

T  
621312  
V422  
C.2

**ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD**

**'ANALISIS DE LA ESTRUCTURA DE LA CURVA  
DE CARGA DE ABONADOS INDUSTRIALES  
DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL''**

**≡≡≡ TESIS DE GRADO ≡≡≡**

Previa a la Obtención del Título de:  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: POTENCIA

**PRESENTADA POR:**

**ALEX WAGNER VEGA QUEZADA**

**Guayaquil**

**1995**

**Ecuador**

6/3/03



D-15871

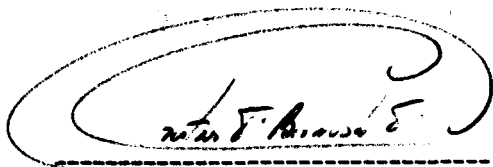




-----  
**Ing. Armando Altamirano**  
Presidente del Tribunal



-----  
**Ing. Juan Saavedra**  
Director de Tesis



-----  
**Ing. Gustavo Bermudez**  
Miembro Principal



-----  
**Ing. Jorge Flores**  
Miembro Principal

## **DECLARACION EXPRESA**

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.



---

**ALEX VEGA QUEZADA**

III .-	ESTUDIO DE UN CASO PARTICULAR.....	31
3.1 .-	Descripción General.....	31
3.1.1 .-	El Producto.....	32
3.1.2 .-	Ciclo de Producción.....	33
3.1.3 .-	El Sistema Eléctrico.....	34
3.2 .-	Modelación de las cargas.....	36
3.3 .-	Medidas de Conservación de energía y Eficiencia de equipos.....	47
3.3.1 .-	Sistema de Aire Acondicionado.....	49
3.3.2 .-	Sistema de Aire Comprimido.....	52
3.3.3 .-	Sistema de Iluminación.....	55
3.3.4 .-	Sistema Eléctrico.....	58
3.4 .-	Reestructuración de Cargas.....	60
IV .-	PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	64
4.1 .-	Determinación de la curva final de carga.....	65
4.2 .-	Posibilidad de Ahorro Energético a otro tipo de industrias.....	69
4.2.1 .-	Monitoreo en línea.....	71
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
	ANEXOS.....	76
	BIBLIOGRAFIA.....	86



## **INTRODUCCION**

En el año de 1989 el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), decidió emprender el Programa de Estudios Tarifarios del Sistema Eléctrico Ecuatoriano basado en costos marginales, contando para el efecto con un préstamo del Banco Mundial.

Para llevar adelante el mencionado Programa, se determinó que el mismo sea efectuado por la Dirección de Estudios y Control de Tarifas de Inecel. Uno de los Subprogramas del Estudio consistía en la investigación y determinación de las características de las curvas de carga estratificadas de los sectores residencial y comercial. La obtención de curvas de carga mediante encuestas a los usuarios, representa una alternativa que permite complementar las informaciones obtenidas mediante las mediciones. Con este propósito se utilizó la metodología recomendada por el Economista Alessandro Barghini, asesor del Banco Mundial, que consiste en desarrollar las curvas de carga sectoriales mediante entrevistas a grupos de abonados de manera que, agregando las curvas individuales de los sectores y de los estratos a los que pertenecen, se consiga obtener un conocimiento de los sectores servidos.

Esta investigación, fue llevada a cabo durante los años 1991 y 1992, y tuvo como objetivo básico reconstruir las curvas de carga sectoriales en áreas urbanas de las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, Manta y Portoviejo; y, en áreas rurales, sobre pequeñas muestras tomadas en las

localidades de: Quiroga en la Sierra y Archidona en el Oriente. El estudio procuró también determinar las variaciones que se presentan entre las estaciones de invierno y verano y entre los días laborables y feriados de cada estación.

No se incluyó en esta oportunidad al sector industrial, pues se creyó conveniente realizar para dicho sector una investigación particular, debido a la mayor complejidad que implica la conceptualización y el análisis del mismo. Esta actividad fue realizada en Guayaquil y Quito, el Instituto Nacional de Energía (INE) encuestó 100 industrias en Quito mientras que en Guayaquil 50 industrias fueron encuestadas bajo la dirección del Ing. Juan Saavedra.

En los métodos tradicionales de análisis e investigación de carga, las curvas de un determinado sector son obtenidas mediante mediciones de las demandas de abonados, grupos de abonados, transformadores, ubestaciones, líneas de alimentación primarias y secundarias, luego de lo cual, mediante un tratamiento estadístico, se consigue que las informaciones tengan una representatividad del grupo de abonados al que pertenecen. Las curvas así obtenidas, no permiten un conocimiento detallado de los elementos que la componen. El presente trabajo, utilizando como base la metodología aplicada por INECEL para la obtención de las características de las curvas de carga de los sectores residencial y comercial mediante encuestas, pretende determinar la estructura de la curva de carga para un abonado industrial de Guayaquil.

Procediéndose posteriormente a un análisis que nos permita tener un conocimiento del uso que el abonado le da a su energía eléctrica, esto posibilitaría determinar la participación o responsabilidad en la demanda máxima de los mismos, de forma que se pueda establecer políticas de carácter técnico y tarifario que orienten el dimensionamiento de la demanda y procuren elementos que permitan el ahorro y la conservación de la energía.

Además el obtener la estructura de su curva de carga, permitirá al abonado industrial conocer la situación actual de su requerimiento de energía contra su capacidad instalada, característica necesaria para poder planificar en base a sus necesidades de producción el crecimiento energético de su industria o dimensionar correctamente la capacidad de su sistema de generación propia para de emergencia.

Finalmente, este trabajo desea ser la orientación para futuras aplicaciones del análisis de la estructura de carga de un abonado industrial de la ciudad de Guayaquil con variaciones y recomendaciones que nos permitan aprovechar al máximo la metodología del análisis por encuestas aplicada por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL).

## **I.- REVISION GENERAL DE LA LITERATURA.**

### **1.1 .- La curva de carga.**

La curva de carga es una representación gráfica que nos permite visualizar la cantidad y su comportamiento en el tiempo del consumo de energía eléctrica que un abonado o sector tiene. La curva de carga puede ser diaria, mensual o anual, la misma que es obtenida mediante mediciones de las demandas de un abonado, grupos de abonados, transformadores, etc.

La curva de carga de un abonado entrega información que puede ser utilizada en la representación del grupo de abonados al que pertenecen aunque no permiten un conocimiento detallado de los elementos que la componen, es decir entrega una representatividad del elemento medido, pudiendo ser este un abonado, un tablero, un transformador, una industria, un país sin indicarnos que la componen.

### **1.2 .- Estructura de la curva de carga.**

La curva de carga en sí, como ya habíamos indicado, nos entrega información sobre el uso y comportamiento de la energía eléctrica suministrada por la Empresa Eléctrica a los diferentes tipos de abonados. Siendo esta una información de manera global, es decir no nos detalla los elementos que permiten que la formación de una determinada curva de



carga, que a la vez servirían para determinar el destino o uso final que tiene la energía consumida.

El llegar a determinar la estructura que tiene la curva de carga de un determinado abonado, es decir conocer los elementos que la componen, permitirá al abonado tener la armas necesarias para alterar la forma de su curva de carga; ya sea modulando el consumo de sus cargas, cambiando hábitos de consumo de energía, etc. Además de, planificar un consumo idóneo, un crecimiento controlado de su consumo, dimensionar respaldos para su energía en situaciones de emergencia.

### **1.3 .- Tipos de tarifas Comercial e industrial.**

#### **1.3.1 .- Tarifa Comercial sin demanda.**

Esta tarifa se aplicará a los abonados comerciales cuya carga instalada sea hasta 10 KW. Si dentro de estos, existieren abonados con consumos superiores a 2000 KWh, la Empresa Eléctrica deberá revisar necesariamente la carga instalada, para proceder a una reubicación tarifaria, si el caso lo amerita.

#### **1.3.2 .- Tarifa Comercial con demanda.**

Esta tarifa se aplicará a los abonados comerciales cuya carga instalada sea mayor a 10 KW, y tiene los siguientes cargos:

S/. xxxx mensuales por cada KW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho de consumo.

S/. xxxx por cada KWh de consumo durante el mes.

En caso de que el medidor de un abonado no haya sido leído por alguna causa justificada, la factura mensual se calculará en base al consumo promedio de los tres últimos meses facturados.

### **1.3.3.- Tarifa Industrial Artesanal.**

Esta tarifa se aplicará a los abonados del servicio industrial, que utilicen el servicio eléctrico en trabajos de artesanías o pequeña industria y cuya carga instalada sea de hasta 10 KW, y tiene los siguientes cargos:

S/. xxxx mensuales como mínimo de pago con derecho a un consumo de hasta 100 KWh.

S/. xxxx por cada uno de los siguientes 400 KWh de consumo durante el mes.

S/. xxxx por cada uno de los siguientes 500 KWh de consumo durante el mes.

S/. xxxx por cada KWh de consumo adicional en el mes.

Aquellos abonados cuyos consumos sean superiores a 2000 KWh, la Empresa Eléctrica deberá revisar necesariamente la carga instalada, para proceder a un ajuste en su ubicación tarifaria si el caso amerita.

#### **1.3.4 .- Tarifa Industrial con demanda.**

Esta tarifa se aplicará a los abonados del servicio industrial cuya carga instalada sea mayor a 10 KW. El cargo por demanda aplicado a estos abonados, deberá ser ajustado, según se detalla más adelante en la medida que se cuente con los equipos de medición necesarios para establecer la demanda máxima de la industria.

En el caso de no disponer de este equipamiento deberá ser facturado sin el factor de corrección de la demanda.

Para abonados que cuenten con equipos de medición que permitan establecer la demanda máxima de la industria durante las horas de punta de la Empresa Eléctrica (18H00 a 21H00) y la demanda máxima mensual de la industria, el cargo por demanda de estos abonados se multiplicará por un factor de corrección que se calculará de la siguiente manera:

El valor de la demanda más alta que haya registrado la industria durante las horas de pico de la Empresa Eléctrica dividido para la demanda máxima registrada por la industria dentro del mes. Este factor de

corrección en ningún caso será inferior a 0,60. La demanda facturable a la cual se aplicará el cargo por demanda, esta definida más adelante.

### **1.3.5.- Demanda facturable.**

Cuando se dispone de registrador de demanda la demanda facturable es la máxima demanda registrada en el respectivo medidor de demanda, en el mes de facturación. La demanda facturable no podrá ser inferior al 70% de la demanda máxima registrada en los últimos doce meses, incluido el de facturación.

Cuando la instalación del abonado no tenga medidor de demanda máxima, la demanda facturable se computará de la siguiente forma:

El 90% de los primeros 10 KW de carga instalada.

El 80% de los siguientes 20 KW de carga instalada.

El 70% de los siguientes 50 KW de carga instalada.

El 50% del exceso de carga instalada.

Cualquier fracción que resulte del registro de medidores de demanda máxima o del cálculo indicado, se asimilará al entero próximo superior.

### **1.4.- Beneficios del análisis de la curva de carga.**

Analizar la curva de carga diaria, semanal, mensual o anual de un abonado, grupo de abonados, industria, sector, país; beneficia de manera

directa al desarrollo y planificación del sector consumidor de energía eléctrica, pues: un país determinará si es necesario invertir en generación eléctrica (hidráulica o térmica) o en su efecto hacer revisiones al pliego tarifario de manera que le permitan al usuario tener alternativas económicas halagadoras para producir fuera de las horas pico de demanda eléctrica; en el caso de una industria, maneje diferentes estrategias de control para disminuir sus picos de consumo y llegar a modular su curva de carga; mediante el análisis de la curva de carga de un abonado la empresa suministradora de energía puede representar el sector al que pertenece este abonado.

En fin todas estas ventajas de analizar una determinada curva de carga, dependiendo del sector que realice el análisis, se incrementarán considerablemente si podemos llegar a conocer cuales son los elementos que componen a la misma.



## **II.- METODOLOGIA DEL ANALISIS.**

### **2.1.- Descripción General.**

Todo dispositivo o equipamiento que usa electricidad, posee características definidas de consumo. La curva de demanda del universo es determinada por la sumatoria de pequeñas cargas en el contexto general, pero que sumadas determinan la demanda total; por otro lado, el consumo de energía es un fenómeno íntimamente ligado a parámetros socio-económicos. La descripción del mismo debe consecuentemente, partir de una identificación y caracterización socio-económica del usuario y del conocimiento tanto de las características técnicas, cuanto del comportamiento de los equipos durante las diferentes estaciones y regiones geográficas.

El conocimiento de estas características y la importancia que ellas representan en la definición de los diferentes usos en la composición de las curvas de carga, estableció la necesidad de efectuar con antelación varios estudios y análisis sobre las características técnicas y el comportamiento que los usuarios de cada sector y de cada región dan a las diversas clases de equipos eléctricos.

Es así como uno de los primeros estudios consistió en elaborar un inventario de los artefactos y equipos eléctricos para determinar: potencias nominales, potencias útiles, tamaños, variedades, etc.;

igualmente se efectuaron mediciones a los más representativos para definir los consumos específicos de los mismos.

Debido a la posición geográfica del Ecuador en el Continente, así como a su ubicación sobre la cordillera de los Andes, existen en su territorio diferentes climas definidos claramente en concordancia con la ubicación, es así como se tiene regiones de costa, sierra y oriente cuyas condiciones ambientales, altura, temperatura y humedad relativa, las convierte en regiones muy diferentes que hace que sus habitantes o abonados den a la energía eléctrica un uso distinto según la región.

Lo anteriormente expuesto motivó que deban efectuarse mediciones de los consumos específicos para las diferentes regiones. El consumo específico diario "CE" de un equipo eléctrico está dado por la fórmula siguiente:

$$CE \text{ (kwh/día)} = \text{Potencia (kw)} * \text{tiempo} * Kf$$

donde Kf: es una constante de frecuencia de uso

Si bien es cierto, la aplicación de esta fórmula es sencilla para la mayoría de los equipos eléctricos, no lo es para otros, pues se desconocen, o no es fácil determinar su potencia o su frecuencia de uso. Esto se debe al hecho que existen equipos conectados que no consumen energía necesariamente. En otros casos, la frecuencia de uso varía en función de

condiciones externas al equipo, como la temperatura y principalmente la humedad relativa, las mismas que varían en función de la región y de la época del año.

Luego de la determinación de los consumos específicos, se pudo contar con parámetros típicos que permitieron tanto el análisis, como la validación de los resultados de las encuestas, igualmente se pudo contar con elementos que posteriormente sirvieron para la estructuración de las curvas de carga.

## **2.2.- Medición Física.**

Realizar mediciones de consumo de energía o potencia no es parte esencial para llevar a cabo la aplicación de esta metodología, pero si es necesaria si queremos comparar los resultados globales entregados en el reporte final de esta aplicación con los resultados generales de consumo registrados por un equipo analizador de redes eléctricas, con la finalidad de conocer el grado de aproximación obtenido con la aplicación de la metodología de las encuestas.

Antes de llevar a cabo la aplicación de la metodología de encuestas a diferentes abonados industriales de la ciudad de Guayaquil, (INECEL) realizó con sus equipos la correspondiente medición y registro de consumo a cada uno de los abonados a encuestar con la finalidad de obtener su curva de carga típica y poder tomarla como referencia.



Existen algunas mediciones de cargas puntuales que ayudarían en el proceso de encuestas, para ahorrarnos tiempo y efectividad en los resultados; especialmente con equipos cuyo factor de carga es muy complejo determinar, recomendándose aplicar la metodología de encuestas no se trabaje con el valor nominal de su potencia sino su valor de operación o trabajo

### **2.3.- Análisis por Encuestas.**

La encuesta es realizada con un sorteo estratificado sobre el consumo. Para realizar el sorteo todos los consumidores son listados con una columna en la cual se indica el consumo medio mensual acumulado del primero hasta el consumidor en análisis.

Los consumidores son escogidos a cada 150.000 kwh/mes de consumo. La probabilidad de un consumidor a ser escogido es proporcional al consumo mensual. Los consumidores con más de 150.000 kwh/mes son siempre medidos siendo por esto definidos autorepresentativos.

El consumo del medidor utilizado para calcular el factor de expansión es siempre el consumo del abonado a la época del sorteo, sobre el cual el sorteo fue realizado.

300.000

Factor de expansión =  $\frac{300.000}{\text{Consumo del Medidor}}$

Consumo del Medidor

Cuando el factor de expansión es menor que 1, la empresa es autorepresentativa y es utilizado el factor de expansión de 1.

Objeto de la encuesta es la empresa o entidad la cual consume la energía eléctrica, el sorteo es realizado sobre los medidores, por tanto podemos encontrar cuatro situaciones distintas:

**Existe un solo medidor y una entidad consumidora:** Es la situación normal, no existen sesgos, el medidor y la entidad consumidora se identifica y el factor de expansión es dado por el factor de expansión del medidor.

**Existe más de un medidor por una sola empresa:** El tratamiento de la boleta se dará llenando tantas boletas sean los medidores y una sola boleta por la empresa. Deberán ser medidos todos los medidores encontrados, también si este no fuera sorteado. El factor de expansión sería el paso de sorteo dividido por la sumatoria del consumo de todos los medidores.

**Existe un único medidor el cual atiende a más de una empresa:** Es realizada una boleta por medidor y una boleta por cada empresa encontrada.

**Existe más de un medidor y más de una empresa:** Son medidos todos los medidores encontrados también si no fueran sorteados, y es

realizada una boleta por cada medidor y cada empresa. El factor de expansión es igual al sorteo dividido por la sumatoria del consumo de todos los medidores.

### **2.3.1.- Manual de la boleta de la empresa encuestada.**

#### **2.3.1.1.- Datos Generales.**

**Nombre de la empresa:** Identifica el nombre de la empresa encuestada.

**Rama de actividad CIU:** Número del código de actividad conforme la clasificación utilizada por INEC.

**Persona para el contacto:** Nombre de la persona con la cual se realiza la encuesta y responsable por toda la información proporcionada.

**Teléfono:** Número de teléfono de la persona con la cual será realizada la encuesta.

**Dirección:** Dirección de la empresa en la cual se realiza la encuesta.

**Consumo sorteado:** Indica el consumo del medidor en la época en la cual el medidor fue sorteado.

**Cantidad de medidores:** Indica la cantidad de medidores que atienden

las entidades encuestadas, o el conjunto de entidades encuestadas a partir del sorteo.

**Sumatoria del consumo de los medidores:** Indica la sumatoria del consumo de todos los medidores encuestados, en el caso que se trate de un solo medidor repetir el consumo indicado arriba.

**Cantidad de empresas:** Indica el número de empresas o entidades que son atendidas por el medidor o por el conjunto de medidores, en el caso que sea atendida una sola entidad colocar 1.

**Factor de expansión:** Indica el factor de expansión calculado conforme la metodología arriba especificada.

**Metros cuadrados de área construida:** Indica el número de los metros cuadrados del área construida de la entidad encuestada.

**Metros cuadrados de área no construida:** Indica el número de metros cuadrados de área libre no construida, representa la diferencia entre el área total del terreno y la proyección de la construcción.

