

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL LITORAL**

**"ESTUDIO PARA LAS NUEVAS INSTALACIONES Y
FUTURAS AMPLIACIONES DE LA PLANTA
DE PRODUCCION "LA TOMA" DE LA
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA
POTABLE DE GUAYAQUIL"**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**TULIO E. LOPEZ A.
1975**

CONTENIDO

- Los gráficos de los temas 2.3; 2.4; y, 2.5 se encuentran al final de la presente tesis.
- Página 32, es una reproducción del libro de HIDROLOGIA URBANISTICA, de Lázaro Uhra - Fesser Fernández.
- Páginas: 34, 35, 36, 37, 38, 39 y 40 son reproducciones de documentos oficiales.- Dirección Técnica de EMAP.- Co. PARSONS.
- Páginas: 50 y 51 reproducción de solicitud dirigida a INE.
- Página 54 reproducción del trabajo presentado por los - Ings. Raúl Maldonado (INECEL) y Juan Saavedra (ESPOL).
- Páginas 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72 y 73, son reproducciones del trabajo presentado por el Ing. Mario Chávez.
- Páginas 81, 85, 102, 109, 135, 181, 182, 183, son gráficos correspondientes a la presente tesis.
- El plano correspondiente al CAPITULO QUINTO, se encuentra al final de la presente tesis, corresponde a la disposición de los diversos elementos de la subestación.

CAPITULO I

ESTUDIO DE PRODUCCION DE AGUA POTABLE DE LA EMPRESA HASTA EL AÑO 2000 DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DEL AREA DE SERVICIO A SU CARGO.

CAPITULO II

EVALUACION DE LA DEMANDA ELECTRICA QUE CUBRA LAS NECESIDADES DE ESTUDIO DEL CAPITULO ANTERIOR.- CARACTERISTICAS DE LAS ETAPAS.

CAPITULO III

ANALISIS TECNICO ECONOMICO PARA LA PROVISION - DE ENERGIA ELECTRICA PARA LA PLANTA DE PRODUCCION "LA TOMA"

- 3.1 Compra de Energía
- 3.2 Generación Propia.

CAPITULO IV

RECOMENDACIONES PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.

CAPITULO V

DISEÑO Y SELECCION DEL EQUIPO ELECTRICO PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DE ACUERDO AL ANALISIS ANTERIOR.

- 5.1 Localización de los equipos
- 5.2 Selección de los equipos
- 5.3 Protección.

CAPITULO VI

PROGRAMACION DEL SERVICIO DE LA DIFERENTE MAQUINARIA PARA OBTENER EL COSTO DEL KWH MAS RENTABLE PARA EMAP.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Dpto. de Ingeniería Eléctrica
BIBLIOTECA

Inv. No. _____

CAPITULO I

ESTUDIO DE PRODUCCION DE AGUA POTABLE DE LA EMPRESA
HASTA EL AÑO 2.000 DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DEL
AREA DE SERVICIO A SU CARGO

- 1.1 INTRODUCCION
- 1.2 METODOS PARA ESTABLECER EL CRECIMIENTO POBLACIONAL Y VALORES PER CAPITA DE LITROS POR HABITANTE Y DIA (L/H.D.)
- 1.3 ESTUDIOS DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION DE GUAYAQUIL, REALIZADOS POR COMPAÑIAS EXTRANJERAS:
 - 1.3.a PARSONS (USA). - Adjunto anexo 7 hojas.
 - 1.3.b SEURECA (FRANCESA).
- 1.4 ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION DE GUAYAQUIL, SEGUN DATOS OBTENIDOS POR ORGANISMOS NACIONALES:
 - 1.4.a Censos de 1950 y 1962.
 - 1.4.b Instituto Nacional de Estadística (INE).
 - 1.4.c Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).
- 1.5 SINTESIS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR LA DIRECCION TECNICA DE EMAP SOBRE EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE DAULE Y CRITERIO ADOPTADO PARA SANTA ELENA Y SALINAS
- 1.6 CANTIDAD DE AGUA ENVIADA DE "LA TOMA" A GUAYAQUIL DESDE 1952 a 1973. Cuadro Comparativo.
- 1.7 DEMANDA ACTUAL DE AGUA POTABLE. - Cuadro Comparativo.
- 1.8 DEDUCCION A BASE DE LOS DATOS PRECEDENTES DE LA FUTURA POBLACION DE GUAYAQUIL Y CALCULO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE HASTA EL AÑO 2.000.

1.9 ANEXO.- ANALISIS DE LAS AMPLIACIONES EFECTUADAS AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO "LA TOMA" - GUAYAQUIL DESDE EL AÑO 1950-1980

(Trabajo presentado por el Ingeniero Mario Chávez, Técnico de EMAP)

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Dpto. de Ingeniería Eléctrica
BIBLIOTECA

Inv. No. _____

1.1 INTRODUCCION

El presente trabajo que lo he elegido como tema para TESIS DE GRADO incluye parte, el fruto de mis experiencias acumuladas en el transcurso de mi permanencia en calidad de Técnico de EMAP; y, la necesidad de aumentar la producción de agua, para así tratar de servir a la mayor parte posible de los habitantes de la ciudad de Guayaquil.

EMAP viene contribuyendo con la colectividad en la provisión de agua potable a toda la ciudad de Guayaquil y - algunos Cantones como Milagro y Yaguachi.

En principio la única fuente de abastecimiento fue "LO-LITA", pero su escasa capacidad puede a la fecha abastecer únicamente a los Cantones de Milagro y Yaguachi. Por tal motivo, el sistema que provee ahora es el que utiliza el tratamiento del agua del Río Daule. Dicho sistema es de captación por bombeo que implica un desnivel, orillas del Río - Planta de tratamiento de 0 a 96,50 metros.

Es posible, que dentro de poco tiempo contemos con un sistema de Alta Tensión contemplado para la zona de Daule por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación - (INECEL). La potencia de transporte será suficiente -

para atender las necesidades de carga de "LA TOMA". Entonces ya podemos adelantar algún concepto con respecto al tema tercero, que será a INECEL, las negociaciones de compra de energía, si nos es más favorable que generarla en propiedad.

Mi trabajo se origina en las necesidades que en el futuro planteará el crecimiento poblacional.

Se vertebra en los siguientes siete temas:

1. Estudio del crecimiento poblacional, como consecuencia del cual se plantea la necesidad de incrementar la producción de agua potable.
2. Entrega de la Energía Eléctrica necesaria para activar el equipo de producción y conducción de agua potable.
3. Estudio económico que determine en forma comparativa las ventajas y desventajas de comprar energía o generarla en propiedad.
5. Diseño y selección del equipo provisor de energía para la planta de producción "LA TOMA".
6. Programación del servicio de las diferentes máqui

nas, con miras a obtener el más rentable KWH para EMAP.

Todo cuanto consta en mi trabajo ha sido realizado sin perder de vista el afán de contribuir a llenar auténticas necesidades del medio en que me he desenvuelto.

Unas palabras de agradecimiento a todos y cada uno de los Ingenieros, Técnicos y personas que en una u otra forma han contribuído para que mi trabajo llegue a feliz término.

1.2 METODOS PARA ESTABLECER EL CRECIMIENTO POBLACIONAL Y VALORES PER CAPITA DE LITROS POR HABITANTE Y DIA (L./H.D.)

(Tomado de: Ingeniería de Acueductos y Tratamiento de Aguas. Hernando Sánchez Montenegro. Universidad Nacional de Colombia).

CAP. 2 POBLACION FUTURA, PERIODO DE DISEÑO

CONSIDERACIONES GENERALES.- El problema de abastecimiento de aguas comprende varias determinaciones previas, entre las cuales la más importante es la del número de habitantes que irá a beneficiar... Es pues importante la necesidad del estudio de crecimiento de la población.

El problema del número de habitantes futuros, por su misma naturaleza, solamente puede resolverse de una manera APROXIMADA. Como la cantidad de agua consumida por habitante seguramente crecerá en el futuro, el principal efecto de un error en la apreciación de la población hará variar la fecha en la cual se requiera un ensanchamiento del acueducto.

Al efectuar el cálculo de la población futura, se dispone de lo que puede llamarse la forma de crecimiento en -

los períodos anteriores y se supone, además, que habrá continuidad evolutiva en el futuro. Son necesarios los censos que se hayan efectuado antes y con sus datos analizados debe estudiarse el crecimiento de la población, teniendo en cuenta las circunstancias fortuitas que se suponga que influyan en el aumento o disminución del número de habitantes.

La separación de la población urbana de la rural, es de excepcional importancia para los cálculos, ya que los acueductos solo se proyectan para la población urbana.

Según los expertos demográficos, no muy tarde en la América Latina, donde la población crece a una velocidad mucho mayor que la productividad agrícola, se pueden presentar fenómenos semejantes a los de la India, que periódicamente padece de las terribles hambrunas que recuerdan etapas lejanísimas de la humanidad. La superpoblación sigue haciendo estragos dondequiera y muchos se engañan considerándola como factor de crecimiento y de desarrollo económico.

Alberto Lleras escribe al respecto: "En la tercera década de esta centuria un gran número de países parecían estar entrando firmemente a las capas superiores de la civilización occidental. Y hoy vemos por todas partes, pero principalmente en las ciudades, a donde -

han ido a refugiarse los desocupados de los campos, situaciones de miseria y abandono que están haciendo el más importante y grande desafío a la capacidad de los dirigentes latinoamericanos. Si no están a la altura de la dramática situación, no hay duda que serán sustituidos a empujones por una ola de amargura, de frustración, de nueva barbarie, que es lo único que puede producirse en esos campamentos donde se aloja una inmensa masa humana que no está incorporada a ninguna forma de sociedad organizada. Lo más grave es que el proceso sigue, desbocado. En esos tugurios en donde todo falta, lo único que sobran son niños. Millones de niños latinoamericanos, negros, mestizos, blancos, mulatos, cuarterones, cholos, cuyo patrimonio común es no tener cosa alguna sobre la tierra, están allí, al borde de la civilización un poco más rica, ligeramente más organizada y tienen la sicología de los niños de todo ghetto. No son tristes, porque no hay niños sin escuela - definitivamente tristes, sino bárbaros. Se defienden a piedra, a mordiscos, a bofetadas, a insultos y juegan con todo, pero principalmente con el dramático asalto a la propiedad ajena. Los organizan los hampones. Los educan los criminales. Los buscan los tratantes de blancas. Lo que va salir de esas generaciones es la bomba de tiempo de la población. Y no se está haciendo nada en serio, grande, definitivo para prevenir las generaciones de delincuentes y prostitutas que van a sa-

lir de estos tugurios".

El resultado del crecimiento de la humanidad se ha considerado justamente como explosivo, principalmente en las zonas menos desarrolladas. De 2.500 millones de seres humanos que existían en 1950, en 1960 se ha pasado a 2.920 millones y en 1970 se calcula la población del mundo en 3.500 millones. Es decir, un crecimiento de mil millones en veinte años. Se calcula que en la época de Cristo habría 250 millones de seres humanos y pasaron 16 siglos antes de que hubiera 500 millones. Súbitamente se inicia la explosión demográfica. Si la humanidad creciera a la misma tasa que prevalece en América Latina, en 23 años y medio se doblaría su número y en un siglo más habría sesenta mil trescientos millones de seres.

La explosión demográfica, que en la América Latina empezó en las décadas de 1920 y 1930, cuando la mejora en los servicios de salud pública comenzó a reducir la tasa de mortalidad, prosigue sin mostrar señales de detenerse. La velocidad del crecimiento demográfico latinoamericano que devora el crecimiento económico, es el mayor que se registra en el mundo y es el PRINCIPAL factor que demora su desarrollo.

En el Brasil, Venezuela, Guatemala, México, Colombia, Perú, o en cualquiera de las otras repúblicas de las zonas tropicales de América donde la población crece a -

un 3% anual, hay que invertir TRES VECES MAS recursos nacionales en educación, salud pública, viviendas y servicios públicos, que en el promedio de los países europeos en los cuales apenas alcanza al 1%. Muchos Gobiernos están de acuerdo en discutir los problemas demográficos, pero son muy pocos los que se muestran dispuestos a hacer algo al respecto, aunque ya no es tabú hablar sobre ellos. En Argentina y en Uruguay, cuyas poblaciones son mayormente de origen europeo, el control de la natalidad ha sido ampliamente practicado desde hace tiempo. En consecuencia, - sus tasas de natalidad son mucho más bajas que las del resto de Latinoamérica y se comparan favorablemente con las de los Estados Unidos y Canadá. En los demás países la planificación familiar es una necesidad urgente para disminuir las altas tasas de natalidad; Chile es, hasta ahora, el único país en que se ha puesto en vigor un programa control auspiciado por el gobierno, gracias a la actitud tolerante de la jerarquía católica, que es posible que se extienda a otras partes del Hemisferio.

En el cálculo de la población futura, habrá que tener en cuenta si se ha hecho algo efectivo en favor de la planificación familiar para disminuir la tasa de natalidad, mediante una campaña en masa costeadá y dirigida por el Gobierno.

CRECIMIENTO ARITMETICO.-

Si suponemos que el crecimiento de una población se efectúa de una manera aritmética o lineal, es lo mismo que admitir que su desarrollo es vegetativo y se halla balanceado por la mortalidad y la emigración.

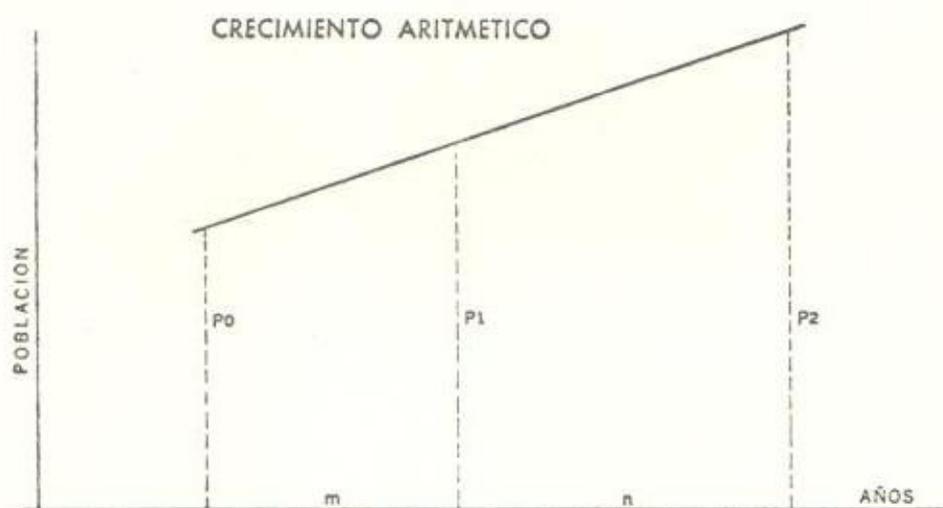


FIG. 1

Este método se aplica a pequeñas localidades o zonas rurales, y a ciudades grandes con crecimiento muy estabilizado debido a dificultades de ampliación, escaso desarrollo económico o a otros factores.

La línea de crecimiento es una recta, Fig.1, Sean P_0 y P_1 el número de habitantes de una localidad en dos épocas diferentes, entre las cuales han transcurrido m años. La población P_2 , n años después sería:

$$P_2 = P_1 + \frac{(P_1 - P_0)}{m} n$$

CRECIMIENTO LOGARITMICO.-

Este procedimiento consiste en aplicar la fórmula de interés compuesto; produce a veces resultados exagerados, especialmente en ciudades que han tenido un período de desenvolvimiento insólito que acusa por un tiempo un rápido crecimiento que llega luego a su estabilización. Es el sistema de cálculo más empleado.

Usando la misma notación del numeral anterior y denominando r el tanto por uno o sea el índice de crecimiento entre los períodos comprendidos entre las poblaciones P_0 , P_1 y P_2 , la aplicación de la fórmula de interés compuesto resulta:

$$P_2 = P_1 (1 + r)^n$$

$$\log P_2 = \log P_1 + n \log (1 + r)$$

Entre P_1 y P_0 :

$$\log P_1 = \log P_0 + m \log (1 + r)$$

De donde;

$$\log (1 + r) = (\log P_1 - \log P_0) \frac{1}{m}$$

Finalmente,

$$\log P_2 = \log P_1 + n (\log P_1 - \log P_0) \frac{1}{m}$$

Si en papel logarítmico que tenga en abscisas escala a ritmética y en ordenadas escala logarítmica, se dibuja la línea representativa de la ecuación anterior, dará una recta.

METODO GRAFICO .-

Cuando se dispone de los censos de 5 ó 6 años, es aconsejable estudiar la forma de crecimiento de la ciudad. Estos datos se llevan sobre ejes coordenados rectangulares, Figura 2, dibujándolos a escalas convenientes, en abscisas los años y en ordenadas las poblaciones correspondientes. Una vez dibujados los diversos puntos, se traza la curva que se acomode lo mejor posible al crecimiento. Dicha curva prolongada luego, dará la ordenada que corresponde para un año cualquiera A en que se desea calcular la población.

CURVA DE CRECIMIENTO ARITMETICO

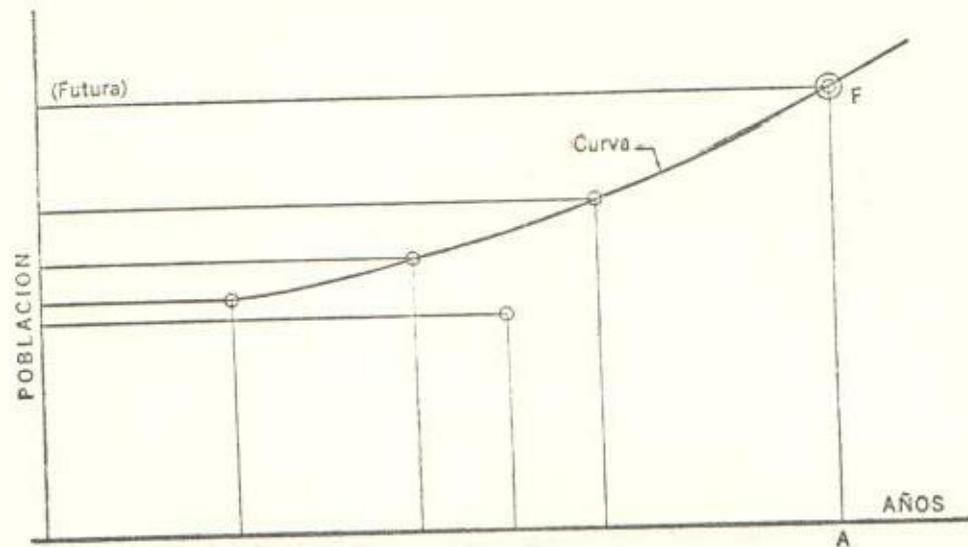


FIG. 2.

Según que el crecimiento se estudie aritméticamente o como "interés compuesto", el dibujo se hace en escala aritmética ordinaria o en papel semilogarítmico.

Cuando se dibuja en papel semilogarítmico, la tasa o índice \underline{n} de aumento de la población con base en la fórmula de interés compuesto, queda representada por una recta cuando es constante a lo largo de diferentes censos. Pero si, como sucede ordinariamente, \underline{n} no es constante entre los diferentes censos, la recta representativa cambia de inclinación.

Si se quiere, por ejemplo, hallar la población en un pe

río posterior X, Fig. 3, bien sea que el dibujo esté en escala aritmética o en semilogarítmica, pueden obtenerse diferentes resultados según el criterio del calculista; el punto d obtenido en la prolongación de a - b sería uno de ellos; si en b se hace un ángulo igual al de a, se obtendría la población c; etc.

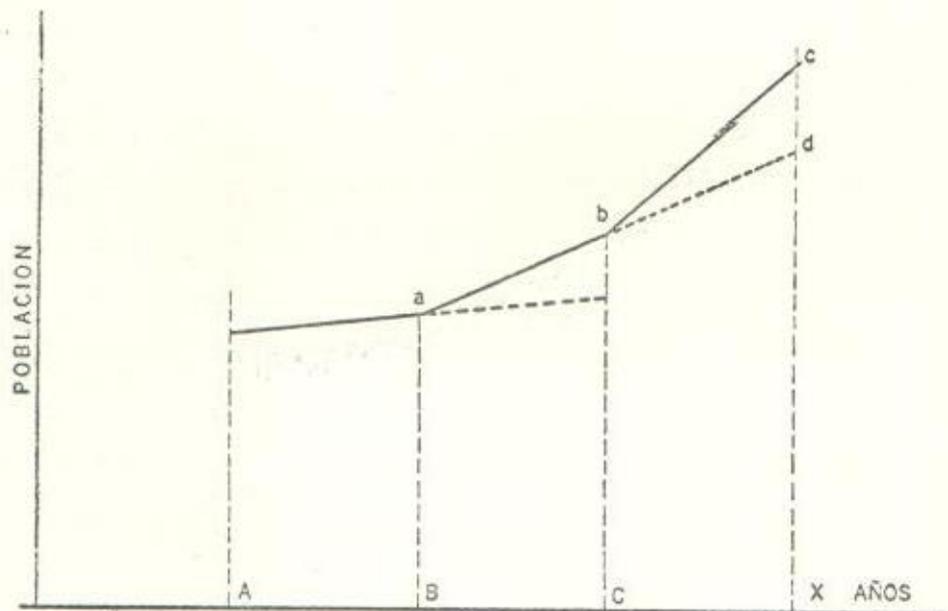


FIG. 3.

VARIACION LOGARITMICA.-

Este procedimiento consiste en considerar tres censos consecutivos, calcular la variación logarítmica entre ellos y, con base en esta cifra, hallar la población futura.

COMPARACION CON OTRAS CIUDADES.-

Otro método gráfico para calcular la población probable bastante empleado y el más lógico, sobre todo cuando se trata de un período largo y, posiblemente, el que da mayor exactitud, es el que consiste en comparar el crecimiento de la población que se estudia con el de otras ciudades cuando tenían alrededor del mismo número de habitantes. Las ciudades que sirven de comparación han de tener condiciones análogas a la que está en estudio, sobre todo por lo que respecta al comercio o a las industrias, factores éstos que deben pesar principalmente.

El crecimiento de una población es una función de un número muy grande de variables, cuya relación de causalidad con sus efectos no puede preverse; aún más, muchas de estas causas no pueden conocerse. Pero en cambio, es lógico suponer que tanto las causas como los efectos sean análogos en aquellas ciudades cuyo crecimiento, entre ciertos límites, ya se conoce y que de

bieron encontrarse en circunstancias semejantes.

Una vez escogidas las ciudades en número suficiente (por lo menos 5), se dibujan las curvas de crecimiento en papel semilogarítmico, si el crecimiento es logarítmico o, si es aritmético, a escala común, prescindiendo de las fechas pero considerando los intervalos de tiempo entre censos; al lado se dibuja la parte conocida de la curva de la población considerada y, por el punto correspondiente a la población del último censo se traza una horizontal que determine en las otras curvas puntos de igual población. Luego por medio de escuadras y partiendo del punto anteriormente indicado, se trazan paralelas a todas las curvas de las poblaciones, tanto por encima como por debajo del punto escogido. Hecho lo anterior, se procede a trazar una curva que cumpla con los siguientes requisitos:

- a) Que siga la forma anterior de crecimiento de la curva de la ciudad;
 - b) Que sea más o menos un promedio de las curvas de las otras poblaciones, dándole naturalmente más peso a aquellas curvas que representen más similitud con el desarrollo de la ciudad en cuestión.
- La Fig. 4 trata de dar una idea de este método.



FIG. 4

Para efecto de estimar el crecimiento, hay que tener en cuenta los factores que pueden producir un incremento rápido de la población; por ejemplo, cuando va a establecerse una gran industria en la ciudad considerada, o si se van a ejecutar obras cuantiosas que se suponga causarán un aumento considerable de la población, al menos por cierto tiempo. Igualmente es posible que se produzca un incremento fuerte de la población de un centro agrícola o ganadero, beneficiado con un importante plan vial.

OTROS METODOS.-

- a) También existe el procedimiento gráfico de dibujar a escala ordinaria, en abscisas los años de los censos y en ordenadas los porcentajes de crecimiento de la población, calculados por el método aritmético, en lugar del número de habitantes. La curva de mejor acomodamiento prescindiendo de los datos alejados de lo normal, dará en su prolongación a partir del último censo, la cifra de los habitantes futuros. Como se explicó atrás la tasa de crecimiento está aumentando en Latinoamérica y sólo en ocasiones esporádicas es decreciente.
- b) Los métodos anteriormente expuestos son los principales, pero existen más, que pueden estudiarse en los textos demográficos, para la determinación de la población futura. "PERO MAS IMPORTANTE QUE EL METODO EMPLEADO, ES EL RECTO CRITERIO DEL INGENIERO CALCULISTA".

Una vez estudiados los diferentes métodos para establecer el crecimiento poblacional, veamos ahora algunos ejemplos de valores per-cápita de litros por habitante y día, así mismo valores para otros menesteres. Para lo cual citaremos varios conceptos y ejemplos de dí

ferentes autores. Douglas, Spurr y Lathrop en el capítulo de ESTUDIOS SOBRE POBLACION dicen: "Estas investigaciones son necesarias para preveer las necesidades del abastecimiento de agua".

Fair, Geyer y Okun dicen: "1.2.- Abastecimiento y evacuación de aguas residuales de las comunidades.-

Las ciudades reciben agua para muchos fines:

- 1) Para usos potables y culinarios.
- 2) Para lavado y baños.
- 3) Para limpieza de ventanas, paredes y pisos.
- 4) Para calefacción y acondicionamiento de aire.
- 5) Para riego de prados y jardines.
- 6) Para riego y lavado de calles.
- 7) Para llenado de piscinas y estanques de vadeo.
- 8) Para exhibición de fuentes y cascadas.
- 9) Para generar energía eléctrica y de vapor.

- 10) Para emplearla en numerosos y variados procesos industriales.
- 11) Para protección de la vida y la propiedad contra incendios, y,
- 12) Para eliminar desechos caseros perjudiciales y potencialmente peligrosos (aguas negras) y aguas residuales industriales. Para abastecer estos usos variados que totalizan alrededor de 100 galones per-cápita por día (gpcd) (378,5 lts. por persona y por día) (lppd) en el promedio de las comunidades residenciales norteamericanas y 150 gpcd (547,8 lppd) o más en ciudades industriales grandes, el suministro de agua debe ser satisfactorio en calidad y adecuado en cantidad, fácilmente accesible al usuario, relativamente económico y de fácil evacuación después de que a satisfecho sus múltiples propósitos. Las obras de Ingeniería necesarias son las hidráulicas o sistemas de suministro de aguas y las de alcantarillado o sistemas de evacuación de aguas residuales".

