

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN LA ESPECIALIZACION DE INGENIERIA ELECTRICA DE LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL.

"ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION ELECTRICA DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR DE VIVIENDA "LEVIATAN".

Anibal Roberto Córdova Albán

Quito, Junio de 1.966

Certifico que el desarrollo de la presente tesis de grado, ha sido realizado por el Sr. Anibal Roberto Córdova Albán.

Quito, Junio de 1.966

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Jorge del Castillo', is written over a horizontal line. The signature is fluid and cursive, with a large loop at the end.

Ing. Jorge del Castillo

DEDICATORIA

La presente Tesis de Grado, dedico de manera especial a mis padres y a la Escuela Politécnica Nacional.

El Autor

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

Es mi deseo hacer llegar por medio de la presente mis sinceros agradecimientos a los profesores de la Escuela Politécnica Nacional, personeros del Banco Ecuatoriano de la Vivienda y de la Compañía Comercial Industrial Técnica(Cointec), que de una u otra manera han prestado su generosa y desinteresada colaboración, para que el desarrollo del presente trabajo llegue a su culminación.

El Autor.



## INDICE DE MATERIAS

### CAPITULO I

	Página
Consideraciones generales.....	1 ✓
Necesidad del estudio.....	9 ✕
Características de los usuarios.....	9 ✕
Características de diseño.....	10 ✕

### CAPITULO II

Estudio de las cargas eléctricas.-Discusión..	11 °
Departamento tipo.....	15
Iluminación del departamento tipo.- Cálculo de los niveles requeridos.....	20 ✕
Ejemplos de cálculo de iluminación.....	24-26 ✕
Aparatos domésticos.....	31 ✕
Diagramas de distribución.....	33 ✕
Canalización.....	36 ✕
Cálculo de los cables alimentadores.....	39 ✕
Protección y control de los diversos circuitos,	42 ✕

### CAPITULO III

Bloque tipo.- Acometidas a los departamentos...	45 ✓
Sistema de control y protección.....	46 ✕
Conexión a tierra de las instalaciones interio- res.- Tierra del sistema.....	46 ✕
Dispositivos para protección y control de los conductores y aparatos.....	49 ✕
Alarmas contra incendios.....	50 ✕
Iluminación de emergencia.....	53 ✓
Tablero general.- Diagramas.....	55 ✕

### CAPITULO IV

Conjunto general.....	58
Distribución general de los diferentes bloques.	59 ✕
Sistema de distribución a emplearse.....	60 ✕
Establecimiento de la carga.....	62 ✕
Tipo de transformadores a usarse.....	65 ✕
Determinación del número y ubicación de los transformadores.....	66

	Pág.
Determinación del calibre de la red de baja tensión y comprobación de la caída de tensión...	67 <sup>x</sup>
Determinación del calibre de la red primaria y comprobación de la caída de tensión.....	72 <sup>q</sup>
Iluminación exterior.....	77 <sup>x</sup>
Cálculo de la iluminación de callejones.....	78 <sup>x</sup>
Líneas isoluz.-Curvas de utilización y cálculo de la iluminación para el callejón de entrada...	80
Iluminación de la plaza y parque infantil.....	86
Control del alumbrado público.....	87 <sup>r</sup>
Subestación de transformación.....	89 <sup>"</sup>
Protecciones.....	93 <sup>y</sup>
Sobrecorrientes.- Interruptores automáticos.....	95 <sup>x</sup>
Fusibles de alta tensión.....	98 <sup>z</sup>
Sobretensiones.-Pararrayos.....	101-103 <sup>v</sup>
Conexión a tierra.....	105. <sup>x</sup>

#### CAPITULO V

Estudios específicos.....	111
Iluminación interior exterior.....	111 <sup>x</sup>
Iluminación de las escaleras comunes.....	112 <sup>y</sup>
Iluminación paso cubierto.....	113 <sup>z</sup>
Alumbrado de la cámara de transformación.....	114 <sup>x</sup>
Corrientes de cortocircuito.- Análisis.....	114
Comportamiento de una onda de corriente durante un cortocircuito.....	116
Diagrama de impedancias y cálculo de la corrien- te de cortocircuito.....	117
Posibilidades de cortocircuito y estimación de los valores que sus corrientes podrían alcanzar.	121 <sup>x</sup>
Protección y coordinación.....	125 <sup>y</sup>

#### CAPITULO VI

Aspectos económicos.....	132 <sup>x</sup>
Lista de materiales y especificaciones.....	132 <sup>y</sup>
Fresupuesto.....	154 <sup>z</sup>

CAPITULO VII

Realización.....	166	<
Normas generales de instalación.....	166	&
Modelo de contrato para efectuar la electri- ficación de una urbanización multifamiliar....	167	<
Fiscalización de la obra.....	177	

CAPITULO VIII

Bibliografía.....	179	/ <
-------------------	-----	-----



INDICE DE CUADROS

Título	Tabla N <sup>o</sup>	Página
Kilovatios-hora consumidos anualmente en la ciudad de Quito durante los últimos diez años.....	1	1
Kilovatios-hora consumidos anualmente en las áreas servidas por la Empresa Eléctrica Cuenca(1956-1965)....	2	2
Kilovatios-hora consumidos anualmente en la ciudad de Tulcón durante los últimos diez años.....	3	2
Niveles de Iluminación.....	4	18 x
Resumen de los cálculos de Iluminación	5	30
Cargas típicas que representan los aparatos domésticos más usuales.....	6	31
Comparación de precios entre tubería de polietileno y metálica.....	7	38
Resumen de cálculo de alimentadores y acometidas.....	8	43
Conductores de tierra regidos por el tamaño del conductor de acometida....	9	48
Carga conectada, factor de demanda y demanda máxima de los lugares a servirse.....	10	63 x
Niveles de iluminación para calles...	11	78
Resistencia de tierra.- Valores.....	12	108
Calibre del cable necesario para efectuar la conexión a tierra.....	13	124

## INDICE DE DIAGRAMAS

Pág.

Figs. N° 1 y 2.- Consumo de los suscritores residenciales en el área servida por la Empresa Eléctrica Quito S.A.....	4
Figs. N° 3 y 4.- Consumo de los suscritores residenciales en el área servida por la Empresa Eléctrica Cuenca. ....	5
Figs. N° 5y6.- Consumo de los suscritores residenciales en el área servida por la Empresa Eléctrica Tulcán.....	6
Figs. N° 7 y 8.- Consumo promedio por suscriptor residencial en el área servida por la Empresa Eléctrica Quito S.A.....	7
Figs. N° 9, 10 y 11.- Tipos normales de distribución a utilizarse en el Ecuador.....	12
Fig. No. 12.- Luminaria tipo No 9 según IES y esquema de repartición de luz.....	24
Figs. No. 13, 14 y 15.- Representación en planta y corte del recinto a iluminarse(estudio) y distribución de luminarias.....	25
Fig. No.16.- Distribución de luminarias en el estudio(segunda posibilidad).....	26
Figs. N° 17, 18 y 19.-Almacén.-Luminarias a utilizarse.-Representación en planta y corte.....	27
Fig. N°20.- Almacén.- Primera posibilidad de distribución de luminarias.....	28
Fig. N° 21.-Almacén.-Segunda posibilidad de distribución de luminarias.....	27
Fig. N° 22.- Diagrama unifilar del tablero de contadores de energía.....	47
Fig. N° 23.-Diagrama de conexiones del sistema de alarmas contra incendios.....	47

	Pág.
Fig. N° 24.- Iluminación de Emergencia.- Diagrama explicativo.....	54
Fig. N° 25.-Alimentación a los bloques N° 1 y 2. Cálculo de los conductores requeridos.....	68
Fig. 26.-Cálculo de la sección de los alimentadores para servir cada bloque independientemente.....	71
Fig. 27.- Diagrama unifilar de la acometida de alta tensión.....	73
Fig.28.- Espaciamiento de las líneas en el tramo aéreo de alta tensión.....	74
Fig, 29.- Situación de las luminarias de alumbrado público, respecto a los callejones transitables.....	81
Fig. 30.- Curva de utilización de la luminaria a utilizarse en el alumbrado público.....	82
Fig. 31.-Comprobación de la cantidad de luz que reciben los puntos más afectados.....	83
Fig. 32.-Líneas Isclux obtenidas de la lámpara y luminaria a utilizarse, basadas en una altura de montaje de 25 pies.....	84
Fig. 33.- Diagrama unifilar de la cabina de transformación y tramo subterráneo del cable de alta tensión.- Protecciones.....	94
Fig. 34.- Características típicas de funcionamiento de un disyuntor térmico al aire.....	97
Fig 35.- Curvas de fusión y apertura total de fusibles de alta tensión tipo K y tipo T.....	99 y 100
Figs. 36 y 37.- Esquemas de construcción y funcionamiento de un pararrayos tipo válvula.....	106
Fig. 38.- Variación de la gradiente de potencial y resistencia del terreno, según el número de electrodos y profundidad de los mismos, respectivamente..	110
Fig. 39.-Diagrama unifilar completo del sistema a partir del disyuntor principal de Empresa Eléctrica Nito.....	119

Fig. 40.- Diagrama unifilar equivalente previo al cálculo de las corrientes de cortocircuito,...	122
Figs. 41 y 42.- Diagramas monofásicos equivalentes de impedancias.....	122
Fig. 43.- Diagrama explicativo de los resultados obtenidos en los cálculos de las corrientes de cortocircuito.....	127
Fig. 44.- Coordinación de los diversos elementos de protección utilizados en el sistema.....	131

---

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

La Industria Eléctrica en la actualidad ha puesto a nuestra disposición un gran número de artefactos eléctricos para el hogar. Son en realidad sirvientes infatigables y silenciosos que además de encargarse de los trabajos tediosos de la casa, amenizan la vida cotidiana y nos permitimos aprovechar mejor nuestro tiempo.

Muchos de estos sirvientes eléctricos son imprescindibles y se les encuentra en un gran número de los hogares ecuatorianos, esperando que muy pronto se los tendrá en todos. Otros a través del desarrollo del país y del mejoramiento de la vida, están siendo adoptados rápidamente y van teniendo acogida general. Algunos de estos artefactos eléctricos se consideran hoy en día como un lujo, pero la experiencia ha demostrado que lo que ahora es un lujo, en la posteridad será una necesidad. De todos modos y sin exagerar se puede afirmar que la industria eléctrica se está desarrollando para que la humanidad entera viva mejor, con su ayuda.

Con estas consideraciones es fácil darse cuenta que el consumo de electricidad para usos residenciales en general, en todos los países del mundo ha experimentado un aumento considerable, e igual cosa ha sucedido con el consumo por suscriptor residencial - individualmente considerado, siendo este fenómeno aún más notable en nuestro país, desde luego que está incluido en el grupo de los subdesarrollados. Esto queda comprobado con los datos que a continuación anotamos, en los mismos que se puede observar este crecimiento, para tres ciudades ecuatorianas de distinto índice de desarrollo escogidas para el objeto, siendo éstas Quito, Cuenca y Tulcán. Se tratan de valores registrados para consumo residencial en las respectivas Empresas Eléctricas.

TABLA No. 1

1.- Quito(1) KILOWATIOS HORA CONSUMIDOS ANUALMENTE

<u>Año</u>	<u>Cientes con Medidor</u>	<u>Cientes a Luz Fija</u>	<u>Total</u>
1956	19,085,476	3.847,785	22,933,251

---

(1) Datos suministrados por la Empresa eléctrica Quito S.A.



Año	Clientes con Medidor	Clientes a luz Fija	Total
1957	19.447.787	3.847.785	25.459.205
1958	22.506.811	7.067.845	29.574.656
1959	26.400.745	7.227.928	33.628.673
1960	31.500.921	3.585.567	35.086.488
1961	34.766.398	3.163.820	37.930.218
1962	39.174.488	3.008.348	40.175.836
1963	44.235.024	2.995.208	47.230.232
1964	47.364.594	2.488.453	48.853.047
1965	49.998.762.	1.876.421	51.875.183

TABLA No. 2

2.- Cuenca (1)

1956	1.738.023	493.563	2.231.586
1957	2.075.163	568.297	2.573.457
1958	2.246.891	670.432	2.917.323
1959	2.593.091	878.257	3.471.348
1960	3.108.745	936.346	4.045.191
1961	3.391.937	1.115.254	5.047.372
1962	4.467.300	1.126.973	5.594.273
1963	4.553.328	1.480.204	6.180.432
1964	5.194.012	1.627.109	6.900.290
1965	5.796.137	1.706.278	7.502.415

TABLA No. 3

3.- Tulcán (2)

1956(3)	321.646	139.457	461.103
1957 (3)	355.600	161.763	517.363
1958	403.002	186.271	589.273
1959	445.209	214.936	660.145
1960	498.041	226.195	724.236
1961	480.437	230.000	710.437
1962	539.527	267.384	806.911
1963	650.124	283.278	933.402
1964	1.175.605	568.493	1.744.521
1965	1.305.234	676.287	1.981.521

(1) Datos suministrados por INECEL (recopilados por Inglenow Kidd & Associates LTD. Consulting Engineers).

(2) Datos suministrados por la Empresa Eléctrica Tulcán

(3) Valor obtenido por extrapolación (no existían registros)

(4) Valor estimado por no disponerse del dato hasta el momento de cerrar el presente estudio.

Estos valores llevados a un gráfico representativo nos hacen ver con claridad el fenómeno del crecimiento en cada una de las ciudades que nos han servido de ejemplo (V. Figs. de 1 a 8).

Naturalmente que si el consumo residencial crece, las fuentes de energía requeridas son cada vez mayores y de aquí que la potencia eléctrica instalada en el país ha tenido un gran crecimiento en los últimos años. Por ejemplo en 1952 la potencia instalada era de 51.141 Kw. y en 1962 de 160.173 Kw. lo que da un crecimiento anual de más o menos el 12% (1).

Como se puede observar en los tres casos es notorio el crecimiento de consumo de electricidad para usos residenciales. Si bien en algunos años se nota que el porcentaje de aumento es pequeño, en otros es bastante pronunciado como sería el caso del consumo en Tulcán en el año de 1964 con respecto al año anterior (V. Fig 5 y 6) lo que se debe a que se trata de empresas que están prácticamente en formación.

Las curvas representativas del consumo en el área servida por la Empresa Eléctrica Tulcán tiene grandes variaciones lo que sin lugar a dudas se debe al hecho de que una empresa que recientemente va tomando cuerpo tiene que afrontar problemas que se presentan en la iniciación, así tenemos que en 1961 la venta de energía para consumo residencial disminuyó con respecto a 1960, lo que se debió a un daño que dejó fuera de servicio a uno de los generadores, cosa que muy difícilmente habría ocurrido en una empresa perfectamente organizada. Desde luego, aún así es la única excepción que se ha podido encontrar en nuestro análisis, que por ser un valor muy pequeño no afecta en forma notoria a la marcha ascendente de la curva de crecimiento de consumo. Se puede también notar que el crecimiento va tornándose cada vez más uniforme, a medida que va adelantando una ciudad y esto nos explica porque en Tulcán se tiene una línea que

---

(1) Censo Nacional de Electrificación (Dirección de Recursos Hidráulicos y Electrificación del Ministerio de Fomento).

CONSUMO DE LOS SUSCRITORES RESIDENCIALES EN EL AREA  
SERVIDA POR LA EMPRESA ELECTRICA QUITO S. A.

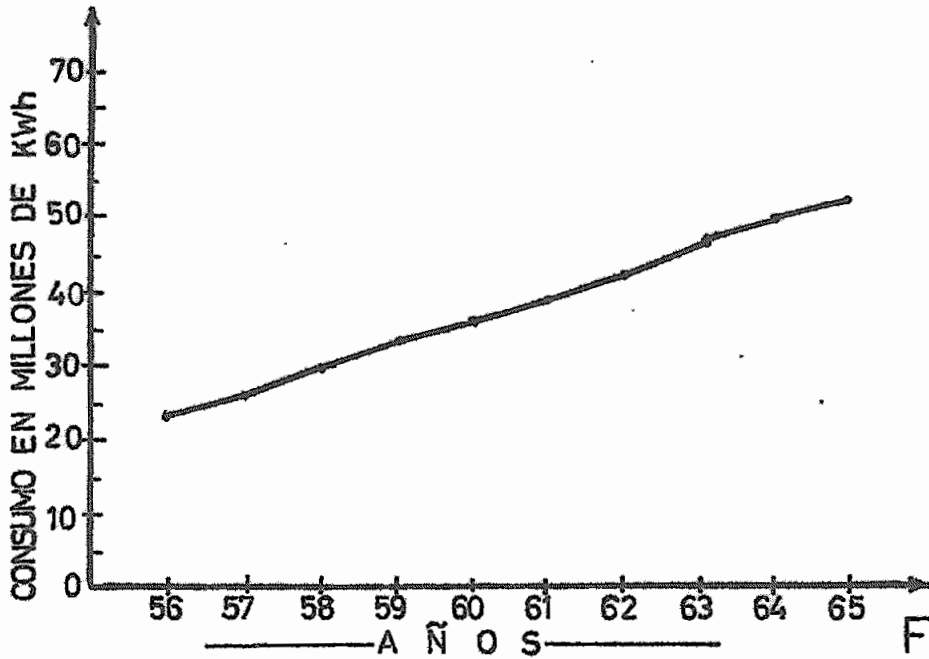


FIG. 1

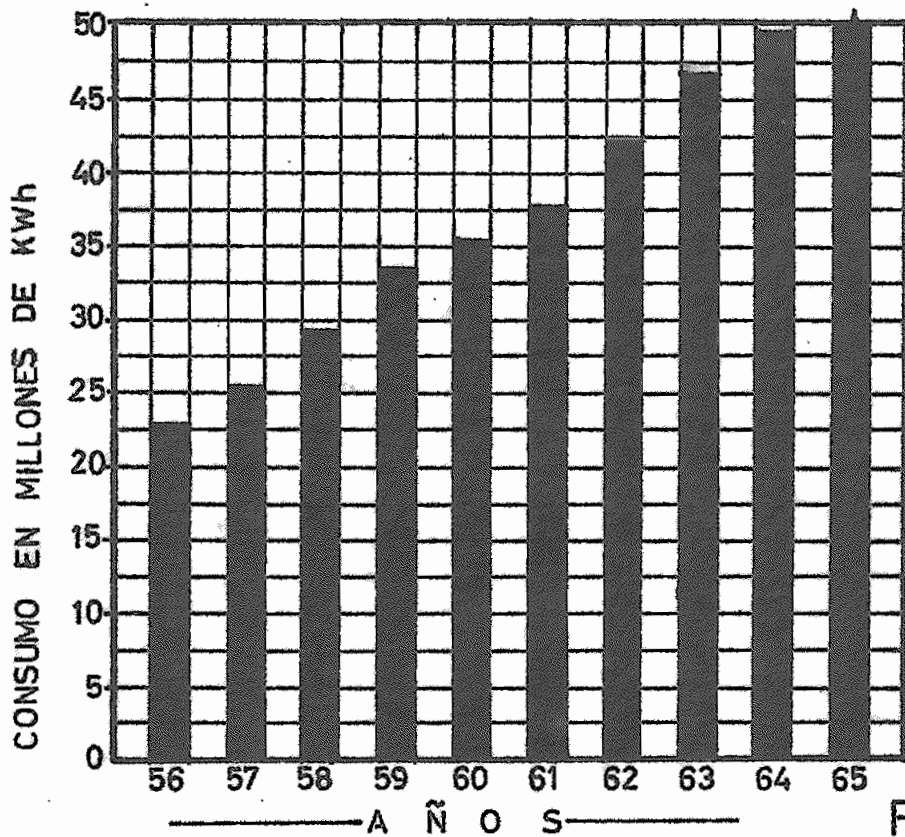


FIG. 2

CONSUMO DE LOS SUSCRITORES RESIDENCIALES EN EL AREA SERVIDA POR LA EMPRESA ELECTRICA CUENCA S.A.

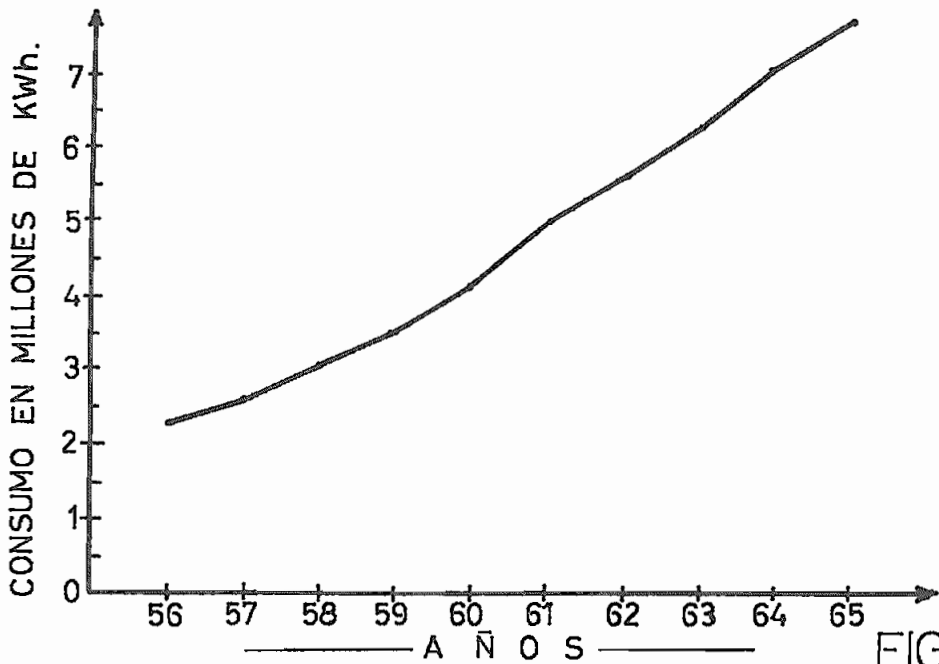


FIG. 3

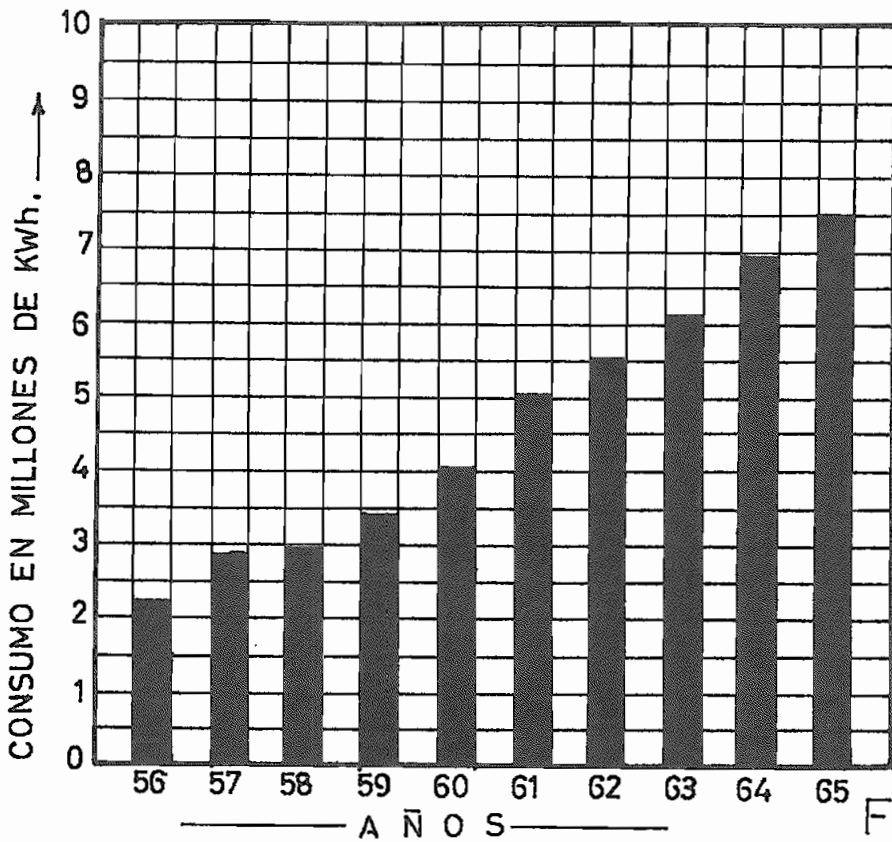


FIG. 4

CONSUMO DE LOS SUSCRITORES RESIDENCIALES EN EL AREA SERVIDA POR LA EMPRESA ELECTRICA TULCAN S.A.

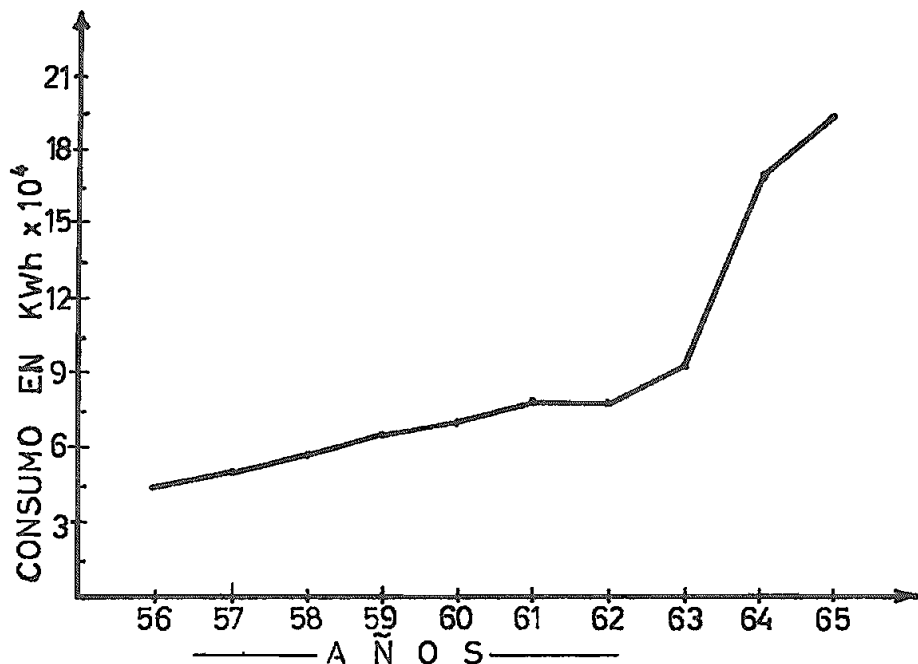


FIG. 5

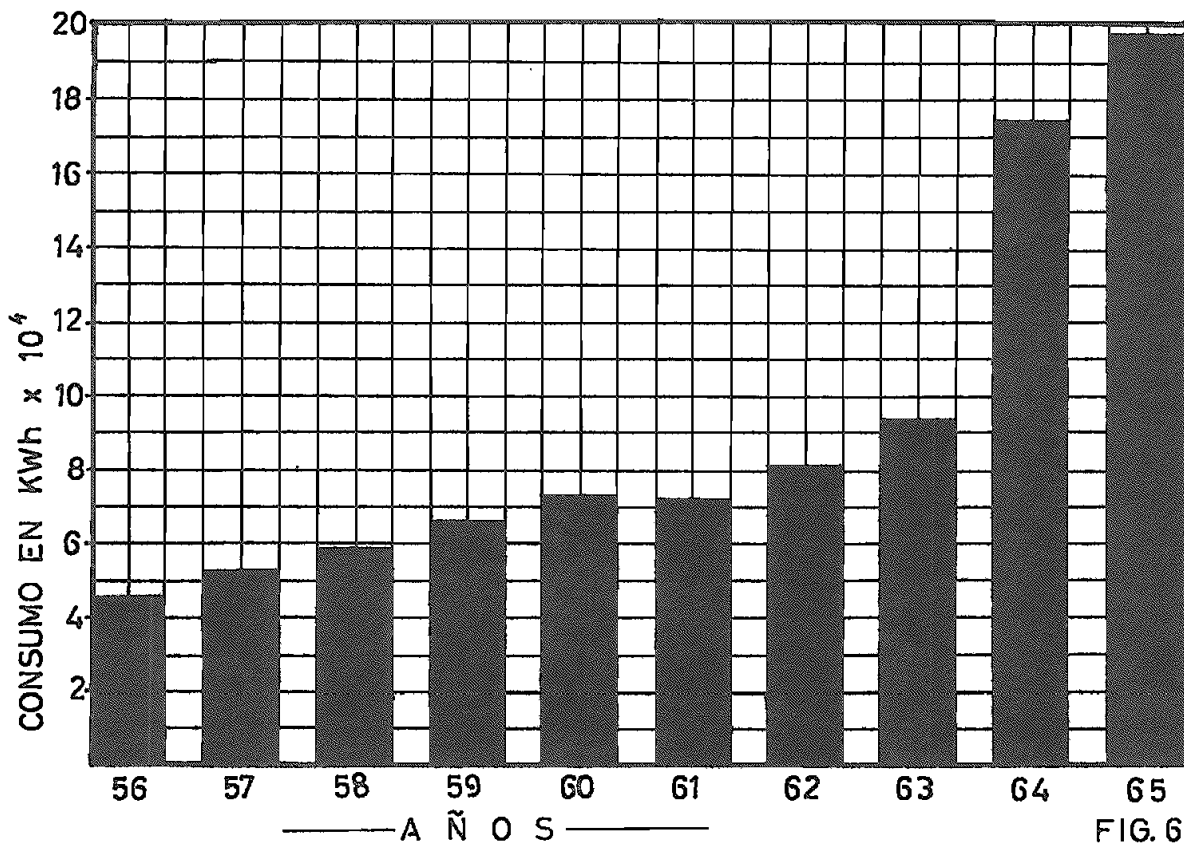


FIG. 6

CONSUMO PROMEDIO POR SUSCRITOR RESIDENCIAL EN EL AREA  
SERVIDA POR LA EMPRESA ELECTRICA QUITO S. A.

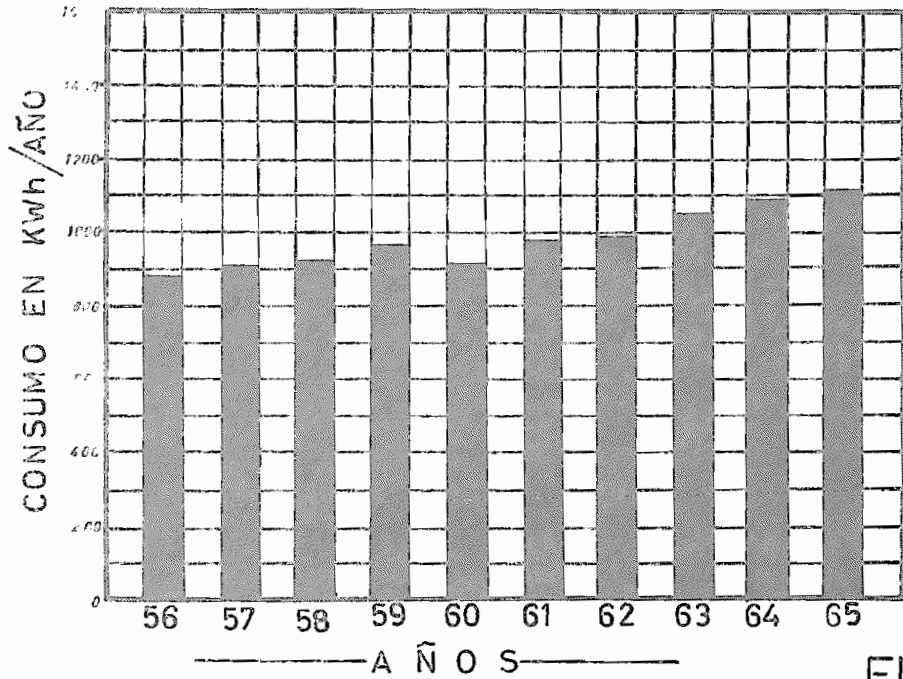


FIG. 7

CONSUMO PROMEDIO POR SUSCRITOR RESIDENCIAL EN EL AREA  
SERVIDA POR LA EMPRESA ELECTRICA TULCAN S. A.

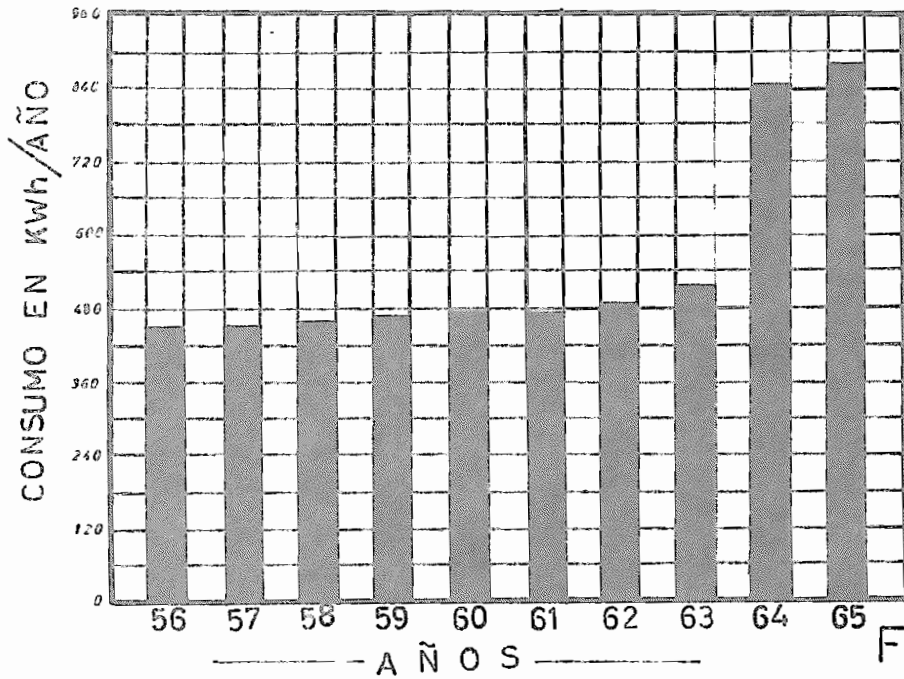


FIG. 8

brada (Fig. 5), en Cuenca se va aproximando a una recta, (Fig. 3) y en Quito es ya prácticamente una línea recta perfecta (Fig. 1) en que podríamos afirmar que el porcentaje de crecimiento es casi el mismo para todos los años. El mismo fenómeno que ocurre con el consumo residencial en general, se presenta en lo referente al consumo por suscriptor, debido a que cada vez van apareciendo nuevos artefactos eléctricos que son acogidos en grandes escalas, y al innegable hecho de que en todos los hogares el nivel de vida va mejorando. Para confirmar esta aseveración se han trazado las figuras 7 y 8 las mismas que representan el crecimiento del consumo promedio por usuario en las áreas servidas por las Empresas Eléctricas de Quito y Tulcán respectivamente. De estos hechos deducimos que la industria eléctrica cada vez se va desarrollando más y a un ritmo bastante acelerado trayendo consigo un gran adelanto en la forma de vida de los ecuatorianos, razón suficiente para que se tomen especiales cuidados en sus formas de utilización, lo que nos permitirá vivir en forma confortable y con mínimas probabilidades de quedar expuestos al peligro que encierra, cuando no se la utiliza en forma adecuada. Ahora bien, es normal que en cualquier país el nivel de vida vaya mejorando cada vez, lo que significa que este crecimiento irá en aumento con el transcurso del tiempo.

Actualmente una gran parte de las viviendas existentes en el país no disponen de iluminación proveniente de la energía eléctrica, mientras que otras tantas fueron construidas cuando el uso de la electricidad se limitaba más o menos a una lámpara de techo sin posibilidades de incrementar el uso de una plancha eléctrica. En cuanto a la vivienda moderna es un hecho lamentable que un gran número de las residencias recién construidas tengan instalaciones eléctricas insuficientes para las comodidades actuales, y no permitan el uso eficiente, seguro y cómodo de los artefactos modernos.

Quién no ha encontrado, <sup>tenen</sup> corrientes escondidos detrás de muebles pesados y voluminosos? esto ha originado aglomeraciones ingeniosas y hasta peligrosas de cordones de extensión con una serie de artefactos conectados a enchufes múltiples, trayendo como consecuencia sobrecargas que impiden

el funcionamiento normal de los artefactos caseros, como por ejemplo el rápido calentamiento de una plancha, o que su funcionamiento quema el fusible, dejando toda la vivienda sin servicio.

También ocurre que cuando la gente compra un radio en ocasiones no encuentra una toma de corriente para conectarlo o que para utilizar un aparato, tienen que desconectar otro.

Estas son algunas características de una instalación inadecuada y si así son ahora ¿cómo podrán servir en el futuro?. Debemos ya deshechar estos errores y disfrutar de las ventajas y comodidades de una instalación eléctrica adecuada, teniendo presente el aspecto económico desde luego.

Un día esto tiene que ser una realidad en el país, cuando los habitantes comprendan los beneficios que se obtienen o cuando las leyes por seguridad lo exijan.

Generalmente la gente va notando las ventajas que la electricidad nos presenta, y cada vez se interesa en adquirir nuevos artefactos eléctricos y en iluminar mejor sus residencias, razón por la que se espera que el consumo en el hogar ecuatoriano por lo menos se duplique en los próximos diez años.

En el presente capítulo caben distinguirse tres puntos:

#### 1.- INECESIDAD DEL ESTUDIO.-

Se trata pues de brindar a los usuarios comodidad y economía, desde luego que el costo del departamento en buena parte va a depender de la clase de instalaciones y red de distribución a emplearse, para lo cual el estudio irá complementando por la experiencia obtenida en el diseño de casos similares de otros países y para el objeto se ha tomado Venezuela que hasta hace poco tiempo tenía un estándar de vida similar al nuestro pero que hoy se encuentra más adelantado.

#### 1.- 2.- CARACTERISTICAS EN LOS USUARIOS.-

El proyecto Leviatán considerado como una urbanización típica, ha sido proyectado para ser ocupado por personas de mediana posición económica cuyos ingresos mensuales oscilen alrededor de los dos mil quinientos sucres, razón por la que el Municipio de Quito lo ha clasificado en el grupo



de urbanizaciones de segundo orden. Si bien este ingreso es aceptable en nuestro medio, no se puede decir que van a ganar de muy buena posición económica como para poder llevar una vida llena de comodidades y confort, no puede ndo por lo tanto estar al día en lo referente al adelanto científico de aparatos eléctricos (refrigeración, calefacción etc.) y su adquisición. Dichos aparatos influyen preponderantemente en el estudio de la carga, cuando su difusión es general o por lo menos abarca a la mayoría de los clientes como sucede en países económicamente fuertes como los Estados Unidos. Bajo estas circunstancias, creemos estar de acuerdo en que se trata de una urbanización de segundo orden y de tipo netamente residencial.

En cambio a sus clientes mismos, considerados por sus posibilidades económicas y posición social, podrán demandar energía para aparatos caseros, como radio, plancha, licuadora, refrigeradora, etc. de uso puramente doméstico cuya carga puede incluirse en luz y refrigeración. Además el B E V ha decidido dejar en cada departamento salidas para calentador y cocina que como es natural no todos los usuarios van a tener por ser aparatos de poca difusión en nuestro medio. Sin embargo cabe señalar que con las grandes facilidades de pago que hoy ofrecen las casas comerciales es probable que un buen número de usuarios puedan adquirirlos, inmediatamente y otros luego por la posibilidad de mejorar sus ingresos que se presenta.

### 1.3.- CARACTERISTICAS DE DISEÑO.

Analizamos estas por partes:

1.3.1.- SITUACION.- Los bloques de viviendas multifamiliares "Leviatán" se construirán en el solar de propiedad de B E V situado entre las calles Vela y Tejada de la ciudad de Quito que actualmente se encuentra ocupado por la Jabonería "Wilson" cuyo edificio va a ser demolido para este objeto.

1.3.2.- TIPO DE EDIFICIOS.- Los edificios a levantarse son de tipo vertical y levantados en diferentes cotas dada la tipografía del terreno, se ha adoptado el tipo vertical dadas las ventajas tanto funcionales como económicas que presenta sobre el tipo horizontal.

El proyecto técnicamente considerado reúne condiciones y características de buenas viviendas siendo por su capacidad de alojamiento el primero que se ha elaborado en el país. Comprende un total de seis bloques con edificaciones pequeñas complementarias para servicios especiales.

1.3.3.- CAPACIDAD DEL PROYECTO.- Cada bloque estará compuesto de 12 departamentos completos, lo que nos dice el proyecto está diseñado para dar cabida a 72 familias, sin tomar en cuenta el departamento del conserje ni servicios especiales.

1.3.4.- SERVICIOS GENERALES.- El Proyecto Leviatán constará de varios servicios que se enumeran a continuación y cuya electrificación también se contempla en el presente estudio:

- |               |                     |            |               |
|---------------|---------------------|------------|---------------|
| a) Biblioteca | c) Retén de Policía | e) Almacén | h) Portería   |
| b) Farmacia   | d) Peluquería       | f) Garages | i) Cafetería. |

1.3.5.- CARACTERISTICAS DEL DISEÑO ELECTRICO.- Comprende un cuidadoso estudio de las condiciones necesarias para obtener adecuadas instalaciones, tanto interiores como exteriores que traigan consigo buena iluminación y una vida más o menos confortable para los usuarios.

Dentro de este capítulo es necesario analizar los tipos de circuitos disponibles para la distribución de corriente . Son estos:

a) El sistema monofásico de 120/240 V. con tres conductores muy utilizado en residencias, aunque en nuestro medio su uso es más común en sectores suburbanos donde no es imprescindible la necesidad de corriente trifásica. Este sistema permite de acuerdo con la Fig. 9 tener circuito de dos alambres con 120 o 240V. y circuitos de tres conductores con 120/240V., siendo utilizados donde no se tiene cargas grandes.

b) Donde las cargas son grandes como en el caso que nos ocupa la distribución, se basa en el sistema trifásico, lo que nos permite tener tres tipos de circuitos similares a los anteriores y circuitos trifásicos de tres conductores o de cuatro para necesidades de mayor potencia. El cuarto conductor es el neutro y entre él y un activo se tiene 120V. mientras que entre dos activos se tiene una tensión de 240V. y, se observa en la Fig. 10 y 208V. (Fig. 11).

El sistema que se muestra en la Fig. 10, se podría utilizar, pero presenta el inconveniente de que únicamente dos de sus

SISTEMA MONOFASICO TRES CONDUCTORES

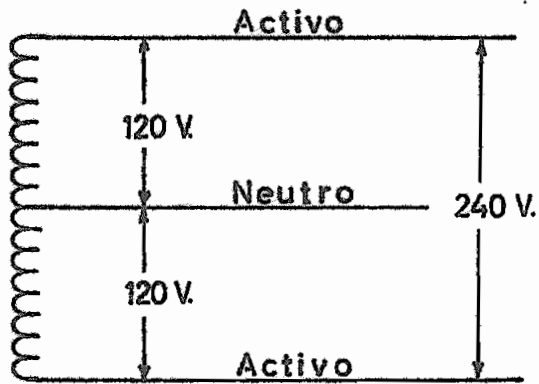


FIG. 9

SISTEMA TRIFASICO TRIANGULO CUATRO CONDUCTORES

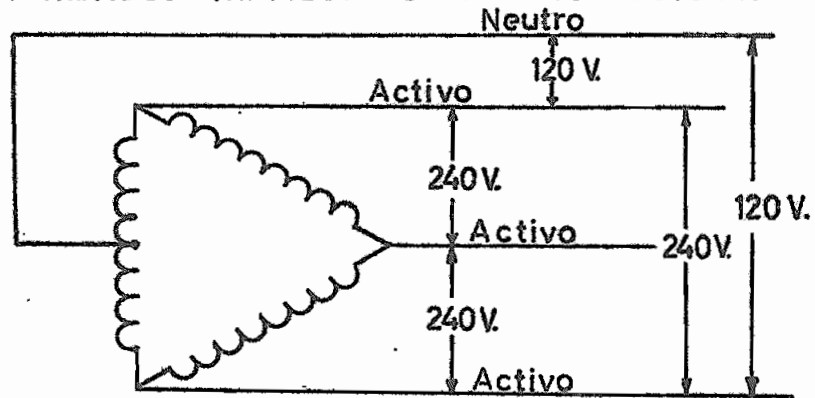


FIG. 10

SISTEMA TRIFASICO ESTRELLA CUATRO CONDUCTORES

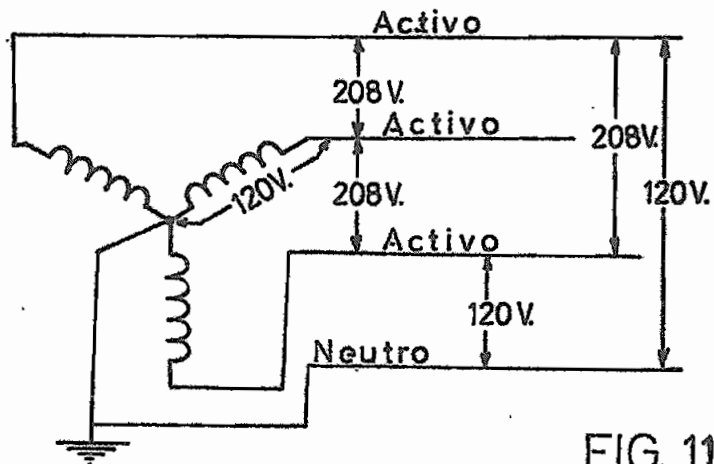


FIG. 11

activos pueden utilizarse para alimentar cargas monofásicas a 120V.

De aquí que más utilizado sea el sistema de la Fig. 11 en el mismo que se pueden usar sus tres activos para obtener 120V. con respecto al neutro o entre sí para circuitos trifásicos a 208V.

Por otro lado al tratarse de una pequeña área con densidad de carga elevada, como en nuestro caso, el sistema trifásico a estrella se adapta bien a las variaciones de carga que pueden ser ocasionadas por el almacén, guardería o arranque de pequeños motores de algunos usuarios. Puede usarse en circuitos de 15, 20, 30 o 50 amp. nominales para cada conductor activo, resultando así varias combinaciones y altos valores de potencia. Todas estas ventajas nos llevan a adoptar el sistema de la Fig. 11, o sea el de conexión estrella a cuatro conductores con lo que se pueden satisfacer todos los posibles requerimientos del lugar. Por otro lado cabe anotarse que en la ciudad de Quito se ha estandarizado este sistema.

La instalación de un solo activo que aún se utilizan en residencias se justifica solamente para estudios o para viviendas de tipo pequeño y que por tanto no van a llevar cocina, pues los artefactos domésticos que trabajan con 120V. están limitados a 2Kw. por el exceso de cobre que requerirían para capacidades mayores. De esto deducimos que en las instalaciones modernas, cada hogar debe tener por lo menos dos activos y un neutro, con lo cual se tiene buena flexibilidad para el uso de aparatos que muchas veces resultan indispensables.

Probablemente el sistema monofásico a tres conductores es apto para servir a los usuarios, pero ello significaría tener que llevar alimentadores de alta tensión a cada uno de los bloques en los que se situarían transformadores independientes que a su vez traen consigo un aumento considerable en el costo de la obra. Además el sistema trifásico a cuatro conductores se presta para servir a cada departamento con dos fases y un neutro que equivalen a los dos activos y neutro del sistema monofásico a tres conductores, aunque esto signifique que en lugar de los 120-240V. se tengan solamente 120/208V., que en ningún caso van a pre-

sentar dificultades porque la gran mayoría de artefactos americanos se construyen para esas tensiones, y los europeos para valores bastante cercanos como: 121/210V., 127/220, etc.

Por último y como un factor determinante podemos mencionar el hecho de que el Banco Ecuatoriano de la Vivienda desea dejar en cada uno de los departamentos una salida para cocina eléctrica que fácilmente puede ser trifásica de acuerdo al deseo del usuario, el mismo que sin problema puede satisfacerse con el aumento de un conductor de fase.

Nos hemos inclinado entonces a adoptar el sistema trifásico de conexión estrella a cuatro conductores, por las razones acabadas de mencionar, y que más adelante se justifica plenamente cuando se haga el estudio de las redes de distribución.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE LAS CARGAS ELECTRICAS.- DISCUSION

El primer antecedente de que se dispone para el estudio de las cargas eléctricas, es que cada departamento va a ser ocupado por una sola familia.

Las cargas importantes y obligatorias que se van a tener de acuerdo a las comodidades que el B.E.V. ha proyectado proporcionar a las familias que van a ocupar sus departamentos podemos resumirlas así:

a) Alumbrado.- Todos los requerimientos para tener una iluminación artificial adecuada y que proporcione bienestar en el hogar están contemplados en el diseño, con circuitos que solamente sirvan para este objeto. El cálculo de la carga que este servicio significa se hará más adelante cuando se determinen capacidad de transformadores redes, acometidas, alimentadores etc.

Dentro de este servicio se incluirán tomacorrientes para aparatos de muy poco consumo: radios, relojes eléctricos, televisores, etc.

b) Tomacorrientes.- Sirven para alimentación a los aparatos de poca o mediana potencia (hasta 1.200 W.) y que generalmente son de tipo transportable, tales como la aspiradora, cafetera, batidora o plancha de uso muy generalizado hoy en el hogar para 120V.

c) Cargas Individuales a 208 V.- De acuerdo al tipo de consumidor y al presupuesto que el B.E.V. ha dispuesto para el objeto se dejará una salida individual para las cargas más o menos grandes que estarían representadas por el calentador de agua y la cocina eléctrica. Cabe indicarse que no se ha mencionado el sistema de señalización que frecuentemente se hace necesario, por la bajísima carga que constituye, por lo que lo suponemos en la iluminación.

#### 2.1.- DEPARTAMENTO TIPO.-

El departamento tipo diseñado por el cuerpo de arquitectos del Banco Ecuatoriano de la Vivienda, es el que se observa en el plano correspondiente a la hoja No. 1 en el que se puede apreciar el número y características de las piezas de que está compuesto, siendo éstas: cocina,

sala-comedor, dormitorios, estudio, baño, corredores, terraza, closets y balcones.