**Número de funcionarios medio:** Indica el número de empleados los cuales trabajan en la entidad encuestada repartida por ramas de actividades, incluye también los empleados temporarios o de medios periódicos y los empleados de otras empresas los cuales trabajan

permanentemente en el sitio, por ejemplo empresas de limpieza y de seguridad.

**Incidencia del costo de la energía eléctrica porcentual en el costo de la producción?** : Esta pregunta se aplica solo a los abonados clasificados como de tipo industrial.

**Y en el costo de la facturación?** : Esta pregunta se aplica al comercio y a los servicios.

**Turnos de trabajo:** Indicar con cuantos turnos de trabajo la empresa funciona, siendo que, por convención definimos turnos de trabajo de 8 horas, siendo posibles situaciones de:

- 1 turno hasta 160 horas mes
- 2 turnos, de 160 a 320 horas mes
- 3 turnos, de 320 a 480 horas mes
- 4 turnos, de 480 a 640 horas mes
- 5 turnos más de 640 horas mes.

### 2.3.1.2.- Régimen de actividad.

Una empresa puede trabajar con diferentes turnos de trabajo, y dentro de la misma empresa, pueden existir sectores con diferente régimen de actividades. Para esta finalidad son reproducidas diferentes escalas, a ser llenadas conforme al régimen de actividades. Estas áreas

son necesarias principalmente para facilitar la **codificación** y la depuración de los eventos. Están presentes cuatro áreas de **codificación** para poder describir diferentes sectores de actividades de la empresa, por ejemplo: **Producción, Administración, Seguridad, etc.**

### 2.3.1.3.- Estacionalidad.

**Existen variaciones cíclicas de la producción?**

**Indicar si existen.**

**Describir**

.....

**Existen vacaciones colectivas?**

.....

**Indicar si existen y llenar un campo con el número del mes en el cual se realizan**

**(1=enero, ....., 12=diciembre).**

### 2.3.1.4.- Consumo de energía eléctrica.

**Preparar un cuadro con la distribución del consumo y de la demanda de energía del medidor durante los últimos 12 meses. Por medio de la media móvil reconstruir el factor de estacionalidad del consumidor. Si el consumo muestra una estacionalidad, pedir al consumidor la confirmación de la misma y que sea justificativa.**

Llenar dos campos, el primero con la variación porcentual máxima del consumo de energía eléctrica durante el año, y segundo de menor valor durante el año. El valor de estacionalidad es expresado en variación porcentual (%) sobre la media anual, y es seguido de un número que indica el mes en el cual el fenómeno se verifica.

### **2.3.1.5.- Consumo de otras fuentes de energía.**

Será una tabla, similar a la desarrollada por el consumo de electricidad, una por cada fuente de energía utilizada dentro de las entidades.

### **2.3.1.6.- Caracterización técnica del uso de la energía eléctrica.**

#### **Existe equipo interno de proyecto eléctrico?**

S ( )                      N ( )

Cuántos ingenieros? .....                      Cuántos técnicos? .....

#### **Existe equipo interno de manutención eléctrica?**

S ( )                      N ( )

Cuántos ingenieros? .....                      Cuántos técnicos? .....

#### **Existe control de reactivos?**

S ( )                      N ( )

Cuántos condensadores kwh? .....

Automáticos, semiautomáticos o manuales? .....

#### **Existen fuentes de control de la demanda máxima?**

S ( )            N ( )

Describir .....

### **2.3.1.7.- Reacción a una nueva tarifa.**

Las preguntas son colocadas únicamente para las empresas mayores. El sistema eléctrico introducirá una nueva tarifa basada sobre la división honoraria estacional de los costos por la cual la energía y la demanda será substancialmente más cara entre la 17h00 y las 22h00 del día y durante la estación seca.

Frente a esta política tarifaria, existe la posibilidad de modular la carga retirando algunos aparatos de la punta?

S ( )            N ( )

Cuáles, describir? .....

Con qué potencia? .....

Existe la posibilidad de entrar en la punta con la autogeneración?

S ( )            N ( )

Con qué potencia? .....

### **2.3.2.- Manual de uso de la boleta de eventos.**

El evento representa el mecanismo de describir los equipos y los usos de todos los aparatos que necesitan energía. Conceptualmente



todos los equipos deben ser por lo menos codificados una vez. Si el equipo no es utilizado, indica que la frecuencia de uso es 0.

Si el equipo es utilizado en diferentes formas, este será codificado en tantos eventos cuantos sean diferentes modos de uso, por ejemplo, si la lámpara es utilizada durante la semana de una forma y durante sábado y domingo de otra, este será codificado como dos eventos.

La sumatoria del consumo de todos los eventos representa el consumo de los equipos en las diferentes modalidades. La sumatoria de los eventos de equipo asumidas una sola vez, representa el total de los equipos presentes en la encuesta.

**Código del medidor:** Código del medidor medido y encuestado.

**Encuesta número:** Código de la empresa encuestada dentro del medidor.

**Evento:** Número progresivo del evento dentro de la encuesta, el número sigue una numeración progresiva dentro de la boleta de la encuesta y no del medidor.

**Sector de actividad:** Representa la repartición conceptual de la encuesta, en la cual la entidad encuestada es dividida en áreas homogéneas, en las cuales es realizada la encuesta, por ejemplo,



administración, ventas, producción, servicios generales, etc.

**Código Primario:** Identifica el tipo de uso en una división en grandes grupos, conforme al anexo Usos.

**Código Secundario:** Identifica el tipo de uso en un nivel mayor al detalle, conforme al anexo Usos.

**Destino (o usos finales):** Identifica la finalidad por la cual es utilizada la energía, conforme al anexo Usos.

**Número del equipo:** Número progresivo del equipo dentro de la encuesta. Este número identifica el equipo o el grupo de equipos, por lo tanto tiene una numeración progresiva a partir de 1, conforme la identificación del código secundario. Cuando un equipo es utilizado más de una vez, de modo diferente, es mantenido el mismo número utilizado en la primera vez que el equipo fue codificado.

**Cantidad de equipos:** Indica la cantidad de equipos del mismo tipo codificado del evento.

**Potencia Instalada:** Indica el factor de potencia instalada unitaria de los equipos codificados en KW.

**Factor de potencia:** Indica el factor de potencia en el cual trabaja el

equipo en condiciones medianas (en %).

**Factor de carga:** Indica el factor de carga en el cual funciona el equipo en condiciones normales (en %).

**Hora de inicio:** Es la hora en la cual el evento tiene la mayor probabilidad de iniciar su ciclo de operación (hh:mm).

**Hora de terminación:** Es la hora en la cual el evento tiene la mayor probabilidad de terminar su ciclo de operación (hh:mm).

**Hora más probable:** Es la hora en la cual el evento tiene la mayor probabilidad de estar realizado. La hora más probable puede no existir, y debe siempre estar incluida entre la hora de inicio y la hora de terminación (hh:mm).

**Duración:** Es el tiempo durante el cual el equipo está conectado. Verificar el manual de la encuesta residencial, el modo en el cual el programa de cálculo calcula el consumo y la distribución del consumo del tiempo, para entender mejor las variables.

**Mensual:** La codificación indica el número de veces que el fenómeno se repite durante el mes. El modo de codificación es el siguiente: abcd.

a: puede ser 1, 2, 3 ó 4. Corresponde al número de semanas/mes.

b: puede ser 0 ó 1. Cero corresponde si no trabaja los días festivos (fiestas nacionales o locales) y Uno si lo hacen.

c: puede ser 0, 1, 2 ó 3. Cero si no trabaja los sábados; 1 si trabaja los sábados; 2 si trabaja los domingos; 3 si trabaja los sábados y domingos.

d: puede ser 0, 1, 2, 3, 4 ó 5. Número de días laborales de trabajo por semana.

Por ejemplo: una lámpara que se queda encendida 30 días por mes, será indicado con 4135; si se queda encendida solo los domingos y festivos, será codificada con 4120.

**Anual:** Este campo indica el comportamiento del uso durante el año, la codificación sigue el siguiente criterio:

0 = No existe variación del consumo durante el año.

1 = El fenómeno se registrará únicamente en el invierno.

2 = El fenómeno se verifica únicamente durante el verano.

3 = El fenómeno aumenta en el verano.

4 = El fenómeno disminuye en el verano.

## **2.4.- Modelaje y Graficación.**

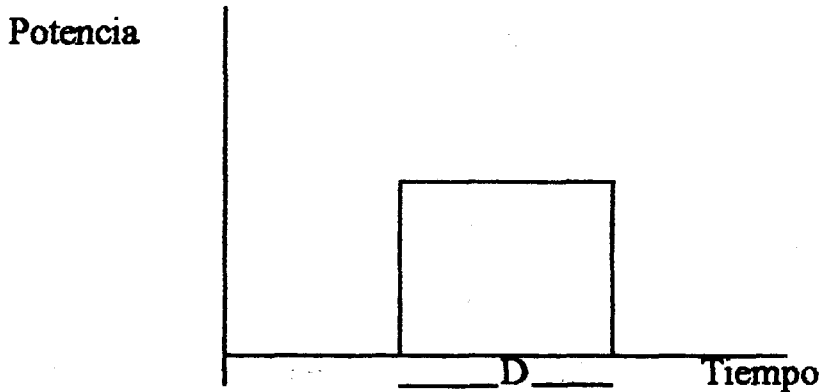
La información recopilada de las encuestas fue procesada mediante un programa computacional que permitió calcular la energía mensual consumida por el abonado encuestado, reconstruir y reproducir gráficamente la curva de carga de dicho abonado, a partir de los consumos de energía de cada uno de los eventos y posteriormente, encontrar las curvas agregadas y curvas promedios, las cuales tienen mayor relevancia.

Finalmente se realizó una verificación de las curvas obtenidas a partir de las encuestas con curvas medidas, hecho que permitió determinar su consistencia.

Se debe tener presente que la representación de los eventos exige el uso de dos conceptos distintos para la graficación: por un lado, la representación del evento eléctrico, en el cual se asume en un plano de coordenadas cartesianas la variable "x" como tiempo y la variable "y" como potencia.

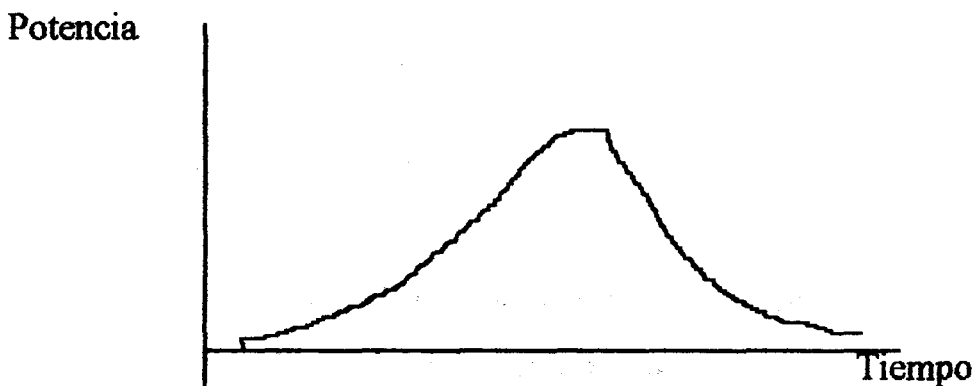
Se denomina evento "E" a la utilización efectiva de un artefacto eléctrico durante un tiempo determinado cuya duración "D" está limitada por la hora de inicio y la hora de término, y se presenta dentro de un intervalo "I" de tiempo posible de ocurrencia. El evento iluminación de una lámpara, cuya duración "D" es igual al intervalo "I" de ocurrencia, estaría

representado de la siguiente forma:



En este caso  $D = I$

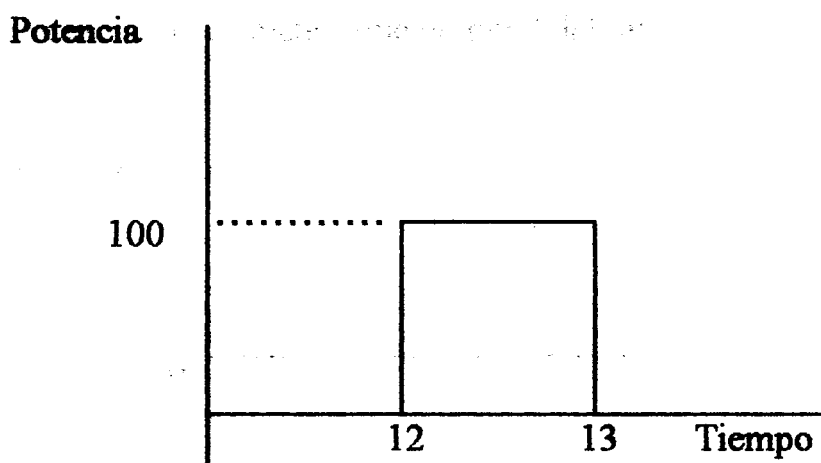
Por otro lado, la representación gráfica de posibilidades de ocurrencia del evento, cuya curva de probabilidades está delimitada por la hora de inicio y de término del evento, asume su valor máximo, en la hora más probable. El desarrollo de esta curva tiende a seguir una distribución de Poisson, cuyas variables no son conocidas. La dispersión de la ocurrencia a lo largo del intervalo probable de uso, depende de los estilos individuales de vida. Para el caso anterior, la probabilidad de ocurrencia del evento "uso de una lámpara", con una duración del evento menor al intervalo probable de uso, la probabilidad de ocurrencia podría seguir el siguiente desarrollo:



Para la definición de las variables de distribución de Poisson se requeriría un número elevado de mediciones de los diferentes eventos.

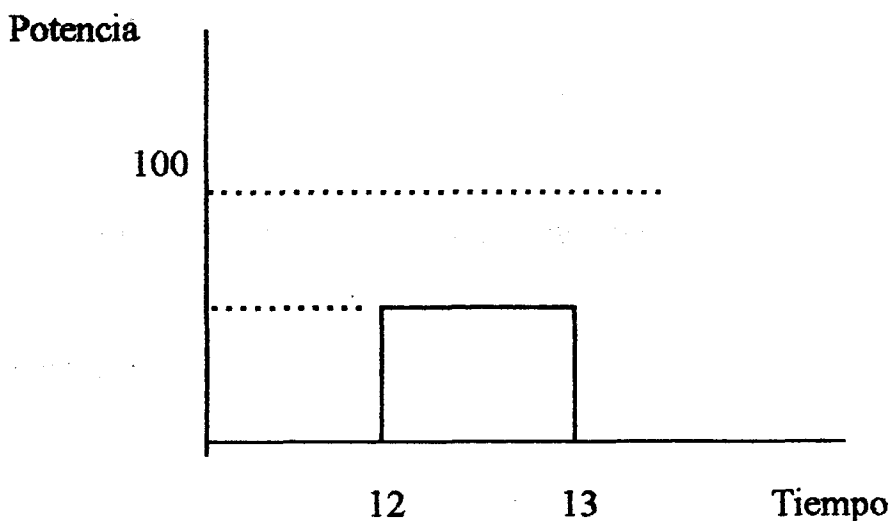
Para solucionar los problemas anteriores, tanto de la definición de las variables, como de la distribución de la probabilidad del evento, se recurrió a una simplificación, que viabiliza una representación de la probabilidad en forma simétrica y linealmente decreciente, a partir de la hora más probable en que el evento puede suceder. Con esta simplificación se pueden obtener tres tipos de curvas:

**La duración del evento es igual al intervalo de uso:** En este caso la curva de probabilidad de ocurrencia del evento se identifica con el uso del equipamiento, por lo tanto, el evento ocurre dentro del intervalo de uso, con una probabilidad de ocurrencia del 100%.



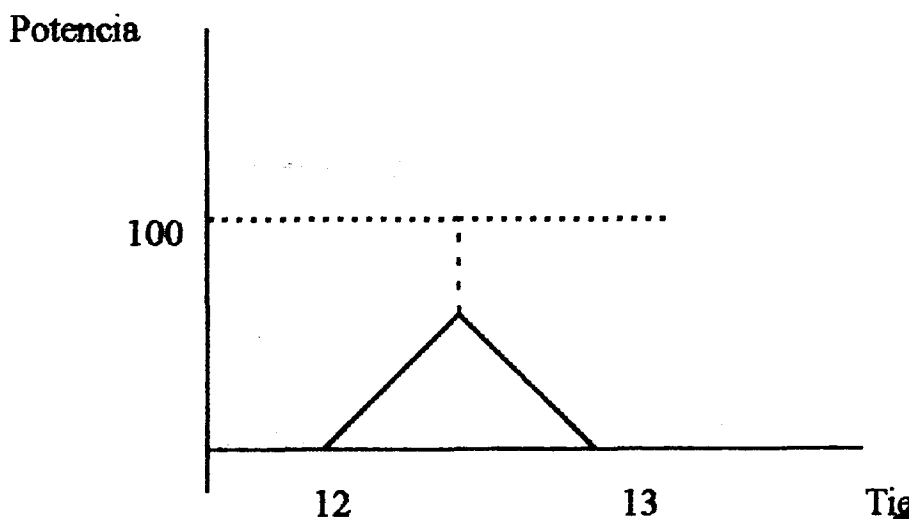
**La duración del evento es inferior al intervalo de uso, sin conocer la hora más probable de utilización del equipamiento:** Para este caso la

curva será representada por un rectángulo, cuya área representa el consumo, y como base el intervalo de uso. La altura estará definida como el consumo dividido para el intervalo.



**La duración del evento es inferior al intervalo de uso, con declaración de la hora más probable de utilización del equipamiento:** Este caso puede dividirse en dos partes:

- Cuando la duración es menor que la mitad del intervalo.

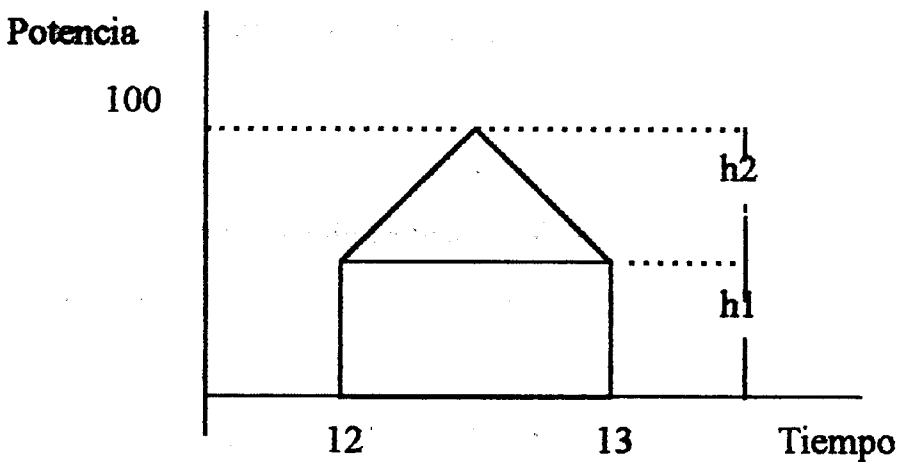




En este caso el gráfico se lo puede representar por un triángulo cuya base está representada por el intervalo, el vértice se ubica sobre la perpendicular de la hora más probable y la altura es determinada a partir del consumo.

$$h = \text{consumo} * 2/\text{intervalo}.$$

- Cuando la duración es mayor que la mitad del intervalo.