Esquel Nordel dice: En el capítulo de suministros de agua - Industrial y Municipal.- "El agua es una sustancia que la industria usa en tan vastas cantidades,

que tanto en sus cantidades netas como en los tonelajes totales, sobrepasa en mucho a todos los otros materiales. Se requieren más de 250 toneladas de agua para fabricar una tonelada de acero; sobre 700 toneladas para fabricar una tonelada de papel; más de 1.200 toneladas para hacer una tonelada de aluminio. Esta lista se puede proseguir y se verá que, prácticamente, en cualquier industria el mayor tonelaje de material manejado es el agua.

En los Estados Unidos solamente, se estima que la cantidad de agua usada por día en plantas industriales, alcanza la fantástica cantidad de 130 mil millones de galones por día (481 mil millones de litros) o algo así como 542 millones de toneladas, o sea que se requeriría un tanque de 17 mts. de profundidad, 30 mts. de ancho y 1.040 Km. de largo para almacenar esta cantidad. Se ha estimado que para 1975 esta demanda habrá aumentado a los 220 mil millones de galones por día (710 mil millones de litros). (Ver Tabla 5.2. página 101)"

José Paz Moroto y José María Paz Casañé en su libro de "ABASTECIMIENTOS DE AGUA", Tomo I, dicen:
"Dotación de agua: Aunque la vigente (pero antigua) ley de aguas señala la cifra de 50 litros por habitante y día, la realidad ha hecho ver lo exiguo de la misma, y des-

de la promulgación del Estatuto Municipal de 1924 se aceptan las cifras de 150 litros por habitante y día para las poblaciones rurales y 200 litros para las de carácter urbano.

Como cifras medias prudenciales pueden aceptarse, a reserva de modificarlas para aquellas localidades que puedan llamarse progresivas. No obstante, cada vez van siendo más frecuentes las poblaciones que aspiran a estar dotadas con cifras superiores. . .

La dotación total puede suponerse repartida en cuatro conceptos: consumo privado, consumo industrial, servicios públicos y pérdidas.

Las cifras medias de detalle, podemos resumirlas en el siguiente cuadro explicativo:

SERVICIO CASERO	Litros
Para bebida, cocina y limpieza, por habitante día.....	20 a 30
Lavado de ropa, por habitante y día.....	10 a 15
Descarga de retrete, una.....	10 a 15
Un baño.....	300
Una ducha.....	20 a 30

SERVICIO CASERO		Litros
Consumo ordinario total por habitante y día		60
Riego de jardín por metro cuadrado y día..		2
Res mayor, por día.....		50
Res menor por día.....		10 a 15
Lavado de coche.....		200
SERVICIOS INDUSTRIALES		Litros
Destilería. Por hectolitro de alcohol		4,000
Fábrica de cerveza. Por litro de cerveza		15
Sidrería. Por litro		4
Bodega vinícola. Por litro de vino		2
Fábrica de paños. Por cada Kilogramo de lana.	{	
	Lana terminada	165
	Peinado y blanqueo ..	550
Matadero. Por cabeza de animal, sin incluir frigorífico		1,000
Azucareras	{	
	Por cada Tm. de remolacha lavada	4,000
	Por cada Kg. de azúcar	100
Fábricas de papel. Por cada Kg. de papel		1,500 a 3,000
Conservas industriales	{	
	Por cada Kg. de conservas de legumbres	6
	Por Kg. de conservas de frutas	15
Carnicerías: Por día		600

SERVICIOS INDUSTRIALES	Litros
Depósitos fruteros. Por Tm. de frutas a + 25°C a 4°C.....	2,000
Conservación. Por Tm. de frutas y día..	300
Depósitos frigoríficos. Por Tm. día de productos.....	400
Curtidos. Por Tm. de producto fabricado.....	10,000
Central lechera. Por litro de leche.....	8
Farmacia. Por día.....	600
Fábrica de gas. Por m3 de gas obtenido.	5 a 8
SERVICIO PUBLICO	Litros
Escuela. Por alumno y día.....	2
Cuarteles: { Por soldado y día.....	50
{ Por caballo y día.....	60
Hospitales y sanatorios. Por enfermo y día.....	100 a 500
Hoteles. Por huésped y día.....	100 a 130
Casas de baños: { Baños corrientes.....	500
{ Idem de vapor.....	700
Piscinas públicas. Por m2 y día.....	500
Fuentes con grifos sin salida continúa por día.....	3,000
Idem id. con id. id., por día.....	15000 a 20,000

Bocas de riego e incendios. Por segundo	5 a 10
Mataderos. Por res y día (medio)	150 a 400
Mercados. Por m ² y día	5
Estaciones. Por locomotora en servicio y día	6,000 a 8,000
Lavaderos. Por cada pila o equivalente	1,200.

ERNEST W. STEEL.- En su tratado de ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO dice lo siguiente:

" Antes de formular un proyecto de suministro de agua, es necesario determinar la cantidad requerida, lo que exige - obtener información sobre el número de habitantes que se rán servidos y su consumo de agua PER CAPITA, junto - con un análisis de factores que pueden afectar al consumo. Es corriente expresar el consumo de agua en litros por - habitante y día, cifra que se obtiene dividiendo por el núme ro total de individuos de la ciudad el consumo total de agua. Una cifra más exacta sería el consumo diario por persona servida.

Más difícil es estimar la población en un año ruturo. Va- rios métodos se han utilizado, pero es preciso señalar que el ingeniero debe enjuiciar por sí cual de los métodos es más apropiado. El conocimiento de la ciudad y de sus su- burbios, su área comercial, el crecimiento de las indus-

trias, el estado de desarrollo de la comarca circundante, la situación con respecto a los transportes por ferrocarril, marítimos o fluviales, o en cuanto a materias primas y artículos manufacturados, todo entrará en la estimación de la población futura. Por supuesto, los sucesos extraordinarios, como el descubrimiento de un próximo campo petrolífero o el imprevisto desarrollo de una nueva industria, - trastorna todos los cálculos en cuanto al futuro crecimiento y exigen un rápido aumento del agua y alcantarillas disponibles.

El porcentaje uniforme puede también aplicarse a ciudades antiguas que no experimentan una gran expansión, con un porcentaje de crecimiento de un 20 a 30 por 100 decenalmente. Hay que hacer notar que el índice de crecimiento de las ciudades disminuyen conforme éstas se van engrandeciendo.

METODO LOGISTICO:

Este método, adoptado por Velz y Eich para las ciudades, - supone el hecho de que las poblaciones crecen hasta alcanzar un grado de saturación que viene establecido por el límite de sus posibilidades económicas.

CONSUMO PARA VARIAS FINALIDADES:

Se lo puede dividir en: doméstico; comercial e industrial; -

usos públicos; pérdidas y derroches; y, animales domésticos.

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO:

El promedio diario de consumo de agua por habitante, varía ampliamente en las ciudades de Norteamérica; una estadística reciente da cifras variables entre 130 y 2000 litros. Tales variaciones dependen de ciertos factores fundamentales, entre ellos la importancia de la ciudad, presencia de industrias, calidad del agua, su costo, su presión, el clima, características de la población, si el suministro es o no medio, y eficacia de la administración de la empresa de aguas".

LAZARO URRA - FESSER en su Libro HIDROLOGIA URBANA, capítulo XIV bajo el título de "CANTIDAD DE AGUA NECESARIA PARA UN ABASTECIMIENTO" dicen lo siguiente:

"La cantidad de agua necesaria para un abastecimiento se determina por el número de habitantes de la población que se trata de abastecer y por la dotación o cantidad de agua que por habitante y día es menester para todos los servicios a que el agua se destina.

El número de habitantes de una población no es constante; - por regla general, va aumentando con el tiempo. El consumo

por habitante y día aumenta también. Las costumbres higiénicas van mejorando siempre y se requieren mayores cantidades de agua para baños y demás servicios caseros. Al crecer la población hay nuevas calles, más amplias que las antiguas; aumenta el número de jardines y parques; se construye nuevos edificios públicos, como escuelas, hospitales, etc.; aumenta también el número de industrias, y, en definitiva, cada vez hace falta más agua, tanto por el aumento de población como por el aumento de consumo por cabeza y día.

Es regla general que el consumo de agua en una población aumenta cuando aumenta la riqueza y el bienestar de sus habitantes.

DOTACION DE AGUA NECESARIA:

Todos los libros que tratan de abastecimientos de agua tienen algunas tablas indicando la cantidad de dicho líquido que se estima necesaria para los distintos usos. Nosotros copiamos a continuación una de estas tablas, sin responder de la exactitud de los datos contenidos en la misma, que nunca hemos creído necesario comprobar:

<u>SERVICIOS CASEROS</u>	<u>Litros</u>
Beber, guisar y limpieza, por cabeza y día,	20 - 30
Lavar, por cabeza y día	10 - 15

30.

Descarga de retrete; una	10 - 15
Un baño	300
Una ducha	20 - 30
Riego de jardín por m ² , al día	2
Caballo o res mayor, por día	75
Res menor, por día	15
Lavar un coche	200

SERVICIOS PUBLICOS

litros

Escuelas, por escolar y día	2
Hospitales, por habitante de la población y día .	5 - 10
Cuarteles, por hombre y día	50
Cuarteles, por caballo y día	70
Mataderos, por res y día	200-400
Mercados, por m ² y día	5
Riego de calles, por metro cuadrado	1,5
Estaciones de ferrocarril, Una locomotora, m ³ ..	10 - 20
Una boca de riego, litros por segundo	5,7

SERVICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES

Litros

Máquinas sin condensación por CV y hora	30
Máquinas con condensación por CV y hora	300-700
Motores de gas o Diesel, por CV y hora	30-50
Lavaderos, por cada 100 Kg. de ropa, m ³	1 - 2
Carnicerías, por día	600

Talleres de fotógrafo, por día	650
Confiterías, por día	425

Estos números, aunque no se puede pretender que sean rigurosamente exactos, podrán ser útiles en casos particulares; pero no es fácil deducir de ellos con aproximación suficiente la dotación por cabeza y días necesaria para un abastecimiento de población.

VARIACION DEL CONSUMO UNITARIO:

El consumo por cabeza y día aumenta por razón del mejoramiento de la higiene en las poblaciones. De los estudios de LHEUREUX se deduce que el aumento anual es del orden de cuatro a seis litros por cabeza y día, y que este aumento parece hoy, al menos, independiente de la dotación; por tanto, su relación a ésta, es decir, el porcentaje de aumento, es tanto menor cuanto mayor sea la dotación; y así, y de los datos concretos de varias poblaciones francesas, ha llegado a establecer la curva (Fig. 5).

Una primera deducción que se hace de esta curva es que el consumo unitario queda prácticamente estabilizado cuando se llega a dotaciones de 450 a 500 litros, si bien en esta parte del gráfico no se tienen datos muy concretos, por lo menos en lo que se refiere a las poblaciones europeas.

Figura 5.

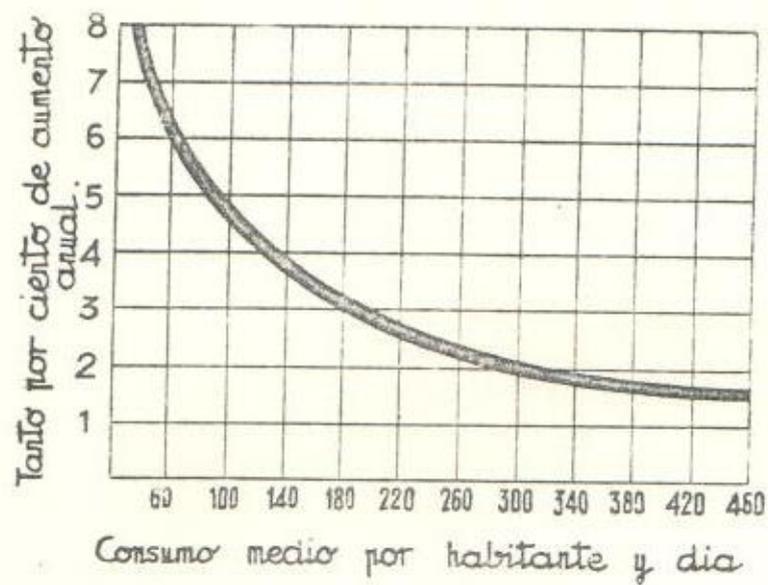


Figura 5

Los resultados que se obtienen de la curva anterior los podemos poner de manifiesto en un ejemplo:

Una población con dotación actual de 220 litros necesitará lo siguiente:

		litros
A los cinco años,	$220 (1+0,026)^5$	250
A los diez años	$220 (1+0,026)^{10}$	274
A los quince años	$220 (1+0,026)^{15}$	307
A los veinte años:	$220 (1+0,026)^{20}$	338
A los veinticinco años,	$220 (1+0,026)^{25}$	372
A los treinta años	$220 (1+0,026)^{30}$	404

1.3 ESTUDIOS DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION DE
GUAYAQUIL, REALIZADOS POR COMPAÑIAS EXTRANJE-
RAS :

1.3.a.-Co. PARSONS (USA).

La RALPH M. PARSONS COMPANY de los Angeles realizó un estudio para el alcantarillado para la ciudad de Guayaquil, estudio que lo tenemos resumido en las siguientes siete (7) páginas que son copias xerox del trabajo presentado por esta compañía.

Los datos de aportación de esta Compañía son los siguientes:

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>
1975	897.000
1980	1'120.000
1990	1'300.000
2000	1'500.000

Según esta Compañía, vemos que para después de 1995 el área habitacional llega a la saturación, indicando que cualquier proyección más allá del año 2000 será muy especulativa.

(Anexo 7 hojas xerox - Referencia archivos de EMAP).

Métodos para la Proyección de la Población

Existen varios métodos para la proyección de la población, los cuales son usados en la práctica de la Ingeniería Sanitaria:

1. Progresión aritmética, en el cual un aumento constante en el crecimiento es asumido para iguales períodos de tiempo.
2. Progresión geométrica, en este método un porcentaje constante de aumento es asumido para iguales períodos de tiempo.
3. Progresión geométrica modificada, el cual proporciona un resultado intermedio entre la progresión aritmética y geométrica.
4. Extensión gráfica, el cual es la extrapolación gráfica de la curva del crecimiento de la población.
5. Comparación geográfica, el cual compara el área en estudio con áreas de ciudades similares que ya poseen una población mayor que la del área de estudio.
6. Curva logística, en el cual la futura población está limitada a cierto grado de saturación por algunos factores, y además el crecimiento de un área se aproxima a la saturación a una tasa decreciente.

Para propósitos de discusión y comparación, la futura población ha sido desarrollada usando:

- (a) Progresión aritmética, basada en un crecimiento anual de la población igual al período de once años (1952-63).
- (b) Progresión geométrica, usando los estudios previos de S.E.U.R.E.C.A. para la Junta Cantonal de Agua Potable.
- (c) Progresión geométrica modificada, usando datos históricos sobre tasas de nacimientos, defunciones,

migración y saturación de la población, basada en una probable densidad de saturación.

Proyección de la Población

El más simple y probablemente el método más común de proyección de la población es sin duda el método de progresión aritmética.

La Tabla II-7-3 muestra la población futura basada en un crecimiento anual de 21.700 igual al promedio de crecimiento anual durante el período comprendido entre 1952-1963.

Tabla II-7-3

CALCULO DE LA POBLACION

PROGRESION ARITMETICA 1966-1992

<u>Año</u>	<u>Población Total</u>	<u>Año</u>	<u>Población Total</u>
1966	598.100	1984	988.000
1967	619.800	1985	1'010.400
1968	641.500	1986	1'032.100
1969	663.200	1987	1'053.800
1970	684.900	1988	1'075.500
1971	706.600	1989	1'097.200
1972	728.300	1990	1'118.900
1973	750.000	1991	1'140.600
1974	771.700	1992	1'162.300
1975	793.400	1993	1'184.000
1976	815.100	1994	1'205.700
1977	836.800	1995	1'227.400
1978	858.500	1996	1'249.100
1979	880.200	1997	1'270.800
1980	901.900	1998	1'292.500
1981	923.600	1999	1'314.200
1982	945.300	2000	1'335.900
1983	967.000		

En la Tabla II-7-4 están indicadas las cifras de la población, deducidas por S.E.U.R.E.C.A. usando una tasa de progresión geométrica de cerca de 4.5% por año hasta el año 1980. Una prolija revisión del cálculo de la población para el área de estudio de Guayaquil, revela que el informe de S.E.U.R.E.C.A. es el más reciente y más confiable.

Tabla II-7-4

CALCULO DE POBLACION*

PROGRESION GEOMETRICA 1966-1980

	<u>Natural**</u>	<u>Migración***</u>	<u>Población Total</u>
1966	-----	-----	598.100
1967	23.9	20.0	625.600
1968	23.9	20.0	654.300
1969	24.0	20.0	684.400
1970	24.0	20.0	715.900
1971	24.1	20.0	749.000
1972	24.2	20.0	783.600
1973	24.1	20.0	819.800
1974	24.1	20.0	857.600
1975	24.1	20.0	897.100
1976	24.1	20.0	938.500
1977	24.1	20.0	981.800
1978	24.0	20.0	1'027.000
1979	24.0	20.0	1'074.300
1980	23.9	20.0	1'123.600

* Estudios realizados por S.E.U.R.E.C.A. para la Junta Cantonal de Agua Potable usando un promedio de crecimiento de 4.55% por año.

** Tasa de nacimiento menos tasa de defunciones por 1000.

*** Migración por 1000.

Este informe investiga un tercer método de predicción de la población, el cual asume:

- (a) La tasa futura de nacimientos se estabilizaría en cerca de 32.0 por 1000.
- (b) La tasa futura de defunciones se reduciría y estabilizaría progresivamente a cerca de 8.0 por 1000.
- (c) La tasa total de la migración neta anual crecería generalmente en proporción al total de la población y a la oportunidad económica.
- (d) Considerando la densidad actual, distribución de la población, zonificación, uso de la tierra, accesibilidad y la proximidad de las áreas industriales y comerciales, el promedio futuro de saturación de la densidad será igual a 180 personas por hectárea.
- (e) El área de servicio para el diseño será aproximadamente de 8.400 hectáreas.

La Tabla II-7-5 presenta una predicción de la población usando el criterio arriba mencionado.

Tabla II-7-5

POBLACION CALCULADAPROGRESION GEOMETRICA MODIFICADA 1966-1988

<u>Año</u>	<u>Población Natural*</u>	<u>Migración de Población</u>	<u>Población Total</u>
1966	---	---	598.100
1967	14.400	8.500	621.000
1968	14.900	8.500	644.000
1969	15.400	8.500	667.900
1970	16.000	9.000	692.900
1971	16.600	9.000	718.500
1972	17.200	9.000	744.700
1973	17.900	9.500	772.100
1974	18.500	9.500	800.000
1975	19.200	9.500	828.800
1976	19.900	10.000	858.700
1977	20.600	10.000	889.300
1978	21.300	10.000	920.600
1979	22.200	10.500	953.300
1980	22.900	10.500	986.700
1981	23.700	10.500	1'020.900
1982	24.500	10.500	1'055.900
1983	25.300	11.000	1'092.200
1984	26.200	11.000	1'129.400
1985	27.100	11.000	1'167.500
1986	28.000	12.000	1'207.500
1987	28.900	12.000	1'248.400
1988	29.900	12.000	1'290.300

* Usando la tasa de nacimientos menos la tasa de defunciones igual a 24.0 por mil.

La Figura II-7-B presenta gráficamente el resultado de los tres métodos usados en el estudio de la población.

El resultado de la progresión aritmética puede ser considerado como el pronóstico mínimo probable y el resultado de la progresión geométrica puede ser considerado como el máximo factible. La progresión geométrica modificada está cerca del promedio entre los resultados aritméticos y geométricos.

El año 1995 ha sido escogido como una mira y ha sido asumido como un término para la predicción de la población. Cualquier proyección más allá del año 2000 será muy especulativa. Además el período de utilidad de las instalaciones de alcantarillado tales como estaciones de bombeo y sistemas de tratamiento preliminar está limitado a 30 años.

En este informe, se usan las siguientes cifras de población y densidad para los propósitos de diseño del alcantarillado.

Tabla II-7-6

POBLACION ESTIMADA

CRECIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO DE GUAYAQUIL

AÑO	Area Estimada (Ha.)	Población Estimada	Densidad Habitantes/Ha.	Densidad Habitantes/acre
1965	4515	572.000	127	51
1970	5015	716.000	143	58
1975	6230	897.000	144	58
1980	7300	1'120.000	154	62
1985	7400	1'220.000	165	67
1990	7450	1'300.000	175	71
1995	7500	1'350.000	180	73
Saturación	8400	1'500.000	180	73

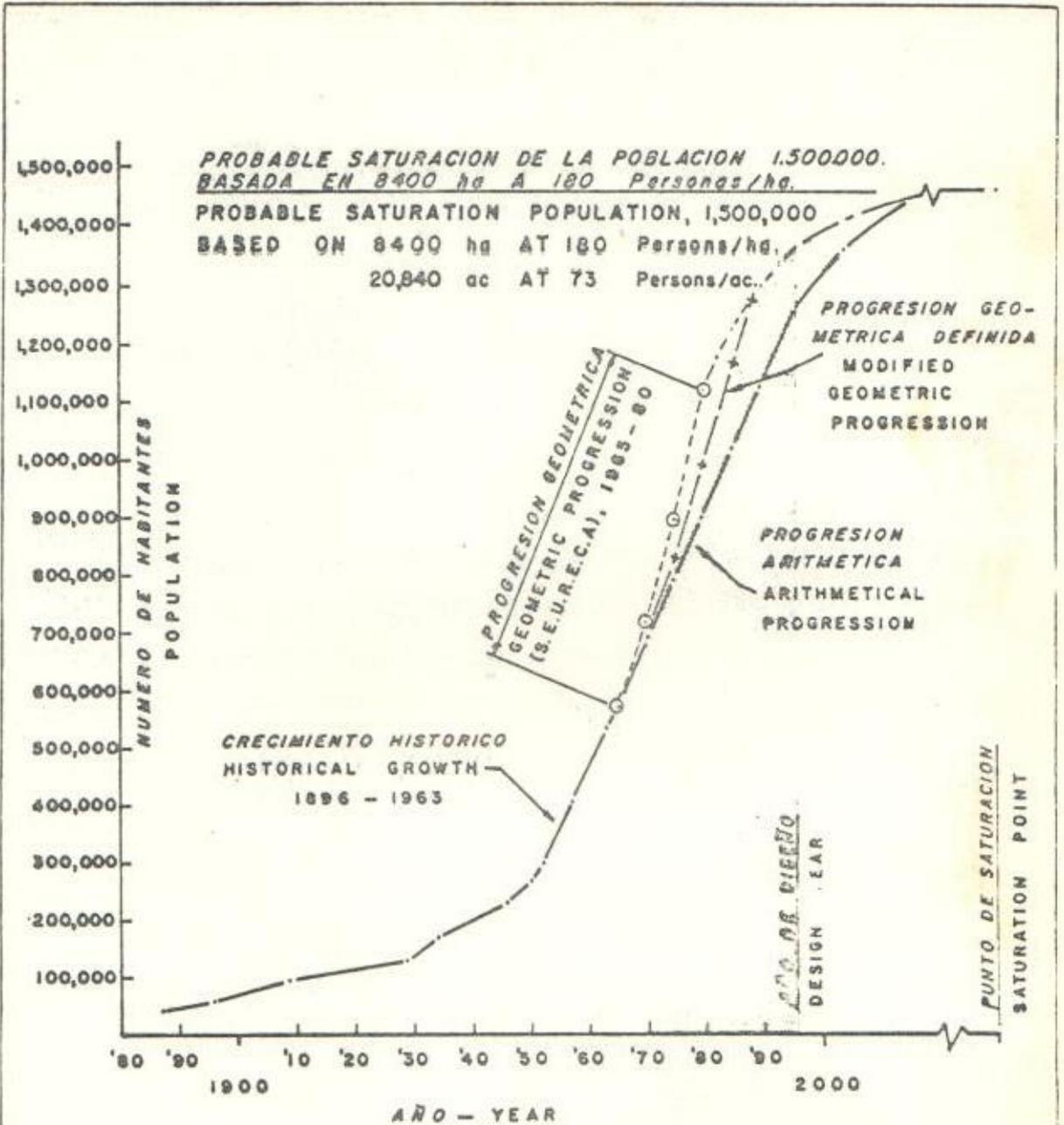
POPULATION GROWTH AND DENSITY OF THE GUAYAQUIL STUDY AREA

THE WATER & SEWERAGE COMPANY

PROYECTO DE ALCANTARILLADO PARA LA ZONA DE ESTUDIO DE GUAYAQUIL

SANITARY SEWERAGE PROJECT

FIGURE II-7-6



PREDICCIÓN DE LA POBLACION EN EL AREA ESTUDIADA

POPULATION PREDICTION WITHIN THE GUAYAQUIL STUDY AREA

<p>THE RALPH M. PARSONS COMPANY LOS ANGELES - GUAYAQUIL</p>	<p>PROYECTO DE ALCANTARILLADO PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR SANITARY SEWERAGE PROJECT MUNICIPALITY OF GUAYAQUIL-ECUADOR</p>	<p>FIGURA FIGURE II-7-B</p>
---	--	---

1.3.b. - COMPañIA SEURECA (FRANCESA).

Ellos dicen: "Hemos definido para Guayaquil tendencias, que para el período estudiado 1960 - 1980, conducen a un índice vegetativo que se evalúa entre los límites de 24,5% y 23,9% y a un índice de migración anual medio de 20%, índice referido a la población alcanzada a fin de año.

La aplicación de estos diferentes índices anuales a la población de base asignada para Guayaquil a fines de 1959, sea 438.000 moradores, conduce a un cálculo estimativo de que la población para fines de 1980 será de 1'123.000 habitantes.

Estos cálculos han sido efectuados a partir de la fórmula general de evolución:

$$P = \frac{P_0}{1 - (T_v + T_m)}$$

donde:

P = población alcanzada a fin de año.

P₀ = población al principio del mismo año (fin de año anterior).

T_v = índice vegetativo expresado en ‰ en relación a la población del año correspondiente P .

T_m = índice de las migraciones expresadas en ‰ en relación con la población del año correspondiente.

Los índices T_v y T_m han sido deducidos, año por año, de las curvas de evolución de nacimientos, defunciones, migraciones.

Hemos buscado el índice a de crecimiento medio anual, deduciendo de la fórmula:

$$P = P_0 (1 + a)^n$$

Con $P = P_{60}$, o sea 1'123.000 habitantes

P_0 = población inicial a principios del 61
o sea 458.000 habitantes, = P_{60}

n = 20 años, es decir:

$$1.123.000 = 458.000 (1 + a)^{20}$$

este índice es igual a 45,5‰

El índice de crecimiento anual; 45,5‰, así determinado se aproxima a los que caracterizan la evolución de algunas grandes ciudades semejantes, tanto en América Latina como en otros Continentes".

El cuadro siguiente (cuadro XII) da detalladamente por año y por grupo la evolución prevista.

