

T  
333.7913  
G 888

ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL  
  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ELECTRICA

"ESTUDIO DEL COSTO DE LA  
ENERGIA ELECTRICA POR  
CONSUMO EN LA INDUSTRIA"

INFORME TECNICO  
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD

PRESENTADO POR:  
HERMAN GRUNAUER CORTES



GUAYAQUIL - ECUADOR

1988

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

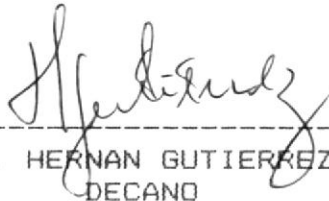


\*D-9236\*

Al ING. CRISTOBAL MERA  
Profesor Supervisor,  
por su ayuda y  
colaboración para la  
realización de este  
trabajo.

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES



ING. HERNAN GUTIERREZ  
DECANO



ING. CRISTOBAL MERA  
PROFESOR SUPERVISOR



ING. GUSTAVO BERMUDEZ  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



BIBLIOTECA

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este informe técnico, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo, a la "ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

.....  
HERMAN GRUNAUER CORTES

## RESUMEN

Este informe contiene lo siguiente: una revisión del valor del kilovatio hora (KWH) Industrial de las Empresas Eléctricas en el Ecuador, desde el año de 1985 y en base a ello se realizó un programa de computación en idioma BASIC que presenta los pliegos tarifarios de las Empresas Eléctricas incluyendo los cargos, además se puede calcular el costo de las planillas por consumo de energía eléctrica.

Se elaboraron curvas representativas de las tarifas industriales I2 e I3, lo que produce interesantes conclusiones en el comportamiento del valor del KWH industrial.

Por último el informe tiene un programa de computación en idioma BASIC para el cálculo de Bancos de Capacitores, para corregir el factor de potencia.

## INDICE GENERAL

	Fág.
RESUMEN .....	I
INDICE GENERAL.....	II
INDICE DE FIGURAS.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE ABREVIATURAS.....	VII
INTRODUCCION.....	1
I. TARIFAS.....	3
1.1. Energía eléctrica en el Ecuador.....	3
1.2. Costo de la energía eléctrica.....	3
1.3. Programa de Computación para calcular las planillas de las tarifas industriales en las Empresas Eléctricas del Ecuador...	10
II. CONTROL DE LA MAXIMA DEMANDA.....	16
2.1. Estudio económico de la máxima demanda en el costo de la energía eléctrica.....	16
2.2. Curvas representativas de las tarifas industriales.....	23
2.3. Costos de generadores para instalaciones Industriales y control de la máxima demanda.....	33

2.4. Ejemplo 2-2 (Año 1988).....	36
III. CORRECCION FACTOR DE POTENCIA EN LA INDUSTRIA.	38
3.1. Factor de potencia de diferentes equipos	38
3.2. Control del factor de potencia.....	40
3.3. Corrección del factor de potencia con banco de capacitores.....	42
3.4. Programa de computación para el cálculo de un banco de capacitores para corregir en el factor de potencia.....	42
3.5. Ejemplo de aplicación.....	46
3.6. Disco de 5 1/4 con programas.....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
BIBLIOGRAFIA.....	96



## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura # 2-1.....	58
Figura # 2-2.....	59
Figura # 2-3.....	60
Figura # 2-4.....	61
Figura # 2-4A.....	62
Figura # 2-5.....	63
Figura # 2-6.....	64
Figura # 2-7.....	65
Figura # 2-8.....	66
Figura # 2-9.....	67
Figura # 2-10.....	68
Figura # 2-11.....	69
Figura # 2-11A.....	70
Figura # 2-12.....	71
Figura # 2-13.....	72
Figura # 2-14.....	73
Figura # 2-15.....	74
Figura # 2-16.....	75
Figura # 2-17.....	76
Figura # 2-18.....	77

Figura # 2-19.....	78
Figura # 3-1.....	79
Figura # 3-2.....	80

INDICE DE TABLAS



BIBLIOTECA

Tabla I-I.....	81
Tabla I-II.....	82
Tabla I-III.....	83
Tabla II-I.....	84
Tabla II-II.....	85
Tabla II-III.....	86
Tabla II-IV.....	87
Tabla II-V.....	88
Tabla II-VI.....	89
Tabla III-I.....	90

## INDICE DE ABREVIATURAS

- KW = Kilovatio
- KWH = Kilovatio hora.
- KWHM = Kilovatio hora mes.
- FOB = Mercadería en puerto de embarque.
- INECEL = Instituto Ecuatoriano de Electrificación.
- KVAR = Kilovatios amperios reactivos.
- KVA = Kilovatios Amperios.
- CKVAR = Kilovatios amperios reactivos que se necesitan  
instalar para variar el factor de potencia.
- F<sub>c</sub> = Factor de corrección aplicado en la tarifa I3 -  
Industrial

## INTRODUCCION

El presente trabajo comprende 3 aspectos:

- a) Una revisión del aumento del costo del KWH Industrial desde el año 1985 hasta Junio de 1988, y los comentarios del presente y futuro del costo de la Energía Eléctrica.
- b) Un programa de computación en idioma BASIC para el cálculo de las tarifas eléctricas industriales de todas las empresas, con una base de datos para almacenar los cargos de cada una de ellas, en el caso de que tengan cargos diferentes como ocurría anteriormente, en la actualidad la finalidad de INECEL es que las tarifas sean las mismas en todo el país.
- c) Un programa de computación en idioma BASIC para el cálculo de Bancos de Capacitores con el fin de corregir el Factor de Potencia en la Industria.

La metodología que se siguió para este trabajo fue:

Para los puntos a y b se recopiló información en las empresas eléctricas desde que cada empresa eléctrica tenía

su propio pliego tarifario hasta la presente fecha en la que todos los pliegos son iguales y los cargos se tratan de igualar.

Para el punto c, el programa se lo hizo en base a los gráficos obtenidos por la medición de los kilovattios y kilovoltios amperios, en la medición que hace la Empresa Eléctrica del Ecuador.

El objetivo de este trabajo fue el de tener una idea concreta del valor de la energía eléctrica en el presente y futuro por el consumo producido en el nivel industrial.

El motivo que me indujo a realizar este trabajo es el hecho que en nuestro país debido al deterioro económico los servicios se encarecen continuamente y en especial el eléctrico por lo que es un factor determinante en las industrias.

## CAPITULO I

### TARIFAS



**BIBLIOTECA**

#### 1.1. Energía Eléctrica en el Ecuador.

Realicé una revisión de las tarifas, para uso industrial, de las empresas eléctricas en el Ecuador.

Esta revisión la hice con el objeto de tener :

- A. Una visualización del costo de la energía eléctrica, para tener una apreciación del comportamiento de su valor en el futuro.
- B. Mediante un programa computarizado poder tener acceso al pliego tarifario de las diferentes empresas eléctricas y poder realizar el cálculo aproximado de una planilla por el consumo de energía eléctrica.

#### 1.2. Costo de la energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica en el Ecuador

en el año de 1985, estaba generado en un 60% por INECEL y un 40% por las empresas eléctricas, (sin incluir la Empresa Eléctrica del Ecuador). En la actualidad, incluyendo la Empresa Eléctrica del Ecuador, INECEL genera un 82% y las Empresas Eléctricas un 18% aproximadamente .

Inecel suministra energía eléctrica mediante el sistema nacional interconectado a las empresas eléctricas y estas al usuario, lo que significa que son las empresas eléctricas las que comercializan la energía eléctrica.

Inecel tenía a partir de 1985-86 952 MW(Megavattios) instalados. La política actual de las empresas eléctricas es no aumentar generación propia, por que resulta mas económico comprar a Inecel la energía.

Debido a que el servicio de energía eléctrica es de tipo público y de primera necesidad, en la determinación del costo del Kilovatio Hora (KWH) son factores determinantes el aspecto social y político por lo que muchas veces el valor del KWH es "político", tal es el caso de que Inecel indicó una descapitalización de \$1,374,782,500 para el año 1985 (Un mil trecientos setenta y cuatro



millones, setecientos ochenta y dos mil quinientos sucres), para las empresas eléctricas del país, en el caso de no incrementar el valor del KWH (memorandum del Gerente General N. 4172 - del 13 de marzo 1985 pág #4).

A continuación haremos un ligero resumen comparativo de un informe de Inecel relacionado con los costos del KWH del año 1985 y luego en el año de 1988. En el año de 1985 se emitió el indicado memorandum (#4172, de marzo de 1985) en el que se indica el incremento que era necesario hacer para cubrir los costos de servicio del año 1985. Se considera costos de servicios, la suma de los gastos de explotación, mas la dotación anual a las reservas. Para la depreciación y los gastos financieros o servicio de la deuda del año, que tenga cada empresa, no se consideró rentabilidad a la inversión, los incrementos estan indicados en las tablas I-I y I-II, y se observa que los porcentajes varían desde el 6% hasta el 126.4% anual.

La tabla I-I incluye las empresas que estan incorporadas al sistema nacional interconectado, y los porcentajes necesarios de incrementos varían del 6% al 19.9%, la tabla I-II incluye las empresas que no

están incorporadas al sistema nacional interconectado, y los porcentajes varían del 36.8% al 126.4%, de los valores indicados en las tablas se diferencia claramente el beneficio de la economía de escala, al estar incorporadas las empresas al Sistema Nacional Interconectado. El costo medio ponderado anual de \$ 3.78/KWH para cubrir los costos de servicios de las empresas de la tabla I-I, comparadas con el precio medio de venta ponderado anual de \$ 3.42/KWH, significa que este grupo necesita un incremento promedio equivalente a un 10.5% anual. La energía facturada anual en este grupo (tabla I-I), llega a 1,884,946,100 KWH y equivale al 86% del total de la facturación de 1985 (2,183,983,618 KWH). (No se incluye E.E.E).

Las empresas de la tabla I-II que no estaban incorporadas al Sistema Nacional Interconectado, requerían un aumento tarifario mucho mayor. El costo medio ponderado anual de \$ 5.97/KWH comparado con el precio medio de venta ponderado anual de \$ 3.68/KWH, significa que este grupo de empresas necesitan un incremento tarifario promedio anual de 62.2%. La energía facturada anual de este grupo llega a 299,037,518 KWH y equivale al

14% de la facturación de 1985.

La recomendación de la gerencia general de Inecel al presidente y miembros del directorio de esa institución fue la de aplicar a las empresas de la tabla I-I, un aumento tarifario mensual acumulativo del 3% y 3.5%, que permiten cubrir los costos de servicio, y respecto a las empresas de la tabla I-II se recomendó un incremento similar al anterior de las empresas de la tabla I-I, considerando que muy pronto se incorporarán al Sistema Nacional Interconectado, que representan solo un 14% de la facturación anual y que el impacto socio económico sería muy severo al aplicar el aumento real para cubrir los costos de servicio.

El aumento tarifario recién se ejecutó a partir del mes de Noviembre de 1985 y lo que ha ocurrido hasta la presente fecha está en el siguiente resumen :

Tomamos como referencia a EMELGUR, ver tabla I-III; como se puede observar en Octubre de 1985 ya se congela la tarifa, por presión política, sin embargo se acepta el aumento en Noviembre y llega al año de 1988 en el que en Junio se congela nuevamente, pero con las nuevas medidas económicas y según el informe

del año de 1988 que nos indica en la página # 19 del UET - PET - 04 - 88 de INECEL, que el nuevo déficit de costos y operacional, para el año de 1989 de las empresas eléctricas del país será de \$53,038,000,000.00 millones de sucres (cincuenta y tres mil treinta y ocho millones de sucres), considerando un dólar oficial de \$ 450, y el actual nivel tarifario, lo que nos indica que de continuar esta política en el tratamiento del costo del KWH el resultado final será un empeoramiento en el servicio de la energía, y esto es un factor determinante en la proyección del sistema industrial, en la que la energía, eléctrica es de vital importancia.

Es lógico suponer que en estas condiciones posiblemente el sector mas afectado será el industrial pues "relativamente" es el que menos problemas socio económicos tiene.

Considero que el futuro eléctrico del Ecuador tendrá serios problemas debido a que estará totalmente estatisado y la experiencia nos indica que el estado es un mal administrador con el agravante que se trata de un servicio público de primera necesidad, y con la política de precios no

reales Inecel tiene que ser subvencionado y lo será en la medida de los recursos que disponga el país de acuerdo a su momento económico.

Considero que se debería de alguna manera tratar que la empresa privada forme parte del sector eléctrico, esto le daría eficiencia, que es lo que más le hace falta en la actualidad al sector eléctrico, pues lo que hacen las empresas eléctricas es pedir aumentos en las tarifas, indicando que tienen pérdidas, pero se presentan casos de pérdidas de energía por distribución superiores a las permitidas técnicamente, costos de operación por abonado de empresas que duplican al costo de empresas similares en número de abonados.

Así por ejemplo la Empresa Eléctrica Quito con aproximadamente 230000 abonados en el año de 1985 tenía un costo de operación por abonado del doble de la empresa Regional Sur que tiene 36000 abonados, esto nos da una idea que el origen de las pérdidas de las empresas debería ser revisado.

1.3. Programa de Computación para calcular las planillas de las tarifas industriales en las Empresas Eléctricas del Ecuador.

Mediante este programa se puede calcular el costo de la planilla mensual por el suministro de energía eléctrica de la tarifa industrial de las siguientes empresas:

EMPRESA ELECTRICA DEL ECUADOR  
EMELGUR  
EMPRESA ELECTRICA SANTA ELENA  
EMPRESA ELECTRICA QUITO  
EMPRESA ELECTRICA NORTE  
EMPRESA ELECTRICA AZOGUES  
EMPRESA ELECTRICA MILAGRO  
COOPERATIVA SANTO DOMINGO  
EMPRESA ELECTRICA SANTO DOMINGO  
EMPRESA ELECTRICA MANABI  
EMPRESA ELECTRICA AMBATO  
EMPRESA REGIONAL SUR  
EMPRESA CENTRO SUR  
EMPRESA ELECTRICA BOLIVAR  
EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA  
EMPRESA ELECTRICA ESMERALDAS  
EMPRESA ELECTRICA LOS RIOS



## EMPRESA ELECTRICA EL ORO

El programa se lo desarrolló en Basic, es muy fácil y sencillo su uso, la secuencia de operación es la siguiente:

- 1) Introduzca el diskette "Informe Técnico", en el drive A.
- 2) Prenda la computadora (IBM XT - AT - PS2/30).
- 3) Aparece un menú
- 4) Seleccione la opción # 1.
- 5) En la pantalla aparece el nombre de las empresas eléctricas del país, y se pide que se escoja el número que corresponda a la empresa que se elija.
- 6) Se pregunta si se necesita actualizar los cargos de la empresa que se a elegido, en este punto es necesario explicar que se consideraron 17 empresas eléctricas, con 6 tarifas industriales c/u, y con 5 cargos cada tarifa, por lo que el programa tendrá 510 cargos (17 empresas x 6 tarifas x 5 cargos) y 102 tarifas (17 empresas x 6 tarifas).

Por lo explicado anteriormente es posible



BIBLIOTECA

actualizar los cargos y hacer proyecciones que es muy importante.

Es necesario anotar los números de los cargos y tarifas que salen en pantalla en caso de que haya que actualizar.

- 7) Aparece en pantalla las tarifas del servicio industrial, para que puedan ser leídas, y luego escoger la tarifa para cada caso.
- 8) El programa pide que se digite el número de la tarifa elegida.
- 9) Aparece en pantalla un menú:

#### MENU

Calcular el costo de la facturación	1
Tabla COSTO-KWH-Servicio industrial I-2	2
Tabla COSTO-KWHV-Servicio industrial I-3	3
Fin de sesión	4

Escoger 1-4

En el punto 1 el programa, realiza un cálculo en detalle de la facturación.

En el punto 2 y 3, el programa presentará tablas con los costos por facturación, para un



cálculo rápido, no se consideran: factor de potencia, impuestos, alumbrado público y factor de corrección.

En cuanto al punto 1 del menú el programa hará un cálculo detallado de la tarifa elegida, a continuación explicaremos paso a paso la secuencia del punto 1 del menú:

- a) Se digita el número 1.
- b) Se digita la máxima demanda registrada en el medidor durante el mes.
- c) Se digita la demanda contratada.
- d) Se digita los KW instalados.
- e) Se digita los KWHM registrado durante el mes.
- f) Se digita el Factor de Potencia mínimo permitido.
- g) Se digita el Factor de Potencia promedio mensual de la industria.

Como se puede observar al digitar los datos anteriores se abarca todas las clases de industrias, por lo que se debe de digitar

solamente los datos de cada caso, y los datos que no corresponden a la industria que se esta tratando se digitará cero.

Se considera MAXIMA DEMANDA FACTURABLE en el programa, la máxima demanda registrada en los últimos doce meses incluido el de facturación, cuando este dato no esta registrado en el medidor, y no se lo digita, el programa lo sustituirá por la demanda contratada, cuando no se digita la demanda contratada esta será sustituida por un cálculo hecho por el programa sobre los kilovatios (KW) instalados. En el caso de que se digiten los KW de máxima demanda en los últimos 12 meses, los KW de demanda contratada, y los KW instalados, el programa tomará el mayor valor de los dos primeros.

- h) Aparece en la pantalla el valor de la planilla.
- i) Aparece en la pantalla el menú siguiente:

#### MENU

Consultar nuevamente la tarifa seleccionada 1

Consultar otra E.E.	2
Fin de sección	3

El punto 1, y el punto 2, repiten la secuencia antes explicada, pero manteniendo los datos.



## CAPITULO II

### CONTROL DE LA MAXIMA DEMANDA

#### 2.1. Estudio económico de la máxima demanda en el costo de la energía eléctrica.

Antes de hacer un análisis en la industria, haremos una explicación superficial sobre la incidencia de la máxima demanda en el costo de la generación de la energía eléctrica de:

A-1) En empresas suministradoras (general).

Los gastos de una empresa suministradora de energía eléctrica se los puede clasificar en: Gastos fijos, dependientes de la carga instalada; sin que se produzca energía, existe un capital invertido en centrales productoras y líneas de transporte y de distribución, que es necesario amortizar y que requieren gastos de mantenimiento, de personal, y generales. Estos gastos de instalación son mayores mientras mayores sea la potencia instalada, aunque

varian sensiblemente según se trate de centrales hidráulicas, térmicas, o nucleares.

Gastos variables, dependientes de la energía producida. Cuando se produce energía, surgen nuevos gastos. Por ejemplo: en una central térmica para producir energía se requiere quemar combustible, en el caso de una central nuclear se debe consumir uranio, etc.

Además hay que añadir gastos de mantenimiento y gastos de reparación. Todos estos gastos obviamente son proporcionales a la energía producida.

Gastos variables, dependientes del número de abonados, lógicamente mientras mayor sea el número de abonados mayor será el gasto de la empresa.

Resumiendo, los gastos totales de una empresa eléctrica pueden dividirse en:

#### 1.-) GASTOS FIJOS (G<sub>1</sub>)

Se puede expresar por:  $G = A \times P$

A = Gastos en sucres por <sup>1</sup>KW instalado

P = Potencia instalada.

2.-) GASTOS VARIABLES, en función de la energía producida (G2).

Se puede expresar por:  $G = B \times E$

$B =$  Gastos en sucres por KWH producido

$E =$  Energía producida.

3.-) GASTOS VARIABLES, en función del número de abonados (G3).

Se puede expresar por:  $G = C \times N$

$C =$  Gastos en sucres por cada abonado.

$N =$  Número de abonados.

Por lo que se puede resumir los gastos en:

$$G = (A \times P) + (B \times E) + (C \times N) \quad (2.1)$$

No toda la energía producida es igual a la energía vendida, ya que existen pérdidas. Si llamamos:

$K =$  Energía vendida en KWH

Se debe tener en cuenta que el gasto por KWH vendido será siempre superior al gasto por KWH producido, esto es:

$$K > B.$$

La aplicación de la fórmula (2.1), no es tan sencilla como parece. En efecto, los gastos

fijos, los cuales dependen de la potencia instalada, son siempre mayores que los gastos variables, ya que los capitales invertidos por las empresas suministradoras en las centrales de producción, transporte, y distribución, resultan muy elevados, mientras que los gastos de producción por KWH vendido son muy reducidos en las centrales hidroeléctricas y relativamente pequeños en las centrales térmicas.

