

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CARACTERISTICAS GENERALES DE
UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

MARZO, 1985



INTRODUCCION

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

OBJETIVO

PROPORCIONAR LOS CRITERIOS BASICOS NECESARIOS PARA CONOCER, PROYECTAR Y CONSTRUIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE UN EDIFICIO

METODOLOGIA

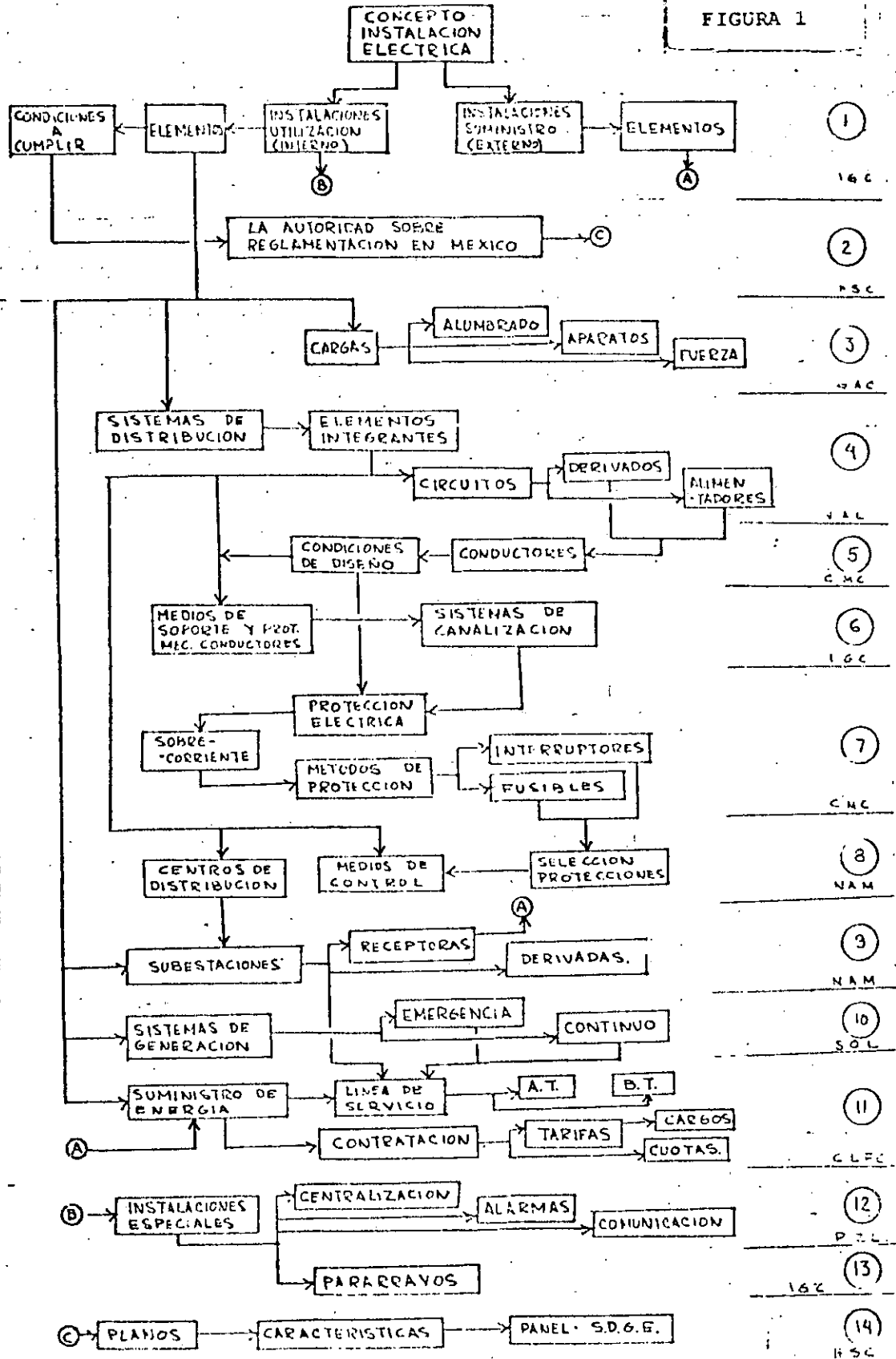
ANALIZAR UN PANORAMA GENERAL DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN:

- . LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA
- . LOS METODOS Y SISTEMAS USADOS EN:
 - . EL DISEÑO DE UNA I.E.
 - . LA CONSTRUCCION DE UNA I.E.
- . LAS CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR:
 - . MATERIALES
 - . EQUIPOS

DESCRIPCION DE CURSO

EN LA FIGURA 1 ANEXA, SE PRESENTA LA DESCRIPCION Y ORGANIZACION DE LAS SESIONES.

FIGURA 1



CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

- FUENTE DE ENERGIA
- EQUIPO DE GENERACION
- SISTEMA DE TRANSMISION
- SISTEMA DE DISTRIBUCION

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central

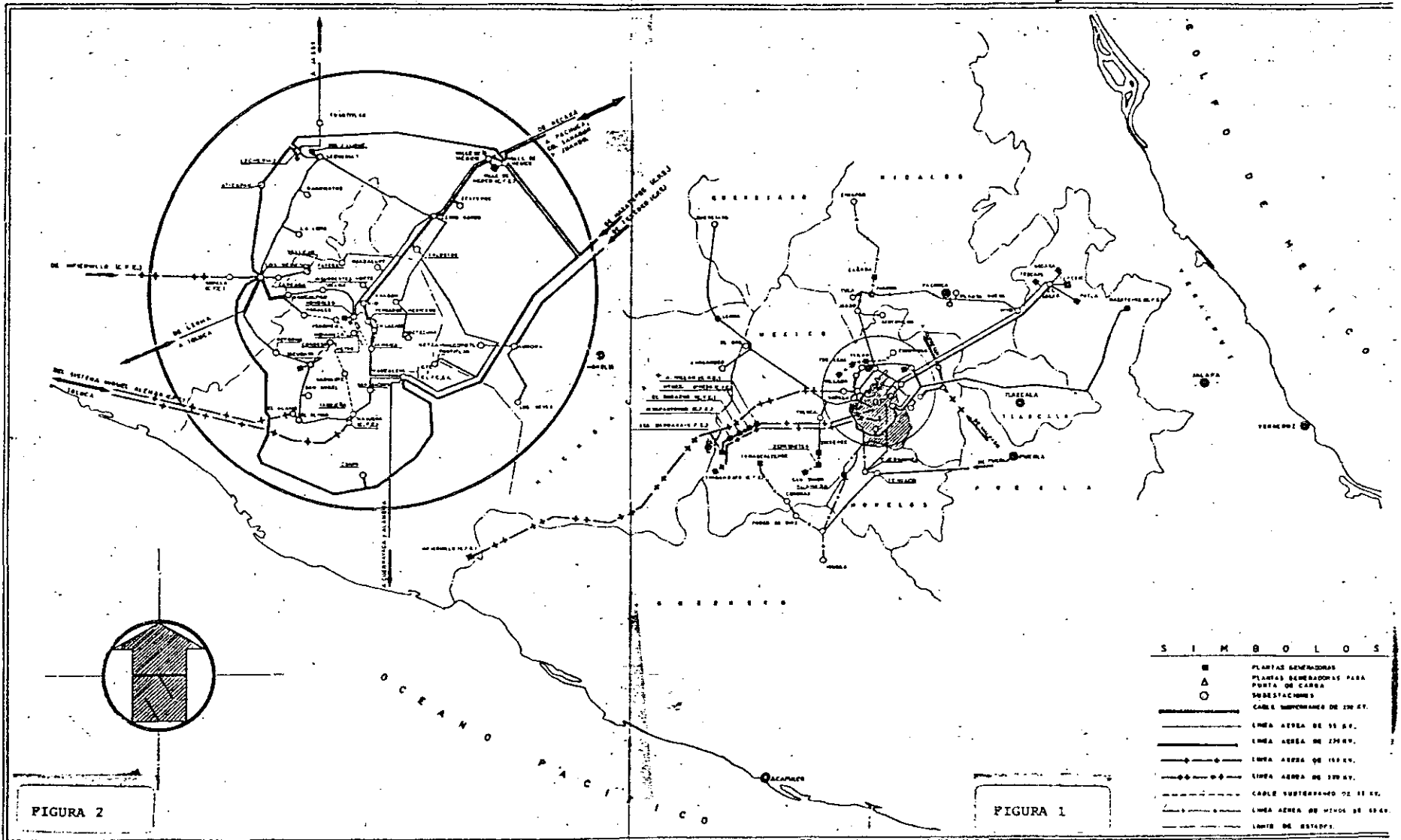
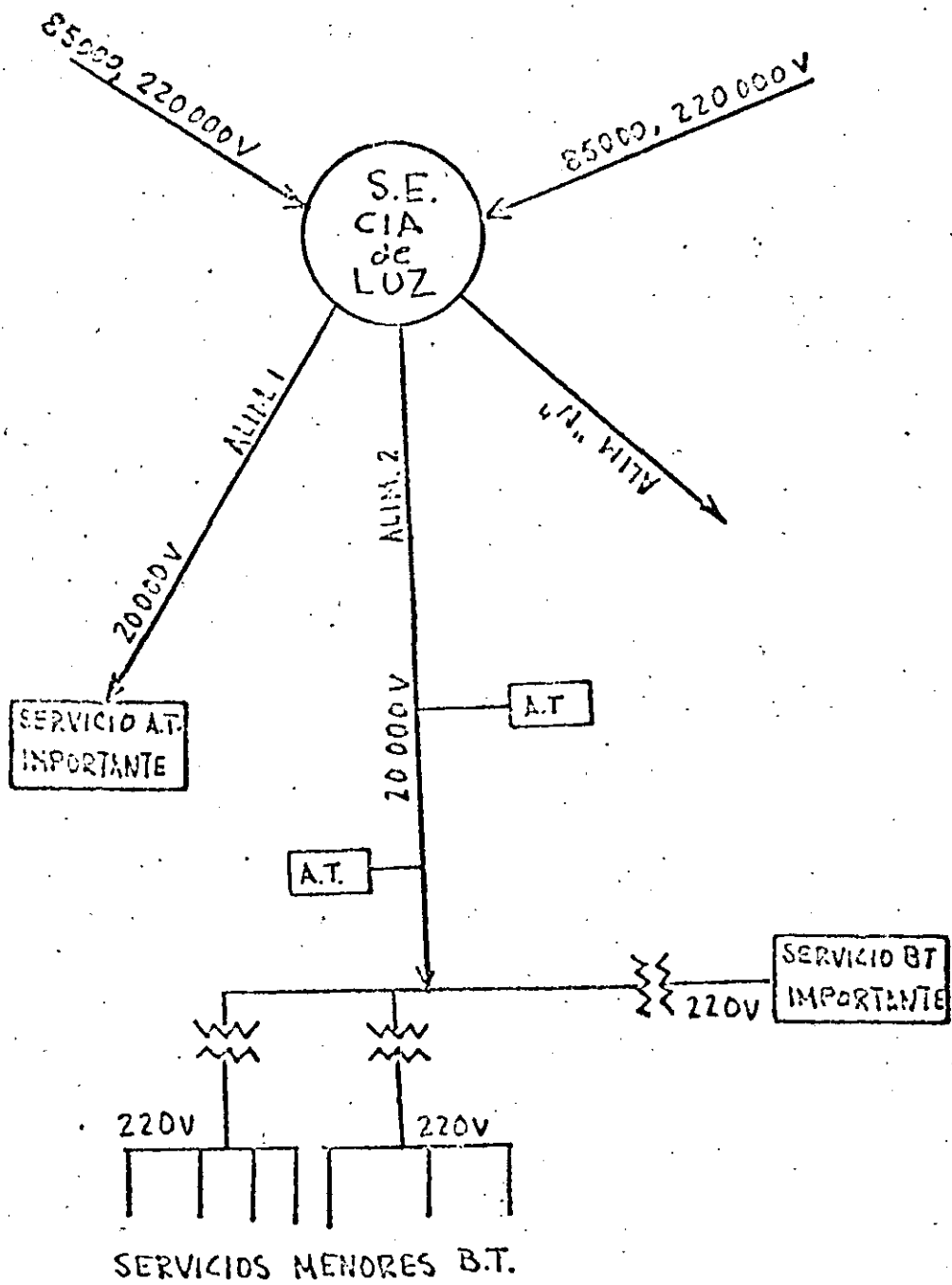


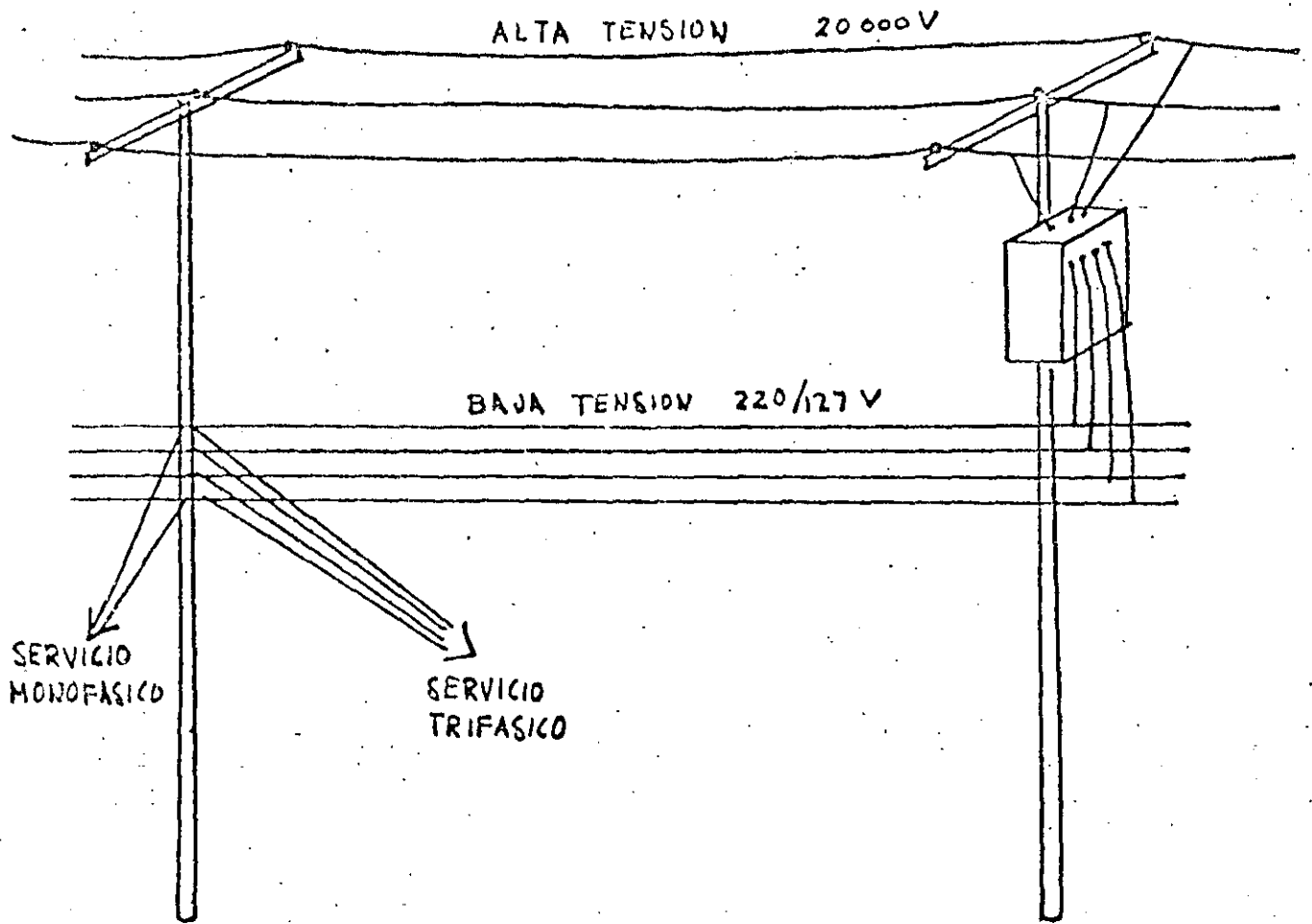
FIGURA 2

FIGURA 1

IGC

IGC





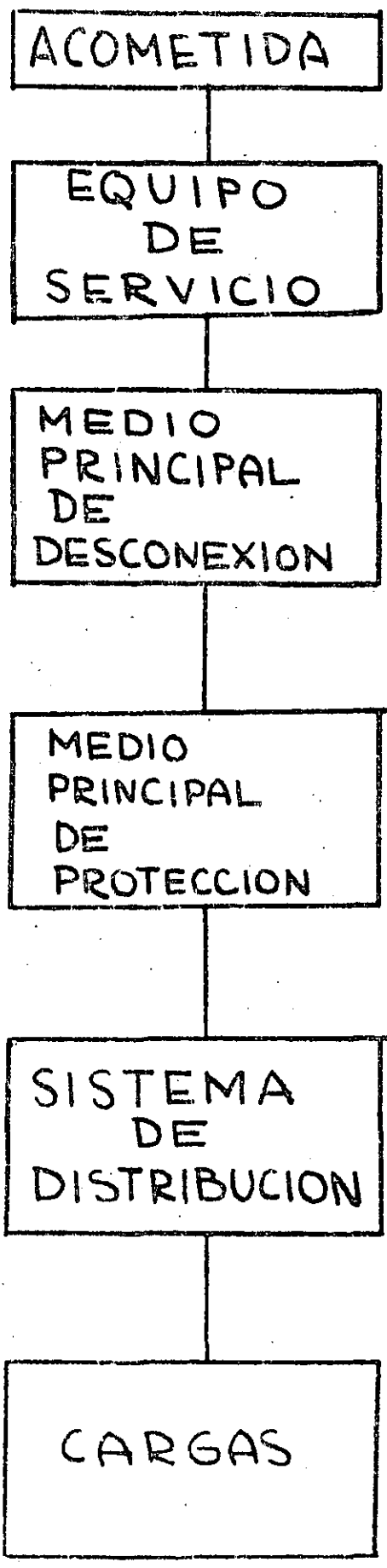


FIGURA 5

ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO.

(NTIE-81-101).