En este caso, el gráfico está compuesto de un rectángulo y un triángulo, cuyas bases son iguales al intervalo y están desarrollados uno sobre otro, a partir de las siguientes expresiones:

$$\text{Consumo} = I * h1 + I * h2/2$$

$$\text{Potencia} = h1 + h2$$

## 2.5.- Análisis de Eficiencia.

Considerando que el Ahorro de energía es una, por no decir la principal, de las aplicaciones hacia la cual direccionamos el análisis de la

estructura de la curva de carga, es necesario que esta metodología de análisis sea complementada por un estudio de eficiencia de los principales equipos consumidores de energía.

Es decir, al obtener los elementos que constituyen la curva de carga de un determinado abonado, como primer paso tenemos que identificar los equipos de mayor consumo de energía eléctrica; equipos sobre los cuales van a estar dirigidas las diferentes medidas a adoptar para disminuir y mejorar el consumo total de energía.

Pero antes de aplicar cualquier medida de conservación es necesario determinar si las condiciones de trabajo de este equipo o equipos son las adecuadas, es decir, establecer si el equipo está trabajando de manera eficiente. Existen situaciones en las que se dispone de mas de un equipo para realizar la misma operación, por lo que resulta conveniente determinar cual de ellos a parte de consumir menor cantidad de energía, trabajara en forma más eficiente.

El análisis para establecer la eficiencia de los equipos, se recomienda sea realizada por personas capacitadas y con experiencia en el ramo, ya que basados en estos resultados se descartaran los equipos que no beneficien a las medidas conservadoras de energía.

### **III .- ESTUDIO DE UN CASO PARTICULAR.**

#### **3.1 .- Descripción General.**

La empresa produce el diario "El Universo", el periódico diurno de mayor circulación en el país, y también imprime eventualmente suplementos y ediciones especiales bajo pedido. Las instalaciones de la matriz del Diario "El Universo" están localizadas en la Avenida Domingo Comín y abarcan un área aproximada de 7.6 Ha. con frente al Río Guayas. Las instalaciones las componen los edificios de Administración y Planta, las bodegas de bobinas de papel y adicionalmente una edificación ubicada a la entrada de las instalaciones a la que se denomina Unidad del Frente destinada a la recepción de publicidad.

El Edificio de Administración tiene tres pisos: la Planta Baja donde se realizan las actividades relacionadas con Administración del Diario, el Primer Piso en donde se realizan actividades de Redacción y Pre-producción del Diario y el Segundo Piso en donde se encuentran ubicadas las oficinas de Alta Gerencia.

En el edificio de la Planta de Producción se encuentran ubicadas las rotativas con sus sistemas conexos, el sistema de empaque-distribución, y las oficinas de los Departamentos de Mantenimiento Eléctrico/Mecánico y Prensista. El edificio de Planta de Producción

alberga una bodega en la planta baja dedicada para las necesidades de la prensa y sus respectivos equipos, además de una bodega en el primer piso para las necesidades de pre-prensa, donde se encuentran también la denominada bodega de químicos. En este edificio se ubican además los talleres de carpintería, mecánica, electricidad y automotriz, y la oficina de guardias y control.

La producción del Diario está a cargo del Departamento de Producción, las actividades de producción varían dependiendo del tipo de material a imprimirse. El número de páginas que se imprimen en un ejemplar depende en gran parte de las ventas que el Departamento de Publicidad haya realizado. Así el diario está compuesto en un promedio mensual por 40% publicidad y 60% texto, con excepción del ejemplar de los domingos, donde la relación es alrededor de 20% publicidad y 80% texto.

### **3.1.1.- El Producto.**

El producto es un diario de tamaño estándar de 36 x 57,5 cm. de 56 páginas aproximadamente y consta de 4 secciones que generalmente son: Editorial, Actualidad, Marcador y Avisos Clasificados.

Los días martes, sale publicado una sección adicional llamado “Mundo Económico”, en la cual se tratan temas de interés económico tanto nacional como extranjero.

Los días domingo, aparece el suplemento dominical llamado "Paratodos". En ciertos días, se publican suplementos especiales que cubren tópicos específicos tales como especiales de autos, construcción, decoración, etc.

El precio del producto es de 500 sucres, aproximadamente 25 centavos de dólar al cambio actual.

### **3.1.2.- Ciclo de Producción.**

El ciclo de producción de Diario "El Universo" se lo puede desglosar en cinco etapas como son:

**Proceso Operativo:** este proceso es analizado bajo tres aspectos, el manejo de editorial (texto), el manejo de clasificados y el manejo de imágenes; el departamento de Fotocomposición se encarga de procesar esta información para que una vez concluido este proceso se armen las páginas en el departamento de Armado para luego pasar a Fotomecánica.

**Fotomecánica:** esta sección consta de dos cámaras fotográficas, una automática y otra manual, las cuales toman fotos a la página completa una vez que ha salido de la sección de armado.

**Sala de planchas:** los negativos que salen de Fotomecánica son colocados sobre planchas vírgenes de un material fotosensible para que

sean expuestas a rayos ultravioletas los cuales producen un autorelieve en la plancha. Esta plancha es lavada y después secada para finalmente realizar los dobleces y cortes de precisión para que sean colocadas sobre los cilindros de la rotativa.

**Rotativa:** consta de unidades de impresión, unidades de blanco/negro y unidades a color, la unidad más importante de la rotativa es la máquina plegadora, la cual se encarga de recibir las bandas de papel ya impresas para cortarlos, compaginarlos y doblarlos, entregando ya el periódico tal como lo recibe el cliente al equipo transportador.

**Empaque y Distribución:** consta de un equipo transportador formado por un sistema de bandas sinfin, el cual recibe los periódicos y los lleva hasta los stackers (apiladores) donde el periódico es contado automáticamente, para pasar en forma de bultos, de 50 o 100 ejemplares, a máquinas atadoras donde son amarrados para posteriormente ser embarcados en los camiones de despacho.

### **3.1.3 .- El Sistema Eléctrico.**

El Universo utiliza electricidad que le compra a EMELEC como principal fuente de energía para el desarrollo de sus actividades. La empresa recibe energía eléctrica de la subestación de EMELEC, de 69KV/13.8KV, y tiene una red interna de distribución a 13.8 KV. La capacidad instalada de transformadores es de 4550/4976 KVA-OA/FA.

La distribución de electricidad en baja tensión se realiza mediante seis tableros principales (TDG-1, TDG-2, TDG-3, TDG-4A, TDG-4B, TDG-5 y TDG-6) que alimentan a los diferentes subtableros.

La medición eléctrica por parte de EMELEC se hace en alta tensión (13.8 KV.). Los niveles de voltaje requeridos por las diferentes cargas de las instalaciones de El Universo son 120, 208, 240 y 480 V ac.

Hay tres generadores de emergencia accionados por motores de combustión interna a diesel. Los generadores son de 400 KW, 150 KW y 50 KW respectivamente, todos de marca Kohler. El generador de 400 KW genera a 480 V y alimenta a ciertas cargas a 120, 208 y 240 V a través de transformadores secos (1050 KVA capacidad instalada), únicamente las cargas necesarias para no parar la producción.

Para tener una mejor visualización de la distribución interna de la energía eléctrica mostraremos el diagrama unifilar general de la alimentación en alta tensión y un diagrama de los tableros del sistema indicando las principales cargas y áreas de alimentación de la C. A. El Universo en los anexos No 1 y No 2 respectivamente.

Los principales directivos de Diario El Universo han planificado actualizar y mejorar el sistema de impresión cambiando el equipo de Rotativa, el de Sala de Planchas y el de Transportación-Distribución por equipos modernos, los mismos que necesitan se le suministre una

determinada capacidad de energía, siendo esto junto con el progresivo incremento la facturación eléctrica los principales inconvenientes a solucionar.

### **3.2 .- Modelación de las cargas.**

Antes de iniciar la modelación de las cargas es necesario partir de la característica inicial que tiene la curva de carga de este abonado industrial, es decir conocer cual es la forma total de la curva durante los días normales (de lunes a viernes), días sábados, días domingos y días festivos; esta característica de la curva nos es facilitada por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), pues ellos como anteriormente indicamos realizan mediciones en las líneas de alta tensión con equipos registradores de energía. Estas condiciones iniciales de la curva de carga total de la C.A. El Universo pueden ser observadas en la Figura 1.

Durante la modelación de las cargas del abonado, tenemos que direccionar o determinar cuales serán los principales elementos o sectores que conformaran o estructuraran la curva de carga. Es así que para este caso, basados en lo considerable de su capacidad nominal y horas continuas de trabajo, elegimos los siguientes sectores: Aire Acondicionado (A. A.), Motores, Alumbrado, Equipo Electrónico, Equipo Térmico y Equipo de Transformación. Cada uno de estos sectores representará al conjunto de equipos identificados con el sector, y dentro de la encuesta el código primario representará a estos sectores.



# C.A. EL UNIVERSO

## CURVA TIPICA DE CARGA

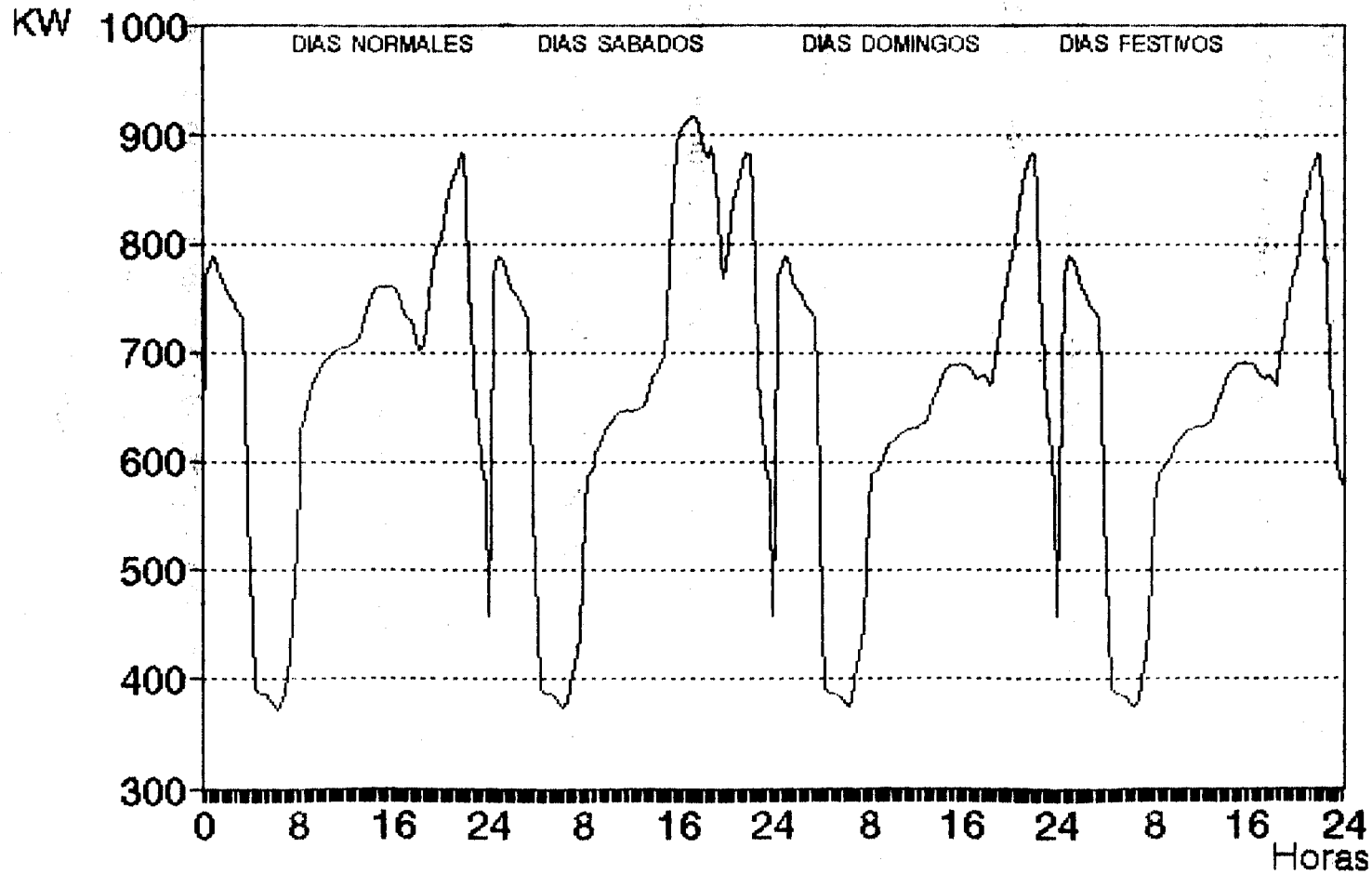


Figura 1.- Condiciones iniciales de la curva de carga de la C. A. El Universo



Es así que podemos tener por ejemplo :

**Aire Acondicionado:** Chiller, Bombas de agua helada (BAH), Bombas de agua de enfriamiento (BAE), Torre de enfriamiento, Split, etc.

**Motores :** Compresores de Aire, Secador de Aire, Motores de Rotativa, Sistema de Transportación, Ascensores, Ventiladores, Extractores, Bombas de tinta, etc.

**Alumbrado :** Alumbrado en oficinas, bodegas, pasillos, planta, comedor, talleres, alumbrado externo, etc.

**Electrónico :** Computadoras, fax, equipo de oficina, etc.

**Térmico :** Secadoras y Expositoras de planchas, Cámaras reveladoras, equipo de cocina, etc.

**Transformador :** Transformadores secos, transformadores reductores y elevadores.

Con la finalidad que el modelo de la carga sea el más aproximado al comportamiento real de la misma dentro de la curva total de carga, es necesario hacer algunas consideraciones, por ejemplo:

- Para modelar cargas cuyo rango de trabajo es aleatorio como la de aire

acondicionado es necesario primero aproximar un tiempo de operación constante, es decir, que el mismo equipo trabaje aleatoriamente es muy posible ya que esta relacionado con el número aleatorio de personas que puedan ingresar en esta área, como también del nivel aleatorio de calor externo que puedan absorber las paredes o ventanas ; luego es necesario tener un valor aproximado de la potencia de operación del equipo de manera que permita disminuir los errores de aproximación propios del método al utilizar el valor nominal de potencia; estas aproximaciones ayudarán en la determinación del factor de carga del equipo, parámetro importante en la modelación de la carga.

- Es necesario identificar todos los equipos afectados por un sistema central de control, como es el caso de un sistema central de aire acondicionado, pues del Chiller que es el elemento central regirá el comportamiento de sistemas auxiliares como bombas de agua, torres de enfriamiento, manejadoras de aire, etc.
- Si un equipo durante sus horas de trabajo esta sujeto a paradas constantes por disminuciones considerables de carga o paradas bruscas, es recomendable dividir las horas de trabajo de este equipo en mas de un evento con la finalidad de no aproximar erradamente su comportamiento en el tiempo de trabajo.
- Existen maquinas con controles de velocidad y arrancadores de estado

sólido capaces de asumir el manejo de varias cargas en forma progresivamente, cuyo modelo de carga deberá de carecer de simetría alguna. Esto es posible de aproximar con ayuda de una correcta información de la hora de inicio , de la hora de término , de la hora probable y sobre todo el tiempo de duración durante en la cual estas máquinas operan, pues en la mayoría de los casos para obtener variaciones aleatorias de consumo es recomendable que el tiempo de duración de la máquina operando sea menor al tiempo existente entre la hora de inicio y la hora de término de su operación.

- Cuando se tenga que determinar la hora probable a la cual un determinado equipo ~~esta operando~~, es conveniente consultar el gráfico de la curva de carga total proporcionado por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (gráfico 1) para visualizar los valores picos de consumo que se producen durante el intervalo de tiempo en que este equipo esta operando. Las horas en las que se registren estos picos serán los valores mas cercanos a elegir como horas probables de operación de los equipos encuestados.
  
- Cuando para realizar una misma actividad se alternan dos equipos de similares características pero de capacidades diferentes, se iniciará la encuesta con el equipo de mayor potencia, para luego realizar un análisis de rendimiento que nos permitan determinar si el equipo de menor consumo de energía está en condiciones de realizar esta actividad en condiciones favorables.

- Si un equipo que realiza un trabajo determinado durante toda la semana en un horario fijo tuviese además que operar fuera de estas horas en un día cualquiera, debemos tener cuidado en identificar a esta operación como un nuevo evento para este equipo.
- Varios equipos de pequeña capacidad, iguales características técnicas e iguales condiciones de trabajo y operación pueden ser representados en un evento como un solo equipo de gran capacidad, manteniendo para este equipo las características técnicas y las condiciones de trabajo y operación de los equipos pequeños

Tomando en cuenta todas las consideraciones anotadas anteriormente, respetando la clasificación de sectores que inicialmente se hiciera para los equipos de esta industria y manteniendo un direccionamiento a mostrar la curva de carga estructurada por equipos de consumo procedimos a llenar la encuesta propuesta por esta metodología, como la mostrada por el Anexo No 3, ayudandonos de una clasificación de usos primarios, secundarios y finales de la energía (ver Anexo 4 y 5). Todos estos datos (66 eventos) son ingresados en un programa de computación expresamente elaborado para el desarrollo de esta metodología. El programa en mención y su elaboración no es tema de este estudio, motivo por el cual pasaremos al análisis de los resultados entregados por el mismo. Los resultados obtenidos por el programa de computación nos permiten elaborar la Figura 2, donde observamos la estructura inicial de la curva de carga total de la C.A. El Universo.