Para efectos de seguridad, los elementos de instalación eléctrica residencial corresponderán a las mínimas prescripciones que actualmente rigen en Venezuela (1) las que a su vez son un resumen de las señaladas por el Código Eléctrico Nacional de E.U. y que sacadas en un extracto para nuestras necesidades podemos resumirlas así:

Una instalación adecuada debe consistir en:

- a) Acometida de suficiente capacidad
- b) Tableros con espacio de reserva para futuras ampliaciones lavadora, calefacción, secadora de ropa, etc.
- c) Número suficiente de tocorrientes y otras salidas colocadas estratégicamente.
- d) Número suficiente de circuitos con suficiente capacidad para proveer una reserva adecuada.
- e) Número suficiente de interruptores de pared, convenientemente colocados para el control de luces y artefactos.
- f) Canalización de reserva para circuitos que se instalarán en el futuro.
- g) Materiales aprobados y y sin uso anterior instalados concienzudamente y bajo, una dirección técnica calificada.

Es claro que si se siguen estrictamente estas normas, se están tomando en cuenta los elementos de función y comodidad de los circuitos, para ser entregados a satisfacción del usuario.

Entonces aunque está por demás decir, todas las partes de la instalación incluyendo acometidas y redes de distribución serán de suficiente capacidad para servir la carga inicial, guardando siempre una reserva adecuada, para las necesidades del mañana, porque los tipos de estructuras que hoy se utilizan en el país y particularmente de los bloques de vivienda que nos ocupa, son tales que los costos de cambios posteriores de la instalación eléctrica no son siquiera elevados, sino que podríamos calificarlos de prohibitivos, motivo por el cual resulta más económico, pensar de antemano sobre las necesidades presentes y futuras.

---

(1) V. Manual para el Diseño de Instalaciones eléctricas en Residencias por Siegfried Scheres Pag. 5

2.1.1. ILUMINACION.- En este subcapítulo se ha hecho un estudio separado de la iluminación requerida en cada departamento y en los distintos servicios generales proyectados. (1)

Hasta hace poco la iluminación residencial se la consideraba un asunto por demás sencillo, pero dadas las ventajas que la luz artificial proveniente de la energía eléctrica presenta, se ha ido complicando cada vez obligando a tomar medidas especiales para aumentar el confort y evitar las posibles accidentes que ella podría causar. Entonces para un diseño se deben tomar en cuenta las normas que al respecto existen en los momentos actuales y el gusto del dueño de la residencia o arquitecto según sea el caso, o sea que se deberán considerar por un lado los factores utilitarios y los decorativos por otro.

2.1.1.1. Factores Utilitarios.- Están constituidos por dos factores de mucha importancia que son: cantidad y calidad de la luz.

a) Cantidad de Luz.- La iluminación debe estar diseñada para proporcionar adecuada cantidad de luz, para los diferentes trabajos visuales a realizarse en el local. Respecto a esto la Sociedad de Ingenieros Luminotécnicos IES (2) da ciertos valores como aconsejables y que se utilizan en los Estados Unidos, no siendo aplicables a nuestro medio por ser aparentemente exagerados en cuanto a costo. Esto queda demostrado en el primer ejemplo de cálculo que se hace más adelante, en el mismo que salta a la vista el gran número de lámparas para cumplir con estos requisitos. De aquí que para estar de acuerdo con la realidad del país, se ha optado por los niveles que recomiendan las normas europeas que son más aptos y por tanto más aceptables en el Ecuador (3)

Hagamos un cuadro comparativo de estos niveles reducidos a la misma unidad, o sea que los valores europeos dados en lux se pondrán en foot-candles, usando el respectivo factor de conversión que es de 10,76

---

(1) Ver 1.3.4.

(2) V. Lighting Fundamental Course "Committee on Lighting Education" of the IES.

(3) V. Manual de Medidas y Símbolos Eléctricos por Ing. Anatolio Ernitz.



TABLA No. 4

RECINTO	N I V E L D E I L U M I N A C I O N	
	Normas Americanas	Normas Europeas
Cocina	30 fc	10,2 fc
Cuarto de planchar	50	4,25
Estudio	30	18,6
Baño	10fc 30 (Afeitadora)	7,2 18,9 (afeitadora)
Corredores y Escaleras	10	de 5 a 6
Sala Comedor y Dormitorios	10	7,2
Closets	5	3
Garages	7	3
Almacenes (tipo general)	50	20
Farmacias	30	18,9
Estación de Policía	30	9,4
Bibliotecas	70 200	25 50
Bares	50	15
Peluquerías	100	40
Entrada sitios Comercia <u>l</u> les	30	18,9
Pasos Cubiertos	10	5

Cabe señalar que para las piezas que constituyen los de partamentos se han tomado los valores mínimos que se pueden aceptar, mientras que para los sitios comerciales, los valores recomendables dados por las normas arriba mencionadas.

b) Calidad de la Luz.- En toda buena iluminación se deben destacar las tres posibilidades siguientes:

b.1.- Sobras.- En el interior de una pieza se pueden tener grandes cantidades de luz, pudiendo presentarse sombras u otras molestias similares, las mismas que deben ser reducidas al mínimo aunque sea mediante el uso de lámparas localizadas que complementen la iluminación general. Esta puede servir inclusive para reducir el consumo de energía y se tomará especial cuidado en los lugares que más se requiere, como sería el caso de los sitios comerciales y estudio.

b.2.- Encandilamiento.- Muy alta brillantez o diferencias de brillantez en el campo visual causan el llamado fenómeno de encandilamiento, molestia que consiste en deslum

brar momentáneamente, o también continuamente interfiriendo en la acción visual. El encandilamiento directo se tiene cuando se usan lámparas directas que no son esmeiladas y que se sitúan en lugares muy bajos, como sería el caso de las paredes laterales o frontales. El encandilamiento es indirecto cuando por la coloración muy clara de las paredes, se tiene una alta reflexión de la luz, lo cual se arregla cambiando la coloración de ellas.

b.3.- Relación de brillantez.- Excesivas diferencias entre la cantidad de luz en el plano de trabajo y los alrededores producen altas diferencias de brillantez, causando cansancio o fatiga, debido al esfuerzo continuo que el ojo debe realizar al dilatar y contraer rápidamente la pupila. Por esta razón no es recomendable el uso de muchas lámparas localizadas y solamente se usarán en sitios donde la secuencia de los cambios de posición de la vista no sea muy prolongada. La relación de brillantez entre el plano de trabajo y sus alrededores no debe ser mayor que 10 a 1.

2.1.1.2.- Factores Decorativos.- Estos factores frecuentemente suelen salir del mutuo acuerdo entre el arquitecto y el ingeniero o técnico que se encarga del diseño, los mismos que deberán concordar en los siguientes aspectos:

a) Tipo de de Lámpara.- Una combinación de lámparas de alumbrado indirecto y lámparas de luz directa para trabajos específicos es muy aconsejable para interiores de residencias. Si como en el presente caso se van a tener coloraciones suaves en las piezas, se obtendrá alta calidad de reflexión y adecuados fondos para trabajos.

b) Posibilidad de Cambios.- En una residencia o en general en cualquier tipo de local, la necesidad de aumentar el nivel de iluminación se hace presente conforme van subiendo las necesidades de mejor confort, las mismas que aumentan con el mejoramiento del nivel de vida, debiendo hacerse cambios por lo que se preven cajas de conexión de las que se pueden sacar nuevas salidas para una posible reubicación de lámparas o montaje de adicionales. Además en este caso se tiene una combinación de sala y comedor en que se debe tener adaptabilidad de lámparas, a

más de que se tendrán lámparas ornamentales portátiles se gún el deseo y gusto del usuario.

c) Color.- Con el crecimiento de los niveles de iluminación el factor color se ha ido volviendo importante, siendo en la actualidad los más usados el rosado y el amarillo. No es muy conveniente el uso de luz blanca en las residenci dencias si analizamos el factor psicológico, desde luego que ese color es muy utilizado en fábricas, oficinas y en general en lugares de trabajo, y como se supone que una persona va a su hogar con el fin de descansar, necesita en contrase en un ambiente distinto, Por esta razón se ha de cidido que toda la iluminación sea de tipo incandescente con un clásico color amarillo en los departamentos y deco rativas blancas en los sitios comerciales. La luz amarilla en la residencia, por otro lado produce un efecto psicológi co de sentir abrigado el ambiente y no así la blanca que produce la idea psicológica, de frío, lo cual es muy impor tan te en Quito desde luego que su temperatura es bastante baja y sobre todo en las noches deja mucho que desear.

2.1.2. CALCULO DE LA ILUMINACION.- Se lo realiza con el fin de determinar niveles de iluminación requeridos para poder apreciar los objetos sin dificultad (caso de los depar tamentos) y para llamar la atención (caso de almacén, far macia, etc.). Tiene además la finalidad de dejar la capa cidad suficiente en los conductores y bien ubicadas las ca jas de conexión, para que las lámparas se monten directa mente sin presentar dificultades.

El método de cálculo que se utiliza en esta clase de alum brado por ser el más efectivo es el método de los lúmenes, que comprende una serie de pasos que los exponemos a con tinuación en una forma ordenada, de manera que se puede distinguir cada uno de los pasos dados, para obtener un cálculo completo:

a) Selección del Nivel de Iluminación.- Depende de la función que vaya a desempeñar el recinto en el campo vi sual, lo que de acuerdo con los niveles nos da un valor aplicable. (1)

b) Selección de la Luminaria.- Resulta del convenio entre el arquitecto y el técnico encar gado del diseño e létrico, luego de tomarse en cuenta aspectos económicos,

---

(1) V. Tabla No. 4

características del lugar a iluminarse y detalles arquitectónicos.

e) Representación del Corte y Planta del Recinto a iluminarse

Deberán hacerse notar estructuras que pueden obstaculizar la distribución adecuada de la luz, en caso de haberlas, área a iluminarse, dimensiones y posible situación del plano de trabajo.

d) Determinación de la Reflexión de Paredes, Tumbado y Piso.-

Depende del acabado y colores de cada uno de ellos. Sus valores se obtienen en tablas (1) y vienen dados en porcentajes de la iluminación que reciben.

e) Determinación de la Relación de Cuarto.- No es más que una relación de las dimensiones del lugar o recinto a iluminarse. Depende de la clase de iluminación que se adopte, es decir si se trata de iluminación directa, indirecta, semidirecta, difusa general, etc. Para obtener este valor se pueden seguir dos caminos:

e.1.) Cálculo mediante fórmulas

Para iluminación directa, semidirecta y difusa general se aplica la siguiente relación:

$$R.C. = \frac{l \times a}{D(1 + a)}$$

Para iluminación indirecta o semi-indirecta.

$$R.C. = \frac{3(l \times a)}{2D'(1+a)}$$

en que: R.C. = Relación de cuarto.

l = Largo de la pieza

D = Distancia entre la lámpara y plano de trabajo.

a = Ancho de la pieza

D' = Distancia entre plano de trabajo y tumbado.

Cuando la luminaria va pegada al tumbado el error que se tiene adoptando la altura del tumbado en lugar de la altura de la lámpara es despreciable.

e.2.) Aplicando valores que vienen dados en tablas (2).

Como en ellas no siempre se tienen los valores exactos porque las dimensiones no coinciden con precisión se procede a interpolar. Este camino es mucho más sencillo y por lo tanto representa una gran economía de tiempo, razón por la que hemos adoptado para el presente trabajo.

---

Ø1) Electrical Engineering Hand Book by Pender del Mar, 4a. Edition, 1.962 Págs. 15-41 a 15-46.

(2) V. Lighting Fundamental Course "Cominittee on Lighting Education" of IES. Table VI-2 Págs. 49 y 50.

f) Determinación del Coeficiente de Utilización.- Para esto se utilizan los datos proporcionados por los fabricantes para las luminarias que se han seleccionado previamente y la reflexión de las paredes, tumbados y piso. Se puede utilizar catálogos o manuales para su determinación, y se lo representa con el símbolo Cu.

g) Determinación del Coeficiente de Mantenimiento.- Está dado por los fabricantes de luminarias o también por manuales que tratan del asunto (1). Existen tres tipos: bueno, medio y malo para cada uno de los cuales se dan los respectivos valores. Para nuestro caso hemos adoptado el mantenimiento medio, puesto que tratándose de edificaciones nuevas no se puede saber la clase de mantenimiento que cada propietario va a dar a sus lámparas, y lo más probable es que se tengan todos los casos. Se lo representa por el símbolo Cm.

h) Cálculo de los Lúmenes Requeridos.- Para determinar este valor se usa la siguiente relación:

$$L = \frac{A \times I}{Cu \times Cm} \quad \text{en que:}$$

A= Área a iluminarse

I= Nivel de Iluminación

Cu= Coeficiente de Utilización

Cm= Coeficiente de Mantenimiento

L= Lúmenes Requeridos.

i) Determinación del Número de Lámparas.- El número de lámparas necesario para cada recinto se encuentra sacando la relación de los lúmenes requeridos para los lúmenes producidos por cada lámpara:

$$N = \frac{L}{Lo} \quad \text{en que: } L = \text{lúmenes requeridos}$$

Lo= lúmenes iniciales de cada lámpara.

N= Número de lámparas

Los lúmenes producidos por cada lámpara se obtienen de los manuales (2) o catálogos producidos por los fabricantes.

j) Determinación del Número de Luminarias.- Es necesario

---

(1) Electrical Engineers Handbook By Pender del Mar 4a. Edition Table 12. Pags. 15-11.

obtener este número únicamente cuando cada luminaria lleva más de una lámpara, porque de otro modo se confunde con el número de lámparas que se obtiene en el piso anterior. Se aplica la relación:

$$N' = \frac{N}{N''} \quad \text{en que: } N' = \text{Número de luminarias}$$

N = Número de lámparas necesario

N'' = Número de lámparas por cada luminaria

k) Espaciamiento entre Luminarias.- Para efectuar este cálculo nos servimos de las recomendaciones de los fabricantes, para evitar la producción de sombras, y generalmente están dados por una fracción de la altura de montaje. Se procede por pasos:

k.1.) El primer intento es determinar el número de posibles hileras que se pueden situar en la pieza, para lo cual se divide el ancho o el largo (según la conveniencia) para la altura de montaje. Como casi siempre se obtiene un número con fracciones decimales, se toma el inmediatamente superior, con lo que automáticamente se está cumpliendo con las recomendaciones del fabricante.

k.2.) Se determina el número de luminarias por hilera, dividiendo el número total de luminarias N' para el número de hileras n. Como también aquí van a resultar números con decimales, es conveniente aproximar al inmediato superior, con lo que se gana en seguridad.

$$n' = \frac{N'}{n}$$

k.3.) Se hace el último chequeo, que consiste en analizar el largo o el ancho (según se haya escogido en el paso k.1.) para ver si se está cumpliendo también en este paso con las condiciones de espaciamiento máximo. Se puede si se desea hacer un diagrama con la disposición de las hileras, luminarias en cada una de ellas y distancias.

1) Cálculo de la Iluminación Inicial.- Se lo consigue de manera sencilla aplicando la siguiente fórmula:

$$I_0 = \frac{L_0' \times C_u}{\frac{A}{\pi}}$$

en que:  $I_0$  = Iluminación inicial

$L_0'$  = Lúmenes iniciales totales ( $L_0' = N \times L_0$ )

A= Area del recinto en cuestión  
Cu = Coeficiente de utilización

m) Cálculo de la Iluminación de Mantenimiento.-Es la iluminación que se tiene con el transcurso del tiempo, es decir cuando las luminarias ya están deterioradas en parte por el uso, dependiendo su valor del mantenimiento que se las haya dado. Se obtiene multiplicando la iluminación inicial por el coeficiente de mantenimiento. Este valor no debe ser menor que el del nivel recomendado y de aquí que la iluminación en un principio sea mayor que la necesaria. Tendremos entonces que  $I_m = I_o \times C_m$ .

Una vez que hemos indicado en forma detallada el proceso a seguirse pasaremos de inmediato al cálculo numérico, ceñidos desde luego estrictamente al mismo, y de allí que únicamente se observarán las cantidades aplicadas a las fórmulas que se han anotado anteriormente. Como el anotar todos y cada uno de los cálculos efectuados, nos llevaría a ocupar demasiado papel, nos limitaremos a realizar únicamente dos ejemplos, cuyo formato ha servido para obtener todas las cantidades que constan en el cuadro sinóptico que se anota a continuación de ellos.

Como ejemplos tenemos el estudio de un departamento tipo y el almacén, en los mismos que se anotará la diferencia notoria que se obtiene aplicando los niveles de iluminación recomendados por normas americanas y europeas. Los demás recintos se han calculado exactamente en la misma forma y los resultados son los de la tabla No. 5

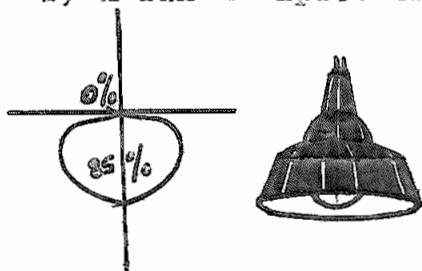
EJEMPLO No. 1.-

CALCULO DE LA ILUMINACION PARA EL ESTUDIO

A) Utilizando Niveles recomendados por Normas americanas.-

a) 30 foot-candles o bujías pie.

b) A fin de aprovechar bien la luz de la fuente se han es-



$E_{m\acute{a}x.} = 1.0 \times HM.$

cogido luminarias con pantalla abierta para iluminación directa, que arroja el 85% de la luz de la fuente hacia abajo y ninguna hacia arriba, espaciamiento máximo 1,0 x altura de montaje (0,9 x HM) del tipo IES No. 17 (1) que lleva lámpara incandescente tipo A-21-

(1) V. Mechanical and Electrical Equipment for buildings por McGuinness, Stein, Gay and Fawcett, cuarta edición, tabla 21.9.- Página 408.

de 100 W. 1620 lúmenes iniciales y 750 horas de vida promedio (1).

c) Las dimensiones las sacamos de los planos correspondientes y las representamos así:

Fig. 13

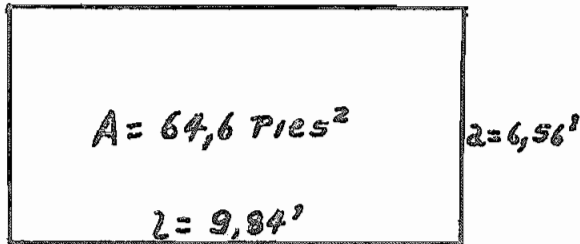
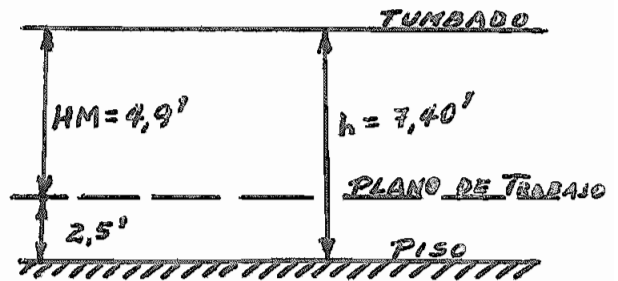


Fig. 14



- d) Reflexión del tumbado (color blanco) 80%
- " de paredes (color crema) 50%
- " del piso (entablado opaco) 10%

e) Por no haber el valor de relación de cuarto para las dimensiones señaladas lo calculamos

$$R = \frac{9,84 \times 6,56}{4,9(9,84+6,56)} = \frac{64,2}{80,2} = 0,8$$

f)  $Cu = 0,42$

g)  $Cm = 0,65$

h)  $L = \frac{64,6 \times 30}{0,42 \times 0,65} = \frac{1840}{0,27} = 6830 \text{ lúmenes}$

i)  $N = L/L_0 = 6830/1620 = 4,2$ . No habiendo fracción de lámpara tomamos el número inmediatamente superior o sea 5.

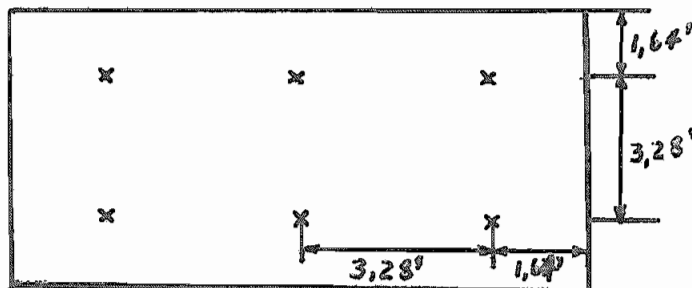
j)  $N' = N/N'' \pm 5/1 = 5 \text{ luminarias.}$

k) k.1.)  $n = l/em. = 9,84/4,9 = 2 \text{ hileras}$

k.2.)  $n' = 5/2 = 2,5 \text{ luminarias por hilera (No pudiendo ser un número fraccionario debemos tomar el inmediatamente superior o sea 3 con lo que el número de luminarias es ahora 6.)}$

k.3.)  $9,84/3 = 3,28$        $6,56/2 = 3,28$  Siendo ambos valores menores que el espaciamiento máximo  $em = l \times 4,9 = 4,9'$  los resultados obtenidos son correctos.

Fig. 15



001543



l)  $I_0 = \frac{6 \times 1620 \times 0,42}{64,6} = 63 \text{ fc.}$

m)  $I_m = 63 \times 0,65 = 41 \text{ fc.}$  mayor que los 30 fc. requeridos por las recomendaciones americanas.

B) Utilizando Niveles recomendados por las Normas Europeas

a) 18,6 fc.

b) El mismo tipo de luminaria y lámpara que en el caso anterior.

c) Las mismas dimensiones

d) Los mismos

e) Ídem caso anterior

f)  $C_u = 0,42$

g)  $C_m = 0,65$

h)  $L = \frac{64,6 \times 18,6}{0,42 \times 0,65} = 4.450 \text{ lúmenes}$

i)  $N = 4450/1620 = 2,75 \text{ lámparas.}$  Tomamos 3

j)  $N' = 3/1 = 3 \text{ luminarias}$

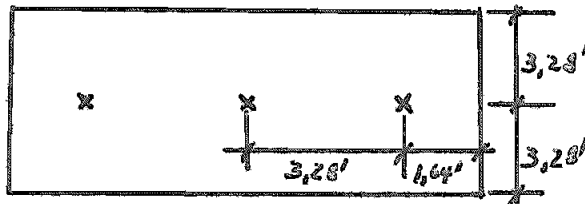
k.1)  $n = 1 \text{ hilera}$

k.2)  $n' = 3/1 = 3 \text{ luminarias por hilera}$

k.3.)  $0,84/3 = 3,28' \text{ valor menor que } e_m = 4,9'$

$3,56/2 = 3,28 \quad " \quad " \quad " \quad e_m = 4,9'$

Fig. 16



l)  $I_0 = \frac{3 \times 1620 \times 0,42}{64,6} = 32,6 \text{ fc.}$

m)  $I_m = 32,6 \times 0,65 = 21,2 \text{ fc.}$  mayor que los 18,6 requeridos. Es fácil darse cuenta que utilizando los valores recomendados por los americanos, se tiene un número de lámparas que resulta exagerado para nuestro medio, puesto que requiere de una inversión inicial bastante fuerte que vendría a redundar en el costo de los departamentos. Esto se ha evitado tomando como base las recomendaciones europeas.

EJEMPLO No. 2

CALCULO DE LA ILUMINACION PARA EL ALLACEN

A) Utilizando Normas Americanas.-

a) 50 fc.

$$1) I_0 = \frac{16 \times 1620 \times 0,29}{64,6} = 119 \text{ fc.}$$

m)  $lm = 119 \times 0,6 = 71,4$  valor que es mayor que los 70 fc. requeridos

B) Utilizando Niveles Recomendados por las Normas Europeas.-

a) 25,2 fc.

b) El mismo tipo de luminaria y lámpara

c) Las mismas dimensiones

d) Los mismos

e) Idem

f)  $C_u = 0,29$

g)  $C_m = 0,6$

$$h) L = \frac{64,6 \times 25,2}{0,29 \times 0,6} = 9300 \text{ lúmenes}$$

$$i) N = \frac{9300}{1620} = 5,73 = 6 \text{ lámparas}$$

$$j) N' = 6/1 = 6 \text{ luminarias}$$

$$k.1.) n' = \frac{0,84}{9,8} = 1.01 \text{ Tomamos } 2$$

$$k.2.) n' = \frac{6}{2} = 3 \text{ luminarias por hilera}$$

$$k.3.) 0,84/3 = 3,28 \text{ menor que } 6,44$$

$$6,56/2 = 3,28 \quad " \quad " \quad 6,44$$

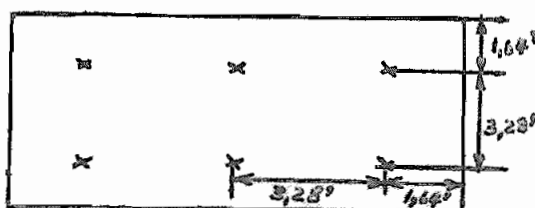


FIG. 16

$$1) I_0 = \frac{6 \times 1620 \times 0,29}{64,6} = 44,6 \text{ fc.}$$

$$2) 44,6 \times 0,6 = 26,76 \text{ fc. mayor que los } 25,2 \text{ requeridos}$$

Es fácil darse cuenta que utilizando los valores recomendados por los americanos, se tiene un valor que parece exagerado para nuestro medio, puesto que requiere de una inversión inicial bastante fuerte lo que vendría a redundar en el costo de los departamentos, lo que evitaremos tomando como base las recomendaciones europeas.

EJEMPLO No. 2

CALCULO DE LA ILUMINACION PARA EL ALMACEN

A) Utilizando Normas Americanas.-

a) 5. fc.

a) 50 fc.

- b) Luminaria semidirecta, suspendida con dos tubos fluorescentes, que arroja hacia abajo el 70% de la luz y hacia arriba el 10%, Tipo 30 de IES (1) espacio máximo 1,0 HM con 13° de inclinación de su cobertura. Cada tubo fluorescente es de 40W de luz blanca, x 2100 lúmenes iniciales (2) y 5 pies de longitud.

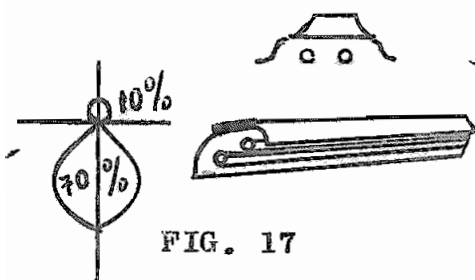


FIG. 17

c) Las dimensiones las sacamos a escala de los planos

FIG. 18

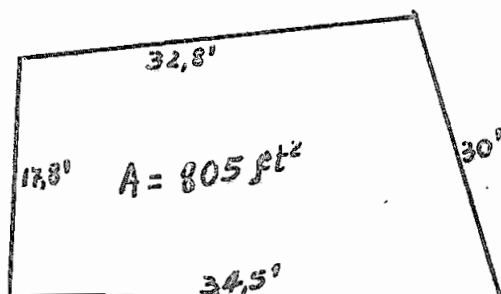
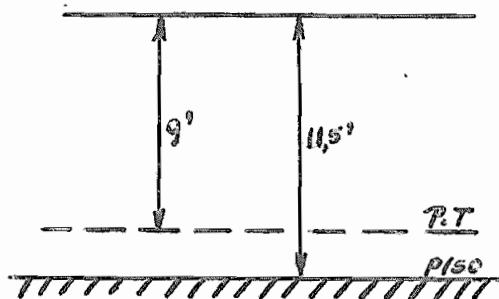


FIG. 19



- d) Reflexión del tumbado 80%  
 " de paredes 30%  
 " del piso (embaldosado) 30%
- e) Debido a que no se trata de una figura regular debemos sacar valores promedios del ancho y largo.

$$\text{largo } l = \frac{32,8 + 34,5}{2} = \frac{67,3}{2} = 33,65 \text{ pies}$$

$$\text{ancho } a = \frac{30 + 17,8}{2} = \frac{47,8}{2} = 23,9 \text{ pies}$$

$$R.C. = \frac{83,65 \times 23,9}{9 (33,65 + 23,9)} = \frac{805}{9 \times 57,55} = \frac{805}{517,95} = 1,56$$

- f)  $C_u = 0,36 \times 1,06$  (1,06 es un factor de corrección porque las tablas dan valores para pisos de 10% de reflexión y este tiene 30%)
- g)  $C_m = 0,70$
- h)  $L = \frac{805 \times 50}{0,38 \times 0,7} = \frac{40,250}{0,266} = 151.000 \text{ lúmenes}$

(1) V. Mechanical and Electrical Equipment for buildings By Mc Guinness, Stein, Gay and Fawcett, 4a. edition, 1964, pag, 411, table 21-9 luminaire No. 30.

(2) Electrical Engineers Handbook By Pender del Mar 4a. Edición. 1962 - TABLA II.

i)  $N = \frac{151.000}{2.100} = 72$  lámparas

j)  $N' = \frac{72}{2} = 36$  luminarias

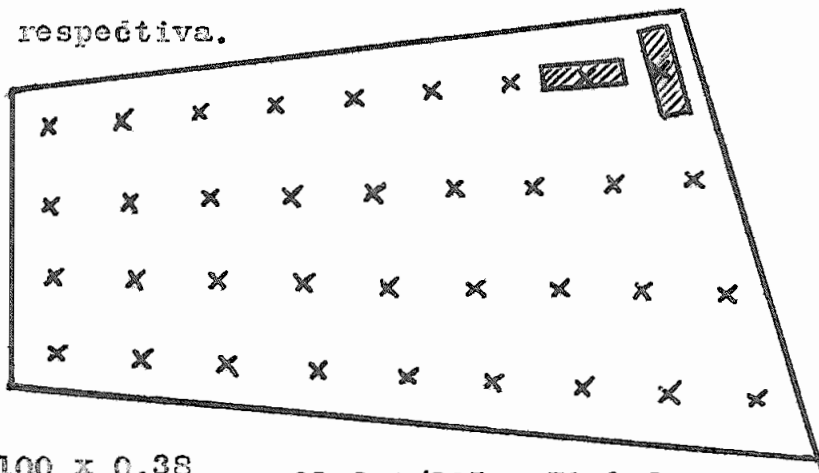
k) k.1.)  $n = 33,65/9 = 3,75$  hileras. Tomamos 4

k.2.)  $n' = 36/4 = 9$  luminarias por hilera

k.3.) En su mayor dimensión el almacén tiene 34,5 pies de longitud y como necesitamos poner según este cálculo 9 luminarias, una a continuación de otra, ni siquiera esta, nos en capacidad de hacerlo debido a que cada luminaria tiene 5 pies de longitud y la única solución que podríamos dar bajo las condiciones señaladas, es colocar alternadamente una a lo largo y otra a lo ancho, es decir más o menos conforme se indica en el diagrama siguiente. (V. fig. 20)

Siendo elevado el número de lámparas que se utilizaría la separación entre ellas es muy pequeña y no hace falta efectuar la comprobación respectiva.

Fig. 20



l)  $I_0 = \frac{80 \times 2100 \times 0,38}{805} = 63.800/805 = 79,2$  fc.

m)  $I_m = 79,2 \times 0,7 = 55,2$  fc. mayor que los 50 fc. requeridos,

B) Utilizando Normas Europeas.-

a) 20 fc.

b) Idem ejemplo anterior

c) Idem

d) Idem

e) Idem

f) Idem

g) Idem

h)  $L = \frac{805 \times 20}{0,38 \times 0,7} = 16.100/0,266$

$L = 60.200$  lúmenes

$$1) N = \frac{60.200}{2.100} = 28,8 = 29$$

Como se requiere un número par de lámparas tomamos 30.

$$j) N_8 = \frac{30}{2} = 15 \text{ luminarias}$$

$$k) \text{ k.1.) } n = \frac{33,65}{9} = 3,75 \text{ hileras. Tomamos 4.}$$

k.2.)  $n' = 15/4 = 3,75$  luminarias por hilera. Tomamos 4 o sea son ahora 16 luminarias, 32 lámparas.

$$k.3.) 32/4 = 8,2'. 34,5/4 = 8,625'$$

$$17,8/4 = 4,45' \text{ Menor-es que } 9' (9' = 1,0 \times \text{MM})$$

$$30/4 = 7,5'$$

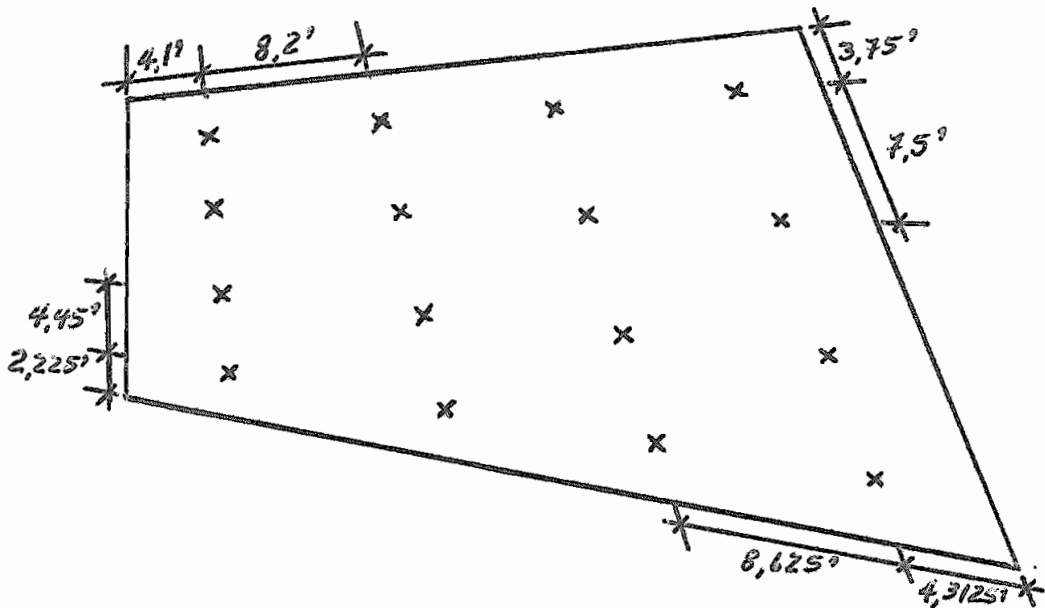


FIG. 21

$$1) I_0 = \frac{32 \times 2100 \times 0,38}{805} = \frac{240}{8,05} = 32 \text{ f.c.}$$

m)  $I_m = 32 \times 0,7 = 22,4 \text{ fc. mayor que los } 20 \text{ fc. requeridos.}$

También en este caso la diferencia del número de lámparas requerido es notoria, razón por la que las normas europeas que resultan más aplicables para nuestro caso han sido las escogidas. Desde luego que de esta manera no se va a tener una visibilidad perfecta y el esfuerzo que la vista tiene que hacer será mayor.

Siguiendo exactamente el mismo proceso hemos calculado la iluminación de todas las demás habitaciones y servicios habiendo obtenido los valores que a continuación resumimos:

2.1.2.- APARATOS DOMESTICOS.- La planificaci3n de una instalaci3n adecuada debe tomar en cuenta los diversos artefactos el3ctricos fijos y m3viles, tomacorrientes, interruptores y de m3s dispositivos el3ctricos del hogar. Como en este caso se trata de residencias que se pondr3n en venta, la selecci3n se hace un poco complicada puesto que no se sabe el deseo del futuro propietario, vi3ndonos obligados a deducirlas luego de analizar recursos econ3micos y posibles costumbres de los futuros usuarios. Para esto nos servimos de la experiencia que se al respecto se ha tenido en otros pa3ses (1) y de all3 sacar los artefactos de posible uso en nuestro caso, los mismos que a continuaci3n anotamos para cada medio o ambiente. Dentro de estos se incluyen los que de antemano se ha pensado en el BEV que estar3n en capacidad de adquirir sus clientes, para los cuales se dejar3n las respectivas salidas. Constan los artefactos y sus cargas t3picas de dise1o, es decir que contemplan un exceso a fin de no cargar 100% los circuitos, por disposici3n expresa del NEC.

T A B L A No. 6

1.- Cocina - Lavadero

Cocina el3ctrica	8.000	Vatios
Tostador de pan	1.100	"
Calentador de agua	3.000	"
Refrigeradora	300	"
Ventilador de cocina	50	"
Plancha	1.000	"
Batidora	125	"

2.- Dormitorio

Radio	100	"
Iluminaci3n localizada	50	"
Aspiradora	400	"

3.- Ba1o

Aplicado de pared	100	"
M3quina de afeitarse	10	"

4.- Sala de estar, Comedor, Sal3n, Hall, Estudio

L3mpara de mesa	75	Vatios
Televisor	300	"
Tocador de discos	80	"
Reloj el3ctrico y se1alizaci3n	50	"
M3quina de coser	100	"
Alumbrado 3rbol de Navidad	200	"

(1) V. Manual para el dise1o de Instalaciones el3ctricas en Residencias por Siegfried Scheres. Tablas 11-2. Pag. 8

COCINA LAVADERO.- En la cocina es donde debe comenzar la modernización eléctrica del hogar, puesto que es allí donde más claramente se manifiesta el crecimiento del uso de la electricidad. Se dejará un tomacorriente para la refrigeradora y uno cada 1,20m. sobre la mesa de trabajo, más uno adicional para posible uso de plancha. La cocina eléctrica tendrá su salida individual, e igual cosa sucederá con el calentador de agua.

El lavadero está situado en la terraza, (bajo techo) y allí se dejará una salida doble para un posible uso de lavadora, además de la lámpara requerida en el lugar.

DORMITORIOS.- Los tomacorrientes para uso general deben colocarse cada 5m. por lo menos dependiendo de la ubicación de las camas, se han previsto tomas en cada lado del sitio probable de la cama ( a 1,20ms. del centro) ya que es corriente el uso de lámparas, radios relojes etc.

BAÑOS.- Es indispensable un tomacorriente cerca del espejo a la altura de 1m. para afeitadora. Aunque es recomendable usar un transformador de relación 1:1 por seguridad de las personas que usen dicho tomacorriente, no se ha considerado por el aumento de costo que ello representa.

SALA-ESTUDIO-COMEDOR.- Los tomacorrientes irán colocados de modo que ningún punto utilizable de las paredes esté a más de 3,60 m. del próximo tomacorriente, debiendo en lo posible estar situados en los rincones o cerca de ellos para evitar que queden tras de los muebles.

GARAGES.- Se dejará un tomacorriente doble en cada garage para posible uso de lámparas portátiles o algún artefacto mecánico pequeño como taladro por ejemplo.

En los servicios generales y demás ambientes que no detallamos se colocarán tomas necesarias para artefactos indispensables y de uso general. Así en las ventanas del almacén se han previsto cajas de conexión para el posible uso de lámparas de vitrina, además de los tomacorrientes de uso general que llevarán una separación de 3m.

### 2.1.3.- SEÑALIZACION Y COMUNICACIONES.

Como cada departamento constituye una residencia relativamente pequeña no se han previsto timbres en las diversas habitaciones y se ha considerado que con uno solo localizado en la cocina se puede escuchar perfectamente en toda la casa accionado por un botón de pared situado en la entrada principal.

Por condiciones económicas no se situarán pulsadores colgantes en todas las piezas de uso diario conectados a una numeradora eléctrica para llamadas de servicio como sería de desearse.

A fin de disminuir posibles interferencias en radio-receptores y televisores, y evitar el peligro de un posible Shock a las personas que usen el timbre, se utilizará un transformador de 120/25V, situado junto al tablero de distribución.

Los conductores utilizados para este objeto de acuerdo a las normas dadas por el National Electric Code serán de calibre número 18AWG.

En lo que a comunicaciones se refiere, tenemos que de acuerdo a las condiciones económicas de los usuarios, cada departamento va a llevar un solo teléfono, el mismo que normalmente va a estar entre el hall y sala-comedor a fin de tener fácil acceso desde cualquier recinto de la residencia; sin embargo se han previsto enchufes en los dormitorios y estudio para transportarse de un recinto a otro si fuera necesario.

#### 2-1-4.-DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION.

Una vez que se ha culminado la elección de las necesidades eléctricas del proyecto se puede continuar con el paso siguiente que es precisamente la elaboración de planos con la disposición de interruptores, luces y tomacorrientes.

En los planos de plantas de arquitectura se señalan todos los puntos de luz y sus correspondientes interruptores y líneas de mando, diferenciando las que van por el piso y por las losas. Los interruptores de pared van colocados al lado de las puertas y todos en el interior aún cuando sirvan para controlar luces exteriores.

Cada pieza que tenga más de una entrada lleva un interruptor para controlar el alumbrado desde cada una de ellas, lo que se hará mediante interruptores de varias vías.

Igual cosa se hará en los dormitorios, a fin de evitar el levantarse de la cama para apagar las lámparas desde la puerta, para lo cual se pondrá otro interruptor de 3 vías junto a la cama.

A continuación señalan en los planos los sitios de toma para los artefactos que requieren circuitos individuales



con sus respectivas líneas de alimentación.

Luego se señalan los sitios para tomacorrientes los mismos que en su totalidad son de tipo doble con una separación máxima de 3,60 m. entre dos adyacentes, a excepción de la cocina donde la separación es de 1,20 m. y pasillos en que se aceptan separaciones de hasta cinco metros. En cada salida de circuito individual se representa el consumo eléctrico en vatios. Los tomacorrientes de uso general y los que están conectados a circuitos comunes de alumbrado(1.500 W) no necesitan esta indicación y por tanto no están señalados. Por último deben añadirse los sistemas de señales y comunicaciones utilizando líneas y símbolos que permitan su fácil identificación. Los símbolos gráficos que hemos utilizado son los recomendados por el NEC(V. hojas de 1 a 8). Para completar los diagramas se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

A) Elección del sitio para tableros y Contadores.- Según los requerimientos de la Empresa Eléctrica Quito para fácil revisión, los contadores deben ir agrupados en un solo sitio y que presente facilidades para el acceso de sus personeros, resultando ideal el espacio que queda en el primer piso bajo las gradas( escaleras comunes ) que presentan los bloques, puesto que se encuentran junto a los ductos por los que subirán los alimentadores de los departamentos.

El tablero de distribución de la casa, irá colocado en el espacio existente a la entrada y junto al ducto, o sea que estará cercano a las cargas mayores y más o menos en el centro del departamento. De esta manera se han excluido los alargamientos de los circuitos, lo que a la vez nos permitirá tener buena regulación de tensión y poquísimas probabilidades de interrupción del servicio por aumento de la carga.

B) Selección de los circuitos.- Cumplidos los pasos anteriores los planos están debidamente preparados para proyectarse en ellos los circuitos, para lo cual nos servimos de tablas(1), procediendo con el siguiente orden:

C) Circuitos de alumbrado.- Deben abastecer todos los puntos

---

V. Manual para instalaciones en Residencias por Siegfried Scheres F. Tablas 16 y 21 Pags. 42 y 52.

tos de luz y tomacorrientes específicos para cargas pequeñas. Tratándose de cargas netamente residenciales, cada circuito será máximo de 15 Amp. proyectados solamente con el 80% de esta carga, a fin de tener una reserva para futuros incrementos de carga, o sea que a cada circuito lo suponemos que en principio es de 12 amperios solamente. Los 15 Amp. corresponden a 1500 W del circuito con una tensión de 120 voltios y factor de potencia (para carga residencial) 0,9.

b) Circuitos de tomacorrientes.-A fin de alimentar todos los tomacorrientes normales de la cocina, comedor, sala, etc se han previsto los circuitos necesarios de 15 Amp. dejando la reserva mencionada en el literal anterior y con tomas de tipo partido. A fin de evitar que en estos circuitos se conecten cargas mayores se ha pensado dejar para las cargas grandes salida únicamente a fin de conectarlos directamente.

c) Circuitos Individuales.- Como las cargas grandes deben alimentarse por medio de circuitos individuales, para la cocina eléctrica y calentador de agua se han dejado circuitos de 40 y 20 Amperios, los mismos que trabajarán a 208 voltios. En los valores indicados se incluye la capacidad de reserva necesaria que se mencionó anteriormente.

C) Trazado de los circuitos.-Se lo ha efectuado luego de probar algunas posibilidades y buscar la mejor repartición de cargas, así como también los recorridos más cortos a fin de obtener economía. La representación de estos recorridos se ha efectuado con líneas que en su mayoría son curvas no indicando por tanto exactamente su trayectoria, sino que en lo posible tratan de evitar superposiciones que pudieran causar alguna confusión en la lectura. Todos los símbolos empleados se detallan en las leyendas correspondientes anotadas al pie de todos los planos. Junto a cada recorrido se indican número de conductores calibres y diámetro del tubo por el que corren.

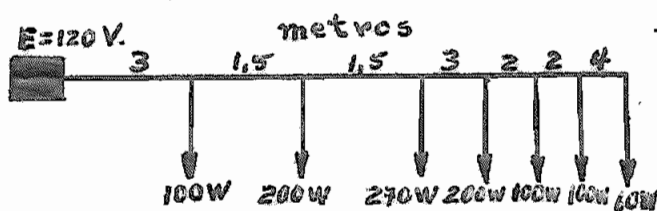
D) Tamaño de los conductores.-Para elegir el tamaño de los conductores a utilizarse, necesitamos primeramente elegir un valor de caída de tensión dentro de valores permitidos por el código (1).

Como caída de tensión total se acepta 5% desde el medidor hasata el punto más alejado de la instalación, pudiendo dividirse dicho valor como se desee entre alimentadores y derivaciones. Un circuito calculado como hemos expuesto

---

(1) V. Manual de Normas por L. Abbott y L. Smith pag. 45

estaría cargado como máximo hasta el 80% de su plena capacidad. En ningún caso debe cargarse en su capacidad total, desde luego que el Código lo permite únicamente en caso de tenerse carga puramente ohmica y de duración continua no mayor de 6 horas. Si la carga comprende motores, el valor de la misma es del 80% del valor nominal y ocurre que generalmente en los circuitos de las residencias casi siempre van conectados artefactos eléctricos provistos de motores, estando por lo tanto cargados plenamente puesto que se ha tomado como base la carga típica de diseño(1). A manera de ejemplo indicaremos a continuación la manera como se ha procedido para seleccionar el circuito, carga longitud, etc. Sea el circuito de mayor longitud que como se observa en la hoja No. 1 es el A<sub>1</sub> que alimenta 9 lámparas de 100 W. 2 de 60 W. y el tomacorriente para la afeitadora eléctrica que se ha estimado en 10W. o sea que en total este circuito está cargado con 1.030 W. valor que es ligeramente menor que el 80% del valor total para el cual está diseñado, es decir de 1.500 W. Tratándose de un circuito que solamente comprende lámparas incandescentes el factor de potencia va a ser la unidad y la corriente que se tendría es  $I = 1500/120 = 12,5$  A. Este valor de corriente puede ser llevado perfectamente por el conductor No. 14 AWG de aislamiento termoplástico TW(2) y es el que se ha tomado, con excepción de la entrada al tablero en que se ha puesto No. 12 AWG. Nótese que aunque el conductor No. 14 AWG está en capacidad de transportar 15 amperios en los extremos del circuito se tienen bajísimos valores de corriente y sin embargo el calibre del conductor no disminuye por disposición expresa del Código que prohíbe la utilización de calibres inferiores al No. 14 en esta clase de circuitos. Una vez aceptado el conductor debemos comprobar la caída de tensión para el tramo más afectado o sea para el que sale del tablero mediante cálculo, o bien aprovechando de tablas elaboradas para el objeto(3). Para el cálculo podemos imponer nos la caída de tensión aceptable hasta el extremo del circuito y sea este del 2%. Siendo el voltaje nominal 120 V. el 2% será 2,4V. Combinando las relaciones:  $I = E/R$   $P = E \times I$  y  $R = L/\rho \times S$  obtenemos:  $S = \frac{1}{\rho \times V} (I \times L)$  y como se tienen cargas aplicadas a distintos puntos(V. fig.) y dos conductores, la relación queda:



$$S = \frac{2}{\rho \times V} \left( \sum \frac{W \times L}{E} \right) \quad [mm^2]$$

- en que: S = sección del cond.
- V = caída de tensión admisible
- W = carga en vatios
- L = longitud del tramo
- E = tensión de servicio

Dando valores tendremos:  $S = \frac{2}{56 \times 2,4} \frac{I \times L}{E}$

$$S = \frac{2}{56 \times 2,4} \left( \frac{100 \times 3 + 200 \times 4,5 + 270 \times 6 + 200 \times 9 + 100 \times 11 + 100 \times 13 + 60 \times 17}{120} \right)$$

$$S = \frac{1}{67} \left( \frac{8.040}{120} \right) = 0,99 \text{ mm}^2$$

Esta sección corresponde al conductor No. 17 AWG tomando el calibre inmediatamente superior que consta en las tablas (2) y nos demuestra que con el calibre No. 14 AWG escogido estamos cumpliendo también con el requerimiento de mantener la caída de tensión dentro de límites razonables. Como el margen es bastante amplio automáticamente se está permitiendo la extensión o aumento de la capacidad del circuito hasta copar los 1.500 W para el que se lo ha diseñado.

Esta comprobación puede también hacerse y de manera más sencilla mediante tablas previamente elaboradas en las que se dan largos permisibles para los circuitos a distintos voltajes y con variados valores de corriente para cada calibre. Por ejemplo para el mismo circuito mencionado anteriormente y para el cual hemos realizado ya el cálculo la comprobación puede realizarse de la siguiente manera: La corriente promedio que se tendría es  $12,5/2 = 6,25$  Amp. Para este valor de corriente a 120 V. y para una caída de tensión del 1% en las tablas (3) encontramos que el circuito se puede prolongar hasta 10 mts. más o menos y como nosotros hemos aceptado el 2% la longitud que podemos alcanzar es de  $10 \times 2 = 20$  mts. Como nuestro circuito en referencia alcanza solamente 17 mts. para el punto más alejado la caída de tensión está dentro de límites. Todos los demás circuitos que conforman el diseño del presente estudio han sido chequeados de este último modo.