ACOMETIDA

CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE
(Caso General)



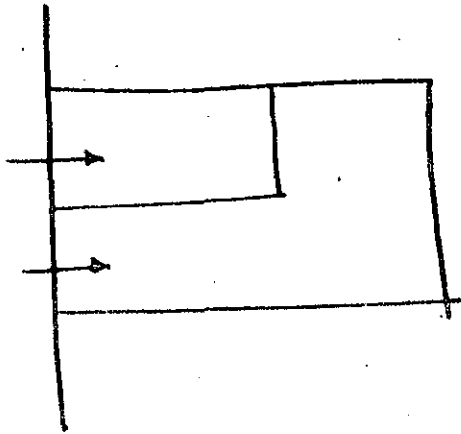
- EXCEPCION:
- ACUERDO CON
 - SEPAFIN
 - CFE

- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES
(sin comunicacion)

(NTIE-81-201-3)

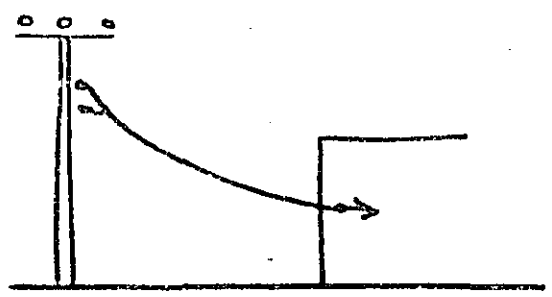


ACOMETIDA

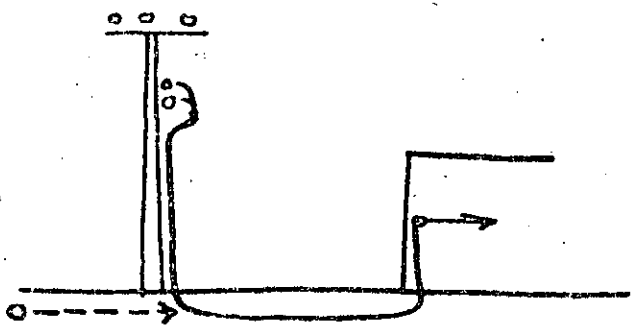
CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

- AEREA



- SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION

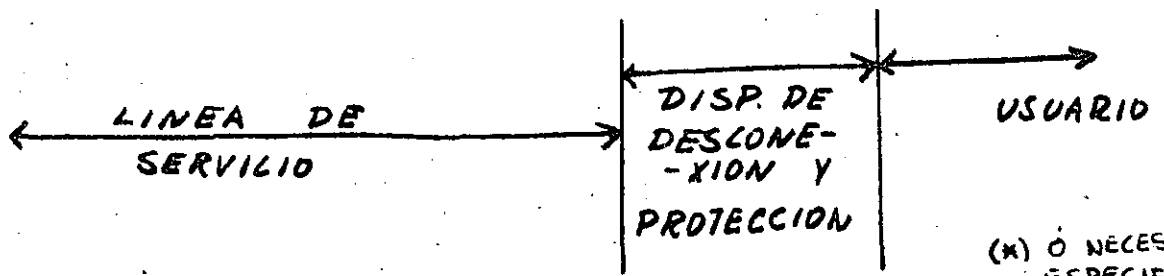
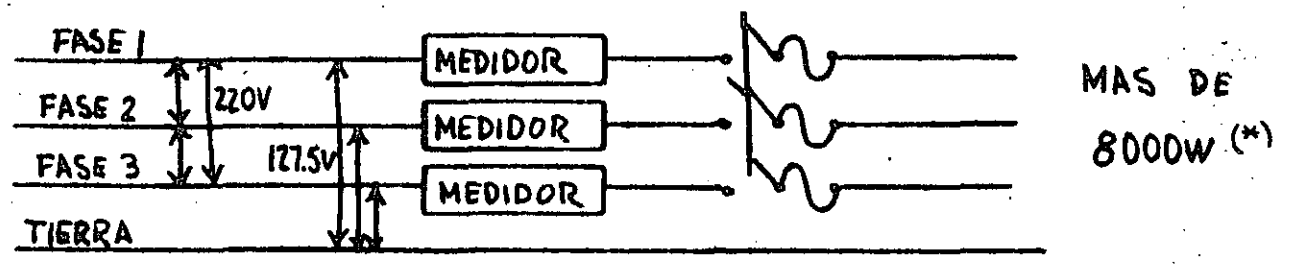
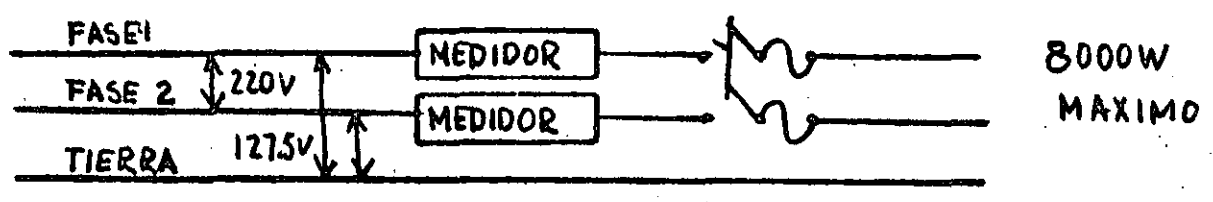
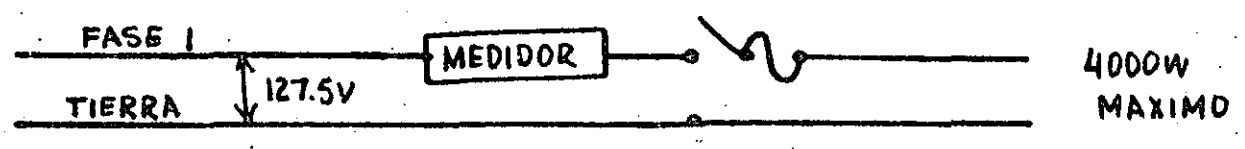
- BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

- ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION

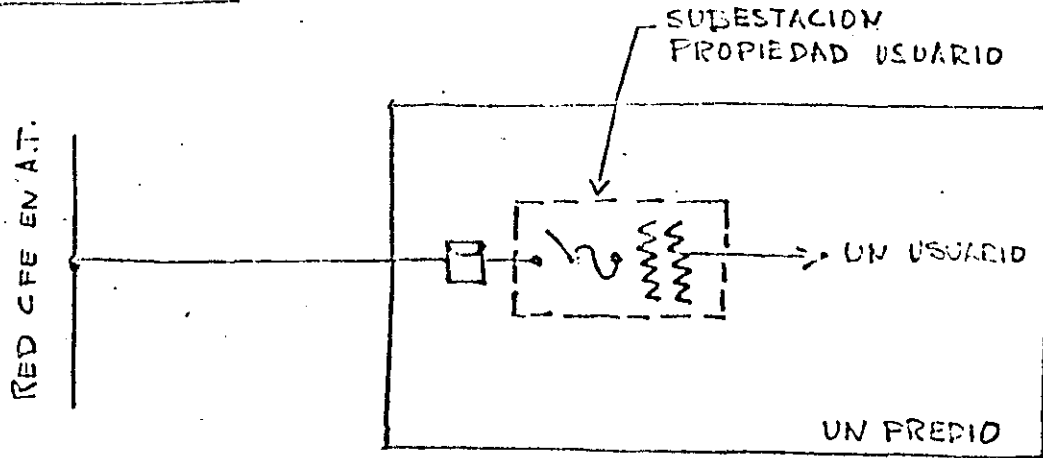


(*) O NECESIDAD ESPECIFICA DE LA CARGA.

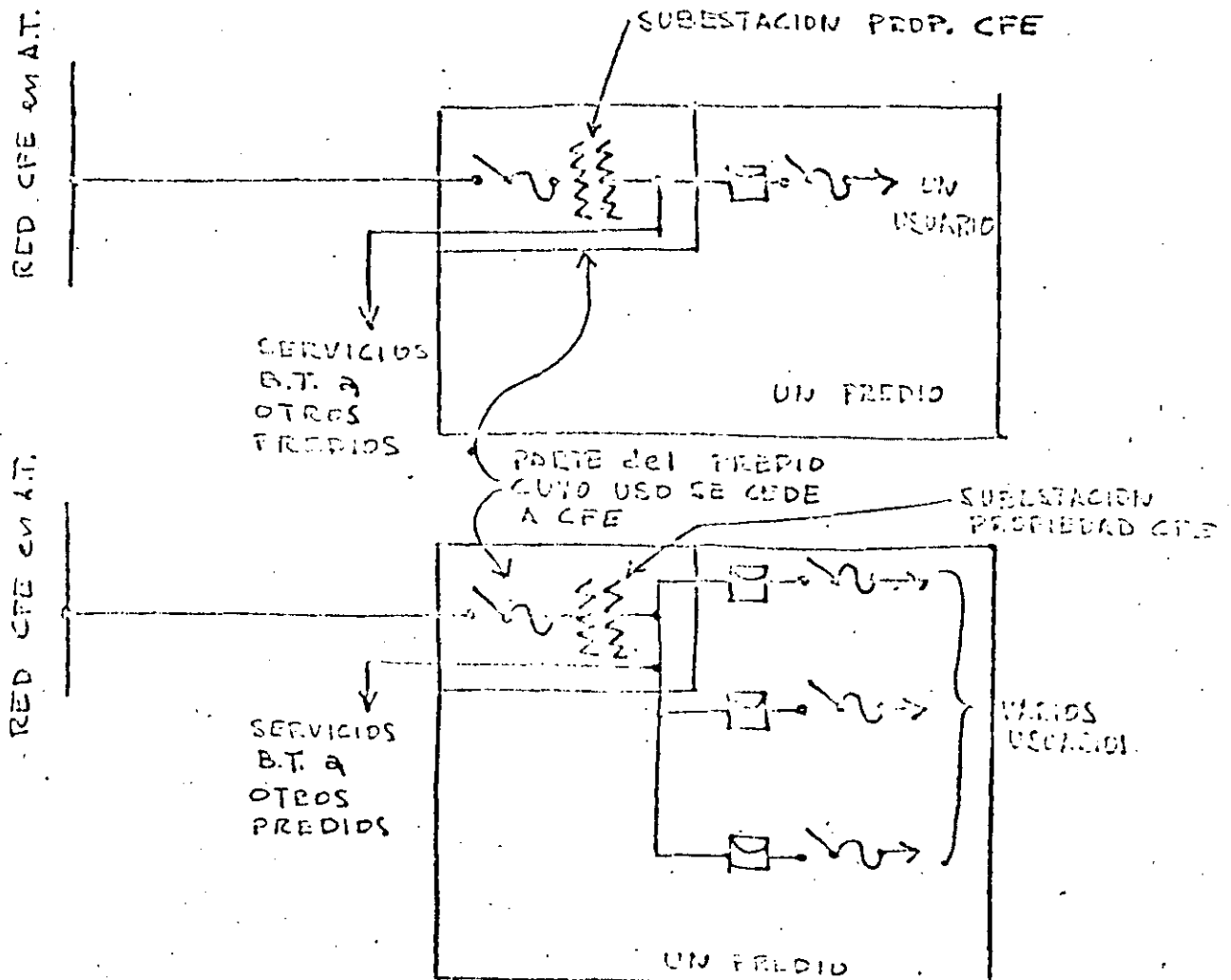
LINEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tension.
- 2) Para Servicio en Baja Tension

1) SERVICIO en A.T.:-



2) SERVICIO en B.T.



EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE - 81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERISTICAS :

(NTIE-81-201-4,

• DEL LOCAL:

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
 - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
 - DIMENSIONES QUE PERMITAN
 - INSTALAR
 - OPERAR
 - MANTENER
 - RETIRAR
- } CON "FACILIDAD
Y
SEGURIDAD"

• DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS A TIERRA.

DISPOSITIVO DE DESCONEXION

PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

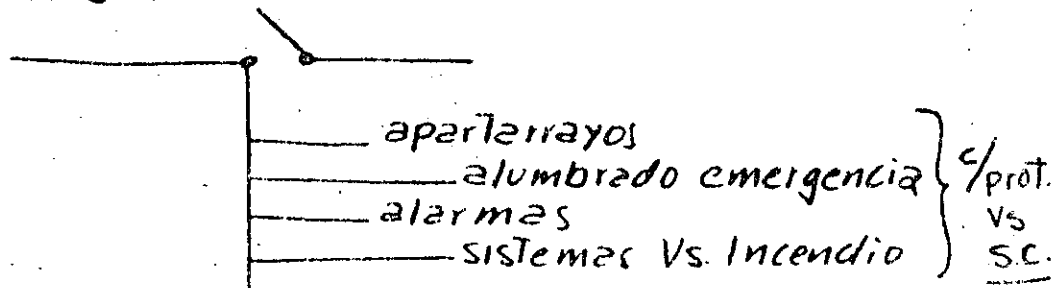
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA Y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DE

PROTECCION PRINCIPAL

(vs SOBRECORRIENTE).

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A

LA INSTALACION SERVIDA DE LA

RED DE SUMINISTRO CUANDO

OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

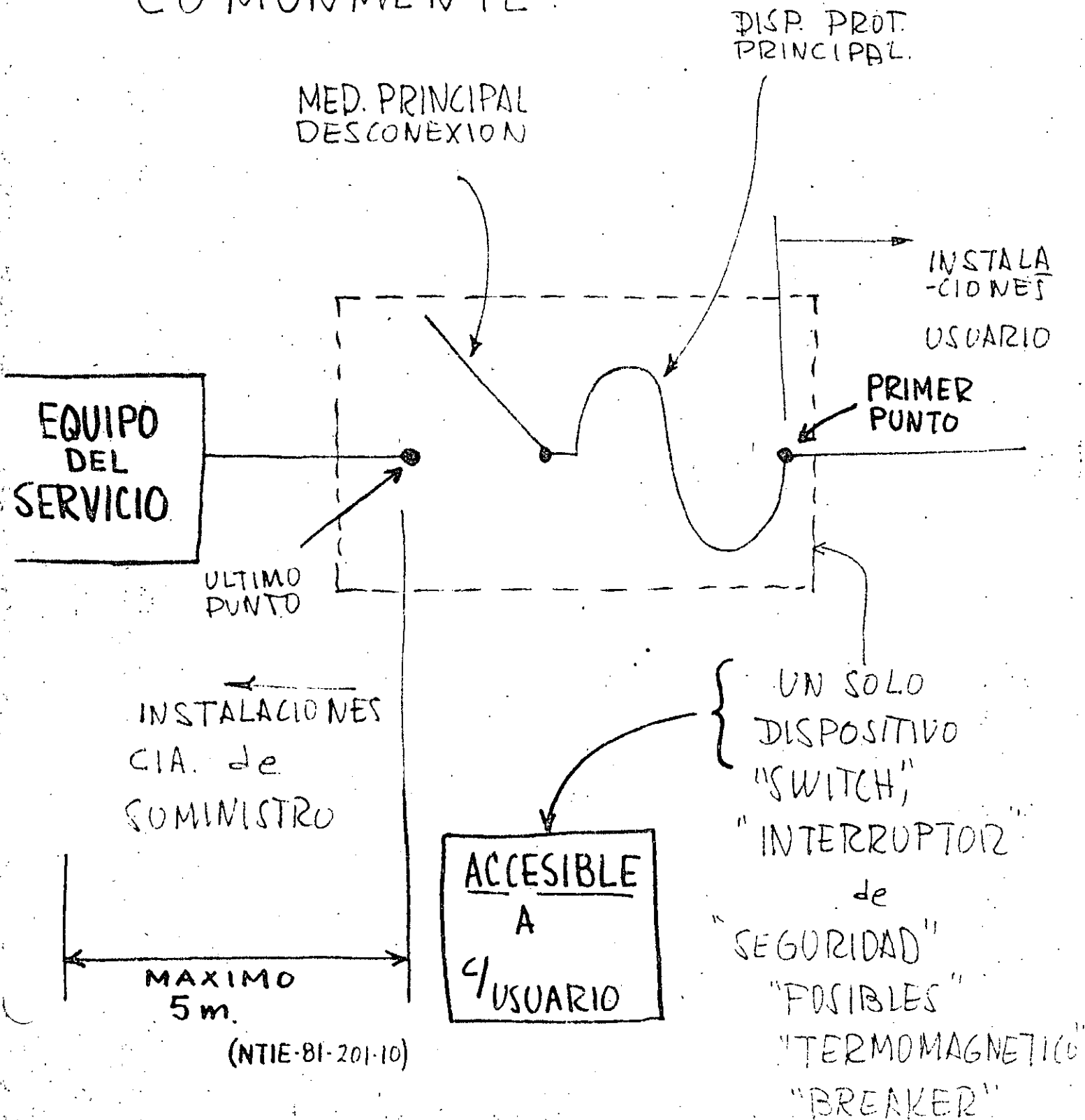
SOBRECORRIENTE :

$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO
POSIBLE

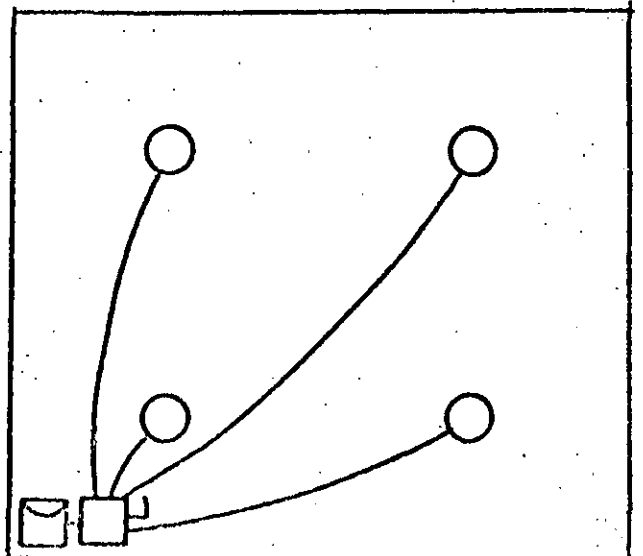
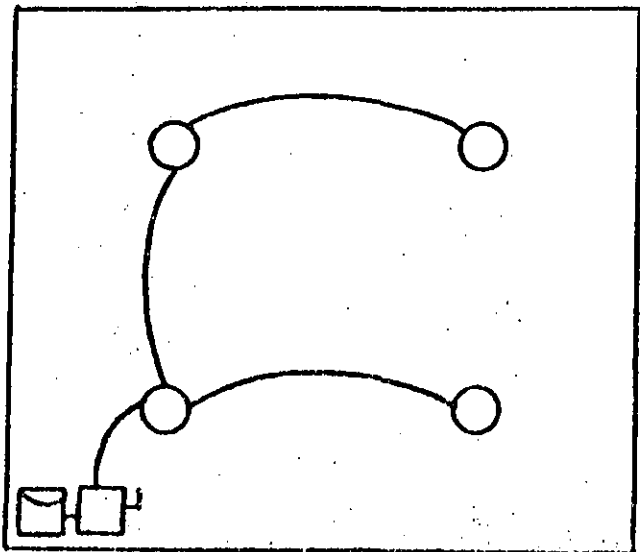
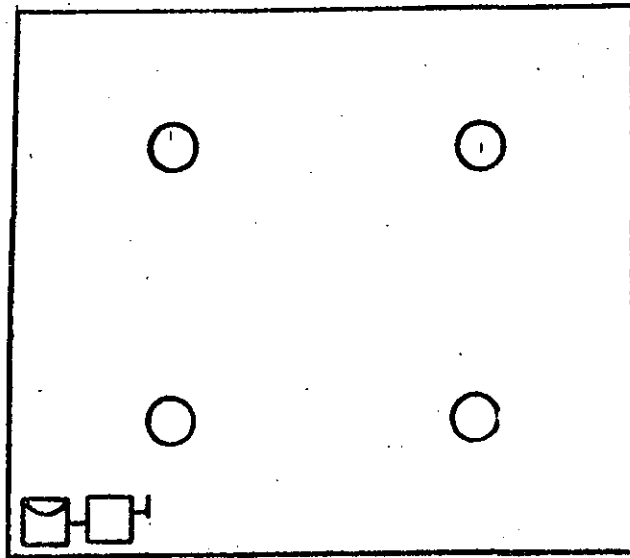
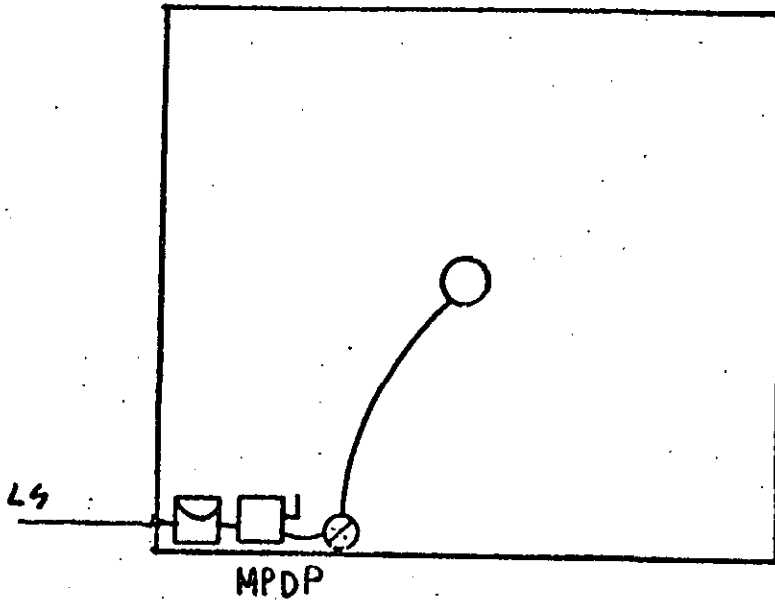
COMUNMENTE :