Además, existe otro factor que debe considerarse para efectos de la elaboración de tarifas de energía eléctrica y es el de la Utilización Anual. La utilización es el número de horas anuales que debería trabajar la instalación productora a plena carga, trabajando cargas variables la utilización disminuye de un 100% a porcentajes menores, así por ejemplo una central de 4000 KW que funciona a plena carga durante las 24 horas durante todo el año, producirá:

$$(4000 \text{ KW}) \times (365 \text{ días}) \times (24 \text{ horas}) = 35,040,000 \text{ KWH}$$

pero este caso ideal nunca sucede, supongamos que la central ha producido solamente 12,000,000 de KWH al año, por lo que sería igual que si

funciona a plena carga durante:

$$(12,000,000 \text{ KWH}) / 4000 \text{ KW} = 3000 \text{ horas}$$

por lo que su utilización anual es de 3000 horas.

Es evidente por lo tanto que la utilización anual debe de ser lo mas elevada posible para obtener el mayor rendimiento de la capacidad instalada.

La energia debe venderse en el momento que el cliente la requiera por lo que la demanda presenta grandes fluctuaciones.

Un razonamiento similar puede aplicarse desde el punto de vista del usuario. Supongamos que una industria tiene contratados 260 KW. de potencia, entonces la empresa suministradora de energia eléctrica, deberá reservar los 260 KW correspondiente a ese cliente, asi no lo este utilizando. Por lo que la empresa suministradora ha tenido que efectuar una determinada inversión en instalaciones para garantizar esa potencia contratada. Si el cliente funcionara a plena carga durante todo el año consumiría:

$$(260 \text{ KW}) \times (365 \text{ dias}) \times (24 \text{ horas}) = 2,277,600 \text{ KWH.}$$

Pero si el abonado solamente tuviera 2000 horas



de utilización, entonces consumiría:

$$(2000 \text{ horas}) \times (260 \text{ KW}) = 520,000 \text{ KWH.}$$

cantidad que es mucho menor a la anterior, pero que necesita las mismas instalaciones, por lo tanto, la inversión realizada por la empresa suministradora no resulta beneficiosa.

Por lo explicado anteriormente se puede apreciar que la demanda máxima es un factor determinante en el costo de la energía eléctrica. De este punto se origina el hecho que las empresas eléctricas cobren además del consumo, por la máxima demanda.

#### A.2) En empresas eléctricas en el Ecuador.

Lo indicado en A.1) de este capítulo es para el caso general, en el Ecuador, por la acertada decisión de concebir y desarrollar un programa de electrificación a nivel nacional, y la mayor parte a base de energía hidroeléctrica. En la actualidad INECEL cubre un 82% del consumo nacional, el costo por máxima demanda es alto, comparado, con las empresas eléctricas regionales que generan su propia energía. Esto fue explicado en A.1), y se debe a que la inversión en gastos fijos en plantas hidroeléctricas es muy

alto, en cambio los gastos variables por KWH producido son bajos, por lo que el costo del KWH es barato.

En el año de 1985 en que se inició este informe existían diversos pliegos tarifarios, los mismos que lógicamente terminaron unificándose.

#### A.3) En la industria.

Haremos un análisis gráfico de la incidencia de la máxima demanda, en el valor de la planilla por consumo de energía eléctrica, para las tarifas I2 e I3 del servicio industrial. Como este informe se desarrolló en el año 1985-86, las curvas estaban con cargos de esa época, pero como los pliegos tarifarios no han variado hasta el momento las conclusiones se mantienen, lo que podemos observar en las curvas # 2-18 para la tarifa I2, y # 2-19 para la tarifa I3 con los cargos de Junio -1988 :

Tarifa I2 \$ 212 Por KW de máxima demanda.  
\$ 8.8 Por KWH de consumo.

Tarifa I3 con los cargos:  
\$ 555 Por máxima demanda.

₡ 8.8 Primeros 200 KWH/KW

₡ 7.98 Segundo 200 KWH/KW

₡ 6.38 Exceso KWH.

Tomaremos como ejemplo a la Empresa Eléctrica Quito.

Empresa eléctrica: E.E. Quito año 1986.

Tarifa I2, los cargos son:

₡97 por KW máxima demanda

₡3.72 por KWH de consumo.

Tarifa I3, los cargos son:

₡239 por KW de máxima

₡3.73 por los primeros 200 KWH/KW

₡3.43 por los siguientes 200 KWH/KW

₡2.74 por el exceso en KWH.



## 2.2. Curvas representativas de las tarifas industriales.

Figura 2-1) :

Tarifa I2.

OBJETO: Graficar la variación de costos de la planilla manteniendo constante el consumo.

CONDICIONES: No se consideran impuestos, ni factor de potencia.

COMENTARIOS: En la tarifa I2 se puede observar que al mantener fijo el consumo y aumentar la máxima demanda, el aumento de la tarifa está representado por una curva con una pendiente fija, y que el costo por máxima demanda no es caro, como ejemplo en la curva de 80000 KWHM, al duplicar la máxima demanda de 400KW a 800KW el incremento de la planilla solo es de un 14.4% aproximadamente.

FIGURA 2-2 :

TARIFA I2.

OBJETO: Graficar la variación del costo de la planilla manteniendo constante la máxima demanda.

CONDICIONES: No se consideran impuestos ni factor de potencia.

COMENTARIOS: En la tarifa I2 se puede observar que al mantener fija la máxima demanda y aumentar el consumo el comportamiento de la curva es similar al de la figura # 2-1, pero con una mayor pendiente, lo que significa, que el aumento en la planilla es mayor

por consumo que por máxima demanda.

En la curva se puede apreciar, que al duplicar el consumo, manteniendo fija la máxima demanda, el valor de la planilla aumenta en un 85.6% aproximadamente.

### FIGURA 2-31

#### TARIFA 12.

OBJETO: Graficar la variación del costo del KWH.

CONDICIONES: No se consideran impuestos, ni factor de potencia.

COMENTARIOS: En esta curva se observa lo siguiente:

- a) Un valor constante de \$3.8643 (tres sucres con ochenta y seis centavos), por cada KWH.
- b) Se varía desde 0 (cero) hasta 2000 (dos mil) KW la demanda máxima.
- c) El consumo varía entre 7392 KWHM y 1344000 KWHM y el valor de la tarifa varía entre \$28565 (veinte y ocho mil quinientos sesenta y cinco sucres por mes), a 5,193,680 (cinco millones ciento noventa y tres mil seiscientos ochenta sucres por mes).

- d) En cada punto de la curva se ha considerado la máxima demanda y un número de horas de trabajo de 672 (seisciento setenta y dos horas).
- e) La manera de obtener los puntos de la curva es:  
La fórmula para el cálculo de la planilla (ver tabla II-I) es:

$$(C_1 \times KW) + (C_2 \times KWH\text{-mes})$$

$C_1 = \$97$

1

$C_2 = \$3.72$

2

KW = Kilovatios de máxima demanda.

KWH-mes = Consumo de kilovatios horas al mes



BIBLIOTECA

Se han considerado 672 horas.

CONCLUSIONES :El kilovatio hora mas económico se lo obtiene trabajando el máximo número de horas al mes que son de 672 horas, utilizando la máxima demanda constantemente, esta situación es ideal, pero de este concepto se debe de partir.

Es de fundamental importancia el hecho de que la obtención del Kilovatio más económico esta en función del número de horas, y de la utilización de la máxima demanda, y no de la capacidad de la planta.

Así, una planta industrial de 1500 KW, y una planta de 100 kW pagan un valor de \$3.86 por KWH, como puede suceder que la planta de 1500 KW pague un valor más alto que la planta pequeña.

Así para cualquier máxima demanda si el consumo se reduce en un 50%, el costo del KWH será de \$4.0086, como se puede observar en la figura # 2-3.

#### FIGURA 2-4:

#### TARIFA 13.

OBJETO: Graficar la variación del costo del KWH.

CONDICIONES: No se consideran impuestos, factor de potencia, factor de corrección 0.8.

COMENTARIOS: En esta curva se observa lo siguiente:

- a) Un valor constante de \$3.52 por KWH.
- b) Se varía desde 2500 KW hasta 7000 KW de demanda máxima.
- c) El consumo varía desde 1680 Megavatios-Hora-Mes hasta 4704 Megavatios-Hora-Mes.
- d) En cada punto de la curva se ha considerado la

máxima demanda y el máximo número de horas al mes, que son de 672.

- e) La manera de obtener los puntos de la curva es la siguiente:

La fórmula para el cálculo de la planilla (ver tabla II-II) es:

$$(C_1 \times KW) \times F_c + (C_2 \times 200 \text{ KWH/KW}) + (C_3 \times 200 \text{ KWH/KW}) + (C_4 \times \text{KWH})$$

$C_1 = \$239$  por cada KW de demanda máxima.

$C_2 = \$3.73$  por los primeros 200 KWH por cada KW de demanda facturable.

$C_3 = \$3.43$  por los siguientes 200 KWH por cada KW de demanda facturable.

$C_4 = \$2.74$  por el exeso de KWH.

$F_c = 0.8$

CONCLUSIONES: Similares a las de la FIGURA# 2-3, así se puede observar en la figura #2-4A, que con 224 horas/mes, el costo del KWHM, es de \$4.55.

FIGURA 2-5 :



TARIFA I2.

OBJETO: Graficar la variación del costo del KWH, manteniendo fijo el consumo mensual y variando la máxima demanda.

CONDICIONES: No se consideran impuestos, factor de potencia.

COMENTARIOS: Curvas ilustrativas.

FIGURAS #2-5 y # 2-6

TARIFA I2 (E # 2-5)

TARIFA I3 (E # 2-6)



OBJETO: Graficar la variación del costo del KWH.

CONDICIONES: No se consideran impuestos, factor de potencia para la tarifa I3 el factor de corrección es .8

COMENTARIOS: Las curvas de la figura # 2-5, son similares a las de la fig. #2-3, con la diferencia de que el número de horas de trabajo disminuye, por lo que el valor del KWH aumenta.

Podemos observar en las curvas de la figura #2-5 que el costo del KWH tiene una variación que va desde

\$3.86 hasta \$4.46 y en las curvas de la figura # 2-6 el valor del KWH varía desde \$3.54 hasta \$5.20.

Los datos de las curvas de las figuras #2-5 y #2-6 son proporcionados en la tabla II-III.

CONCLUSIONES: Notamos en las figuras , y en los datos que a medida que se disminuyen las horas de trabajo se encarece el costo del KWH , por lo que es importante tener claro esta situación para un control en el costo de la planilla en una industria , por concepto de consumo de energía eléctrica.

#### FIGURAS #2-7 AL #2-11

#### TARIFAS: I2-I3

OBJETO: Graficar la variación del costo que se paga en la planilla por concepto de la utilización de la máxima demanda.

CONDICIONES: No se consideran impuestos, factor de potencia además la obtención de estas curvas se las realizó considerando 160 horas de trabajo al mes , esto es 8 horas al día, 5 días a la semana, 4 semanas al mes . En la curva #2-7 observamos que el consumo varía desde 3200 KWH hasta 32000 KWH-mes, siendo

32000 KWH-mes el máximo consumo para nuestro caso, por lo que se considera que no paga por consumo de máxima demanda, esto significa que ha utilizado los 200 KW en forma constante durante las 160 horas por mes, pero ha medida que se disminuye el consumo hasta los 3200 KWH-mes, y se continua trabajando las 160 horas por mes, (además que se registra instantaneamente una demanda de 200 KW), se produce un pago adicional por máxima demanda.

Los datos de la curva #2-7 son los siguientes: (ver tabla II-IV y tabla II-V.

En los datos del 1 al 10 de la tabla anterior, se supone que en cada caso se utiliza el 100% de la máxima demanda, por ejemplo en el dato #4 la máxima demanda es 80 KW, el consumo es de 12800 KWH-Mes y el valor de la planilla es \$55376, si comparamos con el dato #4 de la tabla II-IV para un mismo consumo de 12800 KWH-Mes, el costo de la planilla es de \$ 67016, produciéndose una diferencia de \$11640, lo que significa que si se puede evitar por algún medio que se produzcan los 200 KW de máxima demanda se evitará pagar un costo adicional de \$11640.

En las Figs. # 2-8 hasta la # 2-12 inclusive, para la tarifa I-2, se grafica lo mismo que en la Fig. # 2-7, pero en forma anual.

En las Fig. # 2-13 hasta la # 2-17, para la tarifa I3, se grafica lo mismo que en la curva #2-7 pero para diferentes número de horas.

En las figuras # 2-18 y # 2-19 se actualizan los cargos a Junio de 1988, de las curvas # 2-3 y # 2-4 respectivamente, en la figura 2-18, el valor mas económico es \$9.1154, observando que del año 1986 al año 1988 el valor ha variado en un 240% y en la figura # 2-19 el KWH mas económico es \$8.237142, que con respecto al año de 1986 que era de \$3.52, a aumentado en un 235% aproximadamente.

#### Secuencia de arranque de motores y equipos eléctricos.

La secuencia de arranque de los equipos eléctricos debe de ser programada con el objeto de evitar, cuando el sistema de producción de la industria lo permita, la coincidencia de arranque de los motores y equipos, con el objeto de mantener lo más bajo posible la máxima demanda en KW.

Las recomendaciones anteriores evitan también las

fluctuaciones de voltaje , a las que hay que agregar que cuando existen equipos de capacidad proporcionalmente considerables, se deberá poner en funcionamiento primeros estos equipos , para evitar que los demás motores pequeños y equipos en general , no sufran el efecto de fluctuaciones.

### 2.3. Costos de generadores para instalaciones Industriales y control de la máxima demanda.

Por los siguientes factores : a) la situación económica mundial y en particular, la de los países en desarrollo, que como el Ecuador, presenta una inflación realmente no predecible , y b) Por lo explicado en el capítulo # 1 respecto al aspecto político y social para la determinación del precio de la energía eléctrica , no es posible hacer un estudio definitivo respecto a conocer si es o no rentable instalar un generador para el control de la máxima demanda.

A continuación haremos una tabla para determinar el costo aproximado del KW para generadores pequeños hasta 1400 KW en servicio continuo, y 1650 KW , en emergencia, (ver tabla II-VI).

Los costos indicados en la tabla # II-VI estan en dólares en el puerto de embarque , esto es sin costo por: flete , seguro, desaduanización , comiciones del distribuidor, y se lo hace en esta moneda con el objeto de que esta tabla sea mas duradera , asi estos valores son llamados FOB y no estaran afectados por medidas económicas nacionales.

A continuación con los datos de la tabla II-VI y con los datos de la figura 2-11A haremos un ejemplo:

EJEMPLO 2-1 AÑO 1986

Máxima demanda utilizada en la industria = 800 KW.

Consumo mensual = 76800 KWH.

160 Horas/mes

Demanda continua 480 KW

Tarifa I2

Costo mensual de la planilla con 800 KW de máxima demanda y 480 KW de demanda continua = \$363,293 (figura 2-11A).

Costo sin pagar por máxima demanda de 800 KW y considerando 480 KW como máxima demanda y consumo de 76800 KWH mensual , por \$4.32625 de la tabla II-III o calculándola el valor es de = \$332,256.

Costo por máxima demanda mensual = \$31,040

Costo por máxima demanda anual \$ 372,480

En la figura #2-11 se observa el valor por máxima demanda anual , por el consumo de 480KW en forma continua , 160 horas al mes , por 12 meses , pero por descuido o por ser necesario durante un lapso muy corto de tiempo (15 a 30 minutos) se consumió 800KW.

En la figura # 2-11A se puede observar el valor de las planillas mensuales con 800KW de máxima demanda y 480KW de máxima demanda continua.

En caso de que se necesite controlar la máxima demanda con un generador , sería de aproximadamente de 320 KW.

De la tabla #2-6 escojemos un generador de 400 KW para trabajo continuo , con el objeto de suministrar con el generador , la máxima demanda.

Costo por KW Instalado US \$ 219

Costo fijo = 400 KW x US\$ 219/KW = US\$ 87600

Costo fijo en sucres =US\$ 87600 x 135 SUCRES por dólar oficial.

Costo fijo en sucres = \$ 11,826,000.00.

Del resultado del costo fijo en sucres podemos observar que la amortización del equipo solo por

demanda máxima es de 31 años , lo que definitivamente no justifica la inversión .

En cuanto a gastos variables tenemos :

Consumo de combustible diesel = 39.6 gp/h

Costo de galón diesel = \$40

Gastos variables = 39.6 gph x \$40/g

Gastos variables = \$ 1584 por hora

Costo del KW/H solo por combustible = \$ 1584 /400 KW

= \$ 3.96 sucres .

El valor de \$ 3.96 por cada KW generado en una hora , es mayor que el cobrado por la Empresa Eléctrica, por lo que tampoco se justificaría .

#### 2.4. Ejemplo 2-2 (año 1988)

En la amortización de generadores, los valores actuales en precio FOB son los mismos, pero haciendo una actualización para las planillas, con los valores actuales de los cargos y del dólar oficial tenemos:

Costo Fijo = US\$ 87,600.00

Costo Fijo de Sucres = US\$87600 X 463.63 sucres por dólar = \$40,613,988.00 sucres.

Cargos : por máxima demanda = 212 sucres

por KWH = \$ 8.8



Planilla con solo 480 KW de máxima demanda:

$(\$212 \times 480 \text{ KWH}) + (\$8.8 \times 76800 \text{ kwh}) = \$ 777,600$   
 sucres mensuales.

Planilla con 800 KW de máxima demanda:

$(\$212 \times 800) + (\$8.8 \times 76,800 \text{ KWH}) = \$845,440$   
 sucres mensuales.

Pago mensual por máxima demanda:

$\$ 845,440 - 777,600 = \$ 67,840$  sucres

Pago anual =  $67840 \times 12 = \$814,080$  sucres

No es necesario continuar pues sin considerar, combustible, costos de desaduanización, ningún arancel, costos financieros, la amortización es de 49 años, o poniendo el dinero en el Banco al interés comercial tenemos un rendimiento de : \$14,000,000 al año.



BIBLIOTECA

### CAPITULO III

#### CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA EN LA INDUSTRIA

##### 3.1. Factor de potencia de diferentes equipos

Los equipos y maquinarias, que necesitan de la energía eléctrica, para funcionar, pueden ser: inductivos, capacitivos, resistivos, y sus combinaciones.

La corriente eléctrica, que consumen estos equipos y maquinarias puede estar compuesta por : corriente activa y corriente reactiva , la activa es la corriente que produce el trabajo propiamente dicho, y la reactiva que es la corriente magnetizante.

La corriente magnetizante , que es la que produce la potencia reactiva ( Kilo voltios amperios reactivo, KVAR ), no realiza trabajo , solo sirve para que los equipos puedan funcionar , así esta corriente es la que produce el flujo de energía a través del entrehierro de un motor , o en el

núcleo de un transformador. El factor de potencia puede ser expresado como la razón de la potencia activa a la potencia total o aparente.

$$F_p = KW/KVA \quad (3.1)$$

El coseno del ángulo entre los KVA y KW es llamado el factor de potencia y lo designaremos por el símbolo  $\theta$ , ver figura # 3.1(a).

$$Tg \theta = KVAR/KW \quad (3.2)$$

$$Cos \theta = KW/KVA \quad (3.3)$$

$$Sen \theta = KVAR/KVA \quad (3.4)$$

Entre equipos que tienen una influencia directa en la variación del factor de potencia en una industria tenemos : los motores eléctricos de inducción , los motores sincrónicos , equipos de arco eléctrico , equipos de iluminación , rectificadores , hornos eléctricos etc.

Existen equipos eléctricos que poseen por diseño un alto factor de potencia , siempre que se los emplee de la manera correcta , tal es el caso de los motores eléctricos y subestaciones . El factor de potencia de un motor eléctrico de inducción varía , por lo que para comprender este comportamiento observemos la

curva , en la figura 3.2.

