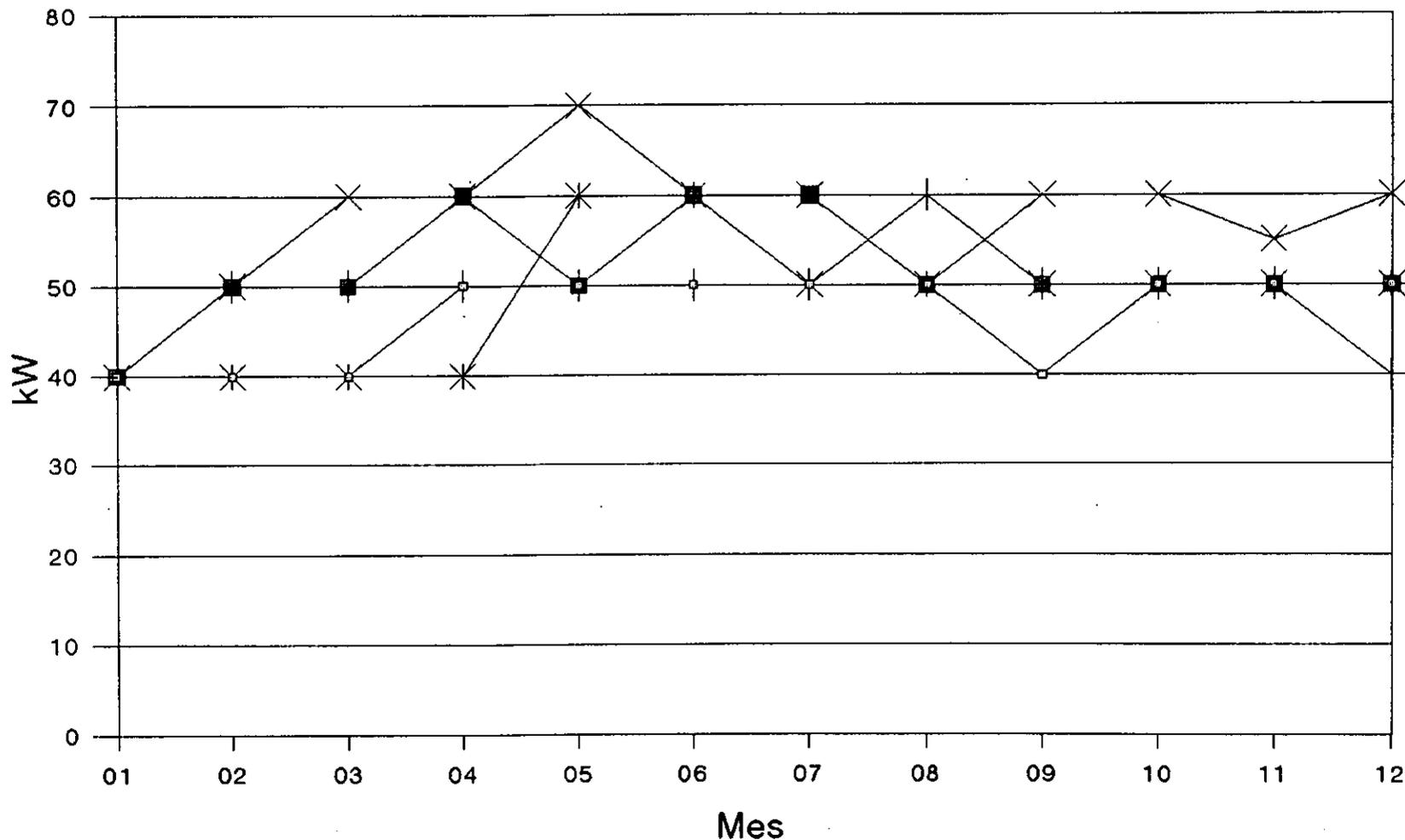
Temixco, Morelos



Gráfica 6.4 Consumos Facturados

Centro de Investigación en Energía

Temixco, Morelos



□ 1993 + 1994 * 1995 ■ 1996 × 1997

Gráfica 6.5 Demanda Facturada

6.7 MEDICIONES EN LA SUBESTACION ELECTRICA

Para analizar la subestación eléctrica se utilizó un *Analizador de Redes Trifásico* marca AEMC 3950 el cual capturó información durante 158 horas en intervalos de 1 hora.

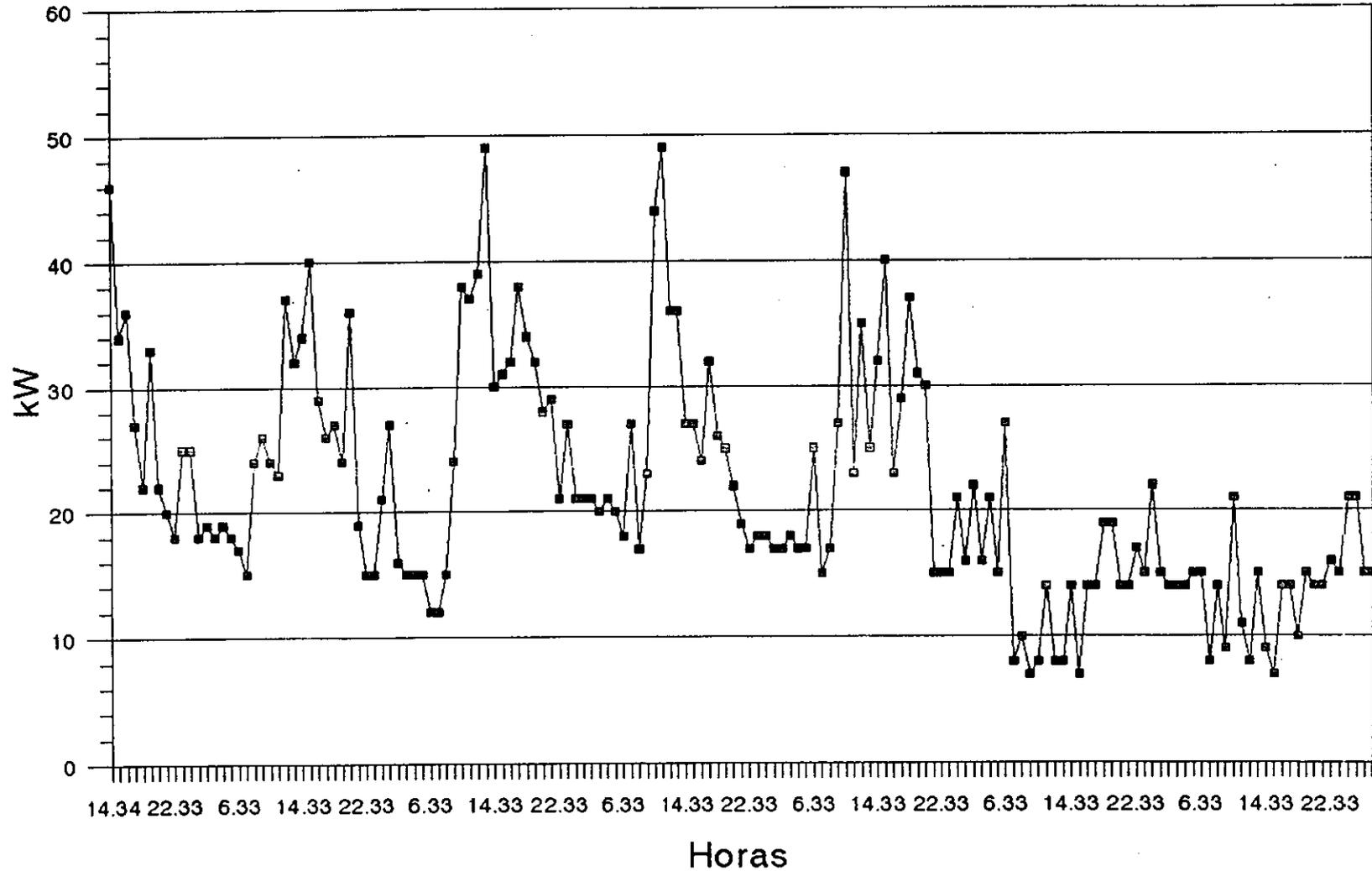
De dicho análisis se obtuvieron las gráficas de la 6.6 a la 6.17 dentro de un período de medición de 24 horas para un día típico cuyas actividades se consideran normales (jueves 24 de Agosto), de éstas se concluyeron los siguientes puntos:

- Durante las primeras horas de labores el valor del voltaje disminuye de 138 a 131 volts, y por la tarde se mantiene en promedio en 134 volts, aumentando después de las 22:00 horas, este comportamiento se presenta también en los fines de semana. Dicho voltaje puede dañar al equipo eléctrico cuyas especificaciones de uso no abarquen estos valores (gráfica 6.9).
- La gráfica de demanda total durante el horario de labores presenta una curva con valor promedio de 28 kW y un pico de 49 kW a las 11:30 horas, cabe aclarar que éste último no se detecta en el mismo horario todos los días. Durante el fin de semana se registra una disminución considerable de demanda no obstante que el voltaje y la corriente permanecen como en los otros días de la semana e incluso ligeramente más alto (gráfica 6.7).
- En general en las líneas de alimentación de corriente se registra un desbalance promedio de 5 % entre las fases A y C respecto a B, que se encuentra dentro de la tolerancia que permite la reglamentación vigente. Se observó que los valores de la corriente permanecen en el mismo rango aún en los fines de semana cuando disminuye la demanda (gráfica 6.11).
- La gráfica de consumos acumulados totales presenta un comportamiento lineal, esto indica que se tienen consumos continuos durante el horario de labores (gráfica 6.14).
- El consumo máximo se presenta de las 12:20 a las 15:00 horas llegando a 45 kWh, disminuyendo posteriormente (gráfica 6.12).
- ³ El factor de potencia se encuentra por abajo de lo que establece la reglamentación vigente (0.90); de lunes a viernes en el horario de labores se registran valores hasta de 0.3. Por las noches y fines de semana disminuye aún más; esto trae como consecuencia costosos recargos por consumo de energía eléctrica (gráfica 6.16).
- ³ El valor de la frecuencia se encuentra dentro del rango establecido por norma $60 \pm 1\%$ hertz (gráfica 6.17).

A continuación se anexan las gráficas de los parámetros eléctricos de la subestación.