# C.A. EL UNIVERSO

## CURVA TÍPICA DE CARGA

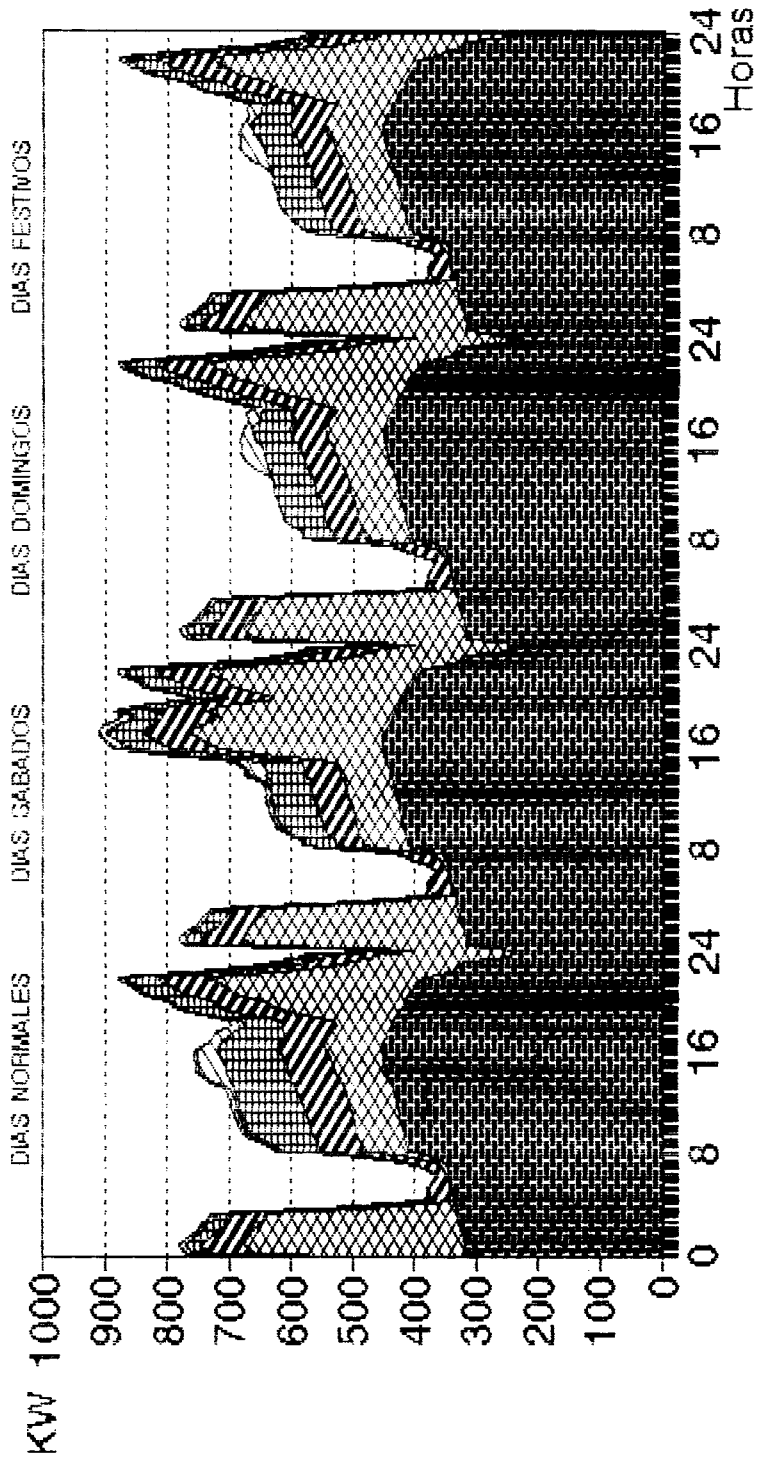
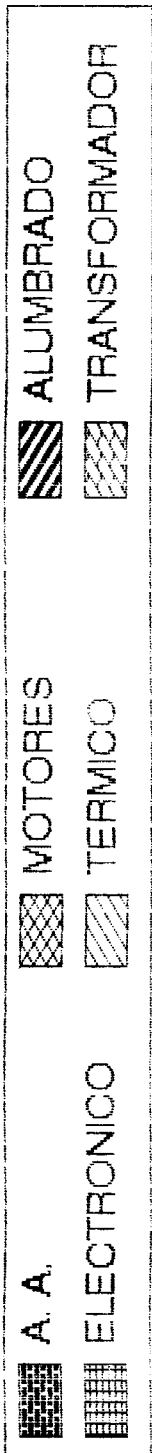


Figura 2.- Estructura de la curva de carga total de la C. A. El Universo



A continuación haremos un cambio en el direccionamiento para mostrar la curva de carga estructurada; en esta ocasión la estructuración no será con respecto al total de cargas de la industria, sino que identificaremos los equipos y áreas de servicio de cada uno de los seis tableros principales (ver anexo No 1) que conforman el sistema eléctrico de la C.A. El Universo para que sean estructurados. Es así como en :

- En la Figura 3-A se muestra la estructura inicial de la curva de carga del tablero TDG-1.
- La Figura 3-B muestra los principales elementos que conforman la curva de carga del tablero TDG-2.
- La Figura 4-A nos muestra los elementos y áreas de servicio que conforman la curva de carga del tablero TDG-3.
- En la Figura 4-B mostramos los equipos y áreas de servicio que forman la curva de carga del tablero TDG-4.
- La Figura 5-A ilustra la estructura, en base a equipos y áreas de servicio, de la curva de carga del tablero TDG-5.
- En la Figura 5-B aparecen los equipos y áreas de servicio que estructuran la curva de carga del tablero TDG-6.

## C.A. EL UNIVERSO CURVA TIPICA DEL TDG-1

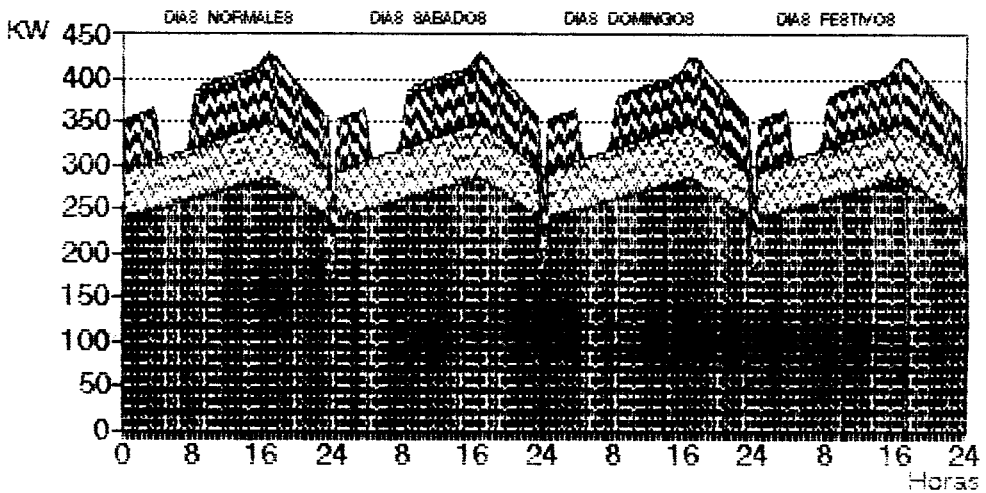
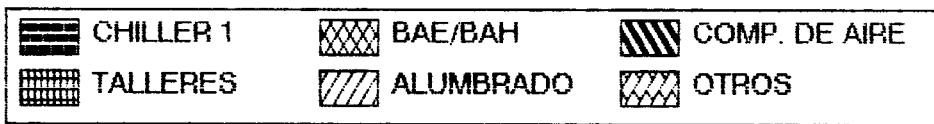


Figura 3-A - Estructura inicial de la curva de carga del tablero TDG-1



## C.A. EL UNIVERSO CURVA TIPICA DEL TDG-2

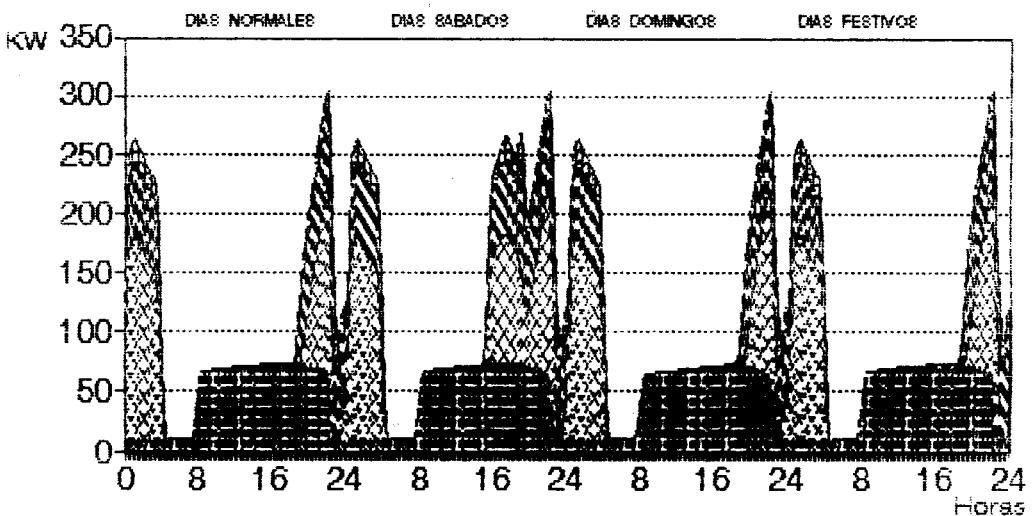
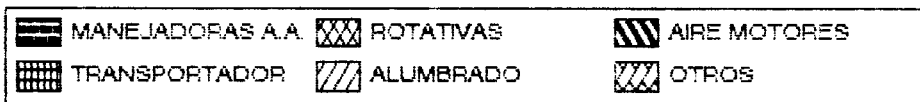


Figura 3-B.- Estructura de la curva de carga del tablero TDG-2





## C.A. EL UNIVERSO CURVA TIPICA DEL TDG-3

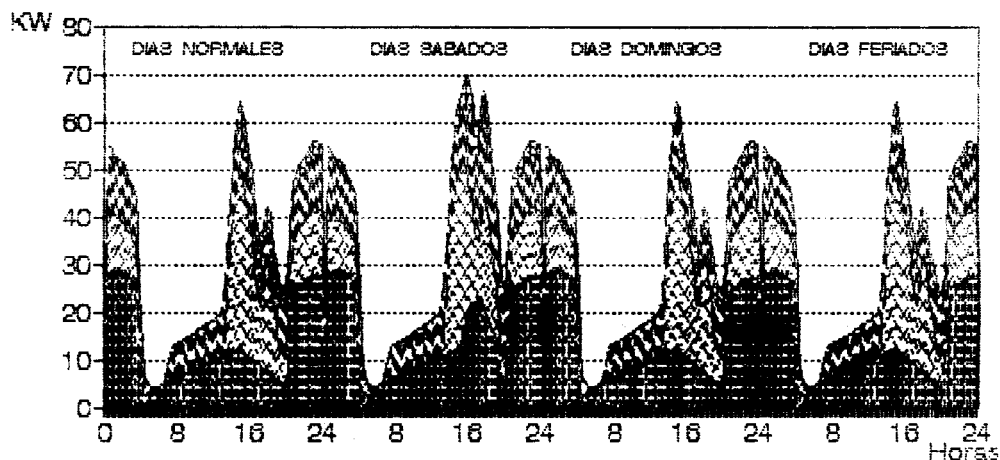
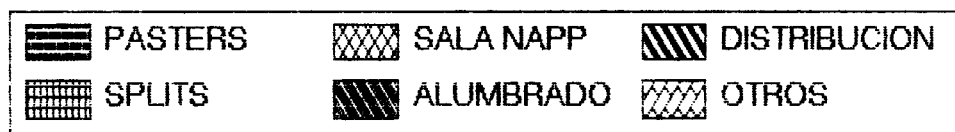


Figura 4-A.- Estructura de la curva de carga del tablero TDG-3



## C.A. EL UNIVERSO CURVA TIPICA DEL TDG-4

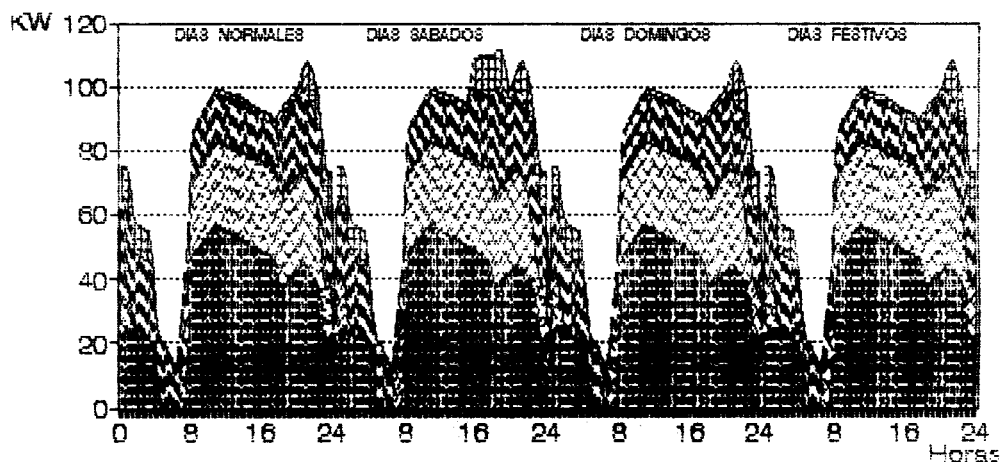
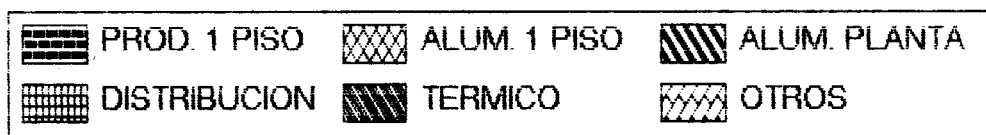


Figura 4-B.- Estructura de la curva de carga del tablero TDG-4



## C.A. EL UNIVERSO CURVA TIPICA DEL TDG-5

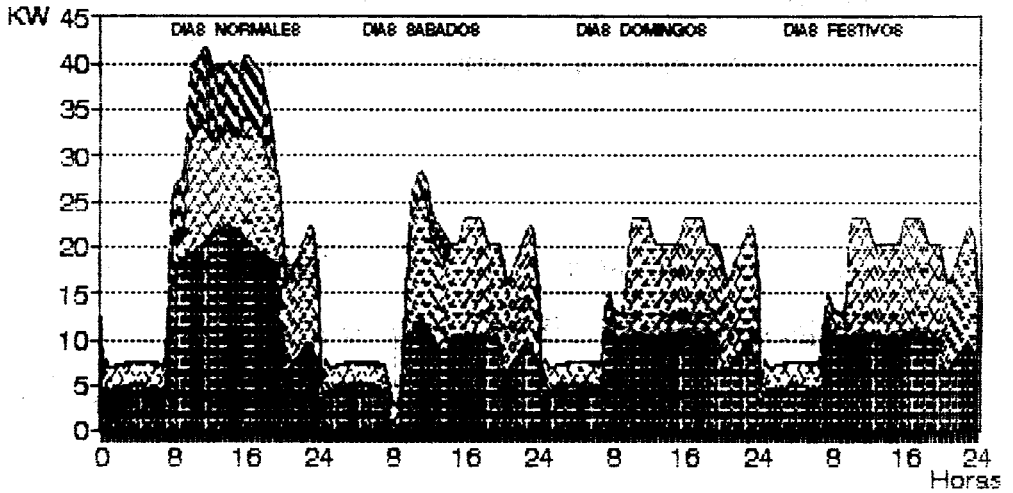
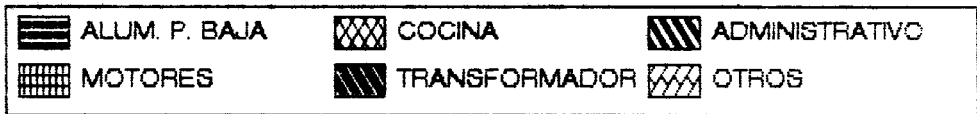


Figura 5-A.- Estructura de la curva de carga del tablero TDG-5



## C.A. EL UNIVERSO CURVA TIPICA DEL TDG-6

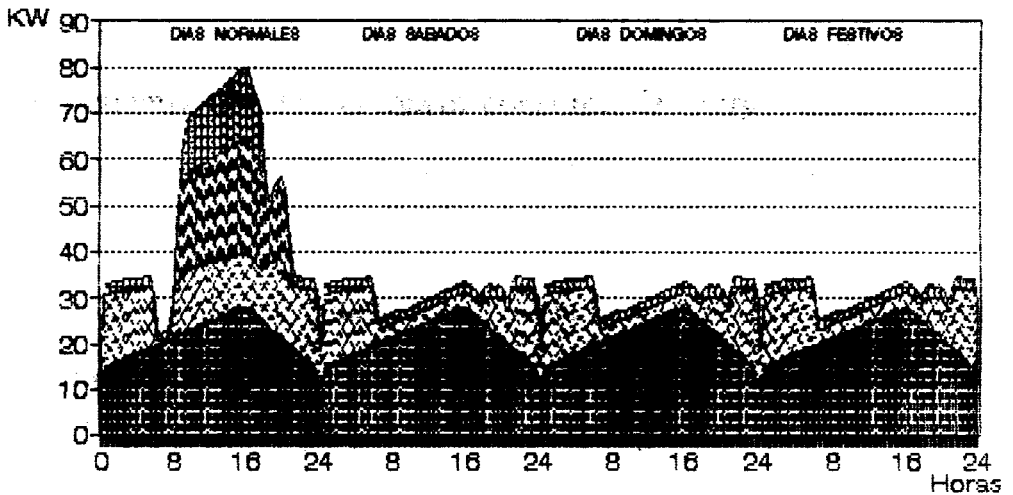
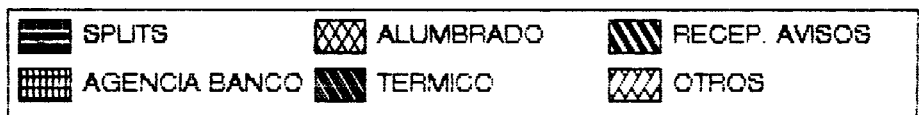


Figura 5-B.- Estructura de la curva de carga del tablero TDG-6



Una vez que se tienen estructuradas las curvas de carga de cada uno de los principales tableros de esta industria, es menos complicado estructurar la curva de carga total de la C.A. El Universo tomando como elementos de conformación a las curvas de cada uno de los tableros principales que la forman.

Esta alternativa de estructuración de mucha utilidad es la que nos muestra la Figura 6, donde se ilustra la distribución inicial de carga en los principales tableros dentro de la curva total de carga.

### **3.3.- Medidas de conservación de energía y Eficiencia de equipos.**

Ahora que tenemos conocimiento de la estructura de la curva total de carga de la C.A. El Universo, ya sea que esta estructura este dada por sus tableros principales de distribución (figura 6) o por cargas y áreas específicas (ver figura 2), podemos identificar en forma clara quien y donde se encuentra ubicado el mayor consumo de energía dentro de esta industria. Es así como: El tablero de distribución general 1 (TDG-1) sobresale por su valor de consumo de energía dentro de la curva de carga total (ver figura 6), coincidiendo además que en este tablero están ubicadas grandes cargas de aire acondicionado y aire comprimido (ver figura 3-A); cargas que a su vez dentro de la estructura por cargas de la curva total de carga son claramente identificadas como grandes consumidoras de energía (ver figura 2).

