



T.  
621.31  
F 363  
c.2

# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

## Facultad de Ingeniería en Electricidad



“EVALUACION DE COSTOS EN LOS  
CONSUMIDORES INDUSTRIALES.-  
CASO PILADORAS”

### INFORME TECNICO

Previo a la obtención del Título de:  
**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**  
Especialización: **POTENCIA**

Presentado por:  
**Rodolfo Fernández Baidal**

Guayaquil - Ecuador  
1989

A G R A D E C I M I E N T O

A todos quienes me impulsaron  
y contribuyeron a que alcanzara  
éste, un éxito invaluable en  
mi vida.





BIBLIOTECA

D E D I C A T O R I A

A Luduvina, mi madre, en el  
cielo, porque jamás dudó  
que este momento llegaría.

A mi hijo, A mi padre

A mi esposa

A mis hermanos



BIBLIOTECA

Ing. HERNAN GUTIERREZ V.  
DECANO  
Fac. Ing. Eléctrica

Ing. ALBERTO TAMA F.  
PROFESOR SUPERVISOR

Ing. ARMANDO ALTAMIRANO CH.  
MIEMBRO PRINCIPAL

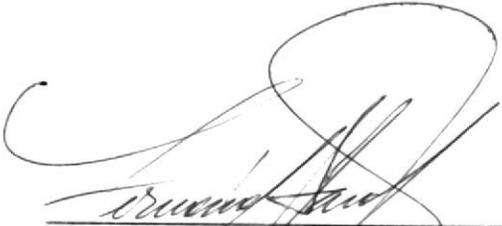


BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".



RODOLFO FERNANDEZ BAIDAL  
Autor

## R E S U M E N



BIBLIOTECA

### Antecedentes

Ante la eventual falla producida en el proceso de facturación del consumo de energía eléctrica a piladoras de la provincia de Los Ríos, industriales riosenses requirieron un estudio completo que incluía:

- Revisión integral de la carga.
- Cálculo de valores de carga, demanda y consumo en base a los parámetros de facturación.
- Posibles causas del incremento de valores.
- Sesiones de trabajo con técnicos de Emelríos y diálogos con representantes de Inecel.

### Trabajos

Luego de hacer un listado de equipos para obtener la base de demanda, se notó que era excesiva. Se procedió a la búsqueda de fallas en motores y accesorios, así como en la instalación de circuitos, banco de transformación y demás. Se realizó igualmente un análisis de costos detallado, ejerciendo además pruebas de los medidores y su patrón, así como la incidencia del trabajo de los operadores de la empresa eléctrica. Se establecieron curvas de consumo, costos y tiempo, en base a lo que se extrajeron importantes reflexiones.

### Recomendaciones y conclusiones

El informe incluye un alcance bastante apreciable de la ne-

cesidad de atender cada detalle de los analizados de manera independiente, que deben ser considerados tanto por instaladores de las empresas eléctrica del país, como por los industriales propietarios de las plantas en cuestión, pudiéndose generalizar sus recomendaciones. Particularizamos aquella de la forma de establecimiento y costos de la demanda máxima facturable, así como el factor de potencia y el consumo de energía (KwH).

También se establecen algunos detalles respecto del tipo de medición y sus características tanto en funcionamiento normal, como ante una posible saturación; y datos en la forma de cobro y tipos de cargos en la facturación.

# I N D I C E   G E N E R A L



BIBLIOTECA

|  | Pág.       |
|--|------------|
| RESUMEN.....   | <u>V</u>   |
| INDICE GENERAL.....  | <u>VII</u> |
| INTRODUCCION.....  | <u>IX</u>  |
| I. ELEMENTOS BASICOS PARA LA FACTURACION ELECTRICA. -  |            |
| DISPOSICIONES GENERALES.....   | 1          |
| 1.1. Demanda máxima facturable.....  | 1          |
| 1.2. Energía consumida.- Carga.- Residencial, co-<br>mercial e industrial.....                                   | 3          |
| 1.3. Factor de potencia.- Potencia activa y po-<br>tencia reactiva.....  | 7          |
| 2. FACTURACION INDUSTRIAL.- PILADORAS CON BANCO DE<br>TRANSFORMADORES DE 300 KVA.....                            | 11         |
| 2.1. Inquietudes del abonado.....  | 12         |
| 2.2. Datos de facturación mensual.....   | 13         |
| 2.2.1. Valores planillados.....  | 13         |
| 2.2.2. Curvas del comportamiento de facturas<br>para piladoras.....  | 15         |
| 2.2.3. Tabla de valores de kWh de factura-<br>ción mensual industrial (en sucres).-1986/87                       | 19         |
| 2.3. Estudio práctico de las cargas individuales.<br>Potencia total.- Diversidad de motores uti-<br>lizados..... | 22         |
| 3. DETERMINACION Y ANALISIS DE LAS CAUSAS DE LOS AL-<br>TOS COSTOS.....  | 27         |

|  |    |
|--|----|
| 3.1. Valores de demanda.....   | 27 |
| 3.1.1. Criterios.....  | 27 |
| 3.1.2. Demanda Máxima Anual.....   | 29 |
| 3.2. Incidencia de los operadores de las empresas<br>eléctricas.....                   | 32 |
| 3.3. La medición de consumo de energía.....  | 33 |
| 3.3.1. Influencia de los aparatos de medi-<br>ción.- Alta y Baja Tensión.....          | 36 |
| 3.3.2. El patrón de ajuste de medidores.....   | 39 |
| 3.4. Influencia de la carga.....   | 40 |
| 3.4.1. Forma de distribución de la carga....   | 40 |
| 3.4.2. El factor de potencia.- Eficiencia de<br>los motores.- Equipos correctores..... | 42 |
| 3.4.3. La capacidad del banco de transforma-<br>ción.....                              | 53 |
| 3.4.4. El tablero de distribución.....   | 54 |
| 3.4.5. Los circuitos eléctricos.....   | 55 |
| 4. SESIONES DE TRABAJO CON TECNICOS DE EMELRIOS.....                                   | 57 |
| 4.1. La demanda de energía.- Recomendaciones a<br>sus criterios de facturación.....    | 57 |
| 4.2. Límites de consumo industrial y consumo co-<br>mercial.- Consideraciones.....     | 59 |
| 4.3. Observaciones y recomendaciones varias .-<br>Ventajas económicas del estudio..... | 62 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....  | 66 |
| APENDICE.....  | 68 |
| BIBLIOGRAFIA.....  | 73 |

## I N T R O D U C C I O N

En el presente informe se analizarán los costos en los consumidores industriales de energía eléctrica, tal es el caso de las piladoras de la provincia de Los Ríos, estudio que fue ejecutado en el año 1.986, y que mantiene vigencia considerando el análisis cualitativo que se presenta.

En la práctica se dan casos especiales de costos exagerados que tienen dependencia de factores propios de operación y medición de las empresas eléctricas del país, como de pérdidas o fallas de algún tipo -inclusive humano-, que se presentan en las instalaciones de los consumidores industriales.

El objetivo de la investigación es encontrar el por qué de los altos costos del proceso industrial, y si corresponden o no al valor real de la utilización de la energía eléctrica. Partimos para el estudio, de los conocimientos científicos y prácticos en lo relacionado a pérdidas y eficiencia, así como detalles para la facturación bajo los parámetros de demanda, consumo y factor de potencia; los aplicamos, según se hizo en la práctica, y bajo procedimientos técnicos analíticos, llegamos a determinar principios de operación que nos permiten optimizar el consumo de energía industrial, mejorar la relación usuario-empresa, y hacer eficien-

te el sistema para que la facturación resulta más justa y  
y se apegue a la realidad.

## CAPITULO N° 1

### ELEMENTOS BASICOS PARA LA FACTURACION DE ENERGIA ELECTRICA.

#### DISPOSICIONES GENERALES

Para la facturación de la energía eléctrica, el pliego tarifario de las empresas eléctricas del país se basan en el llamado Reglamento de Fijación de Tarifas de Suministro de Energía Eléctrica, expedido mediante Decreto N° 2310 del 15 de diciembre de 1.983 y publicado en el Registro Oficial N° 644 del 21 de los mismos mes y año, en el que se define a los abonados para servicios Residencial, Comercial e Industrial en base al tipo de carga con que cuenta cada uno de los usuarios y el tipo de servicio a brindársele. Igualmente se define en la práctica el cálculo de la Demanda Máxima Facturable, la energía consumida y el factor de potencia de la carga, para efectos de dicha facturación.

#### 1.1. Demanda Maxima Facturable.

En la práctica, demanda es la carga medida en los terminales de recepción promedia, en 15 minutos.

Según su definición científica, la demanda es el valor de potencia en Kw instantánea que consume una carga, y la Máxima Facturable es la máxima potencia que se obtiene integrando la potencia instantánea en un determinado período de tiempo; en Reglamento, a la demanda máxima facturable se la define como la máxima demanda registrada en el respectivo medidor de demanda en los últimos 12 meses, incluido el de facturación. El otro sistema de definirlo, cuando el usuario no cuenta con registrador de demanda, es el que se computa mediante un sistema numérico que lo señala el pliego tarifario del Ministerio de Energía y Minas, y que veremos en el Capítulo N° 3, y se aplica tanto para el abonado comercial como para el industrial.

Cualquier factor que resultare del registro de medidores de demanda máxima o del cálculo mencionado, se asimila al entero próximo superior en función del valor de demanda.

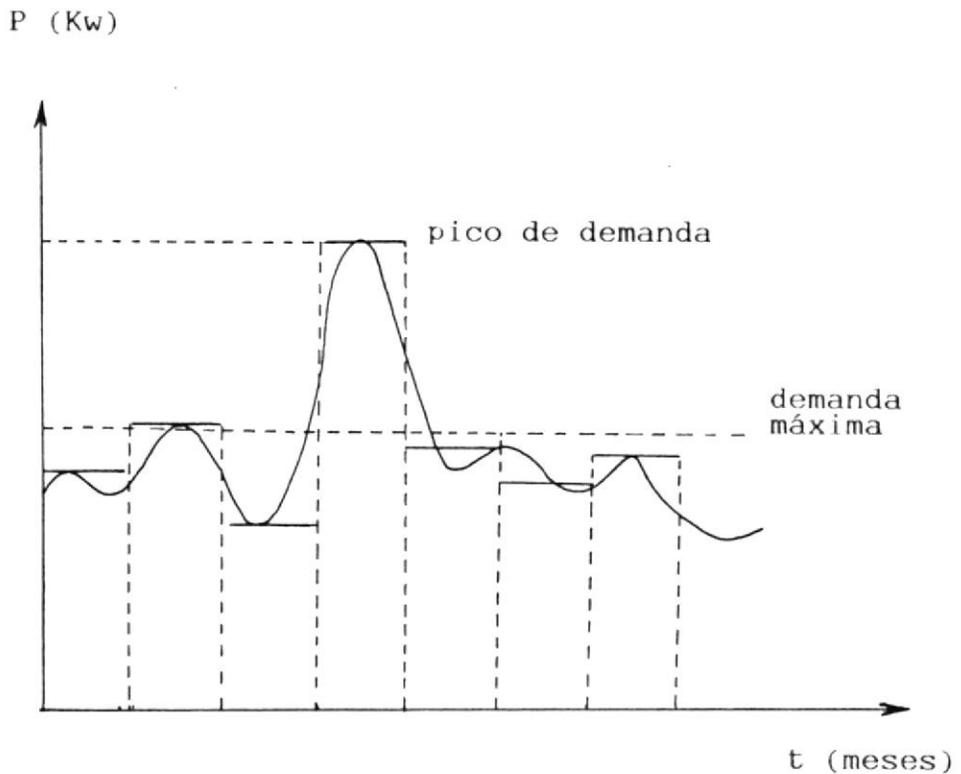
De esta manera queda expuesta la forma de facturación del primero de los parámetros que influye en el costo de la energía eléctrica por el consumo de cada usuario.

En la gráfica N° 1 apreciamos la demanda de potencia en función del tiempo, la misma que se asimila a una curva que podría ser como la siguiente:

P (Kw) vs t (meses).



BIBLIOTECA



GRÁFICA N° 1: Curva Potencia en función del Tiempo.

1.2. Energía consumida.- Carga.- Residencial, comercial e industrial.

La energía consumida está demarcada por la energía que se utiliza para determinada carga durante un período de tiempo. En base a ello se definen varias clases de servicio según la carga, potencia demandada y energía consumida, a saber:

RESIDENCIAL: Es el servicio destinado exclusivamente a uso doméstico en las habitaciones y anexos que normalmente constituyen la residencia de una unidad familiar. Se clasifican también en esta categoría los abonados de pequeños consumos y bajos recursos económicos que

tengan integrada a su vivienda una pequeña actividad de comercio o pequeños talleres de artesanía.

COMERCIAL: Es el servicio de energía eléctrica suministrado a casas, edificios, departamentos, etc. destinado por sus abonados o inquilinos para fines de negocios o actividades profesionales, y a locales destinados a cualquier otra actividad por la cual sus propietarios o sus arrendatarios perciban alguna remuneración del público que a ellos concurra. Se clasifican por lo tanto, dentro del servicio comercial, el suministro de energía a tiendas, almacenes, salas de cine, hoteles y afines, clínicas particulares y todos aquellos usuarios que no pueden considerarse como residencias o industrias. En caso de que la casa, departamento, etc., de un consumidor, dé mayores recursos económicos, o parte de ellos sirva a la vez como residencia de los abonados o sus inquilinos, y si sólo existe un medidor, todo el consumo de energía se lo considerará como servicio comercial.