Se puede notar claramente que el factor de potencia en los motores eléctricos es bajo cuando el motor trabaja a baja carga y mejora apreciablemente a medida que la carga aumenta hasta llegar al máximo cuando esta a plena carga , esto se debe a que los KVAR absorbidos por el motor practicamente no varían , en otras palabras ,tanto a plena carga como en vacío los KVAR son los mismos , esto es , los KVAR consumidos por el motor son independientes de la carga y sirven exclusivamente para que el motor funcione . Por lo explicado no es recomendable instalar motores sobredimensionados ,cuando el factor de potencia es un punto importante de controlar en una industria.

### 3.2. CONTROL DEL FACTOR DE POTENCIA.

Al reducir los KVAR en un circuito , la corriente total es reducida , los KW no cambian y si los KVAR se reducen a cero toda la corriente será activa y solo producirá KW , y el factor de potencia será 1.

Para regular el factor de potencia en la industria se usa comunmente los bancos de capacitores , sistema que es el más económico , el objeto principal de la



BIBLIOTECA

corrección es evitar la penalización en la factura mensual de la empresa eléctrica que suministra la energía .

Las fórmulas mas útiles para determinar la potencia necesaria de los capacitores a instalar para mejorar el factor de potencia a un valor determinado son las siguientes :

$$KVAR = KW \times Tg\theta \tag{3.5}$$

$$KVAR (a Fp_1) = KW \times Tg\theta_1 \tag{3.6}$$

$$KVAR (a Fp_2) = KW \times Tg\theta_2 \tag{3.7}$$

Fp<sub>1</sub> = Factor de potencia original

Fp<sub>2</sub> = Factor de potencia corregido

θ<sub>1</sub> = Angulo del Fp<sub>1</sub>

θ<sub>2</sub> = Angulo del Fp<sub>2</sub>

De las fórmulas (3.6) y (3.7) tenemos :

$$CKVAR = KW \times (Tg\theta_1 - Tg\theta_2) \tag{3.8}$$

CKVAR = Son los KVAR necesarios de suministrar a la carga para corregir el factor de potencia de Fp<sub>1</sub> a Fp<sub>2</sub> .

Con la fórmula (3.8) se puede elaborar la tabla (3.1) esta tabla nos ofrece un factor

multiplicador para los KW , para obtener los CKVAR necesarios para corregir el factor de potencia.

### 3.3. Corrección del Factor de Potencia con Banco de Capacitores

Existen 2 métodos para la corrección del factor de potencia:

- a) Mediante el uso de capacitores
- b) Mediante el uso de motores sincrónicos

Nos ocuparemos del primer método , observando las figuras 3.1(b).

De la figura 3.1(b) :

$$CKVAR = KW \times (Tg\theta_1 - Tg\theta_2) \quad (3.8)$$

### 3.4. Programa de Computación para el cálculo de un banco de capacitores para corregir el factor de potencia.

Para proyectos industriales en fase de diseño es relativamente fácil calcular el factor de potencia y se lo puede predeterminar , indicamos que se puede calcular el factor de potencia debido a que si todos los equipos son correctamente dimensionados , y

trabajarán de acuerdo a los parámetros para lo que fueron diseñados , podemos utilizar el factor de potencia de placa o fábrica . Lo indicado anteriormente , en nuestro medio , antes de la época petrolera rara vez ocurría , porque nuestras industrias se desarrollaban poco a poco , y en forma un poco desordenadas , con excepción , de unas pocas.

A partir de la época petrolera , como es lógico hubo un período de bonanza económica lo que permitió las instalaciones , de nuevas industrias , con criterio técnico y mejor planificadas.

En general se trata de corregir el factor de potencia cuando la industria es penalizada por la empresa suministradora de la energía eléctrica y para ello es necesario tomar mediciones y hacer los cálculos .

En casos de sistemas que estan funcionando la capacidad de los condensadores se lo puede determinar por medios de mediciones de la manera siguiente :

- a) En caso de que existan medidores de potencia activa y reactiva.

$$DKVAR = \frac{(KVAR - KW \times Tg\theta)}{2} \quad (3.9)$$

$\theta$  = Angulo del factor de potencia que se desea.  
2

El método anterior es exacto , pero no del todo real, debido a que con la fórmula anterior se optimiza el uso de la capacidad del banco de capacitores , además no obtenemos información detallada del comportamiento y variaciones de la energía.

- b) Mediciones con equipos graficadores que pueden registrar las variaciones de consumo en forma continua o con intervalos de tiempo .

Este método nos da una idea clara del comportamiento del consumo de la energía en las fábricas o industria , además es la pauta para dimensionar los pasos del banco de capacitores .

Con los datos obtenidos en los gráficos y las fórmulas anteriores se obtiene un valor de CKVAR , para evitar el cálculo manual se ha desarrollado un programa que a continuación explico :

- c) Cálculo de un banco de capacitores por medio de un programa de computación . Este método considero que es de utilidad para el ingeniero de planta , es sencillo , y rápido , se desarrolla de la manera siguiente :

- 1) Introduzca el diskette "Informe Técnico" en





- el drive A.
- II) Prenda la computadora (IBM XT - AT - PS2/30)
  - III) Aparece un menú.
  - IV) Seleccione la opción # 2.
  - V) Se archivan datos de las mediciones, en KW y KVA , y el tiempo de cada dato.
  - VI) Si se ordena al programa, este puede promediar los datos cuando se quiere tener la información en forma compacta, esto hace que los resultados no sean exactos.
  - VII) El programa ordena en forma ascendente la información.
  - VIII) El programa pide se digite un factor de potencia (factor de potencia de trabajo) , con el que se calculará los CKVAR de cada dato que esta archivado.
  - IX) El programa pide se digite un factor de potencia (factor de potencia máximo) , que será el factor de potencia tope de cada dato.

- X) El programa ordena los datos en forma ascendente, en función de los CKVAR, de cada dato.
- XI) Una vez que el programa tiene los CKVAR de cada dato comienza a corregir el factor de potencia, de cada uno de los datos, con el CKVAR del primer dato (que es el de menor capacidad), y una vez corregido todos los datos con el primer CKVAR, calcula un factor de potencia promedio, que sale en pantalla o impreso.

### 3.5. Ejemplo de aplicación.

En este ejemplo los datos son :

DATO	KW	KVA	FRECUENCIA	FACTOR POT.	HORAS
1	200	400	32	.5	8
2	300	350	160	.857	40
3	400	600	360	.666	90
4	500	506	40	.988	10
5	600	980	80	.61	20

La frecuencia son intervalos de 15 minutos, esto significa que una frecuencia de 4, es una hora.

De los datos anteriores :

Total KWH = 66,600  
Total KVAH = 95,860  
Total KVARH = 68,946.208  
Factor de Potencia = .6947  
Corrección del FP a = .9  
Total horas = 168

Aplicando la fórmula (3.9) :

$$CKVAR = 218.3998$$

El resultado de aplicar la fórmula , lo compararemos, con el resultado el programa. A continuación seguiremos paso a paso la ejecución :

I) Se corre el programa menú en basic , el programa pide se digite :

Digite número de datos-->

Digite diferencia-->

Digite KW-->

Digite KVA-->

Digite factor de multiplicación-->

El programa pedirá , que se digite , el número de datos indicado. La diferencia que se pide se digite, es para realizar promedios en el caso que se considere necesario, así 10 KW y 20 KW se promedian en caso que la diferencia digitada sea de 10 o mayor cuando no se quieren promedios

se digita un valor menor a la diferencia entre los datos.

El factor de multiplicación se lo utiliza cuando los datos estan afectados por una constante y es necesarios multiplicarlos por un factor, si no, el factor será 1.

A continuación los datos quedan archivados.

- II) Cuando se escoge del menú la opción #2 y luego se selecciona cualquier empresa que este grabada, el programa pide se digite:

Factor de potencia máximo --> .99999

Factor de potencia de trabajo --> .7335

Para este ejemplo digitamos .99999 y .7335, luego indicaremos el porque de estos valores.

Luego pregunta si es necesario comparar los datos del archivo con los del medidor de la E.E , esto es para los casos en que se tengan los KWH de la E.E , y se hayan hechos promedios , con esta comparación se puede ver el porcentaje de error.

El programa se ejecuta y nos da el factor de potencia promedio y el banco de condensadores . A continuación indicaremos los resultados del programa :

En la pantalla aparece:

NOMBRE DE LA INDUSTRIA -->

DATO	FREC	KW	KVA	CKVAR	HORAS
1	160	300	350	0	40
2	40	500	506	0	10
3	360	400	600	76.55	90
4	32	200	400	161.08	8
5	80	600	980	218.87	20

Observamos en los datos : Que han sido reordenados en forma ascendente , en función de los CKVAR calculados para cada dato , que cada CKVAR ha sido calculado con el factor de potencia llamado "Factor de potencia de trabajo".

El programa luego nos indica :

PARA DATO # 1

LOS KVAR NECESARIOS SEGUN F.P.DE TRABAJO ->.7335=0

PARA DATO # 2

LOS KVAR NECESARIOS SEGUN F.P DE TRABAJO ->.7335=0

PARA DATO # 3

LOS KVAR NECESARIOS SEGUN F.P. DE TRABAJO -->  
 .7335=76.55

DATO	KW CONSUMO	KVAR.	CKVAR	NUEVO F.P	HORAS
1	300	103.7188	76.55878	.94511	40
2	500	7.0723	70.61932	.9999	10
3	400	370.6548	76.55878	.7335001	90
4	200	269.85140	76.55878	.5954391	8
5	600	698.29610	76.55878	.6517054	20

FACTOR DE POT. PROMEDIO --> .7784505

A continuación explicaremos lo relacionado al factor de potencia máximo, es el máximo valor al que se corregirá cada dato y el factor de potencia de trabajo, es un factor de potencia de tanteo el cual siempre se comienza con un valor un poco mayor al factor de potencia de la industria, este factor de potencia de trabajo lo que hace es que calcula un banco de capacitores o los CKVAR para cada dato y luego comienza a corregir el factor de potencia de la industria con el menor CKVAR como lo vemos en el ejemplo, se puede fácilmente comprender como trabaja el programa, notamos al observar los resultados que los CKVAR de los



BIBLIOTECA

datos 1 y 2 son cero , debido a que estos datos tienen un factor de potencia superior a .7335, por este motivo el programa indica que es cero. Luego para el DATO # 3 , el programa corrige el factor de potencia de todos los datos con el banco de capacitores del dato 3 , y luego saca un factor de potencia promedio , que es de .7784505.

A continuación aparece en la pantalla para los datos #4 y #5 que son los siguientes :

PARA DATO # 4

LOS KVAR NECESARIOS SEGUN F.P. DE TRABAJO -->  
.7335=161.08

DATO	KW	KVAR.CONSUMO	CKVAR	NUEVO F.P	HORAS
1	300	19.19354	161.0848	.9979597	40
2	500	7.07238	70.6193	.9999000	10
3	400	286.12960	161.0840	.8133340	90
4	200	185.32610	161.0840	.7335001	8
5	600	613.77090	161.0840	.6990393	20

FACTOR DE POT. PROMEDIO --> .8552859

PARA DATO # 5

LOS KVAR NECESARIOS SEGUN F.P. DE TRABAJO -->  
 $.7335=218.87$

DATO	KW	KVAR.CONSUMO	CKVAR	NUEVO F.P	HORAS
1	300	4.243042	176.03450	.9999	40
2	500	7.072380	70.61932	.9999	10
3	400	228.340100	218.87350	.8684594	90
4	200	127.536700	218.87350	.8431571	8
5	600	555.981400	218.87350	.7335001	20

FACTOR DE POT. PROMEDIO --> .8964052

La capacidad del banco recomendable es de :  
 218.8735 CKVAR.

Factor de potencia máximo indicado = .9999

Factor de potencia de trabajo indicado = .7335

De los resultados podemos comprobar , que el factor de potencia promedio , utilizando un banco de capacitores de 218 CKVAR , no alcanza a corregir el factor de potencia a .9 como lo indica el resultado de aplicar la fórmula (3.9) , además hay que considerar que los equipos electrónicos de control responden a una señal de corriente mínima por lo que se hace menos eficiente el uso de los



capacitores .

El programa tiene un pequeño margen de error , que se produce cuando no se utiliza , en su totalidad los CKVAR , en un dato como en el ejemplo , paso # 5 , en el que se permite el consumo de 4.24 KVAR y 7.07 KVAR respectivamente.

Lo anterior se debe a que en el programa, el factor de potencia máximo es .9999. Esto simula en forma muy parecida a la situación real , que no se puede aprovechar en su totalidad a los CKVAR.

Importante: Se puede observar que los datos finales en los # 3,4 y 5 tienen un FP menor a 0.9, esto no penaliza la Empresa Eléctrica debido a que la medición es acumulativa y lo que le interesa es el factor de potencia promedio final.

A medida que se familiariza con el uso del programa es muy útil.

3.6. Disco de 5 1/4 con programas.



**BIBLIOTECA**



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

1.- INECEL, es sin duda alguna una realidad para el Ecuador, significa una gran obra en la que ejecutivos y técnicos Ecuatorianos han mostrado sus capacidades.

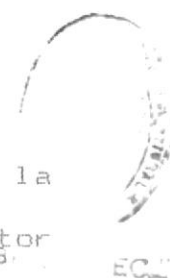
Las obras de esta magnitud necesitan de ingentes cantidades de dinero y eso fue posible a nuestro petróleo y con ello a créditos externos.

Esta riqueza petrolera produjo lógicamente una época de bonanza en ciertos campos, pero en la actualidad el precio del petróleo ha llegado aproximadamente a un 25% del valor más alto que tuvo, esto ha producido un empobrecimiento acelerado a todo nivel de las instituciones y clases sociales que dependen del ingreso de divisas por concepto del petróleo. Así INECEL está seriamente afectado económicamente y con ello las Empresas Eléctricas por: menos ingresos por parte del estado a INECEL, reducción de los créditos externos, devaluaciones monetarias y precios políticos a la energía eléctrica.

- 2.- De lo anterior si la situación continúa se concluye que el sector eléctrico tiene serios problemas económicos que repercuten en el desmejoramiento del servicio a mediano plazo.
- 3.- El valor del cargo por consumo del KWH - tarifa I2, ha variado desde el año 1977 de \$1 aproximadamente hasta 1988 que esta \$10.30 diez veces.
- 4.- De acuerdo a lo indicado el "Estudio de costos y análisis tarifario del sector eléctrico de agosto 88, realizado por la "Unidad de estudios tarifarios", cuadro # 13 editado por INECEL con las nuevas medidas el valor del costo unitario del KWH para 1989 con un dólar oficial de \$520, debería ser de \$19.52 y actualmente para 1988 es de: \$9.15, la situación no necesita comentarios.

Recomendaciones:

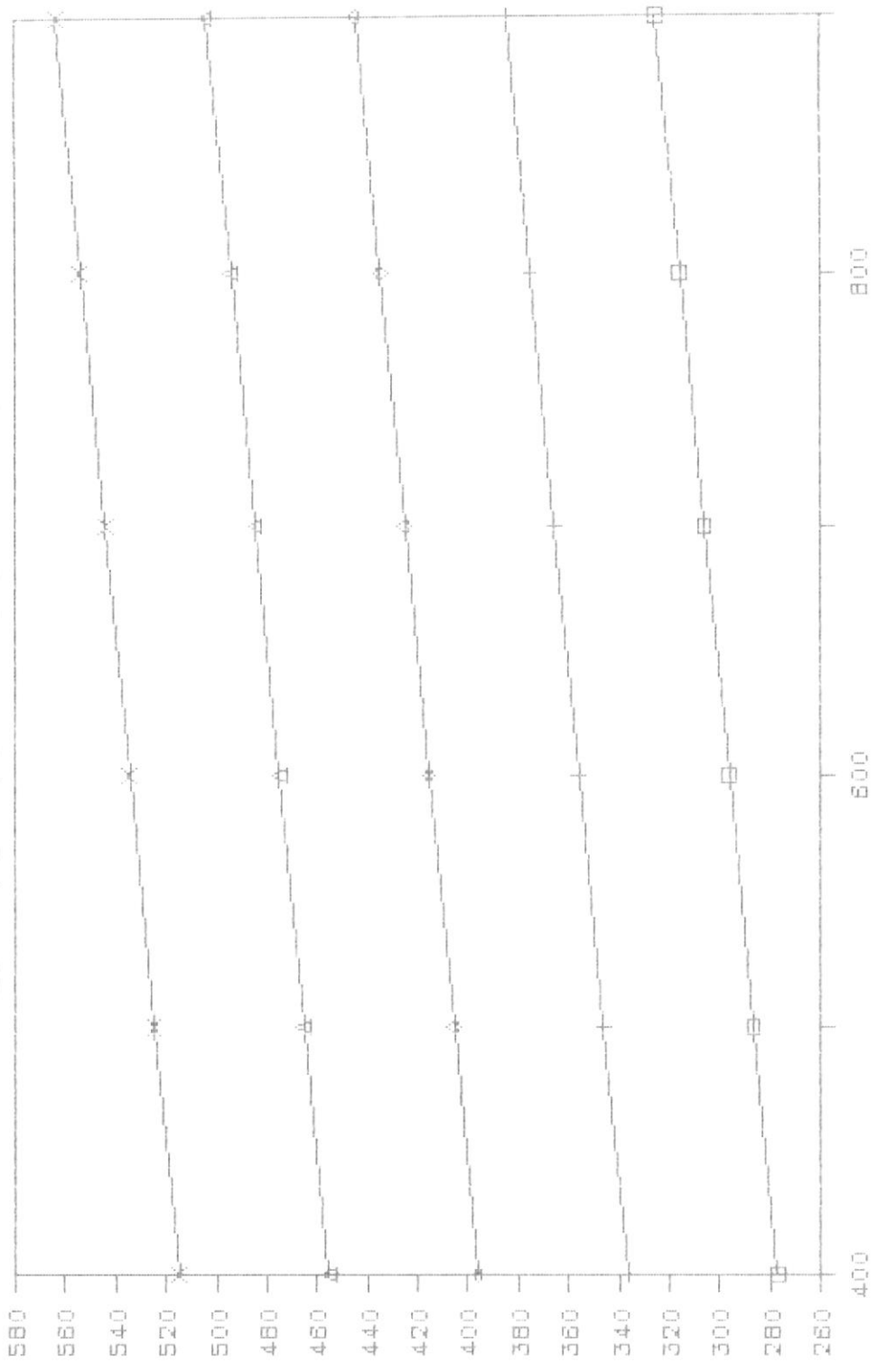
- 1.- Que el gobierno e INECEL traten de incorporar la empresa privada a la administración del sector eléctrico, para mejorar la eficiencia, ofreciendo valores reales y rentabilidad, además que se recompense de alguna manera a las empresas que sean mas eficientes.



- 2.- Que en todo estudio eléctrico industrial a realizarse se incluya los valores que dicha industria pagará por consumo de energía eléctrica por lo menos durante un año, pidiendo información a las Empresas Eléctricas.
- 3.- Que se incluya en los estudios o proyectos industriales el valor más económico que se pueda obtener del KWH, de acuerdo a la industria.
- 4.- Recordar que de acuerdo al actual pliego tarifario, el menor valor del KWH no depende de la cantidad del consumo, y que este se produce cuando se consume el máximo número de horas manteniendo la máxima demanda, en las tarifas I2 e I3.
- 5.- Tratar de mejorar el factor de potencia en la industria, haciendo previamente un estudio económico para ver si es rentable realizarlo.