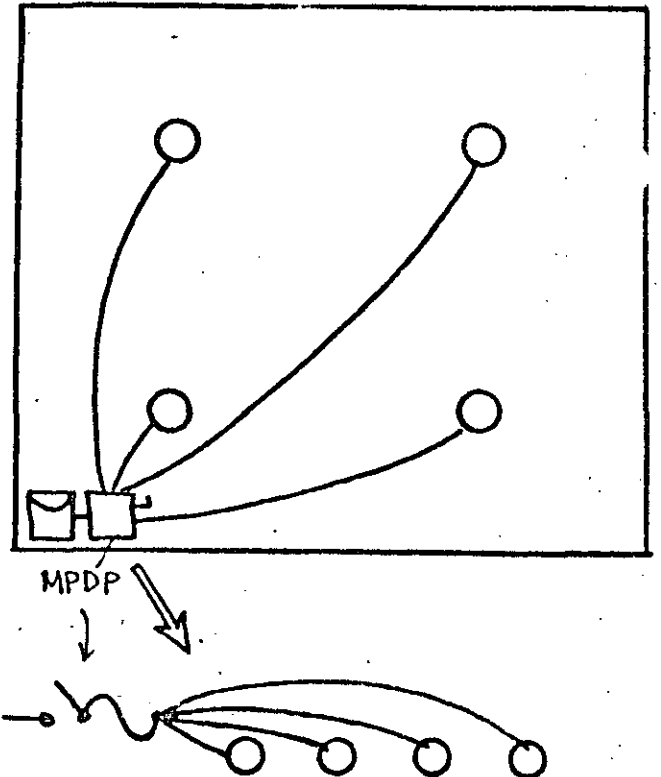
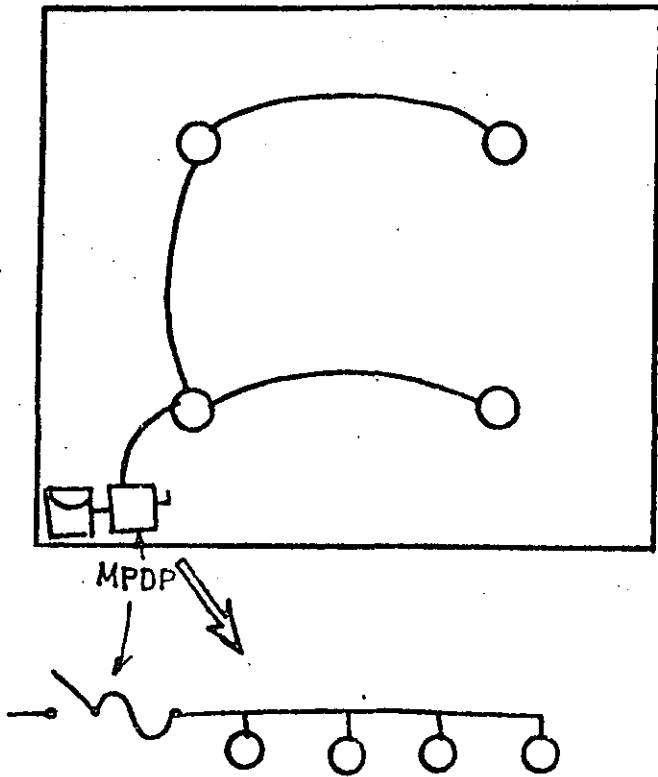


SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR:-

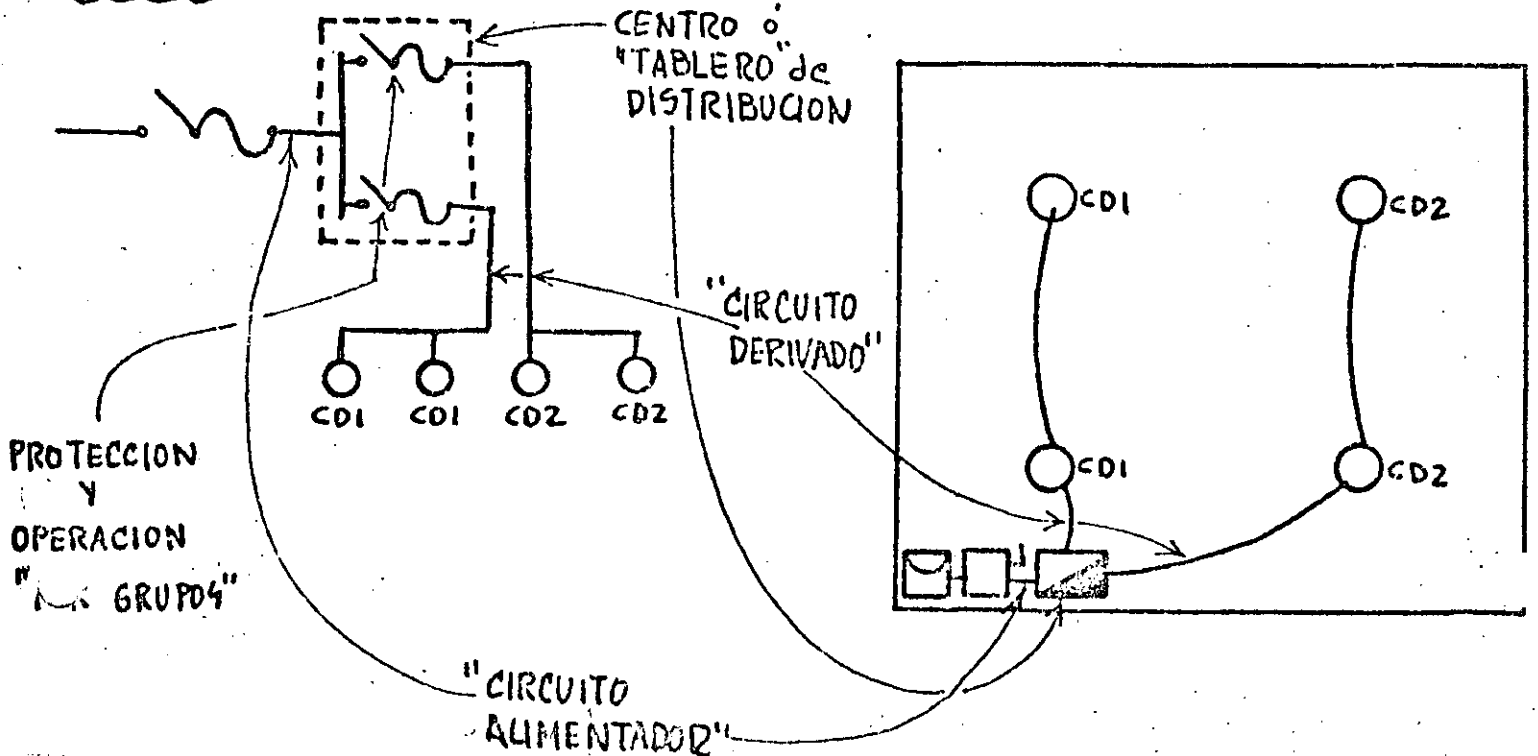
- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.
(TABLEROS).
- CIRCUITOS DERIVADOS. -

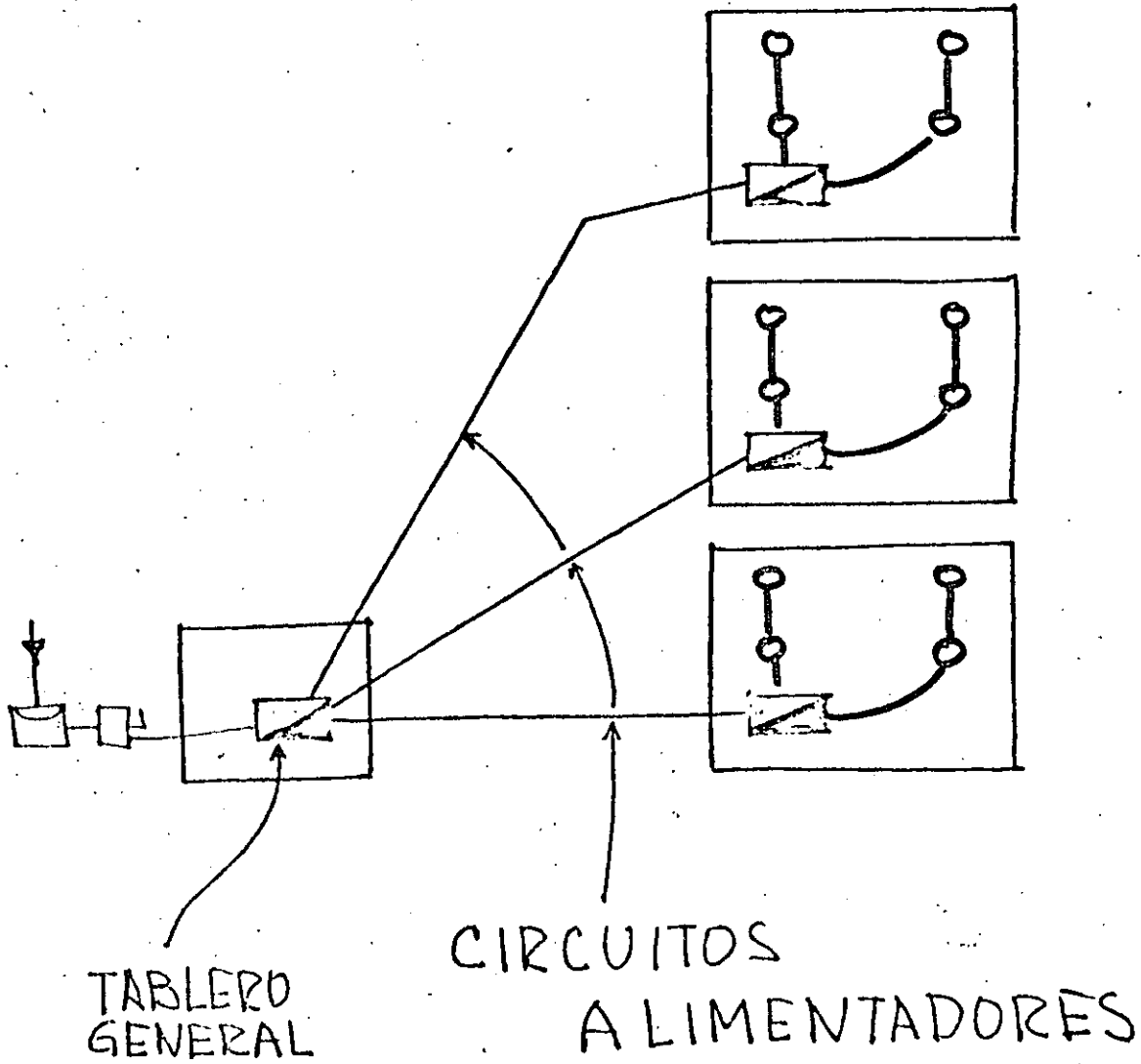


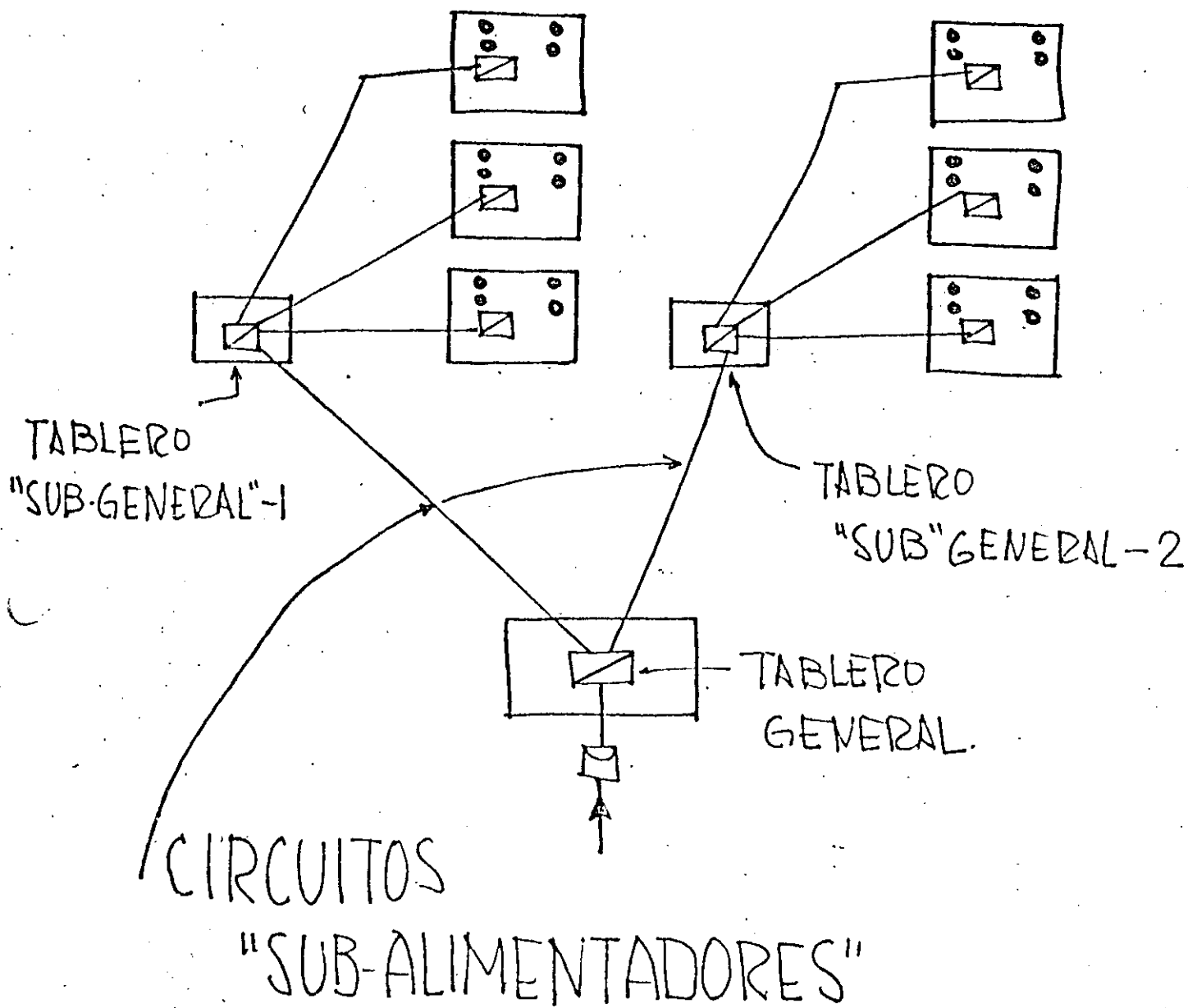


FALLA ————— }
 POSIBILIDAD OPERACION ————— } TOTAL

SOLUCION:

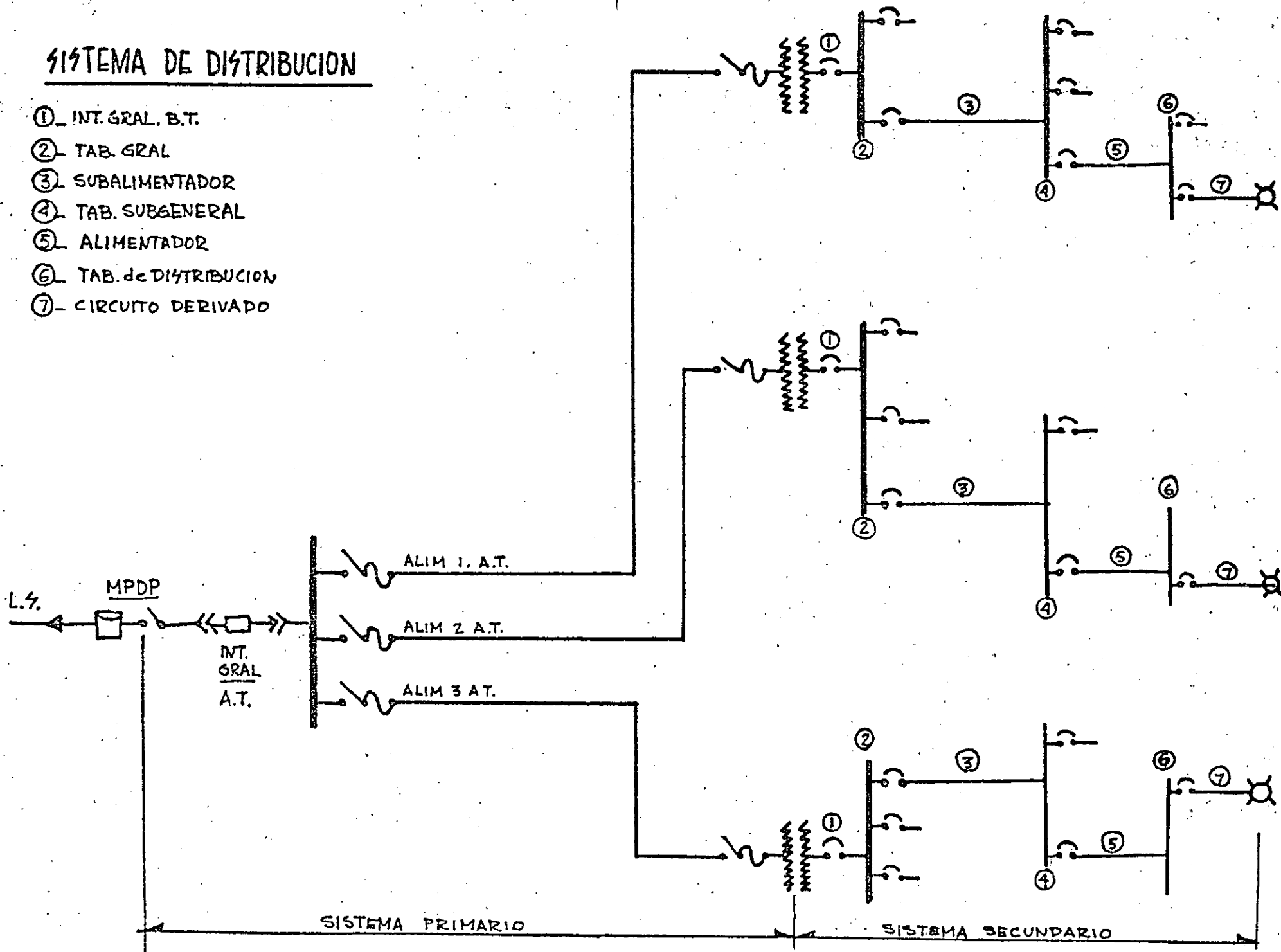






SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① INT. GRAL. B.T.
- ② TAB. GRAL
- ③ SUBALIMENTADOR
- ④ TAB. SUBGENERAL
- ⑤ ALIMENTADOR
- ⑥ TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ CIRCUITO DERIVADO