La comprobación de la caída de tensión es muy importante puesto que si llega a pasar a valores muy grandes trae como consecuencia el mal funcionamiento de los aparatos caseros, pudiendo manifestarse en disminución de la iluminación, calentamiento lento o insuficiente de los artefactos de calefacción, arranque lento y aumento de temperatura en motores.

El conductor neutro en todos los circuitos de una residencia debe ser del mismo calibre que los activos, exceptuándose el caso de cocinas eléctricas conectadas a sistemas monofásicos de tres conductores en que el neutro puede ser uno o dos calibres más bajo. En nuestro caso se han tomado dos fases de un sistema trifásico y por tanto el calibre no variará, pues-

(1) V. Manual para Instalaciones Eléctricas en Residencias por Siegfried Scheres F. Tablas 15 y 16 Pags. 41 y 42

(2) Idem pero tablas 17, 18 y 19 Pags. 48, 49 y 50

(3) Idem pero tabla No. 24. Página 60

Canalización..- Lo más común en instalaciones residenciales es el uso de la tubería conduit metálica, pero hoy existe la posibilidad de usar tubos de polietileno, razón por la que previa decisión de la más ventajosa a utilizarse haremos un análisis de las características que cada una presenta.

1.- La tubería metálica (EMT) ha dado buenos resultados prácticos y cumple con todos los requerimientos exigidos por los códigos de los diferentes países del mundo, ha sido sometido a pruebas y tiene gran acogida hasta los momentos actuales. Se dobla con mucha facilidad y puede empalmarse rígidamente a las cajas de conexión mediante el uso de conectores prefabricados. No requiere el uso de un conductor de tierra adicional y su coeficiente de rozamiento con los conductores es muy bajo. Viene en longitudes no mayores de los 10' debiendo utilizarse uniones en caso de necesitarse más longitud. Para algunos calibres su costo es algo elevado comparado con la de plástico.

2.- La tubería de plástico no presenta mucha garantía puesto que no se tienen muchas experiencias en la aplicación. Requiere el uso de un conductor adicional de tierra por exigencia del Código. Se fabrica en el país siendo su costo bajo para algunos diámetros. Su desventaja principal reside en el hecho de cortarse o dañarse fácilmente al ser sometidos a dobladuras. Mecánicamente no presentan mucha resistencia y como en nuestro país las canalizaciones van ligeramente introducidas en ranuras de las paredes cubiertas por el enlucido corren el riesgo de ser alcanzadas y dañadas por la introducción de clavos muy frecuentemente usados en residencias. Por otro lado no tiene resistencia al calor y presenta poca conductividad térmica, lo que naturalmente limita su aplicación.

En lo que al aspecto económico se refiere, es necesario hacer un análisis de la tubería metálica que no requiere un conductor adicional de tierra, puesto que la misma canalización sirve para el objeto, y la de polietileno con el indispensable uso de dicho conductor. Esto se reúne en el siguiente cuadro para los diámetros más comúnmente usados y para longitud unitaria de un metro. Los precios que se observan son respectivamente los de venta al por mayor en el Ecuador para tubería de polietileno fabricada en el país, y CIF Guayaquil para tubería metálica a importarse con liberación de derechos, calculados a base de precios de lista suministrados por los respectivos fabricantes.

-38-

TABLA No. 7

DIA METRO	LONGITUD	TUBO DE POLIETILENO	TUBO METALICO
1/2"	1 mt.	3,20 sucres	4,20 sucres
3/4"	"	4,10 "	6,30 "
1"	"	6,00 "	7,50 "
1 1/4"	"	9,00 "	10,10 "
1 1/2"	"	12,50 "	13,00 "
2"	"	16,50 "	16,20 "
2 1/2"	"	22,00 "	19,80 "
3"	"	28,00 "	24,00 "

Como se puede notar para las dimensiones pequeñas el costo de la tubería de polietileno es ligeramente menor, pero en tubos de más de 1 1/2"  $\phi$  resulta más ventajoso el uso de la tubería metálica. Si a esto añadimos el costo del conductor de tierra necesario resulta que inclusive en precio la tubería metálica nos presenta las mejores ventajas y de allí que sin vacilaciones la hemos aceptado para nuestro proyecto.

En lo que a uniones, conectores, cajas y codos siempre necesarios en una instalación se refiere, tenemos que el valor es más o menos igual para los dos casos, debiendo aclararse que los accesorios metálicos presentan muchas facilidades de instalación, comparadas con sus similares de polietileno.

Lo normal es prever un conducto para el conjunto de conductores de cada circuito o de cada alimentador, es decir tan sólo para dos tres o cuatro conductores y raras veces más cuando se utilicen interruptores dobles triples o de más de dos vías. El Código admite un mayor número de conductores en un solo tubo conduit, cuando la capacidad de corriente es muy reducida o haciendo trabajar cada circuito con porcentajes de su valor nominal ( 80% de cuatro a seis conductores; 70% de 7 a 9 conductores). Estos conductores pueden pertenecer a diferentes sistemas de distribución y a diferentes tipos de corriente, mientras no sobrepasen el voltaje de 600 V. Pero si tomamos en cuenta la dificultad de introducir varios conductores en un mismo tubo sin que sufran daño y de identificar los mismos para hacer las conexiones, es preferible evitar esta clase de soluciones.

Los conductores de sistemas de señales y comunicaciones -

no deben ir en los mismos tubos que llevan conductores de sistemas de luz y fuerza, ya que el Código únicamente lo permite para ascensores y otros casos específicos. Las dimensiones de los tubos conduit se rigen por las prescripciones que se dan en tablas (1). Desde luego en ningún caso se ocuparán los tubos hasta los límites permitidos por el Código Eléctrico, ya que es a la vez difícil y peligroso desde el punto de vista mecánico porque los conductores se tuercen y doblan dentro de los tubos, razón por la que siempre se dejará una sección adecuada y con cierta reserva para posible utilización de conductores de mayor diámetro.

Cálculo de los Cables Alimentadores.— Se conocen como cables alimentadores los que van del contador a los tableros de distribución y sus dimensiones dependen de la carga calculada y de la caída de tensión. Como en nuestro caso van a transportar toda la corriente de la acometida deberán ser de la misma capacidad y mediante cálculo para el caso más desfavorable, determinaremos sus tamaños mínimos, a fin de evitarse posibles sobrecargas que pueden ocasionar sobre calentamientos en los conductores, interruptores, barras colectoras y terminales, fusión de fusibles, caídas de tensión elevadas y pérdidas excesivas de potencia en el cobre que conlleva consigo riesgos de incendio y servicio defectuoso.

La máxima carga real sobre un alimentador depende de la carga total a él conectada y del factor de demanda. (2) De acuerdo con el Código la carga actual calculada de un alimentador, es la misma de las cargas de todos los circuitos suministrados por él, pero afectada por un factor de demanda, debiendo tener capacidad para la carga total de: 1.— Los circuitos<sup>de</sup> alumbrado, determinada directamente de las indicaciones en Vatios que llevan los planos; los que se han obtenido a base de cálculos de la iluminación.

---

(1) V. Manual de Normas para Instalaciones Eléctricas por A.L. Abott y C.L. Smith.— Tabla 9.—Pag. 541

(2) V. Idem 1 pero Pag. 45



2.- Los circuitos de tomacorrientes de uso general que para viviendas unifamiliares y apartamentos de dos o más dormitorios el NEC recomienda tomar 1500W por circuito.

A la suma de uno y dos se aplican factores de demanda recomendados por el mismo código (1). En ningún caso deben aplicarse factores de demanda a cada circuito

3.- Los circuitos individuales (sin tomar en cuenta cocinas) que para nuestro caso están dados únicamente por el calentador de agua cuyas cargas están dadas en la tabla 3 y por ser menos de cuatro debemos tomar un factor de demanda del 100%.

4.- De acuerdo con el NEC tomamos 8000W para una cocina.

5.- Alumbrado de vidrieras que será el caso del almacén 600W por metro lineal.

Como paso final sumaremos las cargas calculadas según lo expuesto anteriormente y de este total se determina la corriente máxima probable de los conductores de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\text{Carga total (W)}}{K.E.\text{Cos } \phi}$$

Donde:

I= corriente en cada activo del alimentador en amperios.

E= tensión entre activo y neutro en Voltios

K= Constante que vale uno para circuitos monofásicos a dos hilos, dos para circuitos de dos fases a tres hilos, 1,73 para circuitos trifásicos a tres hilos y tres para circuitos trifásicos a cuatro conductores.

Cos  $\phi$ = factor de potencia que generalmente se acerca a 1 en residencias.

Con el valor así determinado para I se busca el conductor inmediato superior que soporte esta corriente en tablas (2) con aislamiento de termoplástico que es el que

---

(1) V. Manual de Normas para Instalaciones Eléctricas por A.L. Abbott y C.L. Smith.- Tabla 9.- Pag. 45.

(2) V. Tratado de Electricidad por Chester L. Dawes; Apéndice G.



se fabrica en el país. Sin embargo el cable así obtenido nos permite alimentar la carga actual, pero no se cuenta crecimiento en el futuro por lo que normalmente se debe aumentar un 30% antes de ver las tablas y luego comprobar la caída de tensión, valiéndonos de las tablas. (1)

El tamaño del neutro debe corresponder al máximo desequilibrio de carga, o sea a la carga conectada entre un activo y neutro. Como en nuestro caso tendremos cargas que trabajarán a 208 V. (calentador y cocina) podemos tomar en cuenta un factor de 0,7 del activo.

Siguiendo este proceso vamos a calcular los alimentadores para el departamento tipo a manera de ejemplo y de igual modo se obtendrán los correspondientes a servicios generales y demás recintos, cuyos resultados se han anotado en la tabla No. 8.

- a) Circuitos de alumbrado (V. plano correspondiente a la boja No. 1). Sumando las cargas se tienen..... 2.250 W
- b) 4 circuitos de tomacorrientes de 1.500 W %... 6.000 W  
Suman..... 8.250 W

aplicando el factor de demanda correspondiente (2) obtenemos el primer subtotal:  $0,35 \times 8.250 = 2.880 \text{ W}$

c) Circuitos individuales (sin cocina):

Calentador de agua..... 3.000 W

El código permite usar un factor de demanda del 75% solamente cuando los circuitos individuales pasan de cuatro y de otro modo se mantiene el valor. Entonces el subtotal 2 será:  $3.000 \times 1 = 3.000 \text{ W}$

d) Circuito de cocina eléctrica.- Según el IEMJ 8.000 W

Sumando los subtotales tenemos:

2.880 W	
3.000 W	
8.000 W	
Total....	13.880 W

con lo cual:  $I = \frac{13.880 \text{ W}}{2 \times 120} = 57,8 \text{ Amp.}$

El conductor mayor más próximo que puede conducir esta corriente es el No. 6 AWG y por tanto elegimos dos conductores de este calibre con aislamiento termoplástico TF.

Para el neutro tendríamos:  $57,8 \text{ Amp.} \times 0,70 = 40,5 \text{ Amp.}$  que corresponde al conductor No. 8 AWG.

(1) V. Manual para el diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias por Ing. Siegfried Scheres. Tablas 18 y 19 Páginas 49 y 50.

(2) V. Manual de Normas para Instalaciones Eléctricas por A. L. Abbott y L. Smith; Tabla No. 9; Pág. No. 541

El caso más desfavorable a tenerse en longitudes de 20m. que corresponde al último departamento (5o. piso) y según las tablas el conductor No. 6 AWG permite una distancia de 28m. con 60 amperios, para una caída de tensión del 2%. O sea que podemos utilizar dos conductores No. 6 AWG y uno N. 8 AWG tendidos en tubería de dos pulgadas  $\phi$ , con lo que tenemos suficiente capacidad de reserva para futuras ampliaciones. Si la caída de tensión pasará del límite debe tomarse el calibre inmediatamente superior.

Los demás alimentadores se calculan de manera correspondiente y los resultados hemos anotado en la tabla No. 8.

Cabe indicarse que para la determinación de conductores y tuberías, a más de la capacidad de conducción requerida influye en forma notable las longitudes que alcanzan. Así por ejemplo en la biblioteca con solo 29 amperios se han tomado dos conductores No. 8 y No. 10 AWG; mientras que en el departamento tipo 2 conductores No. 6 y uno No. 8AWG.

Para el primer caso se utilizará tubería de  $+/4$  solamente y para el segundo de 2" valor este último que a simple vsta parece exagerado.

#### 2.1.5.- PROTECCION Y CONTROL

Para este fin se usan los llamados tableros de distribución. El centro vital de la instalación interna es el tablero de distribución que va a desempeñar funciones muy importantes, tales como:

- Distribución de la energía eléctrica que llega a él entre varios circuitos ramales, según las necesidades del hogar
- Proteger cada circuito ramal contra cortos circuitos y sobrecargas.
- Proveer la posibilidad de dejar sin servicio cada uno de los circuitos componentes de la instalación interna.

El código exige solamente protección contra sobre corriente, lo que se conseguiría si los tableros de distribución tuvieran fusibles solamente, pero mucho más cómodo es el uso de interruptores automáticos.

Cada tablero será de capacidad suficiente para abastecer a todos los circuitos, esto significa que su capacidad nominal no será menor que la capacidad mínima del alimentador que se calculó anteriormente con circuitos de reserva, a razón de uno por cada diez circuitos o fracción.

## T A B L A N° 8 RESUMEN DE CALCULO DE ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

ALIMENTADOR O ACQ. METIDA PARA :	CARGA CONECTADA kw				FACTOR DE DEMANDA				CARGAS REDUCIDAS kw				CARGA TOTAL kw	FASES NECESAR.	CORRIENTE		CONDUCTORES		DIAMETRO CANALIZAC. Pulgadas.
	a+b	c	d		a+b	c	d		a	b	c	d			Amp.		CANT.	Nº AWG.	
DEPARTAMENTO TIPO	8.05	3.0	8.0		0.35	1	1		3.08	3.0	8.0		18.06	2	57.8	2	6	2	
ADMINISTRACION	1.8				1				1.8				1.8	1	15	2	10	3/4	
CAFETERIA	5.42	4.5			1	1			5.42	4.5			9.92	2	41	2	6	1	
BIBLIOTECA	7.08				1				7.08				7.08	2	29	2	8	3/4	
APARTAM. DEL CONSERJE	4.16	1.5			1	1			4.16	1.5			5.66	2	24	3	10	3/4	
ALMACEN	7.2				1				7.2				7.2	2	30	2	8	3/4	
GARAGES	2.1				1				2.1				2.1	1	20	2	8	1	
GUARDERIA	6.12				1				6.12				6.12	2	26	2	8	3/4	
PELUQUERIA	1.88				1				1.88				1.88	1	16	2	10	3/4	
FARMACIA	2.5				1				2.5				2.5	1	21	2	10	3/4	
POLICIA Y ACCESO	1.82				1				1.82				1.82	1	16	2	10	3/4	

La elección de los tableros a usarse se ha hecho entre una gran variedad de tipos que la industria ofrece y serán del tipo empotrable en pared (flush mounting) situados siempre en lugares cercanos al centro de gravedad de la carga, o del área a servir, pero siempre provistos de una puerta frontal que permita tener buen aspecto y a la vez protección mecánica para los disyuntores que llevará en su interior. Los dispositivos de protección eléctrica de cada circuito, no debe exceder la capacidad de corriente de los conductores y en los casos en que se tienen circuitos individuales con un solo artefacto de 10 amp. o más no excederá del 150% de la potencia nominal. En los circuitos de 20 amp. o menos, los dispositivos de protección serán del tipo de acción retardada, a fin de tenerse en determinados momentos sobrecargas instantáneas que se producirán con frecuencia por el MANEJO de pequeños motores.

Según la carga que se va a tener se han escogido tableros para una, dos o tres fases dejando siempre un protector de reserva por lo menos, siempre y cuando no se atente en forma muy notable contra el costo del tablero. Así tenemos por ejemplo que el tablero seleccionado para el departamento tipo reúne las siguientes características:

Voltaje de diseño : 120- 240 V.

Voltaje de trabajo: 120-208V.

Corriente de diseño: 100 Amp.

Corriente de trabajo: 57,8 Amp.

Montaje : empotrado

Designación del tablero: LCQ

Número de ramales requeridos: 2 de 40 Amp monopolares, 2 de 20 Amp. monopolares y 4 tipo duplex de 15 amp. %

Número de fases: 2 ( tres conductores )

Los dos ramales de 40 amp. se usarán para la cocina eléctrica, los de 20 para calentador de agua y los de 15 para los circuitos generales de alumbrado y tomacorrientes. Como es fácil comprobar se está cumpliendo con los conceptos emitidos al explicar las características que debe reunir un tablero de distribución y sus ramales, cada uno de los cuales estará debidamente protegido por un interruptor automático. Explicaciones adicionales como dimensiones del tablero y referencia de fabricación se anotan en la lista de materiales respectiva.

### CAPITULO III

#### BLOQUE TIPO

3.1.- ACOMETIDAS A LOS DEPARTAMENTOS.- La acometida de una derivación de la red de distribución de la Empresa Eléctrica hacia la vivienda del consumidor. Termina el interruptor principal instalado después del contador eléctrico y es este el punto donde se entrega la energía eléctrica al cliente. Por tanto comprende los conductores de servicio, el interruptor principal con protectores y la conexión a tierra. El medidor irá conectado a los conductores de servicio antes del interruptor principal, y sin embargo no se lo considera como parte de la acometida. Los conductores de servicio parten de la red de distribución de la Empresa y en nuestro caso van a ser muy cortos debido a que los medidores irán montados en grupo para todos los clientes y muy cerca de ellos llegarán los cables que formarán una red de distribución. El interruptor principal consistirá en un disyuntor térmico al aire de accionamiento manual y automático.

La conexión a tierra de la acometida se refiere al hecho de requerirse que el neutro de la misma debe estar conectado a tierra en el punto de llegada al interruptor principal.

El neutro de la instalación interna del suscriptor, que empieza en el otro lado del interruptor principal en ningún caso se conectará a tierra porque el código lo prohíbe.

La selección del tipo de acometida que más conviene para cada uno de los servicios generales de nuestro proyecto y para los departamentos de cada bloque se ha hecho a base de recomendaciones que se dan en tablas (1)

Como en nuestro caso, todos los alimentadores van a transportar la corriente total de la acometida (la misma que comprende una muy pequeña longitud) no hace falta calcular la sección de los conductores, ya que será la misma que nos obtendremos anteriormente para ellos. Más aún como se ha pensado utilizar tableros de medidores prefabricados, los conductores de la acometida vendrán dados en forma de barras.

Del terminal de la red de distribución en el tablero que alo-

---

(1) V. Manual para el diseño de Instalaciones Eléctricas en residencias por el Ing. Siegfried Scherws. F. Tabla 28.

jará los medidores arrancarán las acometidas que, a través de los contadores llegarán al interruptor principal, del mismo que partirán los alimentadores hacia los departamentos y que terminan en los tableros de distribución.

Las características de estas cajas de distribución se darán más adelante en el capítulo de especificaciones de materiales y una idea de ellas nos da el diagrama respectivo (ver figura 22).

3.2.- SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCION.- Sabido es que todos los circuitos eléctricos requieren protección y control. Sin embargo no deben confundirse las dos cosas que tienen funciones perfectamente establecidas y diferentes.

Las funciones básicas del control eléctrico son el cierre, apertura y los procesos de regulación de los aparatos y circuitos.

La protección eléctrica en cambio tiene a su cargo la desconexión de circuitos y equipos cuando ocurren fallas de funcionamiento o sobrecargas excesivas. El NEC especifica los requisitos propios y los mecanismos protectores y según ellos se escogerán los más apropiados.

Tanto las personas como los aparatos y conductores eléctricos necesitan protección a fin de evitar los posibles peligros que se presentan, lo que se consigue mediante la conexión a tierra y uso de dispositivos protectores respectivamente:

3.2.1.-Conexión a tierra en las Instalaciones Internas: La conexión a tierra en las instalaciones internas se hace con el fin de proteger a las personas contra el peligro de choques eléctricos y como prevención contra incendios. Esta conexión como ya hemos mencionado se efectúa en el conductor neutro de la acometida y se conoce como tierra del sistema, con la cual el conductor neutro de la red interna lo está también extendiendo así la protección a toda la instalación interna del local a servirse. En ningún caso se harán conexiones del neutro a tierra luego del medidor, ni se pondrán fusibles o interruptores en él, por motivos de seguridad. Otra protección indispensable es la referente a tubos, cajas y demás partes metálicas expuestas de la ins-

DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO DE CONTADORES DE ENERGIA.

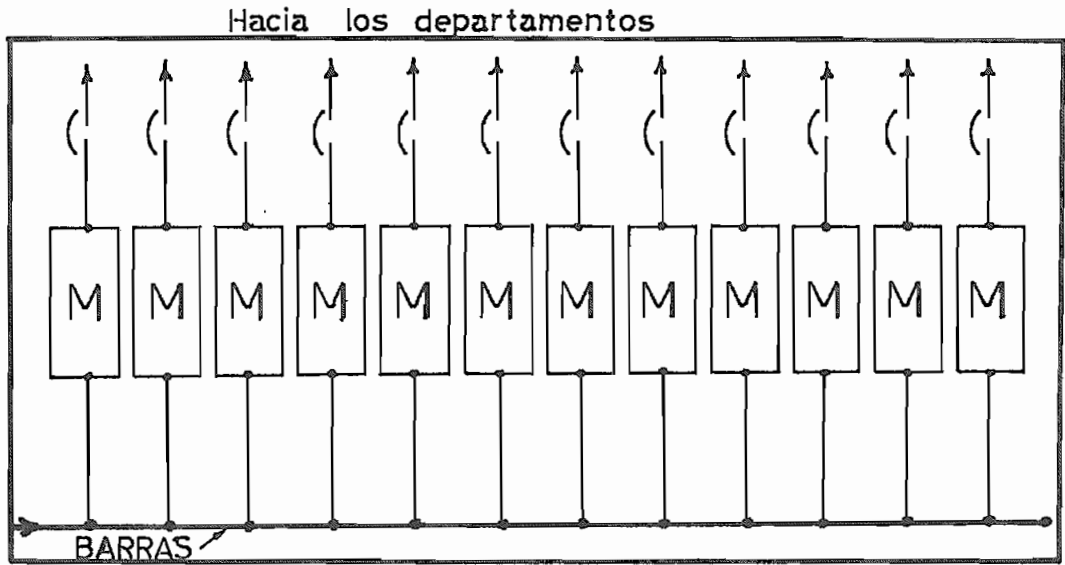


FIG. 22

DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL SISTEMA DE ALARMAS

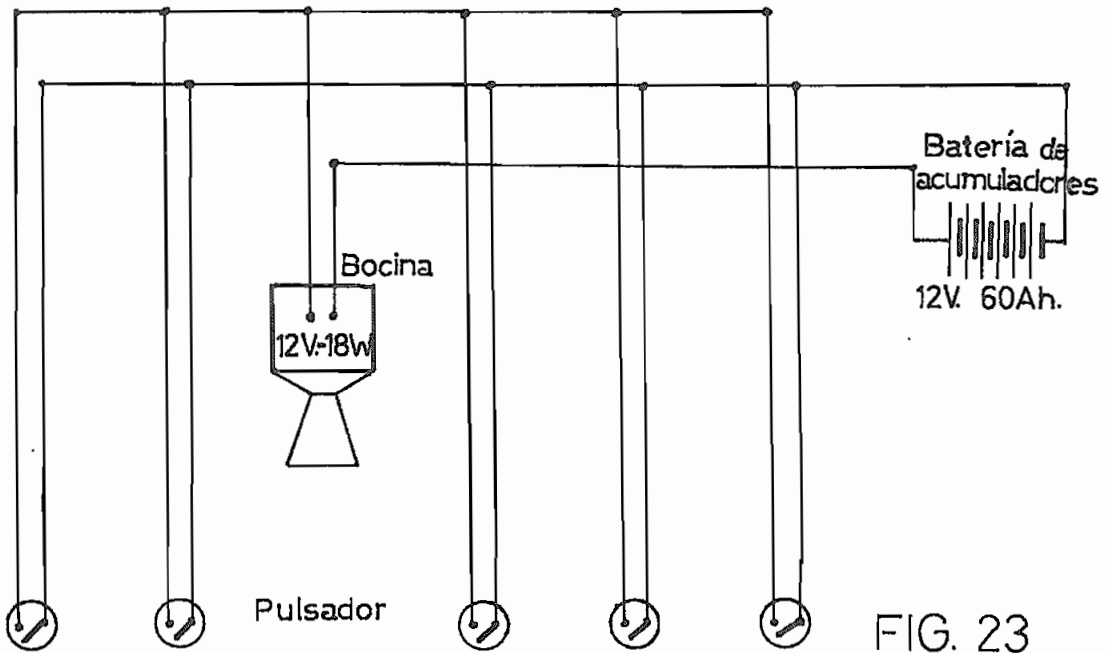


FIG. 23

instalación como sería el caso de equipos eléctricos fijos. Consistió en conectarlos eléctricamente entre sí de manera segura y durable para conectar luego el extremo al conductor de tierra de la acometida, de tal modo que forme con cualquier punto alejado de la instalación hasta la acometida misma, un paso ininterrumpido para posibles corrientes originadas por defectos de aislación o contactos accidentales con los conductores de la red interna. Esta conexión se conoce con el nombre de tierra del equipo. En caso de ocurrir un cortocircuito entre un conductor activo y el neutro o la tierra del equipo se originará una corriente suficiente para accionar el dispositivo de protección más cercano que dejará sin servicio al circuito de -fectuoso, eliminando al instante los peligros citados anteriormente.

De aquí que es una necesidad mantener una buena conducción de la tierra del equipo y asegurar baja resistencia de las conexiones a tierra.

Para los equipos portátiles, se tiene que estos en la actualidad traen un conductor adicional para puesta a tierra que irá conectada a un tercer polo de la clavija. Por tanto todos los tomacorrientes , aún los de uso general llevarán un polo adicional para conexión a tierra ( a las cajas metálicas).

La tierra del sistema y la tierra del equipo se conseguirán conectando el neutro de la acometida y el tablero principal a la tubería de agua mediante conectores de bronce y conductores que están en cada caso de acuerdo con las recomendaciones del Código Eléctrico, que resumimos en la tabla siguiente:

TABLA No. 9

CONDUCTORES DE TIERRA REGIDOS POR EL TAMAÑO DEL CONDUCTOR MAS GRANDE DE LA ACOMETIDA

<u>Tamaño del Conductor de la Acometida</u>	<u>Tamaño del conductor a Tierra</u>
No. 2 AWG o menor	No. 8 AWG
No. 1 o 1/0 AWG	No. 6 AWG



No. 2/0 o 3/0 AWG	No. 4 AWG
No. 3/0 o 350 MCM	No. 2 AWG
Mayor de 350 MCM a 600 MCM	No. 1/0 AWG
Mayor de 600 MCM a 1.100 MCM	No. 2/0 AWG
Mayor de 1.100 MCM	No. 3/0

Todos los conductores a tierra No. 6 AWG o menores corren peligro de sufrir daños mecánicos y deberán correr - por tubos conduit metálicos. En ningún caso llevarán em-palmes y se les identificará por pintura verde en sus ter-minales ya que, en su totalidad serán de alambre desnudo.

3.2.2.- Dispositivos para Protección y Control de los Con-ductores y Aparatos: En el subcapítulo anterior ya hemos - señalado las funciones que desempeñan los tableros de dis-tribución en una residencia, siendo conveniente que ahora - se haga un ligero análisis que nos haga notar por qué nos hemos decidido por el uso de disyuntores térmicos en lugar de fusibles. La elección se basa en el hecho siguiente: o escoger el costo inferior de los fusibles, o la mayor con-veniencia de los interruptores automáticos que con un solo movimiento de su botón se conectan nuevamente luego de un cortocircuito.

Los fusibles que se usarían en los tableros de distri-bución, son los de forma de tapones que llevan en su inte-rior un alambre fusible calibrado para la capacidad del - circuito que se pretende proteger, pero es común en nues-tro país y en cualquier otro que cuando el fusible se fun-de más de una vez, el usuario alambre coloque en reemplazo uno de mayor capacidad, un alambre de cobre e incluso mone-das anulando con ello la protección y sin preocuparse del por qué se ha estado fundiendo el fusible. Además en vis-ta del espacio pequeño que ocupa la urbanización el centro de distribución va a estar muy cercano, lo que va a ocasionar que las corrientes de cortocircuito que se produzcan - sean de valores elevados de corriente (V. Capítulo V) que un tapón no nos da suficiente garantía de poderlos inte-rrumpir satisfactoriamente.

Los interruptores automáticos en cambio están en con-diciones de llevar su carga nominal indefinidamente y pe-queñas sobrecargas durante pequeños lapsos de tiempo, pero

desconectan rápidamente con una sobrecarga grande. Además en el mercado se encuentran armazones para uno, dos y tres polos, así como también monofásicos y trifásicos - que fácilmente se prestan para ser usados en cualquiera de los circuitos de nuestro diseño.

Bajo estas condiciones, los tableros de distribución que se usarán en las instalaciones interiores, llevarán interruptores automáticos, e igual cosa sucederá con los tableros principales de cada bloque y con el común a todos ellos, según lo que se describe más adelante.

### 3.3.- ALARMAS CONTRA INCENDIOS:

Uno de los aspectos más importantes y que debe ser imprescindiblemente tomado en cuenta en residencias multifamiliares, es la protección contra pérdidas de vidas causadas por el fuego, puesto que, preservar las estructuras y en general la propiedad, es un asunto que corre a cargo de los arquitectos encargados del diseño del edificio.

La experiencia que poseen Compañías contra incendios es una gran ayuda para llevar a cabo un diseño de estas protecciones, sobre todo en países donde no se han dictado aún las normas necesarias para evitar esta clase de riesgos. Si bien es deseable la inclusión de equipos contra el fuego, en esta clase de edificaciones, una buena práctica es comenzar con las estructuras poniendo especial interés en los siguientes aspectos:

- Elegir materiales resistentes al fuego.
- Limitar el volumen de partes imprescindibles vulnerables al fuego.
- Diseñar salidas en lugares de fácil acceso.
- Protección contra el fuego que puede ser causado por defectos en las instalaciones eléctricas.
- Proteger contra el fuego causado por descargas atmosféricas.
- Instalar sistemas de alarma que pongan en guardia a sus ocupantes.
- Tuberías empotradas en las construcciones.

De éstas sólo nos ocuparemos de los que nos concierne, dejando las demás en manos de arquitectos o ingenieros civiles. Sin embargo es conveniente anotar algo sobre el tipo de edificaciones que vamos a tener. En casi su totalidad van a estar hechas de materiales seguros (hormigón y ladrillo), pero la madera en nuestro país es barata y también va a ser utilizada.

Ductos y perforaciones serán perfectamente cerrados en sus paredes laterales que no permitan la propagación de posible fuego a ocasionarse, sobre todo en el ducto de basura.

La puerta principal tendrá capacidad suficiente para rápida salida de los ocupantes y entrada de bomberos en casos de peligro. Igual cosa podemos decir de las escaleras comunes.

En lo que a instalaciones eléctricas se refiere, como todas van a estar de acuerdo con los requerimientos del Código Eléctrico Nacional (NEC), y con ello estamos reduciendo al mínimo los peligros de un mal funcionamiento de las mismas. Todos los circuitos tendrán suficiente capacidad de reserva y protecciones debidas que evitarán en lo posible un amago de incendio por sobrecargas o cortocircuitos.

Como cada bloque va a tener cinco pisos, sería conveniente analizar la posibilidad de protegerlos contra descargas atmosféricas que muchas veces son las causas de grandes incendios y por tanto de cuantiosas pérdidas. La posibilidad de ser afectados nuestros edificios son pocas por encontrarse al pie de una colina (El Panecillo) que atraerá a la mayoría de ellos. Sin embargo dada la poca densidad de población que existe por los alrededores no están totalmente fuera de peligro por lo que se ha previsto la necesidad de proteger al más elevado (bloque No. 6), sin tener que hacer gastos de consideración.

Algunos autores recomiendan el uso de una varilla de bronce colocada en la parte más alta del edificio y conectada a tierra, la cual no nos da mucha seguridad por el pequenísimo radio de acción que presentan.

Para una protección correcta de los edificios es necesario recurrir al sistema llamado PANTALLA RETICULAR o JAULA DE FARADAY, que consiste de una especie de malla formada por conductores metálicos cruzados entre sí, de manera que envuelvan toda la parte elevada del edificio y puestos en buena y permanente comunicación a tierra.

A ella deben conectarse las masas metálicas más importantes como tuberías y planchas de cubierta en caso de haberlas.

Las partes esenciales de esta protección, son las siguientes:

- a.- La red de los conductores que constituye la pantalla reticular, la cual es distinta en la parte superior que está más expuesta a la acción del rayo y cuyos conductores se llaman órganos de recogida de la carga (R), mientras que los de bajada son órganos de descarga (S).
- b.- La puesta a tierra de la pantalla que se obtiene conectándole con cierto número de tomas (I), y que se conocen con el nombre de dispersión.
- c.- La conexión a las partes metálicas más importantes.

Como en nuestro caso los edificios van a tomar parte de una aglomeración urbana, la posibilidad de acción del rayo es mucho menor que en sitios sub-urbanos, por lo que, según resultados de la experiencia (1) aplicados a nuestro caso, suficiente será poner 4 anillos R por departamento, que da al techo o sean 12 por bloque y 3 bajantes (S) en total, con igual número de puestas a tierra. Los conductores recomendados son de Hierro galvanizado de 70 mm<sup>2</sup> (R) y de 50 para (S) como mínimo, e irán pegados al edificio por medio de grampas y en sitios no muy visibles. Los empalmes se harán con conectores y los pasantes de R a S se harán con curvas (20 cms. aprox. de radio) y nunca formando ángulos.

Los puntos de puesta a tierra I estarán dados por varillas de Copperweld enterrados y de longitud que nos da garantía de que se tiene una buena tierra para el objeto.

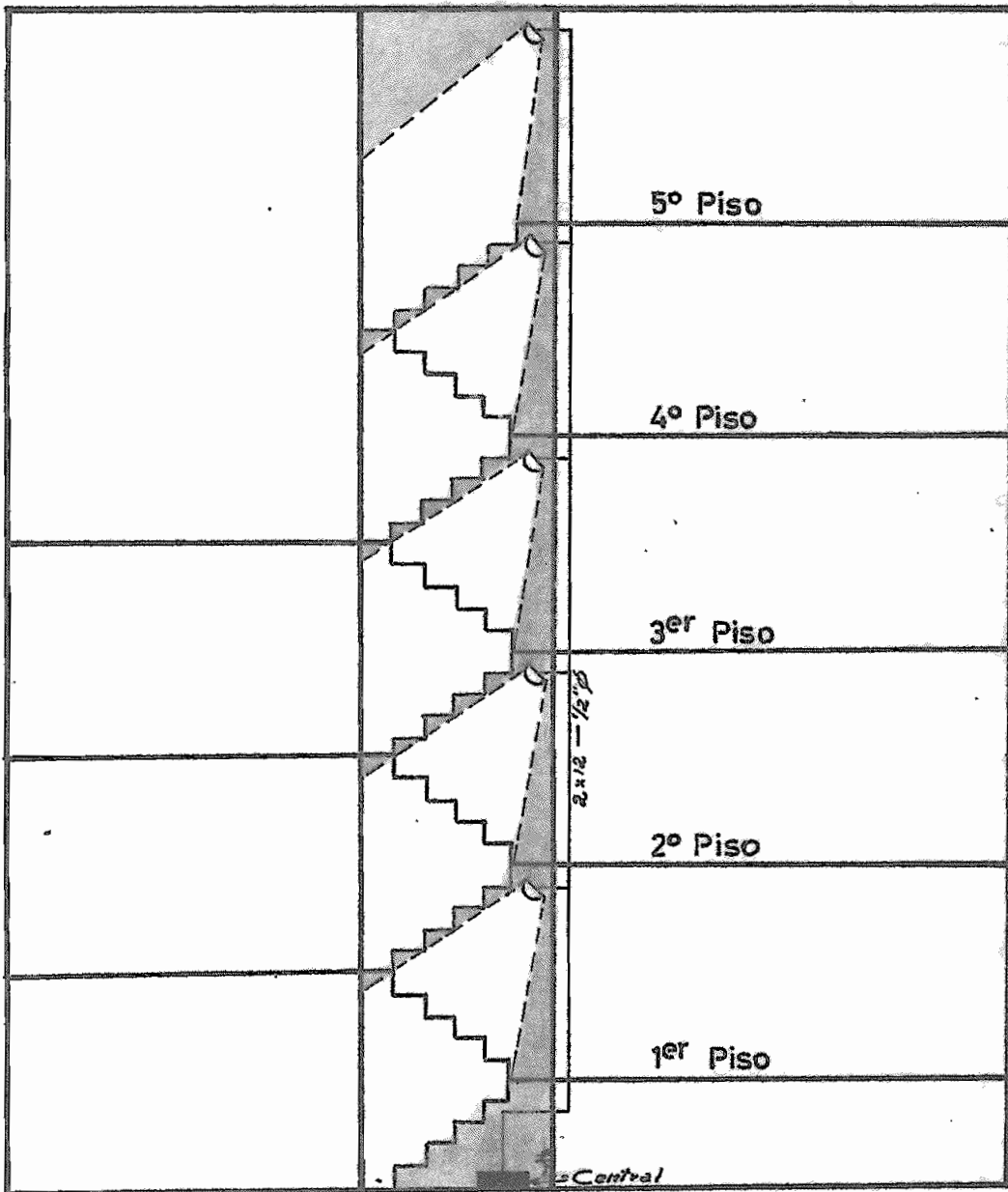
(1)V. Instalaciones eléctricas por G.Castelf.-Ranchi, - págs. 383-387

Pasando al siguiente punto que cae dentro de nuevas necesidades de diseño debemos anotar algo sobre las alarmas que pondrán en guardia a los vecinos en caso de producirse fuego en uno de los edificios.

Dado el presupuesto no muy alto de que dispone el BEV para este proyecto, no podemos especificar un sistema automático que reúna todas las condiciones deseadas y recomendadas por el Código que rige en otros países, pero sí de uno que esté listo para actuar en caso necesario. Se ha previsto por tanto un sistema de botones en paralelo colocados en las escaleras comunes en los sitios que se indican en la hoja No. 2, y que son los de más fácil acceso para los vecinos que ocupan cualquiera de los tres departamentos situados en cada piso. Esto significa que se tendrá un botón, encerrado con ventana de vidrio en cada piso con el objeto de cortar alarmas falsas que de otro modo serían muy frecuentes. Al producirse un amago de incendio, la primera persona que la visualice deberá romper la ventana para poner en aviso a todos los demás residentes en ese edificio, presionando el botón que cerrará el circuito de corriente continua que haga sonar una bocina de 96 deci-bels, situada entre el segundo y el tercer piso de manera que se escuche con suficiente claridad en todos los departamentos que forman el bloque afectado. Esta bocina trabajará con 12V., que se obtendrán de una batería prevista para caso de emergencia ya que existe la posibilidad de interrumpirse al servicio eléctrico en el momento del incendio, si es que fue él, el causante.

El diagrama de conexiones que se va a utilizar es el que se observa en la fig. 23.

3.4.- ILUMINACION DE EMERGENCIA.- Como ya hemos anotado existe la posibilidad de producirse un incendio por fallas en el sistema eléctrico, o bien interrumpirse el servicio en cualquier momento, lo cual es muy común en nuestro medio, y como se trata de bloques multifamiliares es conveniente prever un sistema de iluminación de emergencia en los accesos comunes que estarían dados por



# ILUMINACION DE EMERGENCIA

DIAGRAMA

EXPLICATIVO

FIG. 24

las escaleras. Una batería de acumuladores vendría a constituir la segunda fuente de energía que por medio de un relé se aplicará automáticamente cuando se hubiere interrumpido la normal. Esta batería debe recibir suficiente carga de la fuente normal, la que se encargará de mantenerla siempre totalmente cargada y lista para entrar en acción cuando fuere necesario. Una vez que se haya restablecido el servicio normal la batería nuevamente pasará a cargarse automáticamente a través de un rectificador en forma continua y lenta, hasta que se encuentre lista para repetir el proceso. Desde el punto de vista económico es preferible adoptar para este objeto equipos prefabricados y de ninguna manera diseñar un sistema que se ajuste a nuestras necesidades. Por lo tanto se ha buscado uno que cumpla con las condiciones, especial, entre las que se refiere al número de lámparas. Por esta razón no se ha hecho un diagrama de conexiones, ya que existe una gran cantidad de variaciones dadas por cada uno de los fabricantes, y nos limitaremos a escoger un equipo que reúna las siguientes características:

El equipo deberá constar de una batería de 12 V. y 60 amperios-hora para iluminar 6 lámparas de 25 V que se situarán en lugares estratégicos de acuerdo con el diagrama (V. fig. No. 24). En estas condiciones la batería estará en capacidad de trabajar durante 3 horas continuas alimentando las lámparas y sin llegar a descargarse totalmente. Si aún no se restableciera el servicio al cabo de ese tiempo un interruptor horario montado en su interior se encargará de desconectar la batería a fin de evitar su inutilización. Este interruptor horario vuelve a su posición de reposo una vez que se haya cortado la alimentación a las lámparas ya sea por su extinción o por la restitución del servicio eléctrico normal de la red. Debe estar provisto de indicador de carga de la batería, el nivel del electrolito será visible para cualquiera de las vasos, llevará switch para prueba momentánea y relé para determinar si la batería está cargada. Se alimentará el sistema del circuito común de 120 V 60 ciclos que servirá las gradillas cuyo consumo será pagado por todos los usuarios que ocupan el bloque.

El equipo de alumbrado de emergencia irá situado bajo las gradillas en un recinto previamente señalado para el objeto y la misma batería de este sistema servirá para proteger activado el circuito de alarmas contra incendios del

Tratándose de edificios que dan alojamiento a varios  
monjes y no existiendo la posibilidad de que el or-  
ganizador que en este caso es el Sr. Monasteriano de  
la vivienda, o como más usualmente se le denomina, el -



DEV se haga cargo de comprar la energía a la Empresa Eléctrica (en alta tensión) para venderla por su cuenta a los clientes, cada usuario deberá tener un contador independiente, pero localizado junto a los demás en su sitio de fácil acceso para los personeros de la empresa. El uso de un tablero principal para cada departamento requiere de mucho espacio, y el costo es más o menos similar al de un solo panel que puede dar cabida a todos los medidores y protectores de sobrecorriente.

En cuanto a montaje la segunda posibilidad presenta muchas posibilidades y por tanto un buen ahorro de tiempo y dinero.

Así mismo en el aspecto arquitectónico el uso de un solo panel es mucho más conveniente y puede ir localizado en el mismo local que irá situado el equipo de iluminación de emergencia, ocupando por lo tanto un espacio reducido.

De ahí se deduce la conveniencia de este sistema y es el que se ha adoptado. Viene con sus respectivas barras colectoras y su capacidad determinamos a continuación.

Los paneles de fabricación estudiados, están hechos para un determinado número de contactos, y así tenemos que se fabrican para alojar 4-6-8-12 y 15 medidores.

En nuestro proyecto no todos los bloques requieren igual número de contadores debido a que existen servicios generales en algunos de ellos, pero sí cada uno abarca 12 departamentos para servir los cuales se usará un panel de 12 contadores. Las personas que se hagan cargo de los locales destinados a servicios Generales, deberán solicitar por su cuenta el contador a la Empresa Eléctrica. Para el alumbrado de escaleras comunes, alarmas y alumbrado de emergencia se tendrá un medidor especial que proveerá la empresa. Esto solamente se debe a la notoria deferencia de precio entre un panel para 12 contadores y uno de 15.

Los medidores para los paneles serán de fabricación americana y aptos para el montaje mismos (socket type), -

mientras que los adicionales pueden ser de cualquier procedencia. La corriente máxima para la que se recibirá el tablero de medición, la obtenemos a base de la carga conectada y el factor de demanda correspondiente que generalmente se obtiene a base de la experiencia(V. Figs. 62 y 63). Tomamos el caso más desfavorable, es decir el bloque más cargado que corresponde al No. 6 por haberse la cafetería, biblioteca, almacén y guardería, necesitando sacar para cada la demanda máxima(V. Fig. 62).

Lugar	Carga conectada	Factor de demanda	Demanda máxima
Dpto Tipo	13,880 W	35 %	4,860 W
Cafetería	9,920 W	40 %	3,968 W
Biblioteca	7,080 W	60 %	4,230 W
Almacén	7,300 W	40 %	2,930 W
Guardería	6,120 W	40 %	2,450 W

Al conjunto de estos debemos aplicar un factor que se llama de diversificación (V. Fig. 62) que para clientes de tipo residencial viene dado en tablos o curvas obtenidas a base de la experiencia(1). Como el bloque No. 6 tiene como cargas residenciales las dadas por 12 departamentos y la Guardería, tendremos:

$$12 \times 4,860 \text{ W} = 58,320 \text{ W} - \text{departamentos}$$
$$1 \times 2,450 \text{ W} = \underline{2,450 \text{ W}} - \text{Guardería}$$

Suman 60,770 W

Factor de diversificación para 13 clientes = 2,7

Carga diversificada 60,770 / 2,7 = 22,400 W

Para los demás servicios comprendidos en el bloque tendremos:

3,968 W + 4,230 W + 2,930 W = 11,078 W

Factor de diversificación para 3 clientes de tipo comercial de acuerdo a la experiencia de la Empresa Eléctrica Quito: 0,75  
Carga comercial diversificada: 11,078 x 0,75 = 8,340 W

Sumando los dos subtotales tenemos: 22,400 W

8,340 W

Total 31,240 W por bloque

Con este valor ya podemos sacar la corriente que circulará por las barras principales del tablero de medidores. Tomando en cuenta que la carga que se tiene casi en su totalidad es residencial el factor de potencia que se va a tener es alto y lo tenemos estimado en 0,9.

$$I = \frac{31,240 \text{ W}}{1,73 \times 208 \text{ V} \times 0,9} = 96 \text{ Amp.}$$

Como resulta más conveniente escoger equipos estandar, siendo el que más se acerca el de 125 Amp. valor que deja un margen de sobrecarga que casi siempre se hace presente en determinados momentos.

El tablero llevará a sus Grupos de cuatro medidores montados en conjunto, es decir forman o mismo cuerpo, y este conjunto tie-

que se conectará a las barras principales, de las cuales saldrán dos fases que pasando por las barras del medidor llegan a un disyuntor térmico de dos polos, que será el protector principal de cada departamento. De allí partirán circuitos individuales a cada departamento, por canalizaciones igualmente independientes. Cada circuito será de tres conductores ( dos fases, un neutro ) que trabajará a 120/208 V. tomados del sistema trifásico.

El protector principal de cada circuito que hemos mencionado será de 60 Amp. y estará montado sobre el mismo tablero que conforma el centro de medidores.

No se requiere un protector general en este tablero en vista de que según análisis posteriores se utilizará un tablero general que llevará un disyuntor independiente para proteger los alimentadores que llegan a cada uno de los bloques.

---

(1) V. Distribution Data Book by General Electric; Edición de 1.962. Figura No. 42. Pág. No. 68

## C A P I T U L O IV

### CONJUNTO GENERAL

Se entenderá como conjunto general al grupo compuesto por 6 bloques de vivienda más los diversos servicios que comprende el proyecto. Para darle servicio eléctrico se deben diseñar las redes de distribución, pero antes recordaremos algo, sobre como llega la energía eléctrica a estos centros de consumo.

a.- La producción de energía eléctrica se efectúa en la central que puede ser central <sup>hidráulica</sup> o térmica que podríamos comparar con una fábrica donde se manufactura el producto y que generalmente se encuentra lejos de los sitios en donde van a ser vendidos.

b.- La electricidad así producida debe transportarse a las ciudades para ser puesta a la venta y para ello se transforma en las subestaciones elevadoras antes de ser conducidas por las líneas de transporte de alta tensión.

Esta operación es necesaria para disminuir las pérdidas de potencia que se produce por causa del efecto Joule, las mismas que son proporcionales al cuadrado de la corriente ( $P=I^2R$ ) o bien  $E.I$  y siendo la potencia definida por el producto  $E.I$ , si manteniendo constante la resistencia  $R$  del conductor se eleva la tensión  $E$ , disminuye  $I$  y se reducen las citadas pérdidas.

c.- Las líneas que forman la red primaria de transmisión tienen por objeto fundamental el permitir la utilización de la energía producida aún a largas distancias.

Estas líneas han asumido gran importancia ya que las distancias que comprenden se han ido haciendo cada vez mayores a medida que las manantiales de energía hidráulica se van haciendo más distantes y escasos.

La tensión que se usa depende en parte de la distancia y en Quito se tienen 22.000 V. y 44.000 V.

d.- Las líneas de transmisión llegan a las llamadas subestaciones primarias de las cuales parten las redes primarias de distribución a una tensión menor, que generalmente son malladas y llevan en sus vértices las subestaciones secundarias, para derivar la energía a redes menores y a los usuarios de importancia como las grandes industrias.

e.- La red de subtransmisión que podríamos decir es una red de tensión media( para Quito 6.300 V.) que no es muy peligrosa para internarnos en las ciudades. Hablando de redes de distribución ya en las ciudades a estas se las conoce como redes de alta tensión, lo cual lo es muy exacto, puesto que se trata de una red secundaria de tensión media. Puede ser aérea o subterránea de acuerdo con los medios económicos de que se disponga y con las necesidades del lugar.

f.-La entrega de energía a los usuarios(compradores) se efectúa por medio de las redes de distribución en baja tensión; el alumbrado, aparatos domésticos y pequeñas industrias se sirven con tensiones que varían entre 120 y 220 V. e industrias mayores de 330 a 500 V. En el Ecuador es común para las industrias el uso de los 440 voltios.