# C.A. EL UNIVERSO

## CURVA TIPICA DE CARGA

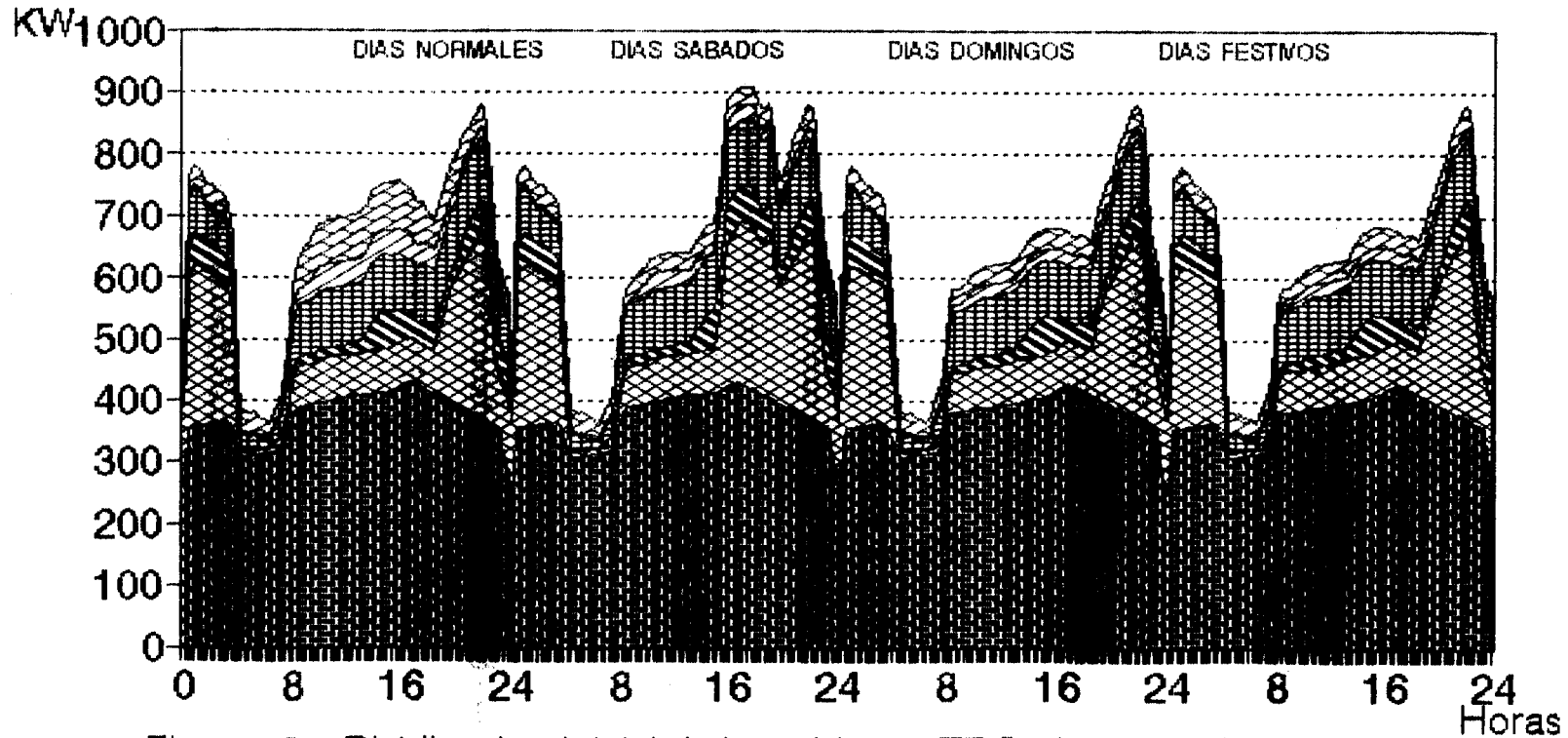
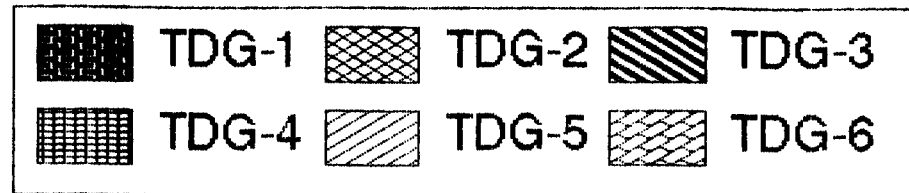


Figura 6.- Distribucion inicial de los tableros TDG dentro de la curva de carga



Al igual que el sistema de Aire Acondicionado, es posible identificar mediante las figuras de las curvas de carga otros equipos, elementos o áreas de gran consumo de energía, lo que hace imprescindible tomar medidas de control que nos permitan disminuir este consumo. Pero antes de presentar propuesta de ahorro energético, es necesario determinar si los equipos en mención están siendo utilizados eficientemente, siendo esto de por sí ya una medida de conservación.

Acogiendo esta inquietud la C.A. El Universo considero necesario contratar los servicios de la compañía Efficácitas para realizar una auditoría energética que permita determinar y si es posible corregir los niveles de eficiencia y rendimiento de los equipos identificados como grandes consumidores de energía.

A continuación presentaremos un resumen de los puntos a los cuales la auditoría energética realizada por la compañía Efficácitas dio mayor énfasis, como es todo lo concerniente a los sistemas de iluminación, aire acondicionado, aire comprimido y eléctrico. Posteriormente utilizando estos resultados propondremos algunas medidas de ahorro energético.

### **3.3.1.- Sistema de Aire Acondicionado.**

La planta y el edificio de administración de la C.A. El Universo están climatizados en su mayor parte por un sistema central de aire acondicionado que funciona con agua helada producida en un enfriador

centrífugo, un evaporador y un condensador enfriado por agua. El circuito de agua helada es cerrado y pasa por los cuartos destinados para las unidades manejadoras de aire. El circuito de agua del condensador una un torre de enfriamiento del tipo de circulación forzada para enfriar el agua proveniente del condensador de enfriador centrífugo. Los dos circuitos de agua usan bombas centrifugas (BAH y BAE) para hacer circular el agua a través de sus respectivas tuberías. El anexo No 4 nos muestra un esquema general del sistema de aire acondicionado.

Existen dos enfriadores centrífugos, uno de doble compresor y otro nuevo de un solo compresor (trabajando actualmente), ambos con capacidad total de 470 toneladas. Del análisis de las curvas de operación de ambos enfriadores centrífugos y de las mediciones efectuadas, se nota claramente que este equipo funciona de manera muy ineficiente. Mientras que el enfriador de doble compresor puede satisfacer el 60% de su capacidad con un solo compresor, lo cual resulta en una alta eficiencia expresada en KW/Tonelada de refrigeración debido a que el área de transferencia de calor del evaporador y del condensador es doble cuando trabaja un solo compresor, el enfriador de un solo compresor tiene menor eficiencia (KW/Ton) cuando la carga de enfriamiento es menor que 150 toneladas de refrigeración, condición existente en la C.A. El Universo a partir de la 21 horas aproximadamente. Adicionalmente, los equipos anexos al enfriador funcionan a carga casi constante e independiente de la carga de enfriamiento. El resultado de esta forma de operación es un consumo excesivo de electricidad comparado con el

consumo de sistemas de menor capacidad convenientemente distribuidos.

Además, se realizaron mediciones de temperatura y humedad relativa de todos los ambientes climatizados, comparando estos datos con los criterios de la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) se pudo establecer lo siguiente:

- Las oficinas de Administración están 2 a 3 grados por debajo de las condiciones establecidas para confort humano en oficinas, se recomienda para confort humano en oficinas una temperatura entre los 74 y 78 grados F.
- Las salas de Planchas y Fotomecánica están 5 y 14 grados por debajo de lo recomendado, se ha establecido por la ASHRAE recomendar que estas salas necesitan una temperatura de 75 grados F.
- La bodega de Químicos, donde se guarda material fotográfico, está 10 grados encima de lo recomendado para guardar film en blanco y negro por seis meses, la ASHRAE recomienda para estos casos una temperatura de 60 grados F.

Es necesario anotar que la distribución de aire por las manejadoras a la planta baja y primer piso del edificio administrativo se realiza de manera

vertical, es decir una cubre la parte izquierda del edificio y la otra la parte derecha, produciéndose una aclimatación innecesaria en la planta baja (aquí labora en su totalidad el personal administrativo) después de las 19:00 horas.

Es así como de este primer análisis se propone utilizar únicamente el enfriador centrífugo de un solo compresor, apagar el enfriador centrífugo durante la noche e instalar sistemas individuales de climatización en zonas que lo requieran, mantener la temperatura cerca del valor máximo permisible de acuerdo con el tipo de ambiente (aproximadamente 75 grados F) y aislar la planta baja desde las 19:00 horas.

En la actualidad se están aplicando estas recomendaciones con la excepción de apagar el enfriador centrífugo (Chiller) en la noche, por no disponer todavía de los equipos individuales de aclimatación para áreas específicas, obteniendo una disminución de consumo de energía eléctrica (aproximadamente 20%) que podemos observar en la figura 7, que nos muestra la nueva estructura que tiene la carga por Aire Acondicionado (A.A.) dentro de la curva de carga del tablero de distribución general TDG-1.

### **3.3.2 .- Sistema de Aire Comprimido.**

La producción de aire comprimido requerido en las instalaciones de la C.A. El Universo se encuentra centralizada en la sala de máquinas



# C.A. EL UNIVERSO

## CURVA TIPICA DEL TDG-1

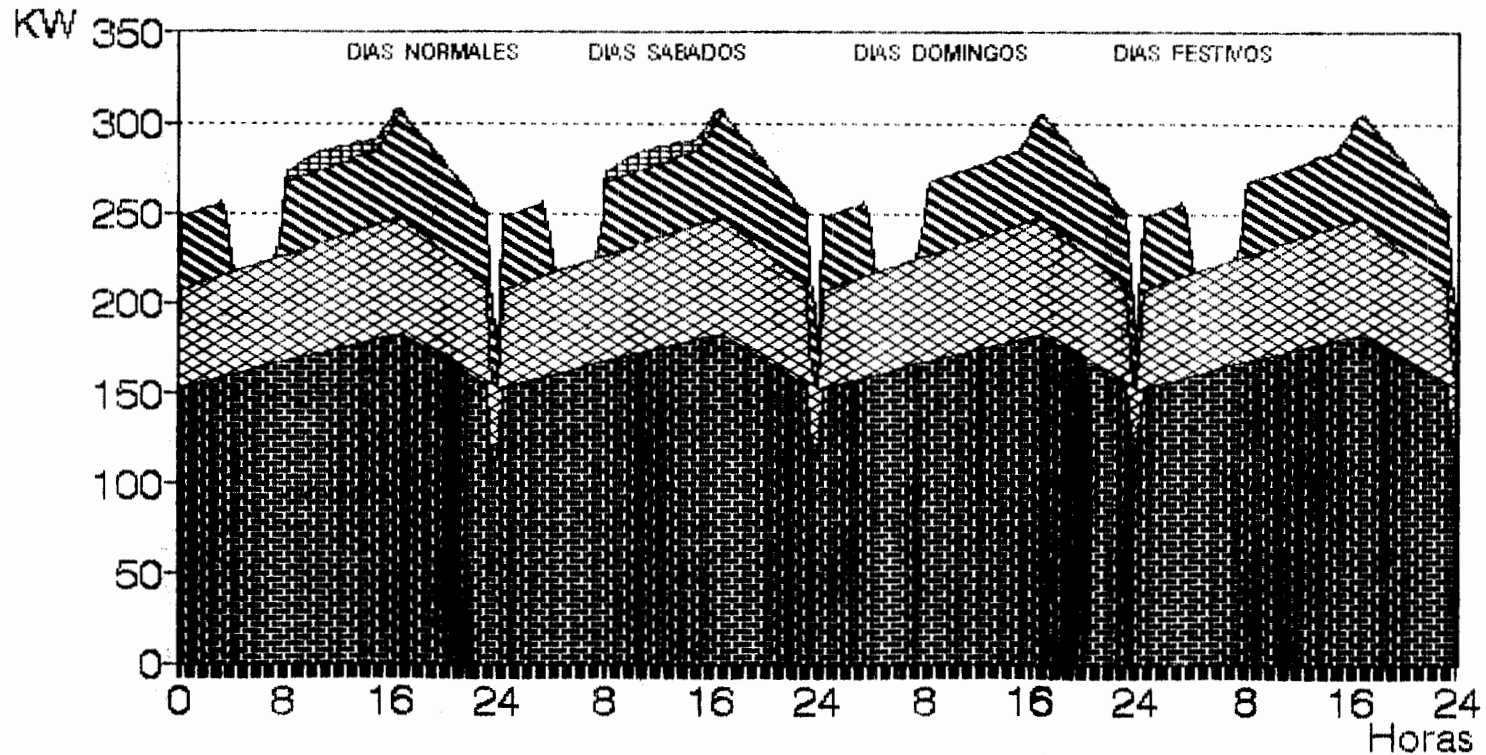
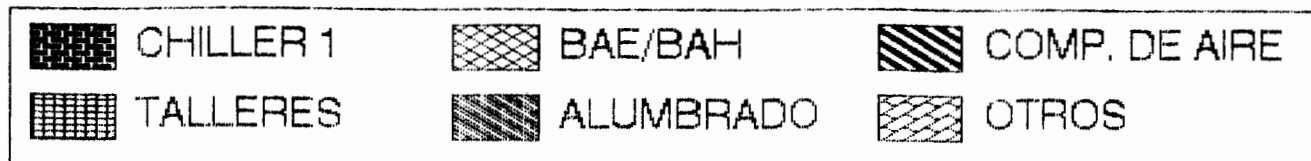


Figura 7.- Nueva estructura de la curva de carga del tablero TDG-1



de la planta. Aquí encontramos 3 compresores: dos compresores eléctricos, uno de 100 HP (actualmente trabajando) y otro de 50 HP, y uno a diesel. Adicionalmente a los compresores, el centro productor de aire comprimido tiene un secador y un filtro para reducir la humedad y limpiar el aire bajándole su temperatura. Los mayores consumidores de aire comprimido son la Rotativa y las bombas de tinta, siendo otra aplicación con mucha demanda de aire la limpieza de la Rotativa y de las máquinas de distribución (Transportador, Stackers y Atadoras).

Se realizaron análisis de las curvas de operación y las características técnicas de los compresores, cálculos de carga de aire comprimido necesario por la planta, horarios de trabajo y operación para determinar un factor de coincidencia, posibles fugas en la tubería y equipo de salida del aire comprimido. Datos que permitieron recomendar las siguientes medidas de ahorro energético:

- No usar el compresor de 100 HP salvo cuando sea estrictamente necesario, el compresor de 50 HP esta en condiciones de abastecer las demandas pico de aire comprimido de la planta sin problemas por lo que el uso del compresor de 100 HP no se justifica pues este en operación sin demanda de aire el motor del compresor consume hasta 40% de la corriente nominal.
- Disminuir la presión de descarga de los componentes de 120 a 110 psi., ya que del estudio se estima que se puede reducir en la línea 10

psi. sin causar problemas de operación en los equipos. Esta medida tiene un costo casi nulo y permite ahorrar energía en la operación de los compresores.

- Reparar las fugas de aire comprimido detectadas en las líneas de aire comprimido, pues estas fugas representan un gasto innecesario de energía para el sistema de compresión.
- Utilizar pistolas en las mangueras de aire comprimido para limpieza, pues su uso reduce el desperdicio de aire durante los tiempos muertos.

El beneficio de aplicar todas estas recomendaciones pueden ser observadas en el nueva configuración que tiene la curva de carga *correspondiente al compresor de aire* (ver figura 7) dentro de la estructura de la curva de carga total del tablero de distribución TDG-1.

Finalmente podemos indicar que aplicar las medidas de ahorro energético para los sistemas de aire acondicionado y aire comprimido a provocado una disminución considerable en el consumo de energía, provocando cambios en la estructura de la curva de carga del tablero de distribución general TDG-1 como es posible observar en la figura 7.

### **3.3.3 .- Sistema de Iluminación.**

El sistema de iluminación puede subdividirse en iluminación interna de oficinas, planta y bodegas y el sistema de iluminación exterior



en patios, garajes y cerramientos. El criterio de diseño del sistema de iluminación en las oficinas del edificio de administración, en las oficinas de planta, en la sala de distribución, en pasillos y bodegas es básicamente del tipo alumbrado general. El sistema de iluminación de la zona de Rotativa puede considerarse de tipo combinado, esto es general y más localizada en el sitio de trabajo.

Se hicieron mediciones puntuales con fotómetros para determinar el nivel de iluminación en las diversas zonas de la C.A. El Universo, se cuantificaron las lamparas utilizadas en cada una de las áreas, además se determino los horarios durante los cuales es necesario que el sistema de iluminación de las diversas áreas este operando.

La mayoría de las oficinas poseen luminarias de tipo fluorescente de 4x40 W, eficiencia estándar. El nivel lumínico promedio de oficinas es ligeramente superior a las 100 ft-candles (aproximadamente 1000 luxes) durante el día y 86 ft-candles (aproximadamente 860 luxes) durante la noche. Este nivel es adecuado para tareas comunes de oficina como las que se desarrollan en la C. A. El Universo. En áreas como las de Armada y Fotomecánica, que requiere mayores niveles lumínicos, éstos se complementan por iluminación adicional en las mesas de trabajo.

Los niveles de iluminación en la planta, área de rotativas, distribución, bodegas y pasillos de planta son apropiados para el tipo de uso. El horario de encendido en la zona de rotativas básicamente coincide con

sus horarios de operación y limpieza. El nivel de iluminación exterior se encontró apropiado para las necesidades de la empresa desde el punto de vista de seguridad.

Analizados todos estos aspectos se pudo determinar las siguientes recomendaciones:

- Apagar las luces de los pasillos de circulación en el edificio administrativo, ya que se observa que estos pasillos dada la forma de distribución de las oficinas, en gran parte abiertas y aquellas cerradas en su mayoría con ventanas a los pasillos, reciben suficiente aporte de iluminación por lo que no se requiere encender estas fluorescentes.
- Clasificar los interruptores de luminarias en oficinas de edificio administrativo. Debido al tipo de trabajo que se desarrolla en el primer piso, básicamente ligado a la pre-producción del diario, la ocupación de las oficinas no es total prácticamente a ninguna hora del día y sin embargo gran parte de las luces se mantienen encendidas. Se presenta la posibilidad de ahorrar electricidad si se identifican apropiadamente los interruptores y las áreas que sirven usando un código de colores para determinar las luces que son imprescindibles, las que deben encenderse dependiendo de la ocupación y uso del espacio y las que solo deben encenderse excepcionalmente.
- Modificar luminarias fluorescentes de 4x40 W usando superficies

reflectoras especulares y eliminando dos lámparas de cada luminaria, en oficinas de planta baja y primer piso del edificio administrativo. Las superficies reflectoras de alta eficiencia reflejan la radiación hacia el sitio de trabajo lo que permite eliminar dos lámparas de una luminaria de 4 lámparas manteniendo el nivel lumínico cercano al nivel original. Esta medida se aplicó en algunos talleres con la finalidad de obtener impresiones del personal que labora en los mismos sobre las dificultades de trabajar en estas nuevas condiciones; determinándose finalmente que esta medida se podría aplicar pero de manera parcial, es decir por cada dos lámparas existentes una se modificaría por una lámpara con superficie reflectora.

Como hemos podido darnos cuenta, todas las recomendaciones expuestas como medidas de ahorro energético están concentradas en el edificio administrativo, ya sea en la planta baja como en la planta alta. Por lo que una vez que se aplicaron fueron afectadas directamente las estructuras de las curvas de carga de los tableros de distribución TDG-4 (iluminación del primer piso del edificio administrativo) mostrada en la figura 8-A y la del tablero TDG-5 mostrada en la figura 8-B (iluminación de la planta baja del edificio administrativo).