Localización geo
Líneas de Transmisión

24

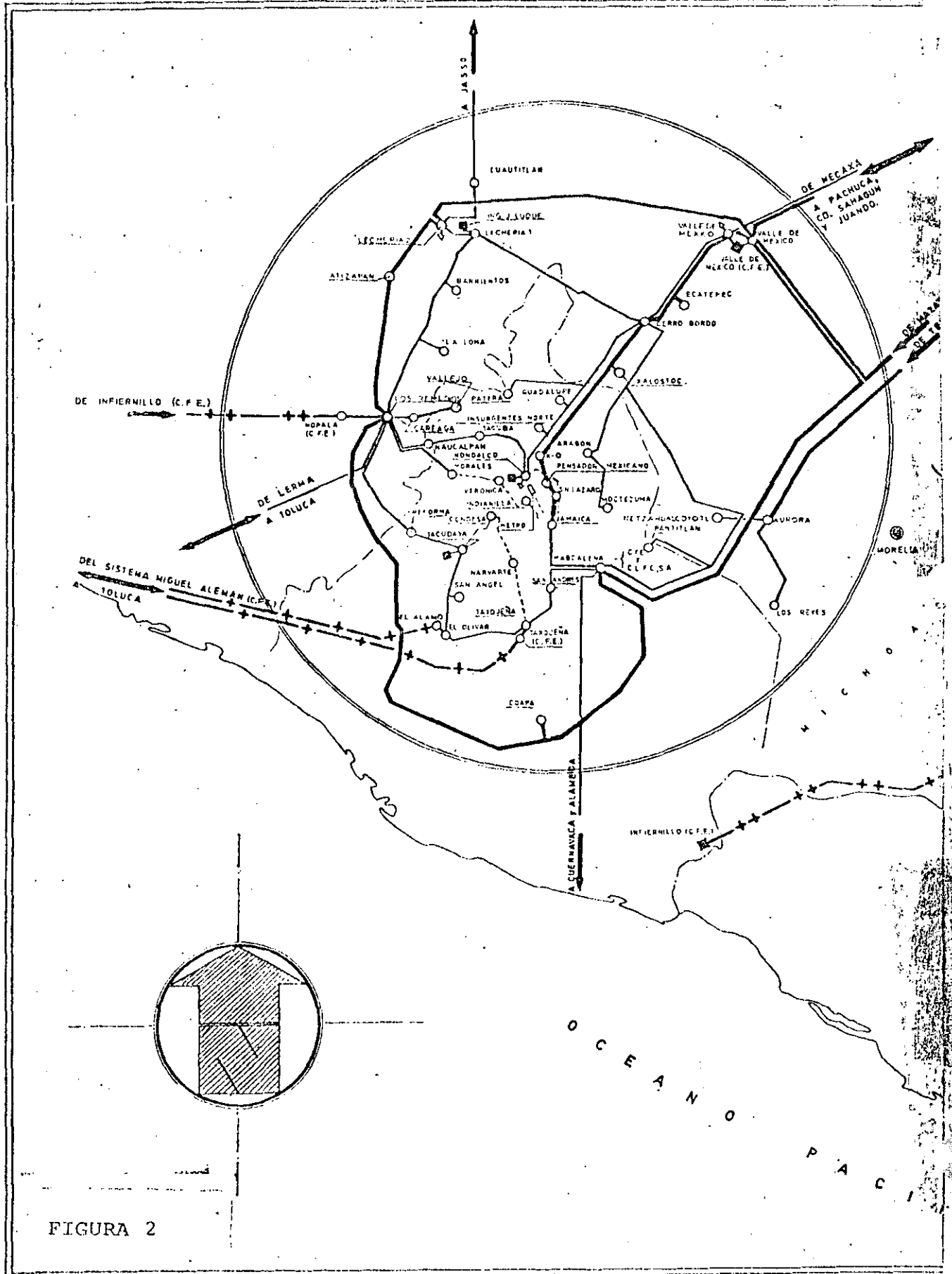
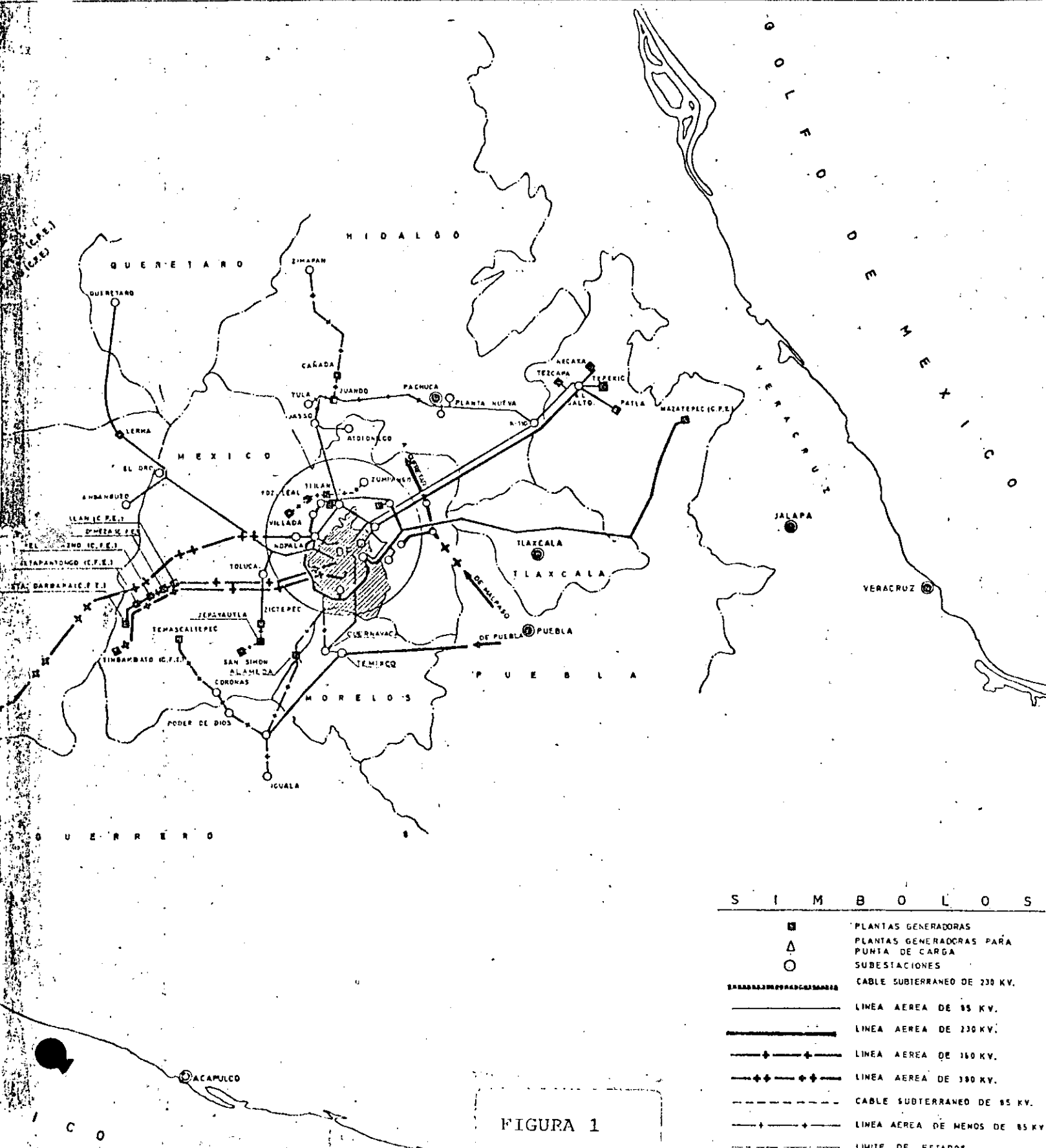


FIGURA 2



S I M B O L O S

■	PLANTAS GENERADORAS
△	PLANTAS GENERADORAS PARA PUNTA DE CARGA
○	SUBESTACIONES
—	CABLE SUBTERRANEO DE 230 KV.
—	LINEA AEREA DE 65 KV.
—	LINEA AEREA DE 230 KV.
—	LINEA AEREA DE 160 KV.
—	LINEA AEREA DE 130 KV.
—	CABLE SUBTERRANEO DE 65 KV.
—	LINEA AEREA DE MENOS DE 65 KV.
---	LIMITE DE ESTADOS.

FIGURA 1



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR
UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

MARZO, 1985

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA SON:

- CONVENIENCIA
- CAPACIDAD
- REGULACION
- ACCESIBILIDAD
- FLEXIBILIDAD
- SEGURIDAD

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONducir LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVEERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION
OPERACION
MANTENIMIENTO
AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO
PERSONAL EN OPERACION
PERSONAL EN MANTENIMIENTO
FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981)

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

SE REVISA DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE MAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS

TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

LA AUTORIDAD SOBRE LA REGLAMENTACION EN
MEXICO

- LEGISLACION VIGENTE
- ORGANO RECTOR EN MATERIA ELECTRICA
- DETALLE DEL ACUERDO SOBRE LA CONTRATA-
CION DE SRVICIOS

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

MARZO, 1985

ORGANO RECTOR DE INSTALACIONES
ELECTRICAS DE UTILIZACION.

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO
INDUSTRIAL

SUBSECRETARIA DE COMERCIO INTERIOR

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

DIRECCION DE ELECTRICIDAD Y GAS

SUBDIRECCION DE ELECTRICIDAD.

- DEPTO. DE AUTORIZACIONES
ELECTRICAS.

- DEPTO. DE AUTORIZACION DE
PROYECTOS ELECTRICOS.

- DEPTO. DE RESPONSABLES
EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

FUNCIONES Y FACULTADES DE LA SECOFI EN MATERIA DE ELECTRICIDAD

- VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS ELECTRICOS SE ADEGUEN A LA REGLAMENTACION VIGENTE (REVISION Y ESTUDIO DE PROYECTOS)
- VERIFICAR QUE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SEAN SEGURAS. (INSPECCION Y REVISION DE INSTALACIONES)
- REGISTRAR Y CONTROLAR LAS ACTIVIDADES DE LAS PERSONAS REGISTRADAS COMO RESPONSABLES EN MATERIA ELECTRICA.
- ACTUALIZAR LAS NORMAS TECNICAS Y DEMAS DISPOSICIONES RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD ELECTRICA.

LEGISLACION ELECTRICA

LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA
ELECTRICA.

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación del 22 de Diciembre de 1975)

ARTICULO 28.- DEBE EXISTIR UN PROYECTO DEBIDAMENTE ELABORADO, PREVIAMENTE A LA EJECUCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

(MODIFICACION.- Diario Oficial de la Federación del 27 de Diciembre de 1983)

(SE REQUIERE LA AUTORIZACION DE LA SECOFI PARA CONTRATAR EL SERVICIO ELECTRICO CON LA CFE LOS SIGUIENTES TIPOS DE INSTALACIONES INDUSTRIAS, ALTA TENSION, LOCALES DE CONCENTRACION PUBLICA Y CON AMBIENTES PELIGROSOS, EDIFICIOS CON DOS O MAS USUARIOS)

(LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD ~
 NO PROPORCIONARA EL SERVICIO SI LAS ~
 INSTALACIONES DEL TIPO ANTERIOR NO ~
 CUENTAN CON LA AUTORIZACION DE SECOFI)

ARTICULO 29 ~ SOLO PODRAN PONERSE A LA
 VENTA O UTILIZARSE LOS EQUIPOS Y
 COMPONENTES ELECTRICOS AUTORIZA ~
 DOS POR LA SECRETARIA.

VENTAJAS :

- MAYOR CONFIANZA EN SU BUEN FUNCIONA
 MIENTO.
- MAYOR SEGURIDAD PARA EL USUARIO.
- BRINDA PROTECCION AL CONTRATISTA.
- REFACCIONES Y FOLLETOS INSTRUCTIVOS.
- DEFINE CAMPOS DE RESPONSABILIDAD.

REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO
PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA.

CAPITULO XI. - DE LAS OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.

ARTICULOS 93 AL 97, 101 y 102

CAPITULO XVIII - DE LA INSPECCION Y VIGILANCIA.

ARTICULO 202. -

I. - INICIALES

II. - PERIODICAS

III. - EXTRAORDINARIAS.

CAPITULO XIX - DE LAS PERSONAS CAPACITADAS PARA PROYECTAR Y EJECUTAR OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.

DIARIO OFICIAL

México, D.F.

Lunes 22 de Junio de 1981

DECRETO QUE PUBLICA

EL

Reglamento
de Instalaciones
Eléctricas

REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

Al márgen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

JOSE LOPEZ PORTILLO Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 20, 28 y 44 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; 12, 13, 33 -- fracciones X y XX y Quinto Transitorio de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; y

CONSIDERANDO

Que la avanzada evolución tecnológica en la industria eléctrica del país hace necesario actualizar las disposiciones legales existentes en materia de instalaciones eléctricas, y toda vez que el actual Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas del 21 de febrero de 1950, publicado en el "Diario Oficial" de la Federación de 31 de marzo del mismo año, contiene algunos lineamientos y normas técnicas que por el acelerado desarrollo de esta industria resultan obsoletos, es indispensable la expedición de un nuevo ordenamiento regulatorio que vaya acorde con la realidad y el avance dinámico en la materia.

Que siendo imperiosa la necesidad de precisar los requisitos generales referentes a las instalaciones eléctricas para salvaguardar la seguridad de los usuarios y sus pertenencias, así como el establecer bases que fijen la formulación y expedición de las normas técnicas que regulen dichas instalaciones; normas que, por otra parte, deben estar sujetas a una revisión continua, a fin de mantenerse actualizadas y acordes con los logros alcanzados -- por la técnica moderna en esta área, he tenido a bien expedir el siguiente

REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1o.-El presente Reglamento y sus Normas Técnicas, serán de observancia general en toda la República y tendrán por objeto establecer los requisitos que deben satisfacer las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de servicio y seguridad para las personas y su patrimonio

ARTICULO 2o.-La aplicación del presente Reglamento, la formulación, expedición y actualización de sus Normas Técnicas, así como la vigilancia de la correcta observancia de las Normas Oficiales Mexicanas corresponderá a la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, a través de las Direcciones Generales de Normas y de Energía en el ámbito de sus respectivas competencias.

En casos especiales, la mencionada Dependencia puede eximir de alguno o algunos requisitos fijados en las disposiciones anteriormente mencionadas, siempre que se substituyan por otros que garanticen las mismas condiciones para las cuales fueron fijados.

ARTICULO 3o.-Cuando en el presente Reglamento se empleen los términos "Secretaría", "Ley" y "Normas Técnicas", debe interpretarse que se refieren respectivamente, a la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y a las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

ARTICULO 4o.-Competerá a la "Secretaría" sancionar administrativamente a los usuarios que violen los requisitos fijados por el presente Ordenamiento y sus "Normas Técnicas", tomando en cuenta la gravedad del caso y en los términos previstos por la "Ley" y su Reglamento.

Las resoluciones que al respecto se emitan podrán ser recurridas ante la propia "Secretaría" de conformidad con lo dispuesto en los mismos Ordenamientos.

ARTICULO 5o.-Son materia de este Reglamento y de sus "Normas Técnicas":

a) Las instalaciones que se emplean para la utilización de la energía eléctrica, en cualquiera de las tensiones usuales de operación, incluyendo el equipo conectado a las mismas por los usuarios.

b) Las subestaciones y las plantas generadoras de emergencia propiedad de los usuarios.

c) Las líneas eléctricas y su equipo. Dentro del término "líneas eléctricas" quedan comprendidas las aéreas y las subterráneas conductoras de energía eléctrica, ya sea que formen parte de sistemas de servicio público o bien correspondan a otro tipo de instalaciones.

d) Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el suministro de energía eléctrica.

ARTICULO 6o.-Las instalaciones eléctricas se rán conservadas según el caso, bien por la entidad encargada del suministro, o bien por los usuarios cuando sean de su propiedad, en forma tal que se satisfagan en todo tiempo, los requisitos fijados por este Reglamento y sus "Normas Técnicas". Cuando esto no se cumpla y las instalaciones entrañen un peligro a la seguridad de las personas o a sus bienes, la "Secretaría" aplicará las medidas que procedan, de acuerdo con la "Ley" y su Reglamento.

ARTICULO 7o.-El equipo y los materiales que se empleen en las instalaciones para el uso de energía eléctrica, deben ser adecuados para cumplir con tal fin, debiendo satisfacer:

a) Los lineamientos contenidos en este Reglamento y sus "Normas Técnicas", así como los de las Normas Oficiales Mexicanas que correspondan.

b) La previa aprobación de la "Secretaría", para su venta y uso, tal como se encuentra establecido en la "Ley" y su Reglamento.

ARTICULO 8o.- Las instalaciones para el uso de energía eléctrica deben hacerse de tal manera que el funcionamiento del equipo de un usuario no produzca daños, molestias o perjuicios a terceros. Cuando estos casos se presenten, el usuario del --

servicio que los origina debe aplicar las medidas pertinentes a fin de corregir la situación, de acuerdo con las disposiciones de la "Ley" y su Reglamento.

CAPITULO II

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS

ARTICULO 9o.- La formulación, expedición, revisión y actualización de las "Normas Técnicas" estará a cargo de la "Secretaría", la que se apoyará en las opiniones que para tal efecto emita el Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

El Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas se compondrá de un representante de cada una de las Direcciones Generales de Normas y de Energía y de la propia "Secretaría", otro de la Comisión Federal de Electricidad, otro de Petróleos Mexicanos y otro de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación. El Comité estará presidido por el Director General de Normas de la "Secretaría" y podrá invitar a sus sesiones, cuando lo estime conveniente, a representantes de otros organismos del sector público y de organizaciones del sector privado que puedan tener ingerencia en la materia.

ARTICULO 10o.- La "Secretaría" dará a conocer por conducto del "Diario Oficial" de la Federación, la expedición de las "Normas Técnicas" así como de las adiciones, supresiones o modificaciones que resulten de sus revisiones periódicas para su actualización y vigencia.

ARTICULO 11o.- Los aspectos de las instalaciones que no estén previstos en las "Normas Técnicas", serán resueltos por la "Secretaría" escuchando las opiniones del Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

Las obras e instalaciones que vayan a pasar a ser propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, se ajustarán además de lo que sea aplicable de este Reglamento y sus "Normas Técnicas", a los requisitos técnicos aprobados por la "Secretaría" para dicho organismo.

TRANSITORIO

PRIMERO.- El presente Reglamento entrará en vigor 30 días después de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación fecha en la que entrarán en vigor también las "Normas Técnicas" que en cumplimiento del artículo 10o. de este ordenamiento expida la "Secretaría", con la debida oportunidad.

SEGUNDO.- Al entrar en vigor el presente Reglamento, quedará abrogado el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, publicado en el "Diario Oficial" de la Federación el 31 de marzo de 1950.