# CURVAS FIG # 2-1 E.E QUITO TARIFA 12

FUO KWH, NO IMP NO PP KWMD=97 KWH=3.72



KILOWATIOS MAX. DEMANDA  
 ◇ 96000 KWHM  
 △ 112000 KWHM

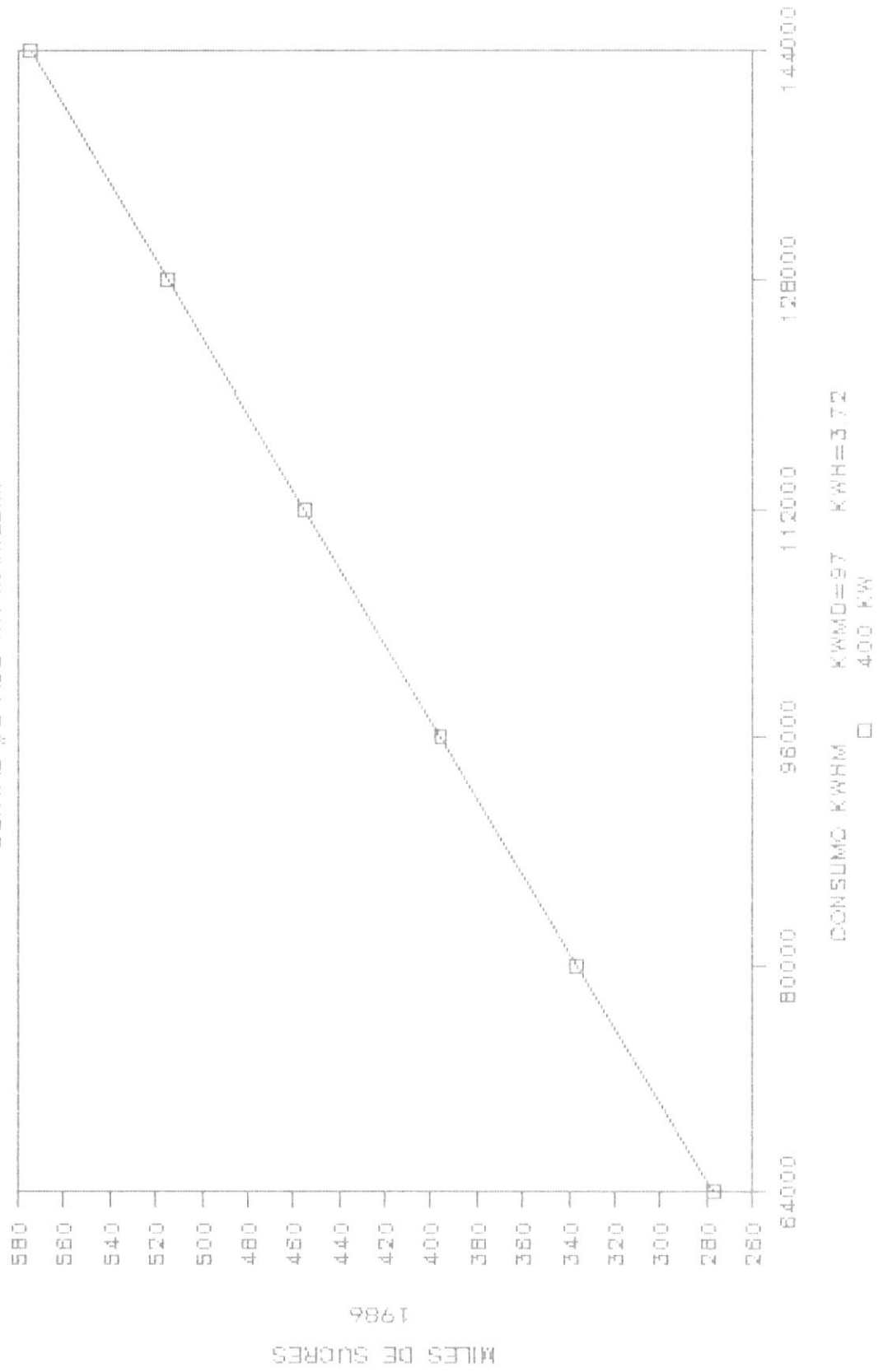
+ 80000 KWHM

00K

MILES DE SUCRES  
1986

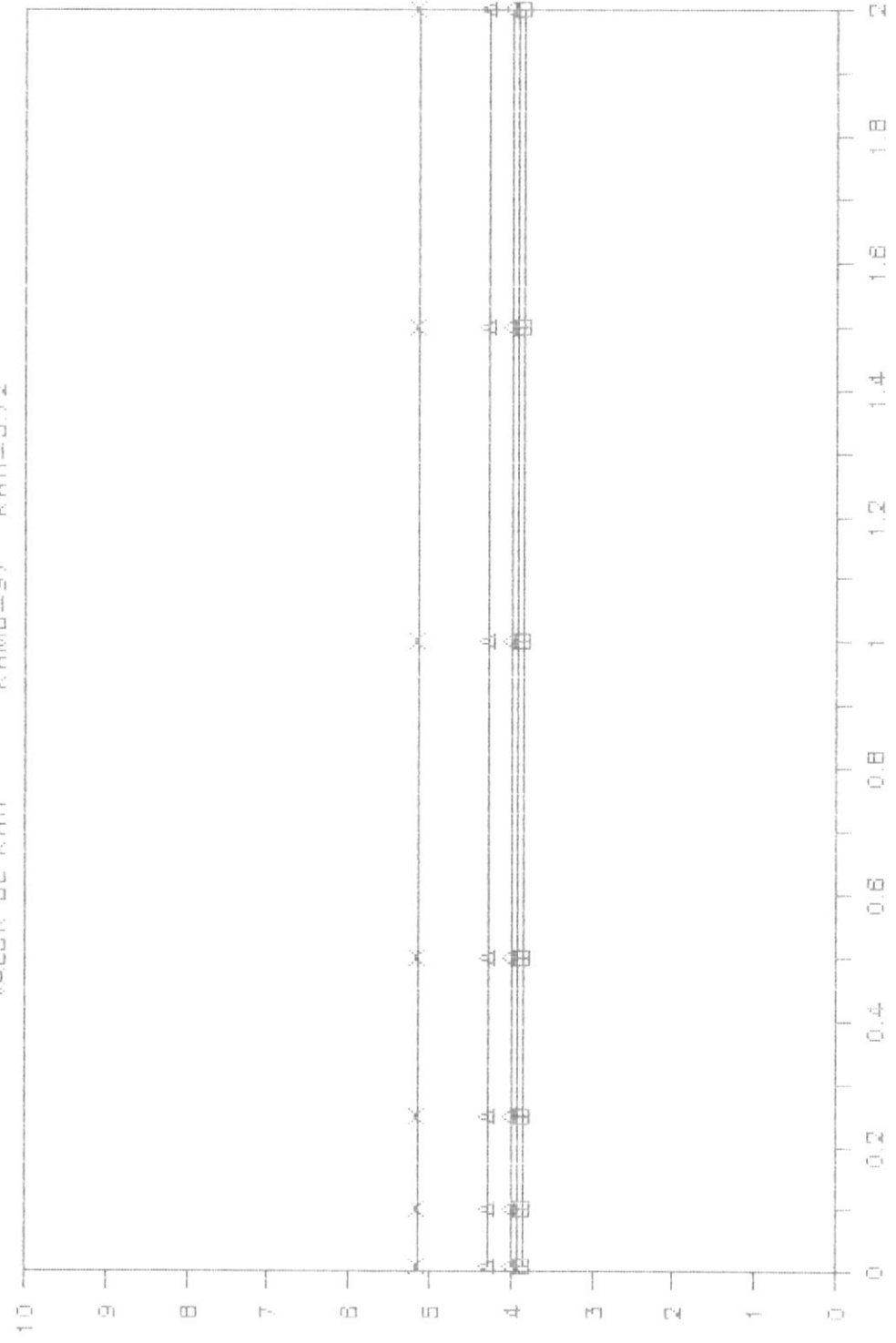
# CURVA FIG # 2-2 TARIFA 12

CURVAS #2 FIJO KW MAX. DEM.



# CURVA FIG # 2-3 E.E.QUITO TARIFA 12

VALOR DE KWH      KWH=97      KWH=372



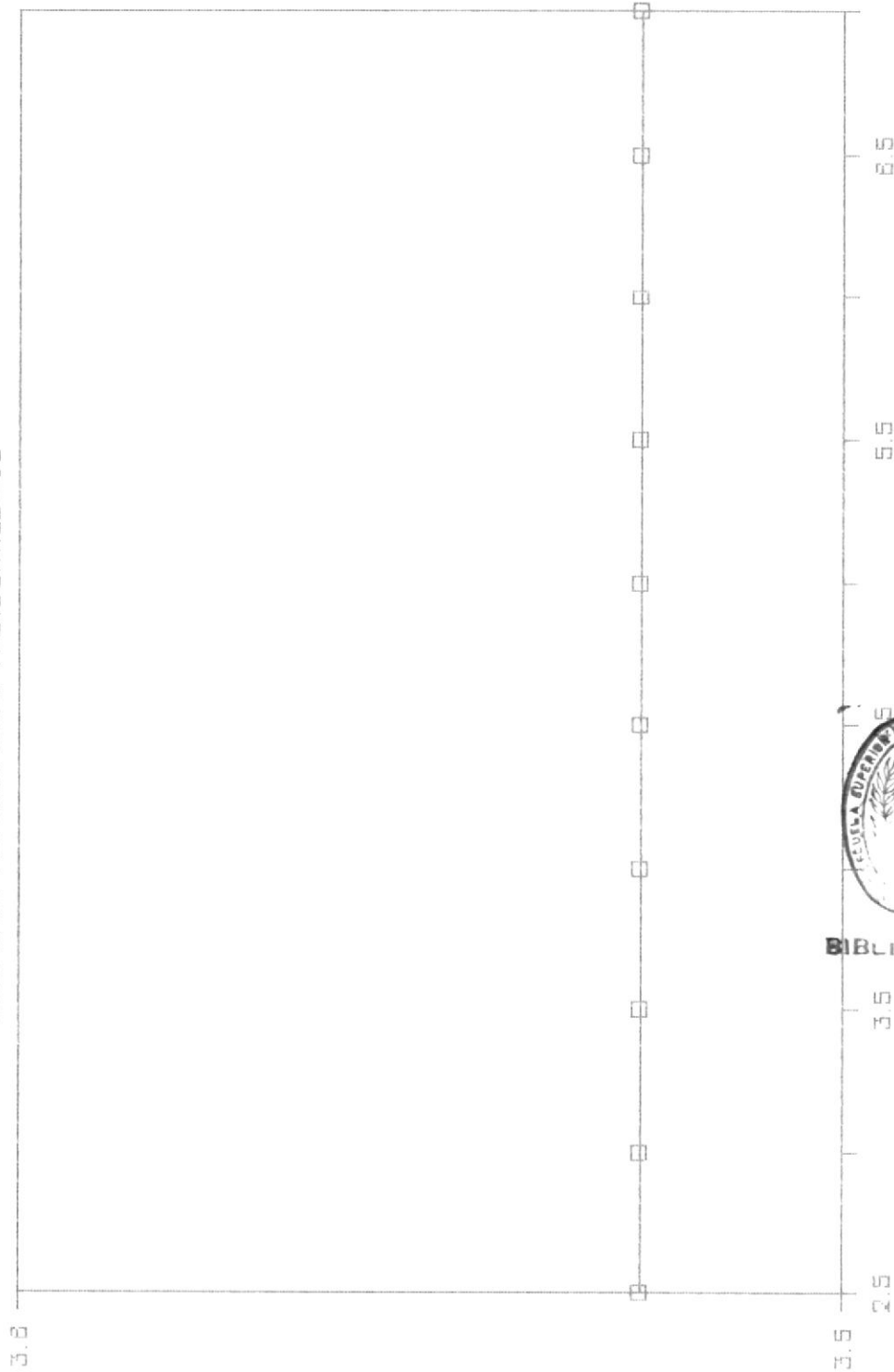
SUCRES  
1986

□ 7392 A 1344000 KWH      Δ 3696 A 672000 KWH



# CURVA FIG #2-4 E.E.QUITO TARIFA 13

COST.KWH MAX.CONSUMO FAC.CORREC=08



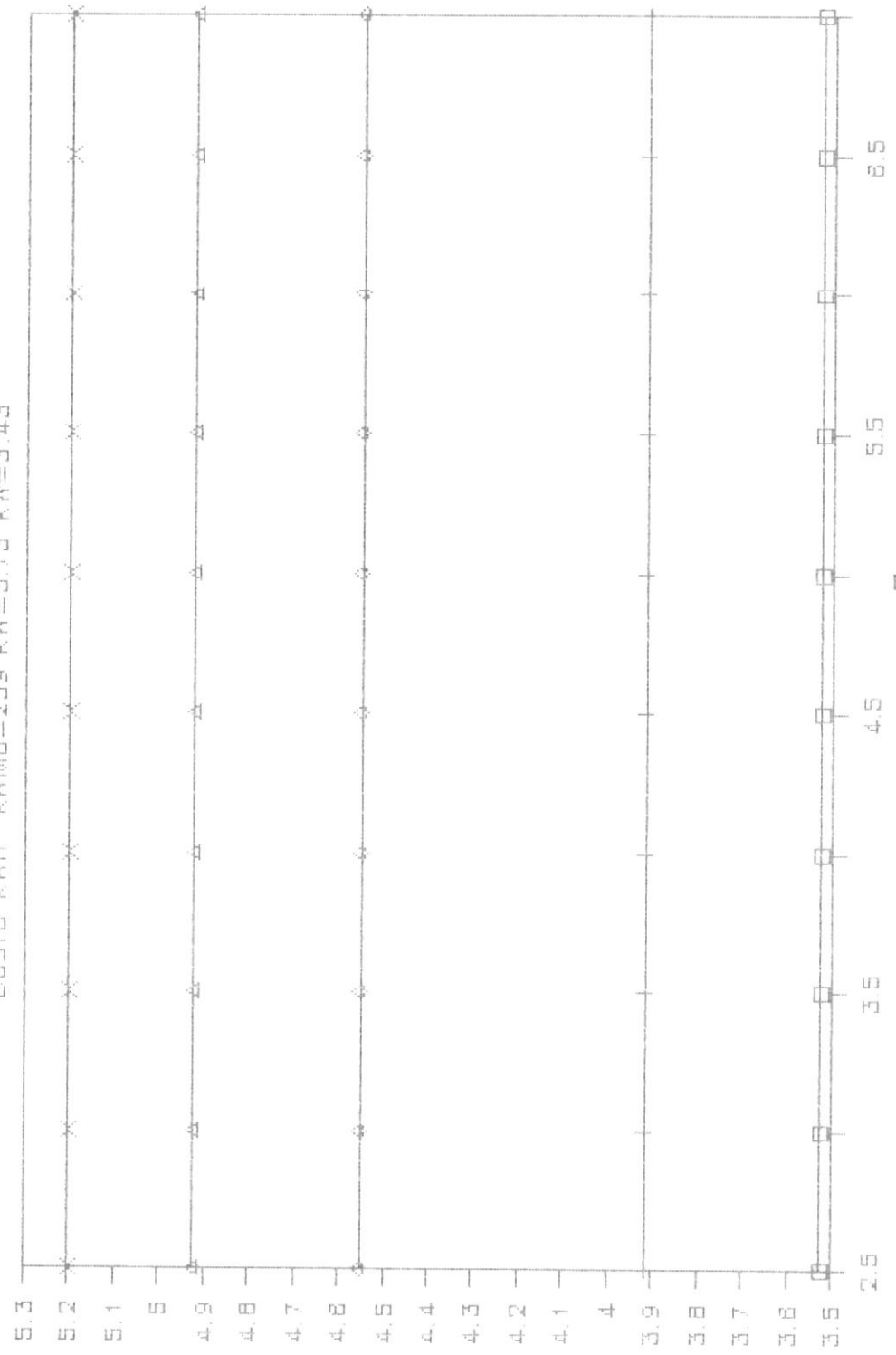
SUCRES  
1986

=339

1) 200KW = 3.43  
2) 200KW = 3.43

# CURVAS FIG #2--4A E.E.QUITO TARIFA 13

COSTO KWH KWMD=239 KW=3.73 KW=3.43



1986  
SUARES

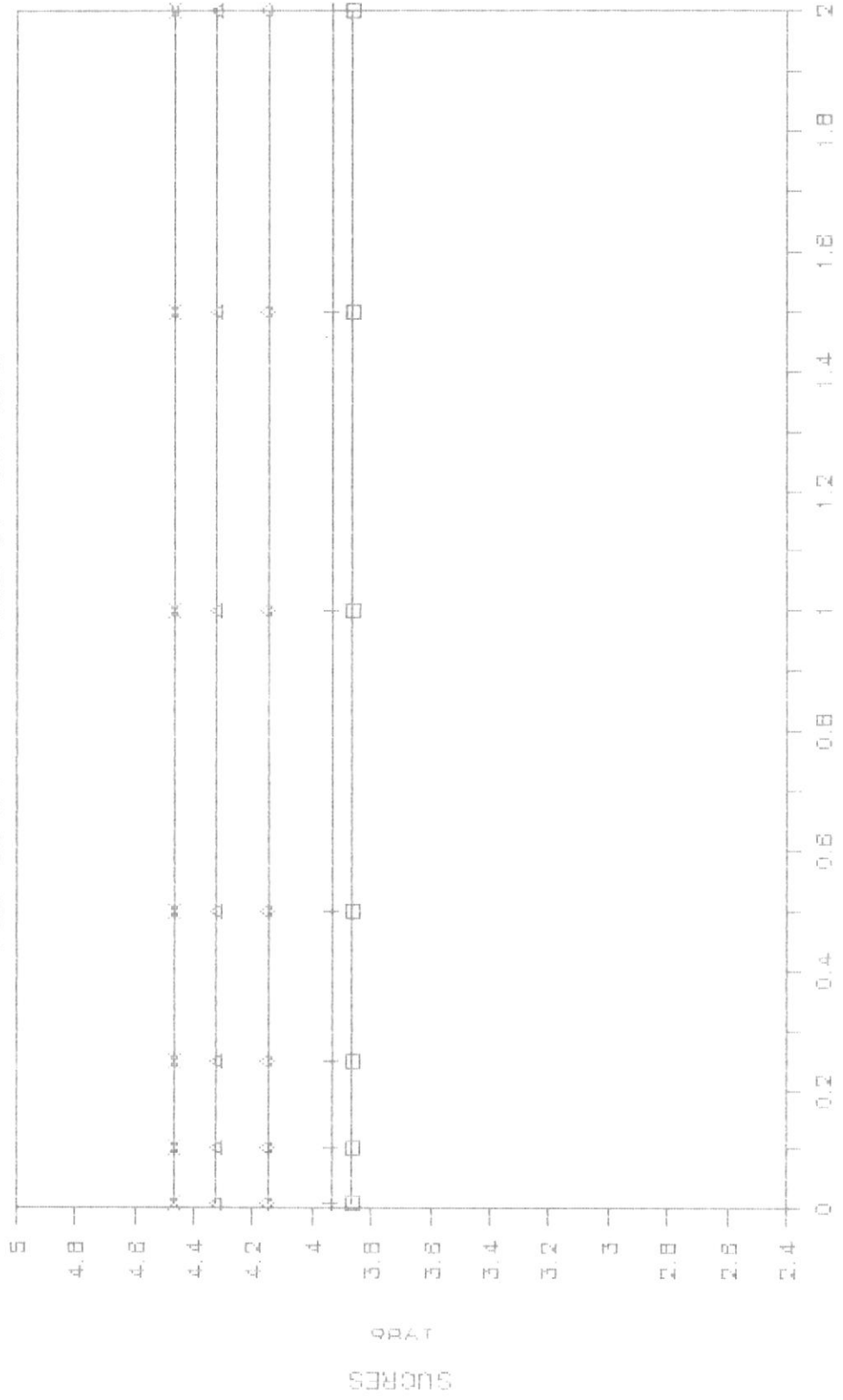
Kilowatt. MAX. DEMANDA - MILES: E. KW=2.74  
 ◇ 224 HORAS/MES      Δ 180 HORAS/MES