### 3.3.4.- Sistema Eléctrico.

La demanda de electricidad de los principales tableros de distribución general de la C.A. El Universo fue monitoreada usa



## C.A. EL UNIVERSO CURVA TIPICA DEL TDG-4

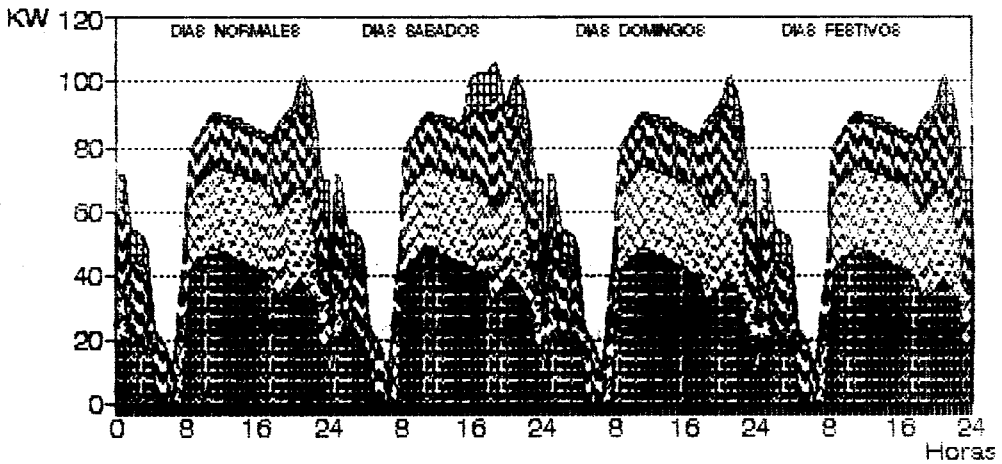
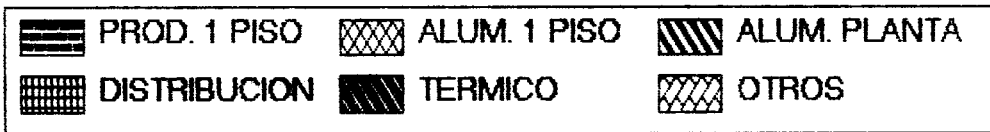


Figura 8A.- Nueva estructura de la curva de carga del tablero TDG-4



## C.A. EL UNIVERSO CURVA TIPICA DEL TDG-5

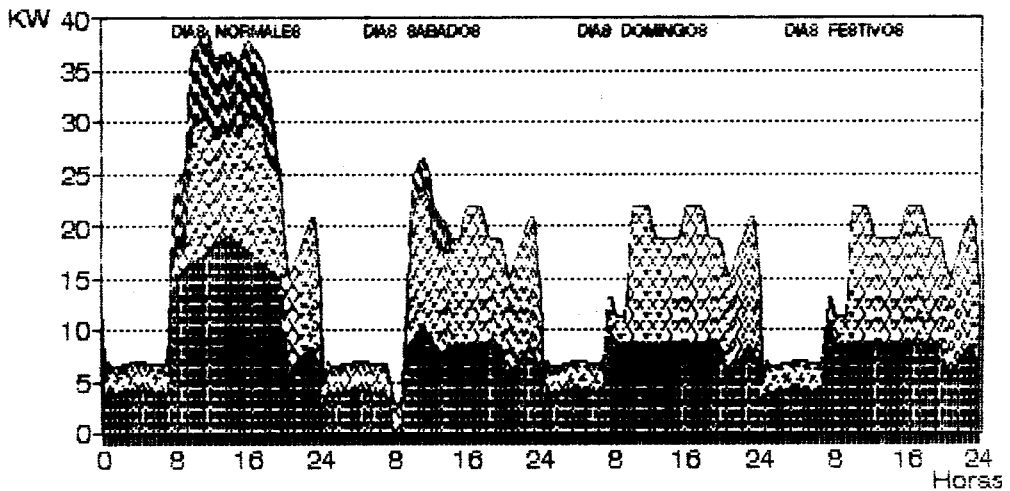
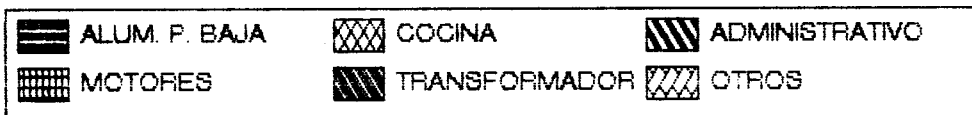


Figura 8-B.- Nueva estructura de la curva de carga del tablero TDG-5



medidores registradores de energía eléctrica. El principal objetivo de estas mediciones fue el de registrar el patrón de cargas y analizar a que nivel están operando los diferentes transformadores de la instalación.

De los resultados obtenidos producto del monitoreo se concluyo recomendar relocalizar convenientemente las cargas eléctricas con la finalidad de optimizar el uso de la capacidad nominal instalada en los transformadores, pues hay un exceso de capacidad de transformadores instalada. Existen transformadores, según el monitoreo efectuado, que trabajan al 30% de su capacidad nominal. La posibilidad de relocalizar ciertas cargas eléctricas y los beneficios producto de esta relocalización serán analizados posteriormente.

### **3.4.- Reestructuración de Cargas.**

Como habíamos indicado anteriormente la C.A. El Universo esta actualizando los equipos de sus instalaciones de planta, ha comprado una nueva Rotativa, nuevo equipo de transportación de periódicos y nuevo equipo para la sala de distribución (Stackers y Atadoras). De todos estos equipos la Rotativa es el equipo de mayor capacidad, 800 KVA según la casa vendedora.

Actualmente la C.A. El Universo no dispone de 800 KVA libres para esta nueva Rotativa. Pero si analizamos y observamos detenidamente cada uno de los consumo máximos estimados dentro de la curva de



carga de cada tablero de distribución general, tableros que a la vez están representando a cada uno de los transformadores de la industria (ver Anexo No 1) encontraremos una subutilización de los transformadores, conclusión corroborada con mediciones realizadas por la compañía Efficáctas durante su auditoria energética.

La nueva Rotativa necesita 800 KVA a un voltaje de 480 Voltios, solo los Transformadores T-1 y T-2 de 1000 KVA cada uno que corresponden a los tableros de distribución general TDG-1 y TDG-2 respectivamente disponen de este voltaje de operación. Revisando los gráficos de las curva de carga para estos tableros, la figura 7 para el TDG-1 y al figura 3-B para el TDG2, nos daremos cuenta que estos transformadores trabajan al 50% de su capacidad nominal de manera que cualquiera de ellos, sea el Transformador 1 o el Transformador 2, están en capacidad de asumir las cargas de los tableros TDG-1 y del TDG-2 juntos.

Se decidió reubicar las cargas del tablero TDG-1 al Transformador 2, la reubicación consistió en desconectar las líneas de alimentación que van del Transformador 1 al TDG-1 y conectar estas líneas desde el Transformador 2 al TDG-1. Esta decisión fue tomada en base a la ubicación de los transformadores en la sala de transformadores y de la ubicación del nuevo tablero de distribución general para la nueva Rotativa en el cuarto de tableros. La nueva estructura de la curva total de carga del Transformador 1 la podemos observar en la figura 9.

# C.A. EL UNIVERSO

## CURVA DEL TRANSFORMADOR 1

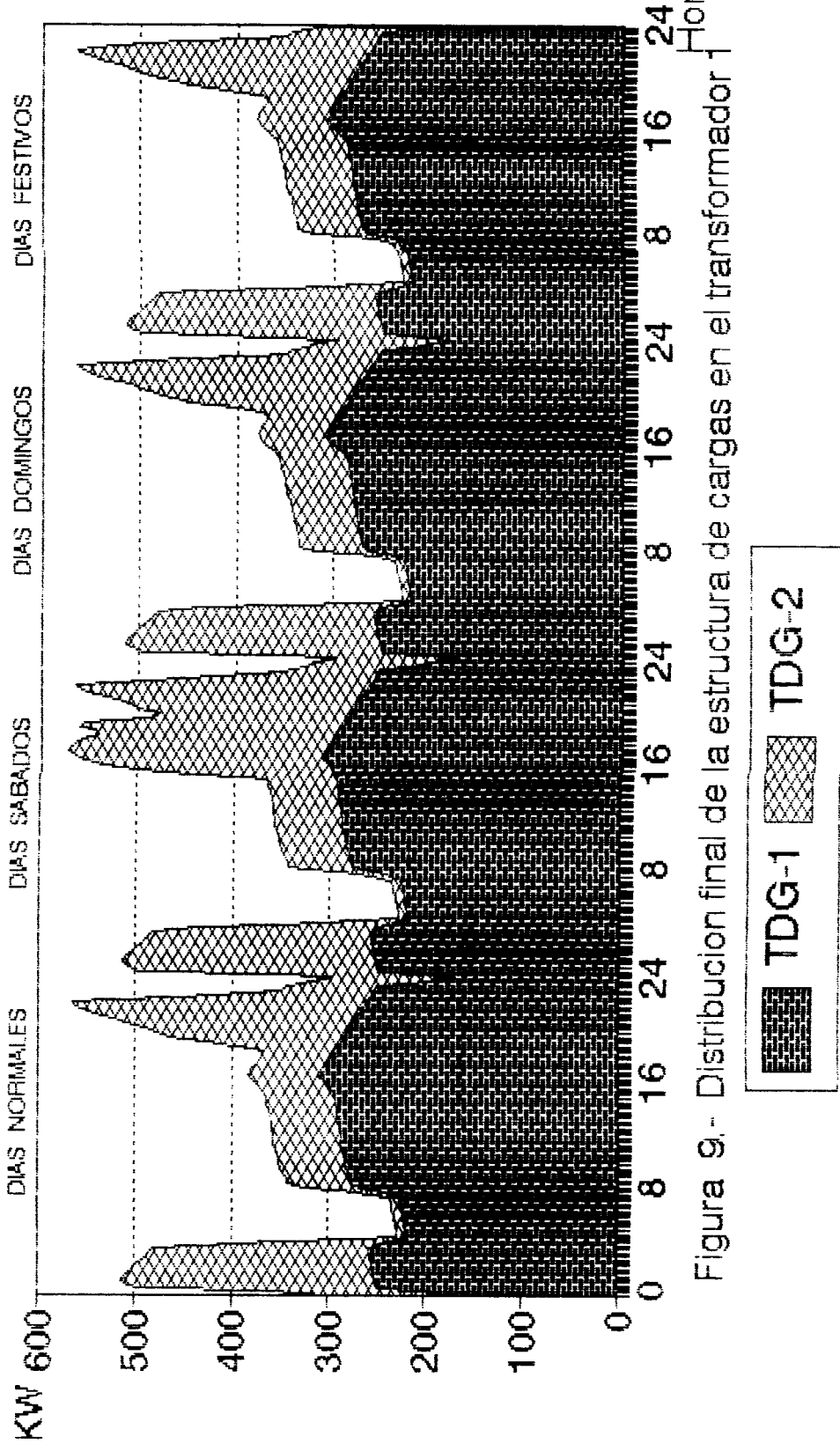


Figura 9.- Distribucion final de la estructura de cargas en el transformador 1

Además debemos anotar que con esta reubicación de cargas estamos mejorando el rendimiento de los transformadores, rendimiento disminuido a causa de una subutilización de capacidad instalada.

#### **IV .- PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.**

Durante el presente trabajo se ha encontrado que el principal consumidor de energía eléctrica es el sistema central de acondicionamiento de aire con el 58% del consumo total, seguido por el sistema de iluminación con el 17% y en tercer lugar la Planta y sus sistemas conexos con el 13%.

En este informe se propone como medida principal utilizar únicamente el enfriador centrífugo de doble compresor y apagarlo durante la noche e instalar sistemas individuales de climatización en zonas que lo requieren, además de otras medidas de conservación para el sistema de aire acondicionado. Aplicar estas medidas resultaría en un ahorro neto del 15 al 20% del consumo mensual.

Se presentan también en este informe medidas de conservación y ahorro aplicables al sistema de iluminación, al sistema de aire comprimido y al sistema eléctrico.

La implementación de un programa de conservación y ahorro de energía que abarque todas las medidas propuestas permitirían un ahorro estimado que varía entre el 20 y 35% (aproximadamente 105.000 KW-h mes) del consumo total actual, dependiendo de la agresividad del programa a ser ejecutado.

#### **4.1.- Determinación de la curva final de carga.**

Una vez aplicadas las medidas para la conservación y ahorro de energía a cargas de gran consumo, hemos podido observar los cambios que han sufrido las curvas de carga de los tableros de distribución que están estructurados por estas cargas, siendo este el caso de los tableros de distribución principal TDG-1 (ver figuras 3-A y 7), el tablero TDG-4 (ver figuras 4-B y 8-A) y el tablero TDG-5 (ver figuras 5-A y 8-B). No incluimos en esta lista la reubicación de cargas para el transformador 1 (ver figura 9) porque estos trabajos están planificados para el próximo año con la instalación de la nueva Rotativa.

Considerando todos estos cambios, obtendremos una nueva estructura de la curva de carga total de la C. A. El Universo. La estructuración de la curva puede realizarse, ya sea en función de la distribución final que tendrán los tableros principales de distribución o por la distribución final de la cargas o sectores de gran consumo.

La figura 10 representa la distribución final de los tableros de distribución general de la industria dentro de la curva de carga total, al comparar la figura 10 con la figura 6 es notorio la disminución en el consumo de energía eléctrica tanto a nivel de las curvas individuales de los tableros como a nivel del consumo global de las curvas de carga totales.

# C.A. EL UNIVERSO

## CURVA TÍPICA DE CARGA

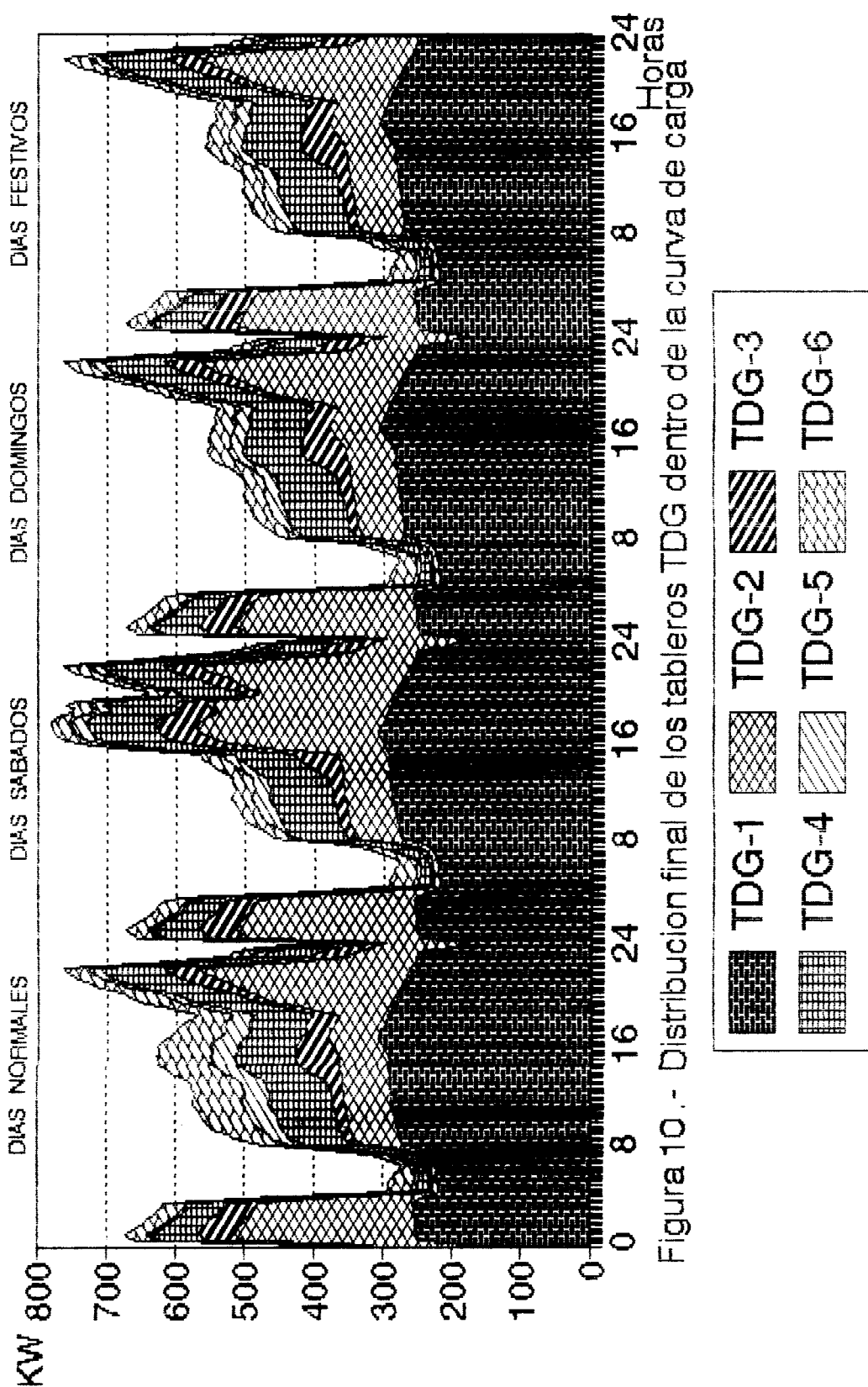


Figura 10.- Distribucion final de los tableros TDG dentro de la curva de carga

La distribución final de las cargas o sectores de gran consumo dentro de la curva de carga total de la C. A. El Universo pueden ser observadas en la figura 11, de igual manera si comparamos la figura 11 con la figura 2 notaremos una disminución en el consumo, pero a nivel de cargas y sectores específicos de gran consumo de energía eléctrica dentro de la industria.

El haber tomado adoptado medidas para la conservación y ahorro de energía en la C. A. El Universo no afecta a la forma en si de la curva de carga a lo largo del tiempo, pues ninguna de las medidas adoptadas hasta ahora propone cambios en los horarios o formas de operación de los equipos. Las curvas en su totalidad se ven afectadas en su tamaño, es decir las medidas adoptadas producen una disminución constante a lo largo del tiempo para cada una de las cargas afectadas.