CUADRO Nº XII — EVOLUCION DE LA POBLACION DE GUAYAQUIL 1950-1980

REALIZACIONES					PREVISIONES				
Años	Indice vegetitivo °/oo	Indice migraciones °/oo	Población	Indice me- dio anual °/oo	Años	Indice vegetitivo °/oo	Indice migraciones °/oo	Población	Indice me- dio anual °/oo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1940	3,3	22,6	193.000	33.0 °/oo	1960	24,5	19,3	458.000	45.5 °/año
1941	5,9	24,2	199.000		1961	23,4	19,5	478.500	
1942	8,0	21,2	205.000		1962	23,6	19,8	500.200	
1943	15,1	13,3	211.000		1963	23,6	20,0	527.000	
1944	15,5	16,6	218.000		1964	23,7	20,0	547.000	
1945	18,4	12,7	225.000		1965	23,7	20,0	572.000	
1946	16,4	18,0	233.000		1966	23,8	20,0	598.100	
1947	16,2	17,0	241.000		1967	23,9	20,0	625.600	
1948	18,5	13,6	249.000		1968	23,9	20,0	654.300	
1949	17,7	17,2	258.000		1969	24,0	20,0	684.400	
1950	21,3	12,6	267.000		1970	24,0	20,0	715.900	
1951	21,6	24,9	280.000		1971	24,1	20,0	749.000	
1952	21,0	29,9	295.000		1972	24,2	20,0	783.600	
1953	21,1	38,3	314.000		1973	24,1	20,0	819.800	
1954	23,0	48,0	338.000		1974	24,1	20,0	857.600	
1955	24,5	49,5	365.000		1975	24,1	20,0	897.100	
1956	24,8	27,4	385.000		1976	24,1	20,0	938.500	
1957	22,6	22,0	403.000		1977	24,1	20,0	981.300	
1958	20,8	19,7	420.000		1978	24,0	20,0	1.027.000	
1959	22,4	18,7	438.000	1979	24,0	20,0	1.074.300		
					1980	23,9	20,0	1.123.600	

Continuando con el cálculo hasta el año 2000, y manteniendo el índice de crecimiento del 45,5%, tenemos el cuadro siguiente:

<u>AÑOS</u>	<u>HABITANTES</u>
1980	1'123.600
1981	1'174.723
1982	1'228.173
1983	1'284.055
1984	1'342.480
1985	1'403.563
1986	1'467.425
1987	1'534.192
1988	1'603.998
1989	1'676.980
1990	1'753.283
1991	1'833.057
1992	1'916.461
1993	2'003.660
1994	2'094.827
1995	2'190.141
1996	2'289.793
1997	2'393.979
1998	2'502.905
1999	2'616.787
2000	2'735.851

Resumiendo los años bases que nos interesa para el presente estudio, tenemos:

<u>AÑOS</u>	<u>HABITANTES</u>
1975	897.100
1980	1'123.600
1990	1'753.283
2000	2'735.851

1.4 ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION DE GUA- YAQUIL, SEGUN DATOS OBTENIDOS POR ORGANISMOS NACIONALES:

1.4.a.-CENSOS DE 1950 y 1962

CENSO DE POBLACION 1950: Archivos del Instituto Nacional de Estadística.

POBLACION URBANA, SUBURBANA Y RURAL DE LA REPUBLICA, POR PROVINCIAS, CANTONES, (NUMEROS ABSOLUTOS).

<u>Provincias y Cantones</u>	<u>Hombres y Mujeres, Censados</u>	<u>Urbana</u>	<u>Suburbana</u>	<u>Rural</u>
Provincia del Guayas:	582.144	288.746	59.061	234.337

Cantones:

Guayaquil	331.942	258.966	7.671	65.305
Balzar	33.761	2.920	11.699	19.142
Daule	79.082	4.501	12.936	61.645
Milagro	41.199	13.736	9.195	18.268
Salinas	15.155	2.672	2.895	9.588
Sta. Elena	40.077	2.775	9.989	27.313
Yaguachi	40.928	3.176	4.676	33.076

CENSO DE POBLACION 1962 (25 de Noviembre):

ARCHIVOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA.

POBLACION URBANA (Cabecera Cantonal), SUBURBANA (Zona Periférica) y RURAL (Parroquias Rurales) DE LA REPUBLICA, POR PROVINCIAS y CANTONES (números absolutos).

<u>Provincias y Cantones</u>	<u>Hombres y Mujeres Censados</u>	<u>Urbana</u>	<u>Suburbana</u>	<u>Rural</u>
Provincia del Guayas:	979.223	574.197	(suburbana + rural = 405.026)	

Cantones:

Balzar	63.766	6.588	11.486	45.692
Daule	83.807	7.428	27.381	48.998
Guayaquil	567.895	510.804	4.685	52.406

Milagro	67.623	28.148	14.166	25.309
Naranjal	16.905	2.982	5.091	8.832
Salinas	25.498	5.460	3.001	17.037
San Borondón	13.914	3.823	1.175	8.916
Santa Elena	50.227	4.241	13.254	32.732
Urbina Jado	30.562	1.724	12.540	16.298
Yaguachi	59.026	2.996	9.600	46.430

Con los datos estadísticos de los censos de 1950 y 1962 - estamos en capacidad de calcular para los diferentes años objeto de nuestro estudio. Aplicando el método del "CRECIMIENTO ARITMETICO" estudiado en el tema 1.2. Fig. 1 tenemos los siguientes valores:

<u>AÑOS</u>	<u>POBLACION</u>
1950	258.966
1962	510.804
1975	783.628
1980	888.560
1990	1'098.424
2000	1'308.288

1.4.b.-EL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA realizó una PROYECCION de la población del Ecuador desde 1960 a 1975; (por solicitud expresa del suscrito, remitieron los datos de 1970 hasta 1975; para el presente trabajo acompa

ño una copia xerox, de dichos documentos).

La rata de crecimiento que mantiene INE para el presente caso es de 5,16%. Si en base de los datos de INE y - manteniendo el mismo régimen de crecimiento, proseguimos el cálculo hasta el año 2000, tenemos los siguientes valores:

<u>AÑOS</u>	<u>POBLACION</u>
1975	1'019.948
76	1'072.577
77	1'127.921
78	1'186.121
79	1'247.324
1980	1'311.685
81	1'379.367
82	1'450.542
83	1'525.389
84	1'604.099
85	1'686.870
86	1'773.912
87	1'865.445
88	1'961'701
89	2'062.924

<u>AÑOS</u>	<u>POBLACION</u>
1990	2'169.370
91	2'281.309
92	2'399.024
93	2'522.813
94	2'652.990
95	2'789.884
96	2'933.842
97	3'085.228
98	3'244.425
99	3'411.837
2000	3'587.887

50.

Oficio No. 0240.

Quito, a

19 JUN 1973

Señor Ingeniero
TULIO LOPEZ A.
Empresa Agua Potable
Casilla 5253
Guayaquil.

De nuestra consideración:

Con respecto a su atenta solicitud de 10 de junio, me permito adjuntar al presente, un cuadro de la población estimada, de 1970 a 1975, de las ciudades que usted solicita.

Sin otro particular, me es placer
terero suscribir del señor Ingeniero,

Muy atentamente,

DIOS, PATRIA Y LIBERTAD,


CARLOS A. GORDON,
Jefe de Despacho.

PROYECCION DE LA POBLACION DE LAS CIUDADES QUE A CONTINUACION SE EXPRESAN POR LOS AÑOS DE 1970 A 1975

	1970	1971	1972	1973	1974	1975
<u>Cantón Guayaquil</u>	<u>860.974</u>	<u>903.369</u>	<u>947.482</u>	<u>993.467</u>	<u>1'041.440</u>	<u>1'091.190</u>
Cabecera Cantonal	794.301	835.812	879.016	924.066	971.138	1'019.948
Zona Periférica	5.117	5.139	5.162	5.184	5.205	5.226
Parroquias Rurales	61.556	62.418	63.304	64.197	65.097	66.016
<u>Cantón Daule</u>	<u>99.459</u>	<u>101.019</u>	<u>102.622</u>	<u>104.242</u>	<u>105.879</u>	<u>107.548</u>
Cabecera Cantonal	10.259	10.637	11.022	11.417	11.822	12.233
Zona Periférica	30.274	30.432	30.593	30.755	30.918	31.082
Parroquias Rurales	58.926	59.950	61.007	62.070	63.139	64.233
<u>Cantón Salinas</u>	<u>36.830</u>	<u>38.350</u>	<u>39.935</u>	<u>41.580</u>	<u>43.288</u>	<u>45.067</u>
Cabecera Cantonal	8.690	9.172	9.674	10.200	10.750	11.324
Zona Periférica	3.942	4.050	4.162	4.275	4.390	4.508
Parroquias Rurales	24.198	25.128	26.099	27.105	28.148	29.235
<u>Cantón Santa Elena</u>	<u>59.735</u>	<u>60.680</u>	<u>61.649</u>	<u>62.627</u>	<u>63.615</u>	<u>64.622</u>
Cabecera Cantonal	5.562	5.729	5.899	6.070	6.245	6.421
Zona Periférica	15.761	16.004	16.253	16.505	16.759	17.018
Parroquias Rurales	38.412	38.947	39.497	40.052	40.611	41.183

1.4.c.-ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL).

La ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL , conciente de su papel en el desarrollo científico y económico de la nación, está vinculada activamente con INECEL.

De tales actividades, podemos mencionar como resultado un último trabajo que lleva el título "PROGRAMA APLICABLE A LOS ESTUDIOS DE MERCADO DE ENERGIA ELECTRICA DEL ECUADOR" (Mayo, 1973), realizado por los Ingenierós Raúl Maldonado (INECEL) y Juan Saavedra (ESPOL).

Dicho estudio abarca los años de 1972 a 1990 y señala como régimen de crecimiento 5,13%.

De aquí partimos en nuestra investigación para entregar - datos posibles hasta el año 2.000.

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>
1990	2'166.810
1991	2'278.184
1992	2'395.283
1993	2'518.401
1994	2'647.847

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>
1995	2'783.946
1996	2'927.041
1997	3'077.491
1998	3'235.674
1999	3'401.988
2000	3'576.850

A continuación entregamos una xerocopia facilitada por los técnicos ya mencionados.

SISTEMA JAYAS LOS RIOS*** GUAYAGU:

ANO	PALAC (MILES)	POP SERV O/O	HETS POR APOV	ARCHIVOS (MILES) RESID	CONSUMOS (GV) COVER	RESID	COVER	INDUS	US	TOTAL	PERD O/O	EMERGENCIA (GV) FC	DEMANDA FC O/O	POTEN (KW)
1972	879.02	63.1	9.5	92.50	15.20	149.0	57.8	155.8	18.0	370.6	9.0	407.2	53.0	87.7
1973	924.20	65.1	9.2	100.33	16.05	165.3	63.7	164.4	19.4	411.9	8.9	4	52.9	87.4
1974	971.70	67.1	8.9	109.77	17.40	184.5	72.5	184.1	20.4	460.7	8.8	5	52.9	108.9
1975	1021.65	69.2	8.6	117.99	18.95	205.1	82.5	205.2	21.4	515.3	8.8	6	52.9	121.7
1976	1074.16	71.3	8.4	127.70	20.43	229.9	93.8	230.9	22.4	576.3	8.7	7	52.9	136.0
1977	1129.37	73.4	8.1	135.29	22.12	256.5	105.7	258.7	23.5	644.5	8.7	8	52.9	152.0
1978	1187.42	75.6	7.9	149.67	23.94	285.9	121.3	289.7	24.7	720.7	8.6	9	52.9	169.9
1979	1243.45	77.8	7.7	161.90	25.90	318.5	137.7	324.5	24.9	805.8	8.6	10	52.9	189.9
1980	1312.62	80.0	7.5	175.01	28.00	354.7	155.3	353.4	26.2	900.8	8.5	11	52.9	212.1
1981	1380.09	82.1	7.3	189.05	30.34	394.5	177.3	407.0	27.6	1005.7	8.5	12	53.0	235.9
1982	1451.03	84.3	7.1	204.05	32.64	435.7	201.0	455.9	29.0	1124.7	8.4	13	52.9	264.5
1983	1525.01	86.5	6.9	220.04	35.20	487.3	227.6	510.6	30.5	1256.1	8.3	14	52.9	292.3
1984	1604.03	88.6	6.7	237.04	37.92	540.7	257.4	571.9	32.0	1402.2	8.3	15	52.9	329.4
1985	1686.65	90.7	6.6	255.09	40.81	593.3	290.9	640.5	33.7	1564.6	8.2	16	52.9	367.4
1986	1773.16	92.7	6.4	274.20	43.57	653.5	328.3	717.4	35.4	1744.8	8.2	17	52.9	409.4
1987	1864.30	94.7	6.3	294.36	47.09	733.7	370.1	803.5	37.2	1944.6	8.1	18	52.9	455.1
1988	1960.13	96.6	6.2	315.52	50.49	810.2	416.5	899.9	39.2	2166.0	8.1	19	52.9	507.7
1989	2060.59	98.3	6.0	337.84	54.05	893.4	459.3	1007.9	41.2	2410.9	8.0	20	52.6	554.7
1990	2164.91	100.0	6.0	361.13	57.78	983.6	525.5	1125.8	43.3	2691.5	8.0	21	53.0	627.7
TASAS	O/O			7.86	7.56	11.09	13.24	11.99	5.13	11.62		11.55		11.55

1.5 SINTESIS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR LA DIRECCION TECNICA DE EMAP SOBRE EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE DAULE Y CRITERIO ADOPTADO PARA SANTA ELENA Y SALINAS:

El reciente estudio realizado por la Dirección Técnica para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Daule se obtuvieron los siguientes resultados:

Para 1991 la población urbana de Daule tendrá 24.000 habitantes con una dotación de 140 litros por habitante y día.

El consumo diario será:

$$Q = \frac{24.000 \times 140}{1.440} = 2.333 \text{ litros/minuto} \\ = 3.360 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{\text{max}} = 1,2 \times \text{consumo promedio diario} \\ = 1,2 \times 2.333 = 2.800 \text{ lit./min.} = 4.031 \text{ m}^3/\text{día}$$

En el censo de 1962 tenía: 8.000 habitantes (aproximadamente). El censo realizado por EMAP en 1971 tenía: 12.000 Habitantes (exacto 11.926 habt.)

Si en base de estos dos datos calculamos para años posteriores tenemos lo siguiente:

METODO ARITMETICO.-

<u>AÑOS</u>	<u>HABITANTES</u>
1962	8.000
1971	12.000
1976	14.222
1981	16.444
1986	18.666
1991	20.888

METODO GEOMETRICO.-

<u>AÑOS</u>	<u>HABITANTES</u>
1962	8.000
1971	12.000
1976	18.840
1981	23.604
1986	29.560

METODO INTERES COMPUESTO.-

1962	8.000
1971	12.000
1976	14.600
1981	17.763
1986	21.611
1991	26.295

Para éste último adoptamos una tasa de crecimiento anual de 4%. Si todos estos valores así determinados por diferentes métodos los ponemos en una curva, vemos que para 1991 el valor más aceptable es de 24.000 habitantes.

Con la provisión de agua potable a Daule tenemos como consecuencia:

1. Posibilidad de incrementos de consumos de agua, por efectos del abastecimiento mismo.
2. Posibilidad de mejoras urbanísticas: pavimentación, energía eléctrica y otros.

Hoy en día tenemos un consumo de 10 - 40 litros por habitante y día, con abastecimientos desde "LATOMA" por medio de tanqueros.

EMAP ha considerado un consumo de 140 litros por habitante y día.

Además tenemos que la demanda contra incendio de acuerdo a la fórmula utilizada por el Instituto de Obras Sanitarias (IOS):

$$Q = 10\sqrt{P}$$

siendo P la población servida.

La demanda doméstica: 2.300 litros/minuto al final del período de diseño.

En lo referente a Santa Elena y Salinas, podemos indicar, sin temor a equivocarnos que la situación es similar o igual a Daule. Entonces podemos tomar un valor igual al calculado para Daule.

1.6 CANTIDAD DE AGUA ENVIADA DE "LA TOMA" A GUAYAQUIL DESDE 1952 a 1973.- Cuadro Comparativo:

Agua suministrada a la ciudad de Guayaquil en metros cúbicos (m^3), desde la Planta de Producción "LA TOMA"

<u>AÑO</u>	<u>M³/año</u>
1952	9'532.900
53	13'828.500
54	16'147.100
55	17'960.520
56	19'725.770
57	20'141.270
58	20'900.200
59	21'180.500
1960	22'869.400
61	25'599.290
62	31'026.450

<u>AÑO</u>	<u>M³/año</u>
1963	31'262.600
64	33'088.800
65	34'155.300
66	33'690.200
67	33'238.800
68	37'489.500
69	40'358.800
1970	42'456.500
71	50'298.633
72	59'059.196
73	64'119.195

1.7 DEMANDA ACTUAL DE AGUA POTABLE,-

Cuadro Comparativo:

Se comprende que en una ciudad como Guayaquil, de población marcadamente heterogénea resulta imposible servir - en el suministro de agua al 100% de sus habitantes. El "Obras Sanitarias de la Nación" (OSN), Organismo Argentino recomienda se provea de agua potable por lo menos al 70% de la población.

Pretendemos aclarar lo expuesto anteriormente con las siguientes referencias que conciernen a los cinco últimos años:

Años	Cantidad de agua enviada a Guayaquil (M3/Año)	Población Guayaquil (INE)	70% de la población de Guayaquil	Demanda Per cápita de L/H.D	
				70% Pobl.	100% Pobl.
1969	40'726.520	754.633	528.243	211,23	147,85
1970	43'157.512	794.301	556.010	212,65	148,86
1971	50'298.633	835.812	585.068	235,50	164,87
1972	59'059.196	879.016	615.311	262,90	184,07
1973	64'119.195	924.086	646.860	272,57	190,10

Con esto comprobamos que al imponernos el coeficiente de servicio del 70% estamos cumpliendo con la colectividad. Pero la meta debe ser el 100%.

1.8 DEDUCCION A BASE DE LOS DATOS PRECEDENTES DE LA FUTURA POBLACION DE GUAYAQUIL Y CALCULO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE HASTA EL AÑO 2.000

A continuación transcribimos, sintetizado en un cuadro, - los valores determinados por las diferentes compañías e instituciones que hicieron estudios de población para Guayaquil.

Compañías e Instituciones	A Ñ O S			
	1975	1980	1990	2000
PARSONS	897.000	1'120.000	1'300.000	1'500.000
SEURECA	897.100	1'123.000	1'753.283	2'735.851
CENSO	783.628	888.560	1'098.424	1'308.288
INE	1'019.948	1'311.685	2'169.370	3'587.887
ESPOL	1'021.650	1'312.620	2'166.810	3'576.850
TOTAL	4'619.326	5'756.465	8'487.887	12'708.876
PROMEDIO	923.865	1'151.293	1'697.577	2'541.775
SEMEJANTE A:	924.000	1'152.000	1'700.000	2'542.000

Según Enrique Cansado: cuando tenemos valores distintos de varias observaciones, debemos hacer uso del concepto de desviación típica, etc, etc. Pero en el presente caso como las observaciones son apenas cinco (5) y dichos valores calculados para los años indicados no difieren en mucho unos de otros, sin incurrir en ningún error podemos tomar el término medio de estas observaciones.

El siguiente cuadro nos indica el porcentaje de aumento de consumo de agua PER CAPITA, entre 0 y 30 años. La Dirección Técnica de EMAP trata de llegar lo más cerca posible a estos valores.

<u>AÑOS</u>	<u>% DE AUMENTO</u>
0	0
10	16
15	23
20	32,5
25	42
30	56,5

Nuestro año de partida será 1970, teniendo una dotación de 212 l/h.d.

Según estos datos tenemos que:

<u>AÑOS</u>	<u>Litros/habitante y día</u>
1970	212
1975	---
1980	246
1990	281
2000	332

Si aplicamos la curva de LHEUREUX página 32, Fig. 5 tenemos los siguientes valores:

<u>AÑOS</u>	<u>Litros/habitante y día</u>
1970	212
1975	239
1980	266
1990	319
2000	373

Por la comparación de los valores de EMAP y curva de LHEUREUX, podemos adoptar el siguiente criterio:

<u>AÑOS</u>	<u>Litros/habitante y día</u>
1970	212
1975	240
1980	260
1990	300
2000	355

Ahora determinemos los metros cúbicos de agua que necesitaremos para 1975:

$$924.000 \text{ hbt.} \times 240 \text{ l/h.d} \times 365 \text{ días} = 80'942.400 \text{ m}^3/\text{día}$$

En la misma forma podemos calcular para los demás años, todo esto queda resumido en el siguiente cuadro:

<u>AÑOS</u>	<u>M3/año</u>	<u>semejante a:</u>
1975	80'942.400	81'000.000
1980	109'324.800	110'000.000
1990	186'150.000	187'000.000
2000	329'379.650	330'000.000

1.9 ANEXO :

"Análisis de las ampliaciones efectuadas al sistema de abastecimiento "LA TOMA" - Guayaquil desde el año 1950 - 1980." (trabajo presentado por el Ing. Mario Chávez, Técnico de EMAP) (7 páginas útiles xerox y 2 gráficos).

El vertiginoso crecimiento poblacional de la ciudad de Guayaquil desde 1950 en adelante ha causado y continua causando dificultades a las Empresas de Servicio Público, obligando en la mayoría de los casos a modificar programas de ejecución de obras y a cambiar de criterios respecto a prioridades previamente establecidas, lo que "debilita" determinados sectores del Sistema de Abastecimiento o de Prestación de Servicios según sea el caso.

En la Empresa Municipal de Agua Potable de Guayaquil, este tipo de dificultades anotadas impacta probablemente con mayor fuerza por múltiples razones, pero fundamentalmente por la condición de indispensabilidad del agua potable, vital elemento sin el cual es prácticamente imposible vivir.

Observando y analizando datos estadísticos referentes al abastecimiento de agua potable para la ciudad de Guayaquil desde que se inició el funcionamiento de la Planta de Tratamiento La Toma, es decir desde 1950 comprobamos que la parte más débil del Sistema de Abastecimiento es la correspondiente a la capacidad instalada de bombeo con un déficit que para el presente año lo estimamos en aproximadamente 2.600 m³/hora (62.400 m³/día), pues no se cuenta con unidades de reserva y este valor es su equivalente.

La afirmación anterior la hacemos fundamentados en la curva teórica de proyección de la demanda hasta 1980, que se adjunta al presente trabajo, y que es el resultado de la siguiente información y criterios:

- Censos de Población de los años 1950 y 1962
- Estadísticas de la Junta Nacional de Planificación en las que se estima la población de Guayaquil para 1973
- Curva de tendencia probable de crecimiento de población de Guayaquil hasta 1980, según el Departamento Técnico de EMAP.

En general se considera que la dotación o consumo per habitante por día es un valor que tiende a incrementarse con el tiempo, debido principalmente al mejoramiento general de las condiciones de vida e higiene así como al desarrollo industrial de un país. En este sentido se han llevado a cabo diversos estudios en diferentes países con el fin de determinar la magnitud de este aumento, entre los que citaremos a L. Metcalf (EE.UU.), Obras Sanitarias de la Nación (Argentina) y SEURECA (Francia); los dos primeros para sus países de origen res-

pectivos, y el último para la ciudad de Guayaquil, de acuerdo a un contrato firmado con la entonces Junta Cantonal de Agua Potable.

Metcalf comprobó los siguientes valores de aumento de la dotación con el tiempo:

Años	Años	% de aumento
1957	0	0
1970	10	8
1975	15	20
1980	20	44
	25	80
	30	115

Obras Sanitarias de la Nación (OSN) comprobó para la Argentina los siguientes valores:

Años	Años	% de aumento
	0	0
	10	6.4
	15	16
	20	35.2
	25	64
	30	100

Ambos países están indudablemente bastante más desarrollados que el Ecuador y por lo tanto no pretenderemos que el incremento de la dotación alcance los mismos valores con el transcurso del tiempo. Sin embargo, observando los datos anteriores se nota una cierta correlación entre ambos estudios, pues los valores para la Argentina son sensiblemente iguales al 80% de los hallados por Metcalf en E.N.O.U. Esta circunstancia nos ha permitido asignar al aumento de dotación para Guayaquil, valores equivalentes al 50% de los comprobados por Metcalf para su estudio, y son los siguientes:

Años	Años	% de aumento
1970	0	0
1975	10	4
1980	15	10
	20	22
	25	40
	30	57.5

Por otra parte, SEURECA en su Estudio General Sobre Abastecimientos Actual y Futuro para la ciudad de Guayaquil nos entregó el si-

siguiente cuadro con incrementos de dotación a partir de 1960:

	Años	Dotación	% de aumento
1960	0	161 l/hab/día	0
1965	5	198 "	23
1970	10	215 "	32.5
1975	15	229 "	42
1980	20	251 "	56.5

El porcentaje de aumento estimado por SEURECA es aparentemente alto por tratarse de un período de 20 años, pero es indispensable alcanzar dichas cifras para que el volumen de agua distribuido sea el justo además de compatible con la dotación promedio estandarizada mundialmente.

Se piensa además que dicho porcentaje de aumento podría conservar su validez si el período se extendiera a 30 años, es decir considerando desde 1950, en el cual la dotación puede estimarse en 190 l/hab/día, superior evidentemente a la dotación calculada por SEURECA para 1960. Esta afirmación la hacemos en base a que durante esa década no se hicieron ampliaciones significativas al sistema de Abastecimiento, mientras que la población casi se duplicó. La dotación estimada para 1950 es el resultado de cotejar las cifras de población (267.000 hab) con las de volumen de agua entregado a la ciudad (aprox. 50.000 m³/día). Puesto que la dotación disminuyó en esos diez años, no se alteran en nada las cifras estimadas por SEURECA. El cuadro anteriormente expuesto podría ser entonces:

	Años	% de aumento
1950	0	0
1960	10	-16
1965	15	23
1970	20	32.5
1975	25	42
1980	30	56.5

El presente trabajo trata de establecer cifras que se ubiquen dentro de los valores más conservadores posibles y elegimos por eso los valores de la tabla anterior para establecer la curva de Proyección de la Demanda para la ciudad de Guayaquil, combinándola con las cifras de población futura estimada por el Departamento Técnico de la Empresa Municipal de Agua Potable.

Es interesante resaltar sin embargo, que los valores que nos permitimos asignar previamente, es decir suponer el aumento de dotación para Guayaquil como un valor equivalente al 50% de los comprobados por Metcalf en Estados Unidos, tienen una curiosa similitud con los establecidos por SEURECA.