488 HORAS/MES



# CURVAS FIG # 2-5 E.E QUITO TARIFA 12

VALOR DE KWH      KWHMD=97      KWH=3.72



KILOWATTOS MAX. DEMANDA -- MILES

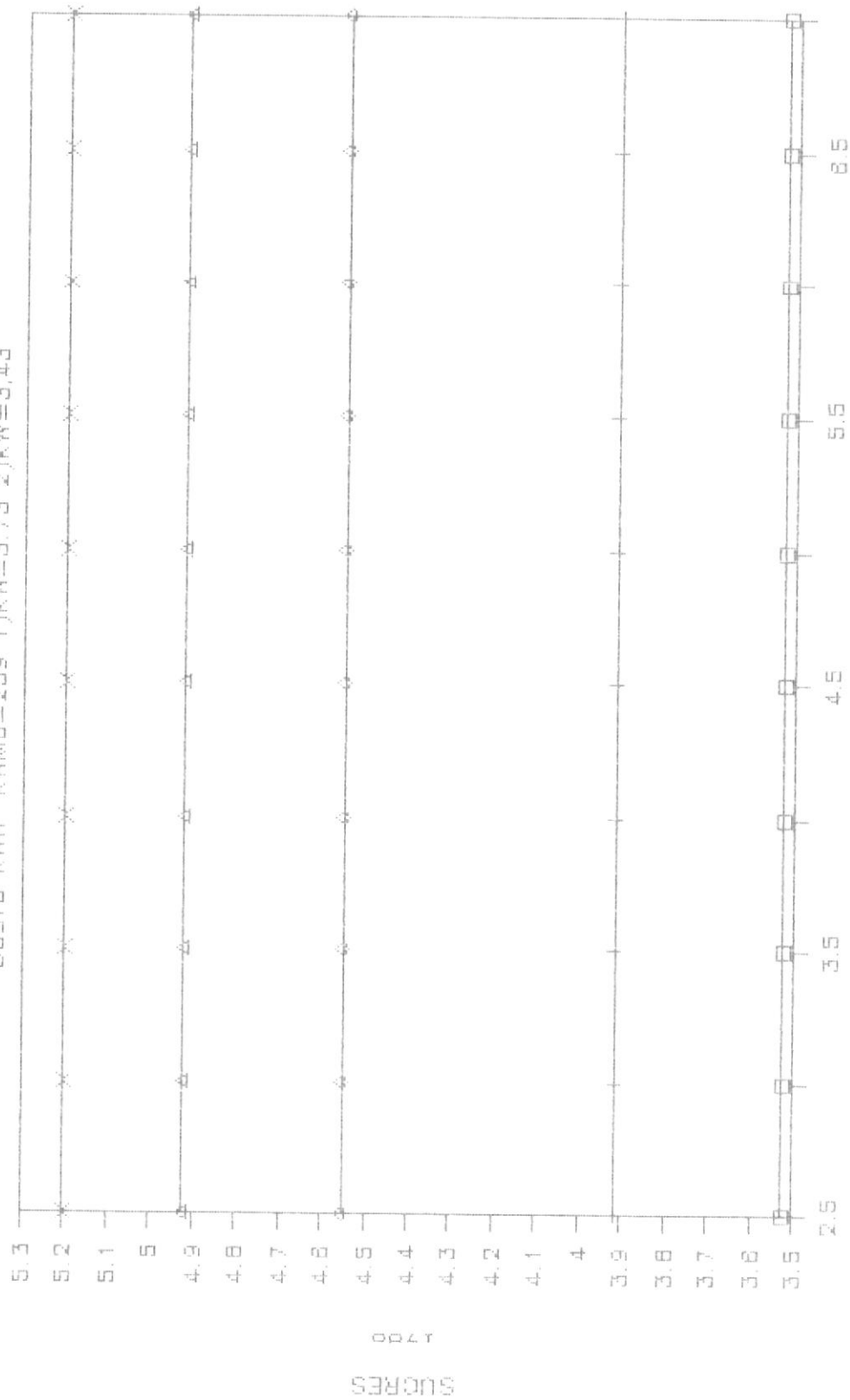
◇ 2.4-4.6 MWH

Δ 1.76-3.20 MWH

+ 4.9-8.96 MWH

# CURVAS FIG #2-6 E.E.QUITO TARIFA 13

COSTO KWH KWMD=239 1)KW=3.73 2)KW=3.43

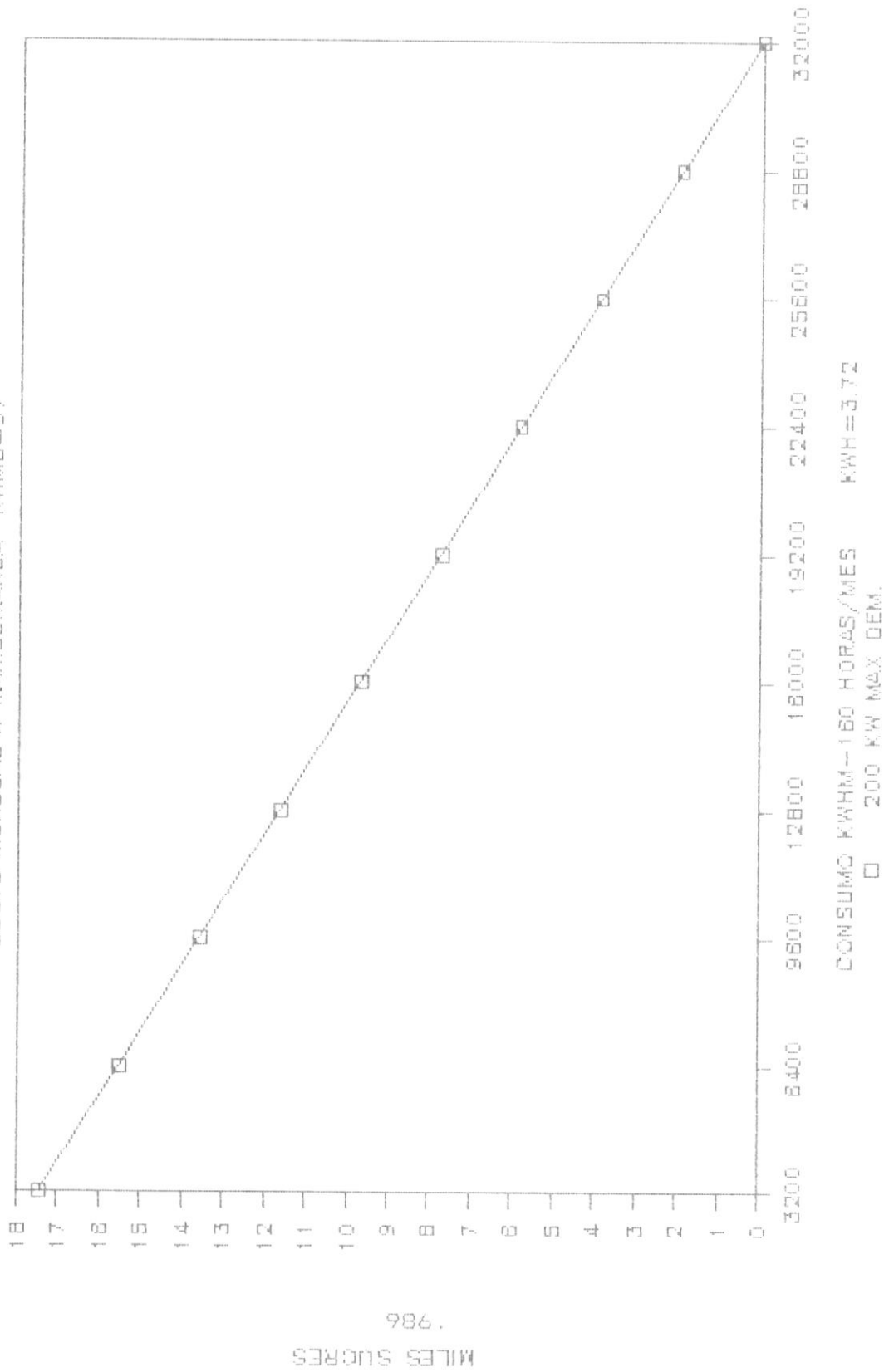


KILOVAT.MAX.DEMANDA-MILES EXD KW=2.74  
◇ 234 HORAS/MES  
Δ 180 HORAS/MES

488 HORAS/MES

# CURVA FIG #2-7 E.E.QUITO TARIFA 12

COSTO MENSUAL X MAX.DEMANDA KWMD=97

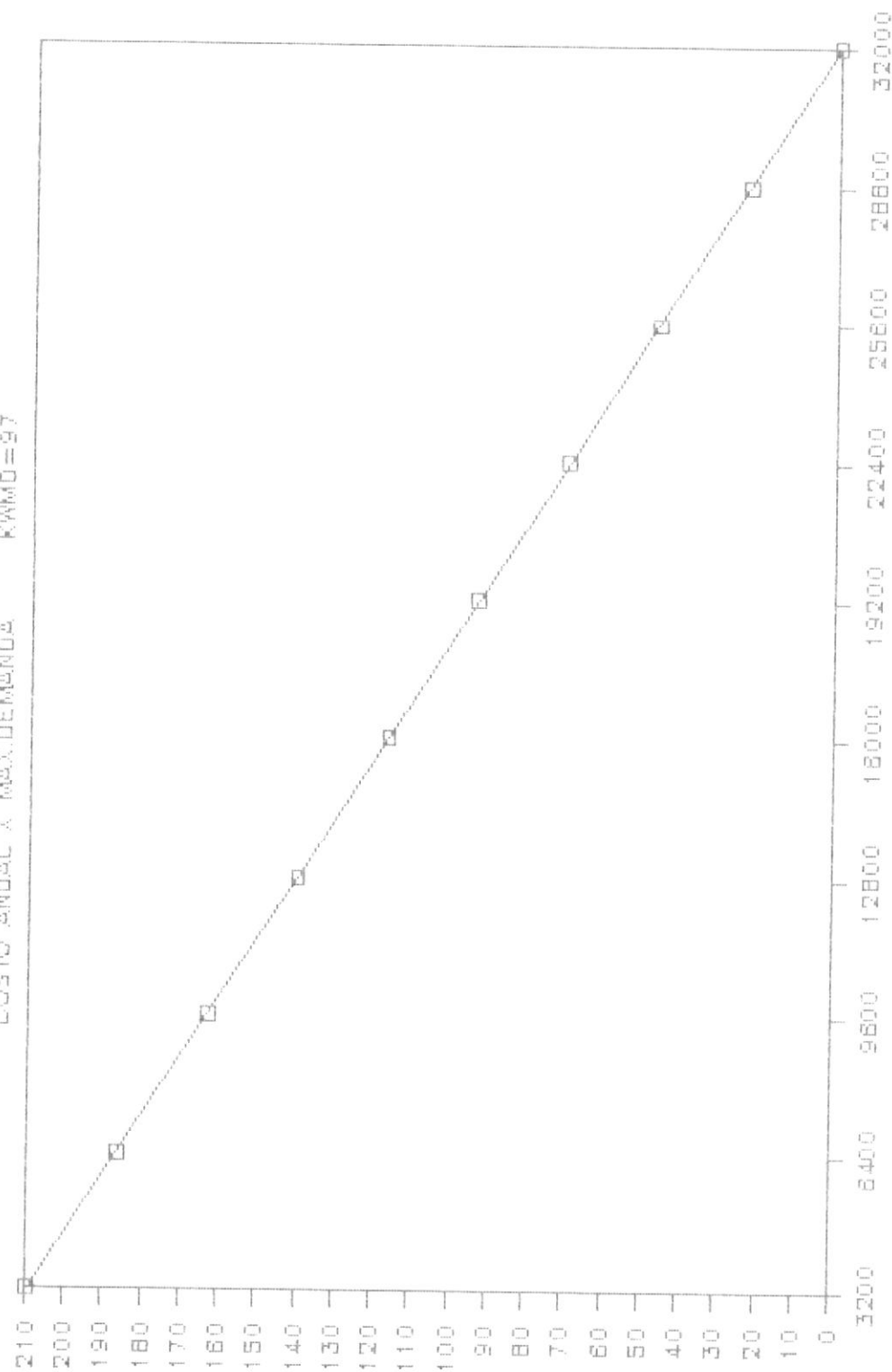


986.

MILES SUGRES

# CURVA FIG #2-8 E.E. QUITO TARIFA 12

COSTO ANUAL X MAX. DEMANDA KWH/MO=97



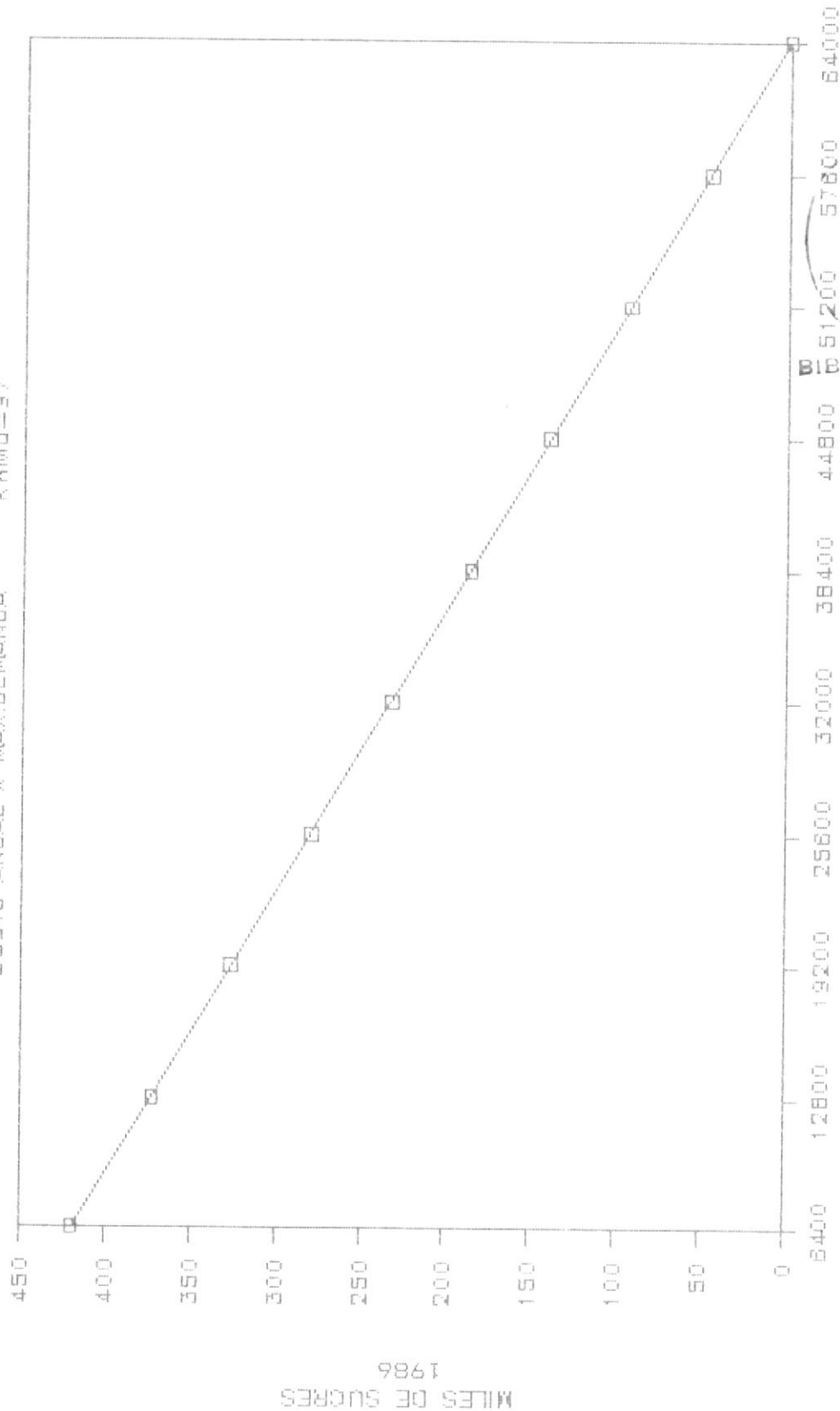
MILES DE SURES 1986

CONSUMO KWH/M-180 HORAS/MES KWH=3.72  
 □ 200 KW MAX DEM.



# CURVA FIG #2-9 E.E.QUITO TARIFA 12

COSTO ANUAL X MAX.DEMANDA KWHMO=97



MILES DE SURES  
1986



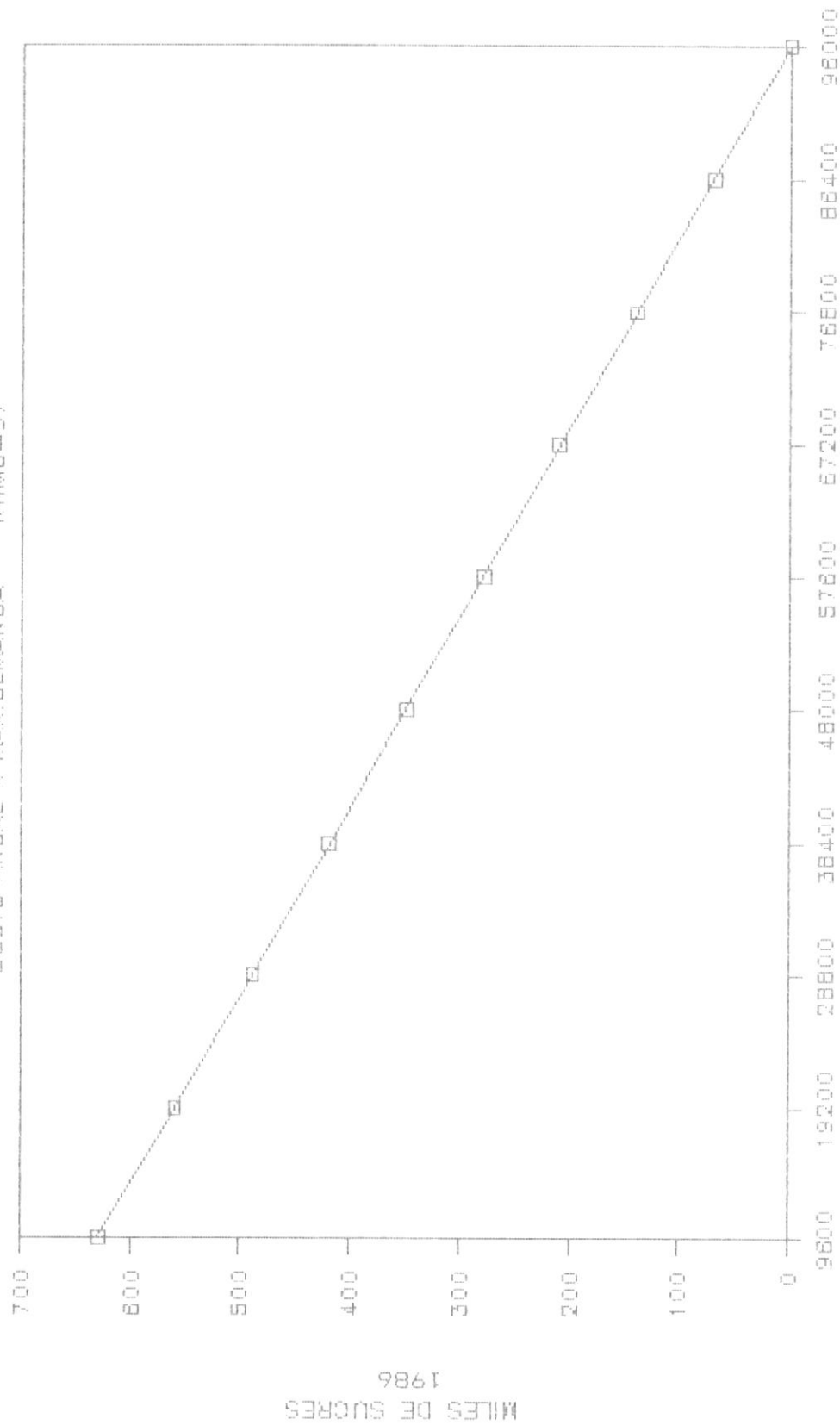
BIBLIOTECA

CONSUMO KWHM-180 HORAS/MES  
□ 400 KW MAX DEM.