También pueden ser aéreas o subterráneas siendo estas últimas más utilizadas en los sectores densamente poblados, o cuando por las características externas de los edificios que conforman el sector y aún más por la disposición de las calles no se pueden tener líneas aéreas, siendo precisamente este último el caso que se presenta en nuestra urbanización.

#### 4.1.- DISTRIBUCION GENERAL DE LOS DIFERENTES BLOQUES/-

Comprende el diseño de las redes de alta y baja tensión para servir los bloques de vivienda del caso que nos ocupa. Sabido es que se debe prestar esencial importancia al planeamiento de un sistema de distribución que suministre bajo las mejores condiciones que se puedan lograr -

la energía eléctrica necesaria en el presente y que esté en capacidad de abastecer la demanda en un futuro previsto a unos 15 años de acuerdo con el crecimiento de la carga. Factor que incluye en gran parte en este planeamiento es el económico de acuerdo con requisitos técnicos que pueden obtenerse de cálculos matemáticos y experiencia.

El diseño se ha hecho luego de un análisis que contempla los siguientes puntos:

#### 4.2.1. SISTEMA DE DISTRIBUCION A EMPLEARSE.-

La clasificación y aplicación de los sistema de distribución pueden hacerse en base de los siguientes aspectos:

- 1.- Tipo de corriente.- Puede ser continua o alterna y en este último caso monofásica, bifásica o trifásica, con una frecuencia de 25, 50 o 60 ciclos.  
Para nuestro caso est ya está determinado por la energía que suministra la Empresa Eléctrica y por las necesidades de los usuarios, o sea que de hecho será sistema trifásico de corriente alterna a 60 Hz.
- 2.- Tensión de servicio.- Puede ser 120, 208, 2400, 4160, 6300, 13800 V., etc., y para Quito existen en altas solamente dos posibilidades que son 4.160 V. que corresponde a la antigua Empresa Eléctrica Americana (hoy perteneciente a la Empresa Eléctrica Quito S.A.), y 6.300 más utilizados en la actualidad. La línea de alta tensión más cercana a nuestra urbanización es precisamente de 4160 V., que con un plazo máximo de 6 meses, la Empresa Eléctrica va a reformarla para hacerla trabajar a 6.300 V., ya que, se trata de estandarizar con lo que también queda definido esta punto, para baja 208/120 como ya se ha establecido.
- 3.- Tipo de red.- Puede ser serie, múltiple, radial, banquada o de mallas. De éstos analizando posibilidades nos hemos decidido por el radial que es el más sencillo, simple en su construcción y por tanto más económico. Su costo de mantenimiento es bajo y el personal requerido para esto necesita ser muy especializado.

Este tipo de circuitos presenta buena regulación por la escasa longitud de las derivaciones y en caso necesario presenta una facilidad para transferir la carga de una a otras líneas adyacentes mediante seccionadores é interruptores, de enlace.

- 4.- Número de hilos.- Pude ser 2, 3 o 4 según la demanda de cada usuario y así por ejemplo se necesitan 3 para los departamentos, y cafetería, dos para el conserje, etc. (V. tabla No. 8), a todos los cuales puede servirse con una red de baja tensión a 4 conductores como se anotó ya en un capítulo anterior. En el lado de alta tensión está ya estandarizado el uso de tres conductores como resultado de conexión delta en los transformadores.
- 5.- Tipo de tendido de las redes.- Uno de los factores que primeramente debe considerarse es el económico, y sabido es que más caro resulta el uso del tendido subterráneo. Sin embargo en el presente diseño se presenta un factor determinante que es la disposición del terreno en edificios. Como el área a ocuparse es relativamente pequeña y la topografía del terreno muy irregular, se han diseñado callejones estrechos para tránsito de peatones a los que no tienen acceso los vehículos, quedando a los lados taludes pronunciados. Por esta razón el uso de red aérea resulta muy peligroso, por cuanto las líneas sobre todo de alta tensión van a quedar junto a los balcones o demasiado cercanas, lo cual no es permitido por el Código y ponen en evidente riesgo la vida de las personas y el buen funcionamiento de la red. Además el tendido aéreo no es muy correcto desde el punto de vista arquitectónico y las fallas que se presentan son <sup>más</sup> frecuentes que en el tipo subterráneo, aunque más fácil de ser localizados. Tomando en cuenta todos éstos factores se ha decidido - líneas aéreas mientras no haya peligro para las personas, esto es un tramo de la calle Vela hasta situarnos frente a la urbanización desde donde pasaremos con -

tendido subterráneo al interior de la misma, Se entiendo que esto se hará para la prolongación de la red de alta tensión existente, puesto que la red de baja tensión va a ser en su totalidad subterránea, debido a las causas - que anteriormente se anotaron.

#### 4.1.2. ESTABLECIMIENTO DE LA CARGA.-

Para establecer la carga es necesario aclarar algunos conceptos que van a ser de mucha utilidad.

Carga Conectada.- Es la suma de valores de todas las cargas, las cuales pueden ser conectadas al mismo tiempo para producir una máxima demanda de carga. La carga conectada puede referirse a una parte o a un sistema en total.

Demanda Máxima.- Es el mayor valor de las demandas que se ha producido durante un intervalo de tiempo especificado, y así se dice como por ejemplo demanda máxima diaria a intervalos de 15 minutos.

Factor de Demanda.- Es la relación entre la demanda máxima actual y la carga conectada. Por lo general es menor que la unidad aunque puede ser mayor cuando algunos elementos están sobrecargados.

Factor de Diversificación.- Es la relación entre las sumas de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del conjunto. Su valor es siempre mayor que la unidad ya que en la práctica no todas las cargas instaladas están conectadas al mismo tiempo.

Factor de Coincidencia.- Es la inversa del factor de diversificación y por tanto nunca mayor que la unidad.-

Ambos varían con el incremento del número de consumidores en un grupo, aunque en distinto sentido porque si el uno crece el otro decrece.

El factor de demanda se debe aplicar a cada resistencia, almacén, cafetería etc. mientras que el factor de diversificación o coincidencia a los grupos que forman.

Con éstos antecedentes ya podemos iniciar cálculo de la carga.

Los factores de demanda que se aplican a cada lugar se han obtenido en tablas (1) en que se dan los límites -

(1) Electric Transmission and Distribution por Bruhardt-G.A. Skrotzki. Pag. 394 1a. edición.



entre los cuales varían usualmente. Como estos son aplicables a los Estados Unidos donde el número de artefactos de que se dispone es mayor, hemos tomado el límite inferior que se acerca a la realidad de nuestro país, de acuerdo a los datos que de la experiencia ha deducido la Empresa Eléctrica Quito S. A.

La carga conectada ya se ha establecido para el cálculo de los alimentadores y a base de ellos y la aplicación del respectivo factor de demanda(1) hemos elaborado la siguiente tabla:

TABLA No. 10

<u>Lugar</u>	<u>Carga conectada</u>	<u>Factor de demanda</u>	<u>Demanda máxima</u>
Depto. Tipo	13.880 W	35%	4.860W
Administración	1.800 W	60%	840W
Cafetería	9.920 W	40%	3.968W
Biblioteca	7.080 W	60%	4.248W
Apto. del Conserje	5.660 W	50%	2.830W
Garages	2.100 W	50%	1.050W
Almacén	7.200 W	40%	2.880W
Guardería	6.120 W	40%	2.450W
Peluquería	1.880 W	40%	7.520W
Farmacia	2.500 W	40%	1.000W
Policía	1.820 W	60%	1.090W

Ahora bien dentro de toda la urbanización vamos a tener un fenómeno similar al descrito anteriormente, pero ahora el factor que va a influenciar es el de simultaneidad o el de diversificación, ya que con ambos obtendremos el mismo resultado. Como ya anotamos anteriormente(V. pág. 57) para clientes residenciales existen tablas o curvas que nos dan estos factores, para un número dado de consumidores de este tipo(2).

Tomando como carga por bloque el valor obtenido para el bloque No. 6(V. pág 57) tendremos:  $6 \times 31.240W = 187.440 W$

Factor de diversificación para 6 bloques: 2,2

Carga diversificada =  $187.440W / 2,2 = 85.000 W$

Luego de la tabla No.10 sacamos los clientes comerciales que no se tomaron en cuenta en la pág. 57 por no estar localizados en el bloque que se había tomado como ejemplo:

Peluquería	7.520 W	Factor de diversificación para 3 clientes comerciales: 0,75
Farmacia	1.000 W	
Garages	<u>1.050 W</u>	
Total.....	9.570 W	$9.570 \times 0,75 = 7.200 W$

(1) V. Electrical Transmission and Distribution por Bruhardt C. A. Stkrotski. Página 394. 1ª edición.

(2) V. Distribution Data Book By General Electric, Edición de 1.962. Figura No. 42.

Como tenemos otras cargas adicionales de tipo residencial que por no estar formando parte de los bloques, las tomamos independientemente, con lo que estamos favoreciendo a la seguridad del proyecto:

Administración	940 W
Apto. Consejero	2830 W
Edificio Policía	1090 W

Coefficiente de diversificación : 1,8 (3 clientes)

Carga diversificada = 4.860 / 1,8 = 2.700 W

Luego debemos tomar en cuenta el valor de carga continua por 12 horas consecutivas que representa el alumbrado público, que como se verá más adelante (V. Hoja No. 12) es de 3.100 W.

Por otro lado tenemos que tratándose de edificios elevados (5 pisos) que se construirán en un sitio que por sí solo resulta elevado se requerirá el empleo de equipos de bombeo cuya carga se ha estimado en 12.000 W por parte de los Ings. encargados de los estudios de Instalaciones Sanitarias.

Sumando estos subtotales:	85.000 W	
	7.200 W	
	2.700 W	
	3.100 W	
	<u>12.000 W</u>	
Total.....	110.000 W	= 110 KW

Como la carga en su mayoría es residencial se va a tener un buen valor de factor de potencia y lo hemos estimado en 0,9 con lo que se tiene:  $110/0,9 = 122,2 \text{ KVA}$

En vista de que se tiene planeado el uso de incineradores eléctricos en un recinto cercano a la bobina de transformación que se ha proyectado (V. pág. 87) a fin de solucionar el problema de la basura tan frecuente en este tipo de edificaciones, y existe la posibilidad de que en el futuro la Empresa Eléctrica utilice los ramales de nuestro proyecto para servir a residencias vecinas, es necesario prever una capacidad de reserva más o menos amplia.

Como se deduce en páginas posteriores es preferible servir a toda la urbanización desde un punto central o sea desde una sola bobina de transformación, condición en la cual el solo hecho de tomar la capacidad estandar inmediatamente superior en transformadores, satisface los requerimientos antes mencionados. Por otro lado, en todo país ocurre que el nivel de vida va mejorando lo que de hecho trae consigo un aumento en la demanda de los clientes, por lo que se debe dejar una capacidad adicional de reserva. Por todas estas -

consideraciones, nos hemos decidido por tomar una capacidad de 150 KVA que es la capacidad inmediatamente superior a la requerida de acuerdo a las normas americanas.

Si agrupamos clientes residenciales y comerciales, y sacamos un promedio para todos ellos se tendrá:

No. total de clientes: 82

$$\text{IVA por cliente} = \frac{150 \text{ KVA}}{82} = 1,83$$

#### 4.1.3.- TIPO DE TRANSFORMADORES A USARSE.

Cabe hacerse un breve análisis de la conveniencia del uso de transformadores trifásicos o monofásicos en banco, tomando en cuenta los factores que a favor y en contra cada posibilidad nos presenta:

1.- COSTO.- Como las edificaciones van a levantarse a base de préstamos americanos y la condición es que todos los e quipos y materiales a importarse deben ser provenientes de los Estados Unidos, razón por la que la comparación se hará a base de los precios que rigen en el mercado de ese país. Para obtener una potencia de 150 KVA que es la requerida el costo es similar en los dos casos y como ejemplo de mostrativo citemos los valores que la Casa WAGNER ELECTRIC CORPORATION nos ha suministrado para el objeto.

3 transformadores monofásicos de 50 KVA @ 6.300 V - 11C x 220 V con cuatro taps ± 2,5% US \$ 1.635,00

Un transformador trifásico de 150 KVA 6.300/10.400Y-12C/208 con cuatro taps ± 2,5% : US \$ 1.650,00

Estos serían los precios CIF Guayaquil y como se puede notar existe una ligera diferencia a favor de los monofásicos ocurriendo más o menos lo mismo para otras capacidades lo que se equilibraría con el transporte, bodegaje, etc. que naturalmente será más bajo para el trifásico.

2.- ESPACIO.- Esto es un aspecto muy importante en nuestro caso puesto que el terreno de que se dispone es muy reducido, lo que nos dice que más apropiado resulta el uso de un solo transformador.

3.- MONTAJE.- Salta a la vista que la instalación de un solo transformador resulta más ventajoso por la simplicidad de conexiones que requiere, ocurriendo igual cosa con las estructuras en que se montarán las protecciones correspondientes.

4.- CONTINUIDAD DEL SERVICIO.- En este aspecto se presenta más conveniente el uso de los tres monofásicos por que en caso de daño de alguno de ellos los otros dos pueden seguir prestando servicios en conexión delta abierta aunque sólo con el 58% de la capacidad, mientras se repara el fallo. Desde luego esta posibilidad es remota porque en la actualidad todo transformador viene suficientemente garantizado a la vez que se le protegerá convenientemente al hacer su instalación. Además al no tratarse de una zona industrial, ni existir en ella hospitales o lugares de emergencia, las pérdidas por esta circunstancia no van a ser mayores .

5.- REGULACION DE TENSION.- Según el estandar americano los transformadores trifásicos tienen porcentajes de impedancia más altos (2-3%) que los monofásicos (1-2%), lo que nos permite tener un porcentaje mayor de regulación.

6.- CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO. Una impedancia mayor va a disminuir la corriente de corto-circuito lo que va a influir en el costo de los equipos de protección. Bajo estas circunstancias se ha preferido el uso de transformadores trifásicos en el número y localización más convenientes de acuerdo con el análisis que hacemos a continuación.

#### 4.1.4.- DETERMINACION DEL NUMERO Y UBICACION DE LOS TRANSFORMADORES.

Uno de los factores que influyen decididamente en el número de transformadores que debe usarse es la caída de tensión que debe encontrarse dentro de los límites aceptables (6,3%). Tomando en cuenta este aspecto y analizando la ubicación de los bloques multifamiliares - en nuestro proyecto se puede observar que, dada la pequeña área que ocupan no se van a tener longitudes apreciables con el uso de un solo transformador situado en lugar adecuado, que se aproxime al centro de gravedad de las cargas. Su ubicación puede observarse en el plano No. 10 y la máxima distancia que alcanzan los conduc

tores de la red de baja tensión no llega a los 50 m.

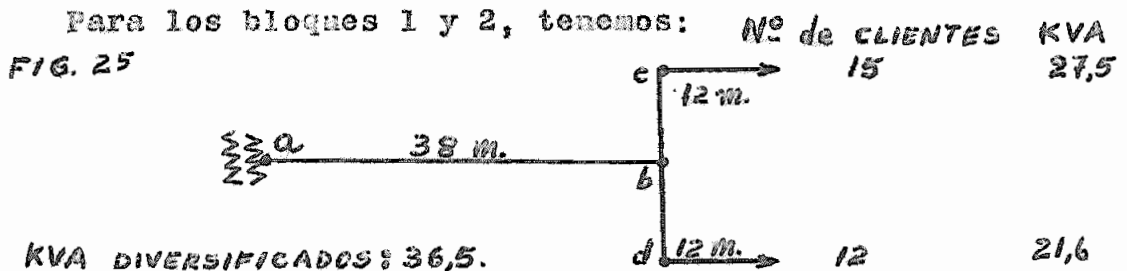
Por otro lado un rápido cálculo mental de costos es suficiente para percatarnos que el querer usar más de un transformador trae como consecuencia una notable elevación del presupuesto, puesto que si bien vamos a ahorrar en cables de baja tensión, necesitamos mayor inversión en transformadores, cable de alta tensión, protecciones, cámaras para alojamiento, etc.

Entonces es mucho más ventajoso servir a toda la urbanización con un solo transformador trifásico, situado en una cámara apropiada, que vendría a constituir una pequeña subestación de la que se hablará con detalle más adelante. De allí partirá un alimentador especial para cada bloque, excepción hecha de los edificios 1 y 2 que por estar unidos entre sí y ser los más alejados, podrían llevar alimentadores comunes, por economía de cobre, lo que se analizará luego (ver hoja No. 4).

Con estos antecedentes ya podremos pasar a calcular los calibres de los conductores que van a formar parte de las redes.

#### 4.1.5.- DETERMINACION DEL CALIBRE DE LA RED DE BAJA TENSION Y COMPROBACION DE LA CAIDA DE TENSION.

El primer paso que se ha dado es el trazo de un esquema que nos haga notar la disposición de los alimentadores de cada bloque y que se pueden observar en el plano No. 11. Esto es, partir de un centro de distribución constituido por la cámara de transformación y a base de ellos hemos identificado los más afectados, es decir, los que presentan las condiciones más desfavorables en lo que a carga y longitud se refiere. Se presenta la posibilidad de llevar un alimentador común para los bloques 1 y 2 y por tanto su dimensionamiento puede diferir de los demás. Para cada uno de los otros bloques es imprescindible llevar alimentadores independientes y solamente se requiere el cálculo del más desfavorable que comprende al bloque No. 6 por estar más alejado y abarcar la cafetería, biblioteca, almacén y guardería.



Para el tramo a-b tendremos:  $I = \frac{\text{Carga Total}}{\sqrt{3} \times 11} = \frac{\text{Carga Total}}{3 \times I_{\phi}}$

Tramo a-b:

$$I_{ab} = \frac{36.500}{3 \times 120} = \frac{36.500}{360} = \approx 102 \text{ amps.}$$

Esta corriente nos llevará a determinar el calibre del conductor, aislamiento etc. (No.2 AWG soporta 110 amps).

En los manuales (1) buscamos las características de cables existentes en el mercado y sus recomendaciones. Así concluimos que será cableado clase B y por tanto de 7 hilos (aislamiento termoplástico).

La resistencia a la corriente continua a 50°C, es de 0,185  $\Omega$ /1000, y para corriente alterna 60 Hz, debemos tomar en cuenta la influencia del efecto skin que en este caso es de 0,00012 y que como se ve no tiene casi influencias para secciones pequeñas y por tanto puede ser despreciado.

Como son cables de baja tensión para 120/208 V., es recomendable utilizar cables aislados para 600 V., para ser directamente enterrados, puesto que nuestros suelos se prestan bien para este objeto. Llevarán desde luego una protección, con ladrillo de arcilla cocidos al fuego para evitar posibles daños mecánicos por el uso de herramientas de agricultura o similares, puesto que en sectores atravesarán por jardines y lugares no pavimentados.

Cabe analizar la conveniencia del uso de un cable tripolar y neutro, o 4 cables monoconductores. Hoy en el país ya se fabrican cables para tendidos subterráneos con aislamiento termoplástico y recubrimiento de PVC, y en cuestión de meses va a prohibirse la importación de similares para este fin. También hay el proyecto de fabricar cables tripolares para lo cual ya está tramitándose la importación de maquinaria, pero esto va a requerir (1) V. Electrical Transmission and Distribution Reference-Book por Westinghouse.

de un tiempo más o menos largo que no nos va a permitir su uso aunque económicamente sería más ventajoso. Los trabajos del proyecto Leviatán comenzarán a fines del presente año y este nos lleva a optar por los cuatro conductores independientes para los cuales haremos los cálculos necesarios. Por otro lado, así tenemos mayor facilidad para posibles derivaciones a nuevos usuarios.

Sabido es que en todo circuito eléctrico se hacen presentes los parámetros, resistencia, inductancia y capacitancia. Como los circuitos formados por redes de distribución tanto en alta como en baja tensión son comparativamente, cortos no tienen influencia digna de tomarse en cuenta como queda demostrado con el cálculo de la capacidad y corriente de carga para el tramo que nos ocupa:

$$C_n = \frac{L \cdot 0,024}{\log \left( \frac{D}{r} \right)} \mu\text{f} \text{ respecto al neutro.}$$

D= Distancia entre centros de conductores y para este caso el diámetro del cable debe ir incrementado en un 20% de promedio por las posibles separaciones que se forman en el canal.  $(2r \times 1,2 = 2,4r)$ .

r = radio del cable.

L = longitud total del circuito Km (0,038Km)

C<sub>n</sub>= Capacidad de una línea respecto al neutro.

$$C_n = 0,038 \times \frac{0,024}{\log \frac{2,4r}{r}} = \frac{9,12 \times 10^{-4}}{0,38} = 2,4 \times 10^{-3} \mu\text{f}$$

y la corriente de carga que por este motivo se produce es:

$$\begin{aligned} I_c &= X_c' \cdot E f \cdot n \cdot 10^{-6} = 2 \sqrt{f} \cdot C_n \cdot E (f \cdot n) \times 10^{-6} \text{ amp/Km.} \\ &= 6,28 \times 60 \times 2,4 \times 10^{-3} \times 120 \times 10^{-6} \\ &= 1,084 \times 10^{-4} \text{ amps./Km} \\ I_c &= 0,038 \times 1,084 \times 10^{-4} = 4,12 \times 10^{-6} \text{ amp.} \end{aligned}$$

Estos valores pueden comprobarse con el uso de tablas.

Como los valores que hemos obtenido son insignificantes, en todos los demás cálculos solo tomaremos en cuenta la resistencia y reactancia inductiva.

La reactancia inductiva puede ser también calculada y más fácilmente sacada de tablas (1). Así para la misma-  
1)V. Electric and Distribution por Beruhardt G.A. Skroszki.

separación entre conductores y para el cable que hemos escogido es de 0,0396  $\Omega$ /1000'. No hace falta hacer la corrección para conducto par estar directamente enterrados.

$$1.000ft = 307,92 \text{ m.}$$

$$\text{luego: } R' = 0,601 \Omega/\text{Km}; K'L = 0,128 \Omega/\text{Km.}$$

$$R_{a-b} = 0,601 \times 0,038 = 0,0228 \Omega$$

$$X_{ab} = 0,128 \times 0,038 = 0,00486 \Omega$$

$$\mathcal{E} = I(R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Como se trata de carga residencial  $\cos \varphi = 0,9$

$$\mathcal{E}_1 = 102(0,0228 \times 0,9 + 0,00486 \times 0,438)$$

$$= 102(0,0205 + 0,0021)$$

$$= 102(0,0226) = 2,3 \text{ voltios}$$

$$\boxed{\mathcal{E}_1 = 2,3 \text{ V.}}$$

Tramo B-c.-

$$I = \frac{24.300}{3 \times 120} = 68 \text{ amp.}$$

Para este tramo se podría utilizar un calibre menor pero esto significaría de acuerdo a los requerimientos del Código el uso de una protección adicional, por lo que resulta más económico utilizar la misma sección de conductor.

$$R_{bc} = 0,601 \times 0,012 = 0,0072 \Omega$$

$$X_{bc} = 0,028 \times 0,012 = 0,0015 \Omega$$

$$\mathcal{E} = I (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$\mathcal{E}_2 = 68 (0,0072 \times 0,9 + 0,0015 \times 0,438)$$

$$= 68 (0,00648 + 0,00066)$$

$$= 68(0,00714) = 0,484 \text{ V.}$$

$$\boxed{\mathcal{E}_2 = 0,484 \text{ V.}}$$

El tramo b-d está menos cargado y por lo tanto la caída de tensión va a ser menor, razón por la que no la calculamos.

La caída de tensión total que tendremos al extremo de la línea será entonces:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 2,3 + 0,484 = 2,784 \text{ V.}$$

$$\mathcal{E}_t = \sqrt{3} \times 2,784 = 4,81 \text{ V.}$$

$$\% \mathcal{E} = \frac{4,81 \times 100}{208} = 2,30\%$$



Del cálculo que acabamos de realizar se deduce que la caída de tensión para el conductor No. 2 AWG, de 7 hilos con aislamiento termoplástico, forrado de PVC se encuentra dentro de los límites permisibles (3V. para voltaje de 120 V.) que mas o menos es un 3%.

Lo que sí es interesante notar en el cálculo que acabamos de efectuar es, que si bien no queda una capacidad de reserva en los conductores, ésta es demasiado pequeña para el caso de futuras ampliaciones y mejoramiento del nivel de vida de los vecinos del lugar, por lo que se podría aumentar el calibre o bien, llevar un ramal independiente para cada bloque.

Calculemos ahora la sección del cable más apropiado para alimentar los demás bloques independientes.

El tramo más largo y cargado que se presenta en el que llega al bloque No. 6, puesto que allí están situados la cafetería, biblioteca, almacén y guardería.

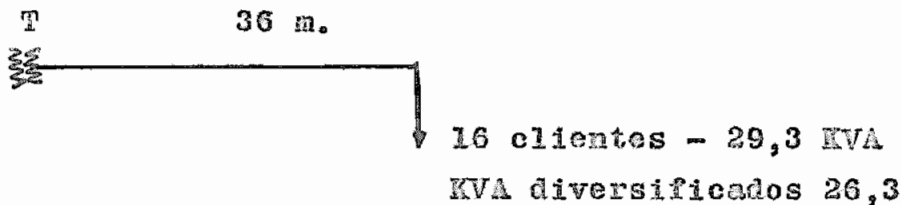


Fig. 26

$$I = \frac{26.300}{3 \times 120} = \frac{26.300}{360} = 73 \text{ amp.}$$

valor que perfectamente puede ser transportado por un conductor No. 3 AWG aislado con termoplástico que está en capacidad de soportar 100 amp. con 35° de sobretemperatura sobre 30° de ambiente y que nos da los siguientes resultados:

$$R' = 0,671 \Omega/\text{Km.} \quad X' = 0,132 \Omega/\text{Km.}$$

$$R = 0,671 \times 0,036 = 0,0241 \Omega; X = 0,132 \times 0,036 = 0,00476 \Omega$$

$$\xi = 73(0,0241 \times 0,9 + 0,00476 \times 0,438)$$

$$= 73(0,02169 + 0,00208) = 1,74 \text{ V.}$$

$$\xi_t = 1,73 \times 1,74 = 3,01 \text{ V.}$$

$$\% \xi = \frac{3,01 \times 100}{208} = 1,44\%$$

y como salta a la vista ahora si disponemos de un buen porcentaje de reserva.

De los cálculos que acabamos de efectuar podemos sacarnos las siguientes conclusiones:

- Para alimentar a cada uno de los bloques, es conveniente llevar un juego de cables alimentadores No. 3 AWG con lo que se tiene un buen margen de seguridad tanto en capacidad de conducción como en caída de voltaje.
- El uso de alimentadores comunes para los bloques 1 y 2, o sea el servir a los dos bloques con un solo juego de cables alimentadores, no se presenta muy apropiado, porque el calibre 2 AWG que es el más cercano no nos proporciona mucha seguridad, además de que ello significaría tener que usar protecciones adicionales y de mayor capacidad que las demás, lo que a su vez trae consigo un considerable aumento en el costo, desde luego que un pequeño aumento en su capacidad nominal incrementa en forma considerable el costo de las protecciones. Entonces despreciamos esta posibilidad.
- La reserva en la capacidad de conducción es una necesidad de primer orden, puesto que en algunos sitios (V. plano No. 11) se hace necesario el uso de ductos que disminuirán las aptitudes del cable porque se dificulta la evacuación del calor que en él se produce.
- Como los tramos de cable a emplearse son cortos, es preferible estandarizar el calibre, puesto que el precio unitario disminuye de acuerdo con la cantidad que se ordene en el pedido y se usará No. 3 AWG para todos los conductores de fase y No. 4 AWG para el neutro.
- El cálculo de la caída de tensión es puramente teórico, pues se han supuesto que las cargas son equilibradas. En la práctica esto no va a ocurrir sino en muy raras ocasiones, ya que siempre suele presentarse un desequilibrio entre fases, lo que originará variaciones en la caída de tensión, aunque difícilmente van a sobrepasar de los límites establecidos por la reserva que hemos previsto.

#### 4.1.6.- DETERMINACION DEL CALIBRE DE LA RED PRIMARIA Y CONFIGURACION DE LA CAIDA DE TENSION.-

De la misma manera que hemos procedido para el cálculo de los cables de baja tensión, continuaremos con los de alta. Esto significa que el primer paso que se deberá dar es -

trazar el posible recorrido de la línea, partiendo del ramal más cercano que existe en la actualidad en ese sector y que corresponde al que derivándose en la calle Maldouàdo, se interna en la Vela llegando hasta un transformador que sirve a las casas colectivas del Seguro Social. Este ramal es aéreo de 4.160 V., que va a ser reemplazado por uno de 6.300, que se zha tomado como voltaje estándar en la ciudad de Quito.

Una vez anticipada la Empresa Eléctrica sobre el proyecto Leviatón a alimentar desde ese ramal, se supone que los conductores a utilizar en la renovación, tendrán una capacidad suficiente para servir las cargas que existían y las futuras entre las que está incluido nuestro proyecto.

La calle Vela presenta facilidades para extender esta línea aérea hasta situarnos frente a la urbanización a la cual ingresaremos con cable subterráneo directamente enterrado y con protección en la parte superior para evitar posibles daños por agentes exteriores.

La extensión de la línea aérea existente comprende una longitud de 96 mts. y de la subterránea 67 mts. contándose la subida al poste y entrada a la subestación, sus recorridos pueden observarse en el plano No. 9.

En lo que a caída de tensión se refiere, los manuales Westinghouse recomiendan aceptar como máximo el 2% a la hora entre el primero y último transformador de distribución. Como en nuestro caso la línea está hecha y sólo vamos a extenderla, podemos aceptar un valor tope del 0,5%.

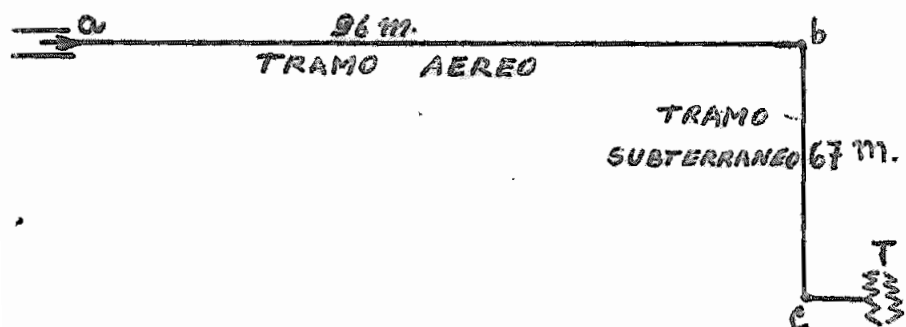
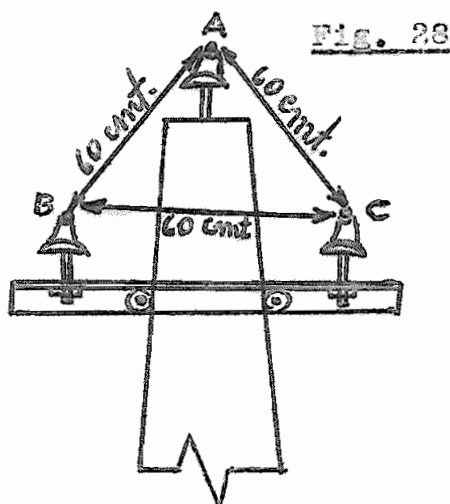


Fig. 27

Calculamos separadamente el tramo aérea y el subterráneo.

a) TRAMO LIBRE .- Siendo la distancia de 96 m. podemos situar 3 postes de hormigón centrífugo de 11,5 m. de altura que se fabrican en el país, teniéndose vanos de 32 metros de longitud.



Calculemos primeramente la distancia que debe separar a los conductores. Cada país desarrollado ha establecido sus propias normas al respecto, existiendo una gran variedad de fórmulas todas obtenidas de la experiencia, y a manera de ejemplo vamos a analizar dos:

a) Normas Francesas :

$$d = 1 \left( \frac{a}{150} + \frac{V}{50} \right)$$

en que  $d$  = espaciamiento entre conductores activos en mts.

$a$  = vano en metros mínimo aceptable

$V$  = tensión en miles de voltios

$1$  = coeficiente que depende del tipo de conductor.

Para cobre = 1. En nuestro caso se utilizará el cobre desde luego que solamente vamos a continuar una línea ya tendida con ese material.

Entonces para nuestro caso se tendría:

$$d = 1 \left( \frac{32}{150} + \frac{63}{50} \right) = 1 ( 0,123 + 0,126 ) = 0,339 \text{ m.}$$

$$d = 34 \text{ centímetros}$$

b) Normas americanas: No se consideran todos los factores y están dadas por :

$$d > 6 + 1,25 \sqrt{V}$$

Esta expresión nos da :  $d > 6 + 1,25 \times 6,3$   $d$  = espaciamiento (pulgadas)

$$d > 6 + 7,9$$

$$d > 14" \text{ o lo que es lo mismo } 36 \text{ cm.}$$

Como se puede apreciar en el primer caso  $d$  representa la distancia mínima que se podría aceptar, y en el segundo  $d$  debe ser obligadamente mayor que el valor obtenido, por lo que se deduce que las dos normas varían muy poco y podría servirnos cualesquiera. La Empresa Eléctrica Juito ha estandarizado el espaciamiento de 60 cmts. para vanos de 30 a 40 mts. que como fácilmente se puede notar cumple con los requerimientos de las normas que hemos tomado como base, se puede entonces aceptar este último valor aclarando que lógicamente esto tendrá

un aumento en la reactancia inductiva de la línea, que des de luego va a ser despreciable en este caso por la pequeña longitud que comprende, aunque se tendrá mayor seguridad en cuanto a la posibilidad de que las líneas se unan por acción del viento. Los conductores ocuparán los vértices de un triángulo equilátero, por tanto la distancia media geométrica va a ser igual a todos y cada uno de los lados de acuerdo con la siguiente expresión:

$$DMG = \sqrt[3]{dAD \times dBC \times dCL}$$

$$= \sqrt[3]{60 \times 60 \times 60} = \sqrt[3]{60^3 \text{ cmts}^3} = 60 \text{ cmts.}$$

El sistema de conexión que se tiene es delta ( $\Delta$ ) donde:

$$I_f = I_L / 1,73$$

$$E_f = E_L$$

$$I_L = \frac{P(KV)}{1,73 \times E_L \cos \phi} = \frac{P(KVA)}{1,73 \times E_L}$$

Como la distancia que se tiene es muy pequeña, probamos con el mínimo calibre que es permitido usar en líneas de alta tensión y que es el No. 6 AWG o su equivalente en  $\text{mm}^2$ .

Este requerimiento de usar un mínimo calibre se debe principalmente al hecho de que va a estar sometido a esfuerzos mecánicos y se necesita tener seguridad en la línea. Así por ejemplo en una línea aérea el uso de un conductor de cobre inferior al No. 6 AWG presenta el peligro de arrancarse debido a la tracción a que se le someterá, lo cual a más de ocasionar molestias, resulta muy peligroso para altas tensiones.

La carga está dada por la capacidad del transformador o sea que es de 150 KVA.

TMMC a-b:

$$I_L = \frac{150.000}{1,73 \times 6300 \times 0,9} = \frac{150.000}{10.900} = 13,75 \text{ Amp}$$

Longitud L = 96 mts.

$$R_{ab} = 1,5162 \times 0,096 = 0,146 \Omega, X_{ab} = 0,425 \times 0,096 = 0,0408 \Omega$$

$$E = 13,75(0,146 \times 0,9 + 0,408 \times 0,438) = 13,75(0,1499) =$$

$$E = 2,06 \text{ V.}$$

Este tramo de línea irá tendido sobre aisladores tipo PIN con excepción del poste terminal que va a soportar un fuerte valor de tracción en que se usarán aisladores tipo suspensión de 6" de diámetro.

TMMC b-c: Comprende el tramo subterráneo que va desde -

el poste final en la calle Vela hasta la cámara de transformación. El cable a usarse será tripolar con aislamiento de caucho y funda protectora de neopreno que puede ser importado por no fabricarse todavía en el país. No llevará funda metálica por no ser necesaria. De la misma manera que se ha hecho con los cables de baja tensión, las características del cable obtenemos de los manuales. Recomendable es usar cable aislado para 8 KV. Como tiene aislamiento de caucho no requiere funda metálica de protección. Soporta 55 amps. a 8 KV y 60°C de temperatura. Resistencia a 50°C = 0,4682 ft. Reactancia 0,0525  $\Omega$ /1000 ft.

$$R' = 1,54 \Omega / \text{Km.}$$

$$X' = 0,172 \Omega / \text{Km.}$$

$$L = 67 \text{ m.} = 0,067 \text{ Km.}$$

$$R_{bc} = 1,54 \times 0,067 = 0,103 \Omega$$

$$X_{bc} = 0,172 \times 0,067 = 0,0115 \Omega$$

$$E = 13,75 (0,103 \times 0,9 + 0,0115 \times 0,438)$$

$$= 13,75 (0,0927 + 0,005037) = 13,75 (0,097737)$$

$$E_2 = 1,344 \text{ V.}$$

La caída de tensión total obtenemos a base de la suma de las caídas parciales en los tramos aéreo y subterráneo.

$$\begin{aligned} \xi_t &= \sqrt{3} (E_1 + E_2) \\ &= \sqrt{3} (2,06 + 1,344) \\ &= \sqrt{3} (3,404) = 5,9 \text{ V.} \end{aligned}$$

$$\% \xi = \frac{5,9 \times 100}{6.300} = 0,0938\%$$

Esto nos dice que el calibre No. 6 que hemos tomado resulta ideal para la red primaria puesto que nos garantiza una buena regulación de voltaje a la vez que permitirá la simplificación del circuito primario diseñado para urbanizaciones vecinas, cuando la densidad de población exija el tendido de redes exclusivamente subterráneas. Por otro lado teniendo un bajo porcentaje de caída de tensión se tiene asegurado un buen servicio aún cuando la carga haya crecido, en un período mínimo de 10 años. Como el crecimiento no puede determinarse con e -

xactitud, podemos hacer suposiciones aproximadas a base-  
de datos disponibles.

El índice de crecimiento de la demanda está dado por la suma de crecimientos vegetativos, migratorios, del área cubierto por el servicio eléctrico y por elevación del nivel de vida.

La Empresa Eléctrica Quito, estima que la suma de todos estos crecimientos, con buena aproximación puede valo rarse en un 70% para el diseño de redes de distribución. Aplicando la fórmula que nos da el crecimiento tenemos:

$$C_n = C_o (1 + p)^n$$

n = No. de años (10)

C<sub>o</sub> = carga inicial (150 KVA)

p = Rata de crecimiento (7%) tomado en tanto por uno.

C<sub>n</sub> = carga después de No. de años(n).

$$C_n = 150 (1 + 0,07)^{10} = 150 (1,07)^{10}$$

$$C_n = 150 \times 1,96 = 2,94 \text{ KVA}$$

o sea que prácticamente se duplicaría y con ello la corriente será el doble y por tanto la caída de tensión que añasí no va a pasar de los límites que los reglamentos establecen.

#### 4.2.1.- ILUMINACION EXTERIOR:

La iluminación exterior de los barrios residenciales tiene por objeto principal el proporcionar seguridad en el tráfico tanto a vehículos como a peatones. En nuestro caso específico solamente deberá satisfacer esta necesidad a los segundos, puesto que el diseño de las calles y la forma del terreno no permiten el ingreso de vehículos, al interior de la urbanización. Sin embargo su diseño al igual que cualquier otro de alumbrado público debe perseguir los siguientes objetivos:

- a.- Proporcionar bienestar y comodidad
- b.- Dar un atractivo a las calles y contribuir a la higiene.
- c.- Fomentar el progreso cívico
- d.- Ofrecer protección social, evitando daños a la propiedad pública y privada.

Entonces el diseño de un buen sistema de alumbrado -

público es de gran importancia en urbanizaciones y en él se tomarán en cuenta las necesidades principales que se deben satisfacer.

No existiendo en el país normas específicas que destaquen la manera en que influyen los diversos factores- (densidad de tráfico de vehículos y peatones, accidentes, importancia de las calles, propiedades del pavimento etc.) en la selección de los niveles adecuados de iluminación - se han tomado valores recomendados por manuales y publicaciones sobre la materia.

Así según I.E.S. (Illuminating Engineering Society)- los niveles recomendados para 1.962 son los que anotamos en el cuadro siguiente basados en el 30% de reflexión del pavimento (buen valor para encementado).

TABLA No. 11

TRANSITO DE PEATONES	TRANSITO DE VEHICULOS (Por H.)			
	MENOS de 100	100 a 500	500 a 1200	MÁS de 1200
Ligero	0,3 fc.	0,6 fc.	0,9 fc.	1,2 fc.
Calles residenciales	0,6 "	0,9 fc.	1,2 "	1,5 "
Calles comerciales	0,3 "	1,2 fc.	1,5 "	1,8 "

De estos valores deberemos escoger el correspondiente a calles residenciales y tránsito de vehículos por hora menor de 150 que es 0,6 fc. pero como no vamos a tener vehículos y estos valores resultan elevados para ser aplicados a nuestro medio podemos tomar un valor promedio de 0,3 fc. que mas o menos dan 3 luxes.

4.2.2.- CALCULO DE LA ILUMINACION DE CALLEJONES

Como en este caso no se tienen callejones continuos e iguales vamos a calcular la iluminación para el más ancho y a base de él se irán localizando lámparas en los demás. ~~Para la plaza~~ y Usaremos la fórmula siguiente:

$$L = \frac{E \times CA \times Fm \times Fd}{A \times D}$$

en que:



L = Lux medio

E = Lúmenes nominales de la lámpara

$C_u$  = Coeficiente de utilización

Fm = Factor de mantenimiento de la luminaria

A = ancho de la calle

D = Distancia entre luces

Fd = Factor de depreciación

El callejón que nos sirve de base es el de entrada principal que tiene una acera transitable de 2 mts. y a los costados espacios cubiertos de céped de 1,6 m. de ancho cada uno. Las luminarias a emplearse serán similares al tipo Quadroliner de Westinghouse que se prestan para variar el haz luminoso de acuerdo a las necesidades y que resulta ideal para nuestro proyecto puesto que no hay uniformidad en los callejones. Fijados clase de luminaria y nivel de iluminación, nos resta demostrar por medio del cálculo numérico que se tendrán los niveles medios previstos con un grado de uniformidad de acuerdo con las normas.

El método de cálculo que se ha adoptado es aquel que recomienda la I.E.S. a base de las líneas isolux y curvas de utilización medidas para la luminaria que se va a utilizar (tomaremos distrib. tipo I de IES porque aunque se puede variar el haz luminoso es el que más nos va a servir).

LINEAS ISOLUX.— Son líneas continuas que hacen notar la manera como se distribuye en un plano horizontal la iluminación de una luminaria. A base de la superposición de estas líneas se puede determinar la iluminación de cualquier punto específico. Todos los puntos de una línea isolux reciben el mismo número de lúmenes por m<sup>2</sup>. y son trazadas para una altura de montaje determinada. Cuando se requiere la distribución para otro valor de altura de montaje se multiplican los valores señalados en la anterior por factores de corrección. Las coordenadas de los puntos de las curvas están expresadas por la relación, distancia al punto sobre altura de montaje. La computación de los luxes para luminarias con otro tamaño de lámpara, pueden obtenerse por el aumento o dismi

nución de los valores en proporción directa a los lúmenes de salida de la fuente.

CURVAS DE UTILIZACION.- Vienen a ser la medida de las cantidades de luz real en el plano horizontal en el frente o detrás de la luminaria y por tanto constituyen la medida de la eficiencia de la luminaria. Indican la cantidad de luz que llega a la calzada pero no su distribución siendo necesario utilizarlas conjuntamente con las anteriores.

CALCULO DE LA ILUMINACION PARA EL CALLEJON DE ENTRADA.-

Primeramente adoptamos la lámpara y a base de sus características vamos a determinar la separación necesaria entre luminarias.

En el Ecuador es muy apetecida la luz blanca y esto nos hace pensar en el uso de lámparas de vapor de mercurio o de luz mista pero esta última posibilidad queda descartada porque en los Estados Unidos no se fabrican aún y como ya se anotó que, la obra se financiará a base de un préstamo americano. Si bien la inversión inicial va a ser más elevada, se va a tener un buen rendimiento lumínico y una vida probable bastante grande comparada con lámparas incandescentes y de luz mista. Se ha escogido el tipo de balbo PS-25 de mercurio corregido, uso general de 3.350 lúmenes iniciales y 12.000 horas de vida media (con interrupciones cada 6 horas), para 230 V. El balastro estará en capacidad de soportar variaciones de  $\pm 13\%$  del voltaje nominal de la fuente a fin de que trabaje con 208 V. La lámpara será de 100 W. con base estándar y por tanto puede montarse con facilidad en la luminaria que hemos escogido.

Las condiciones que se tendrán son:

Factor de mantenimiento 0,8

" " depreciación 0,945

Altura de montaje 8 mts.

Ancho de la calzada 2 m.

Ancho de los bordes de césped 1,6 m.

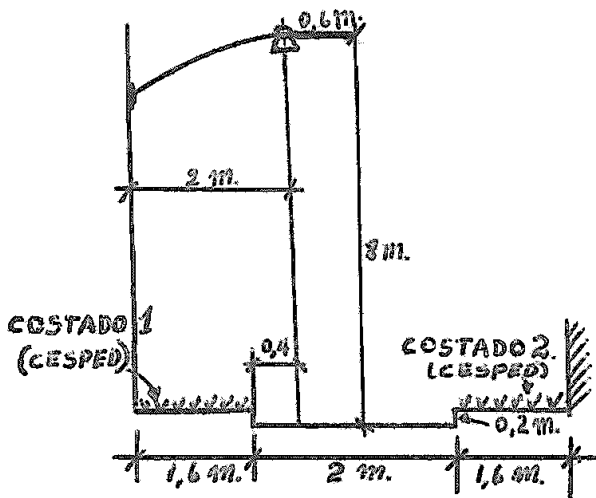


Fig. 29

Todos estos valores hemos obtenido de manuales (1) y son de los generales sin considerar marcas. El luzo tendrá 2 mts. de longitud y con ello estamos cerca del centro de la calzada lo que resulta ideal para el sistema de distribución tipo I (IES) que hemos escogido.

Para obtener el coeficiente de utilización necesitamos sacar las relaciones del lado del callejón y del edificio que llamamos  $R_c$  y  $R_e$  respectivamente.

$$R_c = \frac{2 - 0,40}{8} = 0,2$$

$$R_e = \frac{0,40}{8} = 0,05$$

que llevados a la curva (fig. 30), nos dan para:

$$R_c = 0,06$$

$$R_e = 0,02$$

$$\text{Suma: } 0,08 = CMA$$

$$L = \frac{E \times CMA \times Fm \times Fd}{A \times D}$$

de donde:

$$D = \frac{E \times CMA \times Fm \times Fd}{A \times L}$$

$$= \frac{3.350 \times 0,08 \times 0,8 \times 0,945}{2 \times 3}$$

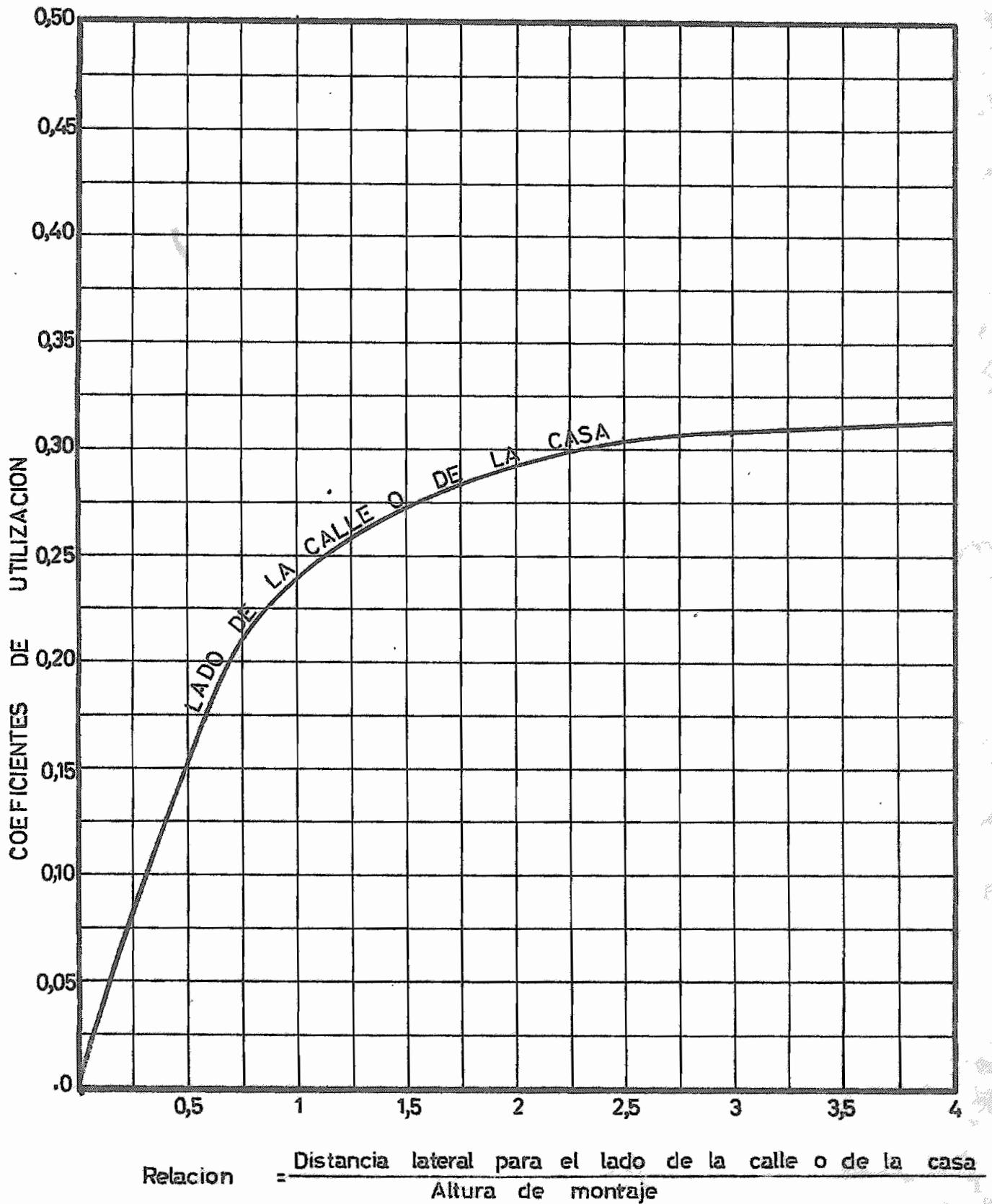
$$= \frac{202}{6} = 34 \text{ m.}$$

Esta separación es la necesaria para tener el nivel requerido en los sectores próximos a las luminarias pero - debemos comprobar si con ella, tenemos valores aceptables de iluminación en los sitios más alejados los mismos que en ningún caso deben ser menores que la cuarta parte de la iluminación promedio según prescripción de la IES.