INDUSTRIAL: Se lo denominará así al servicio de energía eléctrica suministrado a locales tales como fábricas, talleres, aserraderos, molinos, etc. destinados a la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial. Se incluye en este servicio, el suministro de energía eléctrica para usos industriales de los Municipios, Consejos Provinciales



BIBLIOTECA

y otras entidades de servicio público. Constituye parte del servicio industrial, el servicio de alumbrado a los locales destinados a la elaboración del producto.

Hubo, hasta 1.988, para los usuarios de tipo residencial, 2 clasificaciones: R1 y R2, según su número de KWH consumidos, mas desde 1.989 se estableció una sola tarifa con cargos que se incrementan cada cierto número de KWH consumidos.

En cuanto a los abonados comerciales, también había 3 casilleros según el consumo, y desde 1,989 los hay en las llamadas: Tarifa comercial con demanda y si demanda. La primera para aquellos cuya carga instalada sea de hasta 10 Kw y los de la segunda clasificación son aquellos de carga instalada mayor a los 10 Kw.

En el servicio industrial, hasta 1.988 había 3 categorías: I1, I2, I3; el primero sin demanda y los siguientes con demanda y consumo. Para nuestro caso, aplicamos la llamada tarifa I2, para los servicios trifásicos de fuerza general, desde 10 Kw hasta 5.000 Kw en usos industriales. Este servicio se lo suministra a 60 Hz de frecuencia y en voltajes standard de la empresa eléctrica correspondiente. Desde 1.989 hay una nueva clasificación:

I-A: Tarifa aplicada a los abonados de servicio industrial que usen la energía en trabajos de artesanía o pequeña industria cuya carga instalada sea de hasta 10

Kw, con cargos que se incrementan mes a mes, igual que todas las otras clasificaciones de usuarios.

I-D1: Servicio industrial con carga instalada mayor a 10 Kw y hasta una demanda facturable de 1.000 Kw.

I-D2: Aquellos con demanda facturable mayor a 1.000 Kw

I-D3: Aquellos que toman la energía en horas que no correspondan a las de máxima demanda del sistema (inyendo periódicos matutinos).

I-CE: Consumo de tipo estacional opcional para esta tarifa y será aplicada en el período de utilización que hayan acordado con la empresa.

Se plantean también otros tipos de tarifas: de Asistencia Social y Beneficio Público; de Bombeo de Agua; a Entidades Oficiales; de Alumbrado Público; Promocional Ocasional; a Escenarios Deportivos; para Reventa o de Servicio Fijo.

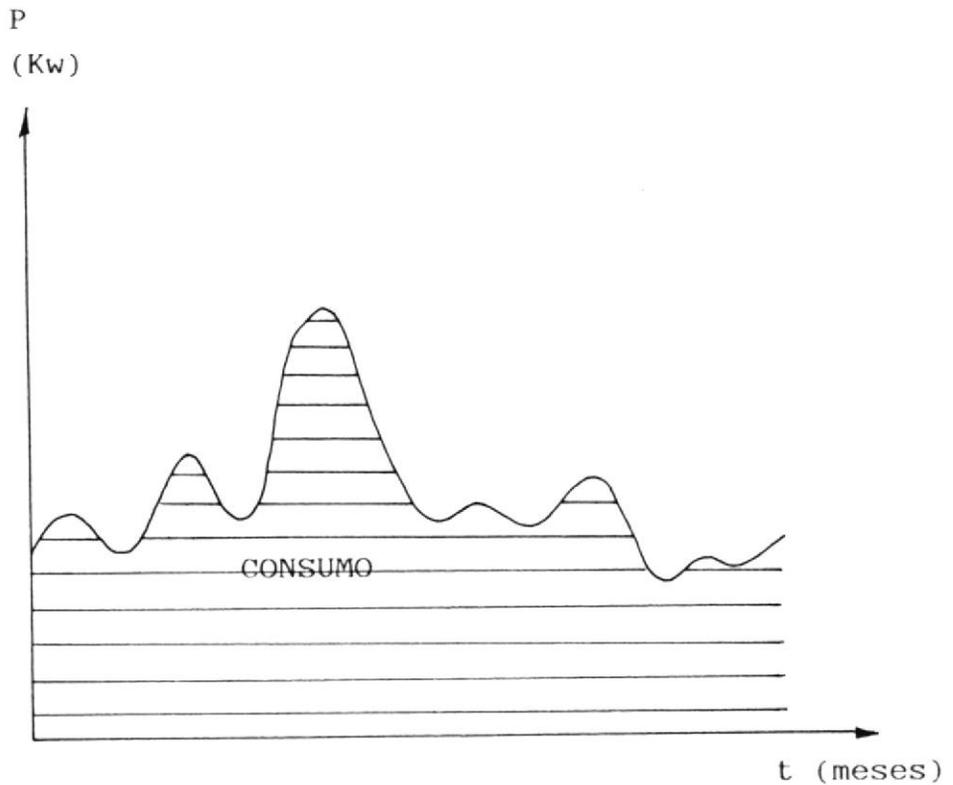
Adicionalmente a los costos correspondientes a estos servicios, hay otro que no varía en su cargo en sures y es de un valor de S/. 0.05/ Kwh, siempre y cuando:

El usuario residencial pase de 100 Kwh de consumo.

El usuario comercial exceda los 200 Kwh.

El usuario industrial pase los 1.000 Kwh consumidos.

La energía consumida por la carga en Kwh en un determinado período de tiempo se asemeja a una curva como ésta:



GRAFICA Nº 2: Consumo.

### 1.3. Factor de potencia.- Potencia Activa y Potencia Reactiva.

Se define factor de potencia como el coseno del ángulo de fase entre el voltaje que recibe un circuito determinado y la corriente que circula por éste. Los valores del factor de potencia van desde 0 hasta 1, siendo en la carga inductiva ideal su valor cero, y en la carga puramente resistiva: 1. Las cargas capacitivas mejoran el factor de potencia de cero a uno. Lo ideal es que se acerque al valor de la unidad. ¿Por qué?. Veamos:

El factor de potencia, también llamado Coseno del án-

gulo  $\emptyset$  ( $\text{Cos } \emptyset$ ), puede determinarse fácilmente de otra manera, en base a los valores de potencia activa y reactiva de una carga determinada, así:

El factor de potencia es  $\text{Cos } \emptyset = P_w/P_s$ ,

en que  $P_w$ : es la potencia activa, y

$P_s$ : es la potencia aparente.

La potencia activa se la determina con la simple ayuda del medidor de KWH, mediante la siguiente ecuación:

$$P_w = \frac{\text{r.p.m.} \times 60}{\text{rev/KWH}}$$

La  $P_w$  (menos las pérdidas eléctricas), es aquella potencia transformada por el motor en potencia mecánica y es aprovechable por la parte resistiva de la carga. Se la mide en Wattios (w).

La  $P_s$  en sistemas trifasicos se determina por los valores de intensidad y tensión medidos con la ecuación:

$$P_s = \frac{I_l \cdot V_{l-l} \cdot \sqrt{3}}{1.000} \quad \text{en KVA}$$

También es igual a:

$$P_s = 3 \cdot V_{l-n} \cdot I_l / 1.000$$

$$P_s = 3 \cdot V_{l-l} \cdot I_f / 1.000$$

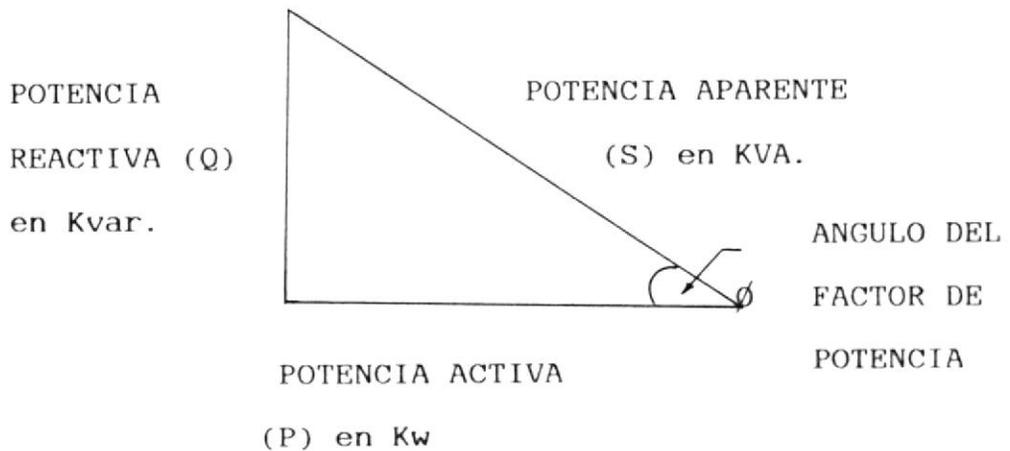
La potencia reactiva ( $P_{var}$ ) sirve solamente para formar los campos magnéticos en las máquinas, es decir, para "magnetizar el motor". Su fórmula es:

$$P_{var} = \sqrt{P_s^2 - P_w^2}$$



BIBLIOTECA

De otro lado, matemáticamente se puede aplicar la siguiente relación gráfica:



$$\text{POTENCIA APARENTE} = (\text{KV}) (I) \text{ en KVA}$$

$$\text{POTENCIA ACTIVA} = (\text{KV}) (I) \text{ Cos } \phi \text{ en Kw}$$

$$\text{POTENCIA REACTIVA} = (\text{KV}) (I) \text{ Sen } \phi \text{ en Kvar}$$

$$\text{FACTOR DE POTENCIA} = \frac{\text{POTENCIA ACTIVA EN Kw}}{\text{POTENCIA APARENTE KVA}}$$

$$= \frac{P_w}{\sqrt{P_q^2 + P_w^2}}$$

Lo ideal es que toda la potencia sea aprovechable ( $P_w$ ) y en este caso,  $P_w = P_s$ , lo cual en realidad no ocurre pero se tiende a ello, que  $\text{Cos } \phi = 1$ .

Para corregir el factor de potencia existente de un motor o de una planta industrial a un valor deseado, se necesita una potencia reactiva determinada, instalándose mediante el uso de capacitores.

Como queda expresado, fundamental para el cálculo de:  
la potencia reactiva necesaria, es el conocimiento del  
 $\cos \varnothing$  con el que trabaja la instalación.



## CAPITULO N° 2

### FACTURACION INDUSTRIAL.- PILADORAS CON BANCO DE TRANSFORMADORES DE 300 KVA

Existe una clasificación preestablecida de los consumidores industriales que motivan su respectiva facturación. En el caso que nos ocupa, de manera general, hay 3 tarifas industriales en las que se incluyen demanda, consumo y la penalización del factor de potencia. Hasta 1.988 había sólo ésta clasificación, mas desde 1.989 se ha reestructurado dicho instructivo tarifario y hay otros casilleros de aquellos. Mas, por regla general, los consumidores industriales siguen encasillándose en 3 tipos fundamentales: D1 D2 y D3.

Para nuestro efecto, de piladoras o servicios industriales que utilizan bancos de transformación de 300 KVA trifasicos -valor motivado ya por la carga instalada, o ya porque su proyección futura lo amerite-, en su esencia no han variado las formas de establecer los cargos. Antes era la

tarifa I2, con una base de demanda facturable, y el restante valor de consumo; desde 1.989 es la denominada tarifa I-D1 con carga instalada mayor a 10 Kw y hasta una demanda facturable de 1.000 Kw, con cargos por cada kWh consumido.

### 2.1. Inquietudes del abonado.

Dado que en el año de 1.986 y lo que corría el primer semestre del año 1.987, y en base a lo teóricamente utilizada la carga, varios industriales de la provincia de Los Ríos mostraron su disconformidad por los valores que debían cancelar a Emelríos por concepto de consumo en las instalaciones de las piladoras. Esto motivó un minucioso estudio en dichos centros de carga, que incluían los elementos físicos del sistema eléctrico allí instalado y cálculos teóricos de demanda, consumo y factor de potencia que permitan encontrar las causas o justificaciones de aquellos costos. La labor fue ejecutada con la coordinación paralela de técnicos e ingenieros de la Empresa Eléctrica de Los Ríos, fundamentando en los trabajos y los diálogos, nuestras conclusiones y explicaciones a tales inquietudes.

Se debió partir de un análisis visual de las instalaciones, a base de lo cual, y con las facilidades brindadas por los propietarios de las piladoras, pudimos clasificar y enumerar uno a uno los elementos de carga de los sistemas eléctricos, así como mediciones de dicha carga en diferentes horarios. Pasamos luego a

los cálculos de la demanda máxima facturable y la máxima instalada; así como de la energía consumida por la carga en condiciones máximas de funcionamiento.

Luego de aquello se pasó a varias sesiones de trabajo con técnicos de Emelrios, las mismas que fueron evacuando inquietudes y superando inconvenientes en la facturación, siempre bajo los estudios hechos y datos que nacieron de la combinación: inquietud del abonado -justificaciones técnicas.