KWH=3.72

# CURVA FIG #2-10 E.E.QUITO TARIFA I2

COSTO ANUAL X MAX. DEMANDA KWHMO=97

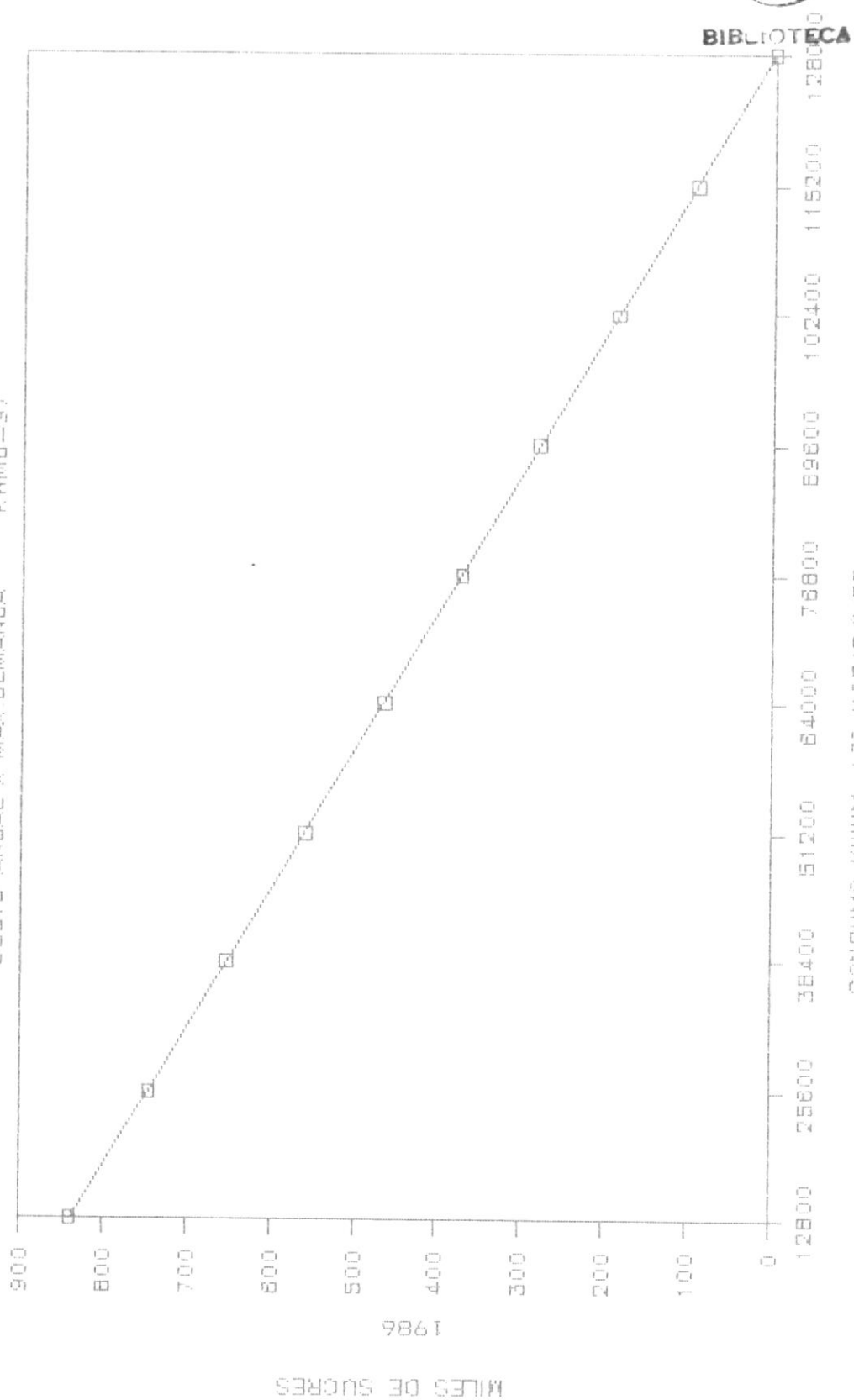


CONSUMO KWHM=180 HORAS/MES KWH=3.72  
□ 600 KW MAX DEM.



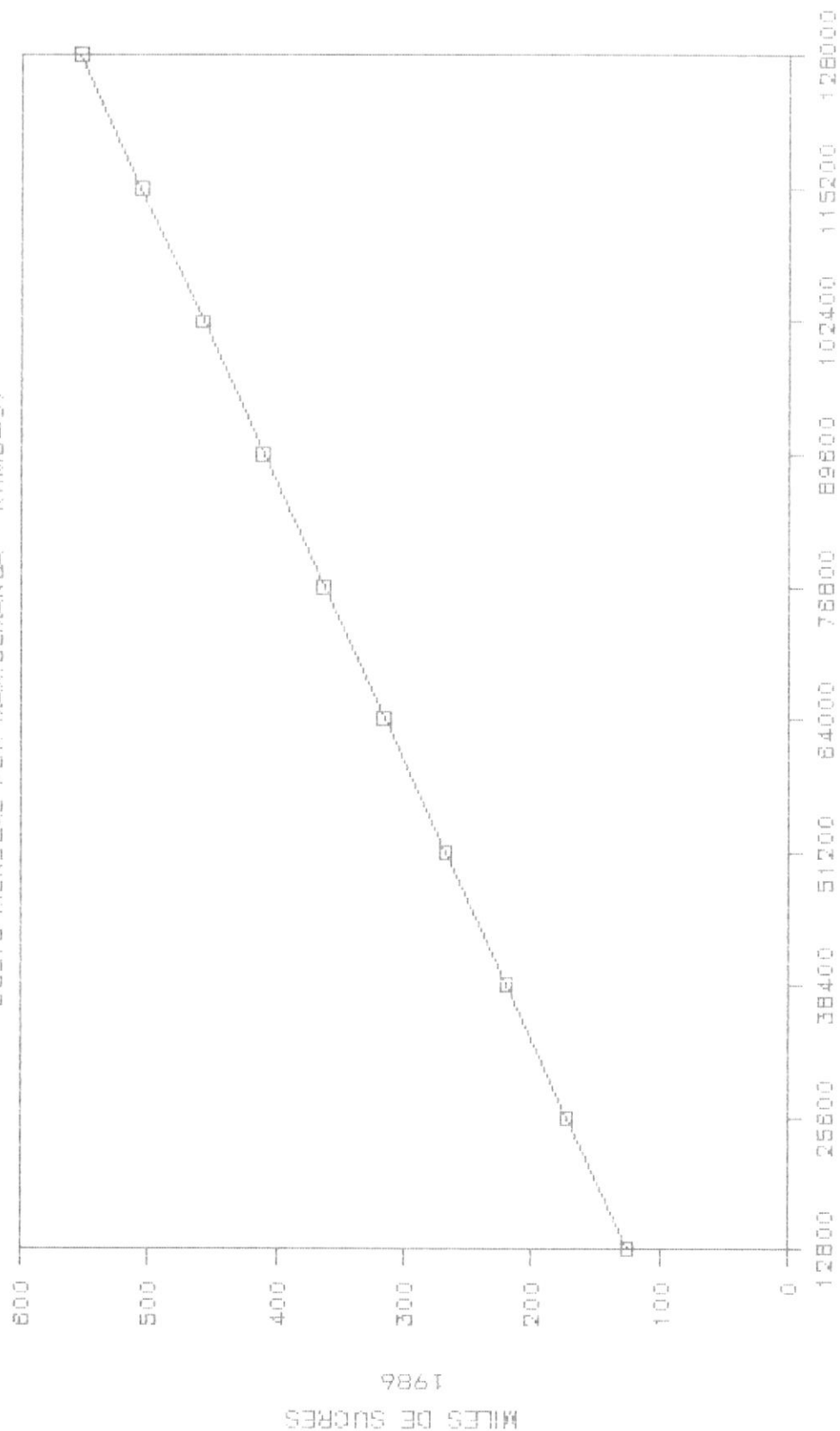
# CURVA FIG #2-11 E.E.QUITO TARIFA I2

COSTO ANUAL X MAX DEMANDA KWHMD=97



# CURVA FIG #2-11A E.E.QUITO TARIFA I2

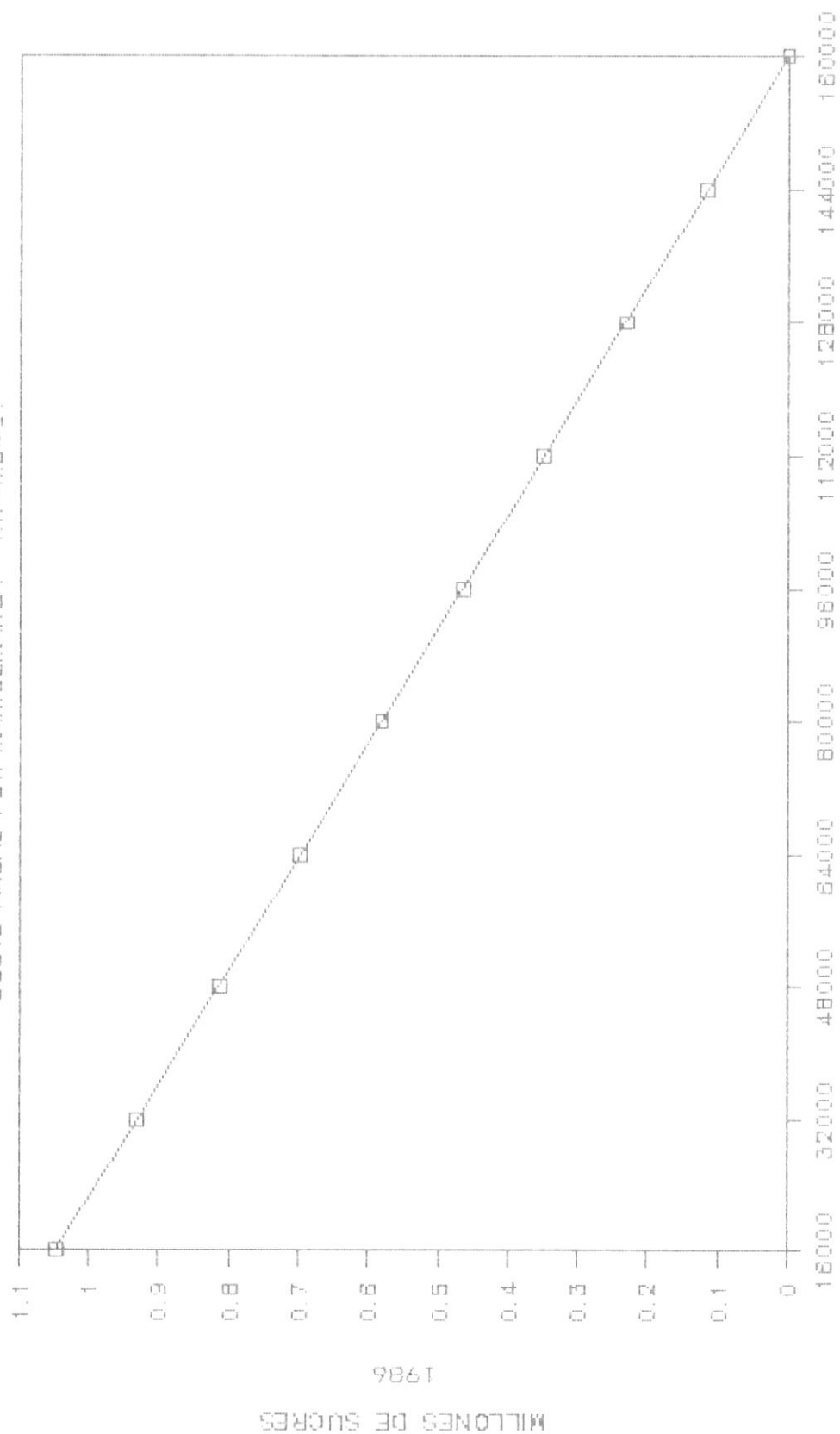
COSTO MENSUAL POR MAX. DEMANDA KWMD=97



□ 800 KW MAX. DEM.  
 CONSUMO KWHM—160 HORAS/MES    KWH=3.72  
 80 KW-800 KW MAX. DEM.

# CURVA FIG #2-12 E.E.QUITO TARIFA 12

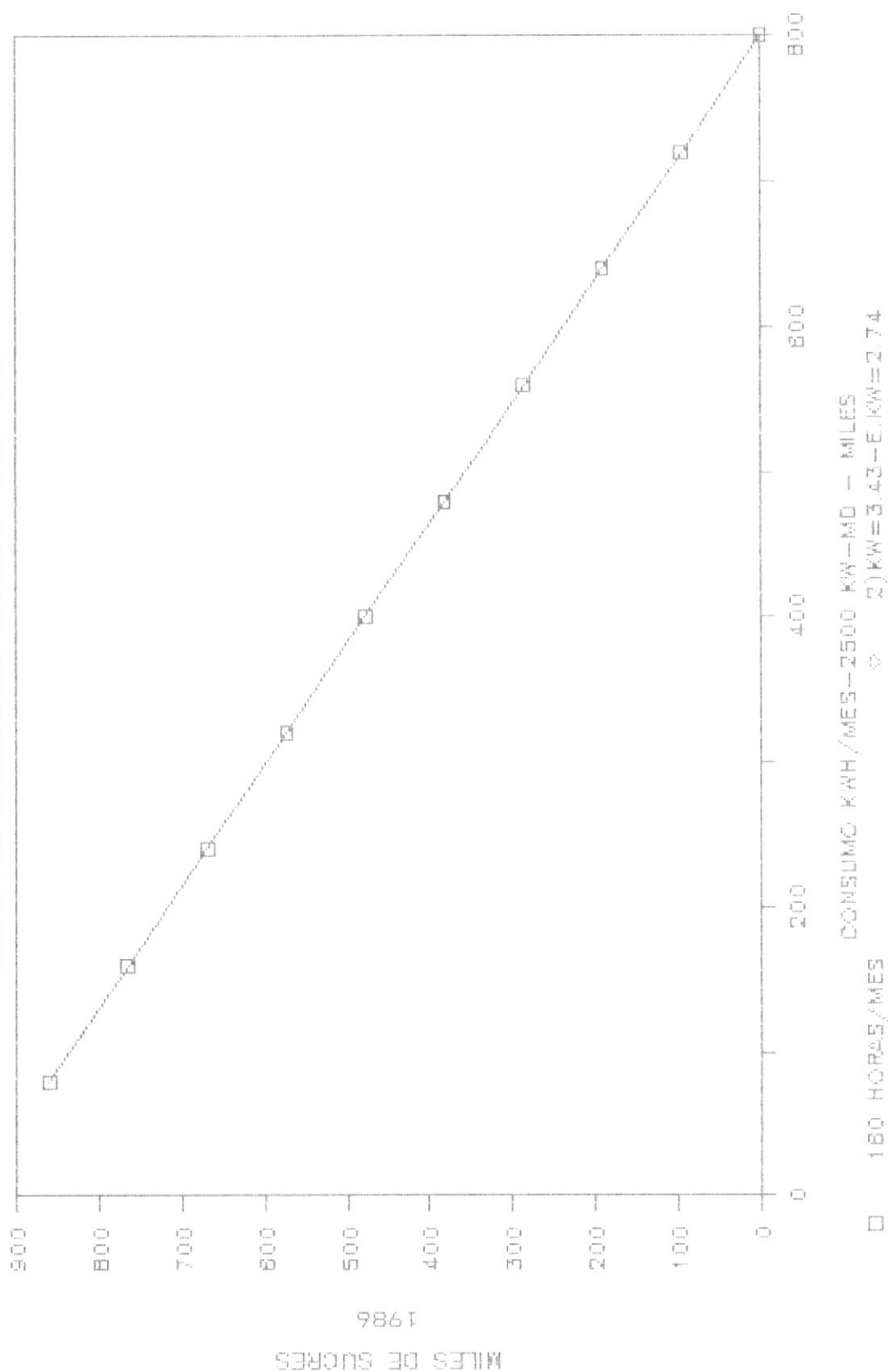
COSTO ANUAL POR MAX. DEMANDA KW-MD=97



CONSUMO KWHM--160 HORAS/MES KWH=3.72  
 □ 1000 KW MAX DEM.