(1) V. "IES Lighting Fundamental Course" X Cometes en Lighting of the IES.

FIG. 30

### CURVA DE UTILIZACION



Los puntos que probablemente vana tener la mínima iluminaci3n son los que hemos sealado con las letras A y B (fig. 31) cuya ubicaci3n sobre las l3neas isolux, est3 dada por la relaci3n de distancias transversal y longitudinal medidas desde las luminarias m3s cercanas para la altura de montaje.

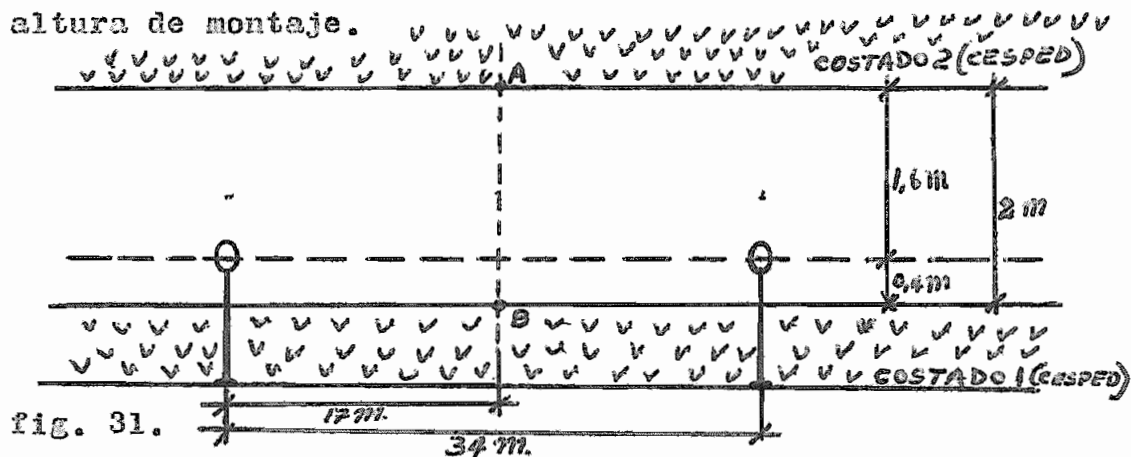


fig. 31.

COMPROBACION PARA EL PUNTO A.-

El punto A est3 situado a 1,6 m. de distancia transversal hacia el lado de la calle y a 17 mts. de distancia longitudinal que nos dan respectivamente las relaciones  $R_t$  y  $R_l$ .

$$R_{tA} = \frac{1,6}{8} = 0,2$$

$$R_{lA} = \frac{17}{8} = 2,125$$

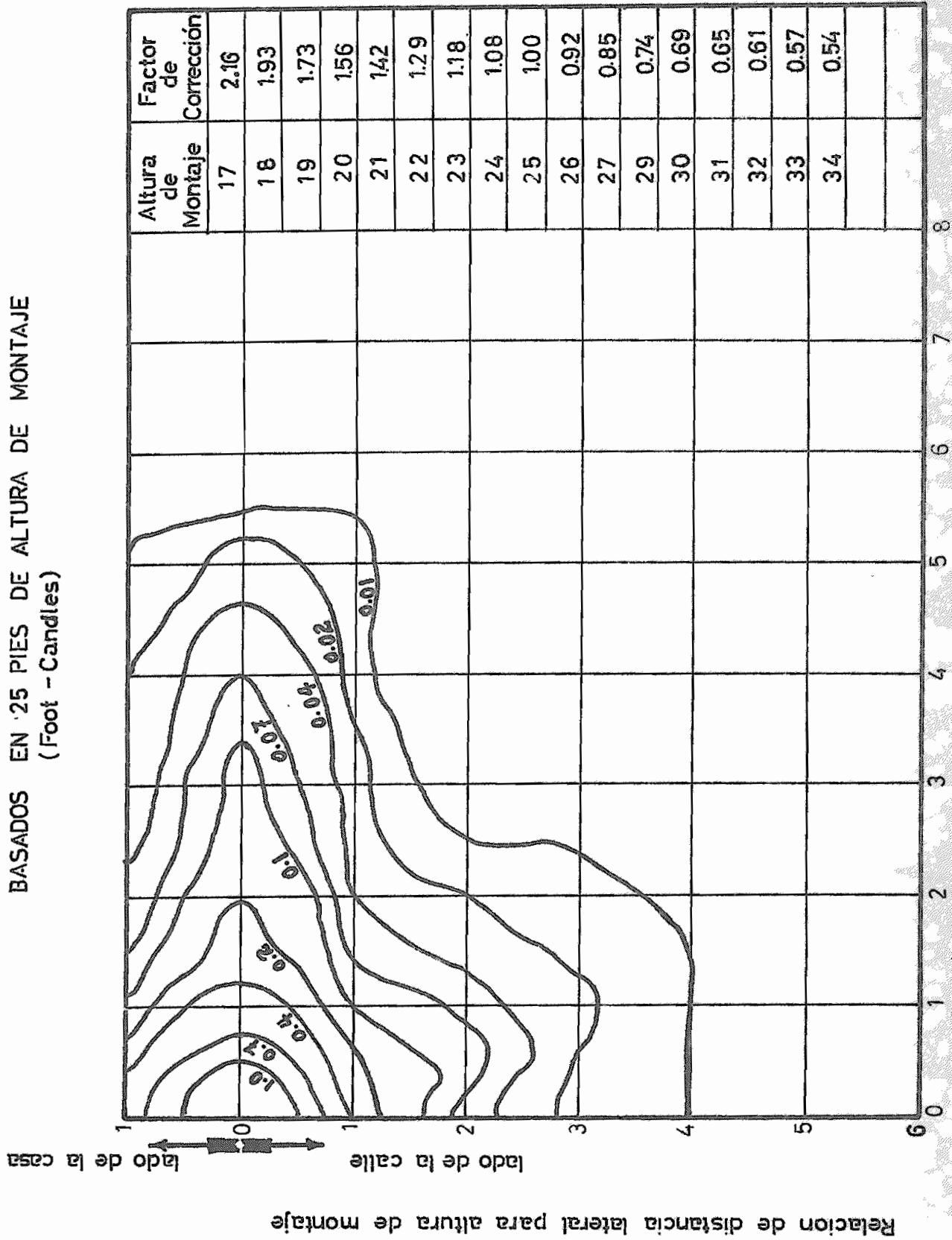
Para estas relaciones y luminaria escogida en la l3nea isolux correspondiente (Fig. 32), encontramos el valor de 0,12 fc. que m3s o menos corresponde a 1,2 luxes. Este resultado se ve afectado por los factores de correcci3n correspondientes, puesto que las curvas est3n hechas para 25 pies (7,62 mts.) de altura de montaje y l3mpara de 6000 l3menes iniciales. En nuestro caso tenemos 8 mts. y 3.350 l3menes respectivamente que nos dan los factores  $f_1$  y  $f_2$ .

$$f_1 = \frac{7,62^2}{8^2} = \frac{58}{64} = 0,906$$

$$f_2 = \frac{3.350}{6.000} = 0,559$$

# LINEAS ISOLUX

BASADOS EN 25 PIES DE ALTURA DE MONTAJE  
(Foot - Candles)



Relacion de distancia lateral para altura de montaje

lado de la casa ← 0 → lado de la calle

Relacion de distancia longitudinal para altura de montaje

FIG. 32

Luego el nivel de iluminación en el punto A producida, por dos luminarias será:

$$IA = 2 \times 1,2 \times 0,906 \times 0,559 = 1,21 \text{ luxes}$$

Este valor es mayor que 1/4 de 3 luxes y por tanto estamos dentro de los límites.

PUNTO B.- Está situado a 0,4 mts. de distancia transversal hacia el lado del edificio y a 17 mts. de distancia longitudinal.

$$Rt_B = \frac{0,4}{8} = 0,05$$

$$Rl_B = \frac{17}{8} = 2,125$$

que llevados a las curvas isolux nos dan el valor de 0,16 fc. o 1,6 luxes.

Aplicando los factores de corrección y la influencia de 2 lámparas,

$IB = 2 \times 1,6 \times 0,906 \times 0,559 = 1,62$  luxes que también es un valor dentro de las normas.

Entonces la máxima separación de 34 mts. es aceptable y la localización de las luminarias se ha hecho tomando en cuenta este valor y las necesidades que la configuración de los callejones presentan dando especial importancia a las escaleras.

A los costados de los sitios transitables se tienen espacios verdes cubiertos de césped que deberán distinguirse durante la noche por lo que es necesario calcular la iluminación que en ellos vamos a tener:

COSTADO 1.- Las relaciones ahora son:

$$Rc1 = \frac{(\text{costado} + \text{calzada hacia el edificio})}{(\text{Altura de montaje respecto a la superficie del césped})}$$

$$Rel = \frac{(\text{calzada hacia el edificio})}{(\text{Altura de montaje respecto a la superficie del césped})}$$

que en valores dan:

$$Rc1 = \frac{(1,6 + 0,4)}{(8-0,20)} = \frac{2}{7,8} = 0,256$$

$$Re1 = \frac{0,4}{8-0,2} = \frac{0,4}{7,8} = 0,0514$$

valores que en el lado del edificio de la curva de utilización nos dan:

$$Rc1 = 0,081$$

$$Rc_2 = \underline{0,015}$$

$$\text{Diferencia: } 0,066 = \text{Cu.}$$

$$L = \frac{3,350 \times 0,066 \times 0,8 \times 0,945}{38 \times 1,6 \quad 60,8} = \frac{188}{60,8} = 2,75 \text{ luxes}$$

COSTADO 2.-

$$Re2 = \frac{(\text{costado 2} + \text{calzada lado callejón})}{(\text{Altura de montaje respecto a la superficie césped})}$$

$$Re2 = \frac{(\text{calzada al lado del callejón})}{(\text{Altura de montaje respecto a la superficie césped})}$$

$$Rc2 = \frac{1,6 + 1,6}{8 - 0,2} = \frac{3,2}{7,8} = 0,41$$

$$Re2 = \frac{1,6}{8-0,2} = \frac{1,6}{7,8} = 0,205$$

que para el lado de la calle en la curva de utilización obtenemos:

$$Rc2 = 0,325$$

$$Re2 = \underline{0,293}$$

$$\text{Diferencia: } 0,032 = \text{Cu.}$$

$$L = \frac{3,350 \times 0,032 \times 0,8 \times 0,945}{38 \times 1,6 \quad 60,8} = \frac{915}{60,8} = 1,334 \text{ lux}$$

Como estamos dentro de las normas, las luminarias y lámparas escogidas van a servirnos perfectamente. Su localización puede observarse en el plano No. 12 y en su totalidad irán montadas en los edificios.

4.2.3. ELUMINACION DE LA PLAZA Y PARQUE INFANTIL.-



La plaza en esta urbanización está diseñada para ser un lugar de reunión social y descanso, puesto que va a llevar asientos en los cuatro costados existiendo la posibilidad de que en ese lugar se necesite leer durante la noche. Por esta razón se ha creído conveniente dotarla de dos lámparas tipo farol que van a producir una cantidad de luz que sumando a la del alumbrado de los callejones van a darnos un nivel suficiente para satisfacer sus necesidades. Como se trata de alumbrado de tipo arquitectónico no podemos calcularlo de manera más o menos precisa y nos conformamos con las comprobaciones hechas en el análisis de iluminación de los callejones puesto que el centro de la plaza que sería el punto más desfavorable va a recibir luz de luminarias situadas a menos de 17 mts. y por tanto como mínimo se tendrán 1,21 luxes sin el uso de los faroles. Estos vienen simplemente a constituir un aditamento que asegurará una buena visibilidad en ese lugar.

Su ubicación puede apreciarse en el plano de alumbrado público.

Del parque infantil podemos hacer comentarios similares y se localizará una luminaria tipo farol en su centro. Características de estos faroles pueden apreciarse en las hojas finales en que se dan especificaciones completas de los mismos. Irán montados en postes arquitectónicos de tubo de acero y de 6 mts. de longitud.

En las escaleras que por su disposición no reciben iluminación de las lámparas montadas en pared se localizarán los faroles del mismo tipo, como se observa en la hoja No. 12.

#### 4.2.4.4/ CONTROL DEL ALUMBRADO PUBLICO.-

En el Ecuador se ha generalizado el control de la alimentación para el alumbrado público, mediante el llamado sistema múltiple, que se conoce también como sistema a tensión constante.

Existe otro método conocido como sistema serie o a corriente constante en el que se utilizan aparatos diseñados para la misma corriente y que van dispuestos uno a continuación del otro, a lo largo de un circuito único. Comparados

Los dos sistemas se tiene que el serie presenta valores inferiores de pérdidas en los conductores puesto que todo el circuito es recorrido por la misma corriente que es la de una sola lámpara y este trae consigo una armonía en la sección de los conductores. En cambio necesita mayor aislamiento de la línea, dispositivos para cortocircuitar las lámparas que salen de servicio, y transformadores autoreguladores de corriente constante que mantengan la corriente cuando hay variación de resistencia en la línea. Por otro lado para la ciudad de Quito se requerirían aparatos diseñados especialmente para nuestro voltaje, lo que significa una notable elevación en el costo.

Bajo estas circunstancias en nuestro medio el sistema múltiple ha ganado popularidad por su funcionamiento simple, seguro y económico, puesto que se tienen instalaciones adyacentes de la red de baja tensión. Además para aprovechar la experiencia que se tiene en el país sobre este sistema, le adoptamos para nuestro diseño. Será de 208 V. y estará formado por uno o dos conductores según tengamos o no línea de baja tensión cercana, que irán por tubería conduit EMT, dentro de los edificios y directamente enterrados en los exteriores. El aislamiento se toma en cuenta para cada caso en las listas de materiales y especificaciones. Se han previsto 2 hilos de alambres No. 10 AWG que recorrerán por todo el sistema alimentado cada uno, un máximo de 15 lámparas. Parten de un interruptor horario de 30 amps. y 2 polos que se encargará de controlar el encendido y apagado cada 12 horas. Como protección para estos circuitos se tendrán interruptores automáticos de 40 amps. localizados junto al interruptor horario en la cámara de transformación.

La caída de tensión no pasará del 2% para la lámpara más alejada de acuerdo con tablas (1) que nos dan el largo a que puede extenderse un circuito cargado con 8 amperios.

Para el montaje de las lámparas se dejarán salidas en cajas conduit octogonales en los edificios y de hormigón para los faroles. Ubicación de todas las luminarias y re-

---

(1) Manual para el diseño de instalaciones eléctricas por el Ing. Siegfried Scherer F.

corrido de los conductores de alimentación se detallan en el plano No. 12.

#### 4.3.- SUBESTACION DE TRANSFORMACION.-

Como cualquier otra subestación de distribución la que nos ocupa va a tener como función principal el recibir energía eléctrica, atensión elevada, excesiva para su uso directo y suministrarla a otras tensiones de valores menos peligrosas. Debido a la reducida capacidad que va a tener, mas bién podríamos calificarla como una cabina de transformación, puesto que en una subestación propiamente dicha dada su gran importancia, se necesita tener permanentemente personal destinado a la vigilancia y maniobra. Esto no va a ocurrir con la que servirá al Proyecto Leviatán - en la cual el control se realizará periódicamente por parte de personeros de la E.M.Q. y por tanto estará en un local cerrado que va a contener un reducido número de aparatos que no necesitan de vigilancia.

Su ubicación puede observarse en el plano No. 10 que más o menos se aproxima al centro de gravedad de las cargas. El sitio se ha convenido con los Arquitectos que proyectan la urbanización, tomando en cuenta la ubicación de los bloques y sitios disponibles fuera de ellos, puesto - que el transformador va a ser sumergido en aceite y entraña el peligro de incendiarse. El Código faculta la instalación de estos transformadores en el interior de edificios cuando se tienen en cámaras especiales a prueba de incendios y explosión solamente. Por otro lado el querer instalar el transformador en uno de los edificios traería como consecuencia una complicación en los diseños estructurales, y no se ha previsto un lugar para este objeto, - resultando económicamente más ventajoso la situación adoptada. El techo que estará constituido por una loza de hormigón armado, servirá como parte del callejón que pasa por su parte superior. (Ver hoja No. 10, cota 13,30). Nos queda ahora analizar separadamente las características de la cabina.

#### 4.3.1.- TIPO:

En los últimos años y a medida que las instalaciones eléctricas han aumentado su importancia y multiplicado sus aplicaciones se ha llegado a dar muchas denominaciones a las cabinas de transformación y así en relación a la localidad, importancia o al objeto a que están destinadas, se habla de cabinas de distribución primarias o secundarias, de seccionamiento, rurales, de fuerza motriz, de alumbrado, mixtas, de paso, de conmutación, aéreas, subterráneas, etc.

En cualquier caso todas llevan un solo objetivo principal que como ya anotamos es transformar la energía eléctrica a la tensión de utilización y de ellas parte la red de baja tensión. La potencia total de los transformadores instalados en ellas nos da la capacidad o potencia de la cabina.

De estas aclaraciones podemos ya decir que nuestra cabina va a ser de tipo semi-subterráneo, puesto que se la edificará en un desbanque que se hará para el objeto en el lugar que se indica en los planos, quedando la puerta en el callejón de cota 11,10 mts. y el techo como parte del callejón de cota 13,30 mts. Su ventilación se hará a base de corrientes naturales de aire, y tendrá una alimentación primaria a 6.300 V., con conexión delta y salida secundaria a 208/120 V. conexión estrella. Esencialmente viene a ser una cámara de revisión (manhole) con dimensiones algo más grandes para disipar sin problemas el calor que en ellas se producirá especialmente por las pérdidas del transformador. Si el volumen abarcado por una cabina es pequeño, la elevación de la temperatura en su interior afectará la posibilidad de sobrecarga del transformador y de los cables, ya que la posibilidad de disipación de calor a través de las paredes es muy pequeña. Una práctica que ha dado buenos resultados es observar las dimensiones del transformador y demás equipos a instalarse en la cabina con sus posibles localizaciones, dejando suficiente espacio para que pueda desplazarse y trabajar el personal que se encargará de hacer revisiones y mantenimiento. Atendiendo estas circunstancias la Empresa Eléc-

trica Quito para 150 KVA recomienda utilizar una cabina de 3 metros por 2,50 mts. con una altura mínima de 2,10 mts. medidos en su interior, lo que da un volumen de  $3 \times 2,50 \times 2,10 \text{ m} = 15,7 \text{ m}^3$ .

Para ver si este valor es suficiente comprobamos con las recomendaciones americanas que piden tener un promedio de 2,5 pies cúbico por KVA instalado?

$150 \text{ KVA} \times 2,5 \frac{\text{pies cúbicos}}{\text{KVA}} = 375 \text{ pies cúbicos}$  que equivalen a  $10,6 \text{ m}^3$ .

Como se observa el valor anterior tiene aún un valor adicional que va en beneficio de la seguridad.

Ahora bien, nuestra cámara deberá acomodarse a la amplitud del callejón que pasa por su parte superior, tomando en cuenta lo cual deberá llevar las siguientes dimensiones interiores:

largo 3,00 m. ancho 2,60 m. alto 2,09 m.

Volumen:  $3 \times 2,60 \times 2,09 = 16,24 \text{ m}^3$ .

y estamos cumpliendo con los requerimientos anotados anteriormente.

#### 4.3.2.- CAPACIDAD.-

Ya se ha explicado que la capacidad de una cabina de transformación está dada exclusivamente por la potencia instalada en los transformadores que abarca. Como en nuestro caso se va a tener un solo transformador trifásico cuya capacidad se ha calculado en un capítulo anterior, concluimos diciendo que tendrá una capacidad total de 150 KVA. Como este valor es mayor que 112,5 KVA estará construida de acuerdo con las disposiciones del NEC que podemos resumirlas así:

a.- Situación.- Estará ubicada en el sitio que se observa en los planos entre los callejones de cotas 11,10 y 13,20 respectivamente.

b.- Paredes, Techo y Suelo.- Tratándose de una cabina ubicada en un lugar de desbanque las paredes laterales y posterior deberán ser de hormigón

impermeabilizado, mientras que la pared frontal puede ser únicamente de ladrillo. En todo caso serán de 20 cm. de espesor y llevarán un revestimiento interior de mortero común de arena, cal y cemento de 16 mm. El techo será una losa de 20 cm. de espesor y se construirá en hormigón armado que reúna características de impermeabilidad, revestido de un mortero similar al que se usará en las paredes. El piso llevará las características indicadas en los planos y en general tendrá una capa de 10 c. de hormigón simple.

c.- PUERTA.- Será de estructura de hierro cubierta con chapa del mismo material en su parte inferior (en una altura de 20 cm.) y malla metálica en su parte superior. Estará pintada en su totalidad con una capa base de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura del tipo intemperie. La cerradura estará dispuesta de manera que la puerta se pueda abrir con facilidad desde el interior y permitirá solamente el acceso del personal de la Empresa Eléctrica, puesto que únicamente ellos tendrán la llave respectiva. Sus detalles de construcción se observan en la hoja No. 10 y están de acuerdo con los requerimientos de la Empresa.

d.- VENTILACION.- Al tratarse de una celda de ventilación natural (por su reducida capacidad) deberá tener una abertura suficiente para permitir la salida del calor que en su interior se produzca. El área mínima requerida para el objeto es de 20 cm<sup>2</sup>. por KVA instalado, lo que significa un total de 20 por 150 = 3.000 cm<sup>2</sup>. o sean 30 dm<sup>2</sup>. Con este objeto se ha diseñado la puerta de entrada con malla en su parte superior que nos dará un área de 160 cm. x 120 cm. = 19.200 cm<sup>2</sup>. = 192 dm<sup>2</sup>. De este valor tenemos que disminuir el 10% que se ha estimado como el valor que ocuparán las rejillas y alambres de la puerta: 192 x 0,9 = 172,8 dm<sup>2</sup>., valor que como podemos observar es bastante superior al mínimo requerido y por tanto va a darnos buenas garantías de seguridad.

- e.- DRENAJE.- La cabina llevará dos aberturas para el drenaje de agua y aceite que pudiera recogerse en la celda, una en el fondo del ducto para cables que termina en el tablero principal y otra - bajo la fosa diseñada para el transformador (ver hoja No. 10). En ambos casos el suelo se construirá con un pequeño declive hacia los desagües.
- f.- CAÑERÍAS Y ACCESORIOS.- Todo sistema de cañerías o conductos extraños a la instalación eléctrica no podrán atravesar la cámara de transformación. Las cañerías para los drenajes no se consideran extrañas a la instalación eléctrica - por servir como medio de seguridad de las mismas.
- g.- BASE PARA EL TRANSFORMADOR.- Dada su capacidad relativamente pequeña y siendo unamáquina que no posee partes móviles, en ningún momento va a tener una vibración grande que obligue al diseño de una base fuerte y costosa. - Por tanto estará construída por un bloque de hormigón simple de 70 x 70 cm. con una altura de 45 cm. Estará rodeado por un canal de 25 cm. de ancho relleno de lastre y arena a través de los cuales se filtrará cualquier desperdicio de aceite para llegar al drenaje que irá localizado en un extremo y fondo del mismo. Detalles precisos de lo indicado se observan claramente en la hoja No. 10.

#### 4.3.3. PROTECCIONES.-

Existen dos causas principales que pueden atentar contra la seguridad de las líneas de distribución y equipos conectados a la red, produciendo averías o su destrucción, éstas son:

- a.- Exceso de intensidad de corriente en relación a la prevista como normal, que origine exagerados esfuerzos mecánicos o altos valores de la temperatura.
- b.- Una normal elevación de la tensión capaz de perforar los aislamientos de los equipos que conforman las redes.

SOBRE CORRIENTES.- El exceso de intensidad generalmente se origina por valores altos de corriente absorbidos por los receptores, o por la producción de un cortocircuito. Estas sobrecorrientes deben ser limitadas por medio de dispositivos que interrumpan inmediatamente la continuidad del circuito, cuando sus valores de corriente pasen de ciertos límites. Como son varios los puntos de la instalación donde se precisa el uso de estos dispositivos, es conveniente disponerlos de manera que no interrumpan el servicio en toda la urbanización, sino que en lo posible se limite solamente a la parte fallosa asegurando el funcionamiento normal del resto del sistema. - Esto se consigue estudiando conveniente las características y localización de los fusibles e interruptores automáticos. Se han previsto interruptores automáticos para el lado de baja tensión, por tenerse allí los valores altos de corriente y por las ventajas que en este sentido presentan respecto a los fusibles como ya se aclaró en un capítulo anterior, y cortacircuitos fusibles para el lado de alta tensión puesto que allí se tendrán corrientes nominales menores, y se justifica su uso por tratarse solamente de un ramal de la línea de alta tensión.

El diagrama unifilar de la cabina de transformación es la que se observa en la fig. 33 y como se puede ver, - una falla en cualquiera de los ramales secundarios deberá hacer operar a su respectivo interruptor, dejando sin servicio únicamente al sector alimentado por él.

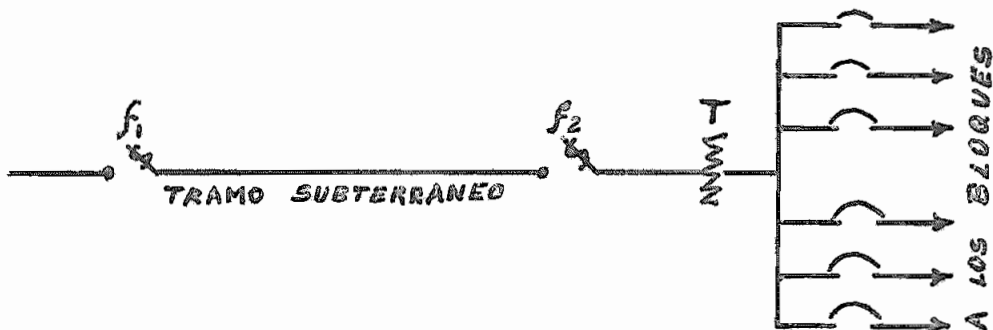


fig. 33

Para conseguir esto deberán estar coordinados estos interruptores con los fusibles de alta tensión.



Entonces es claro que los interruptores automáticos tienen como función específica, la protección de los conductores de baja tensión, que irán agrupados en un tablero general, ubicado en el interior de la cabina, mientras que los fusibles f1 y f2 tienen a su cargo la protección del cable subterráneo de alta tensión y transformador respectivamente, estando situados los primeros en el poste terminal y los segundos en la cámara de transformación.

Anotemos algunas características de cada uno de estos sistemas de protección que vamos a utilizar.

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.- Son equipos que sirven tanto para la protección como para el control de circuitos. Como los vamos a utilizar en baja tensión no necesitan estar sumergidos en ningún líquido aislante, ya que suficientes garantías nos dan los que trabajan con aire solamente. Se conocen como disyuntores al aire y existen dos tipos principales: térmicos y electromagnéticos, y los últimos que a más de esa función pueden servir para bajas corrientes o invertidas, bajas tensiones inversión de fases etc.

De acuerdo a la importancia de nuestro proyecto solamente se usarán los disyuntores al aire térmicos que funcionan según el principio de la dilatación de metales que se calientan por las corrientes del circuito en forma similar a la de un termostato, accionando un mecanismo de disparo. En los dispositivos monopolares el elemento térmico está conectado directamente con el gatillo, y en los dispositivos multipolares una palanca de contacto común a todos los polos suelta el gatillo cuando uno de los elementos recibe una sobrecarga, desconectando simultáneamente todos los polos. Generalmente están previstos de extinguidores de arco que funcionan por el principio de la deionización.

Una serie de láminas de acero y sus soportes forman una cámara de extinción aislada que rodea parcialmente el contacto móvil y al fijo. Cuando los contactos se abren por la carga, el campo magnético inducido en las placas de acero dirige el arco hacia la cámara donde el entrehierro y las placas lo enfrían y lo deionizan. Esta actuación de una alta capacidad de interrupción al disyuntor y elimina el calor generado debi

do a la vecindad del contacto y lo disipa sin deteriorar el mecanismo.

En cuanto a sus características de protección deben estar calibrados para que concuerden con los requerimientos de los laboratorios de las fábricas que producen los conductores. Para nuestro caso el conductor que se ha escogido soporta 100 amp. a una temperatura máxima admisible de 65°C. y directamente enterrado.

Según el NEC el calibre de un disyuntor de disparo no ajustable no debe ser superior a la capacidad de transporte del corriente del conductor que protege. Las normas de los Underwriters' Laboratories disponen que un disyuntor de disparo no ajustable debe saltar cuando por el circuito una corriente superior a un 25% a la de su calibre.

Analizando las propiedades de los conductores a utilizarse en baja tensión, concluimos que un disyuntor trifásico de 100 amperios nominales nos proporcionará una adecuada protección en cada circuito, puesto que cada conductor puede soportar sin peligro 100 amperios y bastará que tenga una sobrecorriente de 125 amperios para que salte el protector.

Se podrían haber adoptado disyuntores ajustables que abran el circuito en los 110 amperios, por ejemplo, pero esto no es una ventaja muy apreciable si tomamos en cuenta el aumento de la inversión que traen consigo.

Los disyuntores irán montados en un tablero general ubicado en la misma cámara de transformación desde el cual partirán los canales para cada bloque.

Características típicas de funcionamiento de los disyuntores que se han adoptado pueden observarse en la FIG 34 las mismas que se pueden obtener en manuales o catálogos que tratan del asunto.(1).

(1)V. Equipos de protección eléctrica y corrección del factor de potencia por E.S. LINCOLN FIGS/.....?

Para todos los ramales se ha procedido en la misma forma, buscando en catálogos el tipo de disyuntor que más bien se presente para una correcta operación; esto es protegiendo su respectivo circuito y guardando selectividad con los demás.

# CARACTERISTICAS TÍPICAS DE FUNCIONAMIENTO DE UN DISYUNTOR TÉRMICO AL AIRE

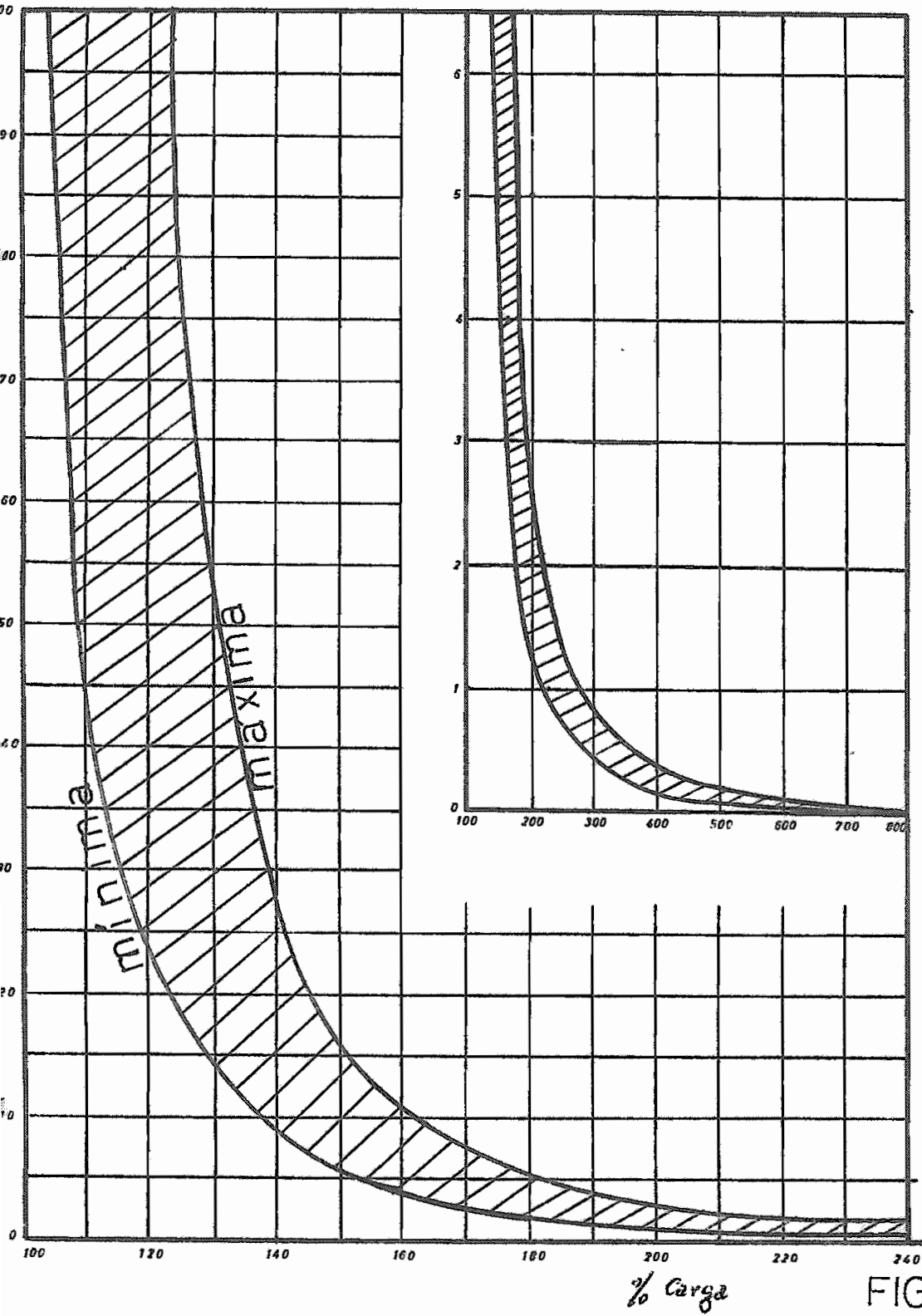


FIG. 34

Los disyuntores escogidos se especifican más adelante, luego de las respectivas comprobaciones, especialmente en lo referente a capacidad de interrupción que se determina luego del cálculo de las corrientes probables de cortocircuito.

2) FUSIBLES.— La protección con fusibles se basa en el principio del calentamiento de un alambre o cinta hasta llegar a su punto de fusión, abriéndose de esta manera el circuito.

Se utiliza generalmente un alambre de reducida sección en comparación con el conductor del circuito a que sirven para que la densidad de corriente sea elevada en el hilo fusible. La sección y la composición del hilo fusible son los factores que determinan la corriente que puede resistir mientras que la longitud entre sus terminales da la tensión máxima de funcionamiento.

Los fusibles pueden conducir indefinidamente la corriente nominal para la cual están especificados, pero de acuerdo a los estándares americanos, deben operar dentro de un tiempo máximo de 5 minutos, si la corriente excede hasta en un 230% de su capacidad nominal. Todos los fusibles tienen características inversas en sus curvas de tiempo-corriente, ya que a una mayor corriente menor es el tiempo en que se funden, como se puede observar en las curvas típicas (V. fig. 35) de tiempo corriente para fusibles que anotamos a continuación.

El aumento de temperatura en los fusibles es proporcional al producto de la intensidad al cuadrado por la resistencia.

En las normas IEEE-NEMA se especifican las características de dos tipos de fusibles, denominados de tipo rápido (fast) a los que se les asigna la letra "K" y de tipo lento (slow) designado con la letra "T". Ambos tipos difieren únicamente en el tipo de fusión, ya que las capacidades preferidas nominales según estas mismas normas son de 6, 10, 15, 25, 40, 65, 100, 140 y 200 Amperios.

Se fabrican también los fusibles tipo universal denominados "UT" cuyas curvas características vienen a ser un promedio de las que tendrían los de tipo K y T.

Los fusibles no son capaces de distinguir entre corrientes temporarias de corta duración como las que se presentarían en el caso de un impulso de corriente producida por el arranque de un motor o por un arco producido instantáneamente entre dos conductores, y aquellas corrientes de larga duración que pueden dañar los cables y el equipo cuando no-

Los disyuntores escogidos se especifican más adelante luego de las respectivas comprobaciones.

2) FUSIBLES.— La protección con fusibles se basa en el principio del calentamiento de un alambre o cinta hasta su punto de fusión, abriéndose así el circuito.

Se utiliza generalmente un alambre de reducida sección en comparación con el conductor del circuito a que sirven, para que la densidad de corriente sea elevada en el hilo fusible. La sección y la composición del conductor fusible son los factores que determinan la corriente que puede resistir, mientras que la longitud entre sus terminales da la tensión máxima de funcionamiento.

Los fusibles pueden conducir indefinidamente la corriente nominal para la cual están especificados, pero de acuerdo a los standards americanos, deben operar dentro de un tiempo máximo de 5 minutos, si la corriente excede hasta en un 230% de su capacidad nominal. Todos los fusibles tienen características inversas en sus curvas de tiempo-corriente, ya que, a una mayor corriente, menor es el tiempo en que se funden, como se puede ver en la fig. 35, en que se muestran curvas típicas de tiempo/corriente para fusibles. El aumento de temperatura en los fusibles es proporcional al valor  $I^2R$ .

En las normas IEEE-NEMA se especifican las características de dos tipos de fusibles, denominados de tipo rápido (fast) a los que se asigna la letra "K" y de tipo lento (slow) designado con la letra "T". Ambos tipos difieren únicamente en el tiempo de fusión, ya que las capacidades nominales preferidas, según estas mismas normas son de 6, 10, 15, 25, 40, 65, 100, 140 y 200 amps.

La corriente nominal que se va a tener en el lado de alta del transformador es:

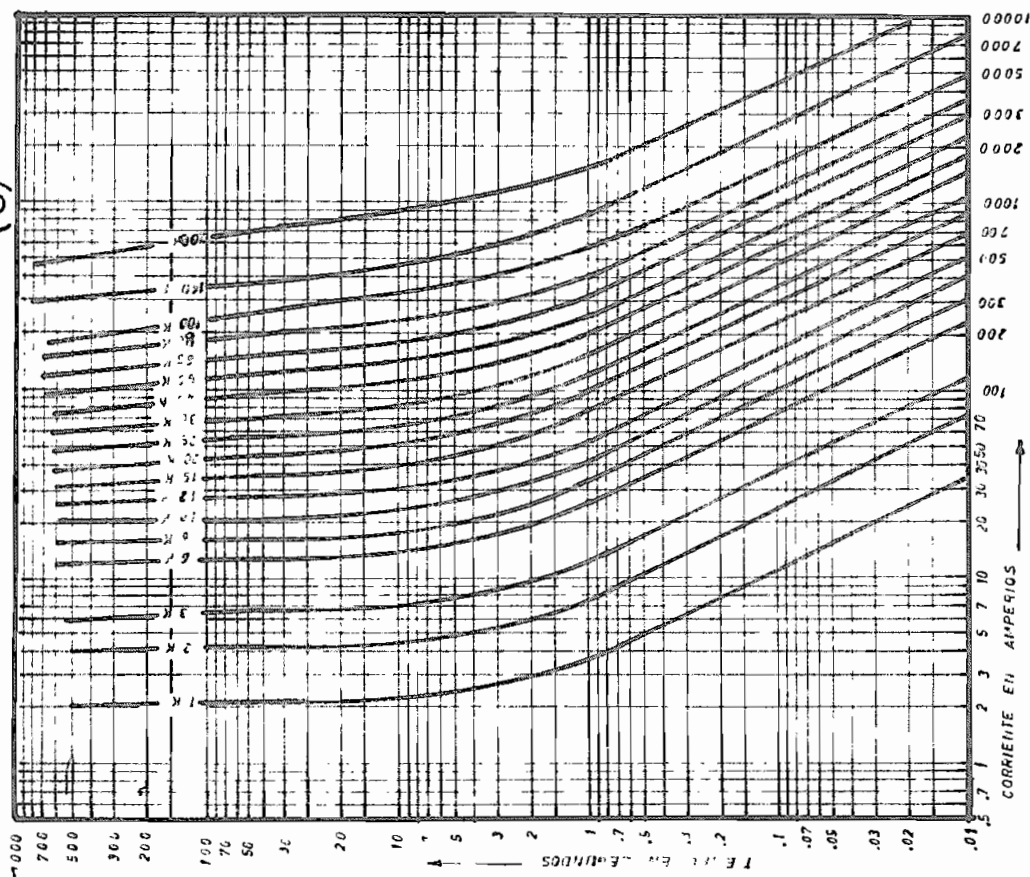
$$I = \frac{P \text{ (KVA)}}{3 \times \text{KVA}} = \frac{150}{3 \times 6} = 14,4 \text{ amps.}$$

Según recomendaciones (1) para fusibles, a fin de no atentar contra la capacidad de sobregarga que nos presentan los transformadores tenemos que tomar fusibles de 25 amps.

(1). V. Boletín FCS Pág. 4 de Line Material, Julio de 1961.

FIG. 35

CURVAS DE FUSION (c)



CURVAS DE APERTURA TOTAL (d)

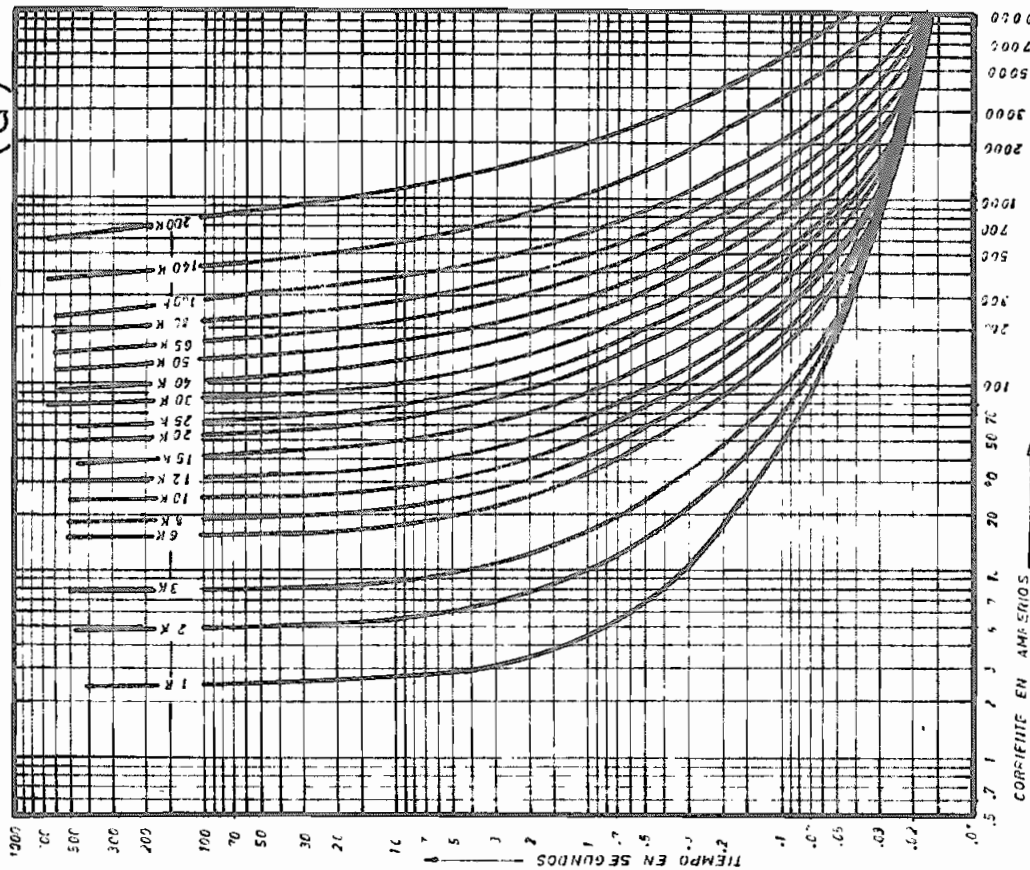
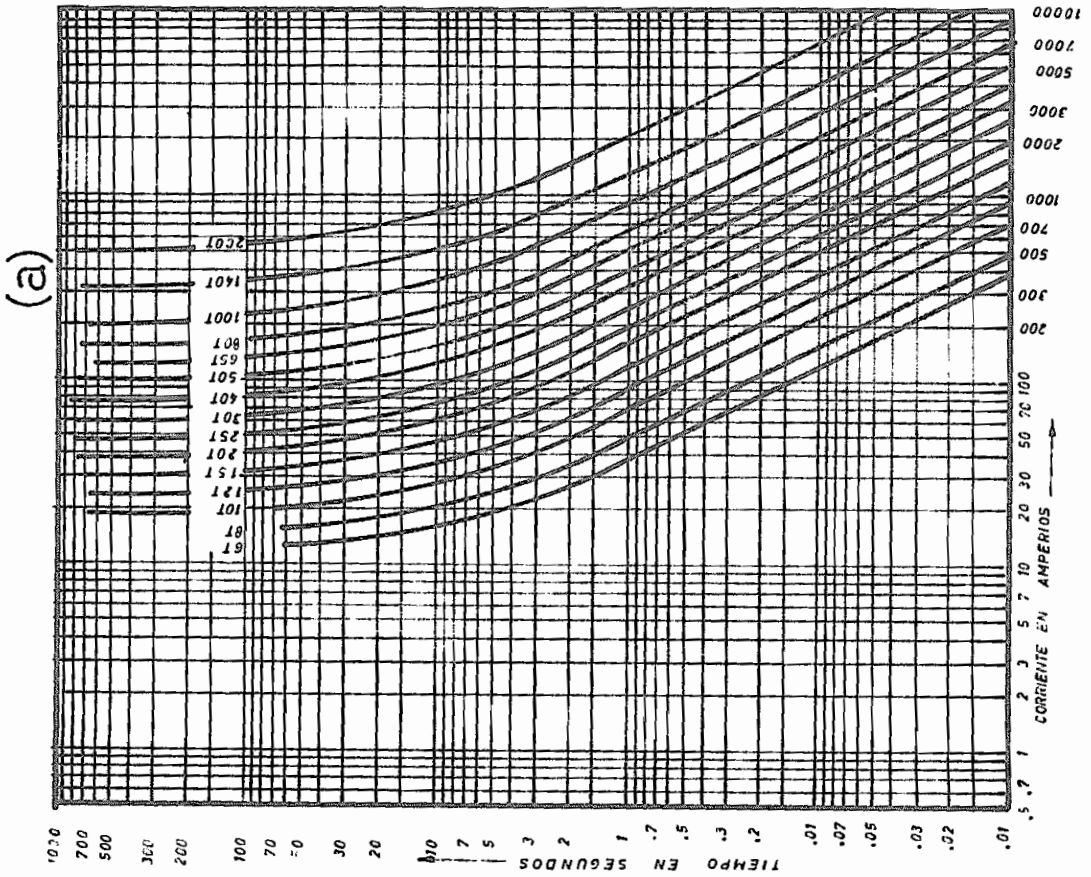


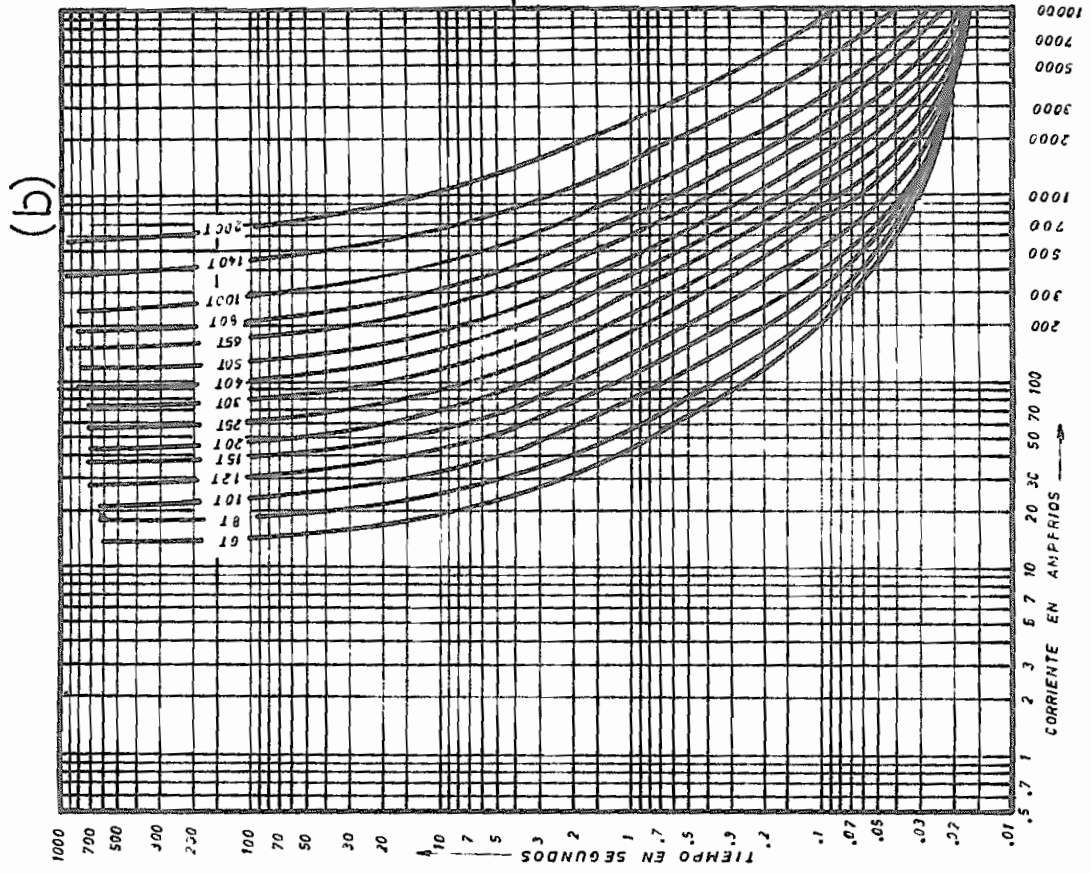


FIG. 35

CURVAS DE FUSION



CURVAS DE APERTURA TOTAL



son cortadas a su debido tiempo. Además un fusible generalmente corta únicamente la fase fallosa quedando con servicio las otras existentes, lo que puede traer como consecuencia el daño de los aparatos que están servidos por ese circuito. Esto es muy peligroso en lugares en que se tienen motores trifásicos puesto que quedan alimentados con dos fases únicamente lo que provoca irremediablemente su quemadura.