Centro de Investigación en Energía

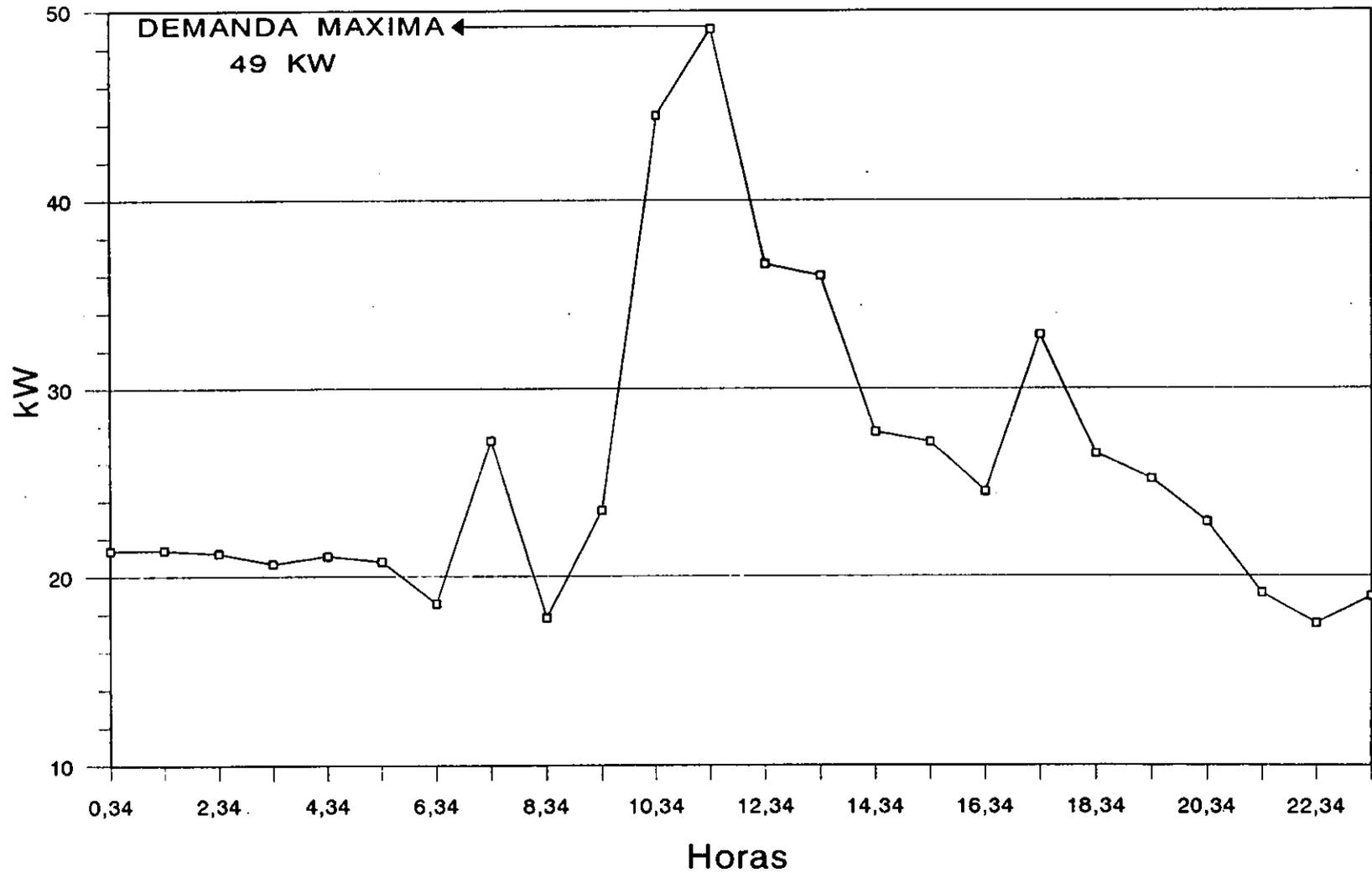
Subestación 750 KVA, (21/08/95-28/08/95)



Gráfica 6.6 Demanda Total del Periodo Analizado

Centro de Investigación en Energía

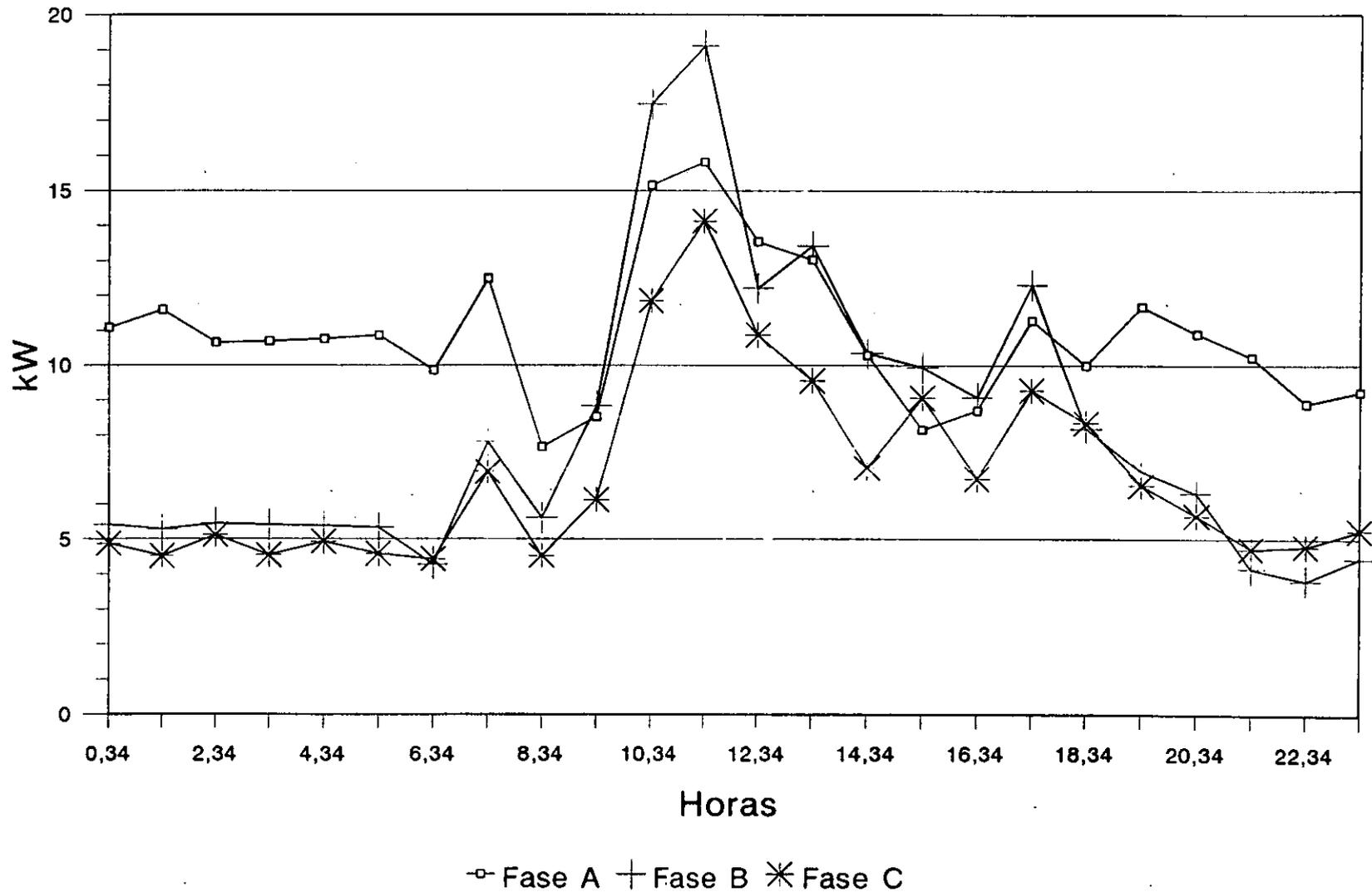
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.7 Demanda Total de un día normal

Centro de Investigación en Energía

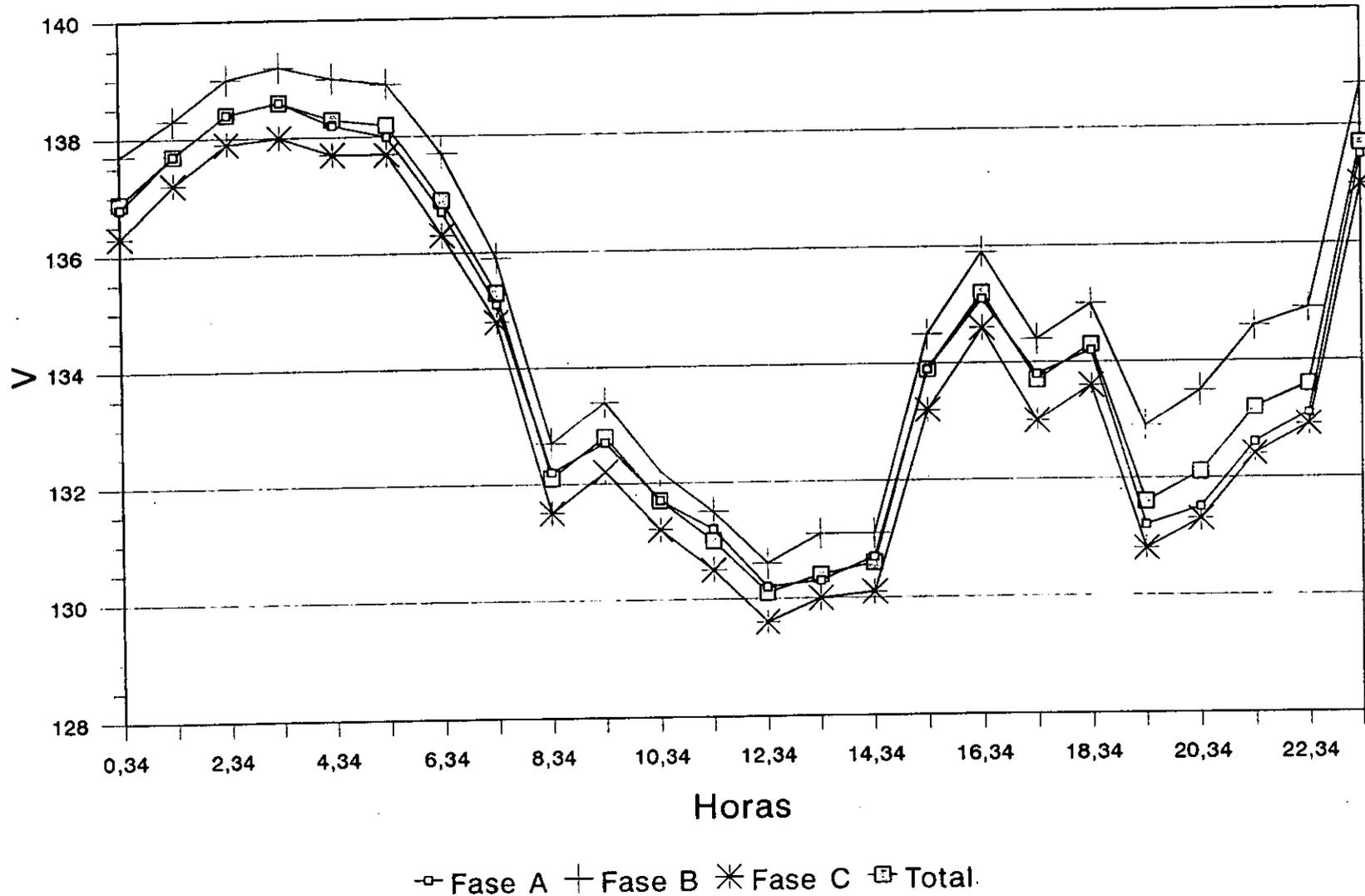
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.8 Demanda por Fases