## 2.2. Datos de facturación mensual.

Los usuarios que habían presentado sus quejas facilitaron los datos de facturación mes a mes, y pasamos a continuación a detallar los más importantes, así en valores mensuales como en curvas y su relación en base a la tabla de cargos de los años 1.986/87 de las empresas eléctricas del país.

### 2.2.1. VALORES PLANILLADOS. -

#### PILADORA "ANA"

| MES    | CONSUMO (Kwh) | COSTO TOTAL (S/. ) |
|--------|---------------|--------------------|
| X      | Y1            | Y2                 |
| SEP/86 | 8.000,00      | 75.171,00          |
| OCT/86 | 12.800,00     | 109.096,00         |
| NOV/86 | 16.000,00     | 134.212,00         |
| DIC/86 | 9.600,00      | 93.139,00          |
| ENE/87 | 6.400,00      | 72.881,00          |



|        |           |            |         |
|--------|-----------|------------|---------|
| FEB/87 | 1.600,00  | 39.448,00  |         |
| MAR/87 | 0,00      | 28.389,00  |         |
| ABR/87 | 3.200,00  | 54.425,00  |         |
| MAY/87 | 49.600,00 | 432.177,00 |         |
| JUN/87 | 32.000,00 | 298.248,00 | (calc.) |
| JUL/87 | 28.800,00 | 279.645,00 | (calc.) |

## PILADORA "NORMA"

| MES    | CONSUMO (Kwh) | COSTO TOTAL (S/. ) |         |
|--------|---------------|--------------------|---------|
| X      | Y1            | Y2                 |         |
| JUN/86 | 44.000,00     | 288.701,00         |         |
| JUL/86 | 8.000,00      | 79.355,00          |         |
| AGO/86 | 10.000,00     | 94.121,00          |         |
| SEP/86 | 6.000,00      | 71.397,00          |         |
| OCT/86 | 8.000,00      | 86.623,00          |         |
| NOV/86 | 6.000,00      | 75.675,00          |         |
| DIC/86 | 2.000,00      | 49.662,00          |         |
| ENE/87 | 4.000,00      | 65.601,00          |         |
| FEB/87 | 2.000,00      | 52.721,00          |         |
| MAR/87 | 0,00          | 38.967,00          |         |
| ABR/87 | 0,00          | 40.071,00          |         |
| MAY/87 | 20.000,00     | 175.800,00         | (calc.) |



## PILADORA "LOLI"

| MES    | CONSUMO (Kwh) | COSTO TOTAL (S/.)  |
|--------|---------------|--------------------|
| X      | Y1            | Y2                 |
| JUL/86 | 4.680,00      | 58.148,00          |
| AGO/86 | 6.240,00      | 69.560,00          |
| SEP/86 | xx,xx         | xx,xx              |
| OCT/86 | xx,xx         | xx,xx              |
| NOV/86 | 14.040,00     | 129.287,00         |
| DIC/86 | 10.440,00     | 107.647,00         |
| ENE/87 | 5.880,00      | 78.032,00          |
| FEB/87 | 6.480,00      | 74.581,00          |
| MAR/87 | 4.920,00      | 75.468,00          |
| ABR/87 | 3.360,00      | 65.415,00          |
| MAY/87 | 22.440,00     | 221.983,00         |
| JUN/87 | 14.040,00     | 140.521,00 (calc.) |



BIBLIOTECA

\* (calc.) = dato calculado.

Además de estos cuadros insertados, dejamos presentada la piladora "SAN RAFAEL", que nos proporcionará más adelante, datos importantes para análisis adicionales en nuestro informe técnico como parte de las causas que motivan los altos costos.

#### 2.2.2. CURVAS DEL COMPORTAMIENTO DE FACTURAS PARA PILADORAS.

En las siguientes tres páginas vamos a encon-

FIGURA # 1: Curvas CONSUMO (Y1) y COSTO TOTAL (Y2) vs. t.

PILADORA "ANA"

Y1 vs. t

Y2 vs. t

DEMANDA  
MAXIMA  
FACT.

t  
(mes)

AGO '87

JUL '87

JUN '87

MAY '87

ABR '87

MAR '87

FEB '87

ENE '87

DIC '86

NOV '86

OCT '86

SEP '86

AGO '86

Y2 (miles S/.)

Y1 (miles kWh)

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

300.

200.

100.

55

45

35

25

15

5

600.

500.

400.

FIGURA # 2: Curvas CONSUMO (Y1) y COSTO TOTAL (Y2) vs. t.  
PILADORA "NORMA"

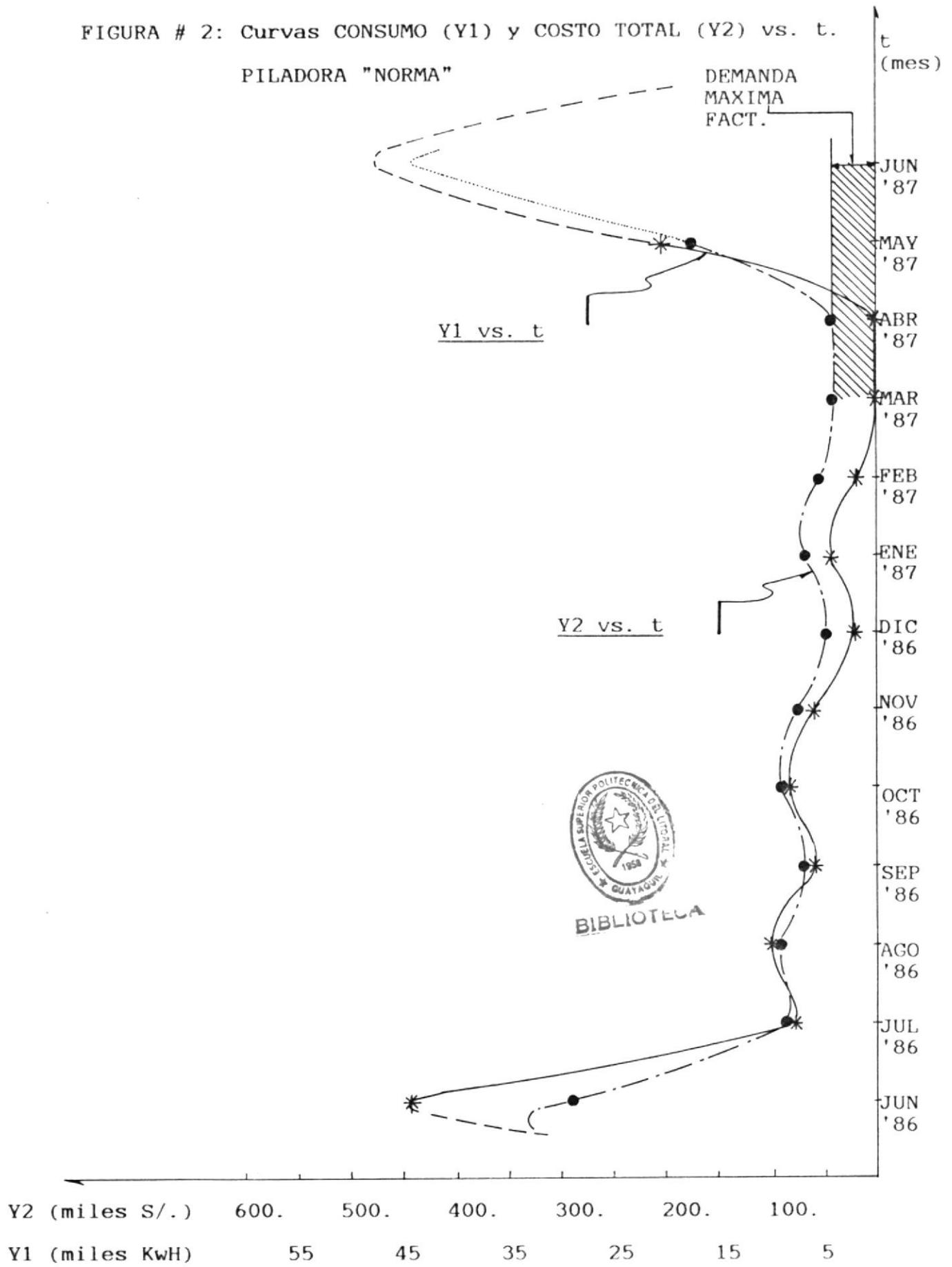
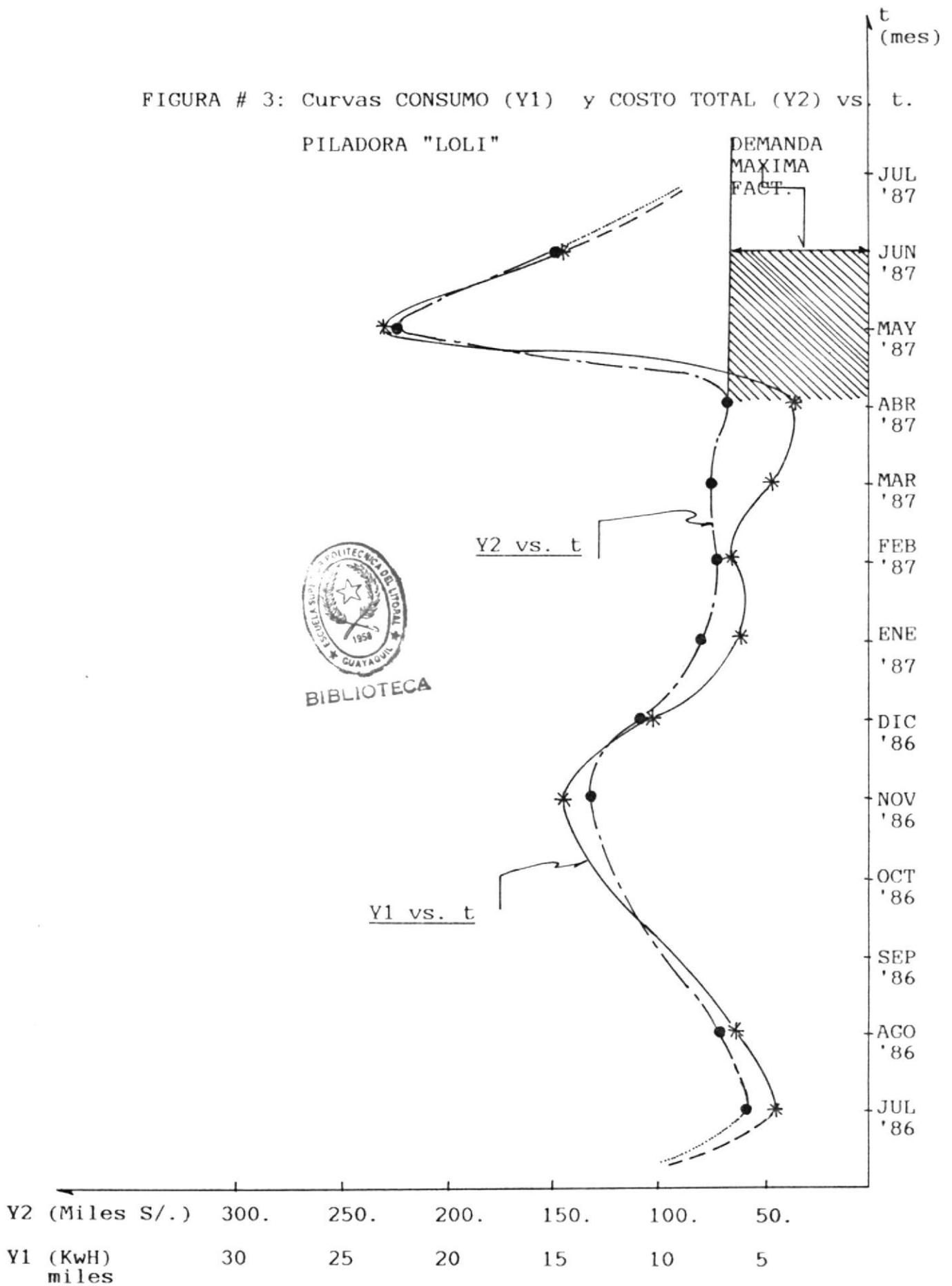


FIGURA # 3: Curvas CONSUMO (Y1) y COSTO TOTAL (Y2) vs t.  
 PILADORA "LOLI"



trar las correspondientes curvas del comportamiento de facturación mensual de las tres piladoras señaladas en las gráficas: CONSUMO vs. TIEMPO y COSTO TOTAL vs. TIEMPO. Podremos darnos cuenta que los picos de demanda crecen en determinada época del año, lo que nos da una pauta para optimizar los factores de demanda y consumo en este tipo de empresas agroindustriales. Pasemos a revisar dichas curvas tomando como coordenadas los puntos de las tablas mostradas previamente.

Así hallamos dos picos de trabajo, uno de ellos con mayor consumo que otro, lo que nos permite establecer los meses de mayor actividad. Igualmente apreciamos el valor básico de demanda máxima facturable, la que es significativa en los meses de mayor demanda. En los siguientes literales vamos a analizar mayormente las tablas y curvas.

### 2.2.3. TABLA DE VALORES DE kWh DE FACTURACION MENSUAL INDUSTRIAL (en sucres).- 1.986/87.

En base a la tabla N<sup>o</sup> 1 señalada a continuación, se calculan los valores que facturan las empresas eléctricas bajo el siguiente procedimiento -siempre en usuarios industriales-.