Uno de los puntos que no hemos tomado en cuenta para disminuir el consumo de energía, es la disminución o eliminación de los valores picos o de punta de la curva de carga. La C. A. El Universo por sus características de trabajo, primero no dispone de puntas o valores pico de consumo dentro del rango de tiempo (18:30 a 21:00) durante el cual el Sistema Eléctrico del país necesita suministrar la mayor cantidad de energía eléctrica a sus abonados, y segundo le es imposible variar su horario de producción para eliminar el valor pico de consumo producto de la operación de la planta. Aunque esta previsto que una vez que se apague el enfriador centrífugo (Chiller) después de las 22:00 horas este

# C.A. EL UNIVERSO

## CURVA TIPICA DE CARGA

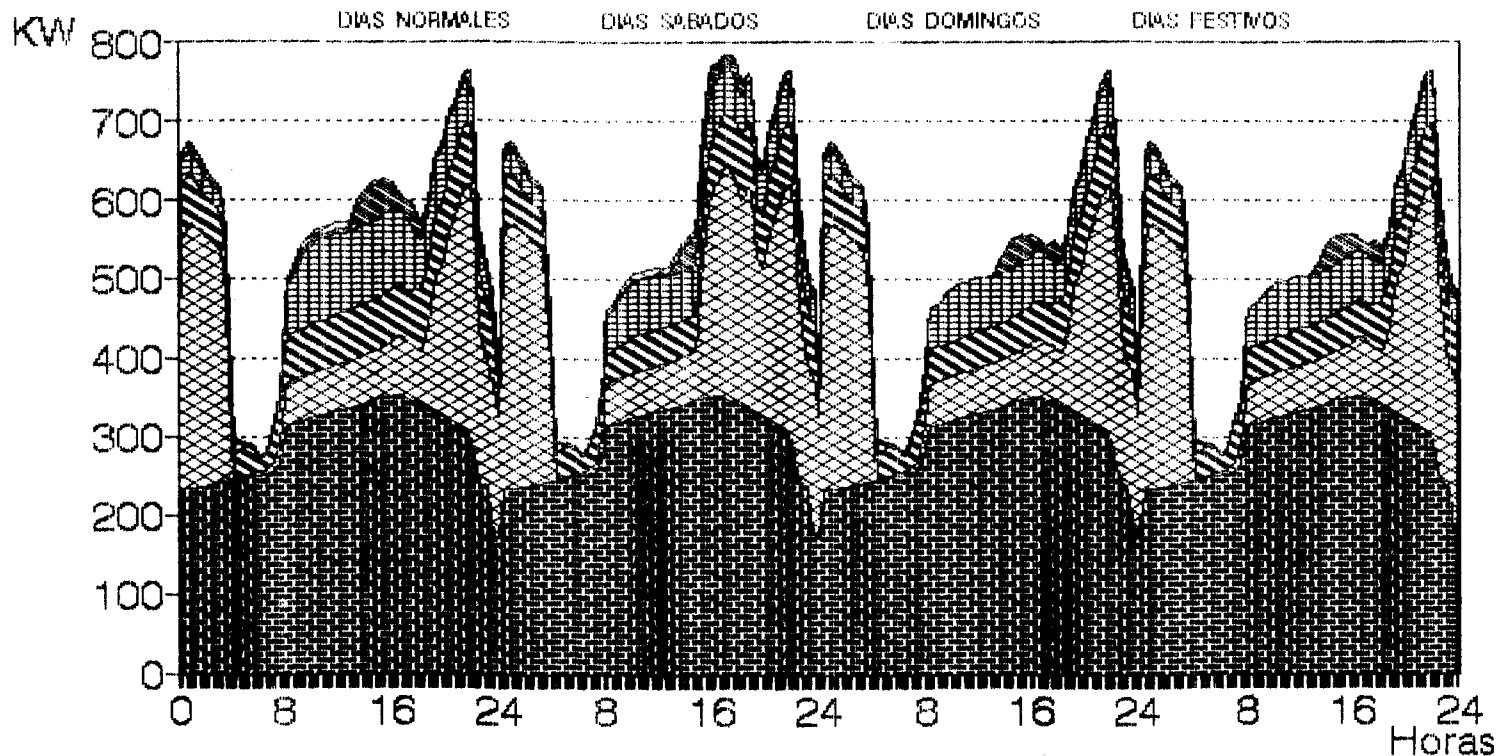
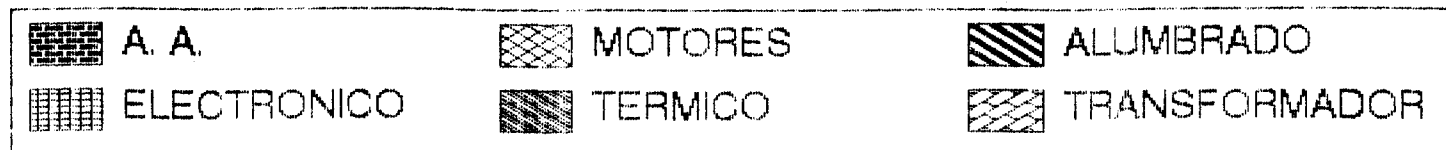


Figura 11.- Estructura final de la curva de carga de la C. A. El Universo





valor pico disminuirá considerablemente.

Queda pendiente un nuevo diseño para el sistema de generación propia en emergencia para cuando se instale la nueva Rotativa y sus equipos auxiliares. Este diseño no es adecuado realizarlo mientras no tengamos conocimiento de la ubicación final de los alimentadores y sub-tableros de distribución para estos nuevos equipos, como también de los requerimientos de energía y potencia de operación de los mismos.

#### **4.2 .- Posibilidad de Ahorro Energético a otro tipo de industrias.**

Pensar que dentro del sector industrial, una industria puede ser una muestra típica del sector, es absurdo. Lo que si es verdad es que dentro del sector industrial una industria identificada con la elaboración de plásticos si puede considerarse como una muestra típica de las industrias plásticas.

El presente trabajo aplicado a un abonado industrial, la C. A. El Universo, pudo obtener y aplicar medidas de conservación y ahorro de energía, pero esto no implica que al ser aplicado a otra industria obtendremos resultados positivos.

Es necesario estar conscientes de la complejidad que implica una conceptualización y análisis de una estructura de carga para un abonado industrial. Las condiciones y direccionamientos para la aplicación de la

metodología de encuestas están dadas en este trabajo, no existen restricciones de ningún tipo que impidan la aplicación del mismo a otro tipo de industrias.

Disponer de la estructura de la curva de carga representa para cualquier tipo de industria una herramienta indispensable como punto de partida para realizar un análisis de ahorro energético, la reestructuración necesaria de cargas, planificar un crecimiento industrial, diseñar el sistema de generación de emergencia, etc.

La posibilidad de ahorro energético es factible para la mayoría de industrias, en nuestro medio no ha existido preocupación por conocer quienes son y donde se encuentran ubicados los grandes consumos de energía, motivo por el cual mucho menos ha existido una planificación para una correcta distribución y uso de la energía eléctrica.

Hoy en día que no disponemos de suficiente generación eléctrica y sobre todo que los costos por suministro de energía eléctrica han sido elevados estamos preocupados por disminuir nuestros consumos, la mayoría de las veces sin orientación alguna. Un primer paso a dar, como hemos insistido anteriormente, es identificar los elementos que componen la curva de carga total de la industria, siendo este un punto de partida adecuado para llegar a implementar un programa de conservación y ahorro de energía eléctrica.

### **4.2.1 Monitoreo en Línea.**

Una alternativa para lograr información que nos pueda ayudar a determinar estrategias de control de consumo y ahorro energético lo constituye el monitoreo en línea de cargas involucradas en el consumo elevado de energía, a través de un analizador de registro de energía.

El analizador, el cual es un dispositivo registrador de datos basado en un microprocesador, continuamente recoge información sobre consumo de energía, temperatura y otras condiciones afines. El software del sistema analizador de energía que funciona en un computador personal ubicado en un sitio central, se comunica con analizadores en cada punto de medición por medio de líneas telefónicas standard para recoger datos de energía y de condiciones de operación; todos los datos reunidos por el analizador son almacenados en memoria, la cual esta respaldada por una batería.

El analizador puede opcionalmente ser configurado para controlar demanda de energía y activar condiciones de alarma. Podemos señalar los siguientes métodos de control:

- Control cíclico, para periodos alternados de operación de varios equipos.
- Control absoluto, el cual es un control de tipo regulado por un

contador de tiempo para cargas que pueden permanecer conectadas o desconectadas por periodos de tiempo prolongado.

- **Control de umbral o límite por monitoreo ya sea de picos o por niveles escandalosos.**

El uso de equipos sofisticados para el monitoreo en línea, además de facilitar valiosa información, no es menos cierto que representan una inversión de dinero considerable, por lo que se recomienda que para determinar su uso se realice un previo estudio de costos-beneficios, interviniendo aquí un análisis de la estructura de la curva de carga que nos indicara si las expectativas de ahorro energético justificaran la adquisición de equipos como el anteriormente descrito.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

En el presente trabajo se pudo determinar la estructura de carga para un abonado industrial, la C. A. El Universo, utilizando la metodología planteada por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) para obtener las características de las curvas carga de los sectores residencial y comercial mediante encuestas. Siendo este uno de los objetivos planteados al inicio del mismo.

El haber podido determinar los componentes de la curva de carga de este abonado industrial facilito considerablemente el análisis para que posteriormente se pueda implementar un programa de medidas de conservación y ahorro de energía eléctrica. Programa que sin haber sido ejecutado en su totalidad actualmente refleja ahorros considerables en el consumo de energía eléctrica.

Es importante señalar que el éxito de esta aplicación depende en gran parte de la fuente de información que nos permitirá llenar la encuesta, pues es necesario que el encuestado o encuestados conozcan detalladamente: las condiciones de operación y características técnicas básicas de los equipos o sectores de gran consumo, el ciclo de producción completo de la industria, los diferentes turnos de horarios existentes tanto en el área administrativa como de planta.

La industria una vez que tenga los resultados de esta aplicación y haya

implementado un programa de conservación energético estará en condiciones de negociar, ante la posibilidad de una tarifa horaria por el consumo de energía eléctrica, con la empresa que suministra esta energía. Pues al tener completo conocimiento de la distribución de sus cargas dentro de la curva total de carga puede solicitar compensaciones por modular su curva carga, disminuir o mover picos de consumo o generar su propia energía eléctrica.

El sistema tarifario actual no refleja la responsabilidad del usuario en la curva de carga, además no permite dar señales o indicaciones al usuario de manera que este pueda ser elemento activo en el proceso de prestación de servicio y mas bien se constituye en un ente pasivo que poco contribuye o no le interesa mejorar la utilización racional del servicio eléctrico.

En la práctica, la empresa eléctrica no conoce las características precisas de la demanda de cada uno de sus clientes y por lo tanto no puede imponer a cada uno de ellos la versión tarifaria que mejor refleje el costo de suministrar energía. Disponiendo únicamente de un conocimiento estadístico de su clientela que le permite determinar estas versiones tarifarias. Si los usuarios disponen de elementos necesarios para demostrar que conocen y pueden disponer del comportamiento individual de sus cargas dentro de la curva de carga total, la empresa eléctrica estará obligada a establecer un sistema tarifario indicativo, donde el cliente debe verse naturalmente llevado a elegir el mismo la

versión tarifaria que mejor refleje su costo.

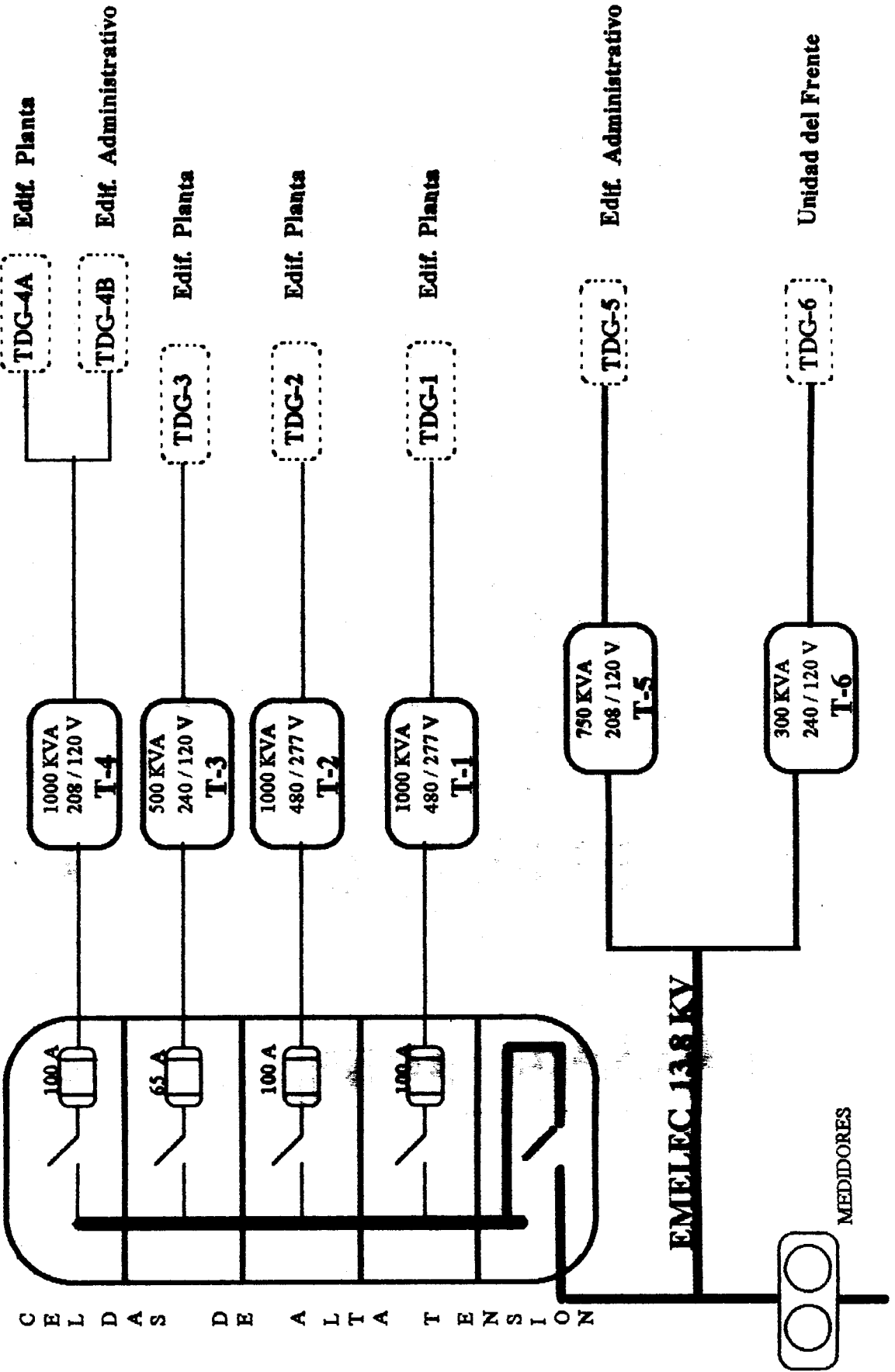
Es importante que la industria que ha podido implementar un programa de conservación y ahorro de energía nombre un encargado de coordinar los esfuerzos que la empresa está efectuando para la conservación de energía.

Este coordinador deberá ser responsable por todas las actividades relacionadas con la energía en las instalaciones. Se recomienda que, por estar identificado con las características de operación de los diferentes equipos de gran consumo, el coordinador sea uno de los ingenieros de mantenimiento eléctrico asumiendo esta responsabilidad a tiempo parcial. Esta persona deberá hacer seguimiento a los ahorros que se obtengan y asegurarse que se tomen las acciones operativas necesarias para que estos ahorros sean máximos.

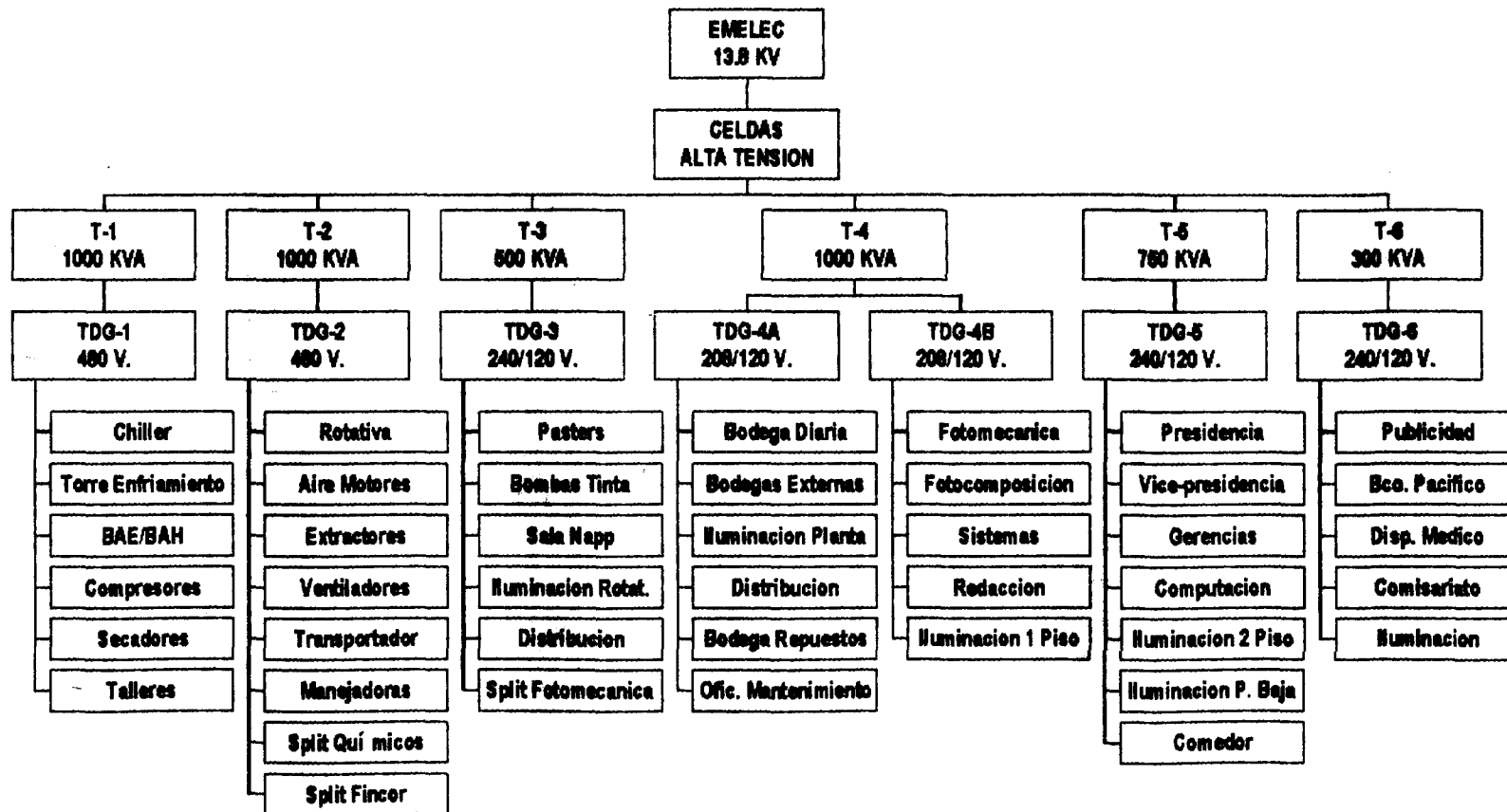
## **ANEXOS**



# ANEXO No 1.- DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL DE LA C.A. EL UNIVERSO



## ANEXO No 2 .- Distribucion de las cargas en los principales tableros de distribución de la C. A. El Universo.



**ANEXO No 3.- FORMULARIO DE CONSUMO DE ENERGIA DE EQUIPOS**

1. Evento	1	2	3		4	5		6	7		8	9		10		11
2. Sector	2	2	2		2	2		2	2		2	2		2		2
3. Cód. Primar.	M	M	M		M	M		M	M		M	M		M		M
4. Cód. Secunda.	EM	EM	EM		VE	VE		TR	TR		AC	AC		AC		AC
5. Destino	PR	PR	PR		PR	PR		PR	PR		IN	IN		IN		IN
6. Número	1	1	1		1	1		1	1		2	2		3		4
7. Cantidad	11	11	7		2	2		1	1		3	1		1		1
8. Potencia (W)	17840	17840	17840		44150	44150		24900	24900		4700	4700		116000		13600
9. Fact. Pot. (%)	95	95	95		85	85		90	90		95	95		85		90
10. Fact. Carga (%)	90	90	90		75	75		80	80		60	50		50		50
11. Hora inicio	19:00	24:00	15:00		19:00	15:30		19:00	15:30		00:00	07:30		08:00		00:00
12. Hora término	23:00	04:00	19:30		04:00	19:30		04:00	19:30		24:00	17:30		22:00		24:00
13. Hora probab.	22:30	01:00	17:30		01:00	17:30		01:00	17:30		22:30	17:30		18:00		18:30
14. Duración	02:00	03:30	03:00		07:00	03:00		07:00	03:00		24:00	08:00		14:00		12:00
15. Mensual	4135	4135	4010		4135	4010		4135	4010		4135	4115		4135		4135
16. Anual																