Centro de Investigación en Energía

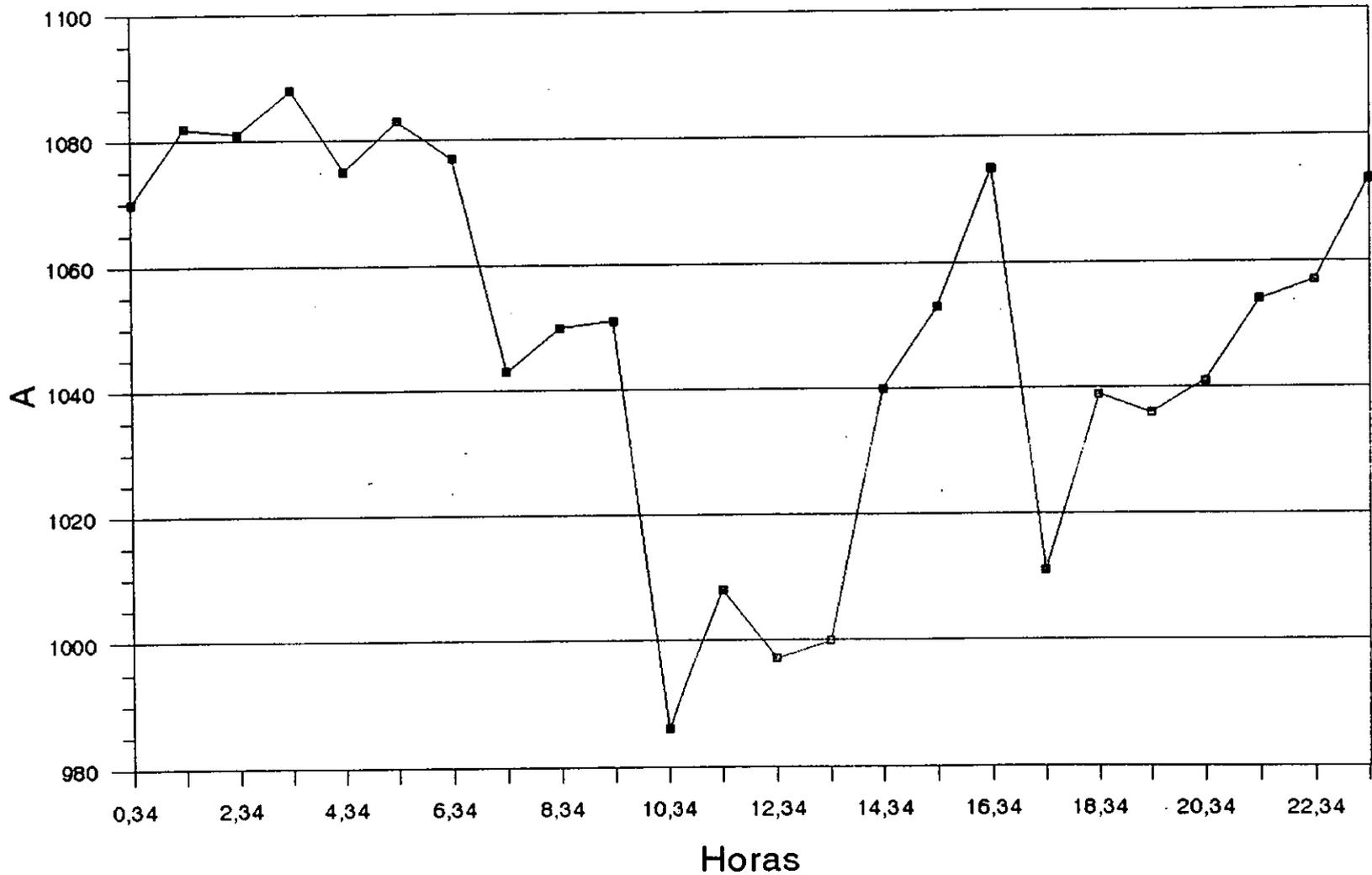
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.9 Variación de Voltaje

Centro de Investigación en Energía

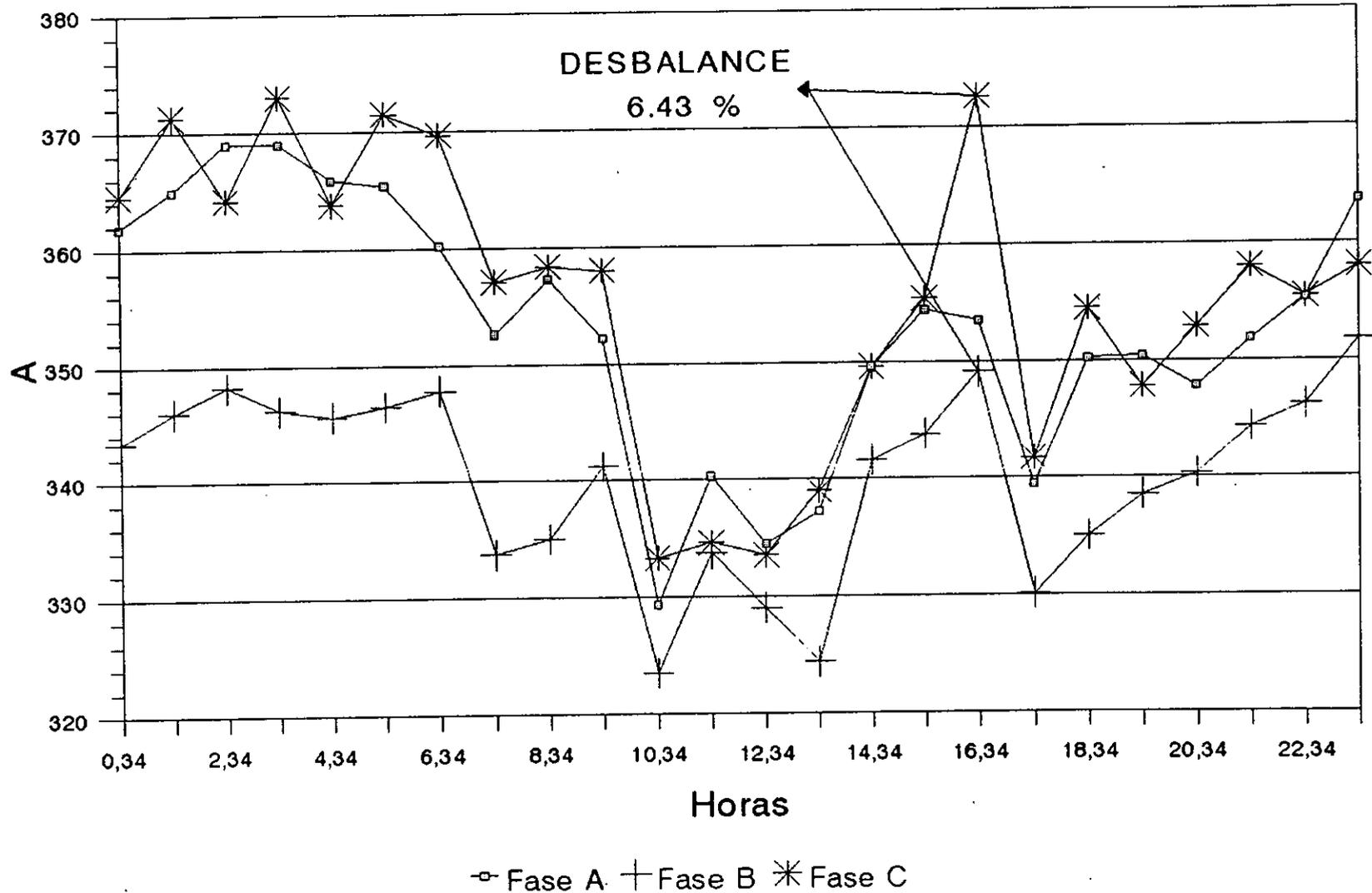
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.10 Variación de Corriente Total