Ejemplo:

TABLA # 1

VALORES DE PLIEGO TARIFARIO EN LOS MESES SEÑALADOS, PARA  
USUARIOS INDUSTRIALES.

| MES DE<br>CARGO | I1     |        | I2      |         | I3      |                      |                      |        |
|-----------------|--------|--------|---------|---------|---------|----------------------|----------------------|--------|
|                 | MINIMO | EXCESO | DEMANDA | CONSUMO | DEMANDA | PRIMEROS             | SIGUIENTES           | EXCESO |
| VALORES Kwh     | 100    | Kwh    | Kw      | Kwh     | Kw      | 200 $\frac{Kwh}{Kw}$ | 200 $\frac{Kwh}{Kw}$ | Kw     |
| JUL/86          | 481,00 | 5,21   | 108,00  | 5,21    | 252,00  | 5,21                 | 4,81                 | 3,14   |
| AUG/86          | 495,00 | 5,37   | 111,00  | 5,37    | 257,00  | 5,37                 | 4,95                 | 3,24   |
| SEP/86          | 510,00 | 5,53   | 115,00  | 5,53    | 262,00  | 5,53                 | 5,10                 | 3,33   |
| OCT/86          | 526,00 | 5,70   | 118,00  | 5,70    | 268,00  | 5,70                 | 5,26                 | 3,43   |
| NOV/86          | 541,00 | 5,87   | 122,00  | 5,87    | 273,00  | 5,87                 | 5,41                 | 3,54   |
| DIC/86          | 558,00 | 6,04   | 125,00  | 6,04    | 278,00  | 6,04                 | 5,58                 | 3,64   |
| ENE/87          | 575,00 | 6,22   | 129,00  | 6,22    | 284,60  | 6,22                 | 5,75                 | 3,75   |
| FEB/87          | 592,00 | 6,41   | 133,00  | 6,41    | 289,00  | 6,41                 | 5,92                 | 3,86   |
| MAR/87          | 610,00 | 6,60   | 137,00  | 6,60    | 295,00  | 6,60                 | 6,10                 | 3,98   |
| ABR/87          | 628,00 | 6,80   | 141,00  | 6,80    | 301,00  | 6,80                 | 6,28                 | 4,10   |
| MAY/87          | 647,00 | 7,00   | 145,00  | 7,00    | 307,00  | 7,00                 | 6,47                 | 4,22   |
| JUN/87          | 667,00 | 7,21   | 150,00  | 7,21    | 313,00  | 7,21                 | 6,67                 | 4,35   |
| JUL/87          | 687,00 | 7,43   | 154,00  | 7,43    | 319,00  | 7,43                 | 6,87                 | 4,48   |

Tomemos un dato facturado para la piladora "Loli".- Agosto de 1.986.- Considerando que es un consumidor industrial tipo I2:

La demanda máxima facturable se había establecido en Emelríos, en un valor de 240 Kw:

|  |             |
|--|-------------|
| CARGO..según la tabla (S/.111/Kw)..... | 26640,00    |
| El consumo es de 6.240 Kwh:            |             |
| CARGO..según la tabla (S/.5,37/Kwh)... | 33508,80    |
| ADICIONAL:..S/.0,05/Kwh.....           | 312,00      |
| Sub-total.....                         | 60460,80    |
| 10% electrificación rural.....         | 6046,00     |
| Impuesto alumbrado público.....        | 3023,20     |
| Impuesto Cuerpo de Bomberos.....       | 30,00       |
| COSTO TOTAL                            | S/.69560,00 |

En caso que haya necesidad de penalizar por factor de potencia muy bajo, menor a 0.9, la planilla será recargada en la relación dada por el cuociente entre:

0.9

-----  
factor de potencia de la carga

El valor llamado sub-total se multiplica por la relación de penalización, y a ese nuevo valor se le incrementan los impuestos del 10% para electrificación rural, así como el 5% de alumbrado público y los 30 sucres para el



(Cuerpo de Bomberos (sistema aplicado en 1.986/87, en la provincia de Los Ríos).

2.3. Estudio práctico de las cargas individuales.- Potencia total.- Diversidad de motores utilizados.

Para este efecto hemos detallado una a una las cargas de cada usuario, y logramos establecer un listado con los diferentes motores, así como otros elementos que consumen energía, incluyendo los puntos de tomacorrientes y alumbrado que suman los costos del abonado. Procedimos a establecer una carga total instalada en base a la cual, y considerando mediciones de corriente, podremos detectar la demanda máxima. A continuación presentamos el listado de las tres piladoras de nuestro caso:

PILADORA "ANA"

|                            | CARGA(c/u)     | PwTOTAL(W) |
|----------------------------|----------------|------------|
| 1 motor piladora           | 75,0 HP        | 55.950,00  |
| 3 secadoras en buen estado | 21,5 HP        | 48.117,00  |
| 1 motor de prelimpieza     | 20,0 HP        | 15.000,00  |
| 1 motor elevador           | 3,0 HP         | 2.238,00   |
| 4 ventiladores             | 1,5 HP         | 4.476,00   |
| 6 tomac. small applies     | 40,0 Watts     | 240,00     |
| 8 focos                    | 100,0 Watts    | 800,00     |
| 8 lamp. alumb. exterior    | 175,0 Watts    | 1.400,00   |
| 1 acondicionador aire      | 2.400,00 Watts | 2.400,00   |

|                            |               |            |
|----------------------------|---------------|------------|
| 1 refrigeradora            | 1.200,0 Watts | 1.200,00   |
| 1 calculadora (permanente) | 20,0 Watts    | 20,00      |
| 1 radio (permanente)       | 20,0 Watts    | 20,00      |
| 4 lámparas fluorescentes   | 40,0 Watts    | 160,00     |
| 1 bomba de agua            | 0,5 HP        | 372,50     |
|                            |               | -----      |
| TOTAL                      |               | 132.393,50 |

Así, la CARGA INSTALADA TOTAL es de 133 Kw (Potencia Máxima).

Pasamos de inmediato a observar la carga de las otras dos piladoras.

#### PILADORA "NORMA"

|                           |             |           |
|---------------------------|-------------|-----------|
| 1 motor piladora          | 50,0 HP     | 37.250,00 |
| 4 secadoras               | 20,0 HP     | 59.600,00 |
| 4 quemadores              | 1,5 HP      | 4.470,00  |
| 1 motor jaula             | 5,0 HP      | 3.725,00  |
| 1 motor jaula             | 1,5 HP      | 1.117,50  |
| 1 motor para tamizado     | 20,0 HP     | 14.900,00 |
| 1 bomba de agua           | 0,5 HP      | 372,50    |
| 11 focos de 110 v.        | 100,0 Watts | 1.100,00  |
| 22 focos de 110 v.        | 60,0 Watts  | 1.320,00  |
| 9 tomac. small applies    | 40,0 Watts  | 360,00    |
| 13 lámparas fluorescentes | 40,0 Watts  | 520,00    |
| 1 ventilador (permanente) | 60,0 Watts  | 60,00     |

|                          |            |            |
|--------------------------|------------|------------|
| 1 televisor (permanente) | 40,0 Watts | 40,00      |
|                          |            | -----      |
| TOTAL                    |            | 124.835,00 |

La carga instalada TOTAL es de 125 Kw (Potencia Máxima).

#### PILADORA "LOLI"

|   |              |            |
|---|--------------|------------|
| 1 motor piladora                                  | 50,0 HP      | 37.250,00  |
| 4 secadoras (motor más ventilador) en buen estado | 21,5 HP      | 64.070,00  |
| 2 lamp. alumbrado exterior                        | 350,0 Watts  | 700,00     |
| 1 acondicionador aire                             | 10.000,0 BTU | 1.800,00   |
| 9 focos de 110 v.                                 | 100,0 Watts  | 900,00     |
| 3 lámparas fluorescentes                          | 20,0 Watts   | 60,00      |
| 2 tomac. small appllies                           | 40,0 Watts   | 80,00      |
| 1 refrigeradora                                   | 900,0 Watts  | 900,00     |
| 1 televisor                                       | 250,0 Watts  | 250,00     |
|   |              | -----      |
| TOTAL   |              | 106.010,00 |



La CARGA INSTALADA TOTAL es de 106 Kw (potencia máxima).

En estos ejemplos nos vamos a sostener para continuar el análisis de la facturación, siendo ya establecida mediante la carga instalada, la posible demanda máxima facturable por la correspondiente empresa eléctrica.

Considerando la diversidad de motores, todos de tipo de inducción, con los valores de caballaje establecidos, y el ambiente al cual trabajan, de antemano podemos apreciar la necesidad de un mantenimiento permanente, pues sus cargas son las que abonan el mayor consumo, siendo, en promedio, el valor de la carga instalada de los motores, siempre, mayor del 90 % del total. Sin embargo, no necesariamente actúan todos ellos al mismo tiempo, pues el proceso agro-industrial en las piladoras los alterna según las etapas de secado, pilado, transporte y comercialización; para tal efecto, debemos hacer la observación de los períodos de acción, siendo identificable a partir de las gráficas CONSUMO vs. t y COSTO TOTAL vs. t, con mayor acción de pilado en los meses desde Abril hasta Junio utilizando el mayor secado en Abril y Mayo, habiendo un período de similar trabajo pero en menor intensidad desde Octubre hasta Diciembre.

De este modo vamos detectando la relación de un factor de carga (que nos informa cómo varía el consumo), que tiene picos en apenas un trimestre del año -de Abril a Junio-, y otro valor de influencia de Octubre a Diciembre (menor), siendo necesario buscar el aprovechamiento y por ende mayor rendimiento en el consumo, aprovechando la base de Demanda en otros meses de el año usando el factor de carga:



$$\text{FACTOR DE CARGA} = \frac{\text{Consumo}}{\text{Demanda máxima} \times t}$$

Y, en vista que los motores tienen la mayor influencia -casi total- en la carga, el parámetro factor de potencia toma una importancia vital, por lo cual si sigue vigente la necesidad de un mantenimiento adecuado a la planta.

Queremos introducir aquí el llamado:

$$\text{FACTOR DE DEMANDA} = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Carga instalada}}$$

el mismo que bajo ningún concepto debiera ser mayor a la unidad, y en nuestro caso, vamos a ver que es hasta el 190 % más allá del máximo. ¿Por qué? Esto es también motivo de estudio de este informe.

## CAPITULO N° 3

### DETERMINACION Y ANALISIS DE LAS CAUSAS DE LOS ALTOS COSTOS

#### 3.1. Valores de demanda.

En esta sección vamos a centrar nuestra atención en la forma de establecer la demanda máxima facturable que cobra con cargos variables cada mes, cada empresa eléctrica, y las razones que deben primar en el vendedor así como en el usuario de energía eléctrica para determinar la misma sin perjuicio de uno u otro, lo que lamentablemente por fallas de mecanismo y criterio adecuado se lo hace, especialmente para aquel abonado industrial que inicia sus labores y no hay antecedentes para el cálculo correspondiente.

##### 3.1.1. CRITERIOS

Para determinar la demanda máxima facturable , en principio, ésta se debe computar de la manera siguiente (referido a 1.986):

- El 100% de los primeros 20Kw de carga instalada.
- El 80% de los siguientes 30Kw.
- El 70% de los siguientes 50Kw.
- El 60% del exceso de carga instalada.

Otra forma de determinación, ya señalada en el Capítulo N° 1, en la sección 1.1., es el que se lee en el respectivo aparato medidor de demanda máxima registrada en los últimos doce meses, si éste es mayor al de facturación.

Sin embargo, hay una protección para el usuario en el factor de demanda, el que no permite que la demanda máxima sea mayor que la carga instalada, siendo su relación siempre, menor o igual a uno.

Penosamente, hay otros casos en los cuales, por falta de información de la carga instalada y de aparatos de medición que apliquen los conceptos señalados, aún por cierta comodidad, y falta de asesoría técnica eficiente, se utiliza el erróneo concepto de considerar a la demanda máxima facturable como un valor cercano al del banco de transformadores, es decir, los KVA de su potencia, se asimilan como los Kw demandados por la industria; y es un caso no poco común, antes bien, frecuente.

### 3.1.2. DEMANDA MAXIMA ANUAL

En el caso que nos ocupa, y por razones no precisadas, pero que pueden encontrarse entre la falta de información, inadecuada comodidad de quienes debieron asumir el establecimiento del valor de demanda máxima facturable, y la falta de asesoría técnica específica y de información de la carga instalada en el caso del usuario que no proporcionó los datos pertinentes a la Empresa, se produjo un desfase exagerado entre lo que se estaba facturando como demanda máxima y el valor efectivo que debía ser la base para partir a su cálculo.

En general se tomaron para este efecto, varios criterios, inclusive un valor cercano al de la capacidad del banco de transformadores, el mismo que era conformado por tres unidades monofásicas de 100 KVA cada uno, totalizando 300 KVA.

En el caso de la piladora Ana, su demanda máxima era de 180 Kw, valor que excedía a la carga instalada de 133 Kw. Cabe anotar que probablemente a éste cálculo se estaba incrementando el valor de 3 secadoras que antes tenía la piladora, pero que fueron dados de baja un año atrás. En todo caso, la demanda máxima facturable sólo podrá ser en el caso extremo, igual a la carga instalada, pero en general, menor a ella.