Los siguientes serían los caudales teóricamente demandados por la ciudad considerando los probables aumentos de población y de dotación ya analizados:

Años	Población (hab)	Dotación (l/h/día)	Caudales (m ³ /h)
1950	267.000	190	2.113
1962	530.000	161	3.555
1970	850.000	213	7.543
1973	993.467 (1)	223 (2)	9.230
1980	1.400.000	251	14.641

(1) Según estadísticas de la Junta Nacional de Planificación

(2) Obtenido por interpolación

A objeto de establecer comparaciones incluiremos a continuación un cuadro con los valores obtenidos considerando un aumento de dotación con cifras equivalentes al 50% de las halladas en su estudio por Metcalf, sobretudo porque para 1980 se obtiene de esta forma una dotación de 300 l/hab/día que podría ser correcta pues el crecimiento de la ciudad ha superado en bastante a las estimaciones de SEURECA. Dicho cuadro es el siguiente:

Años	Población (hab)	Dotación (l/h/día)	Caudales (m ³ /h)
1950	267.000	190	2.113
1962	530.000	198	4.380
1970	850.000	292	8.200
1973	993.467	232	9.640
1980	1.400.000	300	17.500

Con estos datos se han elaborado diferentes gráficos que se incluyen en el presente reporte y que corresponden a la proyección de la demanda enfrentándola respectivamente con las capacidades instaladas de equipos de bombeo, tuberías de impulsión y de aducción y Planta de Tratamiento.

A los caudales indicados antes los afectaremos de un factor igual a 1,2 para que representen a los caudales demandados por la Planta de Tratamiento y Tuberías de Aducción, en esta forma tendremos lo siguiente:

Años	Caudales (SEURECA)	Caudales (50% Metcalf)
1950	2.540	2.540
1962	4.280	5.250
1970	9.050	9.850
1973	11.080	11.600
1980	17.600	21.000

Se ha podido graficar con estos datos dos curvas teóricas de Proyección futura de la Demanda que nos limitan una zona entre ellas dentro de la cual se supone estará ubicada la Demanda Real, cuya detección para 1980 fluctuará entre 250 y 300 l/hab/día.

De otra parte se ha elaborado un cuadro que resume las capacidades instaladas a la fecha de los diversos elementos que componen el Sistema de Abastecimiento de Guayaquil, y se incluyen en él los valores teóricos de la Demanda para 1973 y 1980, así como el déficit correspondiente. Este cuadro es el siguiente:

Año 1973.-

Instalaciones del Sistema	Capacidad Demandada m ³ /h	Capacidad Instalada m ³ /h	Déficit m ³ /h
La Toma			
Est. de Bombeo	13.800	9.400	4.400
Tub. de Impulsión	11.500	17.000	---
Planta de Tratam.	11.500	9.200	2.300
Tub. de Aducción	11.500	11.400	100

Año 1980.-

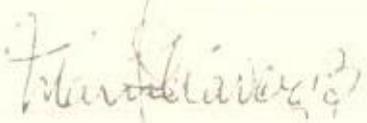
Est. de Bombeo	24.000		14.600
Tub. de Impulsión	20.000		3.000
Planta de Tratam.	20.000		10.800
Tub. de Aducción	20.000		8.600

A continuación se exponen los criterios con los que se ha calculado la Capacidad Instalada de los diferentes elementos que componen el Sistema para el año 1973:

Est. de Bombeo.-

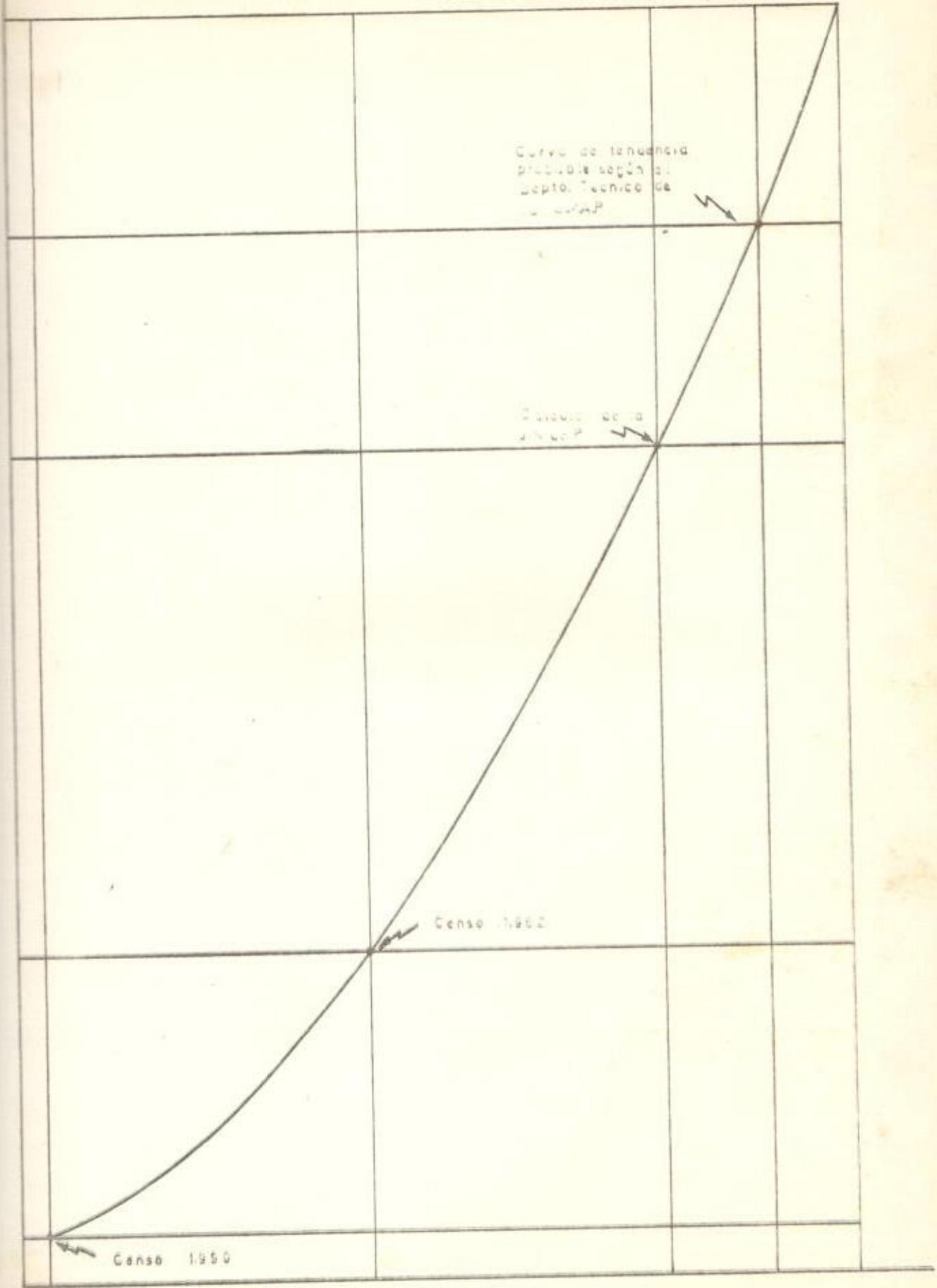
Los criterios y las cifras expuestas anteriormente no están revestidos de infalibilidad, pero como se ha buscado quedar ubicados dentro de una posición conservadora, se piensa que podrían servir de alerta respecto a las múltiples y urgentes ampliaciones que se deben hacer al Sistema de Abastecimiento de la ciudad de Guayaquil, cuyas prioridades están dadas tácitamente por la magnitud del déficit para cada elemento considerado.

En el gráfico final se ha considerado las Proyecciones futuras de la Demanda y el Programa Tentativo de Ampliaciones que habrán de hacerse para satisfacerla.


Mario F. Chávez Laird
Ing. Civil-Sanitario
EMAP - Guayaquil.-

GUAYAQUIL

72.



Curva de tendencia probable según el Depto. Técnico de la UNAP

Curva de la UNAP

Censo 1962

Censo 1950

1950

1962

1973

1980

AÑOS

CAPITULO 2

EVALUACION DE LA DEMANDA ELECTRICA QUE CUBRA LAS
NECESIDADES DE ESTUDIO DEL CAPITULO ANTERIOR . -
CARACTERISTICAS DE LAS ETAPAS

- 2.1 DETERMINACION DE LOS KILOVATIOS HORA POR METRO CUBICO (KWH/M³).
- 2.2 DETERMINACION DE KW NECESARIOS PARA CADA AÑO DEL PRESENTE ESTUDIO.
- 2.3 GRAFICO, CAUDAL DE AGUA ENVIADO A GUAYAQUIL DESDE 1952 - 1973.
- 2.4 GRAFICO, FUTURA NECESIDAD DE AGUA POTABLE, - AÑOS 1970 - 2000.
- 2.5 GRAFICO, POBLACION DESDE 1950 a 1973 Y DESDE 1973 al 2000.
- 2.6 ANALISIS GRAFICO DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE EQUIPAMIENTO Y DETERMINACION DE SU VALOR EN KVA.

2.1 DETERMINACION DE LOS KILOVATIOS HORA POR METRO CUBICO (KWH/M³)

1er. Ejemplo:

DATOS:

Motor de 543 HP (Accionado por motor a Diesel)

Bomba: 26.000 m³/día

ALTURA DINAMICA QUE DEBE VENCER: 86 metros

$$= \frac{543 \text{ HP} \times 0,746 \text{ KW/HP} \times 24 \text{ h/día}}{26.000 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$= 0,373 \frac{\text{KWH}}{\text{m}^3} \approx 0,38 \frac{\text{KWH}}{\text{m}^3}$$

2do. Ejemplo:

ELECTROBOMBA:

DATOS:

Motor de 400 HP

Bomba: 19.000 m³/día.

$$= \frac{400 \text{ HP} \times 0,746 \text{ KW/HP} \times 24 \text{ h/día}}{19.000 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$= 0,376 \frac{\text{KWH}}{\text{m}^3} \approx 0,38 \frac{\text{KWH}}{\text{m}^3}$$

Este valor de $0,38 \text{ KWH/m}^3$ se cumple, siempre que las bombas impulsen a una altura dinámica de 86 metros y mantengan una eficiencia de conjunto motor - bomba de 0,8.

Si mantenemos constante estas condiciones anotadas anteriormente; podemos calcular la potencia necesaria para el diseño de la subestación.

2.2 DETERMINACION DE LOS KW NECESARIOS PARA CADA AÑO DEL PRESENTE ESTUDIO

DATOS:

Necesidad de agua para 1975: $81'000.000 \text{ m}^3/\text{año}$

Energía: $0,38 \frac{\text{KWH}}{\text{m}^3}$

Población: 924.000 Hbt.

$$= \frac{81'000.000 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.38 \frac{\text{KWH}}{\text{m}^3}}{24 \text{ h/día} \times 365 \text{ día/año}}$$

$$= 3.513 \text{ KW.}$$

En esta forma, y, utilizando este mismo método podemos calcular para las demás décadas.

Resumiendo en un cuadro tenemos lo siguiente:

<u>AÑO</u>	<u>KW</u>
1975	3.513
1980	4.772
1990	8.112
2000	14.315

Estas cantidades, mantienen una tasa promedio acumulativa anual de crecimiento de 5,78% aproximadamente, dicho valor lo hemos obtenido en la siguiente forma:

$$Y_1 = Y_0 (1 + r)^n$$

$$Y_1 = \text{m}^3 \text{ en el año } 2.000 = 330'000.000$$

$$Y_0 = m^3 \text{ en el año 1975} = 81'000.000$$

$$n = 25 \text{ años}$$

Despejando r de la fórmula anterior:

$$\left(\frac{Y_1}{Y_0} \right)^{1/n} - 1 = r$$

$$\left(\frac{330}{81} \right)^{1/25} - 1 = r$$

$$(4.07)^{0.04} - 1 = r$$

$$1,0578 - 1 = r$$

$$r = 5,78\% \text{ anual}$$

Además a estos valores tenemos que sumar algunos KW para diversos usos y servicios varios, propios de las diferentes necesidades de la planta de producción "LA TOMA". Este valor lo he determinado en 487; dándonos en total para el año 1975 una necesidad de 4.000 KW. El régimen de crecimiento para diversos usos y servicios varios lo mantengo en un 2% de los valores determinados anteriormente.

<u>AÑO</u>	<u>KW</u>	<u>SERVICIOS</u>	<u>TOTAL</u>
1975	3.513	487	4.000
1980	4.772	558	5.330
1990	8.112	647	8.759
2000	14.315	810	15.125

CALCULO PARA VARIOS SERVICIOS:

$$3.513 \times 0.02 = 70,26 + 487 = 557,26 \approx 558 \text{ KW.}$$

En el cuadro anterior tenemos los valores de los KW necesarios para los años indicados.

El valor de 487 KW necesarios para los diferentes servicios lo he determinado del hecho que durante el período - comprendido entre 1952, año que comenzó a funcionar la planta de producción "LA TOMA" hasta fines de 1972; se tenía instalado una planta generadora de tan sólo 400 KW.

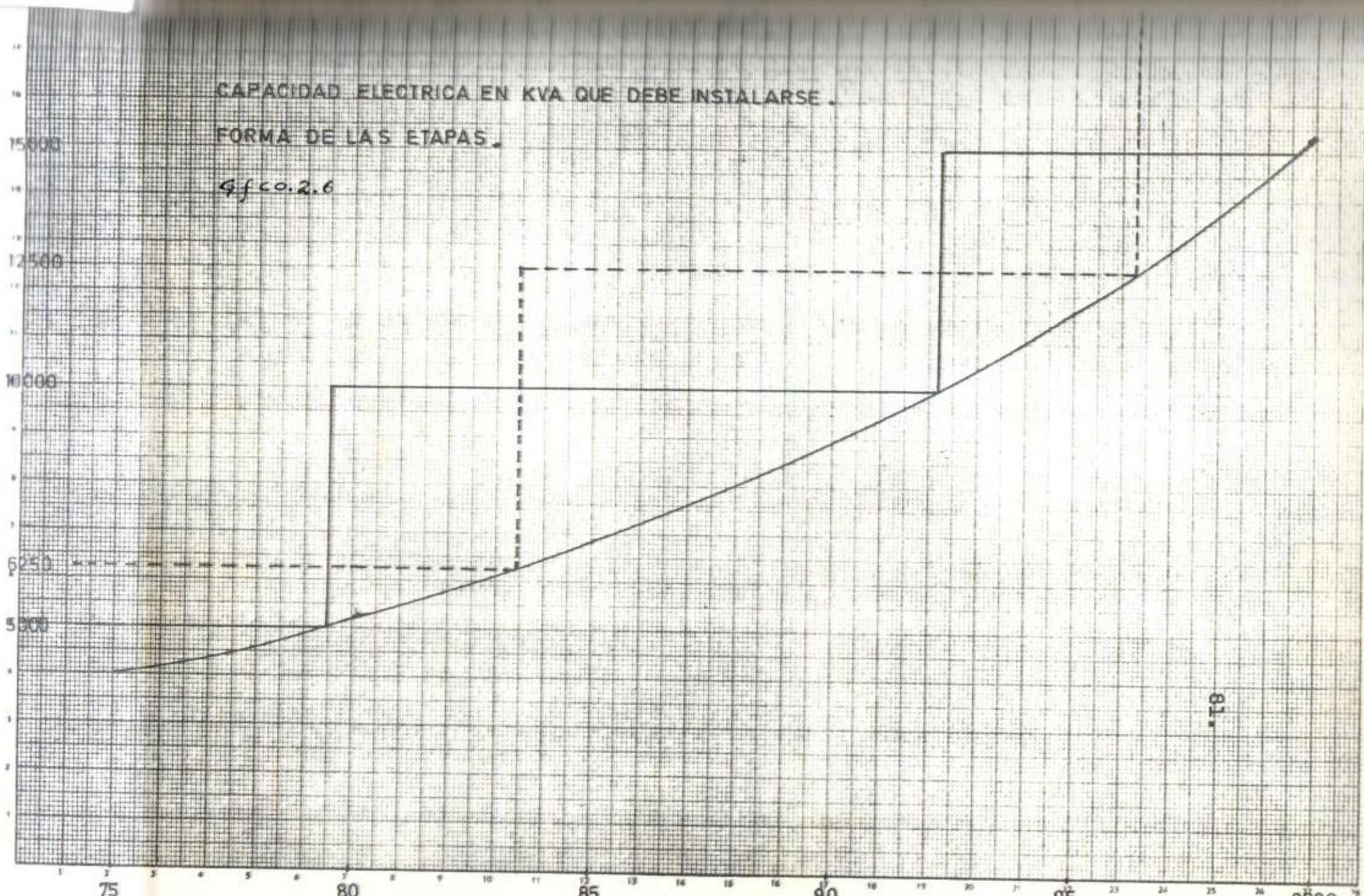
Esta potencia fue suficiente para atender las necesidades de servicios varios de la planta. Por lo tanto al determinar los 487 KW creo no estar exagerando su valor.

CAPACIDAD ELECTRICA EN KVA QUE DEBE INSTALARSE .

FORMA DE LAS ETAPAS .

9 fco. 2.6

KVA



18

AÑOS

El gráfico anterior nos determina la capacidad de la subestación que debemos construir para satisfacer las necesidades del presente estudio.

Si utilizamos un transformador de, 5000 KVA, (línea continúa) con refrigeración de aceite, vemos que si satisface las necesidades hasta el año 2000 en tres etapas iguales de a 5000 KVA cada una.

En cambio si utilizamos un transformador de 6250 KVA (línea de puntos), refrigerado en aceite y con aire forzado (OA/FA); vemos también que en dos etapas satisface las necesidades hasta mediados del año 1996.

Hay que aclarar que este transformador de 6250 KVA es el mismo de 5000 KVA pero con aire forzado. La diferencia de precio es tan sólo de \$ 1.500 dólares.

CAPITULO 3

ANALISIS TECNICO ECONOMICO PARA LA PROVISION DE ENERGIA
ELECTRICA PARA LA PLANTA DE PRODUCCION " LA TOMA "

3. 1.- COMPRA DE ENERGIA

3. 2.- GENERACION PROPIA

CAPITULO 4

RECOMENDACIONES PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

En el presente estudio económico, se compararon 4 unidades de bombeo a diesel de características iguales, con 4 unidades electrobombas.

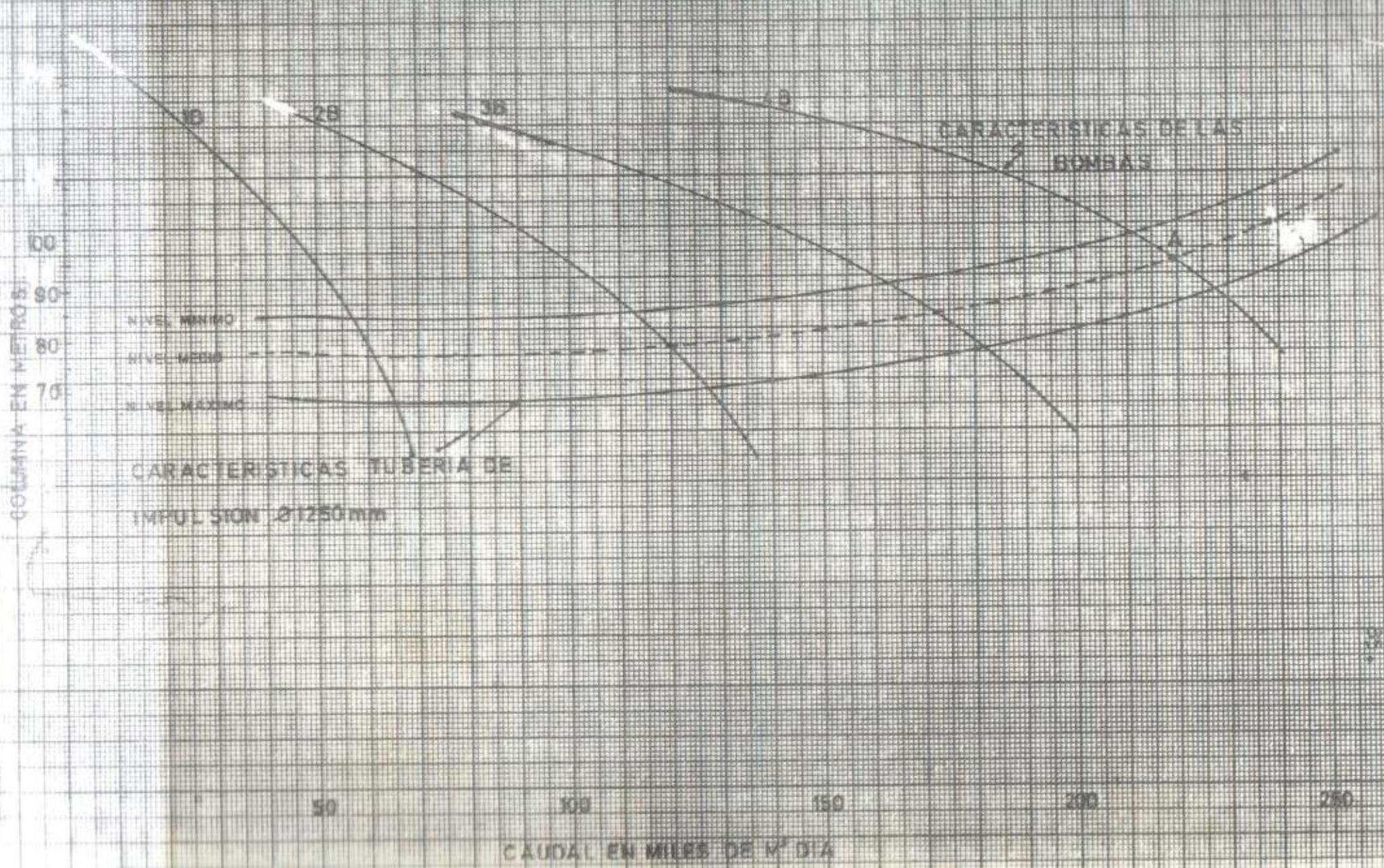
En la misma forma podríamos hacerlo para cualquier número de unidades.

También, del presente estudio económico, se desprende que más beneficioso resulta accionar las bombas con motores a diesel, pero en este caso, obligadamente EMAP tendría que proveerse de un grupo electrógeno para la producción de energía eléctrica, ya que existen "SERVICIOS VARIOS" que demanda la producción de agua potable. Como por ejemplo accionamiento de motores para recepción y circulación de diesel, diversos talleres de mantenimiento, alumbrado público y privado, etc, etc.

Siempre y cuando se resolvieran por motores a diesel, este grupo electrógeno debería ser de suficiente capacidad - como para atender a todas las necesidades de "LA TOMA", estimando que debería ser de por lo menos 1.000 Kw de potencia, trifásico a 4.160 voltios.

Para los efectos de cálculo del consumo de Diesel y Energía Eléctrica, se han establecido las "CURVAS CARACTERÍSTICAS DE SERVICIO" de donde tomamos como característica del sistema hidráulico (tubería de diámetro 1.250 mm) la curva de Nivel medio de verano en el punto A. Este

CURVAS CARACTERISTICAS DE SERVICIO



punto se ha considerado, por ser el que posiblemente trabajaría la estación de Bombas durante todo el año.

CALCULO:

4 grupos electrobombas:

En las curvas características de servicio:
nivel medio de verano Vs. 4B.

$$Q = 220.000 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\frac{220.000 \text{ m}^3}{4} = 55.000 \text{ m}^3/\text{día}/\text{bomba}$$

$$\frac{55.000}{5,45} = 10.091,74 \text{ galones} \approx 10.092 \text{ glnes.}$$

$$H = 95 \text{ mts.} \times 3,28 \text{ pies/mt} = 311,60 \text{ pies} \approx \text{10.092 glnes.}$$

$$\eta = 81 \%$$

Eficiencia motor 95%

Factor de demanda 1,0

$$HP_B = \frac{10.092,0 \times 311,6}{3.960 \times 0,81} = 980,38 \text{ HP}$$

$$HP_M = \frac{980,38}{0,95} = 1.031,97 \text{ HP} \approx 1.032 \text{ HP}$$

$$1.032 \times 0,746 \text{ KW/HP} = 769,872 \text{ KW} \approx 770 \text{ KW}$$

$$P_{KWH} = 770,0 \times 4 \times 720 \text{ h/mes} = 2'217.600,0 \text{ KWH}$$

$$P_{CV} = \frac{1.032}{1,34} \times 1,36 = 1.047 \text{ CV}$$

RECOMENDACIONES

DATOS	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA
Tipo de bomba	350 mm con motor eléctrico de 10 CV	4, 700 mm 2 CV con motor eléctrico
Tipo de tubería	Carbón dulce 100 mm con juntas de caucho 100 mm longitud 15 metros	
Este tipo bombeo en Fuentes de agua	4	4
Cantidad de agua a bombearse (litros por hora)	700 litros por hora con motor de 10 CV	4000 litros por hora con motor de 2 CV
Altura de bombeo desde fuente	10 metros	20 metros
Altura total	10 metros	20 metros
Acción de bombeo de agua a la zona	1000 litros por hora	4000 litros por hora
Costo de instalación de obra y materiales	1000000	2000000
Costo de mantenimiento de tuberías en el año 1000000		
Costo de operación de obra y materiales	1000000	2000000

COMPARACION DE COSTOS DE AGUA BOMBEADA POR GRUPOS A DIESEL Y ELECTROBOMBAS EN UN AÑO DE OPERACION (365 días)

DATOS	ALTERNATIVA DIESEL	ALTERNATIVA ELECTROBOMBAS
<u>GENERALES:</u>		
Tipo de motor:	1.250 C.V. con sobrealimentación y refrigeración intermedia	4,16 KV. 3 Ø - 60Hz-1.250 C.V.
Tipo de bomba:	Centrífuga: doble succión, una etapa, marca Worthington: 16 LNC35	idem.
Grupo de bombeo en funcionamiento	4	4
Cantidad de agua a bombearse sin aeración	220.000 m ³ /día (80'300.000 m ³ /año)	idem.
Altura dinámica que debe vencer	95 mts.	95 mts.
Altura Real	86 mts.	86 mts.
Potencia desarrollada por el motor	1.047 C.V.	1.047 C.V. ó 770 KW.
CV-H producidos en el año, 4 unidades	36'686.880	
Galones de combustible consumidos en el año a 0,162 Kg/CVH	1'869.307	
KWH consumidos en el año, 4 unidades		26'611.200

COSTO DE OPERACION ANUAL	ALTERNAT. DIESEL	ALTERNAT. ELECTROBOM.
a) COSTOS FIJOS:		
costos labores por año (personal)	750.000	450.000
interés sobre la inversión y depreciación	4'362.799	2'525.614
	5'112.799	2'975.614
b) COSTOS VARIABLES:		
combustible a \$/2,94 c/galón, incluido transporte.	5'495.763	
energía eléctrica a \$/0,416 c/KWH		11'221.869
reparaciones y mantenimiento de equipos y válvulas, etc.	1'800.000	300.000
lubricación	600.000	
alumbrado, fuerza y equipos auxiliares, y varios	200.000	100.000
	8'095.763	11'621.869
COSTO TOTAL DE OPERACION ANUAL :		
Suma de totales de costos fijos y variables:	13'408.562	14'697.483
c) Diferencia de costos en las dos alternativas		
	1'288.921	

	ALTERNATIVA DIESEL	ALTERNATIVA ELECTROBOMB.
COSTO DE INVERSION:		
Edificio	7'820.000	7'820.000
Equipos principales y <i>AUXILIARES</i>	<u>36'153.000</u>	<u>22'131.000</u>
Inversión Total:	43'973.000	29'951.000

COSTOS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES DE
LA ESTACION ACCIONADA POR MOTORES A DIESEL

	Descripción	Cantid.	Costo Total Suces
CRIBAS Y BOCATOMA:			
1	Equipo de bocatoma	1	195.000
2	Regilla fina de limpieza automática	1	400.000
3	Placas de cierre (conjunto)		825.000
4	Regillas gruesas (conjunto)		170.000
5	Máquinas cribadora #1	1	1'240.000
6	Máquina cribadora #2	1	1'400.000
7	Compuerta de 180x180 cm	1	182.000
EDIFICIO DE BOMBAS:			
8	Grupo de bombeo a diesel	4	22'000.000
9	Tubería de succión de un grupo		73.000
10	Tuberías, válvulas y accesorios para la descarga, incluyendo una válvula de accionamiento lento	(conjunt)	660.000
11	Juegos de tubería de succión y descarga	3	990.000
12	Juegos de válvulas de accionamiento lento, eléctricos	3	600.000

.../...