Centro de Investigación en Energía

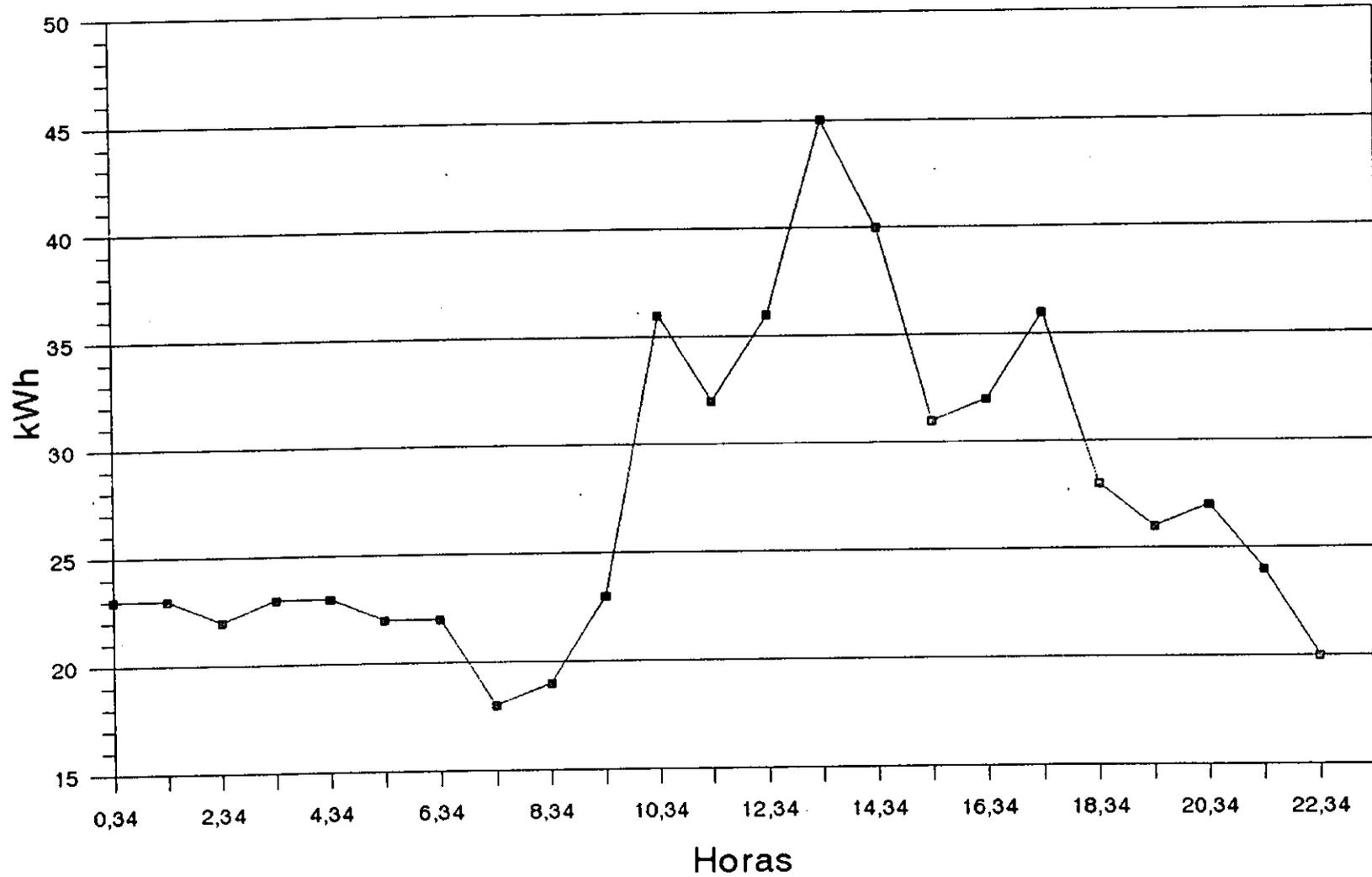
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95), jueves 24



Gráfica 6.11 Variación de Corriente por Fases

Centro de Investigación en Energía

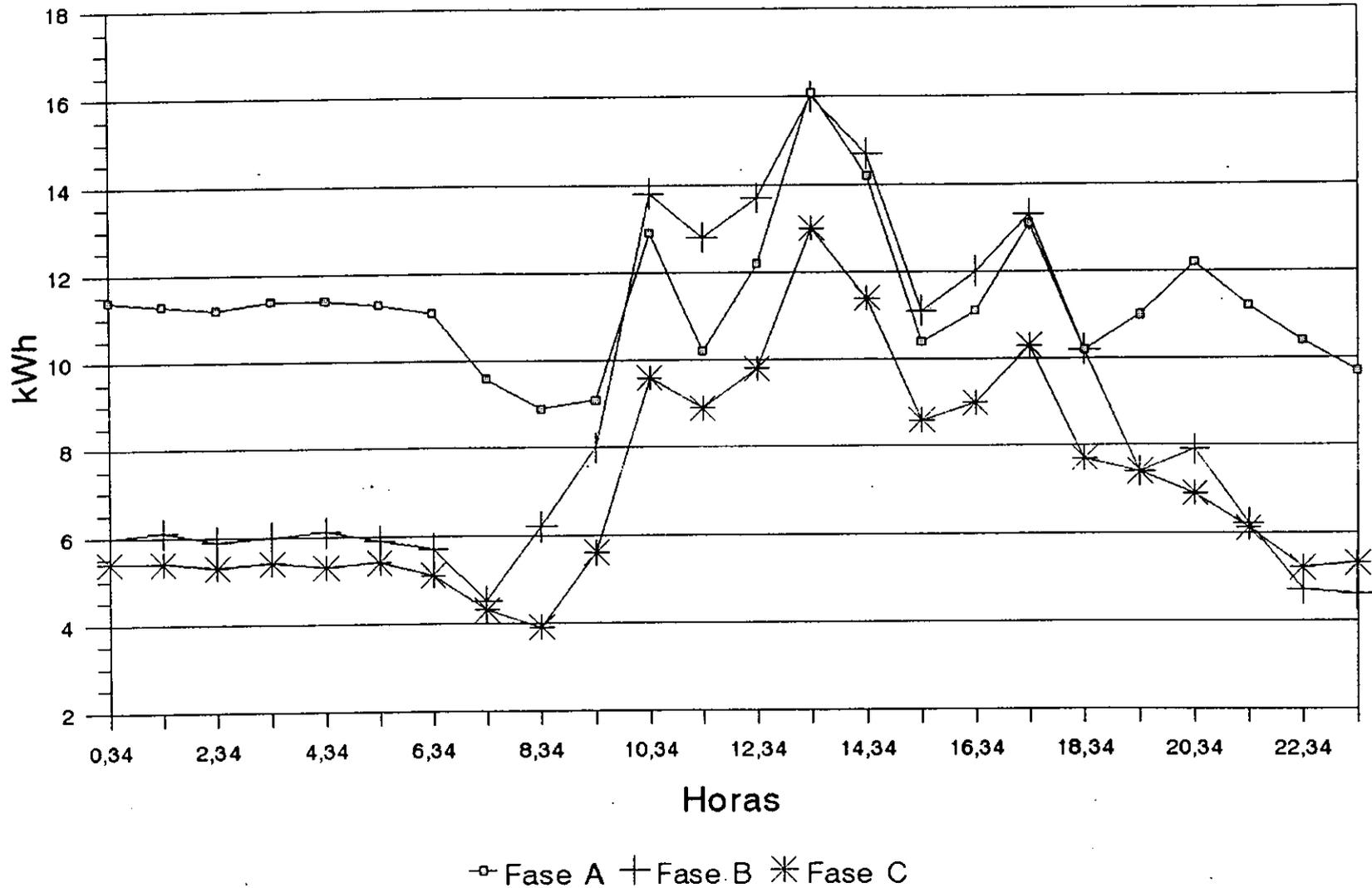
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.12 Consumos Totales de un día normal

Centro de Investigación en Energía

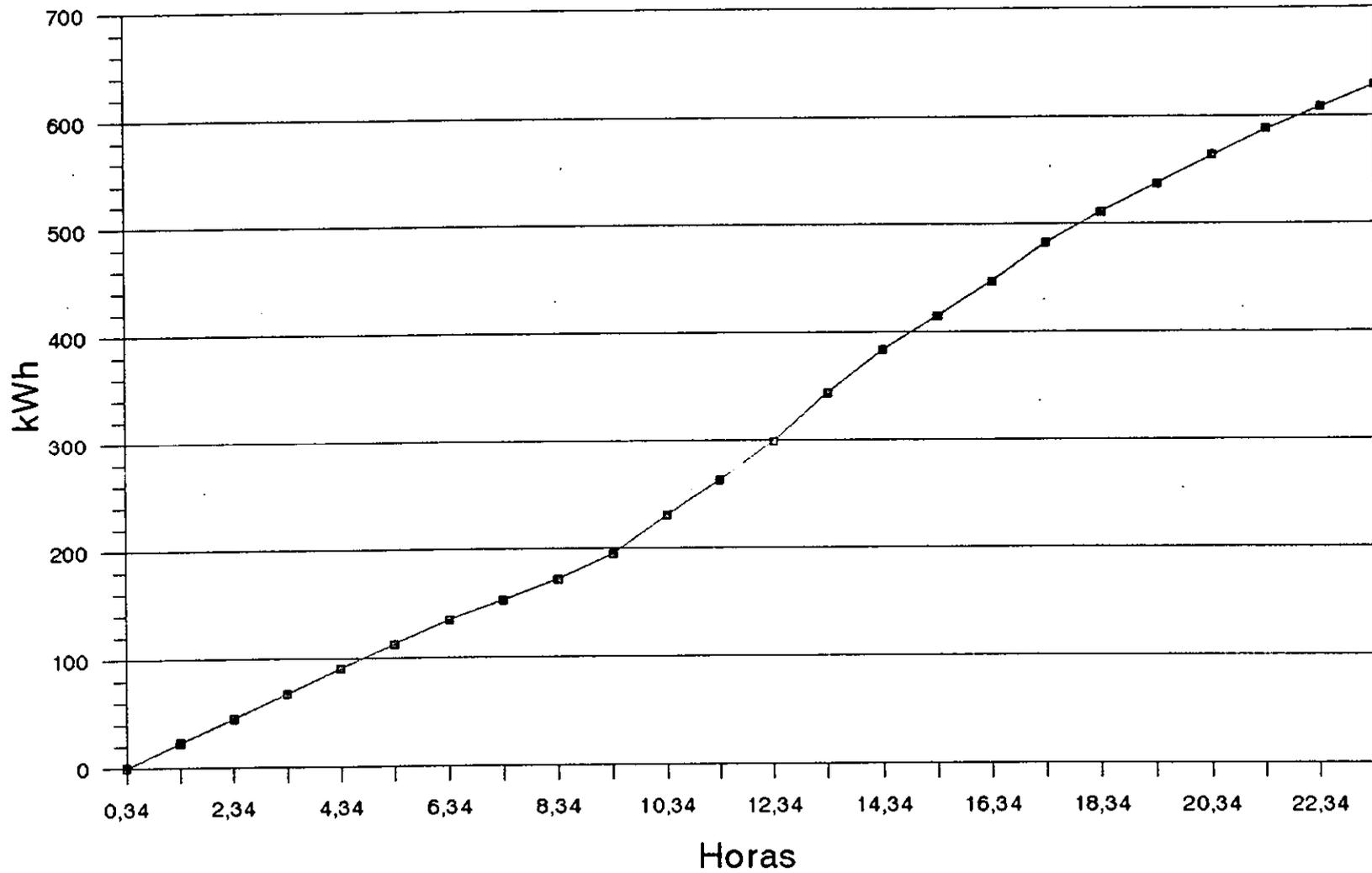
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.13 Consumos por Fases