TERCERO.- Este Reglamento y sus Normas Técnicas se aplicarán a las instalaciones nuevas, a la ampliación o modificación de las existentes y a --

aquellas instalaciones existentes que por su edad o características impliquen algún riesgo para las personas o sus bienes, las cuales deberán arregirse en los plazos que fije la Secretaría, de acuerdo con las disposiciones aplicables.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, los cuatro días del mes de junio de mil novecientos ochenta y uno.- José López Portillo.-Rúbrica.-El secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, Juan Andrés Oteyza.-Rúbrica.

ACUERDO SECRETARIAL PUBLICADO EN EL
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL
18 DE JUNIO DE 1984.

ESTABLECE Y DEFINE LOS PUNTOS SIGUIENTES:

- TIPOS DE INSTALACIONES QUE REQUIEREN LA AUTORIZACION PARA SU SUMINISTRO.
- TODOS LOS SERVICIOS PROPORCIONADOS EN ALTA TENSION DE CUALQUIER TIPO.
- TODOS LOS EDIFICIOS DE DOS O MAS USUARIOS.
- TODOS LOS SERVICIOS INDUSTRIALES DE MAS DE 20 KW DE CARGA CONECTADA.
- TODOS LOS SERVICIOS QUE INVOLUCREN AMBIENTES EXPLOSIVOS O INFLAMABLES.

9
• TODOS LOS CENTROS DE REUNION PUBLICA:

SALAS DE DIVERSION Y ESPARCIMIENTO

ESCUELAS

CENTROS COMERCIALES DE MAS DE
20 KW

INSTITUCIONES BANCARIAS ($\Delta 3\phi$)

IGLESIAS ($\Delta 3\phi$)

RESTAURANTS, BARES, CANTINAS
($\Delta 3\phi$)

ETC.

— CONDICIONES Y REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LOS PROYECTOS ELECTRICOS.

• PLANOS

• MEMORIAS DESCRIPTIVAS Y DE CALCULO.

— CONDICIONES Y REQUISITOS QUE DEBEN REUNIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

- INSTALACIONES CON BASE EN UN PROYECTO PREVIAMENTE APROBADO.
 - EQUIPOS Y COMPONENTES ELECTRICOS AUTORIZADOS.
 - REALIZACION DE PRUEBAS ELECTRICAS EN LAS INSTALACIONES.
- REQUISITOS QUE DEBEN CUBRIRSE PARA RECA-
BAR LA AUTORIZACION PARA EL SUMINISTRO.
- SOLICITUD DE AUTORIZACION QUE CONTENGA LOS DATOS DEL USUARIO INCLUYENDO LISTA DE CARGAS.
 - MENCIÓN DEL N° Y FECHA DEL OFICIO DE APROBACION DEL PROYECTO.
 - CARTA DE RESPONSA DE LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS. CONTENIENDO LOS DATOS SIGUIENTES:

DECLARACION DEL RESPONSABLE BAJO
PROTESTA DE DECIR VERDAD :

QUE LA CONSTRUCCION SE ADEGA
AL PROYECTO APROBADO.

QUE SE UTILIZARON EQUIPOS
Y COMPONENTES ELECTRICOS AU-
TORIZADOS POR LA SECRETARIA

QUE LA INSTALACION ELECTRICA
CUMPLE CON LAS NORMAS TECNICAS
DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES
ELECTRICAS.

QUE SE EFECTUARON LAS PRUE-
BAS ELECTRICAS.- (Anexar
una copia del resultado de ~
pruebas).

- LA SECRETARIA EJERCERA INSPECCION EN
LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SI ASI LO ~
JURGA CONVENIENTE.

- LA SECRETARIA EJERCERA CONTROL SOBRE LAS ACTIVIDADES DE LOS RESPONSABLES.

- INCIDIRA SOBRE EL REGISTRO O REFRENDO.
- SE APLICARAN SANCIONES ADMINISTRATIVAS

SI EXISTE DOLO O MALAFE

SI EXISTE INDOLENCIA O IGNORANCIA DE LAS DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS DE SEGURIDAD ELECTRICA. (NORMAS TECNICAS)

SI EXISTE DESACATO A CUALQUIER ORDENAMIENTO DE LA SECOFI RELACIONADO CON SU ACTIVIDAD.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

LA AUTORIDAD SOBRE LA REGLAMENTACION EN
MEXICO

- RESPONSABLE DE INSTALACIONES ELECTRICAS

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

MARZO, 1985

PERITOS RESPONSABLES

FUNCIONES:

- VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- ASESORAR A LOS USUARIOS SOBRE EL USO ADECUADO, SEGURO Y ECONOMICO DE LA ENERGIA ELECTRICA.
- AUXILIAR A LOS USUARIOS SOBRE EL MANTENIMIENTO ADECUADO Y LA OPERACION APROPIADA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.



RESPONSABLES DE OBRAS Y PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

010-074

No. DE OFICIO

EXPEDIENTE

REGIDOS POR: REGLAMENTO DE LA INDUSTRIA ELECTRICA - CAPITULO XIV

CLASIFICACION

GRUPO I.- PROFESIONALES

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR CUALQUIER INSTALACION SIN LIMITACION DE CAPACIDAD O TENSIONES

FORMAN ESTE GRUPO LOS INGENIEROS TITULADOS DE:

IPN — OPCIÓN POTENCIA O UTILIZACIÓN.

UNAM — ESPECIALIZACIÓN ELECTRICIDAD.

ADEMAS:

UAM.

ITESM.

AL CONTESTAR ESTE OFICIO, CITARSE LA FECHA Y LOS DATOS CONTENIDOS EN EL ANGULO SUPERIOR DERECHO.

FORMAN ESTE GRUPO EGRESADOS DE :

- CECYT
- CENETI
- INSTITUTOS TECNOLOGICOS REGIONALES
(A NIVEL TECNICO)
- OTRAS ESCUELAS O INSTITUCIONES EDUCATIVAS
PUBLICAS O PRIVADAS. (A NIVEL TECNICO)

ES NECESARIO QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA DE HABER CURSADO A NIVEL TECNICO LOS TEMAS DE :

- SUBESTACIONES
- SISTEMAS DE UTILIZACION
(FUERZA Y ALUMBRADO)
- PLANTAS GENERADORAS
- SISTEMAS DE TIERRAS
- PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTE.
- CANALIZACIONES
- CONDUCTORES (SELECCION Y CALCULO).

LOS DOCUMENTOS EXPEDIDOS POR LOS CENTROS EDUCATIVOS DEBEN ESTAR REGISTRADOS POR LA S. E. P.

A FALTA DE DOCUMENTOS SE PUEDE SUSTENTAR UN EXAMEN DE COMPETENCIA ANTE LA SECRETARIA.

GRUPO III - "OBREROS CALIFICADOS"

FACULTADES :

PROYECTOS - UNICAMENTE EN BAJA TENSION Y CON CAPACIDAD NO MAYOR DE 100 KVA.

OBRAS ELECTRICAS - IDEM. (CON EXCEPCION DE LAS INSTALACIONES QUE CONTENGAN GRUAS, MONTACARGAS Y ELEVADORES A CUALQUIER VALOR DE TENSION.

DOCUMENTOS : CERTIFICADOS O DIPLOMAS EXPEDIDOS O REVALIDADOS POR S.E.P.

EN LOS QUE CONSTEN MATERIAS RELACIONADAS CON LOS TEMAS :

- SISTEMAS DE UTILIZACION
(FUERZA Y ALUMBRADO)
- PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTE
- CONDUCTORES Y CANALIZACIONES.

TAMBIEN PUEDE PRESENTARSE UN EXAMEN DE COMPETENCIA A FALTA DE DOCUMENTOS PARA OBTENER EL REGISTRO.

LAS SOLICITUDES PARA TRAMITAR EL REGISTRO DE PERSONAS RESPONSABLES DEBEN HACERSE POR ESCRITO Y DIRIGIRSE A:

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
DIRECCION GENERAL DE NORMAS
DIRECCION DE ELECTRICIDAD Y GAS
AVE. CUAUHTEMOC # 80, 1^{er} PISO.

EL REGISTRO TIENE UNA VIGENCIA DE DOS AÑOS.

SU REFRENDO PUEDE HACERSE EN OFICINAS CENTRALES (D.F.) O EN CUALQUIER DELEGACION DE LA SECOFI.

EXAMEN DE COMPETENCIA:

PROCEDIMIENTO:

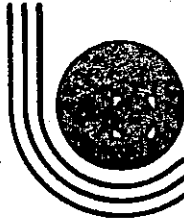
- SOLICITUD POR ESCRITO DIRIGIDO A SECOFI OFICINAS EN D.F. O EN CUALQUIERA DE SUS DELEGACIONES ESTATALES.

- SEÑALAR DE COMUN ACUERDO LA FECHA DEL EXAMEN EL CUAL VERSARA SOBRE CONCEPTOS - TECNICOS QUE SE INDICAN EN EL TEMARIO QUE LA SECOFI ENTREGARA.

- REALIZAR EL EXAMEN ANTE LA PRESENCIA DE UN REPRESENTANTE DE LA SECOFI, OTRO DE C.F.E. Y OTRO, SI LO DESEA EL SOLICITANTE, DE SU SINDICATO O GREMIO AL CUAL PERTENEZCA.

- SI EL EXAMEN ES APROBADO SE CONCEDE EL REGISTRO SOLICITADO.

PUEDE NUEVAMENTE PRESENTARSE EL EXAMEN SIGUIENDO LOS PASOS ANTERIORES, EXISTIENDO 6 MESES CUANDO MENOS ENTRE UN EXAMEN Y EL SIGUIENTE.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

LA AUTORIDAD SOBRE LA REGLAMENTACION EN
MEXICO

- ASPECTOS RELEVANTES DE LAS NORMAS TECNICAS

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

MARZO, 1985

NORMAS TÉCNICAS -

Del Reglamento de Instalaciones Eléctricas

SON DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA EN TODO EL PAIS

PROPOSITO ~ Establecer los requisitos que deben satisfacer las instalaciones eléctricas a fin de que ofrezcan condiciones de seguridad para las personas y su patrimonio.

En vigor desde el 22 de julio de 1981 - Parte I
(Instalaciones para el uso de la energía eléctrica)

AUTORIDAD COMPETENTE ~ SECRETARIA DE COMERCIO
Y FOMENTO INDUSTRIAL ~ DIREC. GRAL. DE NORMAS
SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD Y GAS

CONTENIDO DE LAS NORMAS TECNICAS

- GENERALIDADES
- PROYECTO Y PROTECCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS.
- METODOS DE INSTALACION, CONDUCTORES Y CANALIZACIONES
- EQUIPO ELECTRICO DIVERSO
- INSTALACIONES ESPECIALES
- SUBESTACIONES

OBJETIVOS DE LAS NORMAS TECNICAS

- ESTABLECE CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO
- FIJA REQUISITOS TECNICOS Y DE SEGURIDAD
- SU OBSERVANCIA EVITA DAÑOS A LA INTEGRIDAD FISICA DE LAS PERSONAS. Y A SUS PROPIEDADES.

ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

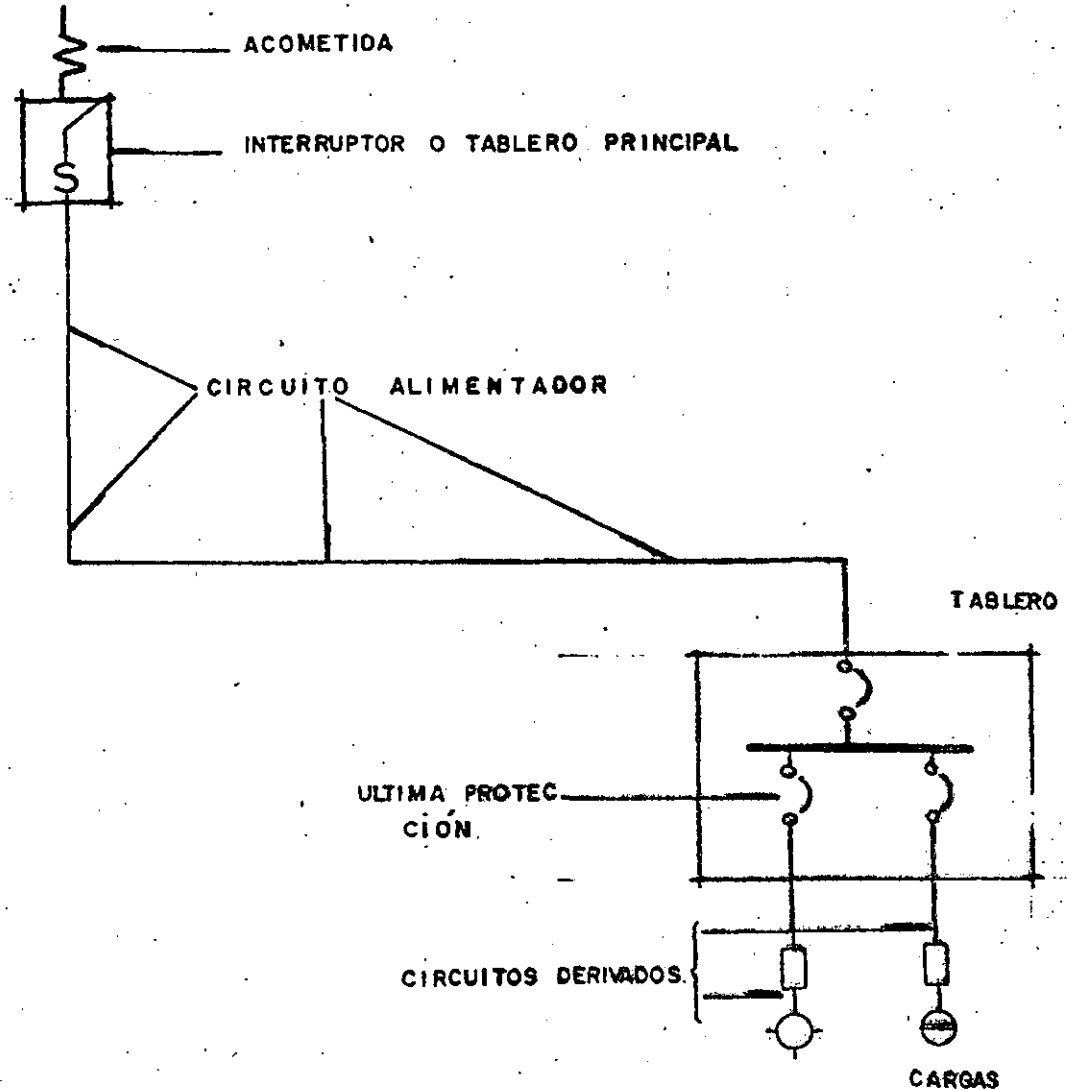
Definiciones (Arts. 202.2 y 203.1)

Circuito derivado:

Comprende desde la última protección hasta la carga

Circuito alimentador:

Comprende desde la protección principal, hasta la protección de los circuitos derivados.



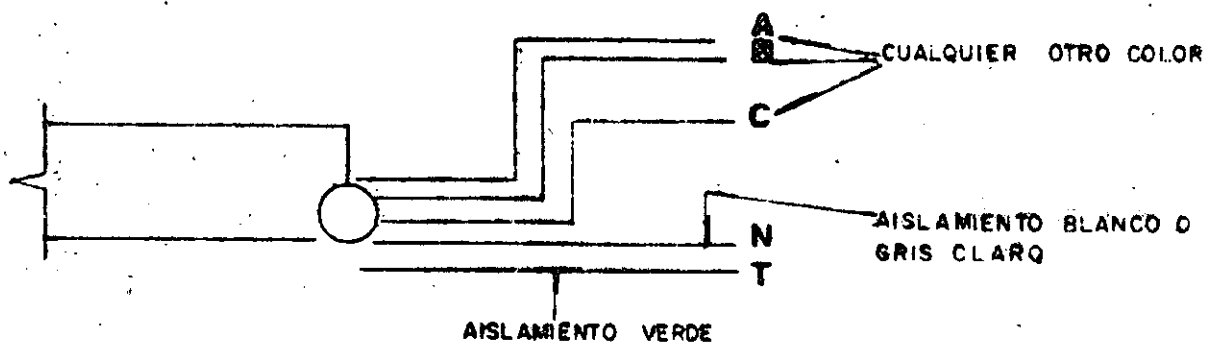
IDENTIFICACION (ART. 202.4)

OBJETIVOS:

- Hacer más fácil y rápida la revisión o mantenimiento a los sistemas ó circuitos.
- Brindar seguridad al personal.

LA RECOMENDACION ES:

- Aislamiento verde para el conductor de puesta a tierra.
- Aislamiento blanco ó gris claro para el conductor neutro.
- Cualquier otro color para los activos.



En este último caso, tomese como ejemplo el arreglo de los interruptores mostrado en la figura 6. El interruptor número uno se ha seleccionado con la capacidad suficiente para interrumpir una falla del "A". Por consiguiente el interruptor número dos debe tener una característica tal que no habra al ocurrir dicha falla en "A" excepto si es necesario que opere como protección de respaldo, de modo que la energía continuará siendo aliemntada a los circuitos que no tienen falla. Pero una falla en "B", el interruptor número 2 debe interrumpirla.

Cuando este interruptor habre como se explica en este ejemplo, se dice que es "Selectivo" y por consiguiente, que está formulado con el interruptor número uno.

La coordinación entre interruptores es más comprensible cuando las curvas características de tiempo y corriente, que pueden obtenerse de los fabricantes, se comparan gráficamente.

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.-

En la figura 7 se muestran equipos y aparatos que comunmente se usan en edificios comerciales y plantas industriales a simple vista, puede solamente apreciarse una porción relativamente pequeña del total de los componentes que forman el sistema de distribución.

Ocultos en las paredes, bajo el piso y en los techos se encuentran los cables y los ductos que conducen la energía eléctrica a las diferentes partes del sistema. Los gabinetes metálicos de las instalaciones modernas dificultan en cierto grado la identificación de los varios dispositivos que se encuentran instalados dentro de los mismos. Es por lo tanto necesario para el ingeniero el contar con algun esquema o cuadro que muestre el arreglo del circuito, el número de fuentes de energía, el tipo y tamaño de los alimentadores, la capacidad de los motores, los niveles de tensión eléctrica y otros muchos datos que describen con toda presición a los sistemas eléctricos. Dicho "cuadro" da las respuestas a preguntas tales como, ¿ Que equipos será desenergizado cuando este interruptor se habre? ó así mismo ¿ puede alimentarse este motor desde otra fuente de energía?.