En el caso de la piladora Norma, su carga instalada era de 125 Kw, y su demanda fue calculada de tal forma que resultaba el 80% de la capacidad del banco trifásico de transformadores; es decir, 240 Kw.

Lo mismo sucedía en la piladora Loli, con una carga instalada de 106 Kw y una demanda facturable de 240 Kw.

Si se comparan estos valores y se hace un cálculo de lo que significan en sucres para el usuario, con mayor razón en meses de mínimo consumo, se nota que la diferencia en costos es realmente elevada y puede considerarse uno de los rubros más altos que motivaron en nuestro caso, el exceso en la facturación.

Veamos un cálculo de la demanda establecida y lo que se debía facturar en Kw:

|                | ESTABLECIDA | SE DEBIA FACT. |
|----------------|-------------|----------------|
| Piladora Ana   | 180 Kw      | 99 Kw          |
| Piladora Norma | 240 Kw      | 94 Kw          |
| Piladora Loli  | 240 Kw      | 83 Kw          |

Puesto en sucres, en dos meses determinados, uno de gran consumo y otro de mínimo consumo, obtenemos una apreciable diferencia en sucres.

Veamos:



|                             |               |               |               |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| PILADORA                    | ANA           | NORMA         | LOLI          |
| <b>MES "A" (mínimo)</b>     | <b>Mar/87</b> | <b>Mar/87</b> | <b>Abr/87</b> |
| VALOR DE FACTURA            | 28389         | 38967         | 65415         |
| VALOR FACTURADO POR DEMANDA | 24660         | 32880         | 33840         |
| VALOR ESTUDIADO DE DEMANDA  | 13563         | 12878         | 11703         |
| VALOR ESTUDIADO DE FACTURA  | 17292         | 18965         | 43278         |
| DIFERENCIA                  | 40 %          | 50 %          | 33 %          |
| <b>MES "B" (máximo)</b>     | <b>May/87</b> | <b>May/87</b> | <b>May/87</b> |
| VALOR DE FACTURA            | 432177        | 175800        | 221983        |
| VALOR FACTURADO POR DEMANDA | 26100         | 34800         | 34800         |
| VALOR ESTUDIADO DE DEMANDA  | 14355         | 13630         | 12035         |
| VALOR ESTUDIADO DE FACTURA  | 420432        | 154630        | 199218        |
| DIFERENCIA                  | 03 %          | 12 %          | 10 %          |

Hay que apreciar que en la diferencia no se incluye aquella que se presenta por los impuestos, pues a mayor costo hay mayor porcentaje para el impuesto, y por supuesto a la inversa.

Como en los meses de mayor consumo el exceso es menor que en los meses de consumo bajo, promediando el año, tendremos valores que bordean entre el 15% y el 20% de sobre facturación, con diferencia negativa para el consumidor. Las ra-

zones pueden ser cualquiera de las anteriormente expuestas; el hecho es que se debe evitar, con una especial atención, el establecimiento equivocado de la demanda facturable.

### 3.2. Incidencia de los operadores de las Empresas Eléctricas.

No debemos olvidar que las empresas eléctricas del país dependen en su accionar, en la eficiencia con que se desenvuelvan sus operadores y empleados para medición y chequeo de instalaciones. A partir de ellos, laboran técnicos y administradores. Es elemental que la actividad de los operadores sea, en principio, un factor fundamental en las labores de la empresa.

En el caso específico -no generalizable pero cabe mostrarlo como lo que no se debe hacer-, de la piladora llamada San Rafael, que contaba con un motor de 50 HP, el mismo que trabajaba un mes al año, ó tres o cuatro días en algún otro mes pico, además de una carga específicamente residencial de menos de 2 Kw, recibía la señal de medición de la carga residencial tanto a un medidor R1, como a un medidor I2; es decir, dos medidores con la misma carga, además que el industrial I2 recibía la señal del consumo del motor. Se encontraban en serie los dos medidores, estando en última instancia, el medidor de consumo industrial.

Se hace evidente que el error parte de la acción de

los operadores, y acarreando a su vez errores de facturación para el usuario, y en alta medida, por el pequeño período de consumo del motor (en este caso).

Aquí vamos a incluir datos extraídos de las comunicaciones cuyas copias adjuntamos en este informe, de las diferencias conceptuales, debido a lo cual, a una carga instalada aceptada de 119 Kw (en Junio de 1.986) de la piladora Norma del Sr. Claude Justamond, se cobra una demanda máxima facturable, incluida la garantía por consumo, de 240 Kw, haciendo probablemente el basamento, en el banco trifásico. Podemos apreciar según los datos, que debieran 90.5 Kw los de demanda, y una cantidad menor en 90.000 sucres, del valor de 147.300 que se cobra por los depósitos y derechos, debiendo haber sido sólo 57.300 sucres.

Obviamente, la responsabilidad es compartida, siendo el usuario quien debe estar más atento a este hecho, pues es el directamente perjudicado, mas los empleados que hagan el cálculo deben estar al tanto del reglamento, para que la correspondiente empresa contemple las disposiciones del pliego tarifario emanadas del Ministerio correspondiente.

### 3.3. La medición de consumo de energía.

Se la hace mediante el uso de aparatos llamados Medidores de Energía Eléctrica y son generalmente suministrados por las empresas eléctricas luego de calibrarlos adecuadamente, e instalados posterior a un depósito de garantía al contratar el servicio.



# EMPRESA ELECTRICA LOS RIQS C. A.

Malecón 503    Conmutadores: 730-089 - 730-744  
Dirección Técnica 730-786    Emergencia: 730-282  
Telex: 3970 Emelri-ed    Casilla Postal 18  
Babahoyo - Ecuador

MEMORANDUM-SM-031-86

PARA :            Oswaldo Bonilla Carpio  
                  DIRECTOR COMERCIAL.

DE :                Eduardo Decker Arteta  
                  JEFE DE MEDIDORES

ASUNTO :          AUMENTO DE CARGA EN LA PILADORA DE PROPIEDAD DEL SR.  
                  Claude Justamon.

FECHA :            4 de Junio de 1986

- La Piladora de propiedad del Sr. Calude Justamon aumentó la carga instalada colocando 3 transformadores de 100 KVA en conexión Y - delta - 4 hilos.
- La carga instalada a la fecha es de 119 Kw
- El medidor trifásico instalado es particular marca sangamo 240 - voltios trifásico 4 hilos con el #E.2657 P.# 7027185.
- La Empresa retiró el transformador de empresa de 45 KVA, lo mismo que el medidor.
- Como el usuario ha cumplido con todas las exigencias técnicas se procedió a dar el servicio respectivo.

Atentamente.,

*E. Decker Arteta*  
JEFE DE MEDIDORES.



Los tipos de medidores son:

- Monofásico, auto-contenido, 2 hilos, clase 100.
- Monofásico, auto-contenido, 3 hilos, clase 100.
- Monofásico, auto-contenido, 3 hilos, clase 200.
- Trifásico, auto-contenido, 3 hilos Y, clase 100.
- Trifásico, auto-contenido, 3 hilos Y, clase 200.
- Trifásico, auto-contenido, 4 hilos Y, clase 100.
- Trifásico, auto-contenido, 4 hilos  $\Delta$ , clase 100.
- Trifásico, auto-contenido, 4 hilos Y, clase 200.
- Trifásico, auto-contenido, 4 hilos  $\Delta$ , clase 200.
- Trifásico, 4 hilos Y, clase 20.
- Trifásico, 4 hilos  $\Delta$ , clase 20.

Con estos detalles, queda claro que existe una influencia directa de los medidores en el proceso de facturación del consumo de energía, por lo cual debe hacerse pruebas de calibración periódicas.

### 3.3.1. INFLUENCIA DE LOS APARATOS DE MEDICION.- ALTA Y BAJA TENSION.

Huelga insistir sobre la importancia de los medidores en el sistema de cobro. Son el bastión fundamental en dicho proceso. Hay dos tipos de medición: en Alta y en Baja Tensión.

La medición en baja tensión se la hace, en lo posible, para demandas de hasta 390 Kw (unos: 1.200 Amperios), sea que la acometida provenga de una red secundaria de distribución, o de una

red primaria a través de una estación de transformación. Cuando la carga de un abonado es de hasta 100 amperios, se la hace por un medidor clase 100.

Si la carga es monofásica con una demanda de hasta 36 Kw, o trifásica con una demanda de hasta 60 Kw, se la hace por medidor clase 200.

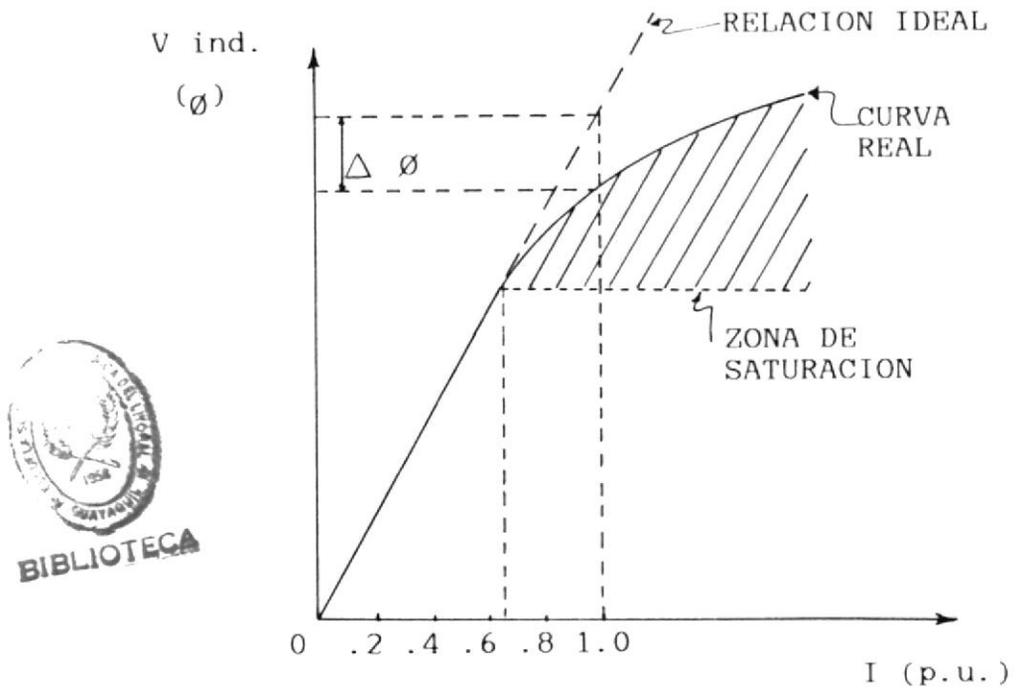
Cuando la carga es de 200 a 1.200 amperios, la medición se la hace usando medidores clase 200 con transformadores de corriente.

La medición en alta tensión se la efectúa cuando se tienen demandas superiores a los 390 Kw (1.200 amperios), en los postes de líneas primarias, o en bóvedas de transformadores, para lo cual se usan transformadores de corriente y de potencial, además del medidor adecuado.

El inconveniente que aparece en los casos de medición en baja tensión con cargas altas - de 500 a 1.200 amperios-, es que en los transformadores de corriente van apareciendo -caso de los medidores clase 20-, las consecuencias del fenómeno de saturación, lo que viene a degenerar el valor de la medición, como lo muestra la gráfica siguiente:

GRAFICA N° 3:

Voltaje inducido en función de la corriente de la corriente de excitación.



Vista esta curva de magnetización, de voltaje inducido vs. corriente, en el hierro del núcleo del transformador de corriente, apreciamos que el flujo (que provoca el voltaje inducido, y por ende, la corriente secundaria que señala el medidor), no es directamente proporcional a la corriente magnetizante (la que circula en el primario del transformador de corriente), sino que está determinado por la curva de magnetización del hierro usado para las laminaciones, de el tipo general descrito.

A medida que la curva real se aparta de la recta ideal, empieza una diferencia sensible de los valores inducidos, y por tanto, la medición en el secundario será menor según  $\Delta \emptyset$ , que es

lo que realmente está ocurriendo.

Estos inconvenientes en los límites de trabajo nominal, son contraproducentes a las empresas eléctricas, y aquí se sugiere el cambio a medición en alta tensión, en donde están los transformadores en la relación directa de la curva.

Por ello, incluso en algún momento se planteó la sugerencia, en una piladora cuya carga era de cerca de 300 Kw, de dicho cambio de medición pero los costos para el usuario eran tales, que por ningún concepto económico se justificaba el cambio, siendo ratificado el sistema de medición de baja tensión.

### 3.3.2. EL PATRON DE AJUSTE DE MEDIDORES.

Es el aparato que sirve para calibrar cada uno de los medidores tanto monofásicos como trifásicos. Se los calibra línea a línea y cada una de las bobinas del mismo.

Este patrón tiene en la Costa la base de aquel que reposa en la Empresa Eléctrica del Ecuador Inc. en Guayaquil, y cada empresa regional debe contar con por lo menos uno para evacuar la necesidad de calibración.