COSTOS DE LOS TIPOS DE PRINCIPALES Y AUXILIARES DE

C.A.S.	Descripción	Cantid.	Costo Total Suces
13	Válvulas de mariposa de diámetro 1.000 mm para la tubería colectora	2	600.000
14	Tanques diario de combustible, 1.000 galones	4	64.000
15	Tanques de reserva: 50.000 galones	2	600.000
16	Puente-grúa de accionamiento eléctrico	1	640.000
17	Planta para vacío	1	192.000
18	Sistema de enfriamiento indirecto	1	100.000
19	Compresor de aire para el arranque	1	80.000
20	Sistema de bombeo para trasvasije de diesel	1	40.000
21	Sistema de bombeo para achique	1	30.000
22	Instalación eléctrica de alumbrado y equipos auxiliares.	(conjunto)	350.000
SUMAN:			31'431.000
Imprevistos, semejante al 10%			3'000.000
			34'431.000
Mano de obra y supervisión técnica, semejante al 5%			1'722.000
			36'153.000

COSTO DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES DE
LA ESTACION DE BOMBAS ACCIONADA POR ELECTROBOM-
BAS:

	Descripción	Cantid.	Costo Total Suces
CRIBAS Y BOCATOMA:			
1	Equipo de bocatoma	1	195.000
2	Regilla fina de limpieza auto- mática	1	400.000
3	Placas de cierre (conjunto)		825.000
4	Regillas gruesas (conjunto)		170.000
5	Máquina cribadora #1	1	1'240.000
6	Máquina cribadora #2	1	1'400.000
7	Compuerta de 180 x 180 cm	1	182.000
EDIFICIO DE BOMBAS:			
8	Grupo de bombeo eléctrico, incluído tablero de control.	4	10'000.000
9	Subestación transformadora	1	1'000.000
10	Cables eléctricos en edificio (conjunto)		180.000
11	Tubería de succión, un grupo		73.000
12	Tuberías, válvulas y accesorios para la descarga incluyendo una válvula de accionamiento lento.(conjunto)		660.000
13	Juegos de tuberías de succión y descarga	3	990.000
14	Juegos de válvulas de acciona- miento lento, eléctricos	3	600.000
15	Válvula de mariposa de diámetro 1.000 mm para la tubería colectora	2	<u>600.000</u>

	Descripción	Cantid.	Costo Total Suces
16	Puente grúa de accionamiento eléctrico	1	640.000
17	Planta de vacío	1	192.000
18	Sistema de bombeo de achique	1	30.000
19	Instalación eléctrica de alumbrado y equipos auxiliares, (conjunto)		200.000
		SUMAN:	19'577.000
	Imprevistos, semejantes al 10%		1'500.000
		SUMAN:	21'077.000
	Mano de obra y supervisión técnica, semejante al 5%		1'054.000
			22'131.000

COSTO DEL COMBUSTIBLE A DIESELESTACION DE BOMBEO A DIESEL

COSTO UNITARIO S/. 2,94 cada galón (incluido el valor del transporte)

1 CV-H/año:

$$1 \text{ bomba: } 1.047 \times 24 \times 365 = 9'171.720$$

$$4 \text{ bombas: } 4 \times 9'171.720 = 36'686.880$$

2 COMBUSTIBLE : a 0,162 kg/CV-H y densidad 0,84

$$36'686.880 \times 0,162 = 5'943.274,55$$

$$\frac{5'943.274,55}{0,84 \times 3,785} = 1'869.306,96 \text{ (galones)}$$

3 COSTO : (en sucres)

$$1'869.307,00 \times S/. 2,94 = 5'495.762,58$$

COSTO DE LA ENERGIA ELECTRICAESTACION DE BOMBEO POR ELECTROBOMBAS

COSTO UNITARIO PROMEDIO S/. 0,416 cada KWH (dato proporcionado por INECEL)

1 POTENCIA: 1.047 C.V.

KWH/año:

$$1 \text{ bomba: } \frac{1.047}{1,36} \times 24 \times 365 = 6'743.911,76$$

$$4 \text{ bombas: } 4 \times 6'743.911,76 = 26'975.647$$

2 COSTO : (en sucres)

$$26'975.647 \times \text{S/. } 0,416 = 11'221.869,17$$

INTERES SOBRE LA INVERSION Y DEPRECIACION CON RECUPERACION DEL CAPITAL

ESTACION DE BOMBAS A DIESEL

1 EDIFICIO :

Costo Inicial, P:	7'820.000
costo de salvataje, L:	0
número de años, n:	40
interés, i :	8%

aplicando el método de depreciación en línea recta y promedios de interés:

$$R = \frac{P - L}{n} + (P - L) \frac{i}{2} \frac{(n + 1)}{n} + Li$$

$$R = \$ 516.120$$

2 INSTALACIONES Y EQUIPOS:

P =	36'153.000
L =	3'615.300
n =	15 años
i =	8%

$$R = \$ 3'846.679$$

3 TOTAL EDIFICIO + INSTALACIONES Y EQUIPOS:

$$\$ 4'362.799$$

INTERES SOBRE LA INVERSION Y DEPRECIACION CON RECUPERACION DEL CAPITAL

ESTACION DE BOMBEO POR ELECTROBOMBAS

1 EDIFICIO :

(igual que en el caso a diesel)

$$R = \$ 516.120$$

2 INSTALACIONES Y EQUIPOS:

$$P = 22'131.000$$

$$L = 2'213.100$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$i = 8\%$$

$$R = \$ 2'009.494$$

3 TOTAL EDIFICIO + INSTALACIONES Y EQUIPOS:

$$\$ 2'525.614$$

COSTO DEL AGUA BOMBEADA ACCIONADO POR MOTORES A
DIESEL

Costo total de operación anual:

$$\frac{13'408.562 \text{ S./año}}{80'300.000 \text{ m}^3/\text{año}} = 0,16698 \text{ S/m}^3$$

COSTO DEL AGUA BOMBEADA ACCIONADO POR MOTORES
ELECTRICOS

Costo total de operación anual:

$$\frac{14'697.483 \text{ \$/año}}{80'300.000 \text{ m}^3/\text{año}} = 0,18303 \text{ \$/m}^3$$

Como conclusiones del presente estudio económico podemos indicar lo siguiente:

- 1 El costo del agua bombeada es de \$/ 0,16698 cada m³ en la alternativa a diesel. En la alternativa eléctrica el costo es de \$/ 0,18303 cada m³.
- 2 En 15 años de operación en que he considerado que el equipo se vuelve obsoleto y necesita renovarse, la economía al operar la estación de bombas a diesel en lugar de eléctricas es de:

$$1'288.921 \times 15 = 19'333.815$$

- 3 El costo promedio del KWH debe ser \$/ 0,37192 para al igualar los costos de operación anual las dos alternativas, sea - más conveniente la instalación de grupos de bombeo accionados por motores eléctricos.
- 4 El costo de energía eléctrica en el presente estudio es de \$/ 0,416, promedio, lo que corresponde a precio especial, Sin embargo, debo mencionar que el costo del KWH para la CEMENTO NACIONAL, es de \$/ 0,62 costo promedio. Si aplicamos este valor a nuestro estudio, vemos que la alternativa con bombas eléctricas sube considerablemente, siendo entonces la diferencia por año, en favor de la alternativa a diesel más beneficiosa para los intereses de EMAP, con lo

PUNTO DE EQUILIBRIO DE LAS DOS ALTERNATIVAS

14'897.483

13'408.562

5312.788

2975.916

COSTOS FIJOS + COSTOS VARIABLES - ELECTRICOS

COSTOS FIJOS + COSTOS VARIABLES - DIESEL

COSTO TOTAL ELECTRICOS

COSTO TOTAL DIESEL

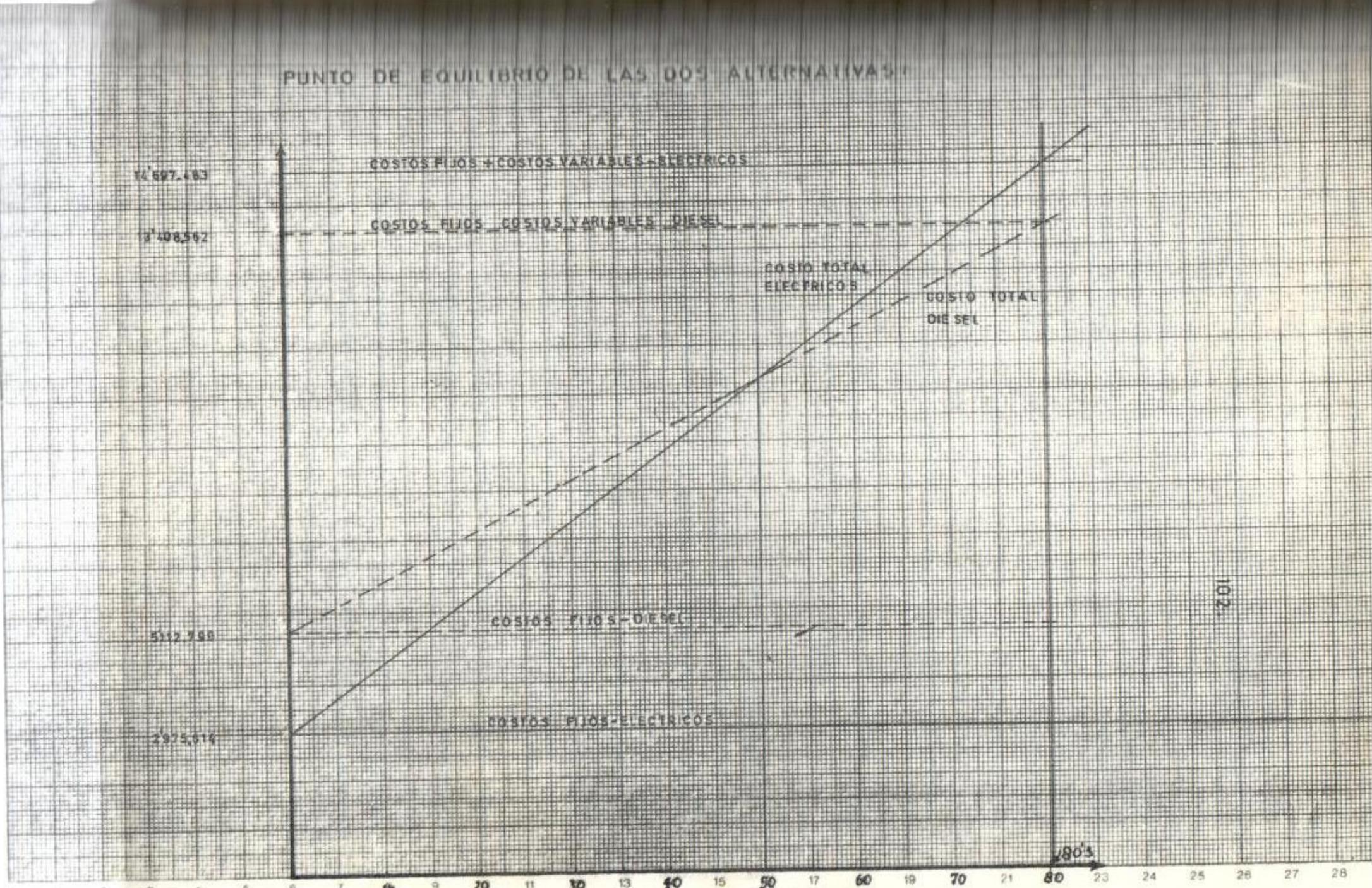
COSTOS FIJOS - DIESEL

COSTOS FIJOS - ELECTRICOS

102

80's

MILLONES DE METROS CUBICOS



cual haría en sumo grado antieconómica dicha alternativa eléctrica.

5. Considero que si INECEL puede proveernos de energía a un costo promedio de \$/ 0,37192 y si se consigue el compromiso de que nos provean con esta tarifa especial, o que varíe muy ligeramente, por espacio mínimo de 5 años, se podría escoger la solución de electrobombas. Si se escoge este lapso de tiempo es por que al cabo de pocos años más tendremos suficiente capacidad de energía HIDROELECTRICA.

DEL GRAFICO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO: de éste gráfico podemos deducir las siguientes conclusiones:

- a) Si el volumen de agua bombeada fuera menos de 50'000.000 en el año ó de 136.986 m³/día, la instalación más económica sería con motores eléctricos.
- b) Si el volumen de agua bombeada fuera de más de 136.986 m³/día, la instalación más económica sería con motores a diesel que accionen las bombas.
- c) Si la cantidad de agua bombeada fuera 136.986 m³/día se podría escoger cualesquiera de las dos alternativas.
- d) Como el volumen de agua a bombear va a ser más de 136.986 m³/día la alternativa más económica corresponde a la de motores diesel.

De las conclusiones anteriores podemos deducir que más rentable resulta accionar las bombas con motores a diesel. Pero como manifesté en la introducción a éste capítulo existen "SERVICIOS VARIOS" que demanda la producción de "AGUA POTABLE". Como por ejemplo: accionamiento de motores en la recepción y circulación de diesel, varios talleres de mantenimiento para toda la planta, laboratorio de análisis químico, accionamiento de motores de floculadores rápidos y lentos, alumbrado público y privado, y en esta forma podemos continuar con la lista de "Servicios Varios", para lo cual necesitamos de un equipo electrógeno que provea de suficiente energía a la planta "LA TOMA" para satisfacer dichas necesidades.

Si consideramos la compra de este generador como un rubro más en la alternativa a diesel, entonces el valor del m³ de agua sube considerablemente. A más de esto también aumenta en buena proporción el consumo de combustible, los costos fijos y los costos variables, por lo tanto no resulta económico la utilización de motores a diesel.

A más de lo anotado anteriormente debo indicar que con la generación HIDROELECTRICA a bajo costo tendremos la solución que necesitamos, tal el caso del Proyecto de "LA COLA DE SAN PABLO" en el Río Paute. El costo de la instalación de la Central se calcula entre 1.100 y 1.300 millones de sucres, el costo de producción del KWH sería ba

jísimo, del orden de los \$/ 0,05 apenas. Pues bien recargando el costo de las líneas de transmisión, subestaciones, etc., la CIA INGLEDOW KIDD encuentra que la energía podría ser vendida a un promedio de \$/ 0,13 nada más.

Actualmente se encuentra en ejecución el Proyecto PISAYAMBO, en la misma forma tenemos valores similares para el precio del KWH consumido.

El accionamiento de las electrobombas nos presenta un sinnúmero de ventajas, tales como:

- gasto de funcionamiento bajos, menores que los correspondientes a los motores de combustión interna.
- precio de compra reducido.
- la capacidad, en menor volumen de la máquina.
- la sencillez.
- flexibilidad de colocación.
- limpieza.
- poco mantenimiento.
- robustez y facilidad de maniobra tanto a mano como a distancia, etc. etc.

Como complemento a lo expuesto anteriormente veamos las disposiciones de INECEL, máximo Organismo Eléctrico Nacional, en lo referente a instalación de plantas generadoras.

Registro Oficial # 387

10 de Septiembre de 1973

Título III.- De la estructura y funcional de INECEL.

Art. 12.- Corresponde al Directorio.

Literal f.- "Otorgar permisos para la instalación y utilización para uso privado de plantas eléctricas y térmicas de más de quinientos (500) kilovatios de capacidad".

Como las necesidades de la planta de producción "LA TOMA" cada día va en aumento, entonces tendremos que instalar una de más de quinientos KW, por lo tanto tendríamos que primeramente pedir la debida autorización a INECEL para la instalación. Y, si INECEL tiene línea de transmisión a 69 KV - hasta Daule y de suficiente potencia para dotar de energía a "LA TOMA" y cuantos necesiten en su trayectoria, creo que sería negada esa petición. Por lo tanto obligadamente tenemos que comprar energía a INECEL. Lo que si recomiendo es pedir que el precio promedio del KWH sea a PRECIO ESPECIAL, a fin de que el precio del m³ de agua sea por lo menos igual, al de la alternativa a diesel.

Tanto por las disposiciones de INECEL, por el futuro sumi-

nistro de energía HIDROELECTRICA a bajo costo, como por las ventajas anotadas, creo que conviene el uso de electrobombas.

CAPITULO 3

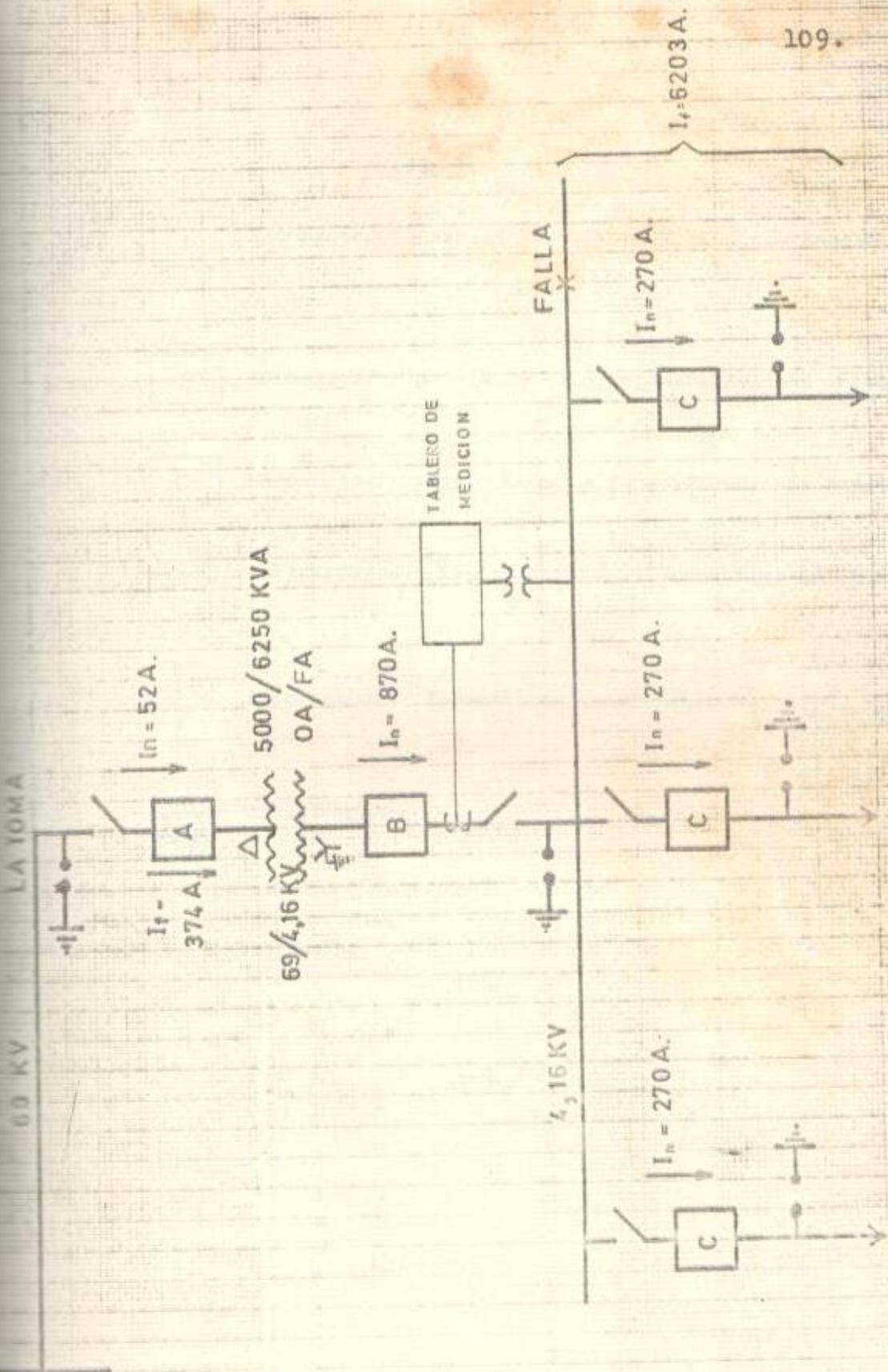
DISEÑO Y SELECCION DEL EQUIPO ELECTRICO PARA
LAS DIFERENTES ETAPAS DE ACUERDO AL ANALISIS AN
TERIOR

- 1.- LOCALIZACION DE LOS EQUIPOS
- 2.- SELECCION DE LOS EQUIPOS
- 3.- PROTECCION

CAPITULO 5

DISEÑO Y SELECCION DEL EQUIPO ELECTRICO PARA
LAS DIFERENTES ETAPAS DE ACUERDO AL ANALISIS AN
TERIOR .

5. 1. - LOCALIZACION DE LOS EQUIPOS
5. 2. - SELECCION DE LOS EQUIPOS
5. 3. - PROTECCION



En el tema número dos (2) determinamos que la capacidad de la subestación será de 6.250 KVA. Siendo el lado de alta tensión de 69 KV y el de baja tensión de 4,16 KV. Como es lógico debemos proteger contra perturbaciones anormales. Más adelante estudiaremos detenidamente cada una de ellas y su correspondiente valor.

En este diagrama está sintetizado esquemáticamente la disposición de los diferentes elementos que intervienen en la Subestación.

ESTUDIO COMPARATIVO DE SUBESTACIONES CON EQUIPO INTERIOR Y EQUIPO INTEMPERIE:

Al revisar catálogos, en los que se muestran equipos para la instalación de subestaciones, he encontrado que hay una tendencia general de hacer de tipo intemperie, todos los aparatos de maniobra y equipos de alta tensión para 8 KV y más, habiendo casas manufactureras que no fabrican sino equipos de tipo exterior, especialmente casas europeas.

De los precios marcados en catálogos, se deduce que el costo de aparatos y equipos para uso exterior son más caros que sus similares para uso de locales cerrados; más debemos considerar que para una instalación de este último tipo tenemos que planear y construir un local para la protección de este equipo, cuyo costo resultará, seguramente, mayor que la dife-

rencia de precios entre los dos tipos de equipos.

Por otro lado, las instalaciones de intemperie ofrecen mayores facilidades para la inspección y mayor espacio para las maniobras en los equipos, y se reducen las posibilidades de que se produzca un incendio general.

Más importante quizá, resulta el razonamiento de que un local construido para alojar equipo interior, no ofrece facilidades para cambios, adecuaciones o aumento de equipos.

Los razonamientos anteriores nos han servido para decidirnos por el uso de equipos de tipo exterior, para la instalación de la subestación.

ESTRUCTURA DE LA SUBESTACIÓN :

Para la construcción de las estructuras de la subestación pueden ser utilizados diferentes materiales como: madera, hierro y ultimamente inclusive aluminio.

Los factores que influyen en la selección del material son: la inversión inicial, el costo del montaje, el costo del mantenimiento, la vida útil, la importancia de la subestación e inclusive el daño que experimentaría la estructura al producirse un cortocircuito que degenera en incendio.

ESTRUCTURAS DE MADERA:

La construcción de las estructuras de la subestación a base de postes de madera tiene la ventaja de su bajo costo inicial y alto poder dieléctrico sobre todo en el caso de que la madera haya sido tratada convenientemente, además de que su manipulación es familiar para la mayoría de los linieros de que se encuentra disponible en casi todos los lugares del país.

Entre las desventajas se encuentran los altos costos de mantenimiento, poca duración, necesidad de tensores, peligro de desaparición en caso de incendio y pobre impresión a simple vista.

De entre todas las desventajas anotadas, el peligro de desaparición en caso de incendio es probablemente el mayor inconveniente, porque esto no solamente implica que se va a destruir la estructura sino todo el equipo por efecto de la caída que experimentarían al quemarse los soportes de madera y por la gran cantidad de calor generada en la combustión.

Otro grave inconveniente es el de que la madera se tuerce con el tiempo especialmente cuando está a la intemperie razón por la cual es sumamente difícil mantener perfectamente alineados los equipos.

ESTRUCTURAS DE ACERO GALVANIZADO:

Las estructuras de acero galvanizado utilizadas para las subestaciones tienen una serie de ventajas entre las cuales se pueden anotar las siguientes: larga vida, costos de mantenimiento nulos, incombustibilidad, rigidez, alta resistencia mecánica, facilidad de puesta a tierra para todo el equipo montado sobre las estructuras, reducida superficie de exposición al viento, menor peso, menor volumen de cimentación y hasta mejor apariencia a simple vista.

Como única desventaja se puede anotar el alto costo de inversión inicial que bien puede ser compensado por las 10 ventajas enumeradas anteriormente, sobre todo cuando se trate de proyectos importantes.

ESTRUCTURAS DE ALUMINIO:

Las estructuras de aleación de aluminio tienen las mismas ventajas anotadas para el caso de las estructuras de acero galvanizado y su empleo es recomendado sobre todo en aquellos lugares en donde la atmósfera es altamente corrosiva, pero desgraciadamente su uso está bastante restringido debido a la gran inversión que demandan, la cual es mayor que para el caso de las estructuras de acero galvanizado.

Este tipo de estructuras que tienen un peso sumamente reducido es empleado para líneas de transmisión que atraviezan por zo-

nas carentes de vías de comunicación, en donde el costo del transporte ordinario sería demasiado elevado, razón por la cual son - llevados por helicópteros hasta el propio sitio de ubicación.

Por las razones anotadas y en vista de que la subestación de "LA TOMA" constituye una parte fundamental para la dotación de energía eléctrica a esta planta de producción de agua potable, creo conveniente utilizar para su construcción estructuras de acero - galvanizado.

CARGAS DE DISEÑO:

Cuando se especifiquen las cargas de diseño de la estructura es necesario determinarlas con precisión sea que las estructuras - terminales de las líneas de transmisión y de los circuitos de distribución vayan o no a resistir una carga mínima igual a 1.500 - libras por conductor.