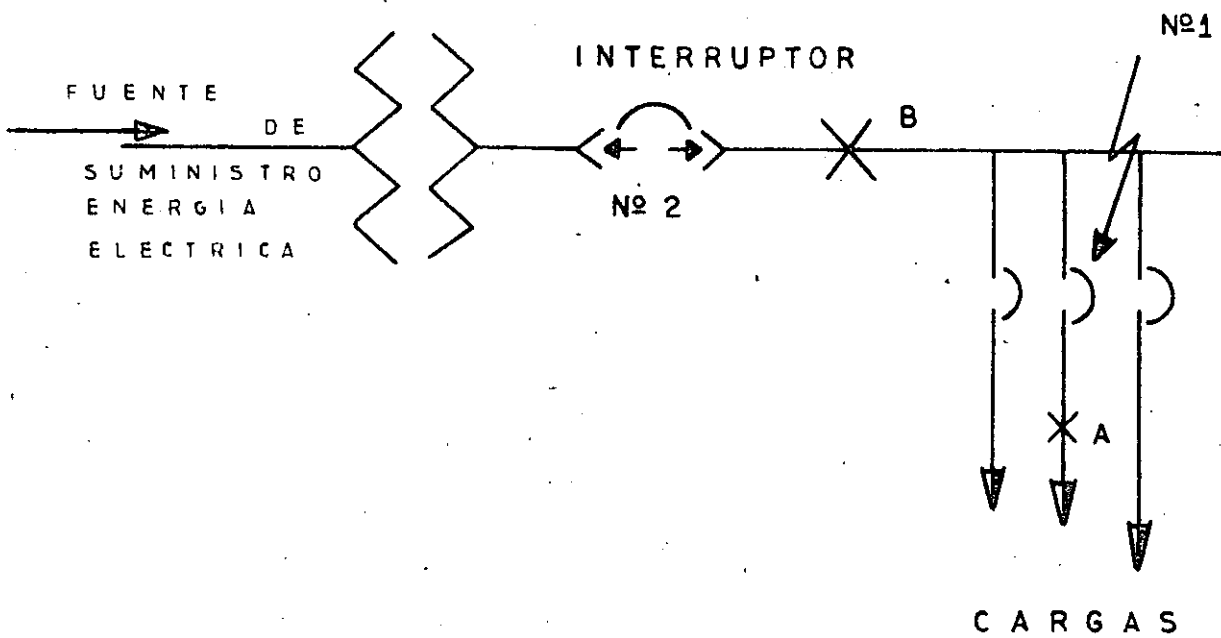
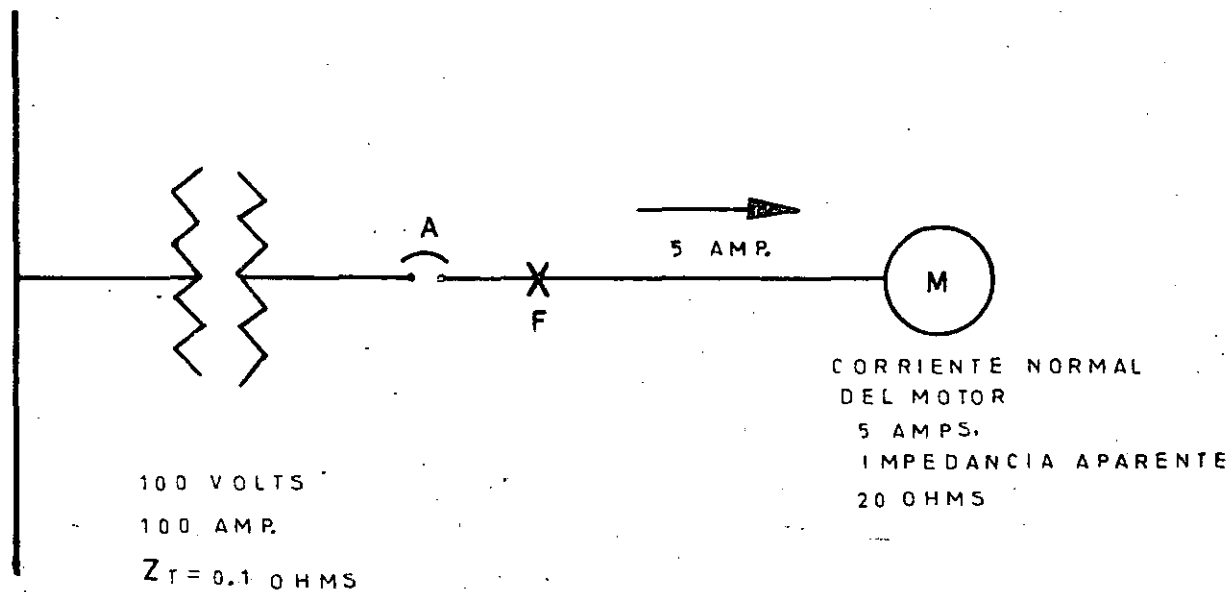


DIAGRAMA UNIFILAR DE
 UN ALIMENTADOR Y SUS CIRCUITOS
 DERIVADOS

FIG - N° 6

Cuando un circuito alimenta varias cargas, este puede sobrecalentarse si todas ellas experimentan su demanda máxima al mismo tiempo. Esta condición es semejante a la que se presentaría si se conectaran demasiados aparatos domésticos simultáneamente, a los enchufes de una casa. Los circuitos no se calculan normalmente con capacidad suficiente para manejar todas las condiciones extraordinarias de carga, tales como las que se han mencionado debido al costo adicional que tendrían. Por consiguiente el circuito debe estar protegido contra la posibilidad de que dicha contingencia se presente y, como resultado la característica de disparo por sobrecorriente. Esta característica debe caer al lado izquierdo de la curva de operación segura de los conductores del circuito como se muestra en la figura 5, de modo que el circuito se desconecte precisamente antes de que sus conductores se sobrecalienten. Una función muy conveniente que debe darse al proteger un circuito es la de proveer "Una segunda línea de defensas"; lo cual deberá operar en caso de que la protección primaria no funcione, o en el caso de que la corriente exceda la capacidad de la protección primaria. Un interruptor que se combina con un arrancador magnético, proporciona esta función de protección secundaria. Por ejemplo, su característica de tiempo de disparo ó de función se selecciona de modo que interrumpa la sobre corriente del motor solamente en caso de que el relevador térmico de sobrecarga no funcione. Este tipo de protección es la de que este no dispare innecesariamente.

El hecho de que ocurran disparos innecesarios pueden ser causado por lo que se ha usado un dispositivo protector de circuitos cuya capacidad continua de corriente no es adecuada para conducir la corriente a plena carga del circuito en temperaturas ambientales más elevadas que la temperatura ambiente de calibración original. También puede presentarse esta condición como resultado de la falta de coordinación de las características de disparo ó de función de los dispositivos protectores usados.



LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO $\frac{20}{0.1} = 200$ VECES LA CORRIENTE NORMAL $200 \times 5 = 1000$ A.C.C.

$$\frac{E}{Z_T} = \frac{100}{0.1} = 1000 \text{ AMPS.}$$

SI EL INTERRUPTOR "A" ES CAPAS DE INTERRUMPIR 1000 AMPS. CORTARA EL CIRCUITO Y NO CAUSARA DAÑOS

FIG. No 4

PROTECCION DE SOBRECARGAS.

Como ya se mencionó anteriormente en la mayoría de los casos, la principal función protectora de un dispositivo protector de circuito es precisamente la proveer protección adecuada a los elementos del mismo. El interruptor termomagnético de un arrancador magnético para motores, por ejemplo, se provee principalmente para dar protección de corto circuito. Sin embargo, se incluye comunmente otro dispositivo de protección que evita que el equipo de utilización se dañe debido a sobre cargas. El arrancador de un motor, por ejemplo, lleva incorporados unos relevadores térmicos de sobre carga, generalmente del tipo que tienen un elemento bimetalico. Cuando el motor sufre una sobre carga, la corriente que toma aumenta excesivamente, la cual, al circular por los relevadores de sobre carga, calentar el elemento bimetalico despues de cierto tiempo, a la temperatura que hace que este abra los contactos del relevador, deteniendo en esta forma el funcionamiento del motor. con objeto de que la protección contra sobre carga del motor sea efectiva, esto debe ocurrir antes de que el aislamiento del motor llegue a una temperatura que lo perjudique. Es un sistema de distribución, los motores, los arrancadores y los cables se seleccionan con capacidad suficiente para manejar las corrientes de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo no está alimentada al valor máximo continuo del motor o de cualquier otra carga, sino que incluye ciertos incrementos en exceso de la corriente normal, tales como los que ocurren durante el arranque del motor. Puesto que los motores toman aproximadamente seis veces su corriente normal durante el arranque, pueden sobrecalentarse y dañarse si por alguna razón no pueden arrancar, o aún si su periodo de aceleración resulta demasiado largo, a menos de que sean desconectados del sistema. así mismo, los elementos del circuito que alimentan el motor se sobrecalientan, lo cual puede ocasionar daños a los aislamientos, dando lugar a corto circuitos e incendios a menos de que la carga sea desconectada.

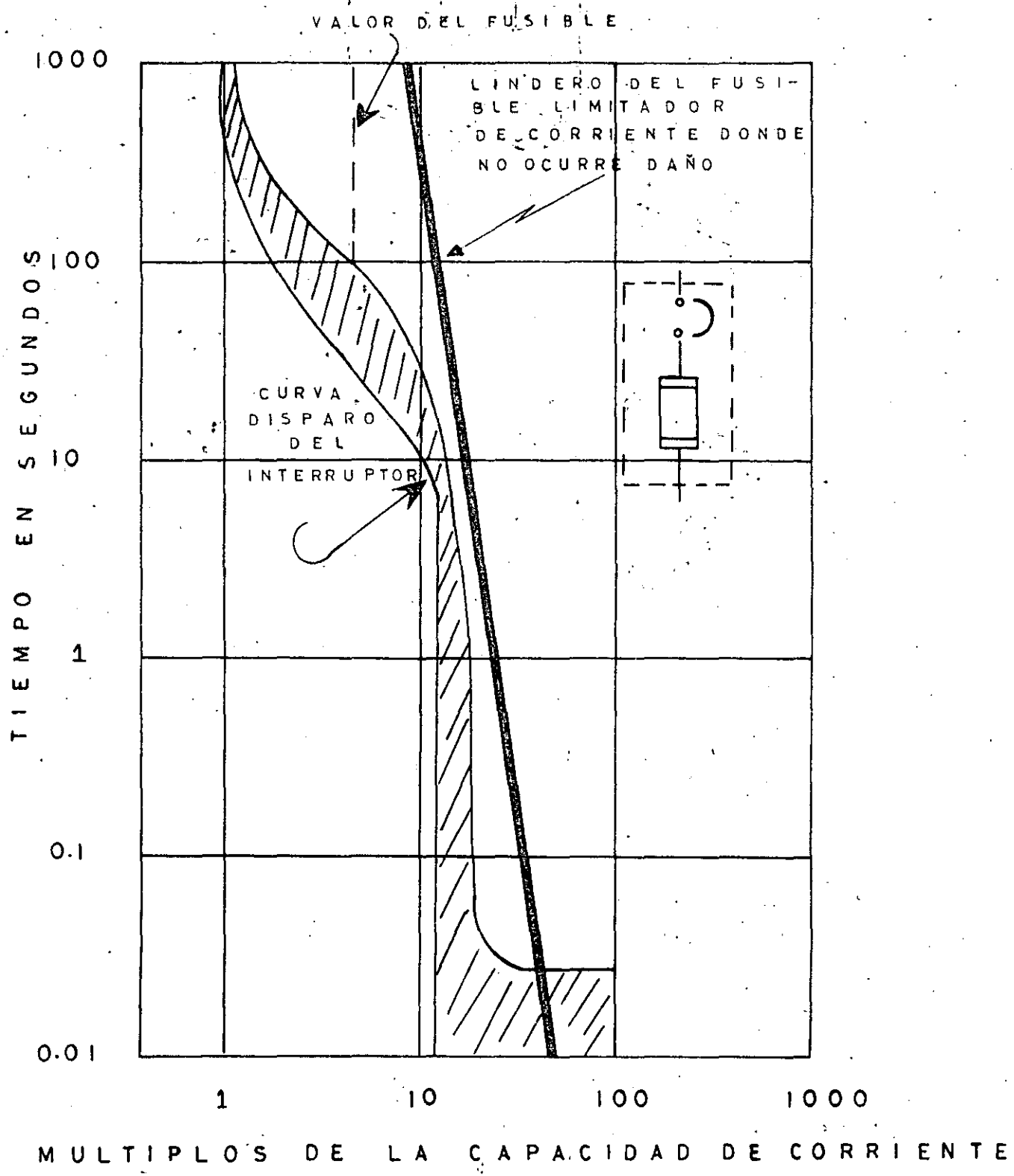


FIG Nº 2

Como se ilustra en la Fig. 1, la capacidad interruptiva de las cuchillas del interruptor excede el valor máximo de la corriente que debe interrumpir, puesto que el fusible limitador operará con corrientes por abajo de dicha capacidad.

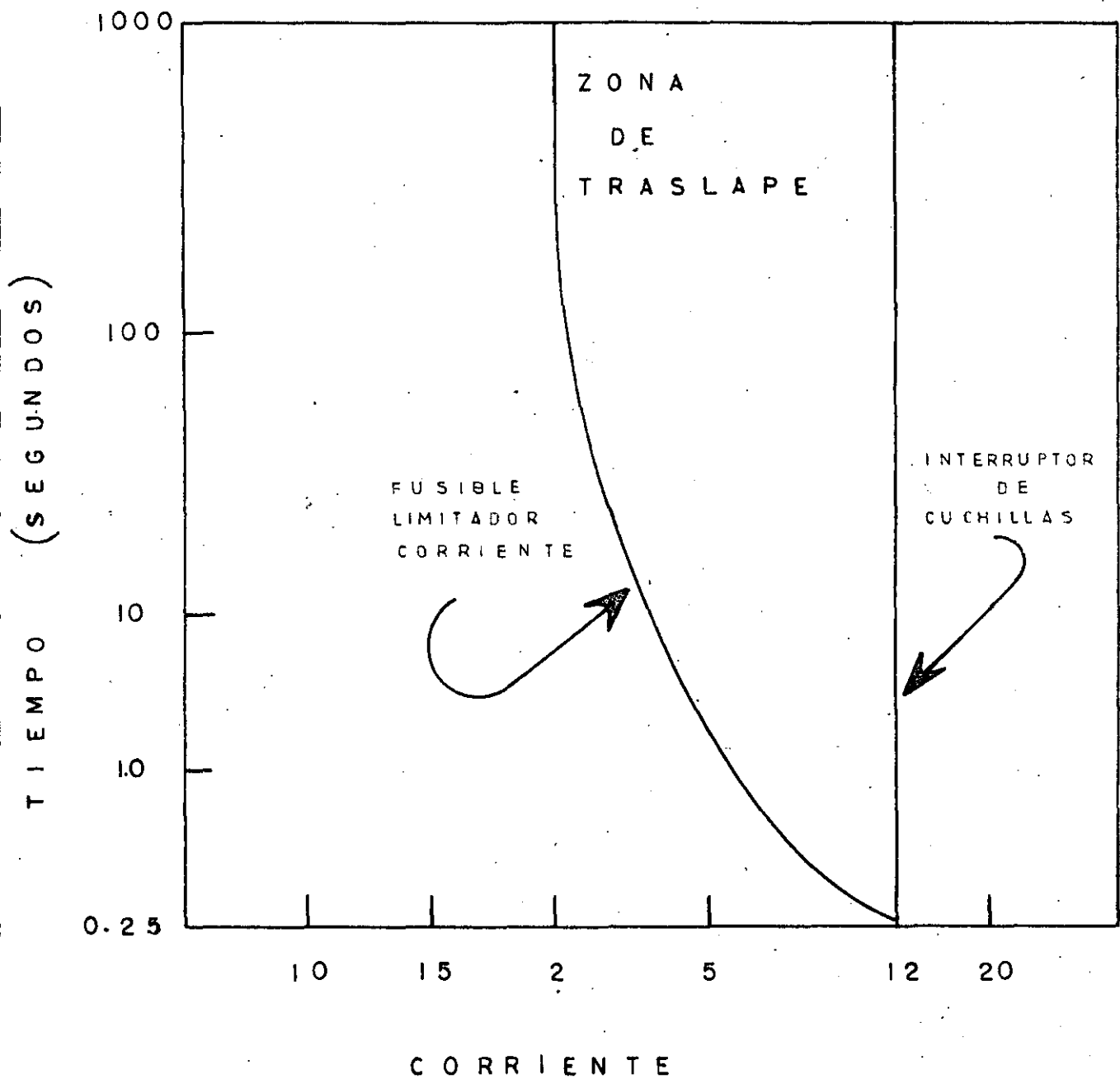
Debido a que las diferentes clases y marcas de fusibles tienen características diferentes, deben usarse únicamente equipos combinados que hayan sido debidamente aprobados por sus manufactureros. Un interruptor combinado que no está debidamente coordinado puede estallar al ser operado en tal emergencia, cuando el operario esta parado precisamente enfrente de el.

En otros casos se usan interruptores termomagnéticos combinados en forma combinada con fusibles, con objeto de suministrar protección completa a bajo costo a aquellos sistemas que requieren una gran capacidad interruptiva. El interruptor termomagnético interrumpe corto circuitos de pequeña cuantía mientras que los fusibles se hacen cargo de los grandes cortocircuitos según se muestra en la figura 2.

Los interruptores automáticos, así como los fusibles deben ser adecuadamente seleccionados para que puedan interrumpir con seguridad las sobrecargas y los corto circuitos que puedan presentarse. Estos dispositivos tienen dos capacidades de corriente, debiendo verificarse ambas al ser seleccionados.

- a) Capacidad continua de corriente. Está determinada por la carga normal máxima.
- b) Capacidad interruptiva. Está determinada por la capacidad de corto circuito disponible en el punto del sistema en que se instala el interruptor.

La capacidad interruptiva (Capacidad de corto circuito) Que debe tener el dispositivo protector está determinada por el sistema de distribución y no por la carga. Un tubo de agua que se ha roto es semejante a un corto circuito (Fig. 3). El gasto del agua que escapa es una función de la capacidad del deposito, de la presión del agua, y del diámetro y la longitud del tubo que llega a la rotura. es un sistema eléctrico de



(NUM. DE VECES LA CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR)
CAP. INT. MAX. 200000 AMPS. RMS/SIM

FIG - Nº 1

La cantidad de energía involucrada cuando un dispositivo de protección de circuitos no es capaz de interrumpir la corriente de corto circuito ó de sobrecarga puede ser tan grande que haga estallar en pedazos al dispositivo mismo dando lugar a un desastre.

En un interruptor termomagnético, electromagnético, ó sumergido en aceite, los contactos que abren y cierran la corriente normal son los mismos que interrumpen las sobrecargas y las corrientes de corto circuito. En la combinación de un interruptor de seguridad de cuchillas y de fusibles, el interruptor se usa de ordinario para las operaciones normales y los fusibles se encargan exclusivamente de la protección automática. Sin embargo, el interruptor puede estar sujeto a sobrecargas considerables. Considerese, por ejemplo, que ocurre un corto circuito en un ramal cuyo alimentador está abierto. Al cerrar el interruptor del alimentador, el operario se da cuenta de la falla y abre el interruptor antes de que el fusible se funda. El operario debió permitir al fusible liberar la falla usando su buen juicio, sin embargo en tal emergencia el personal puede actuar instintivamente en forma incorrecta. Puede ser también que el operario no esté enterado sobre que hacer en esa emergencia. En los interruptores con mecanismos de "energía acumulada" ó de "acción rápida", el tiempo mínimo de reacción del operario que transcurre para cerrar y abrir el interruptor es de aproximadamente un cuarto de segundo. Durante este lapso de tiempo, algunos fusibles pueden dejar pasar hasta quince veces su capacidad de corriente antes de que su elemento llegue a la temperatura de fusión. En este caso, las cuchillas del interruptor más bien que los fusibles, han interrumpido el corto circuito.