El patrón de ajuste de medidores de nuestro caso, fue traído a EMELEC Inc. y probado, mostrando que se encontraba en buen estado de funcio-

namiento, habiendo pasado todas las pruebas hechas. Con ellos se procedió a calibrar a todos y cada uno de los medidores incluidos en el estudio, sin que éste haya sido motivo de incidencia en los altos costos; prueba ésta que nos hace pensar que los medidores son bien atendidos.

### 3.4. Influencia de la carga.

Obviamente, la distribución, eficiencia y volumen de la carga eléctrica que posee el abonado, es decisiva en el consumo. Con la carga debe tenerse en cuenta además de la distribución y eficiencia (especialmente de motores), la capacidad y uso del banco de transformadores, así como del tablero de distribución eléctrica, sus barras, contactos, y el dimensionamiento y longitud del cableado.

#### 3.4.1. FORMA DE DISTRIBUCION DE LA CARGA.

En el caso de los abonados industriales, considerando la carga trifásica, es indispensable que la carga sea distribuída equilibradamente en lo relacionado a la monofásica, pues su corriente debe balancear las líneas. Una carga monofásica que se cargue a alguna línea hará que el medidor marque en consumo, la carga tomada por ella y no la de las otras menores, pues así están diseñados los aparatos, los que censan el valor de la mayor fase, y la carga de cual-

quier línea será:

$$I_T = I_{1\emptyset} + I_{3\emptyset}$$

siendo  $I_{1\emptyset} = V \times I_{L1\emptyset}$ , en que V puede ser 110 V ó 220 V, según la necesidad de la carga.

además:

$$I_{3\emptyset} = \frac{P_w}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \emptyset}$$

En que Cos  $\emptyset$  es el factor de potencia, y el voltaje es el de línea o fase, según si el servicio es  $\Delta$  ó Y.

Vemos que si se carga una línea habrá una mayor  $I_T$  (corriente total), lo cual nos mueve a balancear la carga monofásica en las tres fases.

Esto aparte de que se debe equilibrar el consumo de las cargas, en el tiempo y no simultáneamente, como en nuestro caso de operaciones alternativas, para evitar el incremento del valor de demanda máxima.

Para mostrar la necesidad de una correcta distribución de la carga, obtuvimos en la piladora Norma, unas medidas que, por fase, estaban bastante cercanas, y en varias pruebas nos dieron mediciones promedios con lo cual, la única carga monofásica en la piladora se la podía balancear en la fase menos cargada por la razón de que en los motores se producía un desbalance no controlable sino con la corrección de ciertas

fallas en los motores. A saber, los valores de corriente de las tres fases por cada motor (en paréntesis los valores de placa), y en total eran:

|                  | FASE A | FASE B | FASE C | Iplaca |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| Ventilador       | 6.9    | 5.0    | 5.0    | (36)   |
| Piladora         | 63.0   | 76.0   | 63.0   | (90)   |
| Separador        | 7.6    | 4.8    | 4.2    | (9)    |
| Clasificador     | 3.6    | 1.8    | 1.8    | (2.7)  |
| Secadora         | 34.0   | 34.0   | 34.0   | (38)   |
| Bomba de agua 1Ø | 12     | 0      | 0      | (3)    |
| TOTAL (medido)   | 127.0  | 121.5  | 107.0  |        |

Notamos primero, que hay algún problema en la bomba de agua, y segundo, que, de acuerdo a los promedios, lo mejor es que la carga de la bomba se la ubique en la fase C, con lo cual logramos el mejor balance de las fases y obviamente menor costo por energía consumida, aún en el caso no consentido que la bomba siguiera con su problema eléctrico de consumo.

### 3.4.2. EL FACTOR DE POTENCIA. - EFICIENCIA DE LOS MOTORES. - EQUIPOS CORRECTORES.

Hemos analizado que el factor de potencia tiene relación con las potencias activa y reactiva de la carga.

Para mejorar el bajo factor de potencia y evi-



tar penalizaciones, se debe compensar la potencia reactiva de magnetización, usando bancos de condensadores de potencia que nos den una potencia reactiva determinada para el efecto. De esta manera, se descargan los generadores, las líneas de transporte y los transformadores de distribución, de la generación y transmisión de la potencia reactiva, con lo cual se colabora a mantener la tensión en la red, y se eleva la potencia activa a transportar. Existe la compensación individual junto a cada motor, y la por grupos cuando se tiene un número considerable de pequeños motores, y cuando los motores funcionan sólo temporalmente, aplicable al caso de grandes industrias que requieran compensación.

Nuestro objetivo esencial entonces, va a ser, calcular la potencia reactiva necesaria para aumentar el factor de potencia. Para ello debemos conocer el  $\cos \emptyset$  con el que trabaja la instalación.

El factor de potencia existente puede determinarse fácilmente de la siguiente manera:

Llamemos  $\cos \emptyset 1$  a dicho factor de potencia

$$\cos \emptyset 1 = \frac{P_w}{P_s}$$

éste puede calcularse de la relación de potencia activa  $P_w$  a potencia aparente  $P_s$ . La poten-

cia activa se determina con la ayuda del medidor de KWH, mediante la ecuación

$$P_w = \frac{\text{r.p.m.} \times 60}{\text{rev} / \text{KwH}} \quad \text{en Kw}$$

siendo r.p.m. las revoluciones del disco medidor por minuto, y rev / KwH el número de revoluciones del disco del medidor al consumir un KwH (valor indicado como constante del medidor sobre el mismo), por ejemplo:

$$\text{r.p.m.} = 40$$

$$\text{rev} / \text{KwH} = 20$$

$$P_w = \frac{40 \times 60}{20}$$

$$P_w = 120 \text{ Kw.}$$



La potencia aparente  $P_s$  se determina por los valores de intensidad y tensión medidos con la ecuación:

$$P_s = \frac{I \times V \times \sqrt{3}}{1.000} \quad \text{en KVA}$$

Suponiendo un valor de 182 KVA, se obtiene un

$$\text{Cos } \phi_1 = \frac{P_w}{P_s} = \frac{120}{182} = 0.66$$

La tabla # 2 nos permite obtener la potencia reactiva necesaria para corregir el factor de potencia. Partiendo del  $\text{Cos } \phi_1$  existente, se

TABLA # 2

| Cos $\theta_1$ | Tg $\theta_1$ | Cos $\theta_2$ |       |      |      |      |
|----------------|---------------|----------------|-------|------|------|------|
|                |               | 0,80           | 0,85  | 0,90 | 0,95 | 1,00 |
| 0,40           | 2,29          | 1,50           | 1,67  | 1,81 | 1,96 | 2,29 |
| 0,42           | 2,16          | 1,41           | 1,54  | 1,68 | 1,83 | 2,26 |
| 0,44           | 2,04          | 1,29           | 1,42  | 1,56 | 1,71 | 2,14 |
| 0,46           | 1,93          | 1,18           | 1,31  | 1,45 | 1,60 | 1,93 |
| 0,48           | 1,83          | 1,08           | 1,21  | 1,34 | 1,50 | 1,83 |
| 0,50           | 1,73          | 0,98           | 1,11  | 1,25 | 1,40 | 1,73 |
| 0,52           | 1,64          | 0,89           | 1,03  | 1,16 | 1,31 | 1,64 |
| 0,54           | 1,56          | 0,81           | 0,94  | 1,18 | 1,23 | 1,56 |
| 0,56           | 1,48          | 0,73           | 0,86  | 1,00 | 1,15 | 1,48 |
| 0,58           | 1,41          | 0,66           | 0,78  | 0,92 | 1,08 | 1,41 |
| 0,60           | 1,33          | 0,58           | 0,71  | 0,85 | 1,01 | 1,33 |
| 0,62           | 1,27          | 0,52           | 0,65  | 0,78 | 0,94 | 1,27 |
| 0,64           | 1,20          | 0,45           | 0,58  | 0,76 | 0,87 | 1,20 |
| 0,66           | 1,13          | 0,39           | 0,52  | 0,66 | 0,81 | 1,14 |
| 0,68           | 1,08          | 0,33           | 0,46  | 0,59 | 0,75 | 1,08 |
| 0,70           | 1,02          | 0,27           | 0,40  | 0,54 | 0,69 | 1,02 |
| 0,72           | 0,96          | 0,21           | 0,34  | 0,48 | 0,64 | 0,96 |
| 0,74           | 0,91          | 0,16           | 0,29  | 0,43 | 0,58 | 0,91 |
| 0,76           | 0,86          | 0,11           | 0,23  | 0,37 | 0,53 | 0,86 |
| 0,78           | 0,80          | 0,05           | 0,18  | 0,32 | 0,47 | 0,80 |
| 0,80           | 0,75          | -, --          | 0,13  | 0,27 | 0,42 | 0,75 |
| 0,82           | 0,70          | -, --          | 0,08  | 0,21 | 0,37 | 0,70 |
| 0,84           | 0,65          | -, --          | 0,03  | 0,16 | 0,33 | 0,65 |
| 0,86           | 0,59          | -, --          | -, -- | 0,11 | 0,26 | 0,59 |
| 0,88           | 0,54          | -, --          | -, -- | 0,06 | 0,21 | 0,54 |

encuentra el factor con el que, multiplicando la potencia activa instalada, se logra el Cos  $\theta_2$  deseado.

Si se dispone de medidores de energía activa y reactiva, puede tomarse como base las lecturas de los medidores, a través de varios meses, para obtener el valor promedio del Cos  $\theta_1$  existente. Por la relación: energía reactiva ( en KvarH) / energía activa (en Kwh), obtiene el valor de tg  $\theta_1$ . Con este valor se busca en la tabla # 2, el Cos  $\theta_1$  correspondiente.

La potencia reactiva necesaria para lograr el Cos  $\theta_2$ , se obtiene de la misma manera descrita anteriormente; por ejemplo:

Una planta industrial con 200 horas de servicio mensual desea elevar su factor de potencia a 0,9.-

Los valores promedio de consumo mensual obtenidos de la lectura de los medidores son:

Consumo de energía activa: 63.000 Kwh.

Consumo de energía reactiva: 68.000 KvarH.

Entonces:

$$\text{tg } \theta_1 = \frac{\text{KvarH}}{\text{Kwh}} = \frac{68.000}{63.000} = 1,08$$

Para una tg  $\theta_1 = 1,08$ , corresponde, según la tabla, un cos  $\theta_1 = 0,68$ , con el que trabaja la

planta.

Partiendo de este valor, se encuentra el factor 0,59 en la correspondiente columna de  $\cos \theta_2 = 0,9$ .

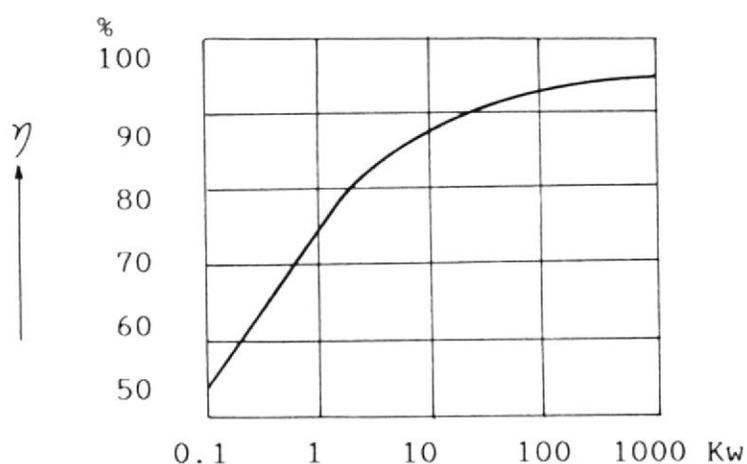
Para corregir el factor de potencia existente de 0,68 a 0,9 se deberá instalar, entonces, una batería de capacitores de 186 Kvar, es decir, 200 Kvar. Este valor se obtuvo dividiendo los kWh promedio para el número de horas, y multiplicando el resultado por el factor 0,59.

Hay que destacar que, como para la compensación de una planta industrial es necesario obtener valores promedio de carga y del factor de potencia, a través de una jornada de trabajo deberán tomarse varias mediciones como las indicadas precedentemente.

La potencia reactiva del capacitor o capacitores correctores del factor de potencia se determina por la capacidad  $C$  del capacitor, por la tensión de servicio  $U$ , y el valor de  $\omega = 2\pi f$ , siendo entonces  $P_C = U^2 \times \omega \times C$ .

Lo que significa, que la potencia de un capacitor de determinada capacidad, con una frecuencia constante, está dada por la tensión aplicada a sus bornes y es variable con el cuadrado de la misma.

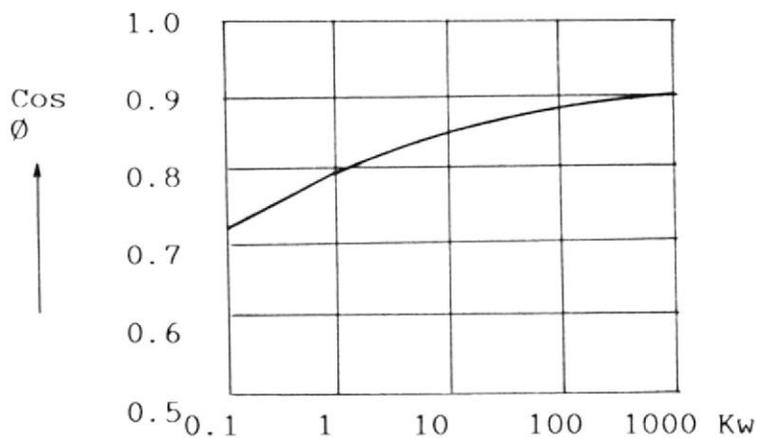
El factor de potencia tiene un comportamiento parecido al de la eficiencia de los motores, en función de los valores de servicio respecto de potencias diferentes a la nominales, y su variación se muestra en curvas como las que a continuación se describen en las gráficas N<sup>o</sup>s 4 y 5.