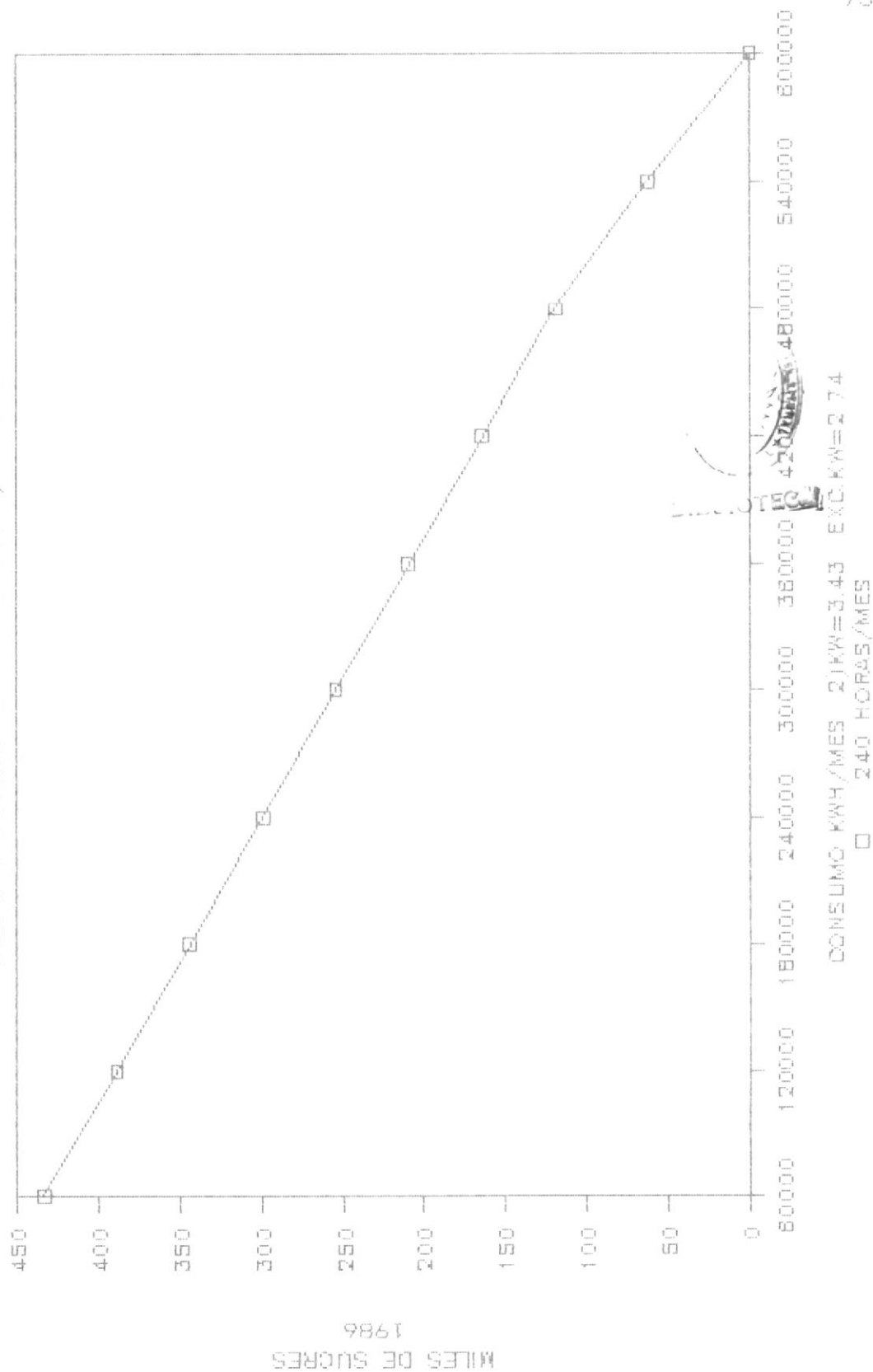
# CURVA FIG #2-13 E.E.QUITO TARIFA 13

COSTO POR MAX.DEMANDA-MENSUAL KWMO=239



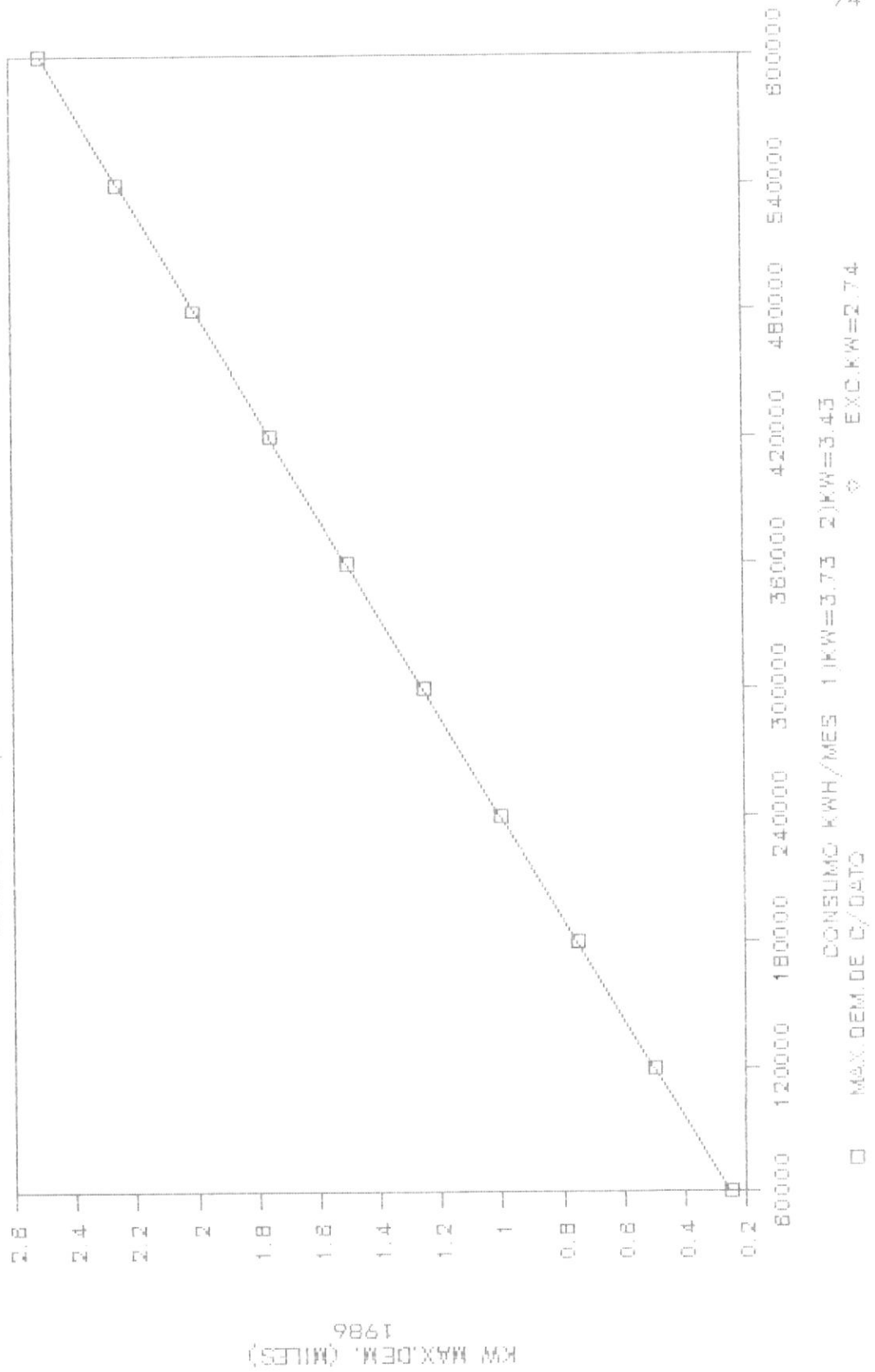
# CURVA FIG #2-14 E.E.QUITO TARIFA 13

COSTO X MAX. DEMANDA KWH/D=239 1)KW=3.73



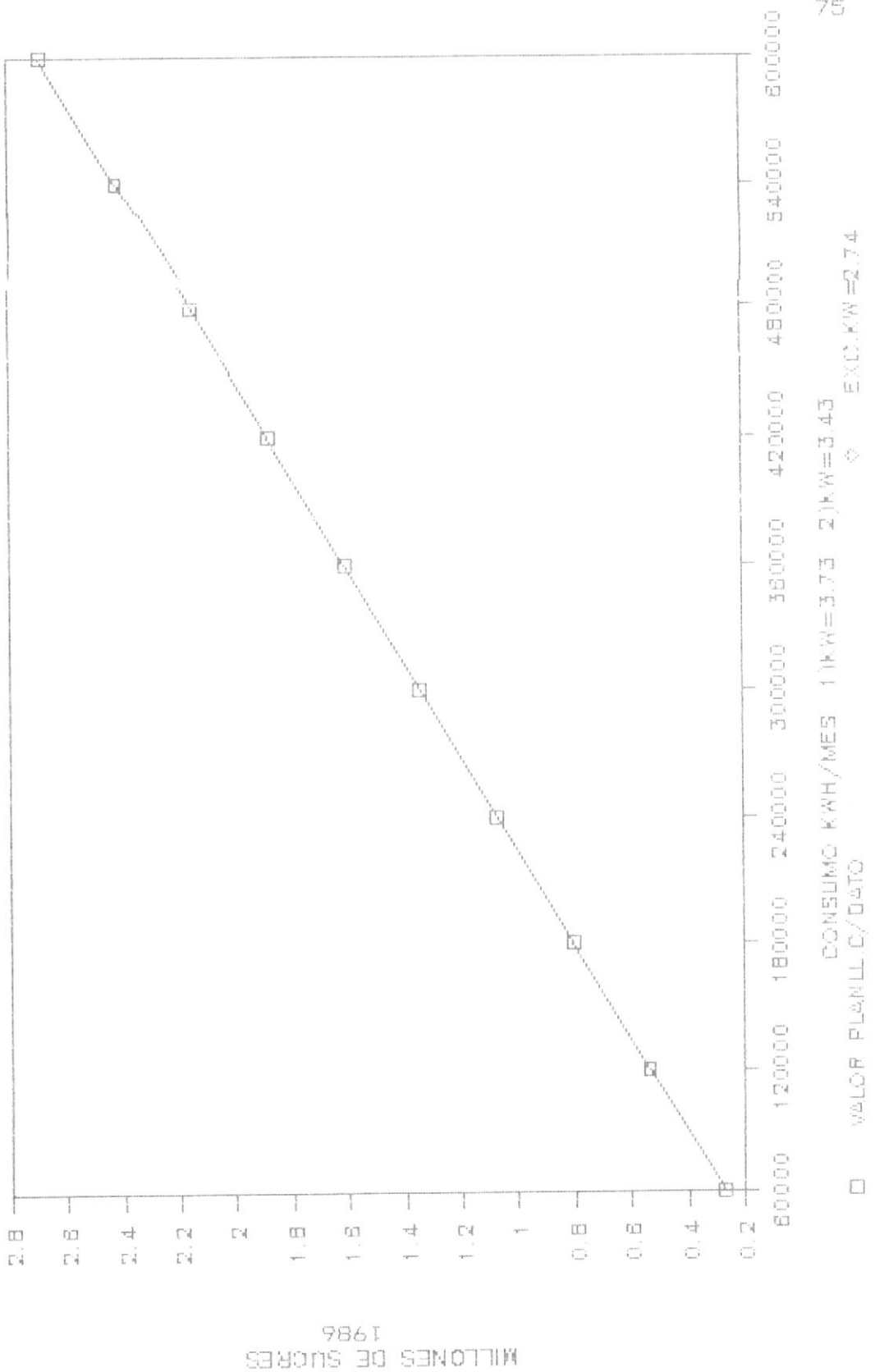
# CURVA FIG #2-15 E.E.QUITO TARIFA 13

MAX. DEM DE C/DATO OPTIMO KWMO=239



# CURVA FIG #2-16 E.E. QUITO TARIFA 13

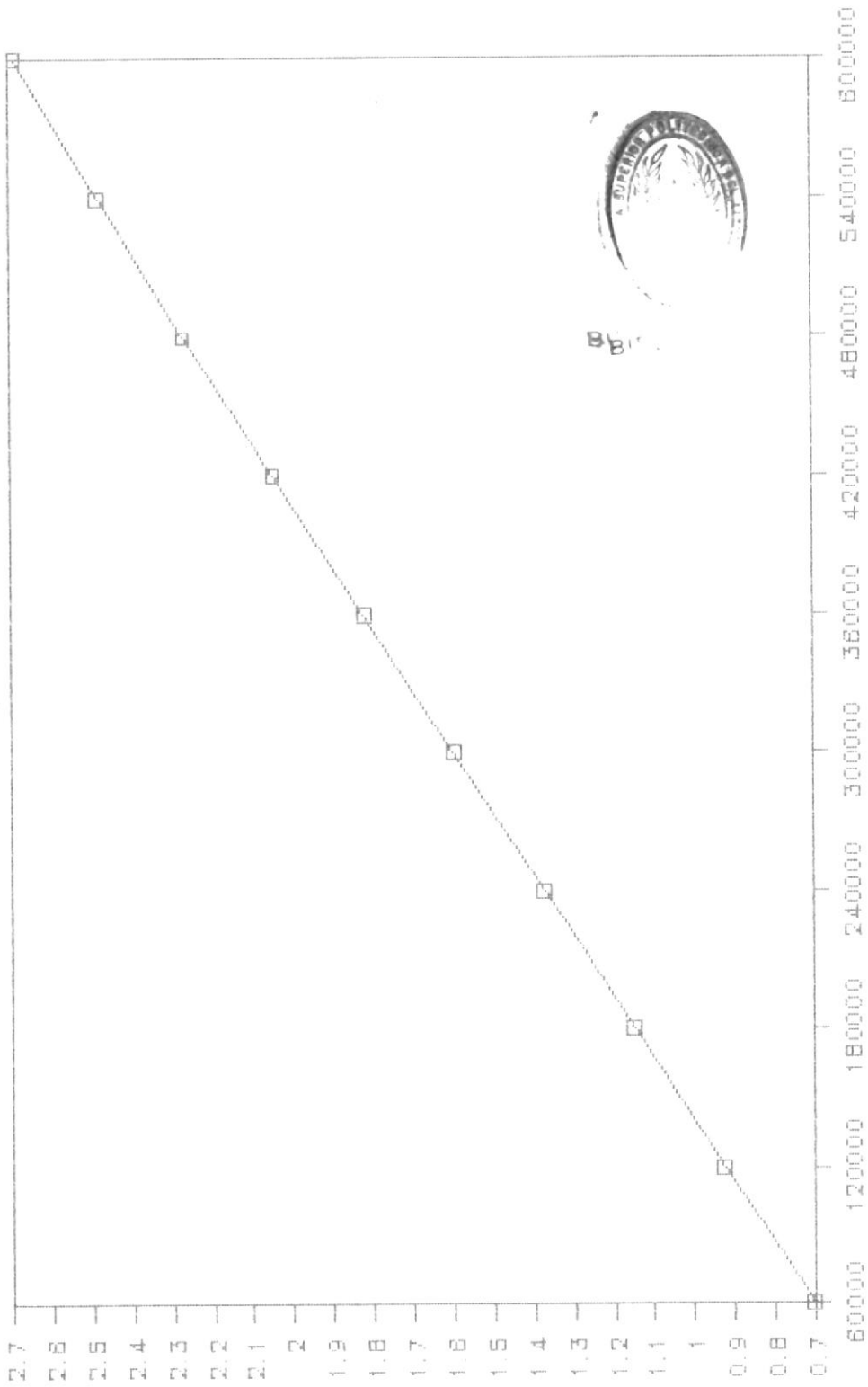
NO MAX DEM. EN C/DATO KWHMO=239



MILLONES DE SURES  
1986

# CURVA FIG #2-17 E.E.QUITO TARIFA 13

2500 KW MAX. DEM EN C/DATO KWMO=239



MILONES DE SURES  
1986

CONSUMO KWH/MES 1) KW=3.73 2) KW=3.43

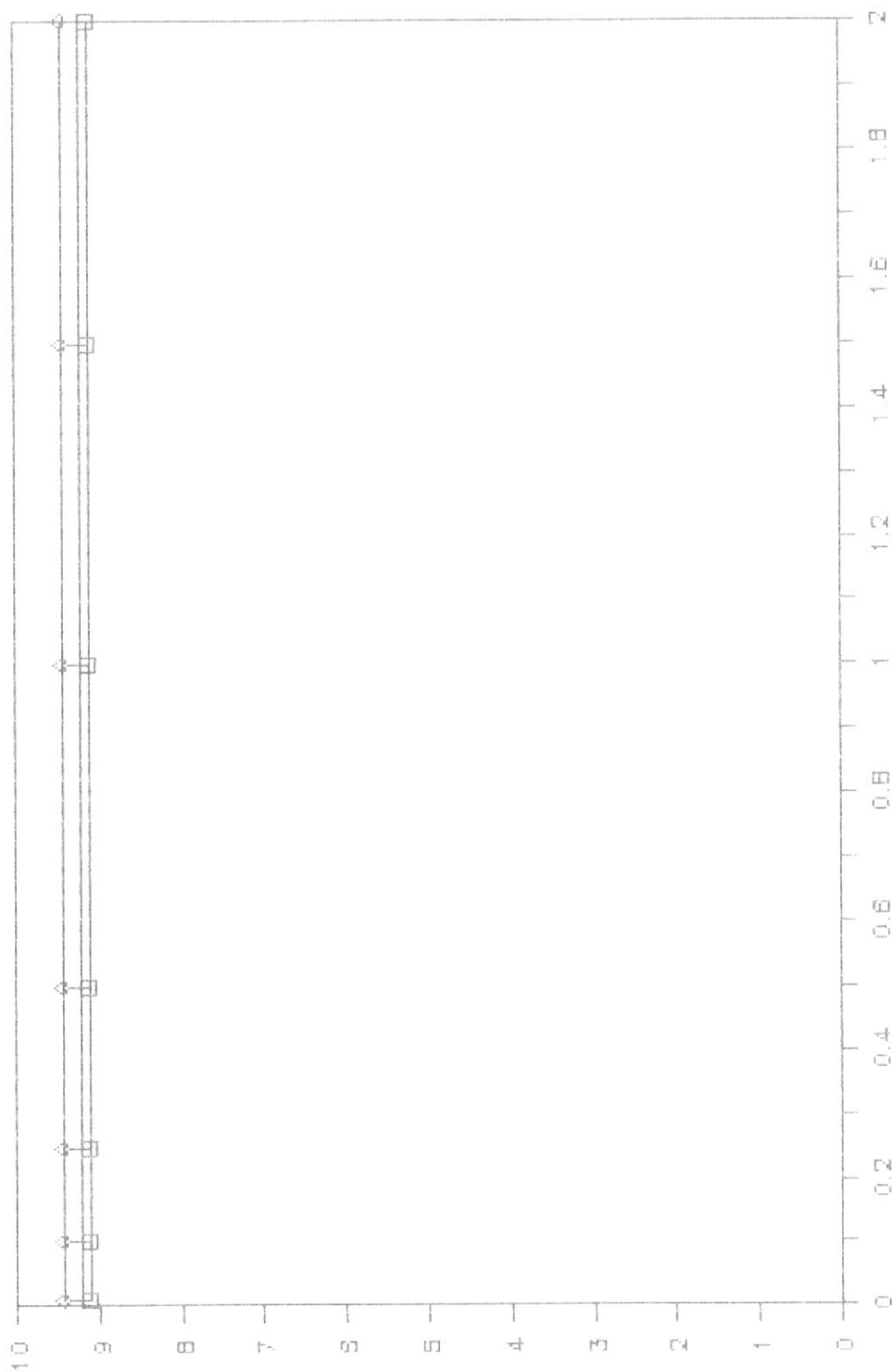
□ VALOR PLANILLA C/DATO

◇ EXC. KW=2.74



# CURVA FIG # 2-18 E.E.QUITO TARIFA 12

VALOR DE KWH KWMD=212 KWH=8.8

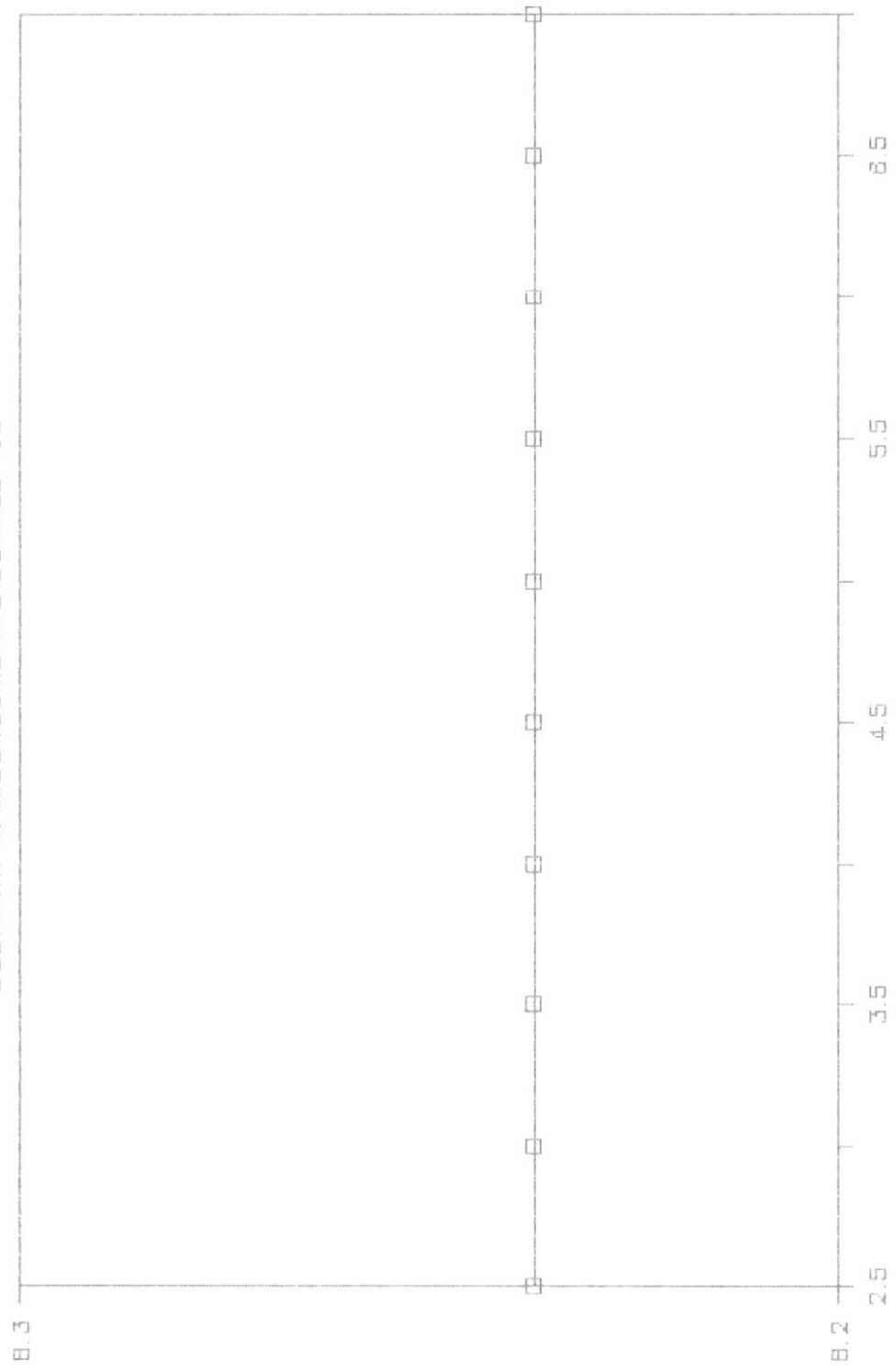


7392 A 1344000 KWH  
 3696 A 872000 KWH

SUCRES  
1988

# CURVA FIG #2-19 E.E.QUITO TARIFA 13

DCST KWH MAX.CONSUMO FAC.CORREC=08



SUCRES  
1988

Δ 4704 MWHM

KILOWATIOS MAX.DEMANDA-MILES KWMD=555  
 ◇ 1) KW=8.8 2) KW=7.98



BIBLIOTECA

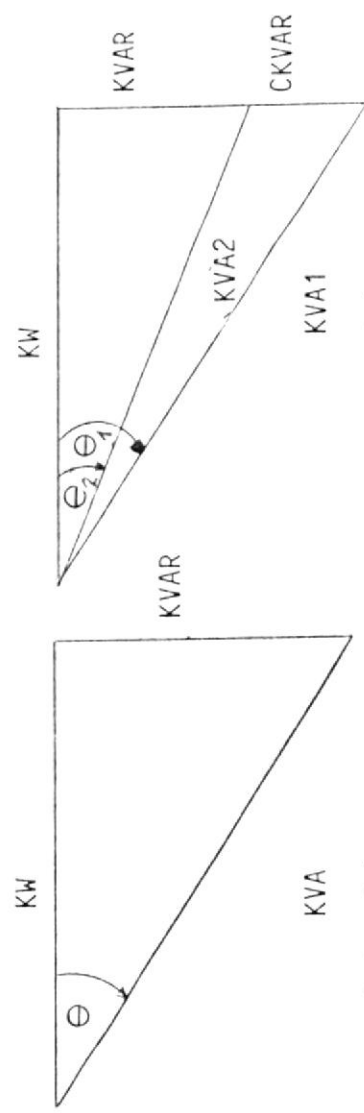


FIG. # 3.1 (b)