Desde luego esta misma estructura será diseñada en tal forma que sea capaz de soportar el empuje de la máxima ráfaga de viento que se espera tener en la zona donde va a ser instalada.

Asímismo se deberá especificar con precisión el ángulo máximo entre la línea y la normal a la estructura, a la cual se le va a comunicar la tensión mecánica de los conductores que forman la línea.

Además las estructuras deben ser diseñadas para soportar todos los equipos que vayan a ser instalados sobre ella tomando en cuenta un adecuado coeficiente de seguridad que permita alguna flexibilidad con respecto al tipo y capacidad del equipo que va a ser instalado.

CARACTERISTICAS DE LA SUBESTACION:

Esta subestación corresponde al tipo radial.

De la línea de transmisión que llevará INECEL desde Guayaquil (Los Ceibos) hasta Daule, se tomará una derivación para suministrar energía a la planta de producción "LA TOMA". Para el presente estudio he asumido que la estación de "los Ceibos" sea una BARRA INFINITA. Esto nos sirve para determinar la Potencia y corrientes de cortocircuito ; ya que tendrá suficiente potencia como para adoptar este criterio. A "Los Ceibos" llegará energía de: EMELEC, PISAYAMBO y COLA DE SAN PABLO.

En sus partes principales consta de: un reconectador para 69 KV, un transformador de 69/4, 16 KV, un reconectador para 4, 16 KV, y, de tres alimentadores o feeders.

1. Esta subestación a diseñarse cuenta con un solo circuito de entrada, lado de alta tensión de 69 KV.
2. Una sección de transformación, formada por un solo transformador de 6.250 KVA, trifásico, de rela-

ción 69/4, 16 KV, delta - estrella a tierra.

3. Una sección de salida, compuesta por seccionalizadores, tres alimentadores o feeders.

La subestación también tendrá los aparatos necesarios para control, maniobra y protección de los componentes de la misma.

A continuación anotamos las características de cada una de las secciones arriba indicadas.

SECCION ENTRADA:

Esta sección está compuesta por la línea de alta tensión de INECEL, que tiene las siguientes características:

longitud: 22 Km = 13,67 millas

conductor: 336,4 MCM - ACSR

hilo de guardia: acero galvanizado 5/16" \varnothing (diámetro)

La línea va en postes de hormigón alivianado de 18 m.

la impedancia de la línea es: $0,306 + j0,692$ ohm/milla

Parte desde "Los Ceibos" (Guayaquil).

BARRAS :

Las estructuras de barras y disyuntores tipo abierto, para la intemperie se usan en centrales generadoras, subestaciones y

centrales industriales, y no existen límites para ellas en cuanto a la potencia y la tensión.

Las características de disposición general y de ejecución de estructuras de distribución a la intemperie depende naturalmente de la función y tipo de las instalaciones, su potencia, tensión y las limitaciones de espacio.

Los elementos que se emplean para soportar las barras, - aisladores y equipos eléctricos, se construyen normalmente de hierro, aunque a veces se emplea la madera y el hormigón.

Se emplean perfiles de acero laminado o vigas de celocía, y las partes metálicas están pintadas o galvanizadas. En instalaciones pequeñas y, generalmente, para tensiones hasta de 13.200 V. o inferiores, se han usado tubos de acero, con las piezas de unión y accesorios corrientes, en lugar de los perfiles normales de acero.

En subestaciones relativamente pequeñas y tensiones bajas se usan igualmente postes y vigas de madera.

También se ha hecho uso de hormigón armado, a fin de mejorar el aspecto exterior y reducir los gastos de conservación.

En el proyecto de los elementos de apoyo influyen las distancias necesarias entre fases y con tierra, el tipo de aislador, la longitud y peso de las barras y otros equipos, y también la presión del viento.

Las barras colectoras de una estación constituyen una parte importante en todo equipo de distribución, debido a que ellas conducen toda la energía de los transformadores en un espacio limitado. Las barras deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar los máximos esfuerzos que pueden sufrir los conductores, y, a su vez, la estructura, debido a las fuertes intensidades en caso de corto circuito.

La capacidad para llevar corriente, o sea, la intensidad admisible en las barras, está limitada por el calentamiento producido, por la corriente, los efectos producidos son:

- a) Pérdidas de energía
- b) Caídas de potencial
- c) Elevación de la temperatura

Esta última es la que determina las dimensiones de la barra que puede admitirse sin peligro de sobrecalentamiento en los terminales de los equipos, las conexiones y las juntas.

La elevación de la temperatura admisible en barras se limita normalmente a 30°C por encima de la temperatura am-

biente de 40°C .

Este es el valor normal admitido por NEMA y AIEE. Se refiere a la elevación media, admitiéndose un aumento máximo de temperatura, en el punto más caliente, de 35°C .

El calentamiento de las barras está afectado por numerosos factores, como son: la clase de material usado, la sección y perfil del conductor, la superficie del conductor, y sus condiciones, el efecto superficial (skin) y el efecto de proximidad, la reactancia del conductor, el espesor y clase de aislamiento, la ventilación y calentamiento por inducción, causado por la proximidad de materiales magnéticos.

Los materiales para barras de uso general son el cobre y el aluminio.

El cobre duro es el material que más se usa, a causa de su baja resistencia eléctrica y las consiguientes bajas pérdidas, su bajo grado de corrosión y su elevada conductibilidad térmica que es de 99%, siendo la del aluminio que se usa para la construcción de barras, de 60% respecto a la del cobre.

Para una determinada intensidad y para iguales límites de temperatura, la sección de barras del aluminio es, en general, el 127% de la sección de barras del cobre.

La densidad de corriente admisible en las barras es la inten

sidad de corriente por milímetro cuadrado, o por pulgada cuadrada de su sección, que las barras pueden conducir sin que el aumento de temperatura exceda del límite admitido.

Tanto para barras de corriente alterna como para corriente continua, las densidades pueden variar entre 600 y 700 amp/pulg² (0,93 a 1,09 amp/mm²). Para barras de cobre de gran sección, y 1200 a 1400 amp/pulg² (1,86 a 2,17 amp/mm²) para barras ligeras y bajo condiciones favorables.

Para el aluminio, solo se admite normalmente el 75% de los valores anteriores.

En los tubos, el efecto superficial "skin" es menor que en los conductores planos de igual sección; este efecto es mínimo en tubos de pared delgada.

Los conductores de aluminio son menos afectados por el efecto "skin" que los de cobre de sección similar, debido a la mayor resistencia eléctrica del aluminio.

PARARRAYO :

Los pararrayos actúan como válvulas de seguridad destinadas a descargar las sobretensiones causadas por descargas atmosféricas, maniobras u otras perturbaciones, que en caso contrario se descargarían por los aisladores o perforan

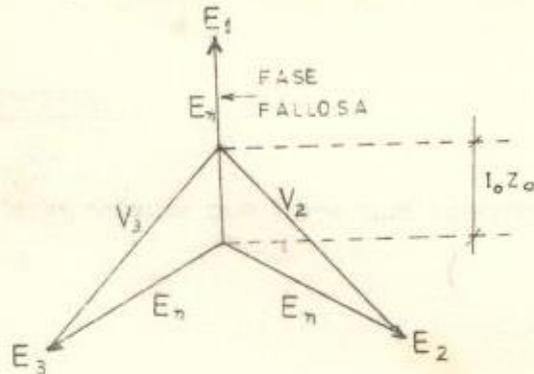
do el aislamiento, ocasionando la interrupción en una línea y eventualmente desperfectos en las máquinas. Están proyectados de modo que absorban suficiente energía transitoria para evitar reflexiones peligrosas y para cortar la corriente en su primer paso por cero, después de la descarga de la sobretensión. La resistencia del material del pararrayo es, inversamente proporcional a la tensión que soporta, de manera que la caída de potencial a través del pararrayo aumenta muy poco al aumentar la intensidad que lo atraviesa. Los pararrayos poseen una menor inercia o retraso en iniciar la descarga, en comparación del aislamiento de los aparatos, y la tensión de descarga es casi independiente de la brusquedad del frente de la onda.

La conexión a tierra del pararrayo debe tener baja resistencia y baja impedancia de onda (o impulso), para reducir al mínimo el efecto de la conexión a tierra. Debe de unirse a la toma de tierra de la central, a la que están conectadas los armazones de los aparatos.

La conexión del pararrayo tiene que hacerse en un punto lo más cerca posible de los aparatos a proteger, preferible en el lado de la línea.

La tensión de descarga disruptiva de un pararrayo para un sistema con neutro a tierra es aproximadamente el 80% de la tensión disruptiva de un pararrayo para sistema de neutro

aislado.



CALCULO :

Considerando que $V = 1,4 E_n$; donde:

V = voltaje entre tierra y fase no fallosa

E_n = voltaje fase - tierra

Entonces el pararrayo tendrá la siguiente relación en el lado de alta tensión:

$$1,4 \left(\frac{69 \times 1,05}{\sqrt{3}} \right) = 59 \text{ KV} \approx 60 \text{ KV.}$$

dónde 1,05 representa el aumento de 5% de generación para poder mantener los 69 KV en la línea.

De acuerdo al cálculo anterior necesitamos un pararrayos de 60 KV.

SECCION DE TRANSFORMACION :

En el capítulo dos dejamos en claro la capacidad del transformador. Las características y especificaciones técnicas lo veremos más adelante.

CALCULO DE CORRIENTES:

En el lado de 4,16 KV la corriente que tiene que soportar el cable a plena carga será:

$$I = \frac{6.250 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 4,16 \text{ KV}} \approx 870 \text{ Amp.}$$

La corriente de corto circuito es:

$$Z \text{ línea} = 0,306 + j 0,692 \text{ } (\Omega/\text{milla})$$

$$\text{longitud} = 22 \text{ Km} = 13,67 \text{ millas}$$

$$\text{base} = 6.250 \text{ KVA}$$

$$4,16 \text{ KV}$$

$$Z = 13,67 (0,306 + j 0,692)$$

$$Z = 4,18 + j 9,45 \text{ } \Omega$$

$$Z_B = \frac{\text{KV}^2}{\text{MVA}} = \frac{4,16^2}{6,25} = \frac{17,3}{6,25} = 2,76$$

$$I_B = \frac{6.250}{1,73 \times 4,16} = 868 \text{ Amp.}$$

$$Z_{\text{p.u.}} = \frac{4,18 + j 9,45}{2,76} = 0,015 + j 0,034 \text{ p.u.}$$

$$Z\% = \sqrt{(1,5)^2 + (3,4 + 10,5 \text{ transformador})^2}$$

$$= 14\%$$

$$= 0,14 \text{ p.u.}$$

$$P_{cc} = \frac{6.250 \text{ KVA}}{0,14} = 44.642 \text{ KVA}$$

$$= 44,642 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times 4,16} = \frac{44.642 \text{ KVA}}{7,1968 \text{ KV}} = 6.203 \text{ Amp.}$$

La corriente nominal o de máxima carga que soportará cada uno de los alimentadores será:

$$I = \frac{870 \text{ A.}}{3} = 290 \text{ A.}$$

La corriente nominal en el lado de 69 KV, es:

$$I = \frac{6.250 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 69 \text{ KV}} = 52 \text{ Amp.}$$

La corriente de corto circuito en el lado de 69 KV es:

$$P_{cc} = 44.642 \text{ KVA}$$

$$I_{cc} = \frac{44.642 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 69 \text{ KV}} = 374 \text{ Amp.}$$

El reconector en el lado de 4,16 KV será del tipo ME (line Material)

CARACTERISTICAS:

bobina serie 800 amp.

capacidad de interrupción 24.000 amp, simétricos

curva de tiempo C.

con bloqueo de desconexión.

Los reconectores que van instalados en los alimentadores tendrán las siguientes características:

tipo: W

bobina serie 280 amp

capacidad de interrupción: 8.400 simétricos

curva de tiempo B

número de operaciones rápidas: 2

número de operaciones retardadas: 2

voltaje: 4,16 KV.

Forma como determinamos el tipo de reconectador:

$$I_f \text{ (simétrico)} = 6.203 \text{ amp.}$$

$I_f \text{ (asimétrico)} = X/R = 13,9/1,5 = 9,26$ en la tabla de valores, el próximo valor es 8; luego el K asimétrico = 1,4.

$$\text{Por lo tanto } I_f \text{ (asimétrico)} = 1,4 \times 6.203 = 8.684 \text{ amp.}$$

El resto de materiales que intervendrán en la construcción de la subestación, está indicado más adelante, en la lista de materiales, y adjunta a ésta encontramos las especificaciones técnicas.

MALLA DE PUESTA A TIERRA:

Primeramente veamos lo que dice BURNDY en su libro - "BARRAS COLECTORAS.- EQUIPOS PARA PUESTA A TIERRA".

CAPITULO X

PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS DE LAS SUBESTACIONES.-

Se hace necesario para un buen sistema de tierra para los equipos de las subestaciones de transformación y distribu-

ción, por las razones siguientes:

- a) seguridad del personal y animales.
- b) protección de equipos y aparatos contra daños por fallas eléctricas.
- c) medios para despejar fallas por corto circuito a tierra mediante el uso de relés.
- d) dar facilidades para una buena conexión del neutro del transformador.

Para seguridad del personal, deben ser conectados a tierra todas las partes metálicas de los aparatos que van a ser utilizados, dentro de los cuales se incluirán: tanque del transformador de poder, estructuras metálicas del interruptor automático y de los reconectores, equipo de desconexión del suiche desconector, estructuras metálicas de las subestaciones, cajas de los transformadores de corriente, gabinetes, tubo conduit, fundas metálicas de los cables, etc. De manera que cualquier persona o animal que se acerque a ellos no resulte afectado, en la posibilidad de que alguno de los conductores con tensión se encuentre unido a ellos.

Los terrenos donde se colocarán los sistemas de tierra de las subestaciones, se comportarán como resistencias de tipo aglomerado, bajo estas condiciones la resistencia disminuye en función de la tensión aplicada. Para tensiones im

portantes, la superficie de contacto activo de la tierra se encuentra sensiblemente aumentada, por el hecho de formarse varios pequeños picos en los espacios de aire entre la superficie metálica y el suelo. Para corrientes rápidamente variables, como las que se presentarán en el caso de sobretensiones de origen externo, la capacidad interviene en paralelo con la resistencia para reducir en grandes proporciones la impedancia total del circuito.

La impedancia del circuito de tierra está compuesta por:

- a) de la resistencia del contacto entre el aparato protegido y el conductor de tierra.
- b) de la impedancia del conductor de tierra y de su conexión al electrodo y el terreno.
- c) de la resistencia entre el electrodo y el terreno.
- d) de la resistencia propia del electrodo.
- e) de la resistencia del terreno.

De lo anterior se deduce, que para reducir a un mínimo estas resistencias y por lo tanto la impedancia total del circuito, se hace necesario el uso de buenos contactos, tanto para unir los aparatos a los conductores de tierra, como para unir

este conductor al electrodo o varilla de tierra, así mismo - los conductores y las varillas de tierra deben tener alta con ductibilidad y suficiente sección.

Sin embargo, lo que más afecta a la impedancia total del cir cuito de tierra, es la resistencia del terreno, lo mismo que depende de varios factores, como son: clases de terrenos, humedad, temperatura, profundidad a que han sido instaladas las varillas de tierra, su número, diámetro y separación.

La tabla siguiente nos muestra el promedio de resistividad de varios tipos de terrenos:

<u>TIPO DE TERRENO</u>	<u>RESISTIVIDAD -OHMS/Metro</u>
vegetal húmedo	10
húmedo	100
seco	1000
roca maciza	10.000

La subestación de transformación estará ubicada sobre terre nos vegetales húmedos, mientras que la subestación de dis tribución lo estará sobre un terreno arenoso y seco. Podemos mejorar las calidades eléctricas de los terrenos por me dios artificiales, por ejemplo, humedeciéndolos, ya que se- gún se puede ver en la tabla anterior, la diferencia que hay en la resistividad de los terrenos húmedos y secos. Otra -

forma sería la de agregarle soluciones salinas.

Por otro lado, la resistencia específica de los terrenos no es uniforme en toda la zona, por lo que la distribución de la corriente tampoco lo será, así como también la distribución de los gradientes de potencial. Esta no uniformidad de la resistencia del terreno se produce por que la estructura químico-geológica de éstos no es uniforme debido a que las lluvias al mojar la tierra de una forma superficial, aumentan la conductibilidad de las capas superiores. En consecuencia, existe la tendencia de profundizar la colocación de las varillas de tierra. Se consiguen también la disminución de la resistencia, aumentando los diámetros de las varillas o colocándolas en paralelo.

Al colocar varillas de tierra en paralelo, la resistencia disminuye notablemente, pudiendo decir que esta disminución es proporcional al número de varillas colocadas en paralelo.

El método más seguro y satisfactorio de reducir la gradiente de potencial en la superficie del terreno de las subestaciones, donde las intensidades a tierra pueden ser bastante elevadas, consiste en un entramado o enrejado formado por varias varillas en paralelo unidas entre sí por cables desnudos de sección conveniente; este enrejado, de acuerdo a las prescripciones, deberá extenderse por lo menos 90 centímetros más allá de la valla que rodea las subestaciones.

PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DE TIERRA:

Todo sistema de puesta a tierra, comprende las tres siguientes partes:

- 1) Circuitos conductores de unión.
- 2) Electrodo o varillas de tierra.
- 3) Tierra propiamente dicha.

Para el diseño y dimensionamiento de los circuitos conductores de unión, nos referimos a la tabla 65 del catálogo de BURNDY No. 50, en la que se muestran las capacidades de conducción de corrientes de cortocircuito en los diversos calibres de cables.

<u>CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO</u>	<u>CALIBRE DEL CABLE</u>
menos de 2.000 amperios	1/0 AWG
2.000 a 4.000 amperios	2/0 AWG
4.000 a 6.000 amperios	250 MCM
6.000 a 10.000 amperios	350 MCM
10.000 a 15.000 amperios	500 MCM
15.000 a 20.000 amperios	750 MCM
20.000 a 30.000 amperios	1.000 MCM

Al hacer el estudio de las corrientes de cortocircuito, calculamos que las corrientes de este tipo que pueden presentarse

en la zona de la subestación de elevación son superiores a los 4.000 amperios; por lo tanto, el cable de tierra con el cual se formará la malla, debe tener una sección mínima de 250 MCM, mientras que en la subestación de distribución las corrientes de cortocircuito tienen valores inferiores a los 2.000 amperios, por lo que utilizaremos cable con una sección de 1/0 AWG.

Los cables que unen las partes metálicas de los diversos equipos de las subestaciones a la línea principal de tierra, será de acuerdo al planeamiento del calibre #2 AWG; este mismo tipo de cable servirá para unir al sistema de tierra la valla que rodea a la subestación.

En cuanto se refiere a las características de las varillas de tierra, los hemos escogido de un diámetro de 5/8" y 6 pies de longitud y hechos de copperweld, que pueden conducir corrientes de cortocircuito superiores a los 5.000 amperios; en cuanto a la profundidad a que serán enterradas las varillas, corresponde a la longitud de éstas; vemos que de acuerdo a la Fig. 1, pasados los dos metros no conseguimos disminuir mayormente la resistencia del terreno; la próxima longitud de varilla es la de 10 pies y su costo con respecto a los de 6 pies es de aproximadamente un 60% mayor.

Las varillas deberán estar separadas entre sí 2 metros; de acuerdo a la Fig. 3, se muestra que los valores de resistencia

a partir de una distancia de 2 metros, el aumento de la resistencia es de escaso valor.

Las varillas para formar la malla y las varillas que servirán de barras de tierra a los pararrayos estarán separadas, ya que debido a la alta frecuencia de las descargas, se recomienda la separación de los dos sistemas de puesta a tierra; la sección para las varillas de puesta a tierra de los pararrayos, de acuerdo a lo prescrito en las normas, debe ser igual a la mínima sección de las varillas de la subestación. Así mismo, con el objeto de evitar potenciales peligrosos que puedan pasar del sistema de tierra de los pararrayos al sistema de tierra general, se deberá, como ya se indicó separar estos dos sistemas.

La Fig. 2 nos muestra la gradiente de potencia que existiría al utilizar una sola varilla para la puesta a tierra de los pararrayos, comparada con el gradiente de potencial al utilizar varillas en paralelo. En el sistema de tierra de los pararrayos utilizaremos cuatro varillas de copperweld, de iguales características que las varillas del sistema general de tierra.

A más de las varillas de la tierra general y de puesta a tierra de los pararrayos, se han previsto varillas de tierra individuales para los diversos equipos de las subestaciones, tales como: transformadores de corriente, neutro del transformador de poder, interruptor automático general, reconec

tador automático, en la subestación de elevación y una varilla de tierra para cada uno de los reconectores, en la subestación de distribución.

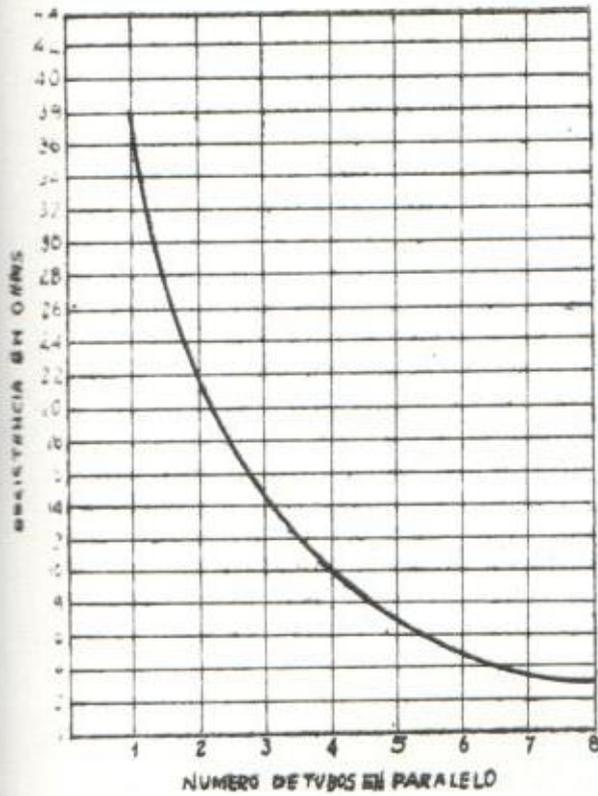


Fig. 4

VARIACION DE LA RESISTENCIA ELECTRICA DE ACUERDO AL NUMERO DE VARILLAS EN PARALELO

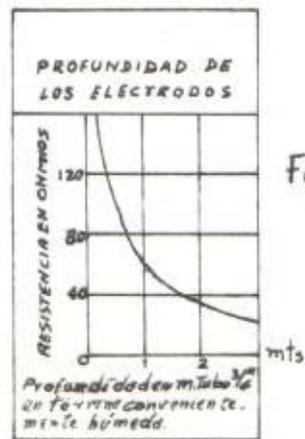


Fig. 1

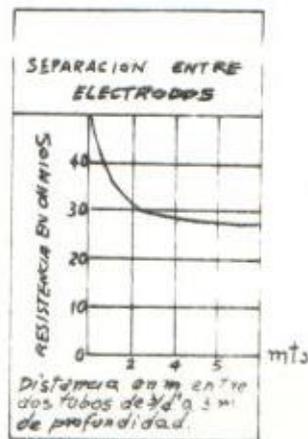


Fig. 3

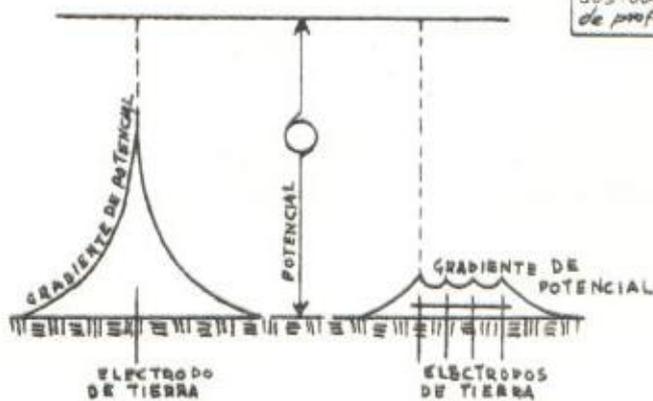


Fig. 2

LISTA DE MATERIALES

<u>REGLON</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
1	transformador, trifásico 69/4, 16 KV; 5000/6250 KVA.	1
2	transformador monofásico 2400/120-240 voltios, 25 KVA	1
3	transformador de potencial para 2400 voltios, relación de trans- formación 20:1. Carga ANSI Y, precisión 1,2	1
4	gabinete de medición	1
5	luminarias para lámparas de va- por de mercurio de 250 W.	6
6	lámpara de vapor de mercurio de 250 W - 240 V.	18
7	célula fotoeléctrica	1
8	reconectador para 69 KV, de ré- gimen continuo 560 amperios má- ximo.	1
9	reconectador para 4,16 KV, bobina de operación 280 Amp, resistencia para falla a tierra 50 amperios.	3

<u>REGLON</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
10	reconectador para 4,16 KV. bobina de operación 800 Amp. resistencia para falla a tierra 150 amperios.	1
11	seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra, operación en grupo 69 KV - 600 amperios.	1
12	seccionador unipolar 4,8 KV 400 amperios.	9
13	seccionador tripolar 4,8 KV 1.200 amperios, operación en grupo.	1
14	pararrayos clase intermedia 60 KV.	3
15	pararrayos tipo subestación para 3 KV.	9
16	pértiga	1
17	aisladores tipo suspensión ANSI 52-3	18
18	aislador tipo suspensión ANSI 52-1	36

<u>REGLON</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
19	grapa universal (horquilla) para retención, para conduc- tores de diámetros entre 0,187" a 0,37"	18
20	grapa universal (rótula)	3
21	adaptador bola horquilla	3
22	conectores de ranuras parale- las para conductor 3/0 a 3/0	52
23	conductor de cobre desnudo # 2/0 AWG, para cableado de la malla de tierra	120 mts.
24	conductor cobre desnudo # 2 AWG, para conexión equipo a malla de tierra.	100 mts.
25	pletina de cobre (usos varios)	9 pies
26	conectores en cruz	18
27	conector de cable a perfil plano	20
28	conectores planos	20

<u>RENGLON</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
29	conectores cable a perfil	50
30	varillas de copperweld para puesta a tierra.	10

Por ser la EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE, una Institución de Servicio Público, sujeta en consecuencia, a las Leyes del Estado Ecuatoriano, la Oficina de Normalización establece requisitos que han de cumplirse en una licitación.

Porporcionado por INECEL se pone aquí un modelo de "LICITACION" que lo hemos acondicionado a los requerimientos de - nuestra subestación.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. GENERAL

Estas "Especificaciones Técnicas" tienen como objeto establecer características generales y particulares que deben satisfacer los equipos, materiales requeridos.