GRAFICA N<sup>o</sup> 4  
RENDIMIENTO



BIBLIOTECA



GRAFICA N<sup>o</sup> 5  
FACTOR DE POTENCIA

Por otro lado, podemos generalizar el rendimiento y el factor de potencia de los motores en base a la potencia nominal (100 % de carga), con las siguientes tablas con cargas parciales:

TABLA # 3

| RENDIMIENTO EN % A LA CARGA PARCIAL DE: |      |     |      |
|---|------|-----|------|
| 1/2                                     | 3/4  | 4/4 | 5/4  |
| de la carga nominal                     |      |     |      |
| 93.5                                    | 95   | 95  | 94.5 |
| 92.5                                    | 94   | 94  | 93.5 |
| 91.5                                    | 93   | 93  | 92.5 |
| 91                                      | 92   | 92  | 91.5 |
| 90                                      | 91   | 91  | 90   |
| 89                                      | 90   | 90  | 89   |
| 88                                      | 89   | 89  | 88   |
| 87                                      | 88   | 88  | 87   |
| 86                                      | 87   | 87  | 86   |
| 85                                      | 86   | 86  | 85   |
| 84                                      | 85   | 85  | 83.5 |
| 83                                      | 84   | 84  | 82.5 |
| 82                                      | 83   | 83  | 81.5 |
| 81                                      | 82   | 82  | 80.5 |
| 80                                      | 81   | 81  | 79.5 |
| 79                                      | 80   | 80  | 78.5 |
| 77                                      | 79.5 | 79  | 77.5 |
| 75.5                                    | 78.5 | 78  | 76.5 |
| 74                                      | 72.5 | 77  | 75   |

(sique)

(viene)

|    |      |    |      |
|----|------|----|------|
| 73 | 76   | 76 | 74   |
| 72 | 75   | 75 | 73   |
| 71 | 74   | 74 | 72   |
| 70 | 73   | 73 | 71   |
| 68 | 72   | 72 | 70   |
| 67 | 71   | 71 | 69   |
| 66 | 70   | 70 | 68   |
| 65 | 69   | 69 | 67   |
| 64 | 67.5 | 68 | 66   |
| 62 | 66.5 | 67 | 65   |
| 61 | 65   | 66 | 64   |
| 60 | 64   | 65 | 63   |
| 59 | 63   | 64 | 62   |
| 57 | 62   | 63 | 61   |
| 56 | 60.5 | 62 | 60.5 |
| 55 | 59.5 | 61 | 59.5 |
| 54 | 58.5 | 60 | 58.5 |
| 53 | 58   | 59 | 57   |
| 52 | 57   | 58 | 56   |
| 51 | 55   | 57 | 55   |
| 49 | 54   | 56 | 54   |
| 47 | 52   | 55 | 53   |
| 46 | 51   | 54 | 52   |
| 45 | 50   | 53 | 51   |

TABLA # 4

| FACTOR DE POTENCIA (Cos $\phi$ ) A LA CARGA PARCIAL DE |      |      |      |
|--|------|------|------|
| 1/2  | 3/4  | 4/4  | 5/4  |
| de la carga nominal                                    |      |      |      |
| 0.83   | 0.88 | 0.90 | 0.90 |
| 0.80   | 0.86 | 0.89 | 0.89 |
| 0.78   | 0.85 | 0.88 | 0.88 |
| 0.76   | 0.84 | 0.87 | 0.87 |
| 0.75   | 0.83 | 0.86 | 0.86 |
| 0.73   | 0.81 | 0.85 | 0.86 |
| 0.71   | 0.80 | 0.84 | 0.85 |
| 0.69   | 0.79 | 0.83 | 0.84 |
| 0.67   | 0.77 | 0.82 | 0.83 |
| 0.66   | 0.76 | 0.81 | 0.82 |
| 0.65   | 0.75 | 0.80 | 0.81 |
| 0.63   | 0.74 | 0.79 | 0.80 |
| 0.61   | 0.72 | 0.78 | 0.80 |
| 0.59   | 0.71 | 0.77 | 0.79 |
| 0.58   | 0.70 | 0.76 | 0.78 |
| 0.56   | 0.69 | 0.75 |      |
| 0.55   | 0.68 | 0.   |      |
| 0.54   | 0.67 |      |      |
| 0.52   | 0.63 |      |      |
| 0.50   | 0.62 |      |      |

Para mejr

voltajes, calentamiento, desbalances en los voltajes de fase, y por supuesto, sobreltajes u otros hechos similares.

El costo de un factor de potencia bajo viene dado por la relación  $0.9 / f.p.$ , que se multiplica a los cargos normales y luego se incluyen impuestos; por lo tanto, su influencia en la facturación, dependerá de la forma de tratar este asunto. en el caso que nos ocupa, de las piladoras, en primer lugar, por no alcanzar valores extremos de carga, no existían medidores de factor de potencia, ni había penalización alguna al caso, pero en base a los procedimientos antes señalados, se realizaron algunos cálculos que no rindieron datos fuertemente negativos en dichas plantas, además que el costo de instalación de equipos correctores demandaría valores más altos que los que eventualmente pudieran ser considerados a pagar. En aquel tiempo, el costo de un Kvar era de aproximadamente: S/. 6000,00, lo cual nos daba una tarifa neta alta, que aún en base a la teoría de la penalización suponía inversión.

Es de anotar que el costo de los motores eléctricos utilizados en las piladoras era de aproximadamente S/. 1000,00 por CV.

can deterioro en el nivel del factor de potencia, así como en su propio rendimiento y costo del consumo de energía.

#### 3.4.3. LA CAPACIDAD DEL BANCO DE TRANSFORMACION.

Es importante tener en cuenta la capacidad del banco de transformadores que se utiliza, relacionándolo con la carga que se va a servir, pues mientras más cerca estemos a la capacidad nominal del banco, obtenemos el mejor rendimiento económico en función del costo del transformador, considerando que aún así, trabajando a plena carga, el transformador tiene una reserva adicional en la que se puede sobrecargar.

Punto importante es el reconocer que siendo la reluctancia del circuito magnético del transformador de un valor, que aunque despreciable, existe realmente, éste tiene su influencia cuando el banco trabaja a baja carga, pues la fuerza magnetizante es aproximadamente el 5% de la fuerza magnetomotriz primaria total en condiciones de plena carga; es decir, que la corriente magnetizante es del 5 al 10% de la corriente nominal de línea, y teniendo en cuenta los 100 Kva de nuestro caso como capacidad de cada transformador, el hacerlo trabajar aproximadamente al 50% de su carga, pese a que constituye reserva, va a tener, aunque mínima, una

influencia en el valor de facturación, pues una corriente magnetizante nos representaría eventualmente un costo al que se deben sumar los impuestos, y bien podría constituirse en varias unidades -en porcentaje-, del total del consumo lo que se hace despreciable si se usan transformadores dimensionados correctamente, además que el costo del equipo de transformación es menor por cada unidad.

Se estima además, que para potencias de 100 Kva y menores, la gama de rendimientos a plena carga va entre el 97 y 98% y sus pérdidas el 2% de la I nominal, mas en vacío, sus pérdidas van de 5 al 7% de la I nominal, y obviamente, a menor capacidad, menos pérdidas económicas a plena carga que a mayor capacidad y cargas medias o mínimas.

#### 3.4.4. EL TABLERO DE DISTRIBUCION.

Aporta con algunos datos a considerarse en el aspecto pérdidas, pues hay contactos, terminales, barras y ventilación de por medio. En el caso de nuestras instalaciones se encontró, por ejemplo en la piladora "Ana", unas barras que no eran sólidas, sino por el contrario, varias placas de cobre, una sobre otra para cada fase, con un calentamiento inusual obligando a recibir mayor aireación. Pero pese a ello, debemos

estar claros que las pérdidas por calentamiento por histéresis y corrientes de Foucault, son mayores que las normales y abonan a pérdidas eléctricas que inciden en el costo mensual del consumo. Es preferible evitar este tipo de instalaciones que afectan en varios aspectos al propietario de la planta industrial.

También debe revisarse contactos, los mismos que en casi todas las piladoras visitadas nos permitió descubrir algunos sin el ajuste necesario. Todo esto conlleva además el peligro a las instalaciones mismas por calentamiento.

#### 3.4.5. LOS CIRCUITOS ELECTRICOS.

Basan su accionar con el cableado y las conexiones a efectuarse. Se debe por tanto revisar uno a uno los contactos eléctricos desde el momento que salen del tablero de distribución. Ocorre con asombrosa continuidad, que los cables suelen sobredimensionarse o bajodimensionarse, siendo en el primer caso motivo de pérdidas por caída de tensión y en el segundo por calentamiento. En cuanto a las conexiones y ajuste de bornes, también son una verdadera molestia y por cierto, van sumando costos que aparentemente son despreciables. En los circuitos también es indispensable mantener un estricto control sobre ellos.



Aquellos equipos que no son necesarios de mantener energizados deben desconectarse, siendo ésto motivo de atención del operario de la planta industrial. igualmente es recomendable mantener una especial atención sobre las luminarias, las que deben ser de alta eficiencia para el efecto deseado, y no acumular número de ellas, sino antes bien, el mínimo con el mayor rendimiento.

Hay motores que requieren controles industriales y protección en el sitio. Mucho se desatiende éste aspecto y permite lamentables condiciones forzadas de funcionamiento que generan pérdidas y deterioran el circuito.



BIBLIOTECA

## CAPITULO N° 4

### SESIONES DE TRABAJO CON TECNICOS DE EMELRIOS

#### 4.1. La demanda de energía.- Recomendaciones a sus criterios de facturación.

Fue motivo de varias conversaciones la forma de facturar la demanda máxima, y en general, los criterios seguidos para su establecimiento. Es indudable que no se puede partir de la base de la capacidad del banco de transformación, pues ello implica, en el caso presente un perjuicio evidente al usuario, mas, en otro caso extremo, puede suceder que el banco trifásico estuviera trabajando en sobrecarga con algún porcentaje elevado, y ello implicaría que durante todo un año, hasta que se realice la refacturación en base a la reglamentación, se bajo-facture el valor real de la demanda.

Otro punto de discusión fue el de mantener como valor fijo durante todo el año, un solo nivel de demanda máxima facturable. Si partimos del principio de que cada empresa eléctrica puede solicitar -y de hecho así se

lo hace-, en cada semestre una demanda base, puede también colegirse, que el abonado podría aprovechar la misma facultad que el Sistema Nacional da a cada empresa como usuaria de energía, logrando el mismo tratamiento a los consumidores.

Según se nos informó, para cada mes de enero y junio se solicita una variante (o se ratifica) a la base de demanda (con suficiente anticipación) que reciben como cuota las empresas eléctricas, y que ellas en total, suman el conjunto de energía a generarse. ¿No sería posible que lo mismo se aplique al usuario que solicita sus demandas individuales?. Volvemos a plantear esta inquietud que la dejamos expresa en diálogos telefónicos mantenidos con técnicos de Inecel a la capital ecuatoriana; incluso se dejó entrever la posibilidad de que un estudio de ingenieros, basados en esta propuesta, oficialice la misma ante Inecel, para motivar su estudio; las consecuencias, a mi juicio, resultarían beneficiosas a todos, pues sucedería que:

- Se ahorra energía producida, pues la demanda sólo actuaría semestralmente según lo requiera realmente la industria del país (además del comercio y residencias) que es en esencia la que más consume.

- El consumidor se beneficia, pues no depende para sus pagos de una carga que irrealmente se considera en ciertos períodos de inactividad, y por el contrario, volcaría su máxima capacidad a aquellas épocas del año



de mayor necesidad.

- La empresa eléctrica negociadora mejora en el pago a el Sistema Nacional, y cobraría hasta más allá de lo actual, pues el cliente además de racionalizar el consumo, lo activa con mayor confianza en ciertas épocas del año, con el máximo aprovechamiento.

- Se hace más ágil y justa la facturación de energía por este rubro.

- De esta manera el usuario se ve obligado a utilizar el concepto de control de demanda máxima y técnicamente también se comprometerá a asistirse con profesionales, a fin de conocer cómo y cuándo debe ser operado un equipo según las necesidades y utilizando el factor de carga.

Obviamente que aquí aparece la figura del profesional Ingeniero en electricidad que aplique conceptos y pruebas a los que se debe ver sometida la planta industrial.

#### 4.2. Límites de consumo industrial y consumo comercial.-

##### Consideraciones.

Los parámetros que determinan la clasificación para consumidor comercial o industrial, vienen dados por los datos que ofrece el cliente y supervisa la empresa eléctrica respectiva, en el momento de solicitar el servicio. Así se establece el servicio que le da el usuario a la llamada carga instalada.