FIG. # 3.1 (a)

FIGURA # 3.2

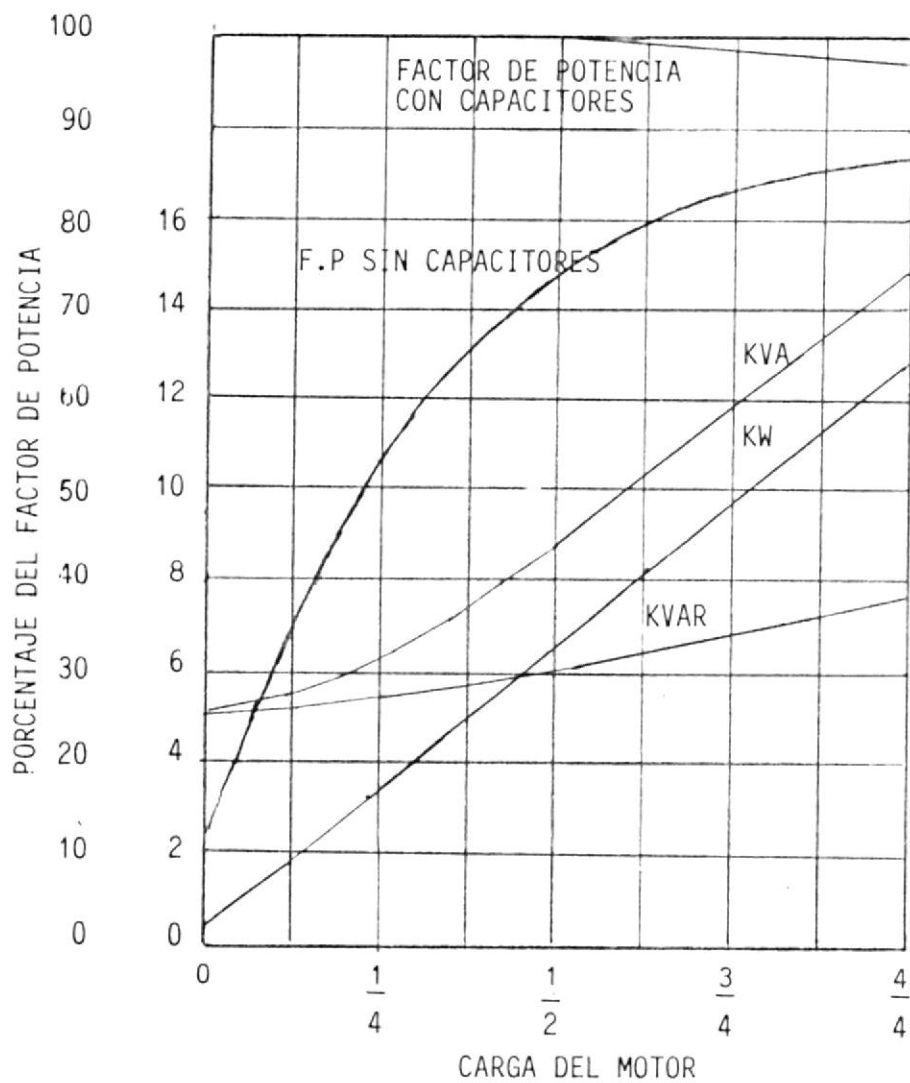


TABLA I-1

EMPRESAS	PORCENTAJES DE INCREMENTOS RECOMENDADOS PARA CUBRIR COSTOS.	
	ANUAL	MENSUAL
EMPRESA ELECTRICA QUITO	6.8 %	3.0 %
EMPRESA CENTRO SUR	19.9 %	3.5 %
EMPRESA ELECTRICA MANABI	16.4 %	3.5 %
EMPRESA ELECTRICA AMBATO		
CAPITULO N. 1	18.1 %	3.5 %
EMPRESA REGIONAL DEL NORTE	6.0 %	3.0 %
EMELGUR	18.2 %	3.5 %
EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA	5.8 %	3.0 %
EMPRESA ELECTRICA MILAGRO	12.2 %	3.0 %
EMPRESA ELECTRICA COTOPAXI	5.9 %	3.0 %
EMPRESA ELECTRICA LOS RIOS	16.8 %	3.5 %

Estudios de Costos del Servicio Presentado por las Empresas Eléctricas - (memo # 2724 - Quito, 15 de Febrero - 1985).

TABLA I-II

EMPRESAS	PORCENTAJES DE INCREMENTOS RECOMENDADOS PARA CUBRIR COSTOS.		
	ANUAL	MENSUAL	
		REQUE- RIDO	RECOMENDADO
STO. DOMINGO DE LOS COLORADOS	36.8	6	3.5
EMPRESA ELECTRICA ESMERALDAS	67.0	8	3.5
EMPRESA ELECTRICA BOLIVAR	60.5	7.5	3.5
EMPRESA ELECTRICA AZOGUES	126.4		3.5
EMPRESA ELECTRICA EL ORO	77.5	9	3.5
EMPRESA ELECTRICA SUR	52.0	7	3.5
EMPRESA ELEC. SANTA ELENA	63.0	8	3.5

Estudios de Costos del Servicio Prestado por las  
Empresas Eléctricas - (memo # 2724 - Quito, 15 de Febrero -  
1985).



BIBLIOTECA

TABLA I-III

VARIACION APROXIMADA DEL CARGO POR KWH DE CONSUMO EN LA  
TARIFA 12

DEL AÑO MES	AL AÑO MES	VALOR APROXIMADO DEL CARGO	
1973	1979	\$ 1.00 KWH	Comienza aumen- tar.
1979	1983 Junio	\$ 2.20 KWH	
	1983 Agosto	\$ 2.42 KWH	10% incremento inicial mas 2% incremento men- sual.
	1984 Enero	\$ 2.67	
	1985 Enero	\$ 3.38	
	1985 Septbre	\$ 3.96	
	1985 Octubre	\$ 4	Se congela
	1985 Noviem.	\$ 4.12	Aumento del 3% acumulativo men- sual hasta:
	1988 Junio	\$10.26	Se congela

TABLA II-I

	MAXIMA	CONSUMO		PLANILLA	VALOR UNIT.
DATOS	DEMANDA	KWH-MES	HORA-MES	MES-SUCRES	KWH.SUCRES.
1	11	7392	672	28565.24	3.86
2	100	67200	672	259684	3.86
3	250	168000	672	649210	3.86
4	500	336000	672	1298420	3.86
5	1000	672000	672	2596840	3.86
6	1500	1008000	672	3895260	3.86
7	2000	1334000	672	5193680	3.86





TABLA II-II

BIBLIOTECA

DATOS	MAXIMA DEMANDA	CONSUMO KWH-MES	HORA-MES	PLANILLA MES-SUCRES	VALOR UNIT. KWH. SUCRES
1	2500	1680000	672	5912200	3.52
2	3000	2016000	672	7105440	3.52
3	3500	2352000	672	8289680	3.52
4	4000	2688000	672	9473420	3.52
5	4500	3024000	672	10658160	3.52
6	5000	3360000	672	11842400	3.52
7	5500	3696000	672	13026640	3.52
8	6000	4032000	672	14210880	3.52
9	6500	4368000	672	15395120	3.52
10	7000	4704000	672	16579360	3.52

TABLA II-III

DATOS	MAXIMA DEMANDA	HORA-MES	UTILIZACION MAXM. DEMANDA	VALOR/U KWH (I2)	VALOR/U KWH (I3)
1	Cualquier Valor	672	100 %	\$3.86	\$3.52
2	"	448	100 %	\$3.93	\$3.916
3	"	224	100 %	\$4.15	\$4.55
4	"	160	100 %	\$4.32	\$4.92
5	"	130	100 %	\$4.46	\$5.2

MD = \$ 97

KWH = 3.72

TABLA II-IV

CONDICIONES NORMALES TARIFA I2

<u>DATOS</u>	<u>MAXIMA DEMANDA</u>	<u>HORA-MES</u>	<u>UTILIZACION MAXM. DEMANDA</u>	<u>CONSUMO KWH (I2)</u>	<u>PLANILLA SUCRE</u>
1	200	160	10 %	3200	31340
2	"	"	20 %	6400	43200
3	"	"	30 %	9600	55112
4	"	"	40 %	12800	67016
5	"	"	50 %	16000	78920
6	"	"	60 %	19200	90824
7	"	"	70 %	22400	102728
8	"	"	80 %	25600	114632
9	"	"	90 %	28800	126536
10	"	"	100 %	32000	138440

TABLE II-V

MAX. DEMAND, HORA-MES	USO MAX. DEMANDA	KWH-MES	PLANILL. MENSUAL	MAX. DEMAND, HORA-MES	USO MAX. DEMANDA	KWH-MES	PLANILL. MENSUAL
20	160	3200	13844	17460	100%	3200	13844
40	"	6400	27688	15520	"	6400	27688
60	"	9600	41532	13580	"	9600	41532
80	"	12800	55376	11640	"	12800	55376
100	"	16000	69220	9720	"	16000	69220
120	"	19200	83064	7760	"	19200	83064
140	"	22400	96908	5820	"	22400	96908
160	"	25600	110752	3880	"	25600	110752
180	"	28800	124596	1940	"	28800	124596
200	"	32000	138440	0.00	"	32000	138440



BIBLIOTECA

TABLA II-VI

## COSTO DE GENERADORES CON PANEL DE TRANSFERENCIA

KW CONT.	KW EMERG.	CONSUMO gph	FOB US\$.	US\$ POR KW	US\$ POR KW INSTALADO.
60	60	4.8	24,932.00	415.53	540.18
125	150	12.5	28,752.00	230.16	299.20
175	200	16.5	32,493.00	185.68	241.38
225	250	20.5	34,490.00	154.65	201.04
310	400	32.5	47,210.00	152.29	197.97
400	500	39.6	67,659.00	169.14	219.82
455	600	47.4	78,655.00	172.86	207.43
600	650	47.5	105,390.00	150.55	180.66
700	750	54.7	116,390.00	166.27	199.52
800	1000	73.0	134,825.00	149.80	176.01
900	1100	80.3	142,380.00	164.88	193.73
1025	1250	91.2	152,870.00	149.14	175.24
1250	1400	102.2	179,648.00	143.71	175.24
1400	1650	120.4	191,788.00	136.99	160.96

TABLA III-I

FACTOR MULTIPLICADOR APLICADO A LOS KW PARA DETERMINAR LOS  
KVAR REQUERIDOS

FACTOR DE POTENCIA DESEADO (COS $\theta$ 2)

FP-ORIGINAL COS $\theta$ 1	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86
0.50	0.982	1.008	1.034	1.060	1.086	1.112	1.139
0.51	0.937	0.962	0.989	1.015	1.041	1.067	1.094
0.52	0.893	0.919	0.945	0.971	0.997	1.023	1.050
0.53	0.850	0.876	0.902	0.928	0.954	0.980	1.007
0.54	0.809	0.835	0.861	0.887	0.913	0.939	0.966
0.55	0.769	0.795	0.821	0.847	0.873	0.899	0.926
0.56	0.730	0.756	0.782	0.808	0.834	0.860	0.887
0.57	0.692	0.718	0.744	0.770	0.796	0.822	0.849
0.58	0.655	0.681	0.707	0.733	0.759	0.785	0.812
0.59	0.619	0.645	0.671	0.697	0.723	0.749	0.776
0.60	0.583	0.609	0.635	0.661	0.687	0.713	0.740
0.61	0.549	0.575	0.601	0.627	0.653	0.679	0.706
0.62	0.516	0.542	0.568	0.594	0.620	0.646	0.673
0.63	0.483	0.509	0.535	0.561	0.587	0.613	0.640
0.64	0.451	0.474	0.503	0.529	0.555	0.581	0.608
0.65	0.419	0.445	0.471	0.497	0.523	0.549	0.576
0.66	0.388	0.414	0.440	0.466	0.492	0.518	0.545
0.67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.462	0.488	0.515
0.68	0.328	0.354	0.380	0.406	0.432	0.458	0.485
0.69	0.299	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456
0.70	0.270	0.296	0.322	0.348	0.374	0.400	0.427
0.71	0.242	0.268	0.294	0.320	0.346	0.372	0.399
0.72	0.214	0.240	0.266	0.292	0.318	0.344	0.371
0.73	0.186	0.212	0.238	0.264	0.290	0.316	0.343
0.74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.263	0.289	0.316
0.75	0.132	0.158	0.184	0.210	0.236	0.262	0.289

## TABLA III-I

FACTOR MULTIPLICADOR APLICADO A LOS KW PARA DETERMINAR LOS  
KVAR REQUERIDOS

FACTOR DE POTENCIA DESEADO (COS $\theta$ 2)

Continuación

FP-ORI- GINAL COS $\theta$ 1	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86
0.76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262
0.77	0.079	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.236
0.78	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.182	0.209
0.79	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.183
0.80	0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157
0.81		0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.131
0.82			0.000	0.026	0.052	0.078	0.105
0.83				0.000	0.026	0.052	0.079
0.84					0.000	0.026	0.053
0.85						0.000	0.027
0.86							0.000
0.87							
0.88							
0.89							
0.90							
0.91							
0.92							
0.93							
0.94							
0.95							
0.96							
0.97							
0.98							
0.99							



BIBLIOTECA

TABLE III-1

FACTOR MULTIPLICADOR APLICADO A LOS KW PARA DETERMINAR LOS  
KVAR REQUERIDOS

FACTOR DE POTENCIA DESEADO (COS Ø2)

Continuación.....

FF-ORI-	GINAL	COS Ø1
0.50	1.165	1.192
0.51	1.120	1.147
0.52	1.076	1.103
0.53	1.033	1.060
0.54	0.992	1.019
0.55	0.952	0.979
0.56	0.913	0.940
0.57	0.875	0.902
0.58	0.838	0.865
0.59	0.802	0.829
0.60	0.766	0.793
0.61	0.732	0.759
0.62	0.699	0.726
0.63	0.666	0.693
0.64	0.634	0.661
0.65	0.602	0.629
0.66	0.571	0.598
0.67	0.541	0.568
0.68	0.511	0.538
0.69	0.482	0.509
0.70	0.453	0.480
0.71	0.425	0.452
0.72	0.397	0.424
0.73	0.369	0.396
0.74	0.342	0.369
0.75	0.315	0.342
0.50	1.165	1.192
0.51	1.120	1.147
0.52	1.076	1.103
0.53	1.033	1.060
0.54	0.992	1.019
0.55	0.952	0.979
0.56	0.913	0.940
0.57	0.875	0.902
0.58	0.838	0.865
0.59	0.802	0.829
0.60	0.766	0.793
0.61	0.732	0.759
0.62	0.699	0.726
0.63	0.666	0.693
0.64	0.634	0.661
0.65	0.602	0.629
0.66	0.571	0.598
0.67	0.541	0.568
0.68	0.511	0.538
0.69	0.482	0.509
0.70	0.453	0.480
0.71	0.425	0.452
0.72	0.397	0.424
0.73	0.369	0.396
0.74	0.342	0.369
0.75	0.315	0.342
0.50	1.165	1.192
0.51	1.120	1.147
0.52	1.076	1.103
0.53	1.033	1.060
0.54	0.992	1.019
0.55	0.952	0.979
0.56	0.913	0.940
0.57	0.875	0.902
0.58	0.838	0.865
0.59	0.802	0.829
0.60	0.766	0.793
0.61	0.732	0.759
0.62	0.699	0.726
0.63	0.666	0.693
0.64	0.634	0.661
0.65	0.602	0.629
0.66	0.571	0.598
0.67	0.541	0.568
0.68	0.511	0.538
0.69	0.482	0.509
0.70	0.453	0.480
0.71	0.425	0.452
0.72	0.397	0.424
0.73	0.369	0.396
0.74	0.342	0.369
0.75	0.315	0.342



TABLA III-I

FACTOR MULTIPLICADOR APLICADO A LOS KW PARA DETERMINAR LOS  
KVAR REQUERIDOS

FACTOR DE POTENCIA DESEADO (COS $\theta$ 2)

Continuación

FP-ORIGINAL COS $\theta$ 1	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93
0.76	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.429	0.460
0.77	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.403	0.434
0.78	0.235	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407
0.79	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381
0.80	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355
0.81	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329
0.82	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303
0.83	0.105	0.132	0.160	0.188	0.216	0.246	0.277
0.84	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251
0.85	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.194	0.225
0.86	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198
0.87	0.000	0.027	0.055	0.083	0.111	0.141	0.172
0.88		0.000	0.028	0.056	0.084	0.114	0.145
0.89			0.000	0.028	0.056	0.086	0.117
0.90				0.000	0.028	0.058	0.089
0.91					0.000	0.030	0.061
0.92						0.000	0.031
0.93							0.000
0.94							
0.95							
0.96							
0.97							
0.98							
0.99							

TABLA III-I

FACTOR MULTIPLICADOR APLICADO A LOS KW PARA DETERMINAR LOS  
KVAR REQUERIDOS

FACTOR DE POTENCIA DESEADO (COS $\theta$ 2)

Continuación.....

FP-ORI- GINAL COS $\theta$ 1	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
0.50	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.589	1.732
0.51	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687
0.52	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.641
0.53	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.457	1.600
0.54	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
0.55	1.156	1.190	1.227	1.268	1.316	1.376	1.519
0.56	1.117	1.151	1.188	1.229	1.277	1.337	1.480
0.57	1.079	1.113	1.150	1.191	1.239	1.290	1.442
0.58	1.042	1.076	1.113	1.154	1.202	1.262	1.405
0.59	1.006	1.040	1.077	1.118	1.166	1.226	1.369
0.60	0.970	1.004	1.041	1.082	1.130	1.190	1.333
0.61	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.156	1.299
0.62	0.903	0.937	0.974	1.015	1.063	1.123	1.266
0.63	0.870	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
0.64	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.058	1.201
0.65	0.806	0.840	0.877	0.918	0.966	1.026	1.169
0.66	0.775	0.809	0.846	0.887	0.935	0.995	1.138
0.67	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.965	1.108
0.68	0.715	0.749	0.786	0.827	0.875	0.935	1.078
0.69	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846	0.906	1.049
0.70	0.657	0.691	0.728	0.769	0.817	0.877	1.020
0.71	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
0.72	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.73	0.573	0.607	0.644	0.685	0.733	0.793	0.936
0.74	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.75	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882



## BIBLIOGRAFIA

1. BEEMAN, "Industrial Power System Handbook."
2. W.C. BLOOMQUIST, "Capacitores For Industry"
3. INECEL, "Estadístico N. 19 - Año 1984."
4. INECEL, "Resumen Estadístico del Servicio Eléctrico 1965-1983."
5. INECEL, "Estadísticas Eléctricas Informe Mensual de Enero, Febrero y Marzo 1988."
6. INECEL, "Unidad de Estudios Tarifarios Proyectos de Estudios Tarifarios del Sector Eléctrico." UET-PET-04-88.
7. IBM, "BASIC" Personal Computer Hardware Reference.
8. MICROSOFT CORP. "Disk Operating System".



A.F. 142027