Debido a estas razones este tipo de protección sólo debe utilizarse para proteger los circuitos de corrientes anormales y no para sobrecorrientes provenientes de la carga, puesto que por sus características no puede alterarse el tiempo de fusión. A este respecto podemos aclarar que si se desee evitar que los fusibles accionen bajo efecto de corrientes temporales provenientes de las variaciones normales de carga, la capacidad del fusible debe ser mayor que la capacidad nominal del dispositivo protegido.

Por otro lado tenemos que aclarar que una de las poderosas razones para el uso del fusible es su bajísimo precio comparado con protecciones de mejor desempeño, sobre todo en nuestro caso en que se busca economía este ha sido un factor determinante para la selección de las protecciones en el lado de alta tensión en que el costo tiene mayor peso, aún.

Para el proyecto en estudio, necesitamos usar fusibles en la cabina de transformación para proteger al transformador y en el paso de línea aérea a subterránea para proteger el cable tripolar directamente enterrado que se usará.

Como en determinadas circunstancias se necesita abrir el circuito, especialmente para realizar reparaciones, estos irán montados en desconectadores portafusibles (fuse cut outs) en caja de porcelana, resultando por sus características y de acuerdo a nuestras necesidades ideales los de 50 Amp. y 7,8 KV cuyo uso ha estandarizado la Empresa Eléctrica quite para casos similares habiendo obtenido muy buena experiencia. La capacidad del fusible está determinada por la corriente nominal en el lado de alta del transformador la cual es:

$$I = \frac{P(KVA)}{1,73 \times KV} = \frac{150}{1,73 \times 6,3} = 13,75 \text{ Amp. } \text{ y } 14,4 \text{ Amp. para mayor seguridad}$$

De acuerdo al análisis anterior debemos tomar en cuenta la capacidad estandar de fusible inmediatamente superior es decir de 25 amp. valor que se justifica si tomamos en cuenta la corriente inicial del transformador (inrush current) que alcanza valores muy elevados de hasta 10 veces el valor no-



ninal a plena carga y que puede ser soportado perfectamente por el fusible de 25 amperios, como lo demuestran las curvas correspondientes tanto para el tipo K como para el T. Desde luego que esta corriente es instantánea y tiene una duración de fracciones de segundo únicamente razón por la que no da tiempo a que el fusible se funda.

Otra manera de seleccionar el fusible es siguiendo las recomendaciones que da el fabricante (1) o los manuales que tratan de la materia y que no hacen sino comprobar que el fusible de 25 Amp. escogido de acuerdo a nuestros razonamientos es el correcto.

En páginas posteriores se analizan cuidadosamente las razones para el uso de fusibles tipo "K" y "T" en el presente diseño( V, capítulo V ). Con ellos se ha logrado realizar una coordinación más o menos adecuada de las protecciones que forman el sistema.

b) SOBRETENSIONES.—En las instalaciones eléctricas por causas unas veces intrínsecas u otras debido a fenómenos externos, la diferencia de potencial entre conductores o entre éstos y tierra pueden alcanzar durante un tiempo generalmente reducido valores superiores a la diferencia de potencial más o menos constante que existe en los circuitos. Tales diferencias de voltaje o potencial se conocen como sobretensiones, que en un gran número de ocasiones son las causas de serias averías, que se manifiestan en general por

---

(1) V. Boletín FCS de Line Material editado en Julio de 1.961. Página No. 4.

el deterioro lento o rápido o bien la perforación misma de los aislantes que en determinado tiempo pueden poner fuera de servicio los cables, máquinas o aparatos en los que se haya manifestado la sobretensión, siendo necesario prevenir se empleando protecciones que si no evitan su formación, impiden al menos que al producirse sobrepasen los límites convenientes. En el caso de los arrollamientos de las máquinas, una sobretensión inferior a la tensión de prueba y aún inferior a la misma tensión normal en sus bornes puede ser peligrosa, cuando por el modo como actúa en los arrollamientos se localiza entre espiras adyacentes, y en los que en condiciones normales de servicio interviene una reducida fracción de la aplicada a los bornes de la máquina. Entonces una sobretensión no solamente es peligrosa por su amplitud, sino también por la forma con que se propague en los arrollamientos. Pueden ser de origen atmosférico (externo) y de origen interno.

Las primeras afectan exclusivamente a las líneas aéreas y las segundas a cualquier clase de instalaciones. Analicemos rápidamente cada tipo:

Las sobretensiones de origen atmosférico se producen debido a las cargas estáticas en las nubes, consideradas como cuerpos conductores. Cuando una nube cargada estáticamente o un potencial se acerca a la tierra o a otra nube, podrá llegar un momento en que la diferencia de potencial entre las dos nubes o entre la nube y tierra sea superior a la crítica de descarga, soltando las chispas que se conocen como rayo. Como la resistencia del camino de descarga es variable, esta es fuertemente oscilante y de una frecuencia irregular, pudiendo llegar hasta los 10.000 Hz. El valor de un rayo se mide por la amplitud máxima de una onda y viene expresado en amperios. Las amplitudes de la cresta alcanza miles de amperios, aunque difícilmente pasan de 100.000 amps. Sin embargo los valores de las intensidades de las crestas para diseño de pararrayos son algo menores porque desde la iniciación de las ondas hasta su llegada al pararrayo sufre un amortiguamiento debido a la resistencia y pérdida de las líneas.

El impacto de un rayo sobre una línea se traduce en u

na onda de frente muy escarpado y cuya cola tiene una inclinación que depende de las condiciones en que se desarrolla el fenómeno. Según experiencias una onda de frente escarpado que tiene duración de 1 a 1,5  $\mu$  Seg. y que la cola presente en 50  $\mu$  Seg. reproduce con bastante aproximación el fenómeno de la realidad y por ello estas ondas, normalizadas se utilizan en ensayos. En América se toman como valores tipos ondas de 1,5 x 40  $\mu$  Seg. y para ellas deben venir probados los instrumentos.

En lo que a sobretensiones de origen interno se refiere, podemos anotar que las variaciones de carga en una red traen consigo variaciones de tensión, particularmente la apertura y cierre de interruptores que provoca ondas móviles.

Las sobretensiones así generadas son menos peligrosas que las de tipo atmosférico, aunque se ha registrado en el movimiento de corte de la corriente sobretensiones de valores múltiples de la tensión de servicio. Se caracteriza en general por tener una amplitud no elevada pero sí un frente muy escarpado.

Cuando se producen tierras accidentales, y sobre todo si se enciende un arco intermitente, da lugar a resonancias susceptibles de provocar sobretensiones superiores a 3,5 veces la tensión compuesta de servicio.

Estas sobretensiones de origen interno se reducen en gran parte por los reguladores de velocidad que existen en las centrales reguladoras de tensión y conexiones a tierra del centro de las redes.

PARARRAYOS.— Para evitar los peligros de las sobretensiones se concibió en un principio la idea de derivar a tierra las ondas producidas, que como se ha indicado pueden conducir corriente de gran intensidad. A los aparatos cuyo objeto era limitar la amplitud de las sobretensiones y que fueron empleados desde que se iniciaron las instalaciones eléctricas se los denominó pararrayos y así se les conoce comúnmente. Deben estar conectados permanentemente a las líneas pero han de entrar en funcionamiento solamente cuando la tensión alcance un valor convenientemente superior a la de servicio. Esto se

consigue por medio de un explosor uno de cuyos electrodos está conectado a la línea y el otro puesto a tierra, en el que salta la chispa cuando la sobretensión alcanza el valor requerido, para la cual debe ser graduado el explosor.

Por el arco producido se conducirá a tierra la onda móvil de corriente origen de la sobretensión, pero en esta forma sería permanente la derivación de la corriente de la línea aunque la tensión hubiera desaparecido, para evitar lo cual se acostumbraba aumentar la separación de los electrodos, intercalar una resistencia sin autoinducción o interrumpir rápidamente la corriente que sigue a la descarga. Estas satisfacían únicamente una parte de los requerimientos para un buen funcionamiento del pararrayes, dejándolo insensible o produciendo sobretensiones internas, porque si por un lado se necesita que la resistencia sea baja para presentar un fácil camino a la descarga, por otro es imprescindible tener un valor alto de la misma para facilitar la extinción del arco.

Sólo con la ayuda del osciloscopio y de generadores de onda similares a las atmosféricas se puede llegar a la fabricación de pararrayes de efecto autoválvulas cuyo funcionamiento es eficaz. A base de ensayos se ha obtenido una resistencia de material aglomerado que tiene la propiedad de variar su resistencia con rapidez, disminuyendo cuanto mayor es la tensión aplicada y adquiriendo un valor elevado al reducirse. Viene a ser una válvula de seguridad que está formado por un explosor e, puesto en serie con una resistencia variable r, conectada a la línea OL (que debe proteger y a la tierra T como se observa en la fig. 36).

Su funcionamiento puede resumirse así:

Al tenerse una tensión máxima de choque  $V_c$ . (cresta) cuyo frente escarpado tiene una duración de  $1 \frac{1}{2} \mu$  Seg. y la semi amplitud  $V_c/2$  luego de  $40 \mu$  Seg. el explosor de acuerdo a su graduación se encenderá luego de un tiempo t. necesario para que el aire que se encuentra entre los electrodos se ionice permitiendo el salto de la chispa a través del explosor. La tensión de encendido se relacio-

na con la amplitud de la tensión eficaz nominal  $U_n$  de la red es decir  $\sqrt{2} U_n$ , por medio de un coeficiente  $K$  que depende del fabricante. Hasta que la resistencia  $r$ , comienza la descarga, transcurre otra fracción del tiempo en que la tensión es mayor que  $K V_n \sqrt{2}$  conocido como punto inicial del pararrayos " y desciende rápidamente para llegar al correspondiente valor residual. Este tiempo de retardo le llamamos  $t_z$ . y se puede notar el descenso en el oscilograma de la fig. 37.

Durante la descarga, la resistencia atravesada por una corriente que alcanza su valor  $I$  máximo que caracteriza el poder de descarga del pararrayos, con la condición de que la intensidad conserve un valor superior a un medio  $(1/2) I_{max}$  durante el tiempo normalizado de  $40 \mu$  Seg.

Se fabrican para la tensión requerida de la red y la constante  $K$  puede variar de 2 a 2,4 para tener un aceptable valor de encendido. La extinción del arco debe realizarse a  $1,2 V_n$ .

Para nuestro caso se especifican los pararrayos que nos den garantías de seguridad en la lista de materiales respectiva y solamente se usarán en el terminal de la línea aérea con lo que se protegerá a la vez el cable subterráneo y transformador. Como la cámara se encuentra cercana se estima que no son necesarios en ese lugar, a la vez que se encuentra ubicada en una parte relativamente baja con respecto a los bloques de vivienda, de los cuales el más alto, y por tanto el más expuesto al peligro estará debidamente protegido contra las descargas atmosféricas.

#### 4.3.4.- CONEXION A TIERRA.-

Es necesario un buen sistema de tierra para los equipos de la cabina de transformación debido a las siguientes razones:

- a.- Protección de equipos y aparatos contra daños por fallas eléctricas.
- b.- Seguridad del personal.
- c.- Medios para despejar fallas por cortocircuitos a tierra mediante el uso de relés. (Este en caso de sobretensiones grandes).

ESQUEMA DE CONSTRUCCION DE UN PARARRAYO TIPO VALVULA

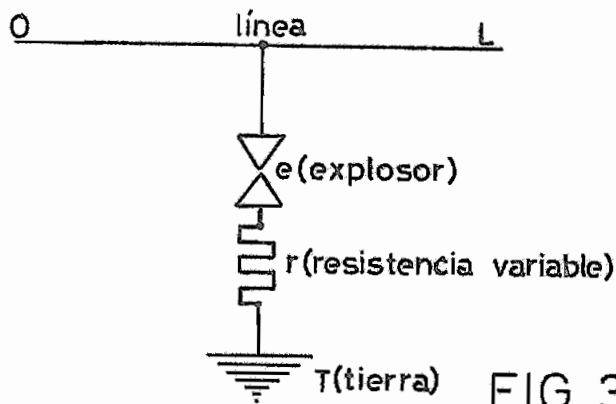


FIG. 36

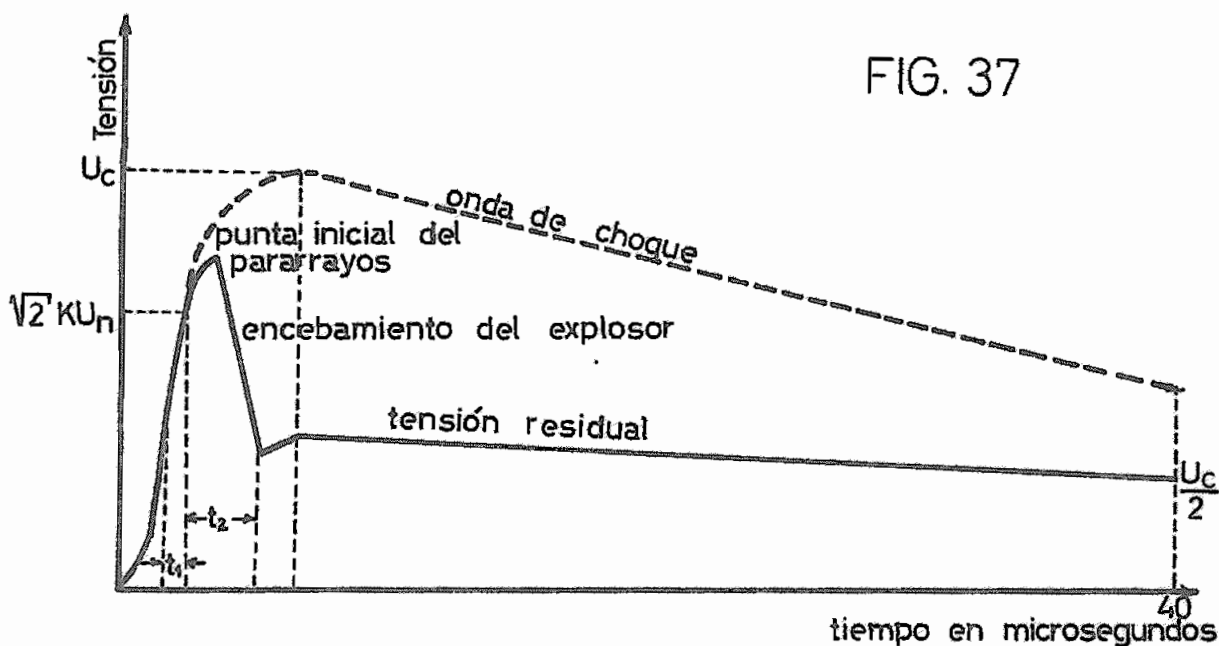
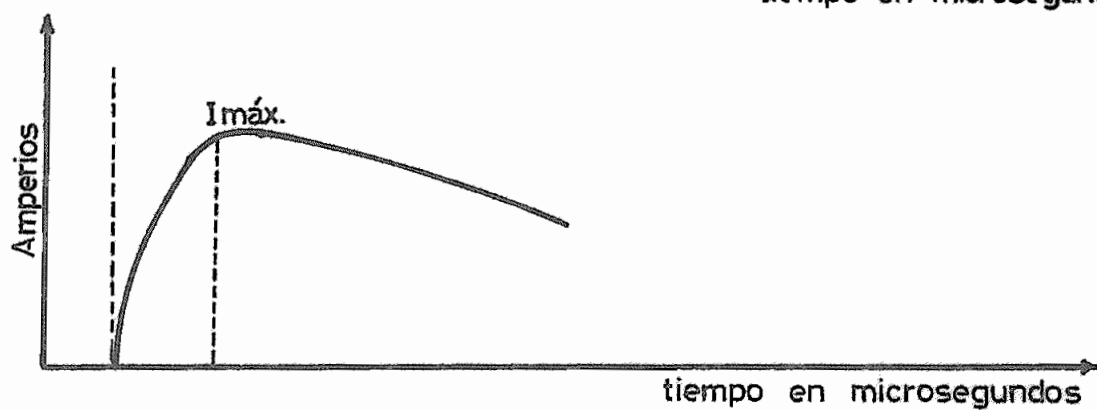


FIG. 37



- d.- Tener facilidades para una buena conexión del neutro del transformador.

Para seguridad del personal deben ser conectadas a tierra todas las partes metálicas de los aparatos que van a ser utilizados, dentro de los cuales estarán inculidos: Tanque del transformador, mufa (pat heat), estructuras metálicas que sirven de soportes y tablero de distribución, de manera que una persona al acercarse a ellos no resulte afectada.

Los terrenos donde se colocarán los sistemas de tierra de la cabina y pararrayos, se comportarán como resistencias de tipo aglomerado, con lo cual la resistencia debe disminuir en función de la tensión aplicada. Para tensiones elevadas, la superficie de contacto activo de la tierra se encuentra sensiblemente aumentada, por el hecho de formarse varios pequeños arcos en el espacio de aire entre la superficie metálica y el suelo. Para corrientes rápidamente variables, como las que se tienen por acción 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.- Resistencia del contacto entre el aparato protegido y el conductor de tierra.
- b.- Impedancia del conductor de tierra y de su conexión al electrodo.
- c.- Resistencia entre el electrodo y terreno.
- d.- Resistencia propia del electrodo.
- e.- Resistencia del terreno.

De lo anterior se deduce, que para reducir al mínimo estas resistencias y con ello la impedancia total del circuito, se deberá cuidar de tenerse muy buenos contactos, material de alta, conductibilidad y secciones adecuadas de electrodos y conductores.

Sin embargo lo que más afecta a la impedancia total del circuito de tierra, es la resistencia del terreno, -

la misma que depende de varios factores como son: clase de terreno, humedad, temperatura, profundidad a que han sido instaladas las varillas, su número, diámetro y separación.

La tabla siguiente nos muestra el promedio de resistividad de varios tipos de terreno.

TABLA No. 12

<u>TIPO DE TERRENO</u>	<u>RESISTIVIDAD (<math>\Omega</math>/m)</u>
Vegetal húmedo	hasta 10
Terreno húmedo	" $10^2$
Terreno seco	" $10^3$
Roca maciza	" $10^4$

Por seguridad se ha medido la resistencia en los sitios mismos donde irán localizados el último poste (en que irán los pararrayos), y la cámara de transformación, habiéndose obtenido por medio del geómetro y 2 piquetas 19,67  $\Omega$ /m y 23,42 respectivamente.

Estos son valores altos de resistencia que pueden reducirse en una buena proporción mediante el uso de varillas de sección mayor que las utilizadas en la medición (1/2  $\phi$ ) y de mayor longitud (se utilizarán de 2 mts.).

Como 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 serán, así como también la distribución de los gradientes de potencial. Esto se debe a que la estructura químico-geológica de estos no es uniforme, puesto que las lluvias mojan la tierra en su parte superficial aumentando la conductibilidad de las capas superiores. Un método seguro y satisfactorio de reducir la gradiente de potencial en la superficie del terreno, consisten en un anillo cerrado formado por varias varillas en paralelo, unidas entre sí por un medio de cable desnudo de cobre de sección de acuerdo con las corrientes de cortocircuito que pueden producirse cuyos valores se determinan más adelante, y son los que nos han llevado



a escoger el cable que se verá en las especificaciones. - Para la cabina se han previsto 4 varillas de corjeweld en terradas en las esquinas de la misma (1) y unidas por un cable de cobre formando un anillo, lo que nos permite co - nectar a tierra todos los elementos que la constituyen sin necesidad de tenerse mallas independientes para neutro - del transformador y carcasa de los equipos.

En el sistema de tierra de los pararrayos se utilizarán 4 varillas de iguales características que las anteriores, pero formando un anillo más cerrado que tendrá 1 metro de separación entre dos varillas. El uso de 4 varillas hace cambiar fundamentalmente la gradiente de potencial, como se puede observar en la fig. 38. Determinamos la longitud de las varillas que serán de 6 pies puesto que como se observa pasados los 2 mts. de profundidad, la resistencia del terreno no disminuye mayormente y no se justifica el gasto en varillas de 10 pies que son los inmediatamente mayores.

La sección especificada más adelante, se ha hecho - en base a las corrientes de cortocircuito, obtenidas por cálculo.

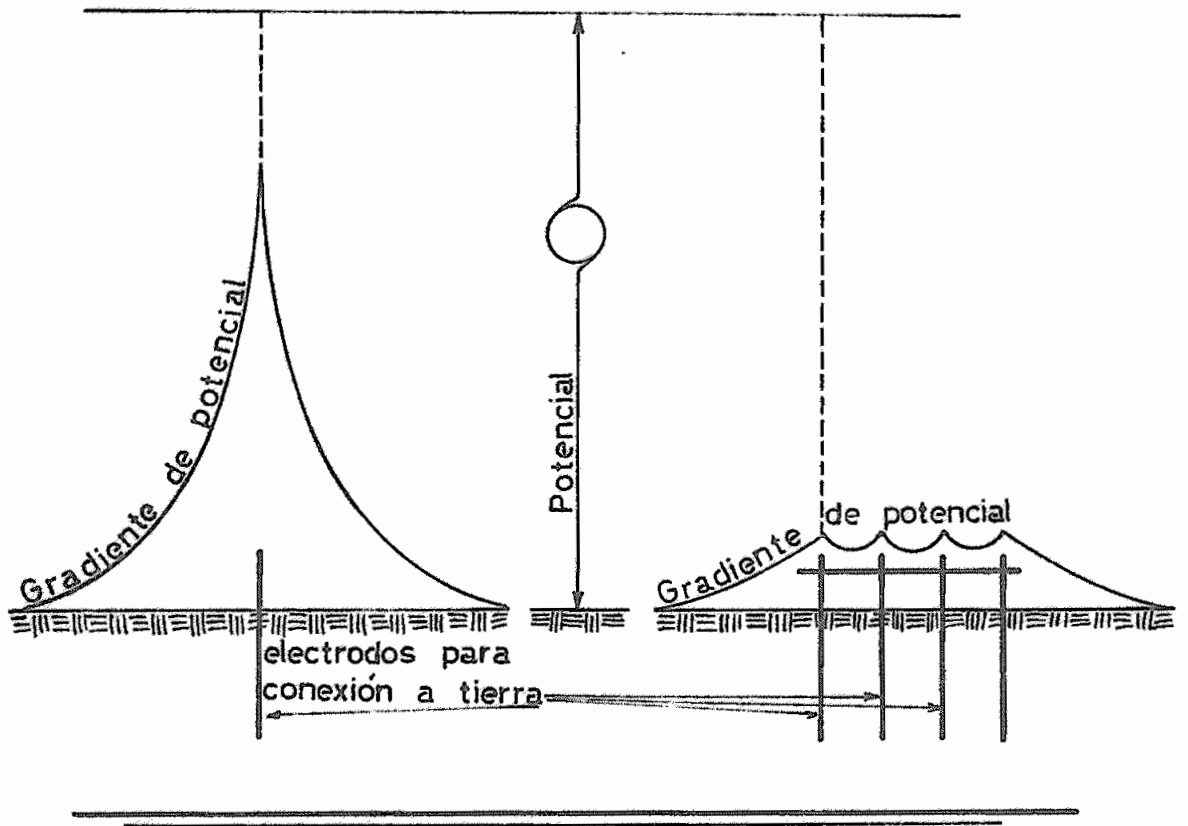
)))

---

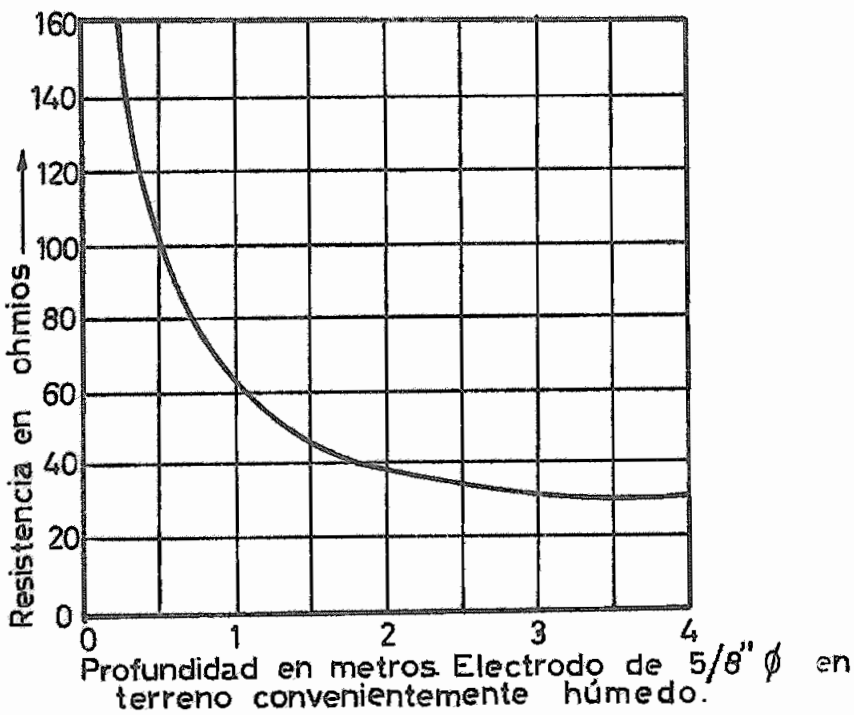
(1) Según curvas de estaciones transformadoras y de distribución por Zoppetti Pág. 263.

FIG. 38

(a) VARIACION DE LA GRADIENTE DE POTENCIAL DE ACUERDO CON EL NUMERO DE ELECTRODOS PUESTOS A TIERRA.



(b) VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL TERRENO SEGUN LA PROFUNDIDAD DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA.



CAPITULO V

E S T U D I O S   E S P E C I F I C O S

Bajo este nombre se han agrupado los estudios adicionales que nos permitan completar un buen diseño y las listas de materiales requeridos para este fin.

Hemos considerado como necesarios los siguientes:

5.1.- ILUMINACION INTERIOR-EXTERIOR.-

Se refiere a la iluminación de escaleras comunes en los edificios, pase cubierto y cámara de transformación.

En todos los casos se han procedido de la misma manera que en el diseño de iluminación de los interiores efectuado en el capítulo 11. Se han previsto lámparas incandescentes con luminarias apropiadas para el lugar a excepción de la cabina de transformación en que no es necesario su uso y se colocará únicamente un foco central.

Fundamentalmente en este capítulo vamos a hacer relaciones respecto al sistema de control que se tendrá en cada uno de los sitios mencionados.

5.1.1.- ESCALERAS COMUNES.-

Según los cálculos son necesarias dos lámparas incandescentes de 100W. montadas en luminarias similares al tipo 9 de 1 ES por piso. Por la disposición de los gradieros no pueden centrarse perfectamente para lograr una perfecta distribución de luz, y se ha optado por colocar una sobre cada descenso.

Como estas lámparas van a servir a todos los clientes que ocupen el bloque, el pago del consumo de energía para este objeto debe ser hecho por partes iguales y la única manera de conseguir esto, es alimentándolas por un circuito independiente que lleve su medidor monofásico, propio y puede ser el mismo que alimentará el cargador de baterías irá colocado junto al tablero de medidores que sirve a los usuarios.

En el DUV se ha pensado en formar un fondo común que servirá para suplir gastos comunes entre los usuarios beneficiados por la energía eléctrica de las escaleras cita

das administración, policía y residencia del conserje, limpieza, etc.

Ahora bien entre los tres últimos casos las personas encargadas de ellos se ocuparán de tener encendidas las luces solo cuando sea necesario, pero en las escaleras ocurre que una vez encendidas podrían quedar así por toda la noche o día si no se preocupan de apagarlas uno de los usuarios. Es necesario prestarles esta facilidad y se podría colocar un interruptor general en la entrada del edificio y uno en la entrada de cada departamento, pero esto resulta costoso puesto que se necesitarían interruptores de un elevado número de vías y otro tanto de conductores, sin que el resultado obtenido sea de lo mejor, porque no faltará quien olvide el apagarlas cuando ha llegado a la puerta de su departamento.

Poner interruptores para una o dos lámparas tampoco resulta aconsejado porque las personas que suben irán dejando encendidas las luces de las partes inferiores o viceversa. Se ha pensado que un sistema adecuado para este objeto es el uso de interruptores horarios que se encarguen de abrir el circuito luego de unos minutos de haber sido cerrado, es decir que una persona al ingresar al edificio durante la noche operará el interruptor encendiendo las cinco primeras lámparas de las escaleras, y si con ello no pueden llegar a su habitación por encontrarse más arriba encenderá el resto (5 lámparas más) al llegar al descanso intermedio entre el segundo y tercer piso, sin tener que llevar presente que al llegar a su destino deba apagarlas, puesto que el interruptor horario se encargará de ese trabajo. Si se presenta el caso contrario, es decir que si una persona necesita salir durante la noche encenderá las luces desde su puerta y saldrá sin dificultad porque la iluminación cesará luego.

Hemos hablado de juego de 5 lámparas solamente, porque no se fabrican en gran escala relojes de más de 5 amperios para este tipo y porque así se tienen mayores posibilidades de ahorrar energía. El tiempo de apertura puede regularse de acuerdo a las necesidades y se lo hará al efectuar la instalación.

Con el uso de estos relojes los interruptores que se necesitan son de una sola vía y solamente tres conductores No. 12 AWG, lo que trae una buena economía en materiales, que sumada a la que se obtiene por consumo de energía da un valor aceptable que decide el uso de este sistema.

Los relojes irán empotrados en las paredes y en una parte alta para que no haya fácil acceso a ellos.

#### 5.1.2.º PASO CUBIERTO.-

El paso cubierto va a servir de acceso a la farmacia, peluquería y estación de policía, a la vez que viene a constituir un tramo de calle.

Al tratarse de la entrada a un sitio comercial, necesita tener una buena iluminación y se ha estimado como un valor conveniente 5 fc. En este lugar no es muy conveniente el poner luminarias externas, porque corren el peligro de desaparecer, puesto que solamente irán montadas a tres metros del suelo. Por esta razón se ha creído del caso - poner lámparas empotradas en el cielo raso similares al tipo IES No. 10 con focos incandescentes de 100 W.

Hecho el cálculo de la iluminación como si se tratara de un recinto cerrado ~~para~~ con baja reflexión por no tener paredes en 2 de sus lados, se ha llegado a establecer la necesidad de instalar 6 de ellas, ubicadas de acuerdo con el plano respectivo.

Tratándose de un tramo de la calle lo lógico es que estas lámparas sean controladas por los circuitos de alumbrado público y el hilo piloto más cercano llevará alimentación a ellas según la disposición del plano de las calles (Ver hoja No. 12).

La única diferencia que se tendrá respecto a las luminarias de mercurio es que mientras estas necesitan 208V. para trabajar, las incandescentes previstas, solamente requieren 120 V. Para las lámparas de mercurio debemos tener dos fases de las cuales una está dada por el piloto y la otra por su conducto adicional que arrancará el lugar más cercano.

Para el paso cubierto en cambio el activo está dado por el hilo piloto y el neutro necesario también se lo to

mará del sitio más próximo e independiente de las instalaciones interiores de los departamentos.

El consumo que se tenga por alumbrado público que desde luego será aproximado, estará subvencionado por el convenio existente entre la Empresa Eléctrica y el Municipio de Quito.

### 5.1.3.- CAMARA DE TRANSFORMACION.-

Puede presentarse el caso de que haya que hacer una revisión urgente durante la noche de los equipos que se encuentra en ella, especialmente de las cajas fusibles en alta tensión, siendo necesario que se tenga una buena iluminación en ella, para que los trabajadores puedan actuar con rapidez sobre todo si la revisión se debe a una interrupción del servicio. Se requiere un nivel de ilumina-ción mínimo de 6f.c que se consiguen previo cálculo utilizando 2 lámparas incandescentes de 100W simples, compues-tas solamente por el foco y boquilla y controladas por un interruptor sámple que irá situado junto a la puerta de acceso.

Como en circunstancias dadas, especialmente al reali zarse reparaciones se va a necesitar el uso de herramien-tas eléctricas portátiles en el interior de la cabina se han previsto 2 tomacorrientes de uso general para 15 am perios montados en la pared.

Las lámparas y tomas, por ser en bajo número podrán formar el mismo circuito, cuya protección se hará con un interruptor automático de 15 amp. montado en el pequeño tablero que como anotamos ya en un capítulo anterior servirá de protección y control manual adicional para el alumbrado público.

El consumo que se tenga en el circuito de la cámara de transformación correrá de cuenta de la Empresa Eléctrica Quito.

### 5.2.1.- CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO:

Como paso previo para determinar las características de los equipos de perfección que se van a conocer es in-

dispensable determinar:

- a.- La corriente nominal de la máxima carga.
- b.- La probable corriente máxima de cortocircuito.

La primera nos sirve para obtener las características de corriente nominal de los equipos, mientras que la segunda nos da la capacidad de interrupción necesaria.

Un cortocircuito se produce cuando se tiene la unión galvánica entre los conductores y tierra. En los sistemas con el neutro puesto a tierra las causas que pueden producir un cortocircuito puede ser de origen mecánico o eléctrico. Entre primeros podemos citar falsas maniobras, rupturas de un conductor aéreo o sus soportes, o daño de un cable subterráneo causado por agentes externos. Entre el origen eléctrico tenemos arcos producidos por sobretensiones entre conductores y las partes metálicas colocadas a tierra, perforación de los aislantes o daño de los mismos por sobrecargas.

Como es sabido un cortocircuito produce corrientes elevadas que por lo general no son muy peligrosas para las líneas mismas especialmente si son aéreas, pero que afectan a su funcionamiento puesto que quedan sin tensión o con valores muy bajos de acuerdo con la situación del punto de falla, pudiendo afectar al normal desenvolvimiento de las subestaciones si es que el dispositivo encargado de desconectar el tramo falloso no se desconecta antes.

Las desconexiones de los diversos elementos del sistema en nuestro caso estarán a cargo de fusibles en el lado de alta tensión y disyuntores al aire en el lado de bajo, según el planeamiento que ya se ha expuesto anteriormente.

Para poder calcular las corrientes de cortocircuito necesitamos disponer del diagrama unifilar del sistema, en el que se muestren las características de todos los elementos que lo forman, obteniendo a partir de éste el diagrama de impedancias o de reactividades en que figuren los circuitos equivalentes, de las líneas de transmisión. Se lo presenta con precisión poniendo en serie todas sus resistencias y reactividades inductivas y en paralelo sus

capacitancias con respecto al neutro.

El circuito equivalente de los transformadores comprendería la resistencia y la reactancia de dispersión - del primario y secundario en las ramas serie y los compo<sup>n</sup>entes de magnetización en las paralelas. El generador se representa poniendo su voltaje de generación en serie con sus valores de resistencia y reactancia. Las cargas, para estos casos, se representan por una resistencia en serie con una reactancia inductiva proporcionados de acuerdo a un factor de potencia. Un diagrama determinado de este modo, es más apropiado para ser estudiado en analizadores de redes, en los que se pueden representar tanto componentes resistivas como reactivas. De aquí que nosotros solamente haremos diagramas simplificados.

### 5.2.2.- COMPORTAMIENTO DE UNA ONDA DE CORRIENTE DURANTE

#### UN CORTOCIRCUITO

Para 60 ciclos por segundo, una onda de este tipo estudiada en el oscilador se presenta como una onda sinusoidal simétrica, de manera que el medio ciclo positivo es un duplicado del semiciclo negativo. Cuando en un circuito de corriente alterna se presentan las condiciones de cortocircuito, la impedancia que controla la corriente varía repentinamente, cambiándose instantáneamente el valor de la corriente. Esto descontrola temporalmente el equilibrio entre las varias reactancias dentro de los generadores, de manera que el incremento repentino de corriente puede cambiar la simetría de la onda con respecto al eje, teniéndose un efecto similar al de añadir un componente de corriente continua que decrece con el tiempo.

La corriente alterna bajo condiciones de cortocircuito es más grande cuando se inicia y decae rápidamente luego de unos pocos ciclos, para seguir decayendo más lentamente en un número mayor de ciclos, hasta llegar a un valor simétrico estable que estaría regulado por la impedancia sincrónica normal.

Para representar estos valores transitorios, de corriente se utilizan tres valores de reactancia que son: - subtransitoria, transitoria y sincrónica. De estas las -



que más interesa es la subtransitoria, principalmente en los generadores donde controla la potencia inicial que alimenta la corriente de cortocircuito, determinando por lo tanto la corriente instantánea que el interruptor automático debe soportar antes de que sus contactos se abran y la potencia que debe interrumpirse al momento que estos se abren.

Para determinar la corriente inicial de falla, la reactancia subtransitoria de generadores, motores sincrónicos, y de inducción es la que se emplea. Para establecer la capacidad de la interrupción de los disyuntores, se emplean las reactancias subtransitorias en generadores y transitorias en los motores sincronizados despreciando la de motores de inducción. En cuanto a los cables y transformadores para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se toman en cuenta sus impedancias normales o sea las de resistencia positiva.

Las corriente así determinadas corresponden a los valores simétricos de la corriente de cortocircuito, y para tomar en cuenta la componente de corriente continua que se presenta en los primeros momentos de iniciado el cortocircuito se aplican factores mayores que la unidad. El factor por lo general es 1,6 para potencias superiores a los 5.000 KW y 1,4 para valores menores, excepción hecha en sistemas en que la carga predominante está constituida por motores sincrónicos. Si se toma en cuenta la impedancia total del sistema incluyendo la reactancia de los generadores, para seleccionar fusibles el valor de la corriente de cortocircuito debe ser multiplicado por el factor 1,2 y con el resultado se tiene la corriente a interrumpirse bajo condiciones de falla.

### 5.2.3. DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS Y CALCULOS DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.-

Debemos comenzar determinando el diagrama de impedancia del sistema, calculando los valores de impedancia de los generadores/transformadores de potencia, líneas de transmisión y circuitos de distribución que van a influenciar limitando la corriente de cortocircuito en los déver

los puntos que nos interesan.

Una vez determinado el diagrama de impedancia y para simplificar el cálculo, vamos a utilizar el método de tanto por uno.

Esto requiere valores que se tomen de referencia de cada una de las siguientes magnitudes, voltaje, corrientes, potencia en KVA e impedancia. Estas magnitudes están relacionadas en tres si del tal manera seleccionamos las bases de dos de ellas, las bases de las otras dos quedan de hecho determinadas.

Es práctica común tomar como referencia las bases de potencia y voltaje, lo que da como resultado que las corrientes e impedancias sean bases dependientes que pueden calcularse con las siguientes fórmulas:

$$I_b = \frac{KVA_b}{3 KV_b}$$

$$Z_b = \frac{(KV_b)^2 \times 10^3}{KVA_b}$$

Cabe aclararse que el voltaje base se refiere al voltaje de fase a fase, y los KVA base comprenden las tres fases ya que estas fórmulas son para sistemas trifásicos.

Asimismo cualquier impedancia conocida en ohmios puede ser expresada en tanto por uno de la impedancia base, mediante la fórmula siguiente:

$$Z_{pu} = \frac{KVAb \times Z_{\Omega} (\sim)}{KVB \times 10^3}$$

Las características de los diversos elementos que intervienen en el sistema que nos ocupa podemos resumirlas así:

Tres centrales hidreléctricas van a interconectarse en la subestación sur colocada en el barrio de Laluncoto de esta ciudad de donde salen ramales que alimentan pequeñas subestaciones localizadas en distintos lugares de consumo, de las cuales no interesa la subestación No. 2 ubicada en la calle Maldonado y junto al puente del río Machángara. Es precisamente esta subestación la que va a alimentar la red aérea que llegará hasta cerca de nuestra urbanización a 6.300 V.

Un diagrama unifilar completo se presenta demasiado complicado y el cálculo a base de él, resulta innecesario por lo que nos serviremos únicamente del disyuntor de la subestación No. 2 que alimentará el circuito que nos interesa, y cuyos datos nos ha suministrado la Empresa Eléctrica Quito.

Se trata de un disyuntor de 600 amps. nominales, 7,2 KV y 40 MVA de capacidad de interrupción.

A partir de este disyuntor el diagrama unifilar que se tendría es el siguiente:

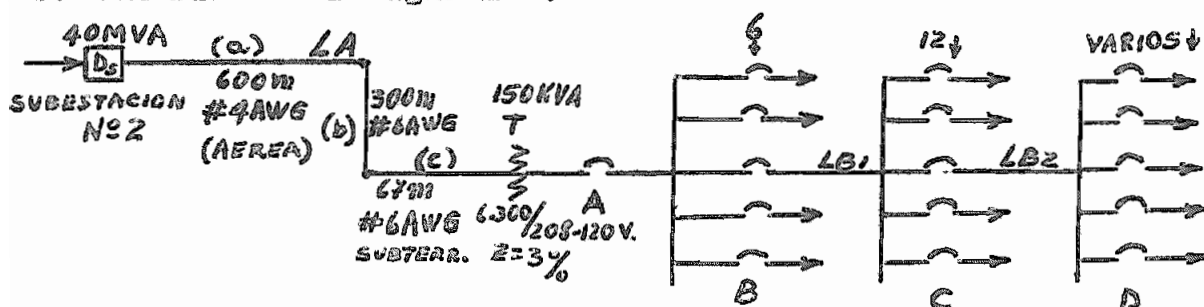


Fig. 39

Es necesario ahora determinar las impedancias en valores dados en unidad (PU) tomando como base 150 KVA y 6,3 KV.

a.- SUBESTACION No. 2.- Basándonos en la capacidad de interrupción del disyuntor, podemos reemplazarlo por un generador imaginario, que con la potencia base y un valor dado de impedancia nos reproduzca las condiciones reales del sistema. Para esto procedamos así:

$$Zg \text{ eq.} = \frac{KVAb}{KVAdisy.} = \frac{150}{40.000} = 3,75 \times 10^{-3} = 0,00375$$

b.- Línea de Alta Tensión.- Comprende un tramo (a) aéreo de 6000 metros con conductor No. 4 AWG, una derivación (b) con alambre No. 6 AWG de 300 mts. y la cometida subterránea (c) de 67 mts. con cable tripolar No. 6 AWG.

A base de las mismas tablas que nos sirvieron para comprobar la caída de tensión obtenemos las respectivas impedancias, en forma vectorial a fin de poder sumarlas.

Tramo (a).-  $\bar{Z} (a) = 0,948 + j0,405 \text{ } \Omega / \text{Km.}$

$$\bar{Z} (a) = 0,57 + j 0,243 \sim / \text{Km.}$$

Tramo (b).-  $\bar{Z} (b) = 1,51 + j 0,423 \sim / \text{Km}$

$$\bar{Z} (b) = 0,454 + j 0,127 \sim$$

Tramo (c).-  $\bar{Z} (c) = 1,54 + j 0,172 \sim / \text{Km}$

$$\bar{Z} (c) = 0,104 + j 0,0116 \sim$$

Luego la impedancia total de la línea de alta será:

$$\bar{Z}_L (A) = \bar{Z} (a) + \bar{Z} (b) + \bar{Z} (c) = 1,128 + j 0,3716 \sim$$

$$Z_L(A) = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{1,128^2 + 0,3716^2} = \sqrt{1,28 + 0,139}$$

$$= \sqrt{1,419} = 1,196 \sim$$

$$Z_L(A)_{pu} = \frac{150 \times 1,196}{6,3^2 \times 10^3} = \frac{0,179}{6,3^2} = 0,00491$$

c.- Transformador.- Como no se dispone del transformador y solamente conocemos su potencia y voltaje, nos hemos basado en valores que proporcionan las fábricas americanas y que permiten un valor del 3% máximo dentro de lo estandarizado. Si ese valor no resultara adecuado para escoger nuestros disyuntores, se podría pedir el transformador con una impedancia que se ajuste a nuestras necesidades. Como las bases se han tomado de acuerdo con las características del transformador, la impedancia en pu será:

$$Z_T (pu) = 0,03$$

d.- Red de baja tensión.- Para cálculos de corriente de cortocircuito solamente nos interesa el tramo más corto que corresponde al ramal que va a alimentar al Hoque No. 4 que apenas tiene una longitud de 20 m. de conductor No. 3 AWG.

$$\bar{Z}_L (B1) = 0,671 + j 0,132 \sim / \text{Km.}$$

$$Z_L(B1) = \sqrt{0,671^2 + 0,132^2} = \sqrt{0,4674} = 0,68 \sim / \text{Km}$$

$$Z_L(B1) = 0,68 \times 0,02 = 0,0136 \sim$$

$$Z_L(B1)_{pu} = \frac{150 \times 0,136}{0,208^2 \times 10^3} = 0,0476$$

e.- Acometidas.- Igualmente nos interesa la más corta, es decir la que sirve al lugar más acercado al centro de medidores y que apenas alcanza una longitud de 7 m. de conductor No. 6 AWG.

$$ZL(B2) = 1,54 + j 0,245 \Omega / \text{Km}$$

$$ZL(B2) = \sqrt{1,54^2 + 0,245^2} = \sqrt{2,44} = 1,56 \Omega / \text{Km.}$$

$$ZL(B2) = 1,56 \times 0,007 = 0,01092 \Omega$$

$$ZL(B2)_{pu} = \frac{150 \times 0,01092}{0,0433 \times 10^3} = 0,0384$$

#### 5.2.4.- CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.-

Calculados los valores ya podemos hacer la representación monofásica de impedancias, incluyendo todos los elementos que componen el sistema (v. figs. 40 y 41).

Los posibles puntos de falla son los que se observan en la fig. 40 pero no es necesario calcular el cortocircuito que se tendría en todos los 7 casos, puesto que algunos de ellos son idénticos, por ej. F1 = F2; F3 = F4 etc., siendo suficiente calcular para los puntos Fo, F2, F4 y F6, - con lo cual ya se pueden determinar todos los disyuntores y fusibles.