Debemos clarificar que en algún momento se puede plantear erróneamente el casillero de comercial o industrial en base a la demanda. Tanto no es así que en el sistema reglamentario de tarifa hasta 1.989, se anotaban condiciones de cobro por demanda y consumo del usuario C3, iguales a las del industrial I2, pero con diferente tarifa a igual demanda y consumo. Algo similar ocurre en el actual pliego tarifario.

En nuestro caso saltó la duda de si alguno de los usuarios, en lugar de ser industrial debía ser comercial: El motivo que fundamentaba el casillero Industrial era la presencia de un motor de piladora, aún en el caso que se la utilizara en un solo período -de días-, al año. Esto sucedió en la pildora San Rafael, a la que hacemos referencia en el apartado 3.2. Como su función no era comercial (sólo de compraventa de artículos), sino de procesamiento (pilado) del producto (arroz), entonces su función era, pese a su baja demanda y mínimo consumo, de tipo industrial. No hay entonces, mejor clasificación que el tipo de uso que se le da a la carga instalada, para determinar los límites del tipo de consumo: comercial o industrial. Además, este asunto lo podemos apreciar mejor si nos atenemos, detenidamente, a lo que señala el decreto 2310 del 15 de diciembre de 1.983, del gobierno nacional, en el que se clasifica a los abonados y del cual hemos hecho referencia en el apartado 1.2.



BIBLIOTECA

Tomando algunos párrafos de dicho decreto, podemos apreciar bajo qué circunstancias un abonado puede solicitar la instalación de medidor con costo comercial, residencial o industrial.

En caso de que la casa, departamento, etc. de un consumidor dé mayores recursos económicos, o parte de ellos sirva a la vez como residencia de los abonados o sus inquilinos, y si sólo existe un medidor de energía todo el consumo se lo considera como servicio comercial. En este caso el abonado podrá solicitar la instalación de un medidor independiente para el consumo de energía en la parte del edificio usado como residencia, siempre que la misma esté separada del área destinada a servicios comerciales por medio de tabiques o paredes permanentes y que las instalaciones interiores de cada área sean completamente independientes unas de otras, sin posibilidades de interconexión entre ambas. En general, deberá restringirse este tipo de instalación.

En el caso de las industrias, si el mismo local se destinare al uso de otros fines ajenos al proceso industrial, tales como salas de ventas, residencias, etc las empresas eléctricas podrán exigir la instalación de un medidor independiente para estos servicios y se aplicará la tarifa que corresponda. Se incluirá dentro de este servicio a los usuarios que sean calificados como tales, mediante leyes especiales por el Ministerio



de Industrias, Comercio e Integración.

Es preciso dejar bien claras las apreciaciones prácticas, pues en muchos casos conocidos se han desatado polémicas cuyas razones sólo pueden tener asidero en este criterio que es el fundamento operacional de las referidas empresas eléctricas en el Ecuador.

De otro lado, y por una serie de consideraciones técnicas y económicas aplicadas por el Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, en el actual pliego tarifario resulta más oneroso el costo del consumo y la demanda de tipo comercial que la industrial, en las mismas condiciones de consumo y demanda, respectivamente, aún cuando aparentemente nos resulta más lógico lo contrario.

#### 4.3. Observaciones y recomendaciones varias.- Ventajas económicas del estudio.

Bajo las propuestas mantenidas en este informe técnico la primera recomendación es la del control estricto en el grupo humano, tanto del personal de la industria como del empresario eléctrico, utilizando un personal idóneo y calificado que garantice los detalles técnicos y por lo tanto, una justa facturación y pagos.

Es imprescindible tener en cuenta la calificación de los valores de demanda máxima facturable por todo lo antes expuesto, además si consideramos que sus fallas, sea de donde provinieren, causan excesos de costo pro-

medio, en un 10 % en meses de mucho consumo y 40 % en meses de consumo bajo. ¿Es o no justificable la inversión en profesionales calificados?, y con mayor razón, tenerlos en planta o supervisión constante, de parte de los propietarios de las industrias.

Todo tipo de trabajo que estudie la incidencia de la carga e instalaciones sobre la facturación eléctrica debe ser minucioso e incluir análisis desde el dimensionamiento y estado del cableado de circuitos, pasando por la protección y accesorios para la distribución así como el banco de transformadores, la carga misma y las conexiones para la medición efectiva.

Se debe evitar, como regla general, el uso de dos medidores a un mismo usuario: Residencial e Industrial y/o comercial, pues puede motivar errores en conexión, medición y/o costos.

No debe olvidar el consumidor eléctrico que hay que encasillarse adecuadamente en la tarifa que le corresponde, teniendo muy en cuenta la diferencia de los costos entre las tarifas de los consumidores comercial e industrial en las mismas condiciones de demanda y consumo. Partiendo de esto, se debe estudiar cuidadosamente la necesidad de la utilización de aquellos parámetros que hacen a un usuario ya comercial o industrial, y relacionar los costos que implican aquellas instalaciones a fin de obtener la mayor eficien-



cia monetaria. Nos remitimos también al pliego tarifario en vigencia a esta fecha, de manera muy especial, pues en el caso de nuestro estudio, en 1.986/87 ésta diferencia no existía.; ahora sí la hay.

Otro tipo de cargos que deben ser analizados es el referente a los motores y la instalación de capacitores en la industria. Evidentemente que si no hay penalización del factor de potencia, en tales casos la inversión no se justificaría si las pérdidas eléctricas no superan el costo de los capacitores; pero si hay dicha penalización cabe el análisis, en base al tiempo de recuperación de dicho costo, siendo la fórmula de cálculo la siguiente:

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\text{inversión total}}{\text{Ahorro por período parcial (mes)}}$$

Si el tiempo de recuperación no es excesivo, y no llega a límites en los que por varios motivos sea despreciable, la inversión es necesaria.

El mismo criterio puede aplicarse al costo del estudio eléctrico y al contrato de mantenimiento del profesional de la ingeniería eléctrica, a fin de brindarle toda asesoría necesaria. El tiempo de recuperación de los valores dependen de la inversión y el ahorro mensual bajo la misma fórmula anterior. En cualquier caso puede detectarse la productividad de dicha contratación, y ocurre en casos como los tratados, que los excesos de costo promedio son del orden de las decenas

en porcentaje y resultan altos, justificando los estudios. Resulta vital, desde todo punto de vista, en este tipo de plantas agro-industriales, la supervisión de un ingeniero capacitado desde el estudio e instalación de los equipos hasta su puesta en marcha y mantenimiento, como queda demostrado.



### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Es indudable que la causa de los altos costos variaron desde fallas de instalación que obligaron a replantear las consideraciones técnicas en las plantas agroindustriales de nuestro estudio, como a errores humanos que motivaron errores técnicos en los operadores y en los cálculos de demanda.
2. Todos los casos eran a la vista superables, pero sin duda, requieren de un arduo y concienzudo proceso de detección, pues las instalaciones estaban en funcionamiento.
3. Las pérdidas siempre se encasillan bajo los tres grandes parámetros que originan los costos eléctricos, incluido el factor de potencia.
4. Se ha podido detectar que existen diferencias entre los tipos de medición en alta y baja tensión, según el rango de operación de los medidores, obligándose entonces, a hacer un estudio de tipo económico diferencial en estos casos.

5. Como recomendación primaria es necesario insistir en la atención de cada detalle por insignificante que parezca con la suficiente utilidad práctica, en la instalación de equipos agro-industriales, con el dimensionamiento adecuado de los accesorios, así como recomendaciones a las empresas eléctricas del país, en torno a valores y formas de operación para la demanda y medición del consumo.
6. En base a lo descrito, sería menester que el Sistema Nacional Eléctrico, sus funcionarios, presten atención a la posibilidad de replantear el cobro de los valores de demanda en base a los requerimientos semestrales.
7. Es imprescindible que los propietarios de negocios definan bien el tipo de servicio: comercial o industrial, pues de él dependen varios detalles de cobro incluidos en el pliego tarifario.
8. Todo lo señalado en este informe reitera la imperiosa necesidad de utilizar los servicios del Ingeniero en Electricidad para los estudios, instalación y mantenimiento de fábricas y en general, de cualquier sistema eléctrico particular o público, de pequeñas o grandes dimensiones, y de relativa o severa utilización.



BIBLIOTECA

A P E N D I C E

APENDICE A

PLIEGO TARIFARIO (PARCIAL)  
EMPRESA ELECTRICA DEL ECUADOR INC.  
EMISION DE MAYO (MODELO)



3. SERVICIO INDUSTRIAL

APLICACION: Esta tarifa se aplicará a los abonados de servicio industrial que se define como tales en el Art. 23 Literal c) del Reglamento de Fijación de Tarifas de Suministro de Energía Eléctrica, expedido mediante Decreto N° 2310 del 15 de diciembre de 1.983, publicado en el Registro Oficial N° 644 del 21 de los mismos mes y año.

3.1. TARIFA I-A

APLICACION: Esta tarifa se aplicará a los abonados de servicio industrial que utilicen la energía en trabajos de artesanía o pequeña industria cuya carga instalada sea de 10 Kw.

CARGOS: S/956,68 mensuales como mínimo de pago con un derecho a consumo de hasta 100 Kwh  
S/12,812 por cada uno de los siguientes kWh de consumo durante el mes;

S/ 13,825 por cada uno de los siguientes  
500 Kwh de consumo durante el mes;

S/ 15,251 por cada Kwh adicional en el  
mes.

Aquellos abonados cuyos consumos sean superiores a  
2.000 Kwh, la empresa deberá revisar necesariamente  
la carga instalada, para proceder a un ajuste en su  
ubicación tarifaria, si el caso amerita.

### 3.2. TARIFA I-D1

APLICACION: Esta tarifa se aplicará a los abonados  
del servicio industrial cuya carga instala-  
lada sea mayor a 10 Kw y hasta una deman-  
da facturable de 1.000 Kw.

CARGOS: S/ 506,48 mensuales por cada Kw de deman-  
da facturable, como mínimo de pago sin  
derecho a consumo.

S/ 15,257 por cada Kwh consumido durante  
el mes.

### 3.3. TARIFA I-D2

APLICACION: Esta tarifa se aplicará a los abonados de  
servicio industrial cuya demanda factura-  
ble sea mayor a 1.000 Kw.

CARGOS: S/ 562,75 mensuales por cada Kw de deman-  
da facturable como mínimo de pago, sin  
derecho a consumo, multiplicado por un

factor de corrección que se calculará de la siguiente forma:

El valor de la demanda más alta que haya registrado la industria durante las horas de pico de la Empresa (18h00 a 21h00), dividido por la demanda máxima registrada por la industria dentro del mes.

el factor de corrección en ningún caso será inferior a 0,60 y la demanda mínima a facturarse no podrá ser inferior al 70% de la demanda máxima registrada en los últimos 12 meses.

S/ 15,257 por cada kWh de consumo durante el mes, correspondiendo a los primeros 200 kWh por Kw de demanda facturada.

S/ 13,731 por cada kWh de consumo durante el mes, correspondiente a los siguientes 200 kWh por Kw de demanda facturada.

S/ 10,298 por cada kWh de consumo adicional en el mes.

#### 3.4. TARIFA I-D3

APLICACION: Esta tarifa se aplicará a los abonados al servicio industrial que tomen la energía en horas que no correspondan a las de máxima demanda del sistema (incluye periód-

dicos matutinos).

CARGOS: S/ 450,20 mensuales por cada Kw de demanda facturable como mínimo de pago sin derecho a consumo.

S/ 7,316 por cada KWH de consumo durante el mes.

### 3.5. TARIFA I-CE

APLICACION: Los usuarios industriales que tengan un consumo de tipo estacional podrán opcionalmente acogerse a esta tarifa, la cual será aplicada únicamente en el período de utilización que hayan acordado con la empresa.

CARGOS: Se aplicarán los cargos de la tarifa industrial que le corresponda incrementando el cargo por demanda en el 100%. En esta tarifa la demanda facturable será la demanda máxima registrada en el mes, la cual no podrá ser inferior a la demanda contratada.



BIBLIOTECA

## B I B L I O G R A F I A

1. CORRALES MARTIN J. Cálculo Industrial de máquinas eléctricas, Marcombo, Barcelona, 1.982.
2. EMPRESA ELECTRICA DEL ECUADOR INC. Reglamento para acometidas del servicio eléctrico, 1.983.
3. FINK, BEATY, CARROLL. Standard Handbook for Electrical Engineers, II Tomo, Editorial Reverté, Barcelona 1.981.
4. LIWSCHITZ-GARIK, C. WHIPPLE. Máquinas de corriente alterna, D. Van Nostrand Company Inc., 1.979.
5. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Pliego Tarifario, Quito, Emisiones de Julio de 1.986 a Septiembre de 1.987.
6. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Registro oficial # 644 del miércoles 21 de diciembre de 1.983, Capítulo IV, Art. 23.
7. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Pliego Tarifario, Quito, Emisión Mayo de 1.989.
8. SIEMENS. Catálogo de productos, Aparatos Eléctricos, República Federal Alemana, 1.980.
9. SIEMENS. Catálogo de Motores eléctricos. República Federal Alemana, 1.980/81.
10. WEEDY. Electric Power Systems, Third Edition, John Wiley & Sons Ltd., Gran Bretaña, 1.979.



A.F. 142055