1. Evento	12		13		14		15		16		17					
2. Sector	1		1		1		1		1		1					
3. Cód. Primar.	M		M		M		M		M		T					
4. Cód. Secunda.	AC		TR		EM		TR		BA		TR					
5. Destino	IN		PR		PR		PR		IN		PR					
6. Número	1		2		2		3		1		1					
7. Cantidad	1		1		2		1		1		1					
8. Potencia (W)	399000		87320		11000		10000		87000		21000					
9. Fact. Pot. (%)	85		85		85		85		85		85					
10. Fact. Carga (%)	70		60		80		80		75		50					
11. Hora inicio	00:00		08:00		15:30		08:00		00:00		08:00					
12. Hora término	24:00		04:00		22:30		04:00		24:00		17:00					
13. Hora probab.	17:00		17:00		17:00		17:00		17:00		11:00					
14. Duración	22:00		20:00		04:00		20:00		22:00		07:00					
15. Mensual	4135		4135		4135		4135		4135		4015					
16. Anual																

1. Evento	18	19	20		21	22	23		24	25	26		27		28	29
2. Sector	3	3	3		3	3	3		3	3	3		3		4	4
3. Cód. Primar.	M	M	M		C	C	C		M	M	M		M		M	M
4. Cód. Secunda.	EM	EM	EM		PR	PR	PR		TR	TR	TR		AC		VE	VE
5. Destino	PR	PR	PR		PR	PR	PR		PR	PR	PR		IN		PR	PR
6. Número	3	3	3		1	1	1		4	4	4		5		2	2
7. Cantidad	11	7	11		1	1	1		1	1	1		1		2	2
8. Potencia (W)	3500	3500	3500		44700	44700	44700		25000	25000	25000		12000		2500	2500
9. Fact. Pot. (%)	75	75	75		80	80	80		80	80	80		80		95	95
10. Fact. Carga (%)	75	60	50		90	60	35		40	50	50		40		90	90
11. Hora inicio	20:30	15:30	05:00		13:30	17:00	19:30		07:00	19:00	15:30		14:00		21:00	15:30
12. Hora térm.	04:00	19:30	20:30		17:00	19:30	01:00		19:00	04:00	19:30		01:00		04:00	19:30
13. Hora probab.	02:00	17:30	15:00		15:00	18:00	23:00		15:00	02:00	17:30		15:00		21:30	17:30
14. Duración	07:00	03:00	10:00		02:30	01:30	06:30		10:00	08:00	03:00		08:00		07:00	03:30
15. Mensual	4135	4010	4135		4135	4135	4135		4135	4135	4010		4135		4135	4010
16. Anual																

1. Evento	30	31	32	33		34	35		36	37		38	39	40		41
2. Sector	4	4	4	4		4	4		4	4		4	4	4		4
3. Cód. Primar.	A	A	A	A		M	M		A	A		E	E	E		M
4. Cód. Secunda.	FL	FL	FL	FL		EM	EM		FL	FL		CM	CM	CM		BA
5. Destino	IN	IN	IN	IN		PR	PR		IN	IN		PR	PR	PR		PR
6. Número	1	1	1	1		4	4		2	2		1	1	1		2
7. Cantidad	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1		1
8. Potencia (W)	31380	31380	31380	31380		7500	7500		33354	33354		60000	60000	60000		3700
9. Fact. Pot. (%)	80	80	80	80		90	90		90	90		90	90	90		90
10. Fact. Carga (%)	80	70	50	30		80	80		90	50		80	90	50		80
11. Hora inicio	18:00	04:00	07:00	15:30		20:30	15:30		07:00	22:30		08:00	18:00	23:00		00:00
12. Hora térm.	04:00	07:00	18:00	19:30		04:00	19:30		22:30	01:30		18:00	23:00	04:30		24:00
13. Hora probab.	21:00	05:00	13:00	17:30		23:00	17:30		21:00	24:00		11:00	21:00	01:00		21:00
14. Duración	10:00	02:00	10:00	03:30		06:00	03:30		14:30	03:00		09:00	04:30	05:00		14:00
15. Mensual	4135	4135	4135	4010		4135	4010		4135	4135		4135	4135	4135		4135
16. Anual																

1. Evento	42	43		44	45	46	47	48	49		50	51	52	53	54	55
2. Sector	5	5		5	5	5	5	5	5		5	5	5	5	5	5
3. Cód. Primar.	E	E		A	A	A	A	A	A		C	C	C	C	C	C
4. Cód. Secunda.	CM	CM		FL	FL	FL	FL	FL	FL		CO	CO	CO	CO	CO	CO
5. Destino	AD	AD		IN	IN	IN	IN	IN	IN		SE	SE	SE	SE	SE	SE
6. Número	2	2		3	3	3	3	3	3		1	1	1	1	1	1
7. Cantidad	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
8. Potencia (W)	11598	11598		50105	50105	50105	50105	50105	50105		29418	29418	29418	29418	29418	29418
9. Fact. Pot. (%)	90	90		90	90	90	90	90	90		90	90	90	90	90	90
10. Fact. Carga (%)	70	25		45	20	10	25	20	20		45	45	45	35	35	10
11. Hora inicio	07:30	09:00		07:30	20:00	24:30	09:00	07:00	14:00		09:30	15:30	20:30	12:00	18:00	00:00
12. Hora término	19:00	14:00		20:00	24:30	07:30	14:00	20:00	20:00		12:00	18:00	24:00	15:30	20:30	09:30
13. Hora probab.	11:30	11:00		14:00	23:00	04:00	11:00	11:00	15:00		11:30	16:30	23:30	13:00	19:00	08:00
14. Duración	10:00	05:00		11:00	03:30	06:30	04:00	13:00	06:00		02:30	02:30	03:00	03:30	02:30	09:00
15. Mensual	4005	4010		4005	4135	4135	4010	4120	4010		4135	4135	4135	4135	4135	4135
16. Anual																

1. Evento	56	57		58	59	60	61	62		63	64	65		66		
2. Sector	6	6		6	6	6	6	6		6	6	6		6		
3. Cód. Primar.	E	E		A	A	A	A	A		E	E	E		M		
4. Cód. Secunda.	CM	CM		FL	FL	FL	FL	FL		CM	CM	CM		AC		
5. Destino	AD	AD		IN	IN	IN	IN	IN		SE	SE	SE		AD		
6. Número	2	2		4	4	4	4	4		3	3	3		6		
7. Cantidad	1	1		1	1	1	1	1		1	1	1		1		
8. Potencia (W)	31600	31600		22750	22750	22750	22750	22750		16500	16500	16500		33000		
9. Fact. Pot. (%)	90	90		90	90	90	90	90		90	90	90		90		
10. Fact. Carga (%)	80	50		75	60	80	15	40		80	15	15		85		
11. Hora inicio	08:30	18:00		21:00	08:00	18:00	06:00	18:00		09:00	18:00	09:00		00:00		
12. Hora término	18:00	21:00		06:00	18:00	21:00	18:00	21:00		18:00	09:00	18:00		24:00		
13. Hora probab.	16:00	20:00		23:30	10:00	20:00	12:00	20:00		16:00	20:00	16:00		16:00		
14. Duración	08:30	02:30		08:00	09:00	02:30	12:00	02:30		08:00	15:00	08:00		18:00		
15. Mensual	4005	4005		4135	4005	4005	4130	4130		4005	4135	4130		4135		
16. Anual																

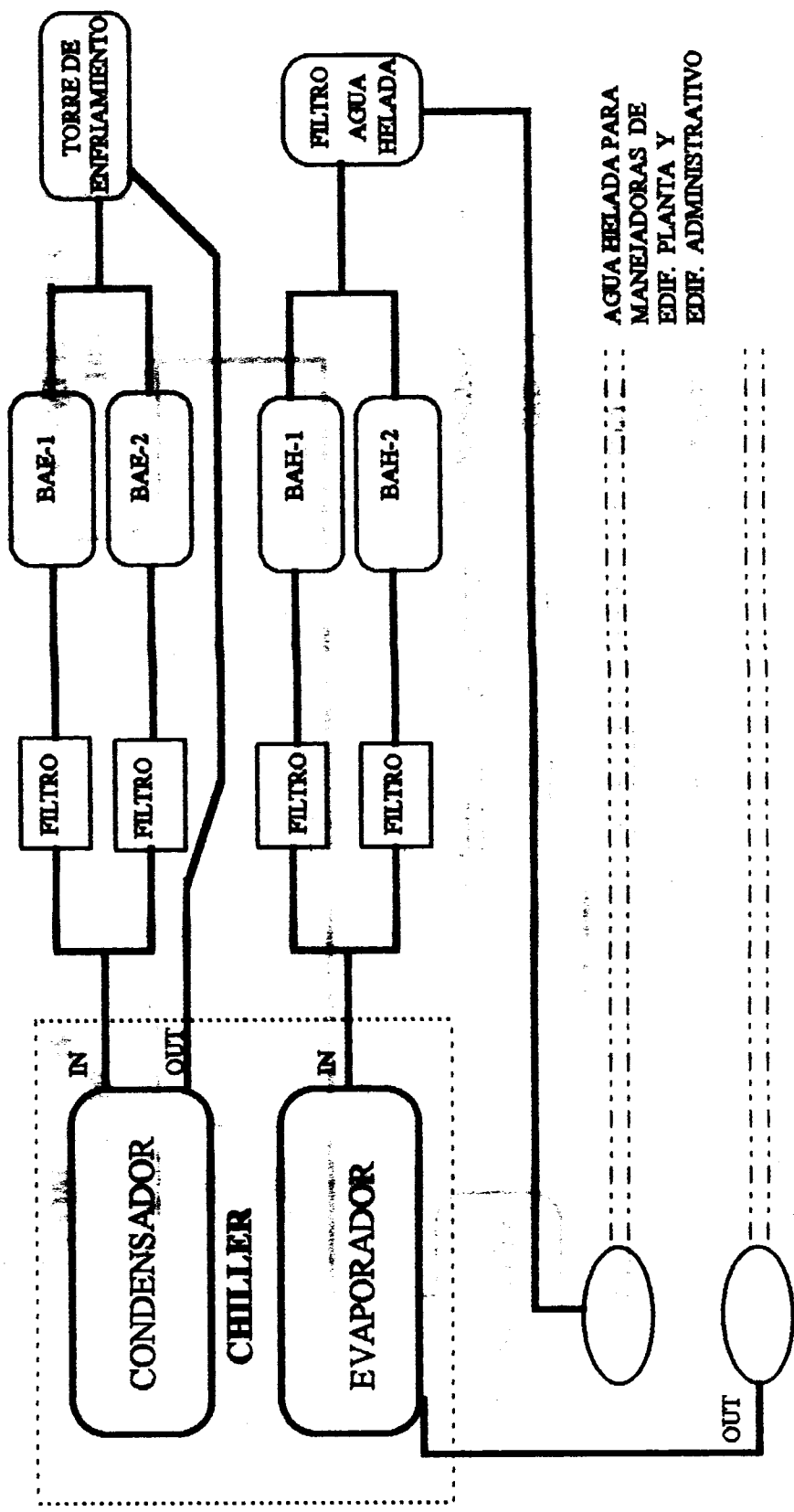
**Anexo No. 4 . - Tipos de usos primario y secundario con sus codigos.**

<b>USO PRIMARIO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>USO SECUNDARIO</b>	<b>CODIGO</b>
TERMICO	C	PRODUCCION	PR
		COCCION	CO
		CALENTAMIENTO AGUA	AG
		CALENTAMIENTO AMBIENTE	AM
MOTOR	M	ENERGIA MECANICA	EM
		TRANSPORTE	TR
		BOMBEO DE AGUA	BA
		RIEGO	RI
		VENTILACION	VE
		CONDICIONAMIENTO AMB.	AC
		REFRIGERACION	RE
ALUMBRADO	A	INCANDESCENTE	IN
		FLUORESCENTE	FL
		MIXTA	MI
		MERCURIO	ME
		SODIO	SO
		HALOGENO	AL
ELECTRONICO	E	COMUNICACION-RADIO	RA
		COMPUTACION	CM
ELECTROQUIMICO	Q	GALVANOPLASTIA	EQ
		ALUMINIO	ET
TRANSFORMACION	T	TRANSFORMADORES	TR
		ALMACENAMIENTO	BA
OTROS	O	ESPECIFICAR	O

## **Anexo No. 5 . - Destinos o usos finales de la energía eléctrica.**

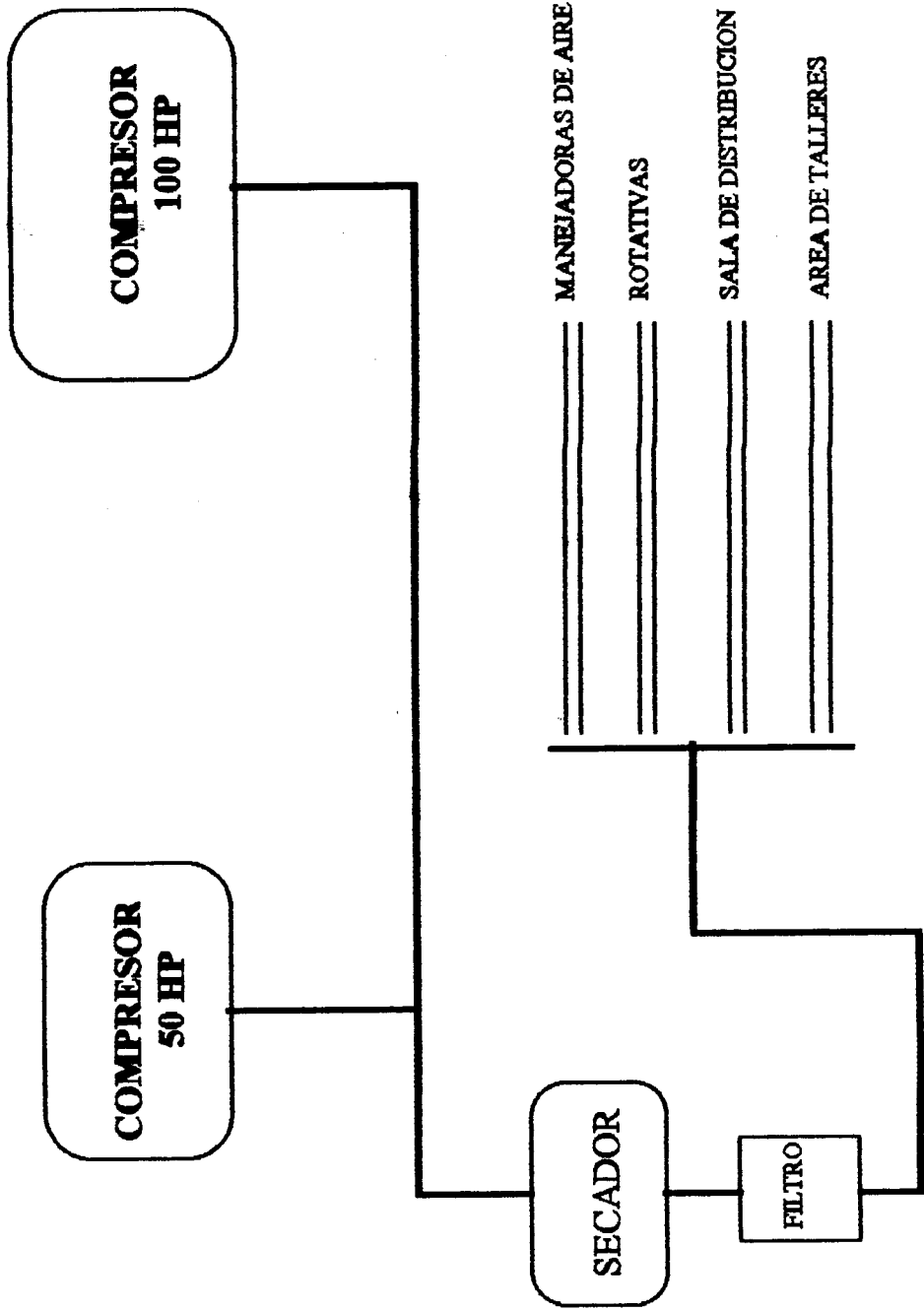
- PRODUCCION:** Cuando la energía es destinada a un uso productivo, en el sentido que es utilizada para la elaboración de un producto destinado a la venta. El uso productivo se aplica únicamente a actividades del sector primario: agrícola, pesca, minería e industria.
- INFRAESTRUCTURA:** Son considerados consumos de infraestructura todos los usos de electricidad destinados a la ocupación del ambiente, como: alumbrado, ventilación, acondicionamiento ambiental.
- ADMINISTRATIVOS:** Son considerados consumos administrativos todos los usos de energía destinados a actividades de oficina, como: máquinas de escribir, teléfonos, copadoras, etc.
- SERVICIOS:** Son considerados usos de servicios todos los consumos destinados a suministrar un servicio, por ejemplo: son servicios todos los usos de equipos de empresas de servicios (copadoras, gasolineras, restaurantes, etc.) y también servicios suministrados por una empresa industrial a los propios funcionarios por ejemplo : comedores.
- RESIDENCIAL:** Son considerados consumos residenciales todos los consumos destinados a uso domiciliario. La boleta de encuesta del domicilio es propia, por tanto todo el consumo del domicilio es transferido automáticamente en este campo en el resumen de expansión.

**Anexo No. 6.- DIAGRAMA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**





**Anexo No 7.- DIAGRAMA ELEMENTAL DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO**



## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 .- BARGHINI ALESSANDRO. Consumo de energia nos setores de comércio e serviços.
- 2 .- Comité d'études du développement des applications de l'énergie électrique. Etude des courbes de charge dans l'économie électrique Manuel de théorie et de méthodologie pratique.
- 3 .- HINES, W. Probability and Statistics in Engineering and Management Science.
- 4 .- WILLIAM G. COCHRAN - J WILEY & SONS, Inc. Sampling Techniques.
- 5.- WILHEIM JORGE (Consultores Associados - Alessandro Barghini). Consumos residenciais de energia.