Los valores que se obtienen para cada caso son:

a.- Falla Fo.-

$$F = \text{KVA} / Et = \text{KVA} / \sum Zx; F_o = \frac{150}{0,00375 + 0,00491} = \frac{150}{0,00866} = 17.400 \text{ KVA.}$$

$$I_{cc0} = \frac{17.400}{\sqrt{3} \times 6,3} = \frac{17.400}{10,9} = 1.590 \text{ Amps.}$$

b.- Falla F2.-

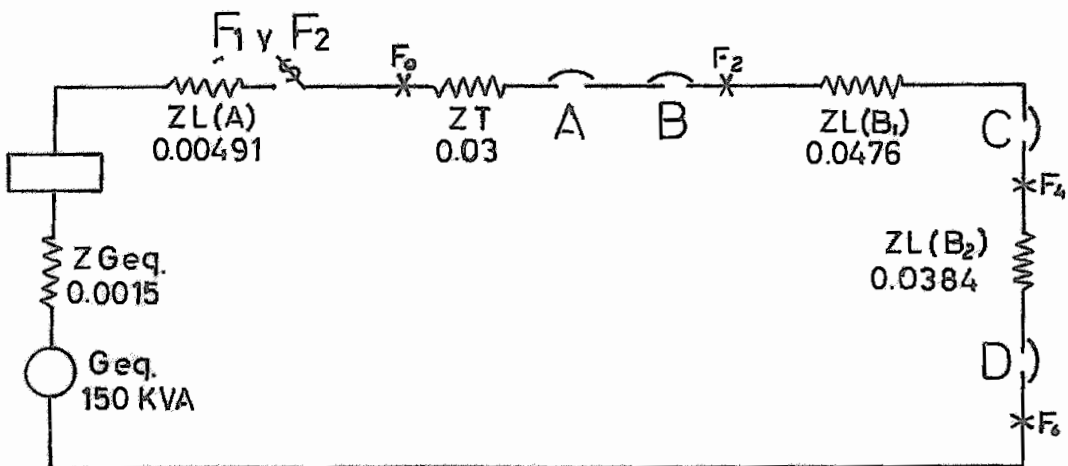
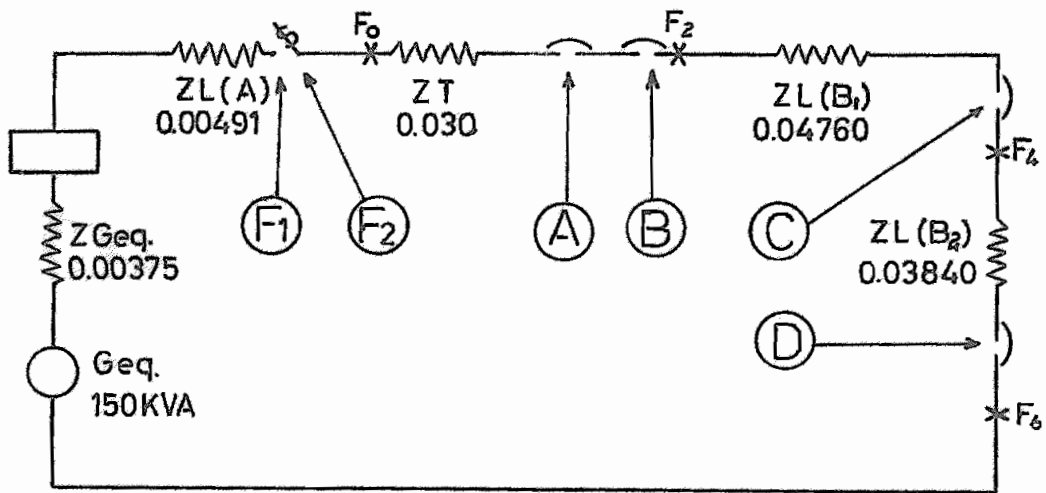
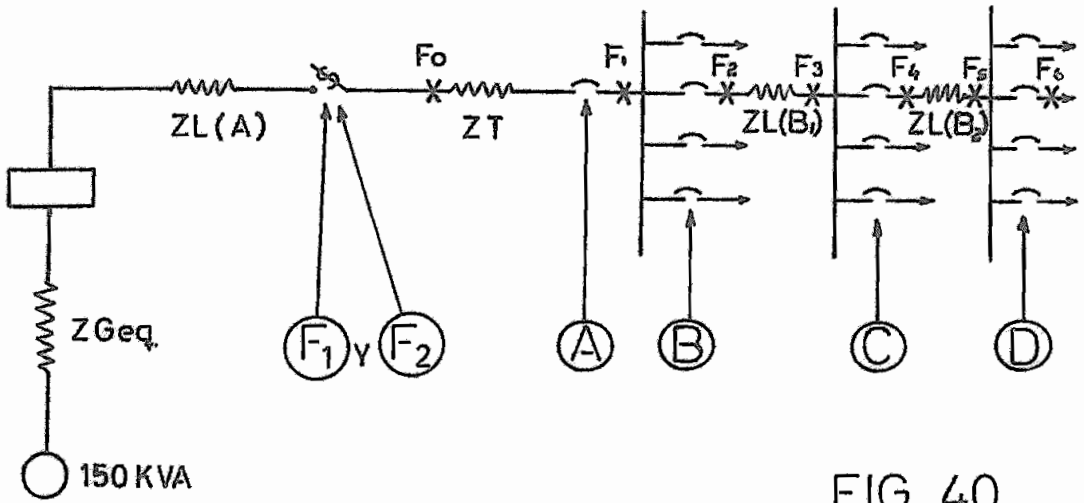
$$F_2 = \frac{150 \text{ KVA}}{0,00375 + 0,00491 + 0,03} = 3.920 \text{ KVA} = 3,92 \text{ MVA}$$

$$I_{cc2} = \frac{3.920}{\sqrt{3} \times 0,208} = \frac{3.920}{0,361} = 10.800 \text{ amps.}$$

c.- Falla F4.-

$$F_4 = \frac{150}{0,00375 + 0,00491 + 0,03 + 0,0476} = \frac{150}{0,08625} = 1.740 \text{ KVA.}$$

$$I_{cc4} = \frac{1.740}{0,361} = 4.800 \text{ amps.}$$



d.- Falla F6.-

$$F6 = \frac{150}{0,08625 + 0,0384} = \frac{150}{0,12465} = 1.210 \text{ KVA}$$

$$I_{cc6} = \frac{1.210}{0,361} = 3.350 \text{ amps.}$$

De estos valores concluimos que los disyuntores A y B necesitan tener una capacidad de interrupción superior a los 10.000 amps., debiendo por lo tanto ser especiales, puesto que lo standard en los EE.UU. es que se fabriquen para 10.000 amps. Esto va a elevar el costo del proyecto y debemos analizar si es más conveniente usar disyuntores especiales o aumentar la impedancia del sistema lo que se podría conseguir, pidiendo un transformador con impedancia mayor que el 3% tomado para el cálculo.

Un transformador con impedancia no estandarizada en los EE.UU. requiere un diseño especial y tratándose de una sola unidad, todo el incremento en el costo por esta razón se recargará sobre él, cuyo valor oscilaría en un 20% que es bastante alto. En cambio disyuntores con altas capacidades de interrupción si se fabrican con un pequeño incremento en el costo como se puede comprobar fácilmente mediante una revisión de catálogos. De este pequeño análisis deducimos que es más conveniente la utilización de los disyuntores especiales y nos decidimos por ellos.

A fin de tener mayor seguridad en el diseño, en lo referente a la capacidad de interrupción de los disyuntores, hemos previsto la posibilidad de que la Empresa Eléctrica cambie el disyuntor actualmente instalado en la subestación No. 2 que es demasiado anticuado, con uno moderno que se está estandarizando en Quito, de 100 MVA de capacidad de interrupción, y que nuestro transformador tenga el valor normal de 3% de impedancia, con lo cual los valores que ahora se tienen son los anotados en la fig. 42 y los resultados los siguientes:

$$ZG = \frac{150 \text{ KVA}}{\text{eq. } 100.000} = 0,0015$$

y las fallas que corresponden son:

$$a.- F_0 = \frac{150}{0,0015+0,0049} = \frac{150}{0,0064} = 23.400 \text{ KVA}$$

$$I_{cc0} = \frac{23.400}{1,73 \times 6,3} = \frac{23.400}{10,9} = 2.140 \text{ amps.}$$

$$b.- F_2 = \frac{150 \text{ KVA}}{0,0015+ 0,0049+0,03} = \frac{150}{0,364} = 4.250 \text{ KVA}$$

$$I_{cc2} = \frac{4.250}{1,73 \times 0,208} = 11.800 \text{ amps.}$$

$$c.- F_4 = \frac{150}{0,0364 + 0,0476} = 1.780 \text{ KVA}$$

$$I_{cc4} = \frac{1.780}{1,73 \times 0,208} = 4.900 \text{ amps.}$$

$$d.- F_6 = \frac{150}{0,0364+0,0476+ 0,0384} = 1.226 \text{ KVA}$$

$$I_{cc6} = \frac{1.226}{1,73 \times 0,208} = 3.400 \text{ amps.}$$

Estas son las condiciones más desfavorables que podríamos tener, para satisfacer las cuales necesitamos que los disyuntores A y B sean especiales, similares al tipo-EH de la Westinghouse, con una capacidad de interrupción de 15.000 amp.

Los disyuntores C y D pueden ser ordinarios con 5.000 amp. con capacidad de interrupción.

Basándose en los cálculos anteriores y aplicando un factor de corrección de 1,02 debido a la altura a que van a trabajar (2.800 m) hemos seleccionado los disyuntores - que se especifican la lista de materiales.

Así mismo los valores que hemos obtenido para corrientes de cortocircuito, nos sirven para el dimensionamiento de conductores y varillas de conexión a tierra, basándonos en la siguiente tabla:

TABLA No. (1)

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO      CABLE NECESARIO PARA CONEXION  
A TIERRA.-

Menos de 2.000 amps.      1/0 AWG

(1) Ver Catálogo No. 50 Burndy, Tabla No. 65.



de 2.000 a 4.000 amps.	2/0 AWG
de 4.000 a 6.000 "	250 MCM
de 6.000 a 10.000 "	350 MCM
de 10.000 a 15.000 "	500 MCM
de 15.000 a 20.000 "	750 MCM
de 20.000 a 30.000 "	1.000 MCM

Cada varilla de copperweld de 5/8"  $\phi$  puede soportar sin dificultad corrientes de cortocircuito superiores a los 5.000 amps., y como hemos planeado poner cuatro en paralelo, formando una malla, estamos dentro de los límites, que se han establecido para el objeto.

### 5.3.- PROTECCION Y COORDINACION.-

Como los dispositivos de protección contra sobrecorrientes ya hemos seleccionado, debemos a continuación establecer una coordinación entre ellos, de manera que la protección resulte eficaz, tanto en lo que se refiere a la seguridad como al aspecto selectividad. Primeramente revisemos las características que deben tener los dispositivos de protección en lo que a tiempo de funcionamiento se refiere, para obtener la selectividad deseada.

Un fusible calibrado para mas o menos 200% de la capacidad normal de un transformador autorefrigerado, como el que hemos escogido, permitirá sobrecargas normales por espacios de tiempo mas o menos pequeños, sobrecorriente instantánea de accionamiento (inrush current) y proveerá una adecuada protección para en caso de fallas.

Los disyuntores al aire que se utilizarán en el lado de baja tensión, se han escogido en base a los detalles que más adelante se anotan, y que vienen a confirmar lo que se ha dicho en páginas anteriores.

En un sistema en que se tienen como protecciones disyuntores térmicos para el lado de alta tensión y fusibles para el de alta, tal como el que nos ocupa y cuyo diagrama unifilar lo hemos representado en la fig. 43 el disyuntor principal del secundario (A), debe ser cuidadosamente escogido, para reducir al mínimo las dificultades que se presentan al tratar de coordinarlo con los demás elementos y

especialmente con los fusibles de alta tensión, Por tanto debe estar diseñado para satisfacer los siguientes requerimientos:

- 1.- Proporcionar protección contra excesivas sobrecargas para el transformador.
- 2.- Proveer protección contra fallas de arco o cortocircuitos en las barras principales o disyuntores de los ramales, (B).
- 3.- El disyuntor principal debe tener selectividad con los disyuntores que protegen los ramales, es decir - que sus características de tiempo-corriente no deben traspasar a las de éstos.
- 4.- El disyuntor principal del secundario debe ofrecer la mejor coordinación posible con los fusibles del primario.

Para asegurar la selectividad entre los fusibles primarios y disyuntor principal del secundario, o sea lograr que el disyuntor abra perfectamente el circuito antes de que lo haga el fusible por una falla en el secundario, - la curva de apertura total del disyuntor debe estar por debajo del tiempo requerido por el fusible, para valores de corriente iguales o menores que el máximo de corriente simétrica de falla que puede circular en el transformador por efecto de una falla en el lado de baja tensión.

Como se puede observar en la fig. 34 y 35 las curvas tiempo-corriente de los fusibles difieren mucho de las similares correspondientes a los disyuntores, por lo que resulta muy difícil lograr una completa selectividad entre ellos especialmente en lo que se refiere al disyuntor principal del secundario (A) y los fusibles primarios ( $F_1$  y  $F_2$ ) pero tampoco es recomendable aumentar la capacidad del fusible para obtener una completa coordinación, porque se estaría sacrificando la adecuada protección del sistema. Una superposición parcial de las curvas características del fusible primario y disyuntor secundario puede aceptarse, - tomando en cuenta que los dos están sirviendo de protección contra fallas en las barras principales de baja tensión - solamente, las mismas que muy difícilmente van a ocurrir-

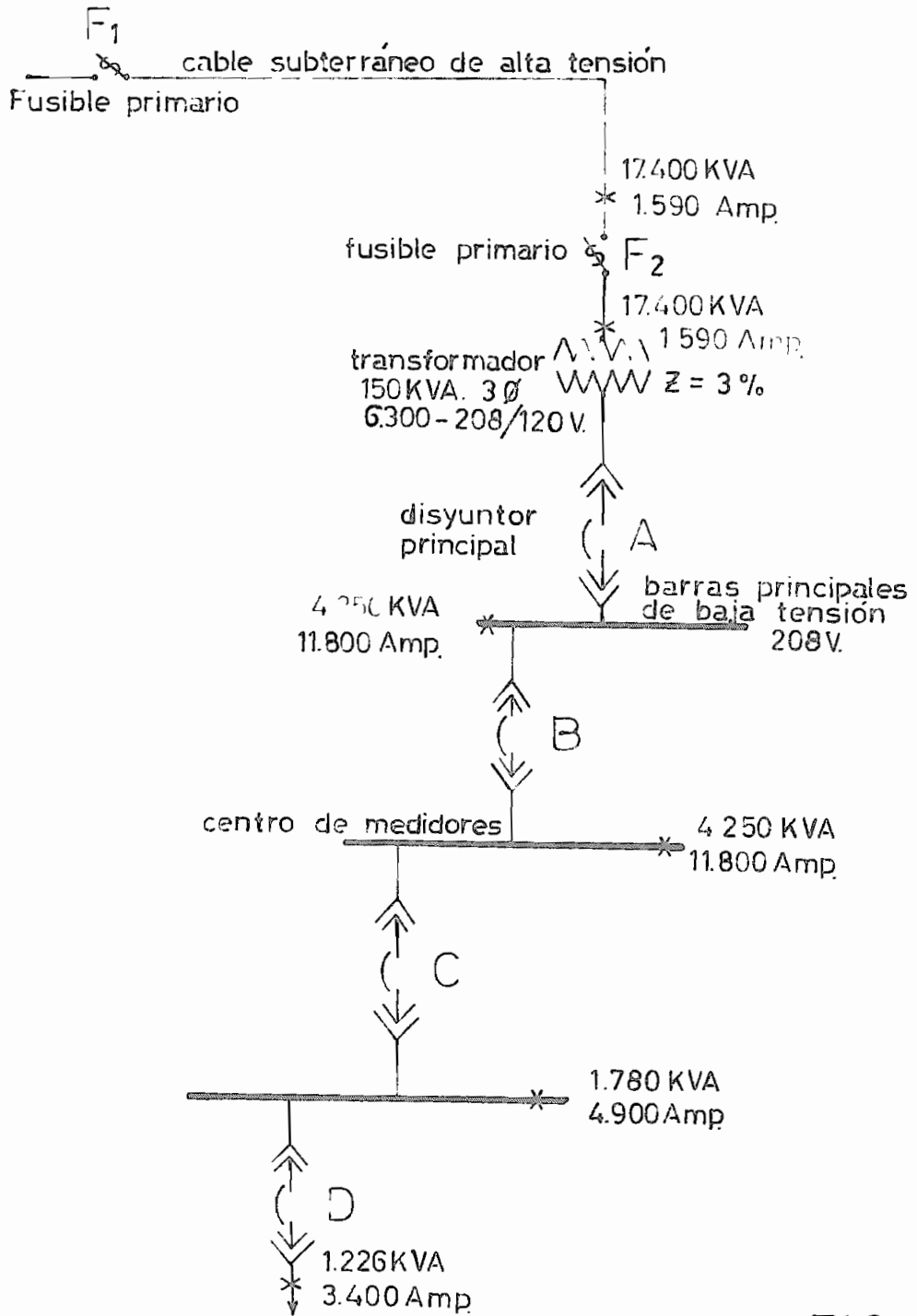


FIG. 43

sobre todo tratándose de un tablero cerrado como el que -  
se usará en nuestro proyecto. Mucho más importante es ob-  
tener una perfecta selectividad entre los disyuntores A, B,  
C y D, lo que sí se ha conseguido con los dispositivos es-  
cogidos y cuyas características podemos resumirlas así:

5.3.1.- Valor Nominal de Corriente.-

F<sub>1</sub> Fusible primario del último poste.- Como la corriente-  
que el transformador va a absorber a plena carga es de  
casi 14 amps., los mismos que circularán por el cable-  
subterráneo de alta tensión debemos utilizar allí fusi-  
bles de 25 amps. tipo T (1).

F<sub>2</sub> Fusible primario de la cámara de transformación.- El -  
valor nominal de corriente es el mismo que para F<sub>1</sub> pe-  
ro debe abrir el circuito antes que él, debiendo por -  
lo tanto usarse un fusible de acción más rápida o sea-  
de 25 amps. tipo K (2).

A. Disyuntor principal del secundario.- La corriente nomi-  
nal del transformador en el lado de baja tensión es de  
420 amps. siendo necesario el uso de un disyuntor para  
600 amps. lo que queda satisfecho con el uso de un dis-  
yuntor tipo MA de tres plos similar al Cat. No. MA3600 (3).

B. Disyuntor para ramales a cada bloque.- De acuerdo a -  
los bloques que van a proteger serán de 100 amps. resul-  
tando apto el disyuntor EH3100 (3).

C. Disyuntor para alimentadores de los departamentos.- Se  
gún cálculos anteriores debe ser de 60 amps. lo que se  
consigue con el uso del tipo JP260 de dos polos (4).

D. Disyuntor para circuitos de los departamentos.- Se re-  
quieren de 20, 30 y 40 amps. todos del tipo QF (4).

---

(1) V. Distribution Systems por Westinghouse. Tabla No.  
18 Pág. 403, edition 1959.

(2) V. Distribution Systems por Westinghouse, tabla No. 18  
Pág. 403, edition 1959.

(3) V. Catalog 30.000 de Westinghouse, 25 edition. Pág. 46

(4) V. Handi Guide '65 de Frank Adams Electric Company, -  
section 200-00, Pág. 2.

### 5.3.2.- Capacidades de Interrupción Requeridas.-

- $F_1$ . Según la fig. 43 la corriente de cortocircuito en el cable de alta tensión o en el transformador no va a pasar de 23.400 KVA (2.160 amps.) y por lo tanto un cortocircuito fusible para trabajo continuo (Heavy - duty cut-out) en caja de porcelana para 50 amps. y 7,8 KV resulta adecuado (1).
- $F_2$ . Debe reunir las mismas condiciones que  $F_1$  y por tanto se han tomado similares.
- A. La corriente de cortocircuito que se va a tener en las barras principales de baja tensión es de 11.800-amps. y por tanto el disyuntor escogido en base a la corriente nominal, que tiene una capacidad de interrupción de 50.000 amps. cumple con la condición. (1)
- B. La falla que para estos disyuntores es también de 11.800 amps y los de tipo EH escogidos tienen una capacidad de 15.000 amps por lo que resulta ideales (1)
- C. Para estos disyuntores es el peor de los casos se tendrían 4.900 amps. por lo cual el tipo QF que soporta 5.000 amps. es suficiente (1).
- D. Para ellos la falla es todavía más pequeña (3.400 amps) y por tanto los de tipo QF escogidos trabajarán a cabalidad (1).

### 5.3.3.- Características de Apertura.-

$F_1$  y  $F_2$ . Las curvas características de los fusibles a usarse, que estén dadas por la curva mínima de fusión y la máxima apertura total, encierran una faja o banda que delimita perfectamente su campo de accionamiento. Para establecer una comparación con los demás dispositivos de protección estas curvas se han dibujado reduciendo sus valores de corriente en alta tensión a los equivalentes en baja.

- A. El disyuntor principal del secundario mantiene perfecta selectividad con los demás disyuntores del sistema. -

(1) V. Distribution Systems de Westinghouse, Edition 1959

Tabla No. 4, pág No. 373.

aunque como salta a la vista en la fig. 44 su banda característica de accionamiento se superpone en parte con la de los fusibles primarios, sin que se haya podido evitarlo. Esto significaría que los fusibles podrían abrir el circuito antes que el disyuntor, pero esta posibilidad es muy remota por cuanto la curva mínima del disyuntor no sobrepasa a la de apertura total del fusible y porque al producirse una falla en las barras principales de baja tensión, las curvas ya están totalmente alejadas (11.800 amps). Como confirmación de esto podemos analizar el posible punto crítico, el mismo que se presenta cuando la corriente adquiere un valor de más o menos 2.000 amps. lo que de acuerdo a los cálculos efectuados en la sección 5.2.3. únicamente puede ocurrir en los circuitos de los departamentos, siendo los disyuntores D los encargados de separar el circuito falloso. Entonces claro es que las curvas traslapadas que se observan en la fig. 44 para este caso no tienen significación alguna.

El disyuntor A va a dar también protección contra excesiva sobrecarga al transformador, puesto que tiene un valor pico de 600 amps. que viene a ser mas o menos el 150% de la corriente nominal del transformador, y el NEC permite una sobrecarga máxima del 250%, de lo que se deduce que estamos dentro de límites aceptables.

- B. Los disyuntores tripolares de este grupo van a dar adecuada protección a los cables que alimentan independientemente a cada bloque y como se puede observar en la fig. respectiva, guardan perfecta selectividad con los demás disyuntores y con los fusibles de alta tensión.
- C. Estos disyuntores son de dos polos y protegerán los cables alimentadores de cada departamento. También están perfectamente coordinados con los demás elementos que constituyen el sistema.
- D. Son los protectores unipolares que forman parte del tablero de distribución de cada departamento. En la fig. 44 se ha representado la faja correspondiente al disyuntor de 40 amps. que será el mayor a tenerse allí y por tanto el que más desfavorable se presenta para la coordinación y que sin embargo cumple con las condiciones que se requieren.

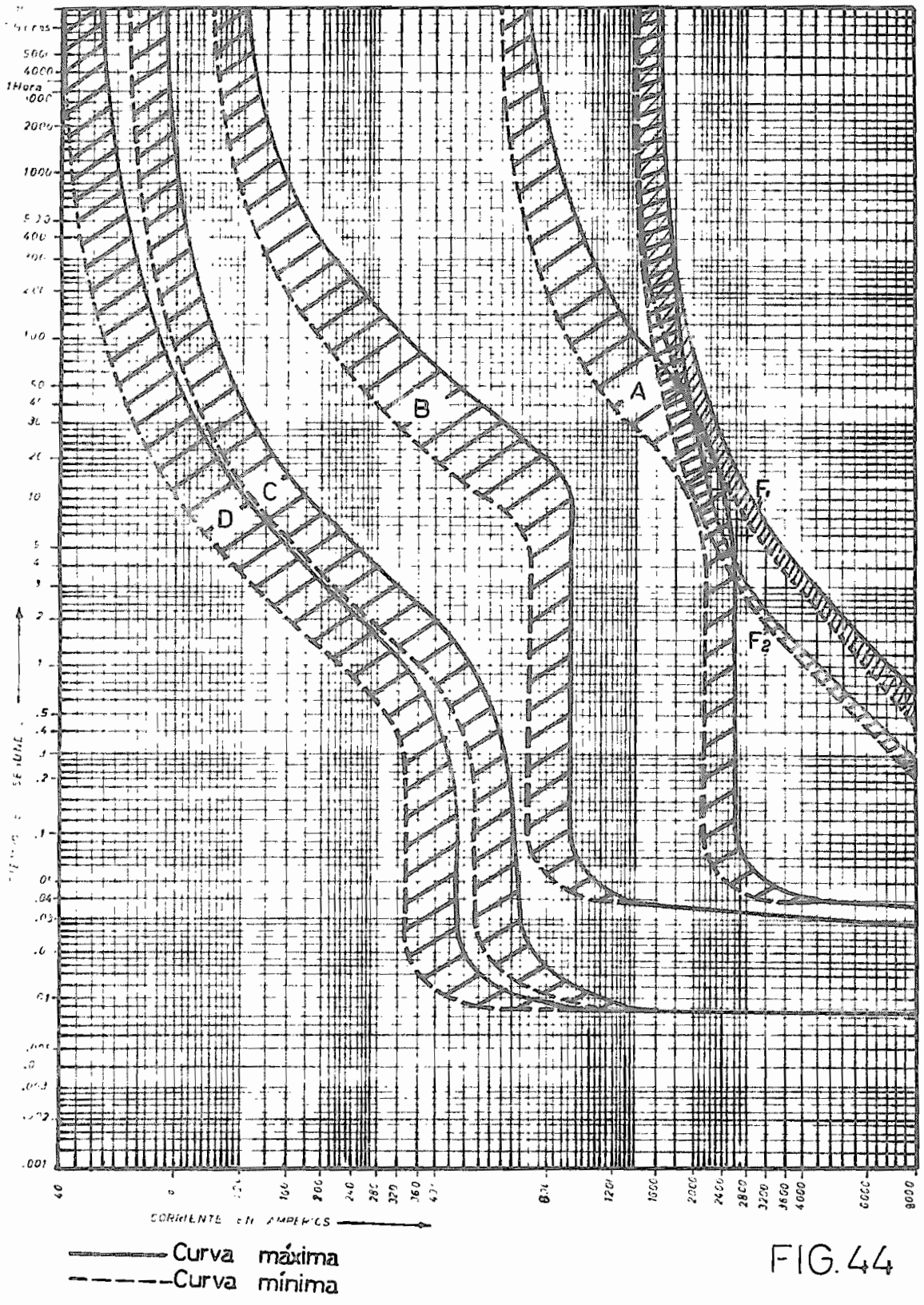


FIG. 44

## C A P I T U L O - V I

### ASPECTOS ECONOMICOS

El aspecto económico es un punto de vital importancia en la elaboración de un proyecto, más aún en el caso que nos preocupa, puesto que se trata de una urbanización destinada a proveer viviendas a un precio mínimo posible, sin descuidar en ningún momento el aspecto social y seguridad de las personas que van a residir en ellas. Por esto el planeamiento de electrificación estará dentro de normas establecidas que por desgracia aún no se han elaborado en el país, viéndonos obligados a tomarlas otros económicamente fuertes como Estados Unidos, Venezuela y México, tratando desde luego de adaptarlas en lo posible a las condiciones de nuestro medio. De aquí que los materiales seleccionados para llevar a cabo el proyecto son los que con un mínimo costo, desempeñen la función a cada uno encomendado, en tal forma que ofrezcan garantías de seguridad y duración. Se trata pues de materiales que reúnen las mínimas exigencias de los Códigos, y que por tanto van a tener el costo más bajo que se ha podido obtener, con excepción de los interruptores automáticos que se han escogido, en vista del peligro que entraña el uso de tableros con tapones fusibles por las razones ya expuestas anteriormente, y que a la postre en lugar de representar ahorro van a ocasionar gastos posiblemente mayores, por adecuación a las instalaciones que queden destruidas.

A continuación detallamos las listas completas de materiales con las especificaciones imprescindibles para una fácil comprensión por parte de los proveedores e instaladores.

#### 6.1. LISTAS DE MATERIALES Y ESPECIFICACIONES.-

Para facilitar al Banco Ecuatoriano de la Vivienda la determinación de costo probable de cada departamento y local destinado a servicios, se ha optado por indicar separadamente la lista de materiales correspondientes a cada



uno de ellos. Como no va a ser exactamente igual para todos los departamentos por la ubicación diferente respecto al centro de medidores, hemos procedido a hacer un promedio de las longitudes necesarias para los alimentadores y su canalización.

El costo de materiales y equipos que son de uso común se repartirá equivalentemente entre todos los usuarios.

6.1.1. INSTALACIONES INTERIORES.-

a.- Departamento Tipo:

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Especificaciones</u>
1	61	Tubo conduit metálico, liviano, galvanizado, tipo EMT de 1/2" $\phi$ y 10' de longitud, completo con acoplamiento y tornillos de fijación.
2	6	Tubo similar al renglón 1 pero de 3/4" $\phi$ .
3	3	Tubo similar al renglón 1 pero de 1" $\phi$
4	5	Tubo similar al renglón 1 pero de 1 1/2" $\phi$
5	7	Caja conduit octagonal metálica, liviana, galvanizada de 4" x 4" x 21/8" y agujeros para tubos de 1" $\phi$ . Ref. Cat. No. SP24151 de General Electric, completa con tapa y agujero central. Ref. Cat. No. SP2406 para usarse como caja de derivación y salida para lámparas.
6	40	Caja similar al renglón 5 pero de 3 1/4" x 3 1/4" x 1 1/2". Ref. Cat. No. SP54151 de G.E., completa con tapa Cat. No. SP5406.
7	145	Conector galvanizado para empalme de tubo de 1/2" $\phi$ a caja de conexiones - con perno de ajuste y contratuerca. - Ref. Cat. No. 253 de G.E.
8	5	Conector similar al renglón 7 pero para tubo de 3/4" $\phi$ . Ref. Cat. No. 278 de G.E.
9	5	Conector similar al renglón 7 pero para tubo de 1" $\phi$ , cat. No. 264 de G.E.

<u>RENGLON</u>	<u>CAANTIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
10	53	Caja conduit metálica galvanizada rectangular de 4" x 2 1/8" x 7/8" para alojamiento de interruptores y tomacorrientes. Ref. Catálogo No. SP5800 3/4 de General Electric
11	160	Metros de conductor unifilar de cobre suave con aislamiento de cablecón para 600 V. calibre No. 14 AWG Ref. Tipo Ambato de Cablec
12	150	Metros de conductor similar al del renglón 11 pero No. 12 AWG.
13	30	Idem al conductor del renglón 11 pero calibre No. 10 AWG.
14	36	Metros de conductor similar al del renglón 11 pero No. 8 AWG.
15	38	Metros de conductor similar al del renglón 11 pero No. 6 AWG.
16	50	Metros de conductor similar al del renglón 11 pero No. 18 AWG.
17	2	Libras de alambre de hierro galvanizado No. 18 para utilizarse como guía en el paso de conductores por la tubería conduit metálica.
18	1	Libra de clavos de 3" de longitud para sostén de cajas metálicas en los encofrados.
19	13	Interruptor simple de dos vías para 125 V. 10 Amp. Ref. Cat. No. 891 de BRYANT completo con tapa cat. No. 81071.
20	6	Interruptor simple de tres vías. Ref. Cat. No. 893 de Bryant, completo con tapa Cat. No. 891 para control de luces desde dos puntos alejados.
21	1	Interruptor automático de presión para usarse en puerta corrediza de closet. Ref. Cat. No. 126 de General Electric.
22	2	Tomacorriente doble 125 V. 15 Amperios. Ref. Cat. No. 808 completo con su respectiva tapa Cat. No. 82071 de Bryant. Deberá el tomacorriente estar equipado con un tercer agujero para conexión a tierra.

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
23	4	Toma para teléfono, Ref. Cat.No. G.E. - 4512-3 completo con tapa Cat. No. GE - 8902-1 y enchufe Cat. No. GE 4624-3 de GE.
24	30	Boquilla de baquelita, Ref. Cat.No. GE - 5630-4 de G.E.
25	2	Aplique de pared de porcelana 660 W.-250 V. sin interruptor, Ref. Cat.No. G.E. 5740-7 de G.E.
26	2	Aplique de pared de posrelana 660 W - 250 V. con interruptor, Ref. Cat. No. - GE5741-7 de G.E.
27	1	Pulsador tipo pared para accionar timbre. Ref. Cat. No. GE 2201-1 de G.E.
28	1	Timbre tipo campanilla 10 V. Ref. Cat.- 2224-0 de G.E.
29	3	Rollo de cinta aislante plástica de 12 1/2' de longitud y 1/2" de ancho, resistencia al agua, ácidos, aceites y álcalis. Ref. Cat. No. 2471-3 de G.E.
30	1	Transformador para señalización 120/10 V. 40 W. Ref. Cat. No. GE2250-0 de G.E., para usarse con timbre del renglón 28.
31	1	Cádo conduit metálico, liviano, galvanizado con 90° de radio de curvatura y de 1 1/2" Ø para tubo de renglón No. 4.
32	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. nominales 120-240 V. y 3 conductores, para 8 disyuntores individuales o 16 tipo duplex de 9" x 16" x 3 7/8". Ref. Cat. No. LC2308-3810 de Frank Adam Electric Company.
33	2	Interruptor automático de 1 polo, individual para 120-240 V. y 40 amps. Ref. Cat. No. QF140 de Frank Adam, para protección de circuito de cocina eléctrica.
34	2	Interruptor similar al renglón 33 pero de 30 amps. Cat. No. QF130 para protección de circuito de calentador de agua.

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
35	4	Interrupor automático tipo duplex - 120-240V. con dos disyuntores de 15-amps. en uno. Ref. Cat. No. D2015 de F.A.E.C. para usarse como protección de circuitos de alumbrado y tomaco - rrientes.
b.- <u>ALMACEN:</u>		
51	28	Tubo conduit metálico, similar al renglón 1.
52	7	Idem pero de 3/4" $\phi$
53	3	" " " 1" $\phi$
54	2	Caja conduit similar al renglón 5
55	18	Caja metálica similar al renglón 6
56	65	Conector galvanizado similar al renglón 7
57	12	Idem pero de 3/4" $\phi$
58	2	" " " 1" $\phi$
59	19	Caja rectangular similar al renglón 10
60	170	Mts. de conductor similar al renglón 11, No. 12 AWG
61	40	Idem pero de 10 AWG
62	50	" " No. 6 AWG
63	100	" " " 4 AWG
64	1	Lb. de alambre similar al renglón 16
65	1	Lb. de clavos similar al renglón 17
66	6	Interrupor simple similar al renglón 18
67	12	Tomacorrientes doble similar al renglón 22.
68	1	Toma para teléfonos similar al renglón 23
69	4	Boquilla similar al renglón 24
70	3	Cinta aislante similar al renglón 29
71	1	Codo similar al renglón 31
72	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120-240, 3 conductores, para 4 disyuntores individuales u 8 tipo duplex de 9" x 16" x 3 7/8", completo con tapa similar al Cat. LCQP08-3 L10 de F.A.E.C.

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
73	3	Similar al renglón 34, interruptor
74	3	Interruptor automático, tipo duplex similar al renglón 35
<b>c.- <u>GUARDERIA:</u></b>		
101	41	Tubo conduit metálico similar al renglón 1.
102	2	Idem pero de 3/4" $\phi$
103	16	" " " 1 1/2" $\phi$
104	6	Caja conduit similar al renglón 5.
105	16	Caja conduit similar al renglón 6
106	54	Conector galvanizado similar al renglón 7.
107	6	Idem pero de 3/4" $\phi$
108	3	" " " 1" $\phi$
109	27	Caja conduit rectangular similar al renglón 10.
110	250mts.	Conductor similar al renglón 11
110	80	Idem pero No. 6 AWG
112	20	" " " 1 "
113	2lbs.	de alambre similar al renglón 16.
114	3 Lb.	de clavos similares al renglón 17
115	5	Interruptor similar al renglón 18
116	1	" " " " 19
117	2	" de 3 vías similar al renglón 20.
118	17	Tomacorriente doble similar al renglón 22.
119	1	Toma de teléfonos similar al renglón 23.
120	19	Boquilla similar al renglón 24
121	1	Aplique de pared de porcelana similar al renglón 25
122	1	Pulsador tipo pared similar al renglón 27
123	1	Timbre similar al renglón 28
124	3	Cinta aislante similar al renglón 29
125	1	Transformador similar al renglón 30
126	1	Codo similar al renglón 31
127	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120-240V., 3 conductores para 4

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
		disyuntores de 1 polo, u 8 disyuntores de doble polo, de 9" x 16" x 3 7/8" completo con tapa similar al Cat. LCQP08-3L10 de Frank Adam.
128	3	Interruptor similar al renglón 35
<u>d.- BIBLIOTECA:</u>		
151	37	Tubo conduit metálico similar al renglón 1.
152	7	Idem pero de 1 1/2" Ø
153	21	Caja conduit similar al renglón 5
154	76	Conector galvanizado similar al renglón 7.
155	23	Caja conduit rectangular similar al renglón 10
156	300 mts.	Conductor similar al renglón 11
157	70	Idem pero No. 6 AWG
158	2 lbs.	de alambre similar al renglón 16
159	2 lbs.	de clavos similares al renglón 17
160	3	Interruptor similar al renglón 18
161	4	" " " " 19
162	16	Tomacorriente doble similar al renglón 22.
163	4	Boquilla similar al renglón 24
164	3	Aplique de pared de porcelana similar la renglón 25
165	2	Cinta aislante similar al renglón 29
166	1	Codo similar al renglón 31
167	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120-240V., 3 conductores para 4 disyuntores de 1 polo, u 8 disyuntores de doble polo, de 9" x 16" x 3 7/8", completo con tapa similar al Cat. No. LCQP08-3L10 de Frank Adam.
168	3	Interruptor similar al renglón 35
<u>e.- CAFETERIA:</u>		
201	33	Tubo conduit metálico similar al renglón 1
202	2	Idem pero de 3/4" Ø

<u>Replón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
203	5	Idem pero de 1 1/2" Ø
204	12	Caja conduit similar al replón 5
205	1	" " " " " 6
206	83	Conector galvanizado similar al replón 7
207	3	Idem pero de 3/4" Ø
208	24	Caja conduit rectangular similar al replón 10
209	220mts.	de conductor similar al replón 11
210	25	Idem pero No. 10 AWG
211	15	" " " 8 "
212	50	" " " 6 "
213	3 lbs.	de alambre similar al replón 16
214	2 lbs.	de clavos similar al replón 17
215	5	Interruptor similar al replón 18
216	1	" " " " 19
217	16	Tomacorriente doble similar al replón 22
218	4	Boquilla similar al replón 24
219	2	Aplicado de pared de porcelana similar al replón 25
220	3	Cinta aislante similar al replón 29
221	1	Codo similar al replón 31
222	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120-240V. 3 conductores para 4 disyuntores de un polo, u 8 disyuntores de doble polo, de 9" x 16" x 3 7/8" completo con tapa similar al Cat. LCQF08-3L10 de Frank Adam
223	2	Interruptor similar al replón 35
224	3	" " " " 34

f.- FARMACIA:

251	8	Tubo conduit metálico similar al replón 1
252	4	Idem pero de 1 1/2" Ø
253	4	Caja conduit similar al replón 5
254	17	Conector galvanizado similar al replón 7
255	6	Caja conduit rectangular similar al replón 10

<u>Replón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
256	1 lb.	de alambre similar al replón 16
257	1 lb.	de clavos similares al replón 17
258	2	Interruptor similar al replón 18
259	4	Tomacorriente doble similar al replón 22.
260	3	Boquilla similar al replón 24
261	1	Cinta aislante similar al replón 29
262	1	Codo similar al replón 31
263	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120-240V. 3 conductores para un disyuntor de 1 polo, o 2 disyuntores de doble polo, de 9" x 16" x 3 7/8" completo con tapa similar al Cat. LCQPOS-3L10 de Frank Adam.
264	2	Interruptor similar al replón 33 pero de 1 polo.

E. - POLICIA:

301	8	Tubo conduit metálico similar al replón 1
302	1	Idem pero de 1 1/2" ø
303	5	Caja conduit similar al replón 6
304	11	Conector galvanizado similar al replón 7
305	4	Caja conduit rectangular similar al replón 10
306	55 mt.	de conductor similar al replón 11
307	1 lb.	de alambre similar al replón 16
308	1 lb.	de clavos similares al replón 17
309	1	Interruptor similar al replón 19
310	3	Tomacorriente doble similar al replón 22
311	4	Boquilla similar al replón 24
312	2	Cinta aislante similar al replón 29
313	1	Codo similar al replón 31
314	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120-240V. 3 conductores para 2 disyuntores de 1 polo, o 4 disyuntores de doble polo, de 9" x 16" x 3 7/8" completo con tapa similar al Cat. LCQPOS-3L10 de Frank Adam.



<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
315	2	Interruptor similar al renglón 35
h.- <u>PELUQUERIA:</u>		
351	7	Tubo conduit metálico similar al renglón 1
352	1	Idem pero de 1" $\emptyset$
353	5	Caja conduit similar al renglón 6
354	20	Conector galvanizado similar al renglón 7
355	6	Caja conduit rectangular similar al renglón 10.
356	43 mt.	de conductor similar al renglón 11
357	1 lb.	de alambre similar al renglón 16
358	1 lb.	de clavos similares al renglón 17
359	2	Interruptor similar al renglón 18
360	4	Tomacorriente doble similar al renglón 22
361	5	Boquilla similar al renglón 24
362	2	Cinta aislante similar al renglón 29
363	1	Codo similar al renglón 31
364	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120-240V., 3 conductores para 2 disyuntores de 1 polo, o 4 disyuntores de doble polo, de 9" x 16" x 3 7/8" completo con tapa similar al Cat. LCQF08-3L10 de Frank Adam.
365	2	Interruptor similar al renglón 264.

i.- ADMINISTRACION:

401	12	Tubo conduit metálico similar al renglón 1
402	4	Idem pero de 1 1/2" $\emptyset$
403	5	Caja conduit similar al renglón 5
404	1	" " " " " 6
405	28	Conector galvanizado similar al renglón 7
406	9	Caja conduit rectangular similar al renglón 10.
407	80 mt.	de conductor similar al renglón 11.
408	30	Idem pero No. 8 AWG
409	1 lb.	de alambre similar al renglón 16
410	1 lb.	de clavos similares al renglón 17
411	4	Interruptor similar al renglón 10

<u>Replón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
412	5	Tomacorriente doble similar al replón 22
413	2	Boquilla similar al replón 24
414	2	Cinta aislante similar al replón 29
415	1	Codo similar al replón 31
416	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120-240V. 3 conductores para 2 dis- yuntadores de un polo, o 4 disyuntadores de doble polo, de 9" x 16" x 3 7/8" comple- to con tapa similar al Cat. No. LCQPC8- 3L10 de Frank Adam.
417	2	Interruptor similar al replón 264.

J.- DEPARTAMENTO DEL CONSERJE:

451	26	Tubo conduit metálico similar al replón 1
452	4	Idem pero de 1 1/2"
453	31	Caja conduit similar al replón 5
454	1	" " " " " 6
455	70	Conector galvanizado similar al replón 7
456	7	Caja conduit rectangular similar al ren- glón 10
457	170 mts.	de conductor similar al replón 11
458	40	Idem pero No. 8 AWG
459	20	" " " 10 "
460	2 lbs.	de alambre similar al replón 16
461	2 lbs.	clavos similares al replón 17
462	5	Interruptor similar al replón 18
463	1	" " " " 19
464	17	Tomacorriente doble similar al replón 22
465	1	Toma de teléfono similar al replón 23
466	12	Boquilla similar al replón 24
467	2	Aplique de pared de porcelana similar al replón 25
468	1	Idem pero con interruptor
469	1	Pulsador de pared similar al replón 27
470	1	Timbre similar al replón 28
471	2	Rollo cinta aislante similar al replón 29
472	1	Transformador similar al replón 30
473	1	Codo similar al replón 31

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
474	1	Tablero metálico de distribución de 100 amps. 120V., 2 conductores para 2 disyuntores de 1 polo, similar al Cat.No. LCQP08-3L10 de Frank Adam.
475	4	Disyuntor similar al renglón 264.
k.- <u>GARAJES:</u>		
401	25	Tubo conduit, liviano similar al renglón 1
402	3	Idem pero de 3/4" $\phi$
403	8	" " " 1 1/2" $\phi$
404	12	Caja conduit similar al renglón 5
405	50	Conector galvanizado similar al renglón 7
406	12	Caja conduit rectangular similar al renglón 10
407	15 mts.	de conductor similar al renglón 11
408	75	Idem pero No. 8 AWG
409	1 lb.	de alambre similar al renglón 16
410	1 lb.	de clavos similar al renglón 17
411	6	Interruptor similar al renglón 22
412	6	Tomacorriente doble similar al renglón 22
413	12	Boquilla similar al renglón 24
414	1	Cinta aislante similar al renglón 29
415	1	Codo similar al renglón 29
416	1	Tablero similar al renglón 32 pero de 4 circuitos.
417	3	Interruptor automático similar al renglón 128.

1.- ILUMINACION DE ESCALERAS:

451	2	Reloj de control graduable para abrir el circuito en tiempos de 1 a 5 minutos, 120V. y 5 amps., 60 ciclos, para montaje en pared, con capacidad para repetir continuamente el proceso. Ref. modelo V 29101 de Intermatic.
452	12	Interruptor simple similar al renglón 18
453	12	Caja conduit rectangular similar al renglón 10
454	2	Caja conduit octogonal similar al renglón 6

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
455	15	Tubo conduit metálico de 1/2" $\phi$ , similar al renglón 1
456	30	Conector para tubo de 1/2" $\phi$ , similar al renglón 7
457	1	Tablero metálico de distribución de 2 polos, 30 amps., para propósitos generales, completos con cubiertas y 2 protectores técnicos de 15 amps. cada una, Ref. Cat. No. 9025 de Square D Co.
458	1	Rollo de cinta plástica aislante similar al renglón 29
459	60 mts.	de conductor No. 12 similar al renglón 11

II.- ALARMA CONTRA INCENDIOS:

501	6	Bocina metálica, resistencia al polvo, para montaje interior, con diagrama de acero en espiral de 4 3/4" $\phi$ , con 18 W de consumo y diseñado para trabajar a 12 V. de Benjamin Products.
502	30	Botones para alarma local contra incendios, acción simple, 1 polo, contactos normalmente abiertos con ventanas de vidrio, de protección similar al Cat. No. 270 SPO de Edwards.
503	6	Tubo conduit de 1/2" similar al renglón 1
504	10	Conector para tubo de 1/2" similar al renglón 7
505	6	Caja octogonal conduit similar al renglón 10
506	20 mts.	de conductor No. 12 similar al renglón 11
507	1	Rollo de cinta aislante similar al renglón 29
508	200 mts.	de conductor de cable desnudo, cableado y estañado No. 1/0 AWG
509	50 mts.	de cable desnudo de cobre, similar al renglón 508 pero No. 2 AWG.

<u>Replón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
510	26	Conector de bronce tipo perno hendido para conductor No. 1/0 AWG. Ref. Cat. No. C-1/0 de Anderson.
511	3	Varilla de copperweld de 5/8", 6' de longitud. REF. No. WDN306 de L. Material.
512	50	Grampa de acero para cable de cobre No. 1/0. V. Cat. de Line Material
513	3	Conector de bronce con perno de sujeción Ref. Cat. No. GC-103-01 de Anderson.

n.- ILUMINACION DE EMERGENCIA:

551	6	Equipo automático para iluminación de emergencia para operar a 115 V. 60 ciclos compuesto por batería, interruptor para operación manual y lamparita indicadora de trabajo del equipo, relé para trabajo continuo que alimente automáticamente las 6 lámparas y desconecte al sentir descarga de la batería o restitución del servicio eléctrico normal, cordón y enchufe de tres clavijas comunes. Cat. No. EE56580 de Graybar Electric
552	36	Reflector cerrado, completo con bulbo de 25 W-12V., PAR-36 de haz luminoso concentrado para trabajar con equipo del replón 1001. Cat. No. 4510 de Graybar.
553	7	Tubo conduit metálico similar al replón 1
554	30	Mts. de conductor No. 12 similar al replón 11
555	7	Caja conduit octogonal similar al replón 6
556	16	Conector metálico para tubo de 1/2"φ. Similar al replón 7
557	2	Caja conduit rectangular similar al replón 10
558	2	Tomacorriente doble similar al replón 22
559	1	Rollo de cinta aislante similar al replón 29.

6.1.2.- ACCREDITADA DE ALTA TENSION.-

<u>Requisición</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
601	300 mts.	de conductor desnudo de cobre, macizo, semiduro, No. 6 AWG para extensión de línea aérea de alta tensión.
602	20mts.	de conductor de cobre, desnudo, sólido, suave No. 9 AWG para utilizarse en ataduras.
603	20 mts.	de cable de acero galvanizado, para tensores, de 7 hilos, 3/8" $\phi$ , carga de rotura 6.500 Kg. y estiramiento del 4%, tipo alta resistencia mecánica.
604	6	Aislador de porcelana tipo PIN para 6,3 KV de tensión de servicio, diámetro libre de agujero roscado para perno de rosca de plomo de 1", según NEMA-ASA 55-3, Cat. No. P-2648 de Electrocerámica.
605	3	Aislador de porcelana tipo suspensión, para 6,3 KV de tensión nominal, 6" $\phi$ , según EEI-NEMA clase 52-1, Cat. No. N5A1 de Line Material.
606	1	Aislador de porcelana tipo retenida, procesado en húmedo, según EEI-NEMA clase 54-3, Cat. No. P-1346 de Electrocerámica.
607	6	Perno de hierro galvanizado de 5/8" $\phi$ con rosca de plomo de 1" $\phi$ , para sujeción de aislador tipo PIN a cruceta de hierro. Clase EEI-NEMA TD-22, Cat. No. DP34S de Line Material.
608	1	Poste de hormigón centrifugado de 11,5 m. de longitud tipo terminal, similar al Cat. No. AT-42-4 de Eteco.
609	2	Poste similar al del renglón anterior pero tipo tangente.
610	2	Cruceta de hierro ángulo galvanizado de 2 1/2" x 1/4" y de 1 m. de longitud, con 2 agujeros de 11/16" a 10 cm. de las puntas.

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
611	1	Cruceta de hierro galvanizado similar a la del renglón anterior pero con 3 agujeros, de 9/16" $\phi$ , 2 a 10 cm. de las puntas y el otro a 40 cm. de una de ellas.
612	1	Cruceta de hierro U de 2 1/2" x 1 1/2" x 1/4" y 1 m. de longitud, con agujeros de 11/16" a 10 cm. de cada extremo.
613	4	Abrazaderas para sujeción de crucetas a poste de hormigón centrifugado, en forma de U, 8 cm. de radio de curvatura, y construidas de hierro galvanizado de 5/8" $\phi$ , completas con 2 tuercas y arandelas.
614	1/2	Metro cúbico de hormigón simple para fundamento de tensor.
615	5 mts.	de hierro de 70 lbs. por yarda, para usarse como anclaje de tensor del último poste.
616	6	Portafusible en caja de porcelana para 7,8 KV y 50 amps. completo con tubo para fusible y accesorios para montaje en cruzeta de hierro, Cat. No. FELDI de L.M.
617	3	Tirafusible de 25 amps. para 7,2 kV, para curvas de fusión aprobadas por NEMA SG-24 de 1964, tipo K, apropiado para ser usado en portafusible del renglón 616, Cat. No. FL3K25 de Line Material.
618	3	Tirafusible de 25 amps. similar al del renglón 617 pero tipo T, Cat. No. FL3T25 de Line Material.
619	3	Protector de sobretensión tipo válvula, modelo de distribución para 6,3 KV de tensión de servicio a 2.800 m. sobre el nivel del mar, completo con accesorios de montaje Cat. No. AVH1A6, tipo ES DE Line Material.
620	1	Terminal para cable tripolar de lata tensión 3 x No. 6 AWG, para trabajar a 6.300 V. tipo invertido, para uso a la intemperie, completo con accesorios de montaje a poste de hormigón centrifugado, conectores

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
		y masa de relleno, Cat. No. 9174-4 de BICC.
621	1	Tubo rígido de hierro galvanizado de 3" $\varnothing$ , para utilizarse como bajante de cable tripolar de alta tensión.
622	4	Abrazadera de pletina de hierro galvanizado de 1" x 3/16" para sujeción de tubo del renglón 621 a poste de hormigón centrifugado, Cat. No. DCSM1 de L.M.
623	10	Escalón de pletina de hierro galvanizado de 1" x 3/8" completo con pernos para sujeción a poste de hormigón centrifugado.
624	1	Abrazadera de pletina de hierro galvanizado similar a la del renglón 622 pero de 1 1/4" x 1/4" y 8 cm. de radio de curvatura.
625	6	Conector de bronce tipo perno hendido para conductor No. 6 AWG, Cat. No. D-6 de Anderson Electric.
626	3	Manguito guardacabo de acero galvanizado para conductor de cobre No. 6 AWG, Cat. No. DG1T1 de Line Material.
627	10 mts.	Cúbicos de arena para usarse como colchón de cable tripolar de alta tensión.
628	223	Ladrillos tipo mambrón de arcilla cocida al fuego, para utilizarse como protección del cable de alta tensión.
629	18 mts.	de cable desnudo de cobre, cableado, estado No. 2/0 AWG para conexión a tierra de los protectores de sobretensión.
630	4	Varilla de copperweld de 5/8" $\varnothing$ y 6' de longitud, para utilizarse como electrodo de conexión a tierra, Cat. No. WDN3C6 de L.M.
631	4	Conector de bronce con perno de sujeción para empalmar cable del renglón 629 con varilla del renglón 630, Cat. No. GC103-01 de Anderson Electric.