Centro de Investigación en Energía

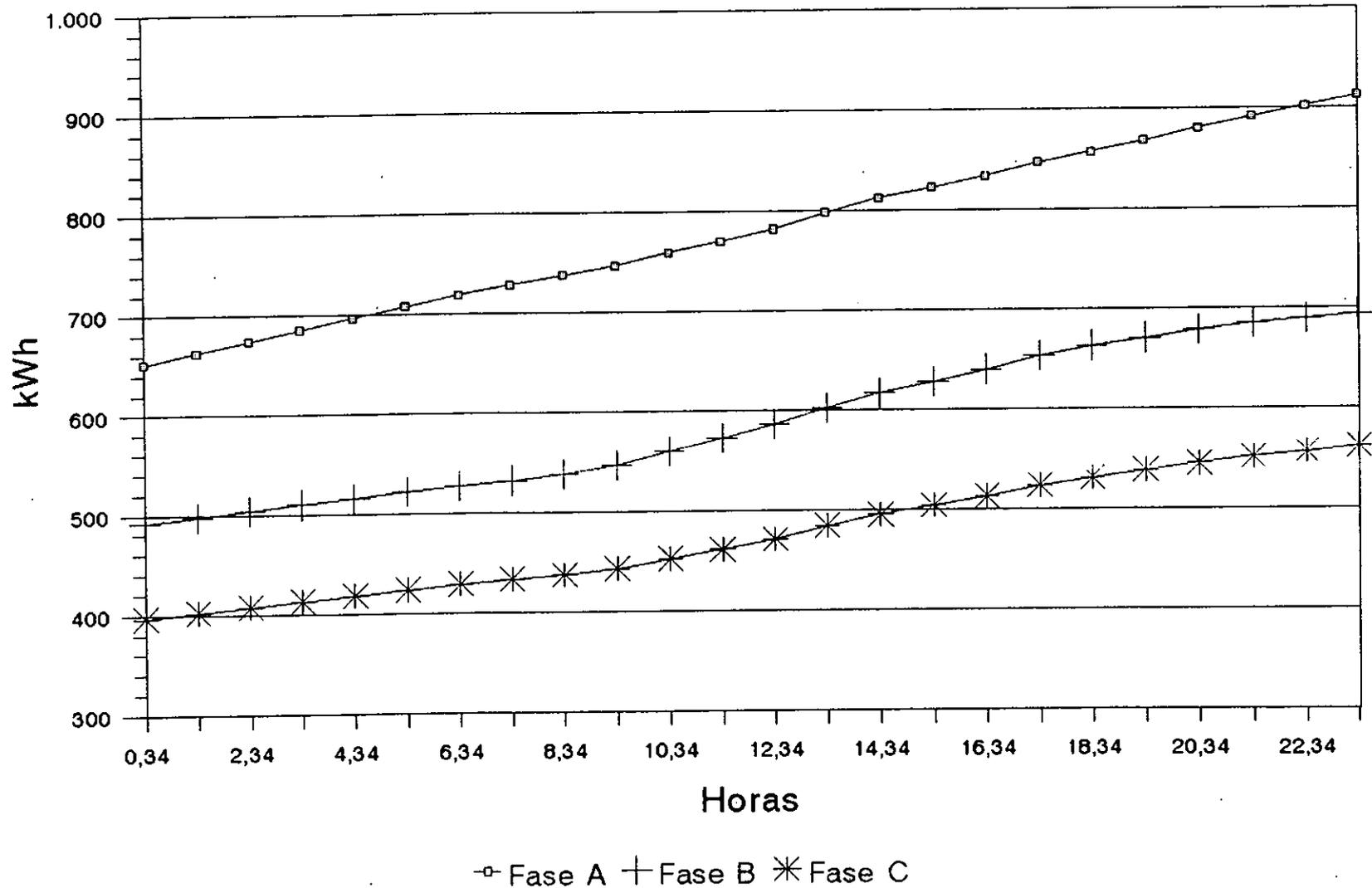
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.14 Consumos Acumulados Totales

Centro de Investigación en Energía

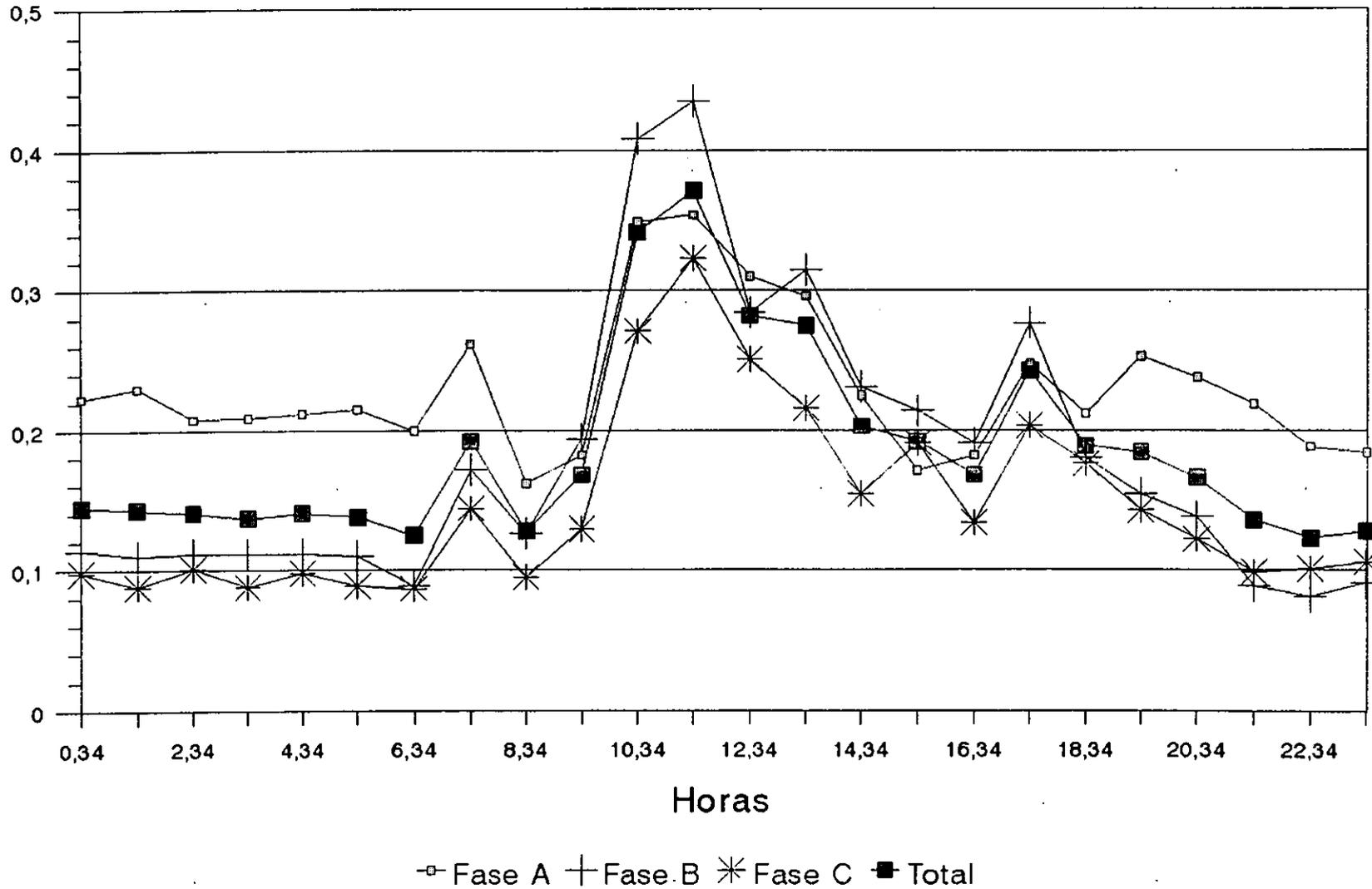
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.15 Consumos Acumulados por Fases

Centro de Investigación en Energía

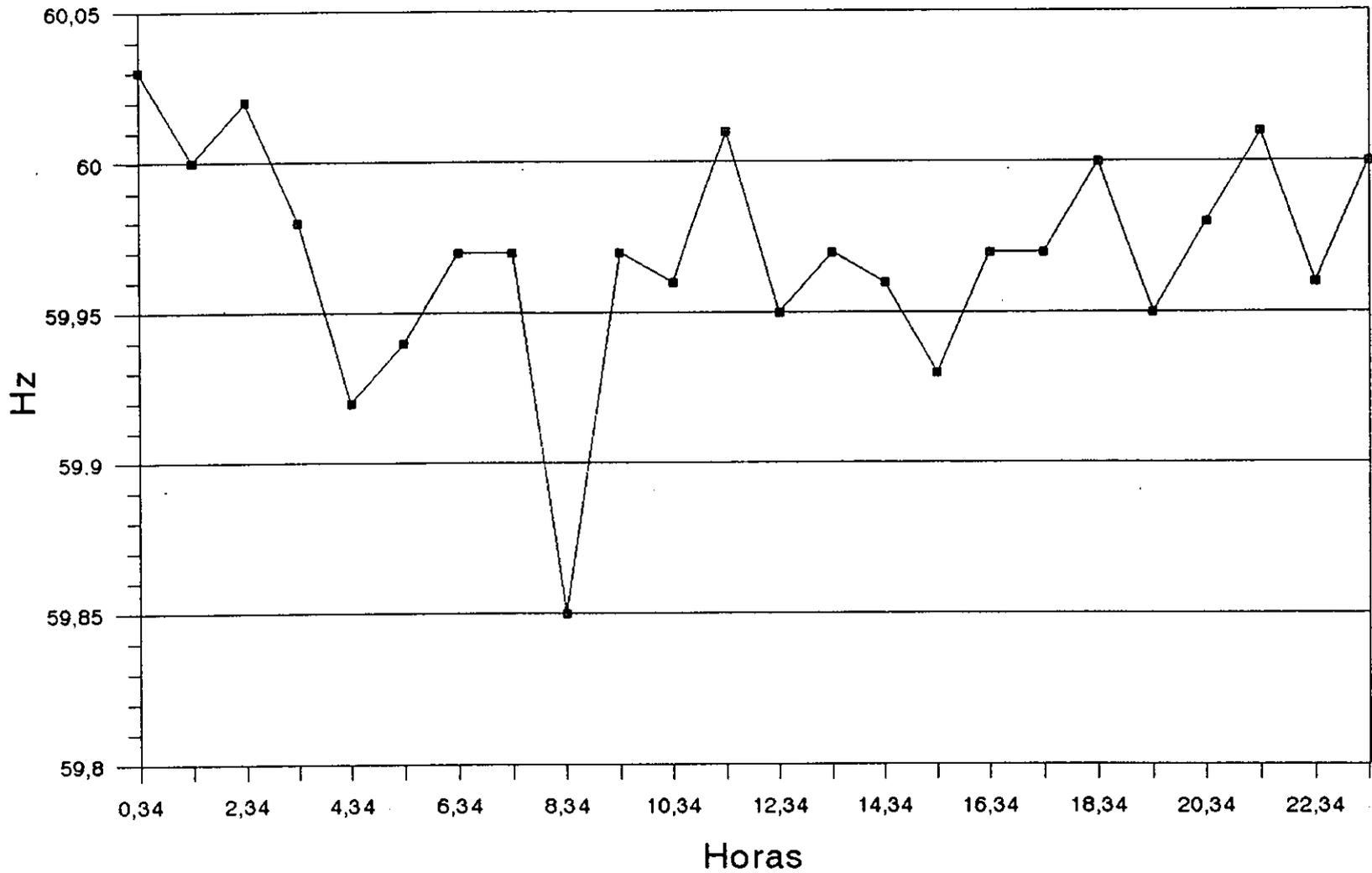
Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.16 Factor de Potencia