Cuando un interruptor de cuchillas tiene esta capacidad, se conoce con el nombre de interruptor desconectador. Un interruptor desconectador combinado con fusibles es un equipo que está debidamente coordinado.

PROPORCIONAR PROTECCION AUTOMATICA A LOS CIRCUITOS
AL OCURRIR CONDICIONES ANORMALES DE FUNCIONAMIENTO

Las dos condiciones anormales más comunes son:

- A) Sobrecarga
- B) Corto circuito

Una sobrecarga ocurre cuando el equipo toma demasiada corriente durante un periodo de tiempo demasiado largo. Esta condición puede ser ocasionada por la operación defectuosa del equipo (tal como un motor con su rotor bloqueado), ó por la operación simultánea de un número anormal de aparatos eléctricos en un sistema de distribución.

Un corto circuito se presenta cuando una falla de aislamiento entre conductores ó entre un conductor y tierra. Se ha mencionado que los interruptores se usan para conectar y desconectar la energía eléctrica a voluntad del operario. Los interruptores termomagnéticos se usan también para proteger automáticamente contra condiciones anormales a los circuitos que alimentan. Puesto que los interruptores de cuchilla son operados exclusivamente por el personal, es natural que no abran automáticamente bajo condiciones anormales del circuito. Por consiguiente, normalmente se usan fusibles conjuntamente con este tipo de interruptores, los cuales proporcionan la protección automática requerida.

El interruptor ó los fusibles, cuyas capacidades son insuficientes, pueden ser precisamente la causa de consecuencias que pueden ser más serias que la falla eléctrica, tales como un incendio, destrucción del equipo ó lesiones al personal. Por tanto, en tratándose de dispositivos de protección de circuitos, es esencial seleccionarlos con características adecuadas. El dispositivo de protección de circuitos, cuyas características no satisfacen los requerimientos del circuito, puede ser comparado con los frenos defectuosos de un automóvil. Pueden ser capaces de funcionar correctamente en paradas normales, pero en caso de una emergencia verdadera, la destrucción y el daño que pueden causar son enormes.

PROPORCIONAR PROTECCION PARA EL PERSONAL DE OPERACION
Y MANTENIMIENTO.-

La satisfacción de los cuatro fundamentos de la seguridad en las aplicaciones de equipo eléctrico reducirán grande mente el número de accidentes que resultan en quemaduras y electrocuciones.

Dichos fundamentos son los siguientes:

- A) El uso de equipo de interrupción con capacidad adecuada para interrumpir el suministro de energía a todos los circuitos bajo cualquier condición normal ó de emergencia que pudiera presentarse. Algunos dispositivos de interrupción, tales como interruptores de dos vías, de transferencia, etc., pueden ser usados, aunque no tienen capacidad interruptiva, siempre y cuando sean dotados de un enclavamiento ó entrelazado adecuado que no permita la apertura de estos dispositivos bajo carga.
- B) Ponganse todas las partes dentro de un gabinete metálico, el cuál debe estar conectado a tierra.
- C) Ponganse a tierra todas las corazas de las máquinas y aparatos eléctricos.
- D) No se haga ningún trabajo en equipo eléctrico que este energizado, cualquiera que sea la tensión.

Los primeros dos fundamentos de seguridad se satisfacen automáticamente cuando se especifica el equipo adecuado y se instala nuevo. Para satisfacer la tercera norma, se requiere poner en práctica los procedimientos adecuados de instalación. Y, para satisfacer la cuarta regla, basta con definir y poner en práctica reglas y procedimientos de mantenimiento adecuados.

El interruptor termomagnético ó el interruptor de cuchillas que se usan en un arrancador combinado no es normalmente accionado por el operario para cerrar ó abrir el circuito del motor que controla. En este caso los dispositivos mencionados se usan para desconectar el circuito de carga cuando se va a hacer una reparación al equipo, dando así protección al electricista. Asimismo su función es proporcionar, además, la protección al circuito contra cortos circuitos. Sin embargo, el interruptor termomagnético ó de cuchillas puede ser cerrado por algún descuido bajo condiciones de corto circuito y rápidamente abrirlo antes de que el fusible haya tenido tiempo de fundirse. También puede ocurrir que el dispositivo sea abierto bajo condiciones, tales como circuito de alumbrado, es normal que los interruptores abran y cierren con carga, por lo que en dichas aplicaciones existe también la posibilidad de que el interruptor se cierre ó se abra bajo condiciones de sobrecarga ó corto circuito. En todos estos casos, el interruptor termomagnético ó de cuchillas debe ser capaz de operar satisfactoriamente y con seguridad, sin riesgo alguno de daños al equipo ó a los operarios. Los dispositivos de protección de circuitos que han sido satisfactoriamente probados y que pueden satisfacer las condiciones de trabajo arriba indicadas, son los siguientes:

Interruptores termomagnéticos en caja moldeada,

Combinaciones de interruptores termomagnéticos y fusibles.

Limitadores de corriente.

Interruptores de cuchillas combinados con fusibles.

contactos del interruptor en la forma de un arco eléctrico. - Conforme los contactos del interruptor se abren, el arco se hace mas largo y, finalmente, se extingue debido a que la tensión es insuficiente para sostenerlo.

El interruptor básico de navajas se abre y se cierra a una velocidad que depende de la rapidez con que lo accione el operario. A pesar de que a este tipo de interruptor se le clasifica con una capacidad de conducción continua de corrientes este no tiene clasificación ó especificación de corriente al cerrar ó al abrir las cuchillas. Los dispositivos que pueden abrir y cerrar con carga, se diseñan generalmente de modo que sus contactos abran ó cierren a una velocidad que es independiente de los movimientos del operario. Para lograr este efecto, los mecanismos de dichos dispositivos se llaman "contacto rápido, apertura rápida ó mecanismos de "energía acumulada". La acción del mecanismo se lleva a cabo acumulando energía en un resorte, la cuál es entonces liberada cuando se requiere para abrir ó cerrar los contactos rápidamente.

El contactor para arrancadores magnéticos debe ser capaz de llevar a cabo su operación en forma rápida, confiable y repetidamente. Muy a menudo, debe abrir y cerrar sus contactos bajo carga eléctrica muchos miles de veces durante su vida útil. Este tipo de contactor debe soportar interrupciones de corriente que sean hasta seis veces la corriente normal de trabajo que es lo que ocurre cuando el motor que controla se sobrecarga ó se atora.

En el caso de interruptor de "contacto rápido" y apertura rápida, la velocidad de cierre y de apertura de los contactos del arrancador magnético son también independientes del operario. En los arrancadores magnéticos, el cierre rápido se obtiene por medio de un conjunto electromagnético y en los arrancadores manuales por un mecanismo de resorte, semejante al que se usa en un apagador ordinario. La operación rápida en estos arrancadores manuales se obtiene liberando la energía de un resorte ó por la acción de dicho mecanismo usado en los apagadores.

2.- MEDIO DE CONTROL.

A) Dispositivos de control para alumbrado.

B) Circuitos alimentadores.

PROPORCIONAR ENERGIA CUANDO SE REQUIERE.

La "válvula" del sistema eléctrico de distribución es el interruptor ó el contactor. Con objeto de suministrar la energía eléctrica cuando se necesita, estos dispositivos deben llevar las siguientes funciones:

A) Conducir la corriente normal del circuito sin sobrecalentarse.

B) Desconectar sin peligro el circuito bajo condiciones normales ó anormales a voluntad del operario.

CONDUCCION DE LA CORRIENTE.-

La capacidad normal de un dispositivo de conducir la corriente del circuito esta determinada, principalmente, por el limite de temperatura de operación permitida para dicho dispositivo. Los aparatos para protección de circuitos son también conductores y, por tanto, actúan como tales; la corriente que fluye por ellos eleva su temperatura. Puesto que los cambios instantaneos de la intensidad de la corriente que circula por los dispositivos no producen a su vez cambios instantáneos en la temperatura de los mismos, los aparatos de protección de circuitos pueden manejar sobrecargas momentaneas. Es por esta razón por lo que estos aparatos pueden satisfacer las condiciones de sobrecarga que exceden su capacidad de trabajo continuo las cuales se presentan debido al arranque de los motores, características de los ciclos de operación de los motores y a la corriente inicial de lámparas ó dispositivos electromagnéticos. Desde el punto de vista de operación, los incrementos momentaneos de corriente, debidos a las causas anteriores, se consideran normales y el dispositivo de protección del circuito debe tener la capacidad suficiente para manejarlos.

INTERRUPCION DE LA CORRIENTE.-

Básicamente, en todos los circuitos eléctricos, la corriente no deja de fluir en el instante en que el interruptor se abre. La inductancia del circuito obliga a la corriente a continuar circulando a través del claro formado por los

III.- PROPORCIONAR ENERGIA DONDE SE REQUIERE

Se usan ductos y cables en conduit para llevar la energía eléctrica a los aparatos que la usan. Los ductos se usan, principalmente, en sistemas de baja tensión, y el cable se emplea ampliamente en todos los niveles de tensión usados en sistemas de distribución.

Las Cías. suministradoras transmiten la energía eléctrica desde puntos distantes en alta tensión entre los dos extremos de la línea. Los clientes industriales pueden reducir a menudo la caída de tensión ventajosamente en una manera similar, dividiendo la planta ó el edificio en "area de carga" y distribuyendo la energía a cada una de dichas areas.

Como ya se ha dicho, las necesidades futuras deben preverse cuando se proyecta un sistema de distribución. En la misma forma, los cambios probables en la localización de las cargas debidos a modificaciones de los procesos de manufactura, así como a nuevas máquinas que representan cargas adicionales, deberán ser previstos. Una manera conveniente de proporcionar la flexibilidad necesaria en un sistema de modo que satisfaga los cambios en forma económica,

PROPORCIONAR CAPACIDAD ADECUADA PARA SUMINISTRAR ENERGIA EN
CONDICIONES MAXIMAS DE CONSUMO.

El sistema de distribución debe tener suficiente capacidad para satisfacer la demanda máxima. Sin embargo, un sistema que tiene apenas la capacidad necesaria en la actualidad será, un sistema que tiene apenas la capacidad necesaria en la actualidad será, muy probablemente, insuficiente en un futuro cercano. Puesto que las provisiones necesarias para el equipo del sistema de distribución y los circuitos correspondientes se incorporan al diseño del edificio, el cuál, una vez construido, es difícil modificar el pasar por alto la capacidad requerida en el futuro puede ser una omisión sumamente cara.

El uso de la electricidad en los edificios comerciales y en las plantas industriales esta creciendo a un ritmo muy acelerado, - sin que puedan apreciarse signos de que decrezca en el futuro.- Mayores cargas de alumbrado, nuevas máquinas de oficina y el -- equipo de aire acondicionado necesario para eliminar el calor -- adicional disipado en un edificio, contribuyen al crecimiento - de la demanda en edificios comerciales.

Asimismo, el ritmo de crecimiento de la tensidad de carga eléctrica, en areas de manufactura es bastante similar, debido a -- las prácticas modernas de alumbrado con mayores niveles de iluminación, a máquinas más rápidas y al crecimiento de la automatización. La carga en las plantas industriales varia considerablemente, dependiendo del tipo de manufactura y grado de avance en los procesos; ya que al aumentar la productividad del trabajador, se aumentan las necesidades de energía eléctrica, resultando mayores demandas en las areas de manufactura.

Un sistema con capacidad insuficiente es la causa de una mala - regulación de voltaje, lo cuál ocasiona un alumbrado defectuoso, mayor mantenimiento, baja productividad del personal y del equipo y reducción en la vida útil del sistema de distribución y de las máquinas eléctricas. Además, la capacidad inadecuada de un - sistema limita lastimosamente las posibilidades de modernizar las instalaciones y de usar equipo y máquinas modernas.

PROPORCIONAR ENERGIA ELECTRICA APROVECHABLE

Las compañías suministradoras, generalmente, entregan la energía al cliente industrial en la forma que esta es más económica para transmitirse. Muy a menudo la tensión de transmisión es más elevada que la que el cliente puede usar. Una ventaja de la alta tensión es que ocasiona pérdidas de transmisión mínimas. Además, la tensión de transmisión alta presenta otra ventaja para la C. F. E. y Cía. de Luz así como para el cliente: Reduce la variación de tensión en el punto de utilización (La diferencia entre la tensión cuando no hay carga y la tensión cuando hay carga plena en el sistema).

Cuando se conectan las cargas al sistema, la tensión del mismo "cae". El bajo voltaje ocasiona que los motores se sobrecalienten y, por esa razón fallen prematuramente. También es causa de que los equipos electrónicos funcionen erráticamente y, así mismo, da lugar a una baja eficiencia de alumbrado.

Por otro lado cuando se desconectan las cargas del sistema, la tensión sube. El sobre voltaje causará mayores exigencias en el mantenimiento del equipo electrónico, así como una reducción en la vida útil de las lámparas. Al conectar y desconectar las cargas al sistema, habrá variación en el voltaje.

estas variaciones causan cambios molestos en el nivel del alumbrado aumentan el porcentaje del rechazo de las etapas de producción, así como otros efectos indeseables en el control de los procesos. Por consiguiente, una de las características principales que la energía eléctrica debe tener para que sea aprovechable, es que se ha suministrada con una estabilidad adecuada de su tensión.

PROTECCION DE CARGAS.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe proporcionar lo siguiente:

Energía eléctrica aprovechable.- Los equipos que usan energía eléctrica pueden tener características muy variadas que requieren condiciones de suministro definidas, tales como tensión, frecuencia, número de fases, corriente alterna ó corriente directa, regulación de tensión etc. etc.

Capacidad adecuada para suministrar energía en condiciones máximas de consumo.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe tener la capacidad necesaria la demanda máxima de la planta; por tanto debe considerarse el incremento de la demanda debido a ampliaciones y cargas futuras.

Energía donde se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también cable y conduit para distribuir la energía eléctrica a los puntos de consumo. Debe considerarse la adaptabilidad necesaria en estos componentes para tomar cargas futuras y para permitir cambios en la localización de dichas cargas.

Energía cuando se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también de seguridad, así como contactores, también magnéticos, como las "válvulas" del sistema de distribución, para alimentar ó interrumpir la energía.

Protección para el personal de operación y mantenimiento.-

Es muy importante tomar en cuenta, al proyectar un sistema de distribución, la protección adecuada contra errores de operación, así como defensas que eviten el contacto accidental del personal con conductores y partes vivas de los elementos del sistema.

Protección automática a los circuitos para condiciones anormales de funcionamiento.-

Los dispositivos de protección de circuitos deben ser seleccionados de modo que interrumpan las sobre cargas ó cortos circuitos que pudieran presentarse

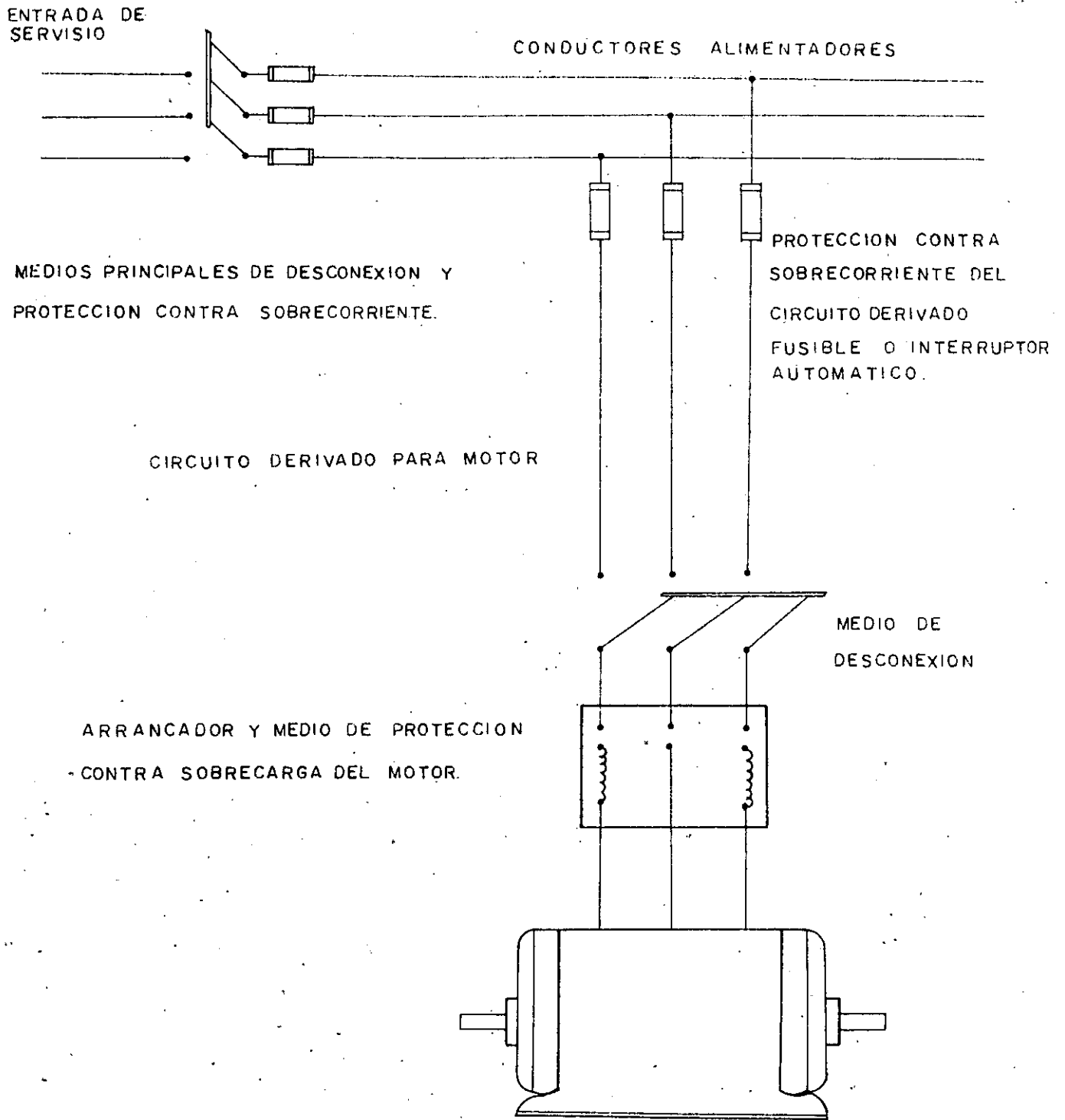


DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA FORMA MAS COMUN DE CONECTAR UN MOTOR.

II.- Cada dispositivo de sobre carga y cada controlador de motor necesita será apropiado para instalarse con la protección contra sobre corriente del circuito derivado.

III.- Los conductores de cualquier derivación que abastezcan a un solo motor, no necesitan tener protección individual, siempre que cumplan con cualquiera de los requisitos siguientes: (1) que la corriente permisible de los conectores que vayan al motor no menor que la de los conductores del circuito derivado, ó (2) Que la longitud de los conductores de la derivación no excedan de 10 mts., y que su corriente permisible no sea menor que la requerida para el motor ni menor que un tercio de la corriente permisible en el circuito derivado.

Protección contra corto circuito. El dispositivo que se use para proteger a un motor contra sobre carga, tal como un interruptor-ó relevador térmico, no está construido para interrumpir un corto circuito, deberá protegerse instalando, además, fusibles ó un interruptor automático con capacidad ó ajuste de no más de 400% la corriente nominal a plena carga del motor, a menos que el dispositivo de que se trate esté construido y aprobado para protegerse por fusibles ó interruptor automático de mayor capacidad.