<u>Referencia</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
632	70 mts.	de cable tripolar de cobre en un solo pedazo, cableado, con aislamiento de caucho y funda protectora de neopreno o PVC. El espesor del aislamiento tendrá un mínimo de 0,25" de acuerdo con las recomendaciones de IPCEA. La cubierta de protección contra daños mecánicos se ajustará a las recomendaciones de IPCEA, sección 8, apéndice JS19-31. Los tres conductores que lo conforman deben llevar pantalla electrostática.
633	2	Helisa curvada (twisted) de pletina de hierro galvanizado de 2" x 1/4", una vía y 30 cm. de longitud, con agujero de 11/16" Fabricación nacional.
634	2	Pernos de hierro galvanizado de 5/8" x 4" y cabeza hexagonal, arandela y tuerca. Cat. No. DM4B4 de Line Material.
635	1	Templadora de hierro galvanizado de 5/8" con dos pernos de rosca contraria, para regulación de tensor del poste terminal.
636	20	Tubo de concreto de 2" $\phi$ x lm. de longitud para utilizarse como paso de cable de alta tensión en cruce de calle.

6 .1.3.- ORDENA DE TRANSFORMACION.-

701	1	Transformador trifásico de 150 KVA, 6300/208 V. - 120, 60 cilcos, sumergido en baño de aceite y autorefrigerado para instalación a la intemperie, con neutro sacado al exterior en el lado de baja tensión y borne para conexión a tierra con cable No. 2/0 AWG con taps de regulación $\pm 2,5\%$ , $\pm 5\%$ en el lado de alta, para ser instalado a 2.800 mts. sobre el nivel del mar, con indicador de nivel de aceite, 65°C de elevación de temperatura sobre 30°C del ambiente, impedancia 3% y nivel básico de aisla-
-----	---	---

<u>Reoglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
		miento 95 KV, su construcción, pruebas y tolerancia se ajustarán a las normas C-57-12 ASA y TRZ de NEMA.
702	1	Terminal recto para cable tripolar de alta tensión aislamiento para 8 KV, con bornes para conductor No. 6 AWG, similar al Cat. No. 63692 de BICC.
703	15 mts.	de conductor unipolar de cobre, cableado, No. 6 AWG, aislado, para 8 KV, con caucho Butyl y funda de neopreno, con pantalla electrostática, sin neutro a tierra, según tabla KMI-B de las normas IPCBA S19-81.
704	40 mts.	de conductor unipolar de cobre, cableado de 500 MCM, con aislamiento termoplástico para 600V. Se utilizarán para alimentar el tablero general de distribución.
705	20 mts.	de conductor desnudo de cobre, cableado, estañado, No. 2/0 AWG para conexión a tierra.
706	10 mts.	de conductor similar al renglón 705 pero No. 4 AWG.
707	15 mts.	de conductor similar al renglón 705 pero No. 10 flexible.
708	4	Varilla de copperweld de 5/8" $\phi$ y 6' de longitud similar al renglón 629.
709	3	Conector similar al renglón 630
710	1	" " " " 631
711	30	Rack de 1 vía con aisladores de porcelana para cables de alta tensión de hasta 1" $\phi$ similar al Cat. No. 11861 de BICC.
712	1	Rack similar al anterior pero de 3 vías.
713	1	Lote de materiales aislante para alta tensión consistente en cinta de caucho, cinta de fricción, cemento y pintura de caucho.
714	1	Lote de material aislante para baja tensión, consistente en cinta plástica aislante y cinta de caucho.

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
715	15	Perno de hierro galvanizado en caliente de 3/8" $\phi$ x 3" de longitud para sujeción de racks de renglones 711 y 712 a la pared de la cabina.
716	2	Perno de hierro galvanizado de 1/2" x 8" para sujeción de terminal del renglón 702 a la pared.
717	2 mts.	de hierro ángulo de 1" x 3/16" para estructura de soporte de cortacircuitos fusible
718	2mts.	de pletina de hierro galvanizada de 2" x 1/4".
719	6	Perno de hierro galvanizado de 3/8" $\phi$ x 2" de longitud.
720	3	Conector de bronce para emplame de cables de tierra. Cat. No. GC-115-2A de Anderson.
721	20	Grampas de acero galvanizadas de fabricación nacional pero sujeción de cable a tierra.
722	1	Lote de material eléctrico para alumbrado y fuerza de la cabina resistente en una caja conduit octogonal, 2 tubos EMT 1/2" $\phi$ , una boquilla de baquelita, 2 cajas conduit rectangulares, 1 tomacorriente doble, 1 interruptor simple, 20 mts. de alambre con aislamiento termoplástico No. 12 AWG, cinta aislante y 5 conectores para empalmar tubo a caja de conexión.
723	1	Tablero metálico completo con tapa para 4 circuitos individuales. Cat. No. LCQF04-3L10 de Frank Adam.
724	2	Interruptor automático de 30 amps. para montaje en tablero del renglón 723 para protección de circuitos de alumbrado público, Cat. No. EHL30 de Frank Adam.
725	1	Interruptor automático para montaje en tablero de renglón 723 que servirá para protección de circuito interior de la cabina. Cat. No. EHL15 de Frank Adam.

<u>Reiglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
----------------	-----------------	--------------------

Notas.- Desagües, puerta y demás elementos necesarios para construcción de la cabina que se observa en los planos y que no hemos incluido en la lista anterior se tomará en cuenta en las obras Ingeniería Civil.

61.4.- REB DE BAJA TENSION.-

801	1000 mts.	de cable unifilar de cobre No. 3 AWG aislado para 1000V, con doble recubrimiento de PVC. Tipo AMBATO CAB-9C para tendido subterráneo de Cablec,
802	400 mts.	de cable similar al del renglón anterior pero No. 4 AWG para usarse como neutro en la pared.
803	1	Tablero general de distribución trifásico para uso con 4 conductores, prefabricado, apto para instalarse pegado a pared vertical, compuesto de barras principales para 600 amps. y secundarias de 125 amps., de 50" de lato, 33" de ancho y 10" de profundidad. Deberá estar provisto de 6 disyuntores al aire para 100 amps. nominales y 15000 amps. de capacidad de interrupción (tipo MK) a 240 V., tripolares para los circuitos ramales y de 1 disyuntor principal para 600 amps. de capacidad nominal, 50.000 amps. de capacidad de interrupción a 240 V. tripolar (Tipo MA), disyuntores y tableros deberán estar fabricados de acuerdo a las recomendaciones de las normas NEMA, Tablero tipo CDP-33 de Frank Adam.
804	6	Tablero de distribución prefabricado en chapa de hierro con 12 rectángulos para contadores de energía eléctrica tipo socket, diseñado para recibir corriente trifásica a 4 conductores y entregar a

<u>Reiglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
		través de las barras para contadores, 2 fases y neutro solamente, se compon- drá de barras de cobre de 200 amps. pa- ra cada grupo de 4 medidores, 12 disyuntore bipolares de 60 amps. (tipo Q1) y no in- cluye interruptor general, Ref. Meter Breaker Secuences for apartment buildings type de Frank Adam Electric.
805	72	Contadores de energía tipo socket para 60 ciclos, 3conductores, 120/208V. 15 amps. con capacidad de sobrecarga de has- ta 100 amps. diseñados para usarse en cir- cuitos compuestos de 2 conductores de lí- nea y uno neutro, obtenidos de circuitos trifásicos a 4 conductores, Ref. tipo V-62 -S de General Electric.;
806	10	Conector de bronce para empalmar cables de cobre hasta No. 1/0 AWG, similar al Cat. No. KR-1 de Anderson.
807	30	Ductos de hormigón de 2 vías (5"Ø c/u) ± para tendido de cables por debajo de edi- ficios.
808	30 mts.	(Ductos de hormigón de 2 vías) Cúbicos de arena azul, lavada para utilizarse como lecho de los conductores subterráneos.
809	1.400	Ladrillos tipo mambrón, de arcilla cocida, para usarse como protección de los cables directamente enterrados.

6.1.5. RED DE ALUMBRADO PUBLICO.-

901	700mts.	de conductor para tendido subterráneo si- milar al renglón 801 pero No10. AWG.
902	19	Luminaria para alumbrado exterior con 5 cuadrantes para variar el tipo de haz lu- minoso, completa con lámpara de vapor de mercurio de 100 W. y balastro para 230V. con taps de ± 13%. Ref. Quadro Liner de

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
903	19	Westinghouse Cat. No. 890D055-G01. Brazo de tubo de hierro galvanizado de 1 1/2"Ø y 2 mts. de longitud, para soporte de luminaria de renglón 902, con base en plancha de hierro y 2 agujeros de 9/16" Ø para montaje con pernos de pared, fabricación nacional.
904	38	Perno de hierro galvanizado de 1/2"Ø y 4" de longitud para sostén de brazo de renglón 903 en pared vertical.
905	6	Luminaria de pantalla abierta con espejos ovoidales de aluminio puro tratado, completa con pernos de ajuste para montaje en poste de hierro ornamental de 3"Ø, lámpara de mercurio de 100W. y balastro para 230V., con taps de regulación de ± 13%. Tipo de haz luminoso IES IIA, con una área de proyección de 2,35 pies cuadrados. Ref. Westinghouse Cat. No. 980 D.
906	6	Poste ornamental de tubo de hierro galvanizado de 3"Ø y 6 mts. de longitud, de fabricación nacional.
907	1	Reloj de control de alumbrado público en caja metálica para trabajo a la intemperie, de control manual y automático, 2 poslos de 40 amps. cada uno, 240V. 60Hz. similar al modelo V25076 de INTERMATIC SWITCHES Co.
908	50	Tubo conduit metálico liviano similar al renglón No. 1 pero de 3/4".
909	40	Caja octogonal conduit similar al renglón 6.
910	300 mts.	de conductor de cobre unifilar similar al renglón No. 12.
911	5	Rollo de cinta aislante similar al renglón 29.

6.2.-

P R E S U P U E S T O

Es indudable que resulta muy difícil obtener un presupuesto exacto, puesto que son materiales a obtenerse mediante una licitación pública y solamente cuando esta se lleve a cabo se

conocerá el verdadero costo de la obra.

Sin embargo no está por demás formarnos una idea del posible costo que se tendrá, para lo cual nos hemos basado en precios de catálogo que están dados en US \$ y traducidos a sucos en forma aproximada, para tenerse estos materiales en Quito con liberación de derechos en lo que se refiere a equipos y materiales que se importarán necesariamente y en valores vigentes en el mercado local para materiales de fabricación nacional o para los que siendo requeridos en muy pequeñas cantidades irremediablemente tendrán que ser adquiridos en el país.

En el mismo orden y conservando exactamente los rubros indicados en las listas de materiales, anotamos estos precios a continuación.

6.2.1.- I N S T A L A C I O N E S   I N T E R N A S

A.- DEPARTAMENTO TIFC.-

renglón	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	61	\$/ 13,00	\$/ 793,00
2	4	20,00	80,00
3	3	25,00	75,00
4	5	42,00	210,00
5	7	4,00	28,00
6	40	3,50	140,00
7	145	2,30	319,00
8	5	3,50	12,50
9	5	6,00	30,00
10	53	3,70	196,00
11	160	1,06	105,60
12	150	1,40	210,00
13	30	2,10	63,00
14	36	3,50	126,00
15	38	5,20	197,60
16	50	0,50	25,00
17	2	2,40	4,80
18	1	2,60	2,60
19	13	10,00	130,00

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
20	6	s/ 7,00	s/ 42,00
21	1	3,00	3,00
22	2	7,50	15,00
23	4	14,00	56,00
24	30	3,00	90,00
25	2	6,00	12,00
26	2	8,00	16,00
27	1	2,70	2,70
28	1	12,00	12,00
29	3	5,50	16,50
30	1	66,00	66,00
31	1	18,00	18,00
32	1	100,00	100,00
33	2	40,00	80,00
34	2	40,00	80,00
35	4	80,00	320,00
TOTAL:			s/ 3.677,30

B.- ALMACEN

51	28	s/ 13,00	s/ 364,00
52	7	20,00	140,00
53	3	25,00	75,00
54	2	4,00	8,00
55	18	3,50	63,00
56	65	2,20	143,00
57	12	3,50	42,00
58	2	6,00	12,00
59	19	3,70	70,30
60	170	1,06	180,20
61	40	1,60	64,00
62	50	3,95	197,50
63	100	0,36	36,00
64	1	2,40	2,40
65	1	2,60	2,60
66	6	6,00	36,00
67	12	7,50	90,00
68	1	14,00	14,00



<u>Reoglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
69	4	s/ 3,00	s/ 12,00
70	3	5,50	16,50
71	1	18,00	18,00
72	1	75,00	75,00
73	3	40,00	120,00
74		TOTAL:	s/ 781,50

C.- GUARDERIA.-

101	41	s/ 13,00	s/ 533,00
102	2	20,00	40,00
103	16	42,00	672,00
104	6	4,00	24,00
105	16	3,50	56,00
106	54	2,20	118,80
107	6	3,50	21,00
108	3	6,00	18,00
109	27	3,70	99,90
110	250	1,06	265,00
111	80	3,95	316,00
112	20	0,36	7,20
113	2	2,40	4,80
114	3	2,60	7,80
115	5	6,00	30,00
116	1	10,00	10,00
117	2	7,00	14,00
118	17	7,50	127,50
119	1	14,00	14,00
120	19	3,00	57,00
121	1	6,00	6,00
122	1	2,70	2,70
123	1	12,00	12,00
124	3	5,50	16,50
125	1	66,00	66,00
126	1	18,00	18,00
127	1	75,00	75,00
128	3	80,00	240,00
129		TOTAL:	s/ 2.872,20

D.- BIBLIOTECA.-

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
151	37	s/ 13,00	s/ 481,00
152	7	42,00	294,00
153	21	4,00	84,00
154	76	2,20	167,20
155	23	3,70	85,10
156	300	1,06	318,00
157	70	3,95	276,50
158	2	2,40	4,80
159	2	2,60	5,20
160	3	6,00	18,00
161	4	10,00	40,00
162	16	7,50	120,00
163	4	3,00	12,00
164	3	6,00	18,00
165	2	5,50	11,00
166	1	18,00	18,00
167	1	75,00	75,00
168	3	80,00	<u>240,00</u>
169		TOTAL: s/2,267,80	

E.- CAFETERIA.-

201	33	s/ 13,00	s/ 429,00
202	2	20,00	40,00
203	5	42,00	210,00
204	12	4,00	48,00
205	1	3,50	3,50
206	83	2,20	182,60
207	3	3,50	10,50
208	24	3,70	88,80
209	220	1,06	233,20
210	25	1,60	400,00
211	15	2,70	40,50
212	50	3,95	197,50
213	3	2,40	7,20
214	2	2,60	5,20
215	5	6,00	30,00
216	1	10,00	10,00

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
217	16	s/ 7,50	s/ 120,00
218	4	3,00	12,00
219	2	6,00	12,00
220	3	5,50	16,50
221	1	18,00	18,00
222	1	75,00	75,00
223	2	40,00	80,00
224	3	80,00	240,00
TOTAL:			s/ 2.509,50

F.- FARMACIA.-

251	8	s/ 13,00	s/ 104,00
252	4	42,00	168,00
253	4	4,00	16,00
254	17	2,20	37,40
255	6	3,70	22,20
256	1	2,40	2,40
257	1	2,60	2,60
258	2	6,00	12,00
259	4	7,50	30,00
260	3	3,00	9,00
261	1	5,50	5,50
262	1	18,00	18,00
263	1	40,00	40,00
264	2	40,00	80,00
TOTAL:			s/ 547,10

G.- POLICIA.-

301	8	s/ 13,00	s/ 104,00
302	1	42,00	42,00
303	5	3,50	17,50
304	11	2,20	35,20
305	4	3,70	14,80
306	55	1,06	58,30
307	1	2,40	2,40
308	1	2,60	2,60
309	1	10,00	10,00
310	3	7,50	22,50

<u>Concepto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
311	4	s/ 4,00	s/ 12,00
312	2	5,50	11,00
313,00	1	18,00	18,00
314	1	40,00	40,00
315	2	40,00	80,00
TOTAL:			s/ 470,30

H.- PELUQUERIA.-

351	7	s/ 13,00	s/ 91,00
352	1	25,00	25,00
353	5	3,50	17,50
354	20	2,20	44,00
355	6	3,70	22,20
356	43	1,06	45,58
357	1	2,40	2,40
358	1	2,60	2,60
359	2	6,00	12,00
360	4	7,50	30,00
361	5	3,00	15,00
362	2	5,50	11,00
363	1	18,00	18,00
364	1	40,00	40,00
365	2	40,00	80,00
TOTAL:			s/ 456,28

I.- ADMINISTRACION.-

401	12	s/ 13,00	s/ 156,00
402	4	42,00	168,00
403	5	4,00	20,00
404	1	3,50	3,50
405	28	2,20	61,60
406	9	3,70	33,30
407	80	1,06	84,80
408	30	2,70	81,00
409	1	2,40	2,40
410	1	2,60	2,60
411	4	6,00	24,00
412	5	7,50	37,50

<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
413	2	s/ 3,00	s/ 6,00
414	2	5,50	11,00
415	1	18,00	18,00
416	1	40,00	40,00
417	2	40,00	80,00
TOTAL:			s/ 829,70

J.- DEPARTAMENTO DEL CONSERJE.-

451	26	s/ 13,00	s/ 338,00
452	4	42,00	168,00
453	31	4,00	124,00
454	1	3,50	3,50
455	70	2,20	154,00
456	7	3,70	22,40
457	170	1,06	180,20
458	40	2,70	108,00
459	20	0,36	7,20
460	2	2,40	4,80
461	2	2,60	5,20
462	5	6,00	30,00
463	1	10,00	10,00
464	17	7,50	127,50
465	1	14,00	14,00
466	12	3,00	36,00
467	2	6,00	12,00
468	1	8,00	8,00
469	1	2,70	2,70
470	1	12,00	12,00
471	2	5,50	11,00
472	1	66,00	66,00
473	1	18,00	18,00
474	1	40,00	40,00
475	4	40,00	160,00
TOTAL:			s/ 1.662,50

K.- GARAGES.-

401	25	s/ 13,00	s/ 325,00
402	3	20,00	60,00

<u>Concepto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
403	8	s/ 42,00	s/ 336,00
404	12	4,00	48,00
405	50	2,20	110,00
406	12	3,70	44,40
407	15	1,06	15,90
408	75	2,70	202,50
409	1	2,40	2,40
410	1	2,60	2,60
411	6	6,00	36,00
412	6	7,50	45,00
413	12	3,00	36,00
414	1	5,50	5,50
415	1	18,00	18,00
416	1	40,00	40,00
417	3	40,00	120,00
<b>TOTAL: s/</b>			<b>1.447,30</b>

L.- ILUMINACION DE LAS ESCALERAS.-

451	2	s/ 200,00	s/ 400,00
452	12	6,00	72,00
453	12	3,70	44,40
454	2	4,00	8,00
455	15	13,00	195,00
456	30	2,20	66,00
457	1	120,00	120,00
458	1	5,50	5,50
459	60	1,06	63,60
<b>TOTAL: s/</b>			<b>975,10</b>

M.- ALARMA CONTRA INCENDIOS.-

501	6	s/ 180,00	s/ 1.080,00
502	30	120,00	3.600,00
503	6	13,00	78,00
504	10	2,20	22,00
505	6	3,70	22,20
506	20	1,06	21,20
507	1	5,50	5,50
508.	200	19,20	3.840,00
509	50	12,80	640,00

<u>Reoglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
510	26	s/ 5,00	s/ 640,00
511	3	40,00	120,00
512	50	0,20	10,00
513	3	20,00	60,00
TOTAL/			s/ 9.628,90

N.- ILUMINACION DE EMERGENCIA.-

551	6	s/ 2.500,00	s/ 15.000,00
552	36	60,00	2.160,00
553	7	13,00	91,00
554	30	1,06	31,80
555	7	3,50	24,50
556	16	2,20	35,20
557	2	3,70	7,40
558	2	7,50	15,00
559	1	5,50	5,50
TOTAL: s/			17.370,40

6.2.2.- ACOMETIDA DE ALTA TENSION.-

601	300	s/ 3,00	s/ 900,00
602	20	1,50	30,00
603	20	5,00	100,00
604	6	16,00	96,00
605	3	70,00	210,00
606	2	12,00	12,00
607	6	15,00	90,00
608	1	1.300,00	1.300,00
609	1	1.200,00	2.400,00
610	2	80,00	160,00
611	1	80,00	80,00
612	1	130,00	130,00
613	4	20,00	80,00
614	1/2	350,00	175,00
615	5	40,00	200,00
616	6	600,00	3.600,00
617	3	35,00	105,00
618	3	35,00	105,00

<u>Reaflón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
619	3	s/ 500,00	s/ 1.500,00
620	1	680,00	680,00
621	1	250,00	250,00
622	4	20,00	80,00
623	10	18,00	180,00
624	1	22,00	22,00
625	6	5,00	30,00
626	3	3,00	9,00
627	10	25,00	250,00
628	223	0,50	111,50
629	18	22,00	396,00
630	4	40,00	160,00
631	2	20,00	80,00
632	70	60,00	4.200,00
633	2	30,00	60,00
634	2	3,00	6,00
635	1	35,00	35,00
636	20	6,00	120,00
TOTAL:			s/17.942,50

6.2.3.- CABINA DE TRANSFORMACION.-

701	1	s/ 40.000,00	s/ 40.000,00
702	1	650,00	650,00
703	15	27,00	405,00
704	40,00	50,00	2.000,00
705	20	22,00	540,00
706	10	6,00	60,00
707	15	1,30	19,50
708	4	40,00	160,00
709	3	20,00	60,00
710	1	23,00	23,00
711	30	21,00	630,00
712	1	40,00	40,00
713	1	100,00	100,00
714	1	60,00	60,00
715	15	2,00	30,00
716	2	5,00	10,00
717	2	25,00	50,00
718	2	16,00	32,00



<u>Renglón</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
719	6	\$/ 1,60	\$/ 3,20
720	5	20,00	100,00
721	20	0,50	10,00
722	1	120,00	120,00
723	1	40,00	40,00
724	2	70,00	140,00
725	1	70,00	70,00
			<hr/>
			TOTAL: \$/ 45.352,70

6.2.4.- RED DE BAJA TENSION.-

801	1000	\$/ 18,00	\$/ 18.000,00
802	400	13,00	5.200,00
803	1	23.000,00	23.000,00
804	6	6.000,00	36.000,00
805	72	230,00	16.560,00
806	10	25,00	250,00
807	30	15,00	450,00
808	10	25,00	250,00
809	1400	0,50	700,00
			<hr/>
			TOTAL: \$/ 100.410,00

6.2.5.- RED DE ALUMBRADO PUBLICO.-

901	700	\$/ 4,20	\$/ 294,00
902	19	650,00	12.350,00
903	19	100,00	1.900,00
904	38	3,00	114,00
905	6	1.500,00	9.000,00
906	6	400,00	2.400,00
907	1	350,00	350,00
908	50	20,00	1.000,00
909	40	3,50	140,00
910	300	1,60	480,00
911	5	5,50	27,50
			<hr/>
			TOTAL: \$/ 28.055,50

## C A P I T U L O V I - I

### R E A L I Z A C I O N

El propósito de este capítulo es el de establecer una guía, para que todas las instalaciones a efectuarse - en este proyecto, se hagan de una manera satisfactoria y estén en capacidad de presentar las debidas garantías de buen funcionamiento y seguridad para las personas que servirán de las mismas.

Deseamos pues por medio de este estudio, contribuir a formar un sano criterio en los lectores en general, así como en los profesionales de la construcción, referente a las verdaderas necesidades eléctricas del hogar moderno.- Queremos además proporcionar la información básica necesaria para proyectar instalaciones eléctricas adecuadas, las mismas que pueden ser perfectamente utilizadas para el diseño de edificaciones nuevas, o bien para modernizar residencias o urbanizaciones existentes.

#### 7.1.- NORMAS GENERALES DE INSTALACION.-

Por estar fuera del alcance de nuestro estudio, no podemos establecer todas las normas que serían necesarias para una salvaguardia perfecta de personas y edificios y de los valores que estos contienen, de los riesgos que puedan producirse al utilizarse la electricidad para alumbrado, calefacción señalización u otros fines, limitándose a sentar simplemente las de mayor importancia que contengan las previsiones mínimas básicas que se han considerado como indispensables para la seguridad.

Por otro lado al hacerse el diseño ya se tomaron en cuenta varias normas establecidas por los códigos de otros países, especialmente por el National Electric Code, sobre todo en lo referente a materiales, por lo que en este capítulo nos limitaremos a señalar las que siendo necesarias aún no se establecieron.

Correrá a cargo del Banco Ecuatoriano de la Vivienda el establecer si será una misma compañía, la que se hará cargo del suministro de materiales y de la instalación de

los mismos, o si importa los materiales por un lado y en carga las instalaciones por otro. Cualesquiera que sea el caso el BEV debe estar perfectamente garantizado de que su obra reúna garantías de seguridad en todos los aspectos, siendo uno de los más importantes el que se refiere a la electrificación, y de ahí que a continuación anotemos un modelo de contrato (1) en el que se reunirán las condiciones aplicables a cada uno de los posibles casos que acabamos de mencionar, y que se suministrará a cada participante en el concurso de ofertas que se llevará a cabo para el objeto.

### CONTRATO DE ELECTRIFICACION

- 1.- Antecedentes.- El BEV ha proyectado construir en la ciudad de Quito, 6 bloques de vivienda multifamiliar, además de los servicios indispensables para proporcionar a sus usuarios las comodidades que el caso requiere, necesitando por tal motivo efectuar la electrificación de todos ellos, para lo cual, previo concurso de ofertas ha tomado los servicios de la Compañía. (el contratista) que por su parte se compromete libre y voluntariamente a cumplir con todos los requisitos que a continuación se detallan:
- 2.- Extracto.- Las especificaciones y estudios que se acompañan servirán de base para establecer la instalación completa de:
  - a.- Acometida de alta tensión comprendida entre el último poste existente en la calle Vela y la cabina de transformación proyectada, incluyendo excavaciones, rellenos y demás obras de albañilería.
  - b.- Instalación completa de la cabina de transformación- No se incluye la construcción de la misma en lo referente a obras de ingeniería civil.
  - c.- Tendido de la red de baja tensión comprendida entre el tablero principal y tableros de medidores.

---

(1) V. Electrical Estimating by Ray Ashley. Págs. 174-190.

- d.- Tendido de tubería conduit metálica empotrada, incluyendo cajas de conexión, salidas y demás detalles, - tanto para la distribución eléctrica de cada uno de los edificios, como para la dotación de teléfonos, a larma contra incendios e iluminación de emergencia.
- e.e Sistema completo de alambrado, incluyendo conexiones a los diversos tableros, salidas, lámparas, etc.
- f.- Sistema de conexión a tierra para descargas atmosféricas.
- g.- Instalación de la red de alumbrado público.
- h.- Cada sistema será instalado de acuerdo con el diseño y deberá incluir o no (según sea el caso) todos los instrumentos y accesorios necesarios para un buen funcionamiento con excepción de los aparatos telefónicos cuyo suministro correrá a cargo de la Empresa de teléfonos.

3.- Leyes y Ordenanzas.- Las notas contenidas en las especificaciones están de acuerdo con leyes y ordenanzas municipales y de la empresa Eléctrica Quito, por lo que cualquier conflicto que con ellos se presentare por asuntos de la instalación, tendrá que ser arreglado por cuenta del contratista. En caso de existir alguna duda en los diseños deberá consultar previamente con esas instituciones.

4.- Permisos y Cargos.- El contratista deberá obtener por su cuenta y con anticipación permisos o facultades para efectuar el trabajo y pagar cargos que pudieran ser necesarios por inspecciones, pruebas, etc. que exigiere la Empresa Eléctrica.

5.- Materiales y Mano de Obra.- todos los materiales a usarse deben ser nuevos y en caso de haber alguna variación en este sentido, el Contratista deberá notificar al BEV la clase de material que piensa utilizar. Para el caso de los equipos suministrar catálogos y características de funcionamiento de cada uno de ellos.

El contratista debe emplear hombres experimentados en este tipo de trabajo, a fin de que las instalaciones estén realizadas de acuerdo con una buena práctica y no-

dejen que desear.

Tratándose de materiales que en su gran mayoría serán de procedencia norteamericana, deben estar todos debidamente aprobados por los "Underwriters Laboratories".

6.- Pruebas.- Una vez que el BEV haya recibido la notificación escrita de que los trabajos están listos para su aceptación, nominará a los personeros que se encargarán de hacer la recepción, en presencia de los cuales y de personeros de la Empresa Eléctrica, se harán las pruebas necesarias. En caso de existir alguna falla el contratista deberá remediar en corto plazo la situación y si pruebas adicionales son exigidas, correrán todas por cuenta exclusiva del contratista.

7.- Garantía.- El contratista se comprometerá a dar una garantía de buen funcionamiento de sus equipos, materiales e instalaciones por un período mínimo de un año, a partir de la aceptación del trabajo y se obliga a reparar y mantener las instalaciones libres de defectos durante el tiempo que esté vigente dicha garantía. Si se presentaren daños en otras instalaciones o en los edificios mismos, a causa de estas reparaciones, deberán ser arreglados o indemnizados si fuere necesario, por cuenta del contratista.

8.- Obras de Albañilería.- El BEV suministrará los albañiles necesarios para efectuar los trabajos de albañilería, requeridos para la realización de las instalaciones internas. Estos harán los trabajos de acuerdo con las instrucciones que dará el contratista. Si una vez que las obras hayan avanzado el contratista quisiera ejecutar obras de albañilería adicionales, como romper paredes para nuevos empotramientos por ejemplo, siendo esto el resultado de errores o falta de una debida dirección en tiempo adecuado, deberá hacerlo por cuenta propia y con hombres proporcionados por él.

Asimismo las obras de albañilería necesarias para la construcción de las redes exteriores, y demás trabajos que no sean instalaciones interiores y construcción de la cabina de transformación, deberán ser efectuadas por el contratista.

- 9.- Trabajos Temporales de Electrificación.- Como durante las obras se requerirán de tomacorrientes e iluminación temporales- el contratista deberá fijar de antemano precios unitarios para llevarlos a cabo, los mismos que deben constar en su oferta. Para esto se servirá de la antigua línea aérea - de baja tensión existente y que anteriormente servía a la Jabonería Wilson.
- 10.- Fundamentos y Excavaciones.- El contratista debe realizar todas las excavaciones y rellenos necesarios para llevar adelante su trabajo, así como también restituir pavimentos y demás obras existentes que hubieran sufrido daño por su intervención.
- 11.- Muestras.- El contratista deberá enviar previamente para su aprobación al BEV muestras de los conductores, equipos y demás materiales que se propone instalar, incluyendo el nombre del fabricante, y una vez aprobados no podrá existir ninguna variación, sin el respectivo consentimiento.
- 12.- Corriente a utilizarse.- La energía que se va a utilizar se obtendrá previa autorización de la Empresa Eléctrica, del ramal más cercano situado en la calle Vela. Se extenderá la línea aérea de alta tensión a 6.300 V. trifásica a 60 ciclos hasta la cámara de transformación en que se bajará a 208/120 V. para alimentar con línea trifásica y neutro a cada bloque. En cambio cada departamento se servirá con dos fases y un neutro solamente.
- 13.- Instalaciones Interiores.- Estarán sujetas a las siguientes condiciones:
- a.- Instalación de la tubería: Las tuberías serán metálicas en su totalidad del tipo EMT y en ningún caso serán de un diámetro menor de 1/2". Irán empotradas en su mayor parte, excepción hecha de la entrada a cada departamento la misma que se hará por el interior del ducto principal dejado para el objeto, en tubería debidamente sostenida por abrazaderas cada 2 mts. Ninguna tubería comprendida entre dos cajas de conexión llevará más de tres codos de 90°E y si el caso lo exige, es preferible instalar una caja de conexión

adicional. En lo posible las tuberías deberán extenderse por los cielos rasos o pisos y si es necesario hacerlos - por las paredes o vigas, no deberán interferir o debilitar las estructuras de la construcción. Las uniones entre tubos y cajas o tubos y tableros deben estar perfectamente a justados, de modo que presenten una unión eléctrica y mecánica firmes, puesto que ellos servirán como conductores de tierra del sistema.

- b.- Puesta a tierra: Una vez probada la perfecta continuidad de las canalizaciones, debe conectarse a tierra - mediante cable desnudo de cobre No. 2 AWG y sirviéndonos de la tubería de agua. Esta conexión se harán en el tablero de medidores, es decir antes del disyuntor correspondiente a cada departamento.
- c.- Curvas y finales de tubería: El contratista está autorizado para efectuar curvaturas en tubos de 1/2", 3/4" y 1" solamente, mientras que para diámetros mayores deberá utilizar materiales con los codos prefabricados - que constan en la lista, a fin de que el radio de curvatura permita el fácil deslizamiento de los conductores. En los terminales debe tomar especial cuidado en cortar el tubo con la longitud exacta, de manera que se introduzca en la caja de conexión, salida o tablero, únicamente la longitud necesaria para que quede firmemente ajustado por la tuerca de sujeción.
- d.- Cajas de conexión.- Deben instalarse en sitios que - permitan manipular con facilidad los conductores y deben llevar cubierta removible sostenida por tornillos de hierro de un calibre no menor que el No. 10. Deben instalarse conforme avancen las demás obras y de acuerdo con los contratistas de otras obras, a fin de evitar interferencias.
- e.- Tubería para instalaciones telefónicas: En todos los departamentos y servicios varios se deberán instalar tuberías para teléfonos, las mismas que partirán de la cámara de tableros, e irán a las diversas tomas que se señalan en los planos. La instalación definitiva será efectuada por la Empresa de Teléfonos para los usuarios que soliciten el servicio.

f.- Conductores: Todos los conductores serán fabricados de cobre de por lo menos 98% de conductividad, de acuerdo con las standards Mattiesnn. Serán aislados para 600 V. en su totalidad y deberán ajustarse al siguiente código de colores: circuitos de tres hilos, uno blanco, uno rojo y uno negro; en circuitos de 4 conductores se aumentará un azul. Cualquier conductor utilizado para puesta a tierra será verde, a menos sea desnudo. Se reconocerá el neutro de cualquier circuito por su color blanco.

Ningún conductor se pasará por la tubería antes de que esta esté completamente instalada y en ningún caso debe usarse aceite, grasa u otros compuestos que faciliten el deslizamiento de ellos. Los empalmes se efectuarán únicamente en las cajas de conexión y de manera que se pueda tener sin soldadura una unión eléctrica y mecánica firmes, debiendo inmediatamente cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores (600 V.), lo que se consigue con un mínimo de tres capas de cinta aislante de plástico.

En cada caja de conexión, de salida, de interruptor, etc. el contratista deberá dejar un tramo terminal en cada conductor de por lo menos 8".

El número y calibre de conductores a instalarse se especifica claramente en los planos, y deben ser cumplidos estrictamente por el contratista.

g.- Tableros de distribución: Deben ceñirse a lo especificado en las listas de materiales y se instalarán en los lugares señalados en los planos y a una altura de 1,60 mts. medidos desde el piso. En su cubierta deben anotarse los recintos por los que corre el circuito servido por cada disyuntor. Todos serán del tipo empotrable y se conectarán debidamente a tierra por medio de un buen contacto con las tuberías que a ellos lleguen. Para los circuitos de alumbrado y tomacorrientes de uso general se utilizarán los disyuntores de 15 amps. tipo duplex, mientras que para los circuitos independientes los de un polo y de 30 o 40 amps.



- h.- , Cajas de salida o montaje de artefactos: Las cajas - para alojar tomacorrientes de uso general, e interruptores serán de forma rectangular y deberán situarse en los sitios que se indican. Los tomacorrientes deben quedar a una altura de 40 cm. sobre el piso, y los interruptores a la altura de 1,50 mts., a menos que las condiciones del lugar no lo permitan, como sucederá pro ejemplo con los tomacorrientes de la co ci na que irán sobre la mesa de trabajo, y el de la afeitadora que se localizará bajo el espejo. Para los artefactos que requieren de circuito independiente, se usarán cajas octogonales y en ellas se harán empalmes directos, es decir que no se utilizará una salida que no da buena seguridad en el contacto.
- i.- Sistema de señalización: El sistema de señalización irá tendido en tubería completamente independiente y comprende un tramo desde el pulsador hasta el transformador especificado para el objeto y que se colocará a 2,5 mts. de altura y estará alimentado desde el tomacorriente más cercano que se observa en el plano respectivo.
- j.- Tomas de teléfonos: Se situarán a una altura igual a la de las tomacorrientes comunes, y se alimentarán con dos conductores tendidos en tubería independiente.
- 14.- Tableros de Medidores.- Irán montados sobre bases de hormigón localizadas en el cuarto de tableros, en que terminan los cables que conforman la red de baja tensión de la urbanización. Como las instalaciones interiores de los tableros vendrán hechas en fábrica, por cuenta del contratista se efectuarán las instalaciones exteriores y señalamientos de medidores y disyuntores de los medidores correrá a cargo de la Empresa Eléctrica.
- 15.- Tablero principal.- Es el tablero que se localizará en la cabina de transformación sobre bases de hormigón y ductos indicados en los planos, corriendo de cuenta del contratista el efectuar todas las instalaciones necesarias e indicaciones del

disyuntor que corresponde a cada bloque.

16.- Iluminación de emergencia.- El contratista debe instalar el equipo de iluminación de emergencia y lámparas respectivas de acuerdo con lo que se indica en los planos, incluyendo un interruptor manual para el caso de que se produzca una interrupción del servicio eléctrico durante el día.

Tuberías, cajas de conexión, conductores, etc., estarán instalados de acuerdo a lo que se ha indicado para las instalaciones interiores.

Cabe señalarse que este sistema estará alimentado por el circuito diseñado para la iluminación de las escaleras, cuyo consumo correrá a cargo de todos los usuarios que conformen el bloque de vivienda.

Cada reflector de emergencia se centrará debidamente de modo que embarque con su haz luminoso dos tramos de escalera.

17.- Alarmas contra incendios.- Comprende un sistema de interruptores de accionamiento manual instalados en cada piso de los edificios, y debidamente protegidos por una ventana de vidrio. Cualquiera de ellos deben estar en capacidad de accionar la bocina localizada en la parte central del bloque y que pondrán en guardia a todas las personas que lo conforman. Se alimentará de las baterías que forman parte del equipo de iluminación de emergencia.

18.- Red de baja tensión.- Comprende los ramales que se extienden desde la cabina de transformación, hasta el cuarto de tableros.

Tratándose de terrenos que no son químicamente corrosivos, los conductores irán directamente enterrados, sobre una base de arena y protegidos por ladrillos de manera que se conserve la humedad y se disipe mejor el calor. Las zanjas que se abrirán para el objeto serán de 40 x 70 cms.

Los cables se tenderán con un recorrido más o menos en zig-zag para evitar esfuerzos por cambios de ten-

peratura o movimientos sísmicos y cuando la temperatura del ambiente no sea menor que  $10^{\circ}\text{C}$  para impedir que las resinas se hagan frágiles y se produzcan rajaduras al manejarlos.

Para alimentar los bloques 1 y 2 se pasarán los cables por debajo del bloque 4 utilizando los ductos de hormigón especificados, razón por la que el contratista deberá comenzar los trabajos conjuntamente con las obras de ingeniería civil.

Ningún cable llevará uniones o empalmes en su recorrido y de darse el caso por extrema necesidad, se construirá una caja de hormigón en el lugar para facilitar las revisiones.

19.- Red de alumbrado público.- Todos los circuitos tienen un hilo piloto que partiendo del reloj de control situado en la cámara de transformación recorren los mismos caminos que los conductores que conforman la red de baja tensión y aprovechan do los mismos canales.

Para alimentar cualquier lámpara a 208 V. la una fase estará dada por el hilo piloto y la otra por el conductor de baja tensión más cercano, que generalmente está en el cuarto de tableros.

La subida de los conductores a las lámparas se hará por el interior de tubos metálicos EMT empotrados en las paredes de los edificios, o por el interior de los postes si se trata de los faroles. En cualquiera de los casos los conductores que se usarán para estas subidas serán con aislamiento TW solamente.

20.- Cámara de transformación.- Todos los equipos y dispositivos que en ella se requieren deben ser instalados exactamente como se indica en los planos. El cable de alta tensión saldrá a través de la mufa desde donde se continuará con cables unipolares montados sobre bastidores empotrados en la pared y a una altura mínima de 1,80 mts.

Todas las partes desnudas deberán aislarse perfectamente con cinta y pintura de caucho vulcanizable, en lo que corresponde al lado de alta tensión. Sin ex-

cepción todas las partes metálicas se conectarán directamente a tierra, al igual que el neutro del transformador.

De los bornes de baja tensión del transformador saldrán cables de 500 MCM que corriendo por el canal llegarán al tablero principal. Se utilizarán dos de estos cables por fase igual número para el neutro.

## 21.- Línea de Alta Tensión.-

a.- Tramo aéreo: Los postes de hormigón irán enterrados 1,90 mts. y perfectamente alineados con los otros ya existentes en el sector.

Los conductores se atarán a los aisladores tipo PIN en los postes intermedios y a los aisladores tipo suspensión en el final. Se templarán a una tensión de 180 Kg. que dará una flecha de más o menos 30 cm. No deberán llevar uniones en su corto recorrido puesto que correrían el riesgo de soltarse debido a la tensión a que serán sometidos.

El anclaje del poste terminal será debidamente hormigonado en su base y solamente se lo hará trabajar una vez que hayan transcurrido 20 días mínimo luego de que ha sido fundido. Estará localizado a 9,40 mts. de la base del poste. En el último poste se instalarán tres portafusibles y un juego de pararrayos debidamente conectados a la línea por medio de conectores tipo perno hendido. La conexión a tierra de los pararrayos se hará de acuerdo al detalle que se da en el caso respectivo.

b.- Tramo subterráneo: Para el paso de la línea aérea a subterránea se utilizará una mufa de tipo invertido cuya cubierta metálica se conectará al cable de tierra de los pararrayos con un conductor desnudo No. 9 AWG.

Las pantallas electrostáticas de los tres conductores que conforman el cable de alta tensión se conectarán a tierra en su comienzo y terminación mediante un conductor desnudo de cobre No. 10 AWG.

El cable de alta tensión cruzará el valle Vela por el interior de un ducto de hormigón y luego continuará-

hasta la cabina de transformación directamente enterrado-  
siguiendo las instrucciones que se dieron para los cables  
de baja tensión.

Es fácil comprender que los principios aplicados a -  
una urbanización pueden servir de base para proyectos si-  
milares, y si no todos, por lo menos una parte de ellos -  
podrán adoptarse para el planeamiento de nuevas urbaniza-  
ciones del mismo tipo.

El propósito exclusivo del proyecto de contrato que-  
acabamos de detallar es el de tratar de desalojar las ideas  
erróneas que hoy reinan en el país, especialmente entre mu-  
chos encargados de efectuar obras de electrificación, los  
mismos que unicamente toman en cuenta el aspecto económi-  
co, dando poca importancia a los materiales que usarán, a  
la calidad de las instalaciones y al importantísimo hecho  
de que la vida de muchas personas está en peligro. Esti-  
mamos pues, que el factor económico es un punto de mucha-  
importancia, pero que pasa a ocupar el primer plano unica-  
mente, luego de que las mínimas seguridades necesarias se  
hayan tomado en cuenta.

## 7.2.- FISCALIZACION.-

Como un complemento de los aspectos económicos de que  
hemos hablado en los dos últimos capítulos, es necesario-  
anotar algunos puntos de importancia para el desenvolvi-  
miento legal de la obra que nos ocupa.

Como primera providencia el Banco Ecuatoriano de la-  
vivienda deberá nominar a un personero que se encargue de  
hacer visitas periódicas a las obras que se están realizan-  
do, sobre todo en lo referente a materiales especificados  
y dejar constancia de que todos estos materiales se estén  
utilizando, tomando muy cuenta que los trabajos de insta-  
laciones quedarán ocultos. Se evitará con ello las actua-  
ciones mal intencionadas por parte del constructor, las-  
mismas que son muy frecuentes en nuestro medio. Dicho -  
personero deberá preocuparse además de revisar el control  
que se lleve en bodega, y de constatar si todos los mate-  
riales que de ella se sacan son utilizados.

Igualmente será el único facultado para firmar planillas por algún material adicional que sea necesario, da das las condiciones del lugar y que no constaba en la lis ta detallada anteriormente, lo que deberá realizar unica- mente luego de constatar que efectivamente ese material - es imprescindible.

El bodeguero por su parte deberá recibir bajo su res ponsabilidad los materiales necesarios para efectuar las obras de electrificación, los mismos que deben ser almace nados en un lugar apartado de los que se utilizarán en o- bras de otro tipo, a fin de evitar confusiones o demoras in- necesarias cuando deban ser retirados. Asimismo se - preocupará de hacer entregas de materiales solamente pre- via orden escrita de la persona que el contratista desig ne como responsable.

Solamente cuando todas las obras estén construídas a satisfacción el BEV estará en capacidad de conocer el cos to promedio que tendrá cada departamento o servicio pro - yectado, pudiendo entonces si, proceder a hacer la adjudi cación a las familias que se interesen por ellos.

Cabe indicar por último, que si los trabajos se lle- van a cabo solamente como se ha planificado, y se efectúa el debido control de que ello está sucediendo, los usua- rios estarán debidamente garantizados en su inversión y - el Banco Ecuatoriano de la Vivienda tendrá la satisfacción de estar cumpliendo con la misión que a él se ha encomen- dado, este es entregar viviendas que cumplan con todas las seguridades del caso, a precion que no sean exagerados.

-----

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

- 1) MINISTERIO DE FOMENTO DEL ECUADOR.- Primer Censo Nacional de Electrificación.- Quito.- 1.963.
- 2) SIEGFRIED SCHLITZ, F.- Manual para el Diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias.-Caracas.- 1.962.
- 3) PENDEL DEL MAR.- Electrical Engineers Handbook.- New York.- 1.962.
- 4) A. L. ABBOTT y C. L. SMITH.- Manual de Normas para Instalaciones Eléctricas.- México.- 1.964.
- 5) COMMITTEE ON LIGHTING EDUCATION OF THE IES.- Lighting Fundamental Course.- New York.- 1.963.
- 6) ALBERT A. SCHUELER.- Electric Wiring.-New York.-1.958.
- 7) MC.PARTLAND AND NOVAK.- Electrical Design Details.- Los Angeles.- 1.960.
- 8) GIUSEPPE CASTELFALNCHI.-Instalaciones Eléctricas.- Barcelona.- 1.961.
- 9) E. S. LINCOLN.- Equipos de Protección Eléctrica.- Buenos Aires.- 1.958.
- 10) ANATOLIO ERNITZ.- Manual de Medidas y Símbolos Eléctricos.- Buenos Aires.- 1.957.
- 11) QUILLET.- Enciclopedia Práctica de Electricidad.- Buenos Aires.- 1.956.
- 12) Mc.GUINNESS, STEIN, GAY AND FAWCETT.- Mechanical and Electrical Equipment for Buildings.- New York.-1.965
- 13) CHESTER L. DAVES.-Tratado de Electricidad.- Segundo Tomo.- Barcelona.- 1.963.
- 14) GENERAL ELECTRIC.- Distribution Data Book.-USA.-1964
- 15) BERNARD S. A. SINGOTZKY.- Electric Transmission and Distribution.- New York.- 1.954.
- 16) GENERAL ELECTRIC.- Electric Equipment Specifications Manual.- USA.- 1.958.

- 17) RAY ASHLEY.- Electrical Estimating.- New York  
1.954.
- 18) EDWIN VENNARD.- The Electric Power Business.-  
New York.- 1959.
- 19) VARIOS(ELECTRICAL WORLD).- Manual of Electrical  
Engineers Shortcuts and Calculations.- New York  
1.964.
- 20) JOSEPH F. McPartland and NOVAK.- Electrical De-  
sign Details.- Los Angeles .- 1.960.
- 21) H. ZIIL.- Manual de Luminotecnia.- Madrid.-1958.
- 22) WESTINGHOUSE.- Electrical Transmission and Dis-  
tribution Reference Book.- New York.- 1.959.
- 23) Distribution Systems.- New York.- 1.963.
- 24) WESTINGHOUSE.- Manual de Alumbrado.- 1.965.
- 25) Ing. ANDRES OPTOLENGHY.- Copiados. 1.963-1964.
- 26) Ing. HONORATO PLACENCIA.-Copiados.-1.963-1.964
- 27) Ing. VICENTE JACOME.-Copiados.- 1.963-1.964
- 28) Ing. GUIDO SORIA.- Copiados.- 1.963-1.964
- 29) Catálogos de varios fabricantes.