Centro de Investigación en Energía

Subestación 750 KVA, (21-28/08/95) jueves 24



Gráfica 6.17 Frecuencia

6.8 MEDICIONES EN EL SISTEMA DE ILUMINACION

El equipo que se utilizó para tomar los niveles de iluminación en áreas de trabajo fueron dos Luxómetros marca: Kyoritsu 5200 y Testoterm 0500, para cada tipo de recinto se tomaron las siguientes lecturas en promedio:

Recintos	No. de lecturas
Oficinas	3
Servicios (pequeños: baños, anexos, etc.)	4
Servicios (grandes: biblioteca, auditorio, etc.)	9
Laboratorios	8

De estas lecturas se derivaron los siguientes resultados:

La relación promedio entre la iluminación medida y la recomendada por IESNA ² (Im/Ir) en horas de luz natural con iluminación artificial fue en:

Recintos	Im/Ir
Oficinas	1.60
Servicios	1.17
Laboratorios	0.77

La relación promedio entre la iluminación medida y la recomendada por IESNA ² (Im/Ir) en horas de luz artificial (sin luz natural) fue en:

Recintos	Im/Ir
Oficinas	0.59
Servicios	0.44
Laboratorios	0.46

La densidad de potencia lumínica fue en:

Recintos	Medida	Recomendada *	Variación
	W/m ²	W/m ²	%
Oficinas	10.21	23.71	-56.93
Servicios	17.87	23.93	-25.32
Laboratorios	10.84	17.26	-37.19

Nota: * Con la tecnología instalada.

Cabe aclarar que la Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales, señala que con el propósito de promover la utilización de equipos y sistemas de control de alumbrado como una alternativa que propicie el uso eficiente de energía, se establecen **bonificaciones de potencia eléctrica** por el uso de sensores de presencia, atenuadores (dimmers), sensores de luz (daylight), temporizadores (timers) etc.

6.9 MEDIDAS RECOMENDADAS PARA DISMINUIR LOS CONSUMOS DE ENERGIA ELECTRICA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA TEMIXCO, MORELOS

6.9.1 Medidas de baja inversión

- En los recintos donde se tienen buenos niveles de iluminación en el día y además cuenten con suficiente luz natural, se recomienda apagar la luz artificial por lo menos durante 5 horas del día.
- Asimismo mantener apagadas las luminarias en recintos desocupados y durante el día en pasillos y pasos cubiertos.
- Apagar la iluminación de estacionamientos después de las 24:00 horas y en los fines de semana.

Acción	Energía Ahorrada kWh/mes	Ahorro Económico \$/mes
1.- Disminución de 5 horas de alumbrado fluorescente	2,979.16	1,063.33
2.- Apagado parcial del estacionamiento a las 24 horas	450.00	160.00
Total ahorrado	3,429.16	1,223.33

- En los laboratorios donde existe gran deficiencia de iluminación en el día; es importante mantener los techos, paredes, cortinas y ventanas limpias, procurando que predominen en ellos los colores claros, evitar que la vegetación (enredaderas) impidan el paso de la luz natural por las ventanas, se sugiere utilizar iluminación de apoyo (lámparas de mesa) en áreas específicas donde se necesite tener mejor iluminación, de tal manera que se pueda prescindir de ella cuando no se utilice.
- Siendo el equipo de laboratorio y de cómputo los más representativos por su cantidad, se sugiere tener cuidado de desconectarlos cuando no se utilicen, durante las horas y días en que no se labore, disminuyendo así las posibilidades de ser dañados por el voltaje que se presenta además de ahorrar energía eléctrica.

- Se recomienda realizar un programa de mantenimiento para que el equipo, se encuentre siempre en buenas condiciones y evitar pérdidas por mal funcionamiento.
- Si se va adquirir un nuevo equipo es importante considerar sus consumos de energía como criterio de selección sin descuidar su utilidad en la actividad a realizar.
- Es importante realizar continuamente campañas de concientización a la comunidad en general para utilizar la energía eléctrica solo cuando sea necesario.
- Se sugiere pedir a la empresa responsable del proyecto del banco de capacitores una revisión de la capacidad y su instalación para determinar porqué no ha mejorado el factor de potencia.
- El voltaje que se registra, representa un problema muy serio para el equipo eléctrico sensible que no tiene la capacidad de soportar y trabajar con esos valores de voltaje; se recomienda: revisar en el transformador si tiene la alimentación de energía en el tap de menor valor.

6.9.2 Medidas con inversión

La capacidad de la subestación es muy grande aún cuando se detectan los picos de demanda máxima, solo se utiliza el 7 % de la capacidad nominal de la subestación.

- ⁴ Conviene sustituir el transformador por uno de menor capacidad, probablemente de 112.5 KVA que soportaría la carga actual, teniendo además un margen por si existen planes de crecimiento en los próximos 10 años. Con esta acción disminuye considerablemente el consumo de energía por energización del transformador, con lo que se obtiene un ahorro económico suficiente para que la inversión se recupere en un año, esto significaría ahorro económico y energético en los años posteriores. Además se disminuye también la capacidad del banco de capacitores, necesario para elevar el factor de potencia.

Es urgente corregir el bajo factor de potencia porque es causa de excesivos recargos en el costo de la energía eléctrica, además de limitar la capacidad del transformador con el riesgo de incurrir en sobrecargas peligrosas, calentamiento y pérdidas excesivas e innecesarias en los conductores de energía eléctrica.

- Se recomienda detectar de que tablero se alimentan las cargas como los equipos de aire acondicionado, extractores e inyectores de aire, hidroneumáticos, etc., para colocar un banco de capacitores para este tipo de carga y energizarlo únicamente cuando estos estén funcionando, de esta manera se evita tener la carga del banco de capacitores las 24 horas del día.
- Si el voltaje no mejora se sugiere recurrir a especialistas para que realicen un análisis detallado del transformador para conocer en donde se encuentra el problema y de ser posible sustituirlo.

En caso de que el transformador se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento lo que procede es notificar a la C.F.E. para que revise el voltaje que está suministrando a la dependencia.

- Medidas de sustitución de equipo para obtener los niveles de iluminación actuales disminuyendo la potencia instalada.

1. *Lámparas fluorescentes de 40 W:* Actualmente existen instaladas 560 lámparas, que representan el 67 por ciento de la carga de iluminación total.

2. *Lámparas fluorescentes de 75 W:* Actualmente existen instaladas 48 lámparas, que representan el 11 por ciento de la carga de iluminación total.

3. *Lámparas incandescentes de 75 W y 100 W:* Actualmente existen instaladas 29 lámparas que representan el 5 por ciento de la carga de iluminación total.

4. *Lámparas de vapor de mercurio de 400 W:* Actualmente existen 5 lámparas que representan el 4.7 por ciento del total de carga por iluminación instalada.

En la **TABLA 7** se presentan el resultado del análisis económico de las alternativas consideradas para la sustitución de las lámparas fluorescentes:

A continuación se explica brevemente la tabla 7.

Lámparas de 40 W

- 1.0 Sistema actual tomando como base, 15 horas diarias de operación y 220 días laborables al año.
- 1.1 Sistema actual reduciendo 5 horas diarias de operación de las luminarias (sin cambios de componentes).
- 1.2 Utilizando lámpara ahorradora de energía de 34 W, arranque rápido y con balastro ahorrador de energía.
- 1.3 Utilizando lámpara ahorradora de energía de 34 W, arranque rápido, con balastro híbrido.
- 1.4 Utilizando lámpara T-8 de 32 W, arranque rápido con balastro electrónico.
- 1.5 Utilizando lámpara T-8 de 32 W, arranque rápido con balastro híbrido.
- 1.6 Sistema actual, adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 1.7 Utilizando lámpara ahorradora de 34 W, arranque rápido, balastro ahorrador de energía y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 1.8 Utilizando lámpara ahorradora de 34 W, arranque rápido, balastro híbrido y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 1.9 Utilizando lámpara T-8 de 32 W, arranque rápido, balastro electrónico y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 1.10 Utilizando lámpara T-8 de 32 W, arranque rápido, balastro híbrido y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las luminarias instaladas.

Lámparas de 75 W

- 2.0 Sistema actual tomando como base 15 horas diarias de operación y 220 días laborables al año.
- 2.1 Sistema actual reduciendo 5 horas diarias de operación, (sin cambios de componentes).
- 2.2 Utilizando lámpara ahorradora de 60 W con balastro electrónico.
- 2.3 Utilizando lámpara T-8, de 59 W con balastro electrónico.
- 2.4 Utilizando lámpara ahorradora de 60 W con balastro ahorrador de energía.
- 2.5 Sistema actual, adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 2.6 Utilizando lámpara ahorradora de 60 W, balastro ahorrador de energía y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.
- 2.7 Utilizando lámpara T-8 de 59 W, balastro electrónico y adaptando la luminaria con un reflector especular, eliminando la mitad de las lámparas instaladas.

En la **TABLA 8** se presenta el resultado del análisis económico de las opciones para sustituir los focos incandescentes de pasillos y escaleras por lámparas fluorescentes compactas ahorradoras de energía, obteniendo los niveles de iluminación actuales. A continuación se explican las diferentes alternativas propuestas en la tabla:

Lámparas incandescentes de 75 W

- 3.0 Sistema actual, lámpara incandescente de 75 W, 15 horas de operación con 220 días laborables.
- 3.1 Sistema actual, reduciendo 5 horas de operación cuando hay suficiente luz natural.
- 3.2 Utilizando lámpara fluorescente compacta SLS de 20 W + 5 W del balastro.

Lámparas incandescentes de 100 W

- 4.0 Sistema actual, lámpara incandescente de 100 W, 15 horas de operación, 220 días laborables.
- 4.1 Sistema actual, reduciendo 5 horas diarias de operación, cuando hay suficiente luz natural (sin cambios de componentes).
- 4.2 Utilizando lámpara fluorescente compacta SLS de 25 W + 5 W del balastro.