Estas "Especificaciones Técnicas" complementan las condiciones establecidas en otros documentos pertenecientes a esta Licitación y tienen plena validez.

EQUIPOS Y MATERIALES, MANO DE OBRA Y DISEÑO

Todos los materiales serán nuevos, libres de defectos y los mejores que se encuentren disponibles para el objeto, considerando su resistencia, durabilidad y adaptabilidad. La mano de obra empleada será de la más alta calidad y de acuerdo a las mejores prácticas actuales.

Todos los equipos y materiales y su fabricación y pruebas - deberán satisfacer los requerimientos de las normas recientes, en lo que sean aplicables, que se indican a continuación o de las equivalentes en vigencia en el país de fabricación - del equipo o material.

ASTM: American Society For Testing and Materials

IPCEA: Insulated Power Cable Engineers Association

ANSI: American National Standart Institute

NEMA: National Electrical Manufactures Association

EI: Edison Electric Institute.

TRANSFORMADORES TRIFASICOS DE FUERZA

TIPO SUBESTACION Y TRANSFORMADORES

MONOFASICOS PARA SERVICIOS AUXILIARES

TRANSFORMADOR DE FUERZA

REGLON 1

GENERAL .-

El transformador de fuerza será trifásico, tipo subestación, sumergido en aceite, auto-enfriado, clase OA/FA, y para uso al exterior en clima tropical.

La capacidad nominal que se indica en el renglón es de régimen continuo, con enfriamiento clase OA/FA, y para un incremento de temperatura de los devanados que no exceda de 55° C, medido por resistencia, ni de 65° C en el punto más caliente, basado en una temperatura ambiente promedia de 30° C y máxima de -

40° C. La capacidad nominal indicada será para una altura sobre el nivel del mar de 100 metros.

TENSIONES NOMINALES, FRECUENCIA Y CONEXIONES.-

El transformador operará con corriente de 60 Hz, y deberá tener las siguientes características:

Primario	69 KV	-	Delta
Secundario	4,16 KV	-	Estrella

El punto neutro del devanado en estrella será conectado sólidamente a tierra. Este punto neutro deberá ser sacado a un aislador pasante exterior.

El desplazamiento angular entre tensión primaria y secundaria será de 30°.

DERIVACIONES:-

El transformador tendrá en el devanado de alta tensión derivaciones de plena capacidad de 2,5 y 5 por ciento arriba y abajo de la tensión nominal.

NIVELES DE AISLAMIENTO.-

Los niveles de aislamiento de los terminales de los devanados, incluidos los aisladores pasantes deberán tener los siguientes -

valores:

<u>Tensión nominal de</u> <u>líneas, KV</u>	<u>Clase de aislamiento</u> <u>KV.</u>	<u>Tensión de</u> <u>Impulso</u> <u>Bobinados</u> <u>KV</u>	<u>(BIL)</u> <u>Neutro</u> <u>KV.</u>
69	69,0	350	110
4,16	5,0	75	

IMPEDANCIA.-

La impedancia, expresada en porcentaje con base a la potencia nominal del transformador, será aproximadamente de 10,5%

PRESERVACION DEL ACEITE.-

El sistema de preservación del aceite podrá ser del tipo de tanque sellado o del tipo de tanque de expansión.

ACCESORIOS.-

El transformador deberá ser suministrado con los accesorios - normales según las normas ANSI-NEMA, debiendo incluir los - siguientes:

- a) Termómetro para medir la temperatura del aceite que debe

tener además una manilla indicadora de la máxima temperatura que pueda ser repuesta.

- b) Indicador del nivel del aceite.
- c) Indicador de la presión del nitrógeno en caso de ser del tipo de tanque sellado, o dispositivo para absorber la humedad - del aire en caso de ser del tipo de tanque de expansión.
- d) Válvulas para llenado, filtrado y vaciado del aceite.
- e) Terminal para conexión a tierra del tanque, con conector y pernos apropiados para conectarle una platina de cobre de $1\frac{1}{2}'' \times \frac{1}{4}''$.
- f) Conectores en los terminales "bushings" (aislador pasante) de 69 KV. apropiados para recibir conductor A.C.S.R. de calibres comprendidos entre 1/0 y 3/0 AWG.
- g) Conectores en los terminales "bushings" (aisladores pasante) de 4,16 KV apropiados para recibir conductor A.C.S.R. de calibres comprendidos entre 4/0 AWG y 336,4 MCM.
- h) Un transformador de corriente del tipo "bushings" sobre cada terminal "bushings" del lado de 4,16 KV. Los transformadores de corriente serán del tipo de relación múltiple y de las siguientes características.

RELACION	MULTIPLE 600 - 5 A
DERIVACIONES	600, 400, 250, 200, 150, 100, 50, 5A
FRECUENCIA	60 Kz
Clase de precisión	0.6 - B-2
Clase de aislamiento	5 KV

- i) Cambiador de derivaciones con el transformador desenergizado, con manija exterior e indicador de la posición. Será deseable que la manija y el indicador estén localizados en una de las paredes laterales del tanque, a una altura conveniente.
- j) Ruedas Orientables a 90°.
- k) Dispositivos antisísmicos para mantener el transformador - en posición, para movimientos de tierra de intensidad 0,5 veces la aceleración de la gravedad, en dirección horizontal.
- l) Aceite extra equivalente al 10% de la carga normal del aceite de los transformadores, en tambores debidamente sellados.
- m) Pintura para coger fallas, una pinta para el transformador.

NORMAS

En su fabricación y pruebas el transformador deberá satisfacer

los requerimientos de las normas ANSI C57-12-1965

REPUESTOS:

Se suministrarán los siguientes repuestos:

CANTIDAD

MATERIAL

3	Aislador pasante para 69 KV.
3	Aislador pasante para 4, 16 KV.
1	Juego de empaques para cada transformador.

TRANSFORMADOR MONOFASICO PARA SERVICIOS AUXILIARES

REGLON 2 :

GENERAL .-

El transformador deberá satisfacer las siguientes especificaciones.

TIPO.- Monofásico tipo distribución, sumergidos en aceite, auto-enfriado, para instalación a la intemperie y montaje en estructura metálica.

USO : Este transformador será para conectarse entre fase y neutro de un sistema trifásico de 4 conductores - 4.160 Grd Y/2400 voltios.

Este transformador deberá ser suministrado con un aislador pasante en el lado de alta tensión y 3 aisladores pasante en el lado de baja tensión y conectores terminales apropiados para conductores de aluminio, de calibres comprendidos entre 2 AWG a 1/0 AWG.

El transformador se suministrará con pararrayos para 3KV., elemento fusible en el lado de alta tensión, interruptor automático con el lado de baja tensión, lámpara de señalización para sobrecargas y palancas para accionar el interruptor automático y apagar la lámpara de señalización.

VALORES DE REGIMEN (RATINGS)

- Capacidad de régimen continuo	25 KVA
- Frecuencia	60 Hz
- Tensión primaria	4.160 Grd. Y/2.400V.
- Tensión secundaria	120/240 V.
- Impedancia en base a los KVA, de régimen continuo	Al rededor de 2%
- Clase de aislamiento en el lado de alta tensión	5 KV.
- Derivaciones (Taps) de plena capac.	2 1/2 y 5 % arriba y abajo de la tensión nominal.

- Sobre elevación media de la temperatura de los devanados. 65°C .

NORMAS:

Las características eléctricas y las pruebas del transformador se ajustarán a los requerimientos de la norma ANSI C - 57-12 y NEMA TR 1 y TR 2.

El transformador se suministrará completo con los accesorios normales según la norma NEMA TR 2.

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL PARA 2.4 KV.

REGLON 3

GENERAL .-

El transformador de potencial será nomofásico para medición, para uso a la intemperie, en clima tropical, con material aislante de resina epóxica moldeada, con base metálica para montaje en estructuras metálicas. La caja de terminales secundarios tendrá en las dos paredes laterales y en la inferior, una estampadora para tubo conduit pesado de 1". Los terminales primarios tendrán conectores para cable de aluminio de 2 AWG a 3/0 AWG.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS :

El transformador se utilizará en un sistema 4.16/2.4, estrella con neutro a tierra y deberá tener las siguientes características eléctricas:

Número de terminales " bushings" de alta tensión	1
Tensión nominal primaria, V	2.400
Tensión nominal secundaria, V	120
Relación de transformación	20:1
Frecuencia, Hz	60
Clase precisión, según ANSI	1,2
Carga secundaria , designación ANSI	75 VA.
Clase de aislamiento, KV.	5

NORMAS :

Este transformador de potencial deberá satisfacer en su fabricación y pruebas lo requerido en la última edición de la norma ANSI C57-13 para Transformadores de Medida.

GABINETE DE MEDICIONREGLON 4

GENERAL .-

El gabinete de medición será apropiado para instalación a la intemperie, en clima tropical, y estará constituido por un compartimento de chapa de hierro terminada con pintura, - con una base para ser fijada en una plataforma de hormigón. El compartimento deberá tener una puerta abisagrada, provista de cerradura se seguridad.

El compartimento contendrá los siguientes instrumentos de medida y accesorios:

- Un (1) Amperímetro con conmutador para medición en las tres fases A, B y C.
- Un (1) Voltímetro con conmutador para medir las tensiones AB, BC, CA, NA, NB, NC.
- Un (1) Vatímetro trifásico.
- Un (1) Medidor de kilovarios-hora de tres elementos, cuatro hilos, de registrador tipo ciclométrico de 5 cifras enteras, con indicador de máxima demanda para un período de integración de 15 minutos.
- Un (1) Bloque de terminales para los secundarios de los tres transformadores de corriente, provisto de dispositivo para corto-circuitar los secundarios.
- Un (1) Bloque de terminales para los secundarios de los

- tres transformadores de potencial provisto de 3 fusibles de 1 amp. 250 V.
- Un (1) Juego de terminales sobre el panel de instrumentos para la conexión de instrumentos registradores del tipo portátil: amperímetro, voltímetro o vatímetro trifásico.
- Un (1) Lámpara de 25 vatios, 120 voltios, para iluminación del panel de instrumentos, con interruptor.
- Un (1) Calefactor de resistencia de 25 vatios, 120 voltios, con interruptor.
- Un (1) Perno conector para puesta a tierra del gabinete, con conductor de cobre 2 AWG, cableado.
- Seis (6) Estampadora para conduit pesado 1", en la base del gabinete, para recibir los circuitos secundarios de los transformadores de medida, el circuito de fuerza 120/240 voltios, y para sacar tres circuitos de fuerza 120 voltios.
- Un (1) Tablero de distribución 120/240 voltios, con barra de neutros y provisto de un interruptor bipolar o de dos monopolares termomagnéticos de entrada para 50 amperios, de cuatro monopolares de 15 amperios de salida, y de un tomacorriente doble para 30 amperios, 120 voltios.

Los instrumentos de medida serán de una precisión del 2% a

plena escala para corriente alterna de 60 Hz, y serán utilizados con transformadores de corriente y potencial de las siguientes relaciones de transformación y deberán tener los siguientes rangos de escala:

Renglón	RELACION DE TRANSFORMACION			RANGO DE ESCALAS		
	Corriente	Tensión	Amp.	KV.	KW.	KV. DEM.
4	800: 5	20: 1	0-1000	0-5	0-6000	0-6000

El gabinete de medición será despachado completamente alambrado.

LUMINARIAS

RENGLON 5

Las luminarias serán para lámpara de vapor de mercurio de color corregido, 250 vatios, 240 voltios. Serán utilizados a la intemperie en clima tropical, en iluminación de subestaciones de distribución. Las armaduras serán de aleación de aluminio y tendrán elemento reflector y pantalla protectora.

Las luminarias se las suministrará completas con balastro

de tipo reactancia para 240 voltios, 60 Hz, con los accesorios para fijación en estructura de perfil de hierro y para recibir tubo conduit pesado de 1" con los conductores de alimentación.

LAMPARAS DE MERCURIO

REGLON 6

Las lámparas serán de vapor de mercurio de alta presión - de color corregido y serán utilizadas con las luminarias y balastros del renglón 6.

CELULA FOTOELECTRICA

REGLON. 7

La célula fotoeléctrica será para el control del alumbrado del área de la subestación, para funcionar en un sistema de 240 V. 60 Hz. con una capacidad, de 30 amperios en los contactos y para instalación exterior.

RECONNECTADOR AUTOMATICO PARA 69 KV.

REGLON 8

GENERAL .-

El reconectador automático será trifásico en aceite, del tipo de control electrónico, para uso a la intemperie, en clima tropical y para montaje en subestación.

El reconectador tendrá las siguientes características eléctricas y de operación.

CARACTERISTICAS :

Tensión nominal de línea, KV.	69
Frecuencia, Hz.	60
Clase de aislamiento, KV.	69
Tensión básica de impulso KV.	350
Corriente de régimen continuo amp. máx.	560
Corriente mínima de disparo, fase, amp.	100
Corriente mínima de disparo, tierra, amp.	35
Corriente de interrupción simétrica, amp.	2.000
Operaciones de disparo rápido, fase	2
Operaciones de disparo rápido, tierra	2
Número de operaciones apertura final	4
Tiempos de recierre, segundo	Variables: inst. 15
Tiempo de reposición, segundos	Variables: 10-60
Tensión para accionamiento del cierre, KV	0-230 AC (125 V DC)

ACCESORIOS :

El reconectador será suministrado con todas sus partes, accesorios y elementos de control para obtener su funcionamiento satisfactorio, y además con los siguientes:

- a) Accesorios para disparo por falla fase a tierra incluídos los transformadores de corriente.
- b) Dispositivo para disparo y bloqueo a distancia.
- c) Dispositivo para reposición temporizada después del recierre, con éxito.
- d) Accesorio para coordinación de secuencias.
- e) Accesorio para prueba manual de disparo.
- f) Cables, tubos y demás piezas para interconexión del reconectador con el gabinete de control distancia aproximada 50 metros.
- g) Todas las piezas y elementos necesarios para la instalación de los accesorios.
- h) Terminales en cada "aislador pasante" para recibir conductor A.C.S.R. de calibres comprendidos entre 1/0 a 336.4 M.C.M.

ESTRUCTURA DE MONTAJE

El reconectador se suministrará con su estructura completa para montaje del tipo subestación.

NORMAS :

El reconectador automático se ajustará en su construcción y pruebas a los requerimientos de las normas ANSI C37-60, para reconectores automáticos.

RECONECTADORES AUTOMATICOS PARA 4.16 KV.RENGLONES 9 - 10GENERAL: .-

Los reconectores de estos renglones serán trifásicos, en aceite del tipo de control hidráulico, con accionamiento de recierre hidráulico, bobina serie de disparo y control electrónico para fallas a tierra.

Los reconectores deberán tener las siguientes características generales:

Tensión nominal de línea, KV	4.16
Frecuencia, Hz	60

Clase de aislamiento, Kv.	5
Bobina serie de corriente, A	la indicada en - cada renglón.
Corriente mínima de disparo	Dos veces la no_ minal de la bobina.
Resistencia para falla a tierra	La indicada en cada renglón.
Operaciones de disparo rápido	2
Operaciones de disparo retardado ...	2

Las corrientes simétricas mínimas de interrupción serán - para los reconectores del renglón 9, 8.400 amperios y para el reconector del renglón 10, 24.000 amperios.

ACCESORIOS :

Los reconectores deberán suministrarse completos con terminales para recibir conductor, A.C.S.R. 2 AWG a - 3/0 AWG, estructura de montaje metálica tipo subestación y con todos los accesorios y elementos de control para obtener su funcionamiento satisfactorio.

EQUIPO DE SECCIONAMIENTO Y PARARRAYOS

SECCIONADORES TRIPOLARES

RENGLON 11, 12, 13

GENERAL .-

Los seccionadores serán para instalación a la intemperie, de ruptura vertical y montaje horizontal los de los renglones 11 y 13 de ruptura vertical y montaje vertical los del renglón 12.

Los seccionadores se suministrarán completos con aisladores, conectores en los terminales de entrada y salida para conductores A.C.S.R. de calibres comprendidos entre 1/0 a 3/0 AWG , los de el renglon 12 y para conductor - A.C.S.R. de calibre 336.4 MCM los de los renglones 11 y 13 con los accesorios de accionamiento tomando en cuenta una altura de montaje de 10 metros para los seccionadores de los renglones 11 y 13 y de 5 metros para los seccionadores del renglón 12, con la palanca de operación a 1,20 metros del piso, con una cinta de cobre flexible de 0,60 metros de longitud para la conexión a tierra de la palanca de operación y un dispositivo para colocar una cerradura en la posición - de "abierto" y "cerrado". El seccionador de 69 KV. del - renglón 11 se suministrarán además con un juego de cuchillas para puesta a tierra debiéndose preveer un interbloqueo mecánico con la palanca de accionamiento de apertura y cierre del seccionador.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

	<u>Renglón</u> 11	<u>Renglón</u> 12	<u>Renglón</u> 13
Clase de aislamiento, Kv.	69	5	
aislamiento a impulso, KV, (BIL)	350		
corriente nominal continua, A	600	400	1200
corriente momentánea mí- nima, A.	20.000		

PARARRAYOSRENGLONES 14 - 15GENERAL .-

Los pararrayos serán para montaje exterior, clase intermedia, para los de 60 KV y tipo subestación para los de 3 KV para una altitud máxima sobre el nivel del mar de 100 mts.

Los pararrayos deberán tener los siguientes valores nominales:

Renglón	Tensión del sistema KV.	Tensión nominal del pararrayos Kv.	Nivel del aislamiento (BIL) KV.
14	69	60	350
15	4.16	3	

ACCESORIOS :

Los pararrayos deberán suministrarse con conectores para conductor A.C.S.R. de calibres comprendidos entre 1/0 a 3/0 AWG.

NORMAS :

Las características de operación y los valores de prueba deberán estar de acuerdo con las normas ANSI C62.1 para Pararrayos de Clase Intermedia y tipo subestación.

PERTIGA AISLADARENGLON 16

La pértiga será apropiada para operar los seccionadores. Se rá suministrada de resina epóxica, de forma extensible de 3 a 6 metros o en dos secciones de 3 metros cada una, con los ganchos para el accionamiento de grapas de conexión bajo tensión (Not Line clamps).

AISLADORES DE SUSENSIONRENGLONES 17 y 18

Los aisladores serán de porcelana de alta densidad, procesada en húmedo, color café, y con sus partes metálicas de material ferroso.

NORMAS :

Las dimensiones de los aisladores y sus características eléctricas y mecánicas deberán satisfacer las normas ANSI especificadas en cada renglón.

GRAPAS UNIVERSALESREGLONES 19 y 20

Las grapas serán de aleación de aluminio, para retención, con terminal tipo horquilla los del renglón 19 y con terminal tipo rótula, las del renglón 20. Sus accesorios de hierro - serán galvanizados en caliente. Todas sus partes serán de forma tal que eviten la formación de corona. Resistencia - mínima a la rotura 10.000 libras.

ADAPTADOR BOLA HORQUILLAREGLON 21

Los adaptadores serán de hierro galvanizado en caliente, - por inmersión para usarse con aisladores de suspensión clase ANSI 52-3. Resistencia mínima a la rotura 10.000 libras.

CONECTORES DE RANURAS PARALELASREGLON 22

Los conectores serán de aleación de aluminio, de ranuras - paralelas, con tres pernos de acero galvanizado.

MATERIALES PARA PUESTA A TIERRA

CONDUCTORES DE CORRE DESNUDOS

RENGLONES 23 y 24

Los conductores serán de cobre suave, cableado clase B, desnudos y de la sección indicada en cada renglón. Serán fabricados de acuerdo con la especificación ASTM B-80-60.

Los conductores se suministrarán en carretes de madera, en longitudes normales. Los carretes llevarán marcados, la - sección del conductor y los pesos neto y bruto.

PLETINAS DE COBRE

RENGLON 25

Las pletinas de cobre suave, de 1/4" x 1 1/2" y se las suministrará en piezas de 9' de longitud.

CONECTORES EN CRUZ

RENGLON 26

Los conectores serán para utilizarse en conexiones de malla de tierra en los cruces de conductores o para derivación.

Todas sus partes serán de aleación de cobre resistente a la corrosión, se los suministrará con pernos "U", tuercas y arandelas de presión de bronce silicoso. Los conectores - serán para conductor cableado de los calibres especificados en los renglones correspondientes.

CONECTORES CABLE A PERFIL

RENGLON 27

Los conectores serán de aleación de cobre para conectar - dos conductores cableados 2 AWG a perfil plano de acero de 1/4" de espesor. Se los suministrará completos con pernos, tuercas y arandelas de presión.

CONECTORES PLANOS

RENGLON 28

Los conectores serán de aleación de cobre para conectar - conductores cableados 1/0 a 2 AWG, a barra plana de cobre de 1/4" de espesor. Se los suministrará completos con - pernos, tuercas y arandelas de presión, para la fijación del cable.

CONECTORES CABLE A PERFIL

RENGLON 29

Los conectores serán de aleación de cobre para sujetar un conductor de cobre 2 AWG a perfil plano de acero de 1/4". Se los suministrará completos con perno, tuercas, y arandelas de presión, para la fijación del cable al perfil.

VARILLAS DE PUESTA A TIERRARENGLON 30

Las varillas serán para puesta a tierra, de "copperweld" - de 5/8" de diámetro de 8' de longitud. Se las suministrará con grapas para fijación horizontal de un conductor cableado de cobre 2/0 AWG.

Este tipo de maquinaria debe ser de una marca más ordenada de la industria de la maquinaria que existe en la planta de producción de EMAP, con las diferentes horas del día, con otras ventajas de mayor rentabilidad del KWH y por ende un beneficio económico para EMAP.

La maquinaria que continúa funcionando actualmente cumple 25 años de funcionamiento. EMAP considera ya es necesario sustituir por otros tipos y clases de capacidad diferentes. Así, de la estación de bombas, todos los

CAPITULO 6

PROGRAMACION DEL SERVICIO DE LA DIFERENTE MAQUINARIA PARA OBTENER EL COSTO DEL KWH MAS RENTABLE PARA EMAP

A la fecha hay una tendencia a reemplazarlos por otros tipos de. Esto constituye motivo suficiente que impide la de seguir los diversos "TIEMPOS DE SERVICIO" de las máquinas para una vida útil de mayor rentabilidad.

Tal situación ha ocasionado a que, ante el costo de los cambios más generalizados, se le ha ordenado que no debe haber de que EMAP tiene a cualquier Ingeniero o Técnico que debe aplicarlo a una determinada empresa a su cargo.

Para este análisis, se debe plantear al "DIA LÍPICO" y graficar la Curva DE CARGA que corresponde a un mes de un modo de actividad. Y, para obtener mayor información se podrá obtener las curvas estadísticas para los días meses del año.

Este capítulo trata de visualizar en una manera más ordenada la utilización de la maquinaria que existe en la planta de producción "LA TOMA", en las diferentes horas del día, con miras a obtener una mayor rentabilidad del KWH y por ende con beneficio económico para EMAP.

La maquinaria que continúa funcionando actualmente cumple 25 años de servicio ininterrumpido. EMAP considera ya necesario sustituirla por otras nuevas y talvez de capacidad diferente. Así, en la estación de bombas, todos los motores de bombeo trabajan a diesel en horarios completos durante el tiempo arriba mencionado.

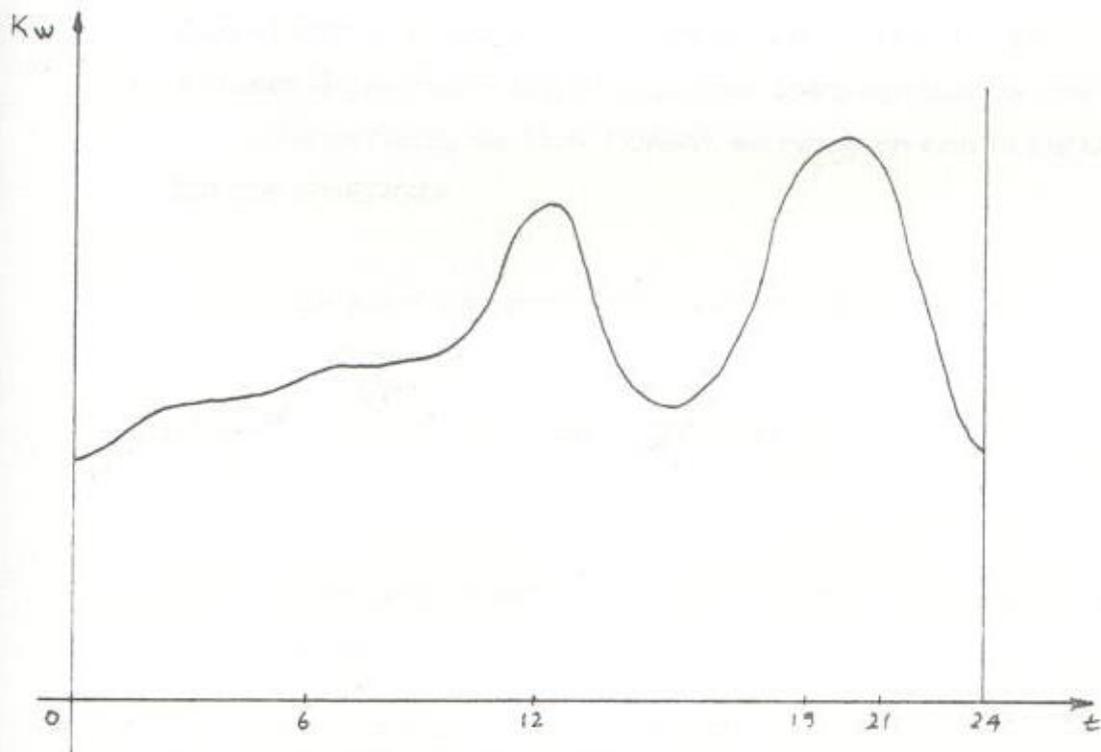
A la fecha hay una tendencia a reemplazarlas por electrobombas. Esto constituye motivo suficiente que imposibilita determinar los diversos "TIEMPOS DE SERVICIOS" diarios requeridos para esta clase de estudios económicos.

Tal situación ha impulsado a que este estudio sea del carácter más general posible, con la intención de que no únicamente sea útil a EMAP sino a cualesquier Ingeniero o Técnico - que desee aplicarlo a una determinada empresa a su cargo.

Para este análisis deberíase buscar el "DIA TIPICO" y graficar la CURVA DE CARGA que corresponde a un mes continuo de actividad. Y, si se quisiera lograr mayor "precisión" se podría determinar curvas similares para los doce meses del año.

Analicemos una "curva de carga", y veamos sus características:

Figura 1 :



Utilizando un sistema de coordenadas cartesianas establecemos nuestros parámetros: el TIEMPO, dividido en 24 horas (eje de las abscisas), y la POTENCIA, expresada en KW (eje de las ordenadas).

Una característica de la "curva de carga" es tener el "PICO MAXIMO" denominado HORA-PICO. En la planta de Producción "LA TOMA" generalmente esta hora-pico sucede entre las horas 19 y 21.

Con el objeto de explayar el concepto de esta hora-pico, permítaseme continuar con el siguiente bosquejo que da una idea del aspecto físico de "LA TOMA" en relación con la DEMANDA DE ENERGIA.

1. La planta de producción esta dividida en dos grandes ESTACIONES:
 - a) ESTACION DE BOMBAS.
 - b) ESTACION DE FILTROS.

Cada una de estas estaciones e encuentra subdividida en varias secciones:

- a) ESTACION DE BOMBAS:

Taller eléctrico

taller mecánico

taller de carpintería

taller de mantenimiento mecánico
 estación receptora de diesel
 campamento "LOS MANGOS" (residencia de trabajadores)
 estación principal (4 unidades de bombeo de diesel y su respectivo equipo).
 estación auxiliar (2 unidades de bombeo a diesel y 2 electrobombas y su respectivo equipo)
 estación nueva (1 unidad de bombeo a diesel y su respectivo equipo. En estudio las restantes unidades a instalarse)

b) ESTACION DE FILTROS:

Planta antigua: Laboratorio de análisis químico
 taller de mantenimiento
 sótano (Varios motores de diferentes usos y capacidad)
 motores de floculadores lentos y rápidos.
 campamento: residencia para trabajadores y empleados, comisariato, club e iglesia.

Planta Nueva ó de proceso acelerado:

estación de dosificación
 estación de lavado de filtros: soplantes y bombas

De otra parte, se tiene que en la misma planta residen tanto

obreros como empleados, además, a estas horas GUAYAQUIL vive un MOVIMIENTO CITADINO MAS INTENSO, estos dos hechos fundamentales se traducen en una demanda máxima, conocida como la hora-pico. Idéntico motivo explicará la aparición en la curva de carga de un "pequeño pico" de 12 m. a 1 pm.

Analizadas las curvas de carga eléctrica y la de consumo de agua, se nos presentan idénticas.

Figura 2.

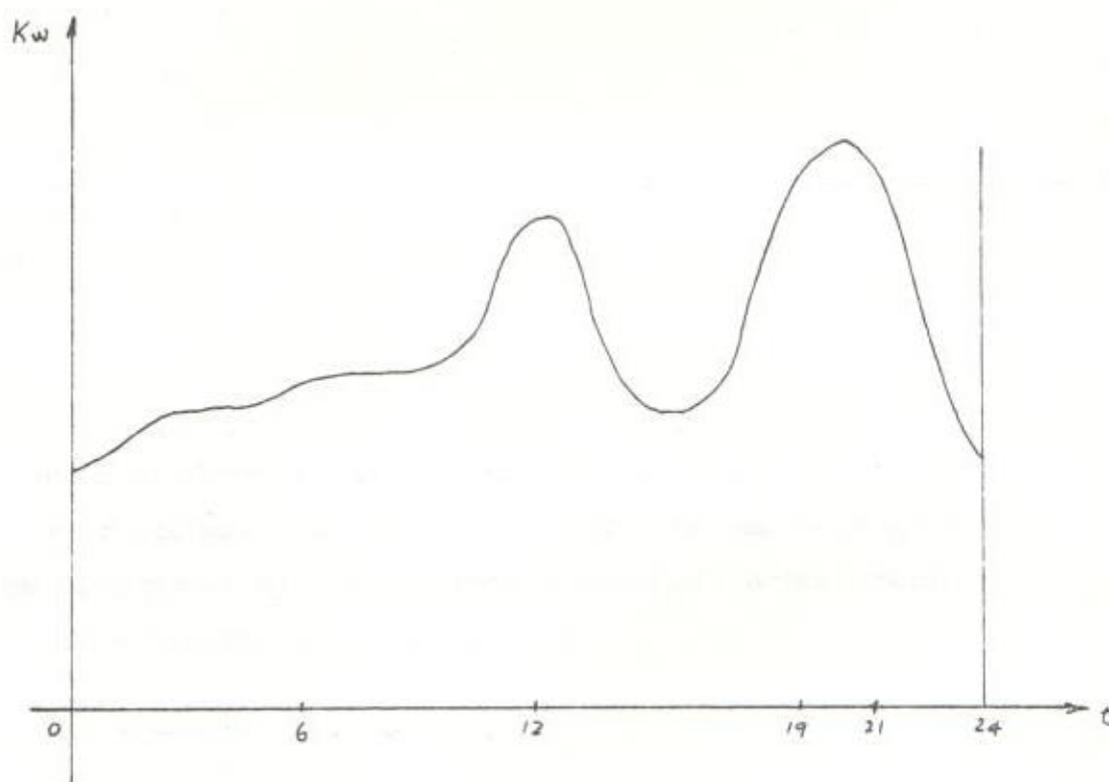
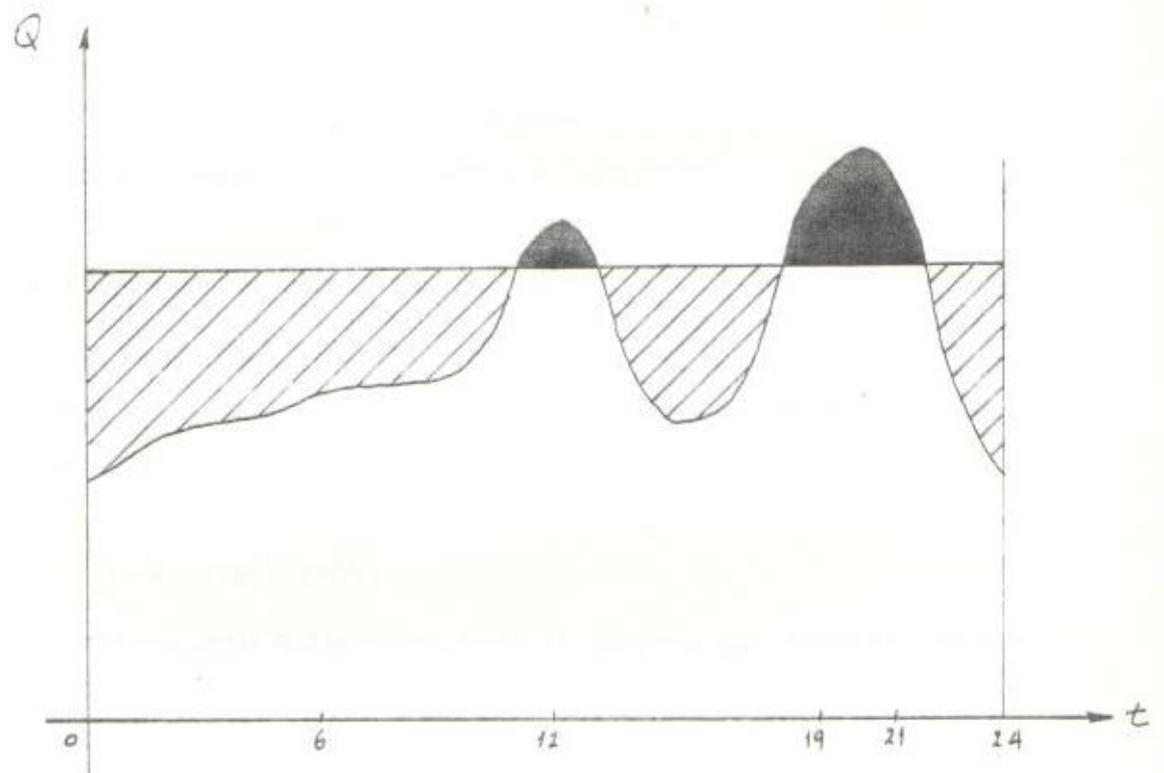


Figura 3.



Cabe puntualizar que este hecho importante nos va a servir como postulado para realizar nuestros cálculos en la curva de consumo de agua, y sus conclusiones aplicarlas directamente a la curva de carga eléctrica.

Para tales cálculos, estamos interesados en eliminar los dos picos de la curva de consumo de agua. Para realizar esto tenemos dos alternativas.

Alternativa 1 : SIN REGULACION

Alternativa 2: CON REGULACION

En la alternativa 1, asumamos lo siguiente:

- Precio de la DEMANDA MAXIMA :

$$P D M = (\$/) (KW)$$

Precio de cada kilovatio de sures por cada kilovatio, lo cual simbólicamente se formula así:

$$P KW = (\$/) (KW)$$

- Precio ENERGIA consumida de sures por cada kilovatio-hora, lo cual se expresa así:

$$P E C = (\$/) (KWH)$$

- Consumo eléctrico equivale a demanda de agua.
- Demanda máxima (Dmax) en KW en este caso tendrá un valor elevado.
- Energía mensual (Em) en KWH: tendrá el valor de integración de la curva.
- Monto de la facturación mensual:

$$MFM = (Dmax) (P D M) + (Em) (PEC) \quad (1)$$

$$- \text{Equipo de bombas} = E B \quad (2)$$

En resumen :

Precio total = ecuación (1) + ecuación (2)

$$P T = M F M + E B \quad (3)$$

En la alternativa 2 consideramos lo que sigue: La regulación podemos realizarla de esta manera. En la curva de carga de la Fig. 3, la zona en negro corresponde a las crestas de los dos picos y representa la cantidad de agua que se desea desplazar y debe almacenarse en un "RESERVORIO" procedimiento posible durante las horas correspondientes al suceso de la zona rayada. Logrado esto, se habría eliminado la hora-pico y reducido, en consecuencia, el valor de la "demanda máxima".

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA DEMANDA MAXIMA :

Varios ejemplos, con datos supuestos compilados durante casi dos años, nos explicarán este procedimiento:

ESTADISTICAS DE LECTURAS MENSUALES

AÑO	MES	DEMANDA MAX, KW	ENERGIA CONS. KWH.
1973	Enero	600	100.000

AÑO	MES	DEMANDA MAX. KW	ENERGIA CONSU. KWH
1973	Febrero	700	70.000
	Marzo	550	80.000
	Abril	420	60.000
	Mayo	580	50.000
	Junio	680	75.000
	Julio	710	85.000
	Agosto	800	90.000
	Septiemb.	750	65.000
	Octubre	480	95.000
	Noviemb.	600	110.000
Diciemb.	510	105.000	
1974	Enero	500	84.000
	Febrero	600	72.000
	Marzo	690	77.000
	Abril	480	78.000
	Mayo	900	83.000
	Junio	700	82.000

La DEMANDA MAXIMA lo lee el "MEDIDOR DE DEMANDA MAXIMA" instalado por la Empresa proveedora de energía.

REGLA.- Se toma el mayor valor de los doce meses anteriores a la fecha de facturación, incluido el mes de la facturación.

La ENERGIA CONSUMIDA, es en cambio, la lectura correspondiente al propio mes facturado:

Primer Ejemplo:

fecha de facturación : Marzo de 1974

valores de facturación:

- Demanda Máxima = 800 KW (aplicando la regla, este valor pertenece al mes de Agosto de 1973)
- Consumo Mensual = 75.000 KWH

Segundo Ejemplo :

fecha de facturación : Mayo de 1974

valores de facturación:

- Demanda Máxima = 900 KW (aplicando la regla, en este ejemplo coincide con el propio mes).
- Consumo Mensual = 82.000 KWH.

Estos dos ejemplos explican la manera de calcular los valores a facturar en un determinado mes.

Todo lo dicho se concreta en forma analítica en la siguiente

"curva a escalas", si bien, ésta no corresponde a la realidad, es más accesible al cálculo manual. El hecho real se registra en una "curva continua", cuya integración lo realiza el "integrador mecánico".

Primer Ejemplo:

La Fig. 4 es una "curva de carga" escogida para someterla a facturación, no tiene alteración alguna.

Aplicaremos la tarifa de EMELEC, señalada ^a para industrias:

"Tarifa I-4 Servicio de fuerza general

Aplicación: Servicios trifásicos de 10 KW o más, para usos industriales.

Cargos: \$/ 45,00/KW mínimo, por los 20 KW de demanda contratada.

\$/ 40,00/KW exceso de demanda contratada

\$/ 0,70/KWH por los primeros 60KWH/KW

\$/ 0,55/KWH siguientes 60KWH/KW

\$/ 0,45/KWH siguientes 120 KWH/KW. Para poder pasar al siguiente bloque de KWH, en este tercer bloque se facturarán por lo menos 20.000 KWH.

\$/ 0,35/KWH, exceso

Mas \$/ 0,05 por todo el consumo mensual, antes iba en beneficio de INECEL, ahora va en benefi

cio de la misma empresa.

Datos de la Fig. 4 para la facturación:

Demanda Máxima = 145 KW

Consumo Mensual = 71.820 KWH

45,00 x 20	900,00
40,00 x 125	5.000,00
0,60 x 60 x 145	5.220,00
0,55 x 60 x 145	4.785,00
0,45 x 120 x 145	7.830,00
0,35 x 37.020	12.957,00
0,05 x 71.820	<u>3.591,00</u>
	40.283,00

El valor que debería pagar esta empresa por facturación mensual:

₡ 40.283,00 del cual se deduce el VALOR PROMEDIO por KWH.

$$\frac{40.283,00}{71.820} = \text{₡ } 0,5809 / \text{KWH}$$

Segundo Ejemplo: Fig. 5

Como límite inferior en nuestro análisis establecemos el VALOR PROMEDIO o "PUNTO IDEAL". Los valores a facturar son:

Demanda Máxima = 100 KW

Consumo mensual = 72.000 KWH

45,00 x 20	900,00
40,00 x 80	3.200,00
0,60 x 60 x 100	3.600,00
0,55 x 60 x 100	3.300,00
0,45 x 120 x 100	5.400,00
0,35 x 48.000	16.800,00
0,05 x 72.000	<u>3.600,00</u>
	36.800,00

El valor que debería pagar esta empresa por facturación - mensual: \$ 36.800,00 del cual se deduce el valor promedio por KWH

$$\frac{36.800,00}{72.000,00} = \frac{\$}{0,5111/KWH}$$

Tercer Ejemplo : Fig. 6

Tomemos un punto intermedio entre el punto máximo y el - ideal. Para este caso, los valores a facturar son:

Demanda Máxima: 125 KW

Consumo Mensual = 71.820 KWH.

45,00 x 20	900,00
40,00 x 105	4.200,00
0,60 x 60 x 125	4.500,00
0,55 x 60 x 125	4.125,00
0,45 x 120 x 125	6.750,00
0,35 x 41.820	14.637,00
0,05 x 71.820	<u>3.591,00</u>
	38.703,00

El valor que bajo estas condiciones, debería pagar la Empresa, es de \$/ 38.703,00; el valor promedio por KWH

$$\frac{38.703,00}{71.820} = \$/0,54/\text{KWH}$$

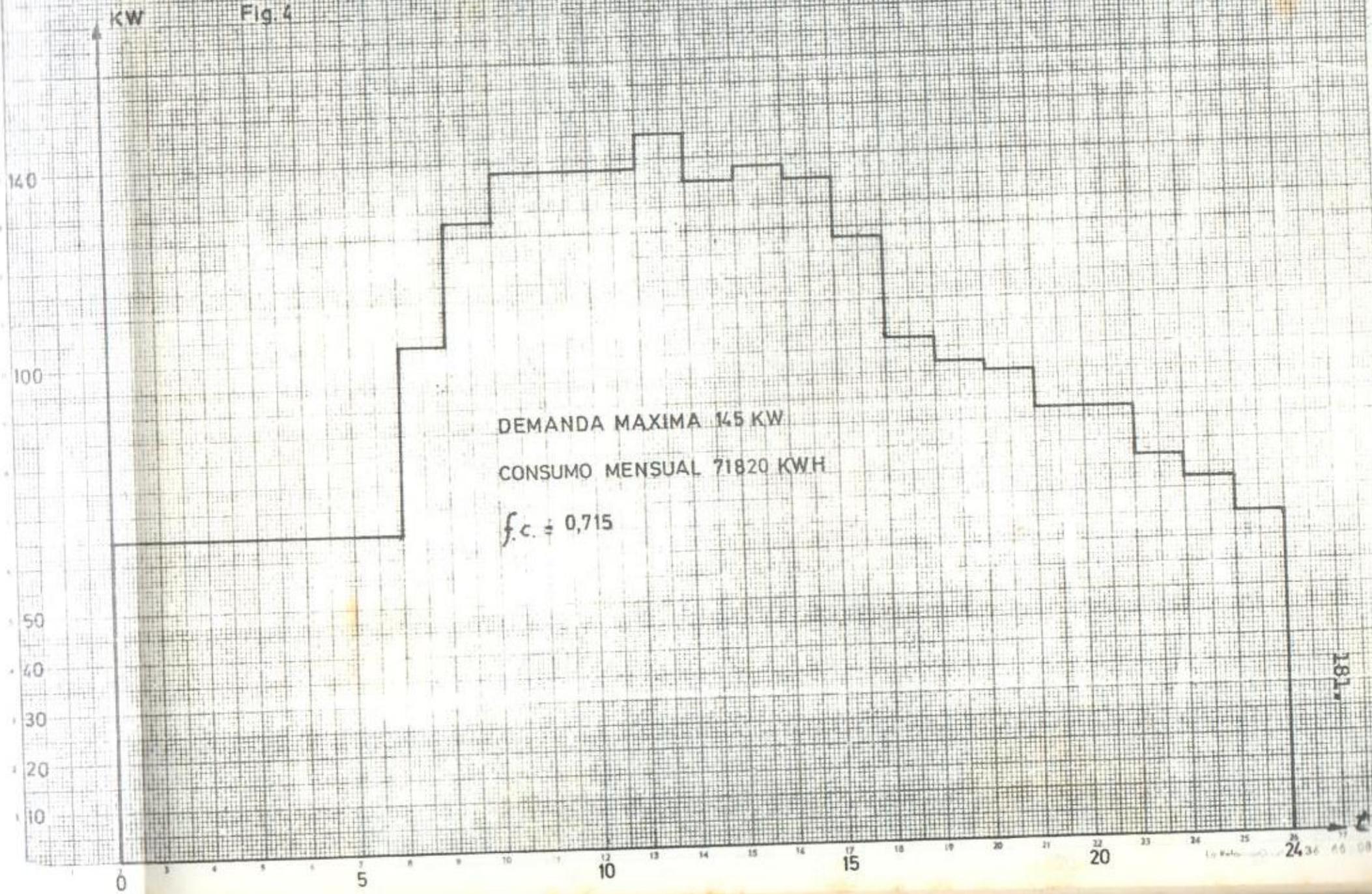
Analizando estos tres ejemplos puede apreciarse una considerable ventaja del ejemplo 2 al 1 y del ejemplo 3 al 1.

Resumiendo en cuadros comparativos podemos indicar lo siguiente:

	KW	F.C.	Planilla mensual en \$/	Diferencia en KW (Pico Max)	Diferenc. mensual en \$/
Ejem. 2	100	1	36.800	45	3.483
Ejem. 1	145	0,715	40.283	--	----
Ejem. 3	125	0,8	38.703	20	1.580
Ejem. 1	145	0,715	40.283	--	----

Con el análisis de estas ventajas podemos ver claramente - que si en determinada empresa a nuestro cargo realizamos operaciones de esta naturaleza, el beneficio económico que obtenemos es muy significativo. Todo depende en la hora de pico máximo, y estudiar como podemos eliminarla, de tal forma que reduzcamos su valor y la energía bajo la curva - de este pico, tratar de llevar a otras horas del día, que tienen un valor de demanda (KW) bajo.

Fig. 4



4 KW

Fig. 5

DEMANDA MAXIMA 100 KW
CONSUMO MENSUAL 72000 KWH
 $f_c = 1,0$

182

0 3 4 5 6 5 8 9 10 11 10 13 14 15 16 15 18 19 20 21 20 23 24 25 24 27 28 29

kW

Fig. 6

DEMANDA MAXIMA 125KW
CONSUMO MENSUAL 71280 KWH
 $f.e. = 0,8$

183°

t

0 4 6 5 8 9 10 11 10 13 14 15 16 15 18 19 20 21 20 23 24 25 24 27 28

CONCLUSIONES

En el Capítulo 4 se describen los procedimientos de laboratorio
utilizados para determinar el contenido de agua y cenizas
de los aceites de pescado y de la harina de pescado.
Se describen también los métodos de análisis de laboratorio
para determinar el contenido de nitrógeno y fósforo
en los aceites de pescado y en la harina de pescado.
Los datos de los análisis de laboratorio se presentan en
los cuadros 1 y 2.

CAPITULO 7

Se describen los procedimientos de laboratorio de rutina
para determinar el contenido de agua y cenizas
de los aceites de pescado y de la harina de pescado.

CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis de laboratorio
muestran que el contenido de agua y cenizas
de los aceites de pescado y de la harina de pescado
varía considerablemente de un lote a otro.
El contenido de agua y cenizas de los aceites
de pescado es generalmente menor que el
de la harina de pescado.

Se concluye que el contenido de agua y cenizas
de los aceites de pescado y de la harina de pescado
debe ser determinado en cada lote de material
antes de ser utilizado en la fabricación de
productos de pescado.

7. CONCLUSIONES :

En el Capítulo 1, hemos tratado de determinar la "posible" población que tendrá Guayaquil hasta el año 2000. Hemos citado a organismos Nacionales y Extranjeros de reconocida solvencia, que con algún motivo han hecho estudios referente al probable número de habitantes. Los datos expuestos en este capítulo tratan de ser lo más exactos posibles, con el fin de ayudar a la realización de la programación de las obras de EMAP en lo que respecta a agua potable.

Es lamentable que organismos como el INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA; la UNIVERSIDAD, con el INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS, no tengan una posible estimación de la población para futuros años, lo cual nos hubiese ayudado enormemente.

Hernando Sánchez Montenegro dice: "Pero más importante que el método empleado, es el recto criterio del Ingeniero Calculista". Precisamente, aplicando este principio, desarrollé los datos que se encuentran en la presente tesis.

Como corolario al tercero y cuarto capítulo, me ratifico en que se debe cambiar el equipo actual a diesel, por electrobombas; y, conseguir del Gobierno Central que el precio de la energía consumida sea a "PRECIO ESPECIAL" ya que se trata de una entidad de Servicio Público. Además, en -

los actuales momentos, EMELEC tiene línea de transmisión hasta "LA TOMA", este hecho facilitaría, para tener continuidad en el servicio; ya que existirían dos líneas de transmisión la de INECEL y la de EMELEC.

En el quinto tema, debo aclarar que al final de este capítulo, como complemento al estudio de la subestación, se encuentra un modelo de licitación, proporcionado por INECEL y ajustado de acuerdo a nuestra necesidad.

En el capítulo sexto, cabe mencionar que no se pudo hacer específicamente para EMAP, ya que en estos momentos se encuentra en proceso de transformación. Este hecho determina que no se puedan tomar lecturas de las "horas de servicio diario" de la diferente maquinaria, para graficar la "curva de carga", que nos facilitaría el estudio económico objeto de este capítulo.

Lo anteriormente expuesto es un breve resumen de la presente tesis.

BIBLIOGRAFIATEXTOS :

1. Ingeniería de Acueductos y tratamiento de aguas.- Hernando Sánchez Montenegro.- Universidad Nacional de Colombia.
2. ABASTECIMIENTOS DE AGUAS.- Por: Douglas Flim, Spurr Weston, Lathrop Bogert.- Editorial Labor 1952.
3. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES.- Por: M. Fair, C. Geyer, A. Okun.
4. TRATAMIENTO DE AGUA PARA LA INDUSTRIA Y OTROS USOS.- Por: Eskel Nordel.
5. ABASTECIMIENTOS DE AGUA.- Por: José Paz Moroto, José María Paz Cazañe.- Tomo I, 1952.
6. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO .- Por: Ernest W. Steel.- segunda edición.
7. HIDROLOGIA HURBANISTICA.- Por: Fesser y Fernández Lazaro Urna.
8. Tesis de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electricidad, perteneciente a John Jara G.

9. BARRAS COLECTORAS. EQUIPOS PARA PUESTA A TIE
RRA. Por: Burndy.
10. MANUAL "General Electric" 1970.
11. ENGINEERING ECONOMY, Por: P.E. Paul de Garmo.- The
Mac Millan Company N.Y.
12. CURSO DE ESTADISTICA GENERAL.- Por: Enrique Can_
sado.- Director del CIENES (Centro Interamericano de En-
señanza de Estadística) Santiago de Chile 1970.
13. ELECTRICAL TRANSMISION AND DISTRIBUTION REFE-
RENCE BOOK. By Central Station Engineers of the Westing
house Electric Corporation. 1964.
14. MANUAL STANDARD DEL INGENIERO ELECTRICISTA.-
Por: A.E. Knowlton.- Tomos I y II.- Editorial Labor 1962.
15. EL ARTE Y LA CIENCIA DE LA PROTECCION POR RELEVA_
DORES.- Por: C. Russell Mason.- Primera edición en es-
pañol 1971.
16. MANUAL AEG.- novena edición.
17. Estaciones Transformadoras y de Distribución.
Por: Gaudencio Zoppetti. Edit. Gustavo Gili S.A. - segunda
edición.

ENTIDADES :

1. Dirección Técnica de EMAP.- Archivos de EMAP.
2. Instituto de Investigaciones Económicas y Políticas de la UNIVERSIDAD ESTATAL DE GUAYAQUIL.
3. Oficina de Análisis Demográfico (Quito).- Economista - PEDRO MERLO.
4. Instituto Nacional de Estadística. (INE).- Censos Nacionales de 1950 y 1962.
5. Oficina de los Censos Nacionales.
6. Empresa Eléctrica Quito S.A. .- Departamento Técnico.
7. Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL).

PUBLICACIONES Y APUNTES:

1. Monografía presentada por el Ing. Mario Chávez B.- Técnico de EMAP.
2. Monografía presentada por el Ing. Edgar Guevara.- Técnico de EMAP.

3. Revista 1164 OSN (Argentina).- Ing. Bustos.
4. Programa aplicable a los estudios de Mercado de Energía Eléctrica del Ecuador.- Mayo/73.- Ing. Raúl Maldonado (INECEL), e Ing. Juan Saavedra (ESPOL).
5. Registro Oficial # 387.- 10 de septiembre de 1973.
6. Curso sistemas de Tierra adoptado por INECEL.
7. Estudios realizados por: Societé d' Etudes pour l'Urbanisme, l'Equipement et les Canalisatios (SEURECA) para el abastecimiento de Agua potable a la ciudad de Guayaquil. Estudio General de abastecimiento actual y futuro (1980) de agua potable.
8. Estudios realizados por la Compañía PARSONS.
9. Sistemas de Potencia I.- dictado por el Ing. Gustavo Larrea R.
10. Sistemas de Potencia II.- dictado por el Ing. Pablo Ortíz.
11. Sistemas de Transmisión y Distribución dictado por el Ing. Gustavo Larrea R.
12. Economía para Ings.- Dictado por el Econ. Danilo Carre-ra.