En la **TABLA 9** se presenta el resultado del análisis económico de las opciones para sustituir las lámparas de alta intensidad de descarga ubicadas en azoteas. A continuación se explican las diferentes alternativas propuestas:

Lámparas de Vapor de Mercurio 400W

- 5.0 Sistema actual, lámpara de vapor de mercurio de 400 W, 15 horas diarias, 220 días de operación.
- 5.1 Sistema actual, apagando 60 % de la iluminación a las 24 horas.
- 5.2 Utilización de lámparas de vapor de sodio de 250 W, 15 horas diarias, 220 días de operación.

A continuación se anexan las tablas 7, 8 y 9.

TABLA 7 ANALISIS ECONOMICO

Lámparas Fluorescentes de 40 y 75 Watts

CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA; TEMIXCO, MORELOS

TARIFA OM :		0.36	\$/kwh	DIAS/AÑO	USO:	15.00 hrs/día	TASA DE INT	7.96%
Enero 1997		47.71	\$/kW	220.00	(CETES-INFLACIÓN)			
#	ARREGLO	INVERSION	AHORRO	PORCIENTO	AHORRO	RECUPER	C.E.A.	
		MILES \$	ENERGIA	BASE	ECONOMICO	BASE	N\$/KWh	
			MWh/año	%	MIL \$/AÑO	AÑOS		
A								
	No. de lámparas de 40 W:	560						
1.0	Lámp. T-12 40W\AR\ ACTUAL (base)	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.1	Lámp. T-12 40W (10 hrs/día)	0.000	30.800	33.33	10.99	0.00	0.00	0.00
1.2	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Ahorrador	33.096	26.426	28.60	14.01	2.36	0.27	
1.3	Lámp. Ahorradora 34W\ Bal. Híbrido	53.536	29.568	32.00	15.68	3.42	0.39	
1.4	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Electrónico	75.096	35.112	38.00	18.61	4.03	0.46	
1.5	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Híbrido	57.456	33.264	36.00	17.63	3.26	0.37	
1.6	Lámp. T-12 40W\ 2X40-1X40 REF. ESP.	30.800	46.200	50.00	24.49	1.26	0.22	
1.7	Lámp. Ahorradora 34W\AR\Bal. Ahorrador REF. ESP.	47.348	59.413	64.30	31.50	1.50	0.17	
1.8	Lámp. Ahorradora 34W\AR\Bal. Híbrido REF. ESP.	26.768	60.984	66.00	32.33	0.83	0.09	
1.9	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Electrónico REF. ESP.	68.407	63.756	69.00	33.80	2.02	0.23	
1.10	Lámp. T-8 32W\AR\ Bal. Híbrido REF. ESP.	59.587	62.832	68.00	33.31	1.79	0.20	
B								
	No. de lámparas de 75 W:	48						
2.0	Lámpara actual T-12 75W (15 hrs/día)	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.1	Lámpara actual T-12 75W (10 hrs/día)	0.000	4.950	33.33	1.77	0.00	0.00	
2.2	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Electrónico	8.784	5.650	38.05	2.99	2.94	0.19	
2.3	Lámp. T-8 59W\ Bal. Electrónico	10.416	5.803	39.08	3.07	3.39	0.24	
2.4	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Ahorrador	5.112	4.871	32.80	2.58	1.98	0.06	
2.5	Lámp. 40W 2X75-1X75\ Bal. Electromag. REF. ESP.	5.280	9.860	66.40	5.23	1.01	0.09	
2.6	Lámp. Ahorradora 60W\ Bal. Ahorrador REF. ESP.	7.836	10.250	69.02	5.44	1.44	0.08	
2.7	Lámp. T-8 59W\ Bal. Electrónico REF. ESP.	10.488	9.944	66.96	5.27	1.99	0.14	

TABLA 8
ANALISIS ECONOMICO DE LAMPARAS INCANDESCENTES DE 75 Y 100 WATTS
CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA; TEMIXCO, MOR.

ARREGLO		INVERSION	AHORRO DE ENERGIA	AHORRO ECONOMICO	CONSUMO DE ENERGIA	COSTO DE LA ENERGIA	RECUPER. BASE
		\$	kWh/Año	\$/Año	kWh/Año	\$/Año	(Años)
24 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 75 WATTS							
3.0	Lamp. incandesc. 75W, 15 hrs.	864.00			5,940.00	3,149.06	
3.1	Lamp. incandesc. 75W, 10 hrs.	864.00	1,980.00	706.26	3,960.00	2,442.80	
3.2	Lamp. fluoresc. compacta 20W	2,160.00	3,960.00	2,099.38	1,980.00	1,049.68	1.02
5 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 100 WATTS							
4.0	Lamp. incandesc. 100W, 15 hrs.	180.00			1,650.00	874.74	
4.1	Lamp. incandesc. 100W, 10 hrs.	180.00	550.00	196.17	1,100.00	678.57	
4.2	Lamp. fluoresc. compacta 25W	450.00	1,155.00	612.32	495.00	262.42	0.73

Lámparas ubicadas en áreas de tipo servicio general

TABLA 9
ANALISIS ECONOMICO PARA LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO
CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA; TEMIXCO, MOR.

ARREGLO		INVERSION	AHORRO DE ENERGIA	AHORRO ECONOMICO	CONSUMO DE ENERGIA	COSTO DE LA ENERGIA	RECUPER. BASE
		\$	kWh/Año	\$/Año	kWh/Año	\$/Año	(Años)
5 LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO 400 W							
5.0	V.M 400W, 12 hrs encendidas	1,075.00			10,800.00	5,283.19	
5.1	V.M 400W, 6 hrs. encendidas	1,075.00	5,400.00	1,925.96	5,400.00	3,357.23	
5.2	V.S 250W, 12 hrs. encendidas	935.00	4,050.50	1,981.20	6,750.00	3,301.99	0.47

Lámparas ubicadas en azotecas

6.10 MEDICIONES DE LOS SISTEMAS DE TIERRA

Observaciones

- 1.- En el laboratorio de Fotovoltaicos, uno de los valores registrados del sistema de tierra es de 30.2 ohms, valor muy elevado considerando que es para contactos que alimentan a los equipos de laboratorio. La norma IEEE Std. 142 indica que para equipo electrónico el valor de resistencia de la tierra física no debe exceder de 2 ohms.
- 2.- Algunos de los valores de los sistemas de tierra de pararrayos son muy elevados como en el laboratorio de Termodinámica y Transferencia de Masas con 42 y 34 ohms, también en el laboratorio de Fotovoltaicos se tiene un valor de 60.1 ohms.
- 3.- La malla del sistema de pararrayos de los laboratorios de Termodinámica Aplicada y de Transferencia de Masas se encuentra trozada y faltan algunas puntas, por lo que no hay continuidad y en caso de que cayera un rayo este no tendría un camino que lo lleve a tierra.
- 4.- Las abrazaderas de las deltas que se midieron y que corresponden a los sistemas de tierra del edificio de Gobierno y del laboratorio de Fotovoltaicos, se encuentran totalmente oxidadas por lo que no existe buena continuidad en el sistema.

6.10.1 LOCALIZACION DE LOS SISTEMAS DE TIERRA

SISTEMAS DE TIERRA ELECTRONICA

- 1.- El sistema de tierra electrónica correspondiente al edificio de Gobierno se localizó en el jardín que se encuentra entre los edificios de Gobierno y de Apoyo. Para el laboratorio de Fotovoltaicos su tierra electrónica se encuentra en el jardín del lado norte del laboratorio, todos los sistemas tienen un diseño tipo delta con varillas Copper-Weld espaciadas 3 metros entre sí.

SISTEMAS DE TIERRA DE PARARRAYOS

Los sistemas de tierra de pararrayos del laboratorio de Termodinámica Aplicada y Transferencia de Masas y del laboratorio de Fotovoltaicos se localizan en el jardín norte de la dependencia. En el perímetro superior de la azotea de cada uno de los edificios, se encuentra una jaula de Faraday unida mecánicamente a cada uno de los cables de bajada a tierra, con cable de aluminio desnudo

de 1/0. En estos edificios se encontró que el estado actual del sistema de pararrayos dista mucho del diseño original debido a que actualmente han desaparecido la mayor parte de las puntas y las bases están rotas, además en algunos tramos se encuentra roto el cable conductor.

6.10.2 SISTEMAS DE TIERRA PARA EL EQUIPO ELECTRONICO

En el Centro de Investigación en Energía se localizaron tres sistemas de tierra electrónica, una en el edificio de Gobierno y dos para el laboratorio de Fotovoltaicos.

El resultado de las mediciones realizadas el 30/09/98 se muestran en la siguiente tabla:

EDIFICIO	PUNTO	RESISTENCIA [OHMS]	HORA	FECHA	PROMEDIO [OHMS]
Edificio de Gobierno	1	6.65	12:00	30/09/98	6.60
	2	6.58	12:26	30/09/98	
	3	6.54	12:30	30/09/98	
Lab. de Fotovoltaicos (sist. 1)	1	30.20	17:30	30/09/98	30.20
Lab. de Fotovoltaicos (sist. 2)	1	9.02	16:47	30/09/98	8.76
	2	8.50	17:00	30/09/98	

6.10.3 SISTEMAS DE TIERRA DE PARARRAYOS

Se realizó la medición de los sistemas de tierra de pararrayos obteniendo los siguientes valores:

EDIFICIO	PUNTO	RESISTENCIA [OHMS]	HORA	FECHA	PROMEDIO [OHMS]
Lab. de Termodinámica y Transferencia de Masas	1	6.15	14:20	30/09/98	27.38
	2	42.00	12:00	30/09/98	
	3	34.00	14:00	30/09/98	
Lab. de Fotovoltaicos	1	60.10	15:55	30/09/98	37.04
	2	13.98	16:00	30/09/98	

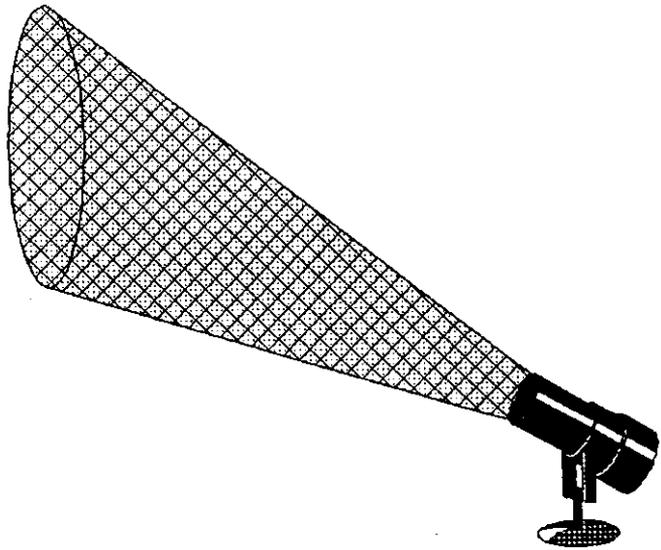
6.10.4 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LOS SISTEMAS DE TIERRA

- 1.- Es necesario corregir el cable trozado del sistema de pararrayos de los laboratorios de Termodinámica Aplicada y Transferencia de Masas, debido a que no tiene continuidad la malla del sistema y en caso de que cayera un rayo, éste no tendría un camino a tierra lo que puede afectar muy gravemente al equipo protegido.
- 2.-⁵ Respecto a los valores del sistema de pararrayos, estos se encuentran muy elevados respecto a lo recomendado en la norma NFPA 780, que especifica un valor máximo de 20 ohms. En tiempo de estiaje los valores registrados se incrementarán aún más, por lo que se recomienda enriquecer con bentonita y coke el lugar donde está cada uno de los electrodos de tierra.
- 3.- En el laboratorio de Fotovoltaicos se encontró un valor de resistencia arriba de lo recomendado para este tipo de tierra electrónica, se sugiere enriquecer con bentonita y coke cada una de las bajadas para disminuir su valor de resistencia y mantener humedo el jardín.
- 4.- Si es posible impermeabilizar la azotea para que la malla del sistema y bases donde van colocadas las puntas queden bien cubiertas y no pueda ser trozada tan fácilmente.
- 5.- Cambiar las abrazaderas de las deltas de los sistemas de tierra ya que se encuentran totalmente oxidadas y por lo tanto no existe buena continuidad en el sistema.
- 6.- Soldar las deltas de los sistemas de tierra con soldadura cadweld para mejorar su continuidad.
- 7.- Se sugiere dar seguimiento a las mediciones de las resistencias de cada uno de los sistemas de tierra, mínimo cada tres meses, para ir vigilando el valor que va teniendo a lo largo del año y tener una estadística de estas mediciones.
- 8.- Se recomienda unir todos los sistemas de tierra en un solo registro para eliminar las diferencias de potencial que existen entre ellos y bajar la resistencia a un solo valor mínimo.

Referencias

- ¹ Instituto de Investigaciones en Materiales, *Laboratorio de Energía Solar*, Informe anual 1994.
- ² Illuminating Engineering Society of North America; *Part IV Lighting Applications*, Lighting Handbook 8ª Edición.
- ³ Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal; Comisión Nacional para el Ahorro de Energía; *Norma Oficial Mexicana (NOM-000-SEP-1994)*.
- ⁴ TEIMSA Transformadores y maquinaria, S. A. de C.V.; *Cotización de un transformador de 112.5 KVA enfriado en aceite*, Diciembre de 1998
- ⁵ Norma IEEE Std. 142, *Recomendaciones para el diseño de un sistema de tierras seguro*.
- ⁶ Programa Universitario de Energía UNAM, *Reporte del Diagnóstico Energético del Centro de Investigación en Energía; Temixco, Morelos*.

7



Resultados y Conclusiones

CAPITULO 7

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

RESULTADOS

El **objetivo general** de este trabajo es evaluar los potenciales de ahorro de energía que se tienen en las dependencias de la UNAM, ubicadas en el Valle de Cuernavaca, así como analizar cuales serían las medidas más adecuadas que se pueden llevar a cabo con la finalidad de tener un uso racional de la energía.

En todas las dependencias auditadas, el uso de la energía eléctrica es la más representativa, en cuanto a consumos de energía, por tal motivo se realizó un análisis técnico-económico para la sustitución de balastos y lámparas instalados por otros de alta eficiencia y ahorradores de energía.

En las siguientes tablas se muestra la inversión, el ahorro de energía y el tiempo de recuperación de las alternativas de sustitución que se recomiendan, por considerarlas como las mejores.

TABLA 7.1
AHORRO POR SUSTITUCION DE LAMPARAS FLUORESCENTES

Dependencia	Inversión \$ M/N	Ahorro de Energía kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Recuperación Años
Campus Cuernavaca				
Centro de Inv. sobre Fij. de Nitr.	210,294.00	228,436.00	121,120.00	1.73
Instituto de Biotecnología	285,492.00	329,059.00	174,470.00	1.60
Laboratorio del Ins. de Física	81,640.00	82,720.00	43,860.00	1.86
Total campus	577,426.00	640,215.00	339,450.00	1.70
Centro de Inv. en Energía	76,243.00	74,006.00	39,240.00	1.94
Gran Total	653,669.00	714,221.00	378,690.00	1.72

- De aplicarse las medidas recomendadas de sustitución de lámparas fluorescentes en las dependencias del Valle de Cuernavaca se estima que se obtendría una disminución de 653,669.00 kWh/año en el consumo de energía, reportando un ahorro de \$ 378,690.00 pesos al año, con lo que la inversión se recupera en menos de dos años (Tabla 7.1).

TABLA 7.2
AHORRO POR SUSTITUCION DE LAMPARAS INCANDESCENTES

Dependencia	Inversión \$ M/N	Ahorro de Energía kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Recuperación Años
Campus Cuernavaca				
Centro de Inv. sobre Fij. de Nitr.	11,250.00	21,417.00	11,354.15	0.99
Instituto de Biotecnología	15,210.00	30,066.30	15,939.51	0.95
Laboratorio del Ins. de Física	10,260.00	23,496.44	12,456.33	0.82
Total campus	36,720.00	74,979.74	39,749.99	0.92
Centro de Inv. en Energía	2,610.00	5,115.00	2,711.70	0.96
Gran Total	39,330.00	80,094.74	42,461.69	0.92

- Al sustituir los focos incandescentes en pasillos, pasos cubiertos, baños, almacenes, y servicios por lámparas ahorradoras de energía se estima una disminución en el consumo de energía eléctrica de 80,094.74 kWh/año, reportando un ahorro económico de \$ 42,461.69 pesos al año, recuperando la inversión en un plazo no mayor a un año (Tabla 7.2).

TABLA 7.3
AHORRO POR SUSTITUCION DE LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA

Dependencia	Inversión \$ M/N	Ahorro de Energía kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Recuperación Años
Campus Cuernavaca				
Centro de Inv. sobre Fij. de Nitr.	6,919.00	45,716.25	14,809.34	0.46
Instituto de Biotecnología	10,659.00	41,546.25	19,759.50	0.53
Laboratorio del Ins. de Física	2,992.00	13,140.00	6,404.04	0.46
Total campus	20,570.00	100,402.50	40,972.88	0.50
Centro de Inv. en Energía	935.00	4,050.00	1,981.00	0.53
Gran Total	21,505.00	104,452.50	42,953.88	0.50

- Con el cambio de lámparas de vapor de sodio y vapor de mercurio de 400 W a vapor de sodio de 250 W de la iluminación exterior: azoteas, áreas verdes y estacionamientos, se estima un ahorro de 104,452.50 kWh/año y un ahorro económico de \$ 42,953.88 pesos al año, recuperando la inversión en menos de 6 meses (Tabla 7.3).

CONCLUSIONES

- De la información obtenida se observa que el mayor consumo de energía eléctrica se encuentra en el sistema de iluminación, ya que se estima le corresponde el 60 % de la facturación. Por esta razón consideramos que es el sistema con mayores potenciales de ahorro, en especial en el horario diurno.
- En las instalaciones del Campus Cuernavaca, Mor.; con la sustitución de las lámparas recomendadas se estima una disminución en el consumo de energía eléctrica de 815,597.24 kWh/año que comparado con el consumo facturado del año de 1997, representa el 20 %.
- En el Centro de Investigación en Energía; Temixco, Mor.; al aplicar el total de medidas de sustitución de lámparas por otras de alta eficiencia se estima un ahorro de 83,171.00 kWh/año que representa el 31 % del consumo facturado en el año de 1997.
- Al aplicarse las medidas de sustitución de lámparas por otras de alta eficiencia, en el total de las instalaciones de la UNAM ubicadas en el Valle de Cuernavaca, se estima que disminuye el consumo de energía eléctrica en 898,768.24 kWh/año, obteniéndose un ahorro de \$ 464,105.00 pesos al año; más otros ahorros derivados de la eficiencia en: la generación de vapor, en bombas, motores, compresores y del sistema de aire acondicionado, etc.
- Con los ahorros obtenidos por la utilización de mejor tecnología se disminuye en 50 % el consumo de energía por concepto de iluminación, siendo posible recuperar la inversión en poco tiempo, y los ahorros posteriores, podrán ser utilizados en otros rubros que lo necesiten.

- Si se adoptan las medidas recomendadas es necesario darle seguimiento al impacto que éstas tienen, por lo que es necesario contar con un monitoreo permanente de los consumos de energía y detectar a tiempo los posibles desperdicios para tomar acciones correctivas.

- Con un ahorro de energía de 898,768.24 kwh/año que representa un 20 % de la facturación, que es técnica y económicamente alcanzable al utilizar mejor tecnología en los sistemas de iluminación, se evita la quema de 1,297.29 barriles de combustóleo (según la mezcla mexicana equivalente) disminuyéndose las cantidades enlistadas de contaminantes emitidos a la atmósfera, lo que significa la mejora del medio ambiente:

1,033.58 Kg de NO_x
14,110.66 Kg de SO₂
2,588.45 Kg de CO₂
72.00 Kg de CO
961.51 Kg de partículas suspendidas

- Es prioritario en todas las dependencias poner en marcha un programa de administración de energía que tenga como propósito: fijar metas, planear y llevar a cabo acciones que se realicen teniendo como objetivo el ahorro y uso eficiente de la energía, reportar avances y logros de todas las áreas de la dependencia, para ello es conveniente involucrar a toda la comunidad de las dependencias. Se parte de la premisa de que las medidas de ahorro de energía son económicamente viables y tecnológicamente factibles.

- Es fundamental que todo ingeniero, esté convencido de la necesidad de conservar, los recursos energéticos y disminuir los impactos sobre el medio ambiente, de ahí la importancia de la optimización del uso de la energía, en todas sus manifestaciones y en todas sus aplicaciones. De esta forma, en todas la áreas de la Ingeniería desde la planeación, diseño, producción, mantenimiento etc., debe tenerse como prioridad el ahorro y uso eficiente de la energía.