Motores en circuitos con lamparas ó contactos. Cumplir con lo referente a circuitos derivados ó varios motores, motores servicio continuo y protección con corto circuito.

Protección contra sobrecorriente de circuitos derivados para motores. Capacidad ó ajuste para motor individual. El dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque, pero su ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del motor, exceptuando los motores de cuatro amperes de corriente de plena carga, que se consideran protegidos por un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado de 15 amps.

Varios motor con un circuito derivado. Dos ó más motores pueden conectarse al mismo circuito derivado, bajo las condiciones siguientes:

- a) En un circuito derivado de menos de 600 volts, entre conductores, protegido a no más de 20 amps. , se puede conectar varios motores de no más de 1 caballo de potencia y de corriente nominal a carga plena, que no exceda de 6 amps. La protección individual contra sobre carga no es necesaria para dichos motores a menos que su arranque sea automático.
- b) Dos ó más motores de cualquier potencia, cada uno con protección contra sobre carga, pueden conectarse a un circuito derivado, siempre que se cumpla con todas las condiciones siguientes:
 - I.- El circuito derivado debe estar protegido por fusibles que tengan una capacidad que no exceda de la especificada para el motor más grande conectado al circuito derivado, más las corrientes nominales a carga plena, de todos los demás motores conectados al circuito.

CLASE DE MOTOR	SISTEMAS DE ABASTECIM.	NUM. Y COLOCACION DE LAS UNIDADES - DE SOBRECORRIENTE
Monofásico 6 de C.D.	Bifilar y monofásico 6 de C.D. no conectado a tierra.	Uno, en cualquier conductor.
Monofásico 6 de C.D.	Bifilar, monofásico 6 de C.D. un conductor conectado a tierra.	Uno, en el conductor no conectado a tierra.
Monofásico 6 de C.D.	Trifilar, monofásico 6 de C.D., neutro conectado a tierra.	Uno, en cualquiera de los dos conductores no conectados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico no conectado a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera.
Trifásico	Trifilar, trifásico, - un conductor conectado a tierra.	Dos, en los conductores no conectados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico, - neutro conectado a - - tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera.
Trifásico	Tetrafililar, trifásico, neutro conectado 6 no a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera, excepto - el neutro.

Numero de conductores desconectados por dispositivo de sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecarga del motor que no sean fusibles 6 interruptores térmicos no polares, deberán desconectar simultaneamente -- todos los conductores no conectados a tierra.

Arrancador de motor como protección contra sobre carga.

Un arrancador de motor también puede servir como dispositivo de protección contra sobrecarga, si el número de unidades de sobrecorriente concuerda con lo indicado en la tabla anterior.

- Un dispositivo de sobre corriente separado, que actúe por efecto de la corriente del motor.- La capacidad ó ajuste de este dispositivo no deberá ser mayor del 140% nominal a carga plena.
- Un dispositivo protector incluido en el motor que actúe por efecto de la corriente ó de la corriente y la temperatura.

b) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado manualmente.

Cada motor que se arranque manualm ente podrá considerarse protegido contrasobrecorriente que protege a los conductores del circuito derivado.

c) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado automáticamente. Deberá protegerse contra sobre corriente en la misma forma que los motores de más de 1 caballo de potencia, como se indica en a).

d) Secundarios de motor con rotor devanado.

Los circuitos secundarios de motor de corriente alterna con rotor devanado, incluyendo conductores, controladores, resistencias, etc. se consideran protegidos contra sobrecorriente por el dispositivo de sobrecarga del circuito primario del motor.

Servicio intermitente.- Un motor que lleve carga intermitente ó variable se considera protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de sobre corriente de circuito derivado, si este se protege a no más de 400% de la corriente nominal a plena carga del motor.

Periodo de arranque.

Si es arrancado manualmente, la protección contra sobre carga puede excluirse del circuito durante el periodo de arranque siempre que el dispositivo que lo excluya no pueda dejarse en la posición de arranque. el motor podrá considerarse protegido contra sobrecorriente durante el arranque, si se coloca en el circuito fusibles ó interruptores automáticos de acción retardada, con capacidad ó ajuste no mayor de 400%. La protección contra sobrecarga del motor no deberá suprimirse durante el periodo de arranque si el motor se arranca automáticamente.

Fusibles:

Si se usan fusibles para la protección de sobrecarga del motor deberá intercalarse en cada conductor no conectado a tierra.

Dispositivos que no sean fusibles. La tabla siguiente señala el número mínimo de unidades de sobrecorriente, tales como bobinas de disparo, relevadores ó elementos térmicos que se permiten y su colocación.

Motores individuales.

La corriente permisible en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante no será menor del 125% de la corriente nominal a carga plena del motor.

Cuando la carga sea variable, el calibre de los conductores podrá fijarse considerando una corriente menor que el 125% nominal a carga plena del motor según el régimen del trabajo que se trate, pero no menor del 85% especialmente cuando el motor arranca con frecuencia es necesario instalar más gruesos.

Secundario del motor con rotor devanado. Los conductores que conecten el secundario de un motor para corriente alterna con rotor devanado, a su controlador deben ser de calibre para una corriente no menor del 125% de la corriente secundaria del motor, a carga plena, si es para régimen de trabajo continuo.

Conductores que abastecen a varios motores.

Los conductores que alimentan a 2 ó más motores deberán ser de calibre suficiente para una corriente no menor que el 125% de la corriente a carga plena del motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a carga plena de los demás motores de grupo. Cuando los motores no funcionen simultáneamente a carga plena, se aplicará el factor de demanda que corresponda al régimen de operación.

Carga Mixta.

Los conductores alimentadores que abastezcan carga de motor y también de alumbrado y/o aparatos de acuerdo con el artículo 6, deberán ser de calibre suficiente para la carga total del alumbrado y/o de aparatos más la corriente que corresponda a la carga de motores.

Protección contra sobrecorriente de motores.

Se refieren a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger motores, aparatos de control de motores y conductores de circuitos derivados que los abastezcan contra el calentamiento excesivo debido a sobre-carga de los motores.

Motores para servicio continuo.

Cada motor deberá protegerse contra sobrecarga de la manera siguiente:

- a) De más del caballo de potencia.- La protección deberá asegurarse haciendo uso de uno de los medios siguientes.

- b) Motores.- Capacidad o ajuste para motor individual o grupo de motores y la capacidad o ajuste de las cargas de motor y alumbrado.
- c) Fusibles ó interruptores automáticos.
- d) La protección contra sobre corriente puede estar formado por uno ó varios interruptores automáticos ó juegos de fusibles.

Protección contra sobre corriente.

Conductores - corriente permisible

- a) Fusibles.- Si la corriente permisible no corresponde a un fusible de capacidad normal, puede usarse el de capacidad inmediata superior si no excede del 150% - no usar fusibles tipo tapón ó de rosca en circuito mayores de 150 volts. a tierra.
La rosca debe estar en el lado de la carga.
- b) Interruptores automáticos de disparo no ajustables.- Capacidad nominal de acuerdo a la corriente permisible de los conductores ó al inmediato superior siempre que no pase del 150% de la corriente permisible.

Interruptores automáticos ajustables.- Deben ajustarse para que no operen a más del 150% y debe tomarse en cuenta el ajuste por temperatura,

Motores y controladores.

Las disposiciones contenidas en las normas técnicas para instalaciones electricas comprenden algunas disposiciones miscelaneas -- para motores y controladores.

Sobre calentamiento por acumulación de polvo.

Identificación de los motores.

Identificación de los controladores.

Cuando un controlador está construido como parte integrante de un motor generador, el controlador no necesita estar marcado separadamente, ya que los datos necesarios deben aparecer en la placa - del motor.

Identificación de terminales (Motores y controladores).

Espacio para conexiones en cubierta.

Cubiertas.

Ubicación de motores (Mantenimiento).

Calibre de conductores para circuitos de motores. Conductores capaces de conducir la corriente del motor, sin sobre-calentamiento y bajo condiciones que se especifiquen. para caída de voltaje en-

los circuitos derivados abastecidos por dichos conductores (Cargas por metro cuadrado).

En los casos siguientes se podrá aplicar a la carga computada el factor de demanda siguiente:

- a) Casas habitación 30% al excedente 2500 watts.
- b) Edificios de oficinas 70% al excedente 20000 watts.
- c) Escuelas 50% al excedente sobre 15000 watts.
- d) Hospitales 40% hasta 50000 watts. y 20% al excedente.
- e) Hoteles 50% hasta 20000 watts y 35% al excedente.
- f) Motores.- La carga se calcula de acuerdo si son motores individuales o conductores que abastescan a varios motores.
- g) Cuando haya hilo neutro en el circuito alimentador la carga que se considere para el neutro no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga.

Circuitos alimentadores con neutro común.- Se puede usar un hilo neutro para dos o más circuitos alimentadores multifilares siempre que estos esten dentro de una misma canalización.

Lineas de servicio.

Medios de desconexión.

Conexiones antes de los medios de desconexión.

Apertura simultanea.

Tipos permitidos.

Indicación de posición.

Accionamiento exterior.

Capacidad de interruptores de servicio.

Voltaje-amperaje.

Protección contra sobre corriente.

- a) Conductores no conectados a tierra. Capacidad según tabla de corrientes.

TABLA NUMERO 3

CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LINEA ABIERTA

Basada en temperatura ambiente de 30°C. Para temperatura ambiente mayor aplíquense los factores de corrección dados en la Tabla Número 2.

Véanse las disposiciones de la Fracción 11-4

TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO

CONDUCTOR Calibre AVG. o MCM.	60°C Hule, Termoplásti- co o similar.	75°C Hule o similar.	80°C A prueba de intem- peria.	85°C Papel, Termoplásti- co y asbesto. Cambrey, barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambrey barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
14	20	20	30	30	40	40	45
12	25	25	40	40	50	50	55
10	40	40	55	55	65	70	75
8	55	65	70	70	85	90	100
6	80	95	100	100	120	125	135
4	105	125	130	135	160	170	180
3	120	145	150	155	180	195	210
2	140	170	175	180	210	225	240
1	165	195	205	210	245	265	280
0	195	230	235	245	285	305	325
00	225	265	275	285	330	355	370
000	260	310	320	330	385	410	430
0000	300	360	370	385	445	475	510
250	340	405	410	425	495	530	...
300	375	445	460	480	555	590	...
350	420	505	510	530	610	655	...
400	455	545	555	575	665	710	...
500	515	620	630	660	765	815	...
600	575	690	710	740	855	910	...
700	630	755	780	815	940	1005	...
750	655	785	810	845	980	1045	...
800	680	815	845	880	1020	1085	...
900	730	870	905	940	...	...	...
1000	780	935	965	1000	1165	1240	...
1250	890	1065	...	1130	...	...	...
1500	980	1175	1215	1260	1450	...	...
1750	1070	1280	...	1370	...	...	...
2000	1155	1385	1405	1470	1715	...	...

TABLA NUMERO 2

CORRIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS DENTRO DE DUCTOS

Basada en temperatura ambiente de 30°C y no más de 3 conductores en un ducto

(Para otros casos véase la Fracción 11-4.)

CONDUCTOR Calibre A.W.G. o M.C.M.	Sección Transversal en milímetros cua- drados.	Temperatura permisible y material del aislamiento					
		T.W. 60°C Hule, Termoplástico o similar.	THW 75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplásti- co y asbesto, Cambrey barnizada y asbesto o similar.	110°C Cambrey barnizada y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
14	2.081	15	15	25	30	30	30
12	3.309	20	20	30	35	40	40
10	5.261	30	30	40	45	50	55
8	8.366	40	45	50	60	65	70
6	13.30	55	65	70	80	85	95
4	21.15	70	85	90	105	115	120
3	26.67	80	100	105	120	130	145
2	33.63	95	115	120	135	145	165
1	42.41	110	130	140	160	170	190
0	53.48	125	150	155	190	200	225
.00	67.43	145	175	185	215	230	250
000	85.03	165	200	210	235	265	285
0000	107.22	195	230	235	275	310	340
250	126.63	215	255	270	315	335	...
300	152.01	240	285	300	345	380	...
350	177.35	260	310	325	390	420	...
400	202.69	280	335	360	420	450	...
500	253.36	320	380	405	470	500	...
600	304.03	355	420	455	525	545	...
700	354.70	385	460	490	560	600	...
750	380.01	400	475	500	580	620	...
800	405.37	410	490	515	600	640	...
900	456.04	435	520	555	...	...	...
1000	506.71	455	545	585	680	730	...
1250	633.39	495	590	615	...	...	...
1500	760.07	520	625	700	785	...	...
1750	886.75	545	650	735	...	...	...
2000	1013.42	560	665	775	810	...	...

FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE MAS DE 30°C.

Temperatura Ambiente — Grados Centígrados —	Temperatura permisible y material del aislamiento					
	60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar	85°C Papel, Termoplásti- co y asbesto, Cambrey barnizada y asbesto o similar.	110°C Cambrey barnizada y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.95	...
45	0.71	0.82	0.85	0.90	0.92	...
50	0.58	0.75	0.80	0.87	0.89	...
55	0.44	0.67	0.74	0.83	0.86	...
60	...	0.58	0.67	0.79	0.83	0.91
70	...	0.35	0.52	0.71	0.76	0.87
75	...	...	0.43	0.66	0.72	0.86
80	...	...	0.30	0.61	0.69	0.84
90	...	...	...	0.50	0.61	0.80
100	...	...	...	...	0.51	0.77
120	...	...	...	...	...	0.69
140	...	...	...	...	...	0.59

Dispositivos de salida.

- a) Porta lamparas.- No menor a la carga a servir; mayores de 20 amps., sean de servicio pesado.
- b) Contactos.- No menor a la carga a servir; cuando esté con 2 ó más salidas tengan la capacidad siguiente.

CAPACIDADES CIRCUITO	CAPACIDADES CONTACTO
15 amps.	no mayor de 15 amps.
20 amps.	20 amps.
30 amps.	20 ó 30 amps.
50 amps.	50 amps.

Conductores alimentadores.- No deben ser de calibre más delgado (Tabla de la corriente permitida en los conductores) y cumplir con el cálculo de la carga

Caida de voltaje.

3% de alumbrado

4% de motores y aparatos.

Cálculo de la carga.- La carga para los conductores alimentadores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de.....

(CONTINUA PAGINA No. 7)

- b) Aparatos de más de 3 amps.- Se considera cargas no menor 5 amps., si hay varios contactos en un solo cuarto que no se usan simultaneamente la carga se calcula de 5 amps., por cada tres contactos.
- c) Hilo neutro.- Si hay hilo neutro en un circuito derivado la carga que se considera para el neutro, no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga en el circuito.

Conductores de circuitos derivados.

- a) Calibre suficiente para conducir la corriente del circuito derivado (Caída voltaje 3% alumbrado, 4% aparatos y motores).
- b) Sección mínima.

Mínimo No. 14 circuito alumbrado y aparatos pequeños.

Mínimo No. 12 circuito que alimentan aparatos de más de 3 amps.

Los alambres y cordones pertenecientes a unidades de alumbrado o aparatos que se usen para conectarlos a la salida de los circuitos derivados pueden ser de menor sección.

	CIRCUITOS DERIVADOS	CORRIENTE MAXIMA
Mínimo no. 18	15 amps.	5 tw
no. 16	20 amps.	7 tw
no. 14	30 amps.	15 tw
no. 12	50 amps.	20 tw
no. 10		25 tw

Protección contra sobre corriente.- Conductor no conectado a tierra de un circuito derivado, se debe proteger contra corrientes excesivas por medio de dispositivos.

La capacidad de estos dispositivos deben cumplir lo siguiente:

- a) No deberá ser mayor que la corriente permitida para los conductores del circuito.
- b) Si el circuito abastece únicamente a un solo aparato con capacidad de 10 amps. ó más la capacidad ó ajuste de sobre corriente no deberá exceder del 150% de la capacidad del aparato.
- c) Los alambres y cordones se consideran protegidos por el dispositivo contra sobre corriente del circuito derivado.

Las cargas individuales mayores de 50 amps. deberán alimentarse por circuitos derivados individuales.

Circuitos derivados multifilares. - Dos o más conductores a diferente potencial entre sí y de un conductor que tenga la misma diferencia de potencial con respecto a cada uno de los otros conductores. - Ejemplo: 4 hilos, 3 fases.

Colores normales de identificación.

Trifilar; Negro, blanco y rojo.
Tetrafilares: Negro, blanco, rojo y azul.
Pentafilares: Negro, blanco, rojo, azul y amarillo.

Voltaje:

Los circuitos derivados que abastezcan porta lámparas, aparatos ó contactos de 15 amps. ó menos no deberán exceder de 150 volts. a tierra; excepciones:

- a) Establecimientos industriales hasta 300 volts a tierra en circuitos de alumbrado que estén colocados a más de 2.40 mts. de altura sobre el piso y que no tengan interruptores integrados.
- b) Sistemas ferroviarios.
- c) Calefacción industrias infraroja.

Circuitos derivados para distintas clases de carga.

- a) Alumbrado y aparatos pequeños. Relojes, radios.
- b) Aparatos de más de 3 amps. Planchas, parrillas, refrigeradores.

Cálculo de la carga. - Para obtener la capacidad de los circuitos derivados se considerarán las cargas a conectarse con los mínimos siguientes.

- a) Alumbrado y aparatos pequeños, por metro cuadrado del área del piso.

LUGAR:	CARGA WATTS POR METRO CUADRADO
Anfiteatros	10
Bancos	20
Bodegas o almacenes	2
Casa habitación	20
Clubes	20
Edificaciones industriales	20
Oficinas	20
Escuelas	30
Locales comerciales chicos	5
Hospitales	20
Hoteles (Sin aparatos eléctricos para cocinar)	20
Iglesias	5
Peluquerías y salas de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ING. NOE ARMAS MORALES

1.- SELECCION DE PROTECCION

- a) Protección de conductores
- b) Protección de cargas

a) Proyecto y canalizaciones eléctricas (Conductores).

Se consideran separadamente las disposiciones referentes a:

- a) Líneas de servicio para suministro de energía.
- b) Conductores alimentadores de las canalizaciones.
- c) Circuitos derivados.

Línea de servicio.- Los conductores y equipo que se usen para el suministro de energía eléctrica, desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de conexión y protección contra sobre corriente de la instalación servida.

Conductores alimentadores.- Son aquellos comprendidos entre los medios principales de desconexión y protección contra sobre corriente y los medios de protección contra sobre corriente de los circuitos derivados.

Circuitos derivados.- Es la parte de conductor o canalización que se extienda después del último dispositivo de protección contra sobre corriente del lado de la carga que protege a esa parte.

Los arrancadores de motores con protección contra sobre corriente y otros dispositivos semejantes no se deben considerar como la protección de sobre corriente de un circuito derivado.

Identificación de conductores conectados a tierra.

Cuando una canalización tenga un conductor conectado a tierra, se identifique este con un color blanco o gris.

Circuitos derivados:

Son los conductores alimentadores que abastecen cargas de alumbrado o de aparatos domésticos o comerciales o a combinaciones cuando se conecten motores o aparatos accionados por motores u otras cargas especiales es necesario aplicar los artículos del ROIE para esas cargas.

La clasificación de los circuitos derivados para cargas indefinidas es por medio de la protección contra sobre corriente de:

15 amps.

20 amps.

30 amps.

50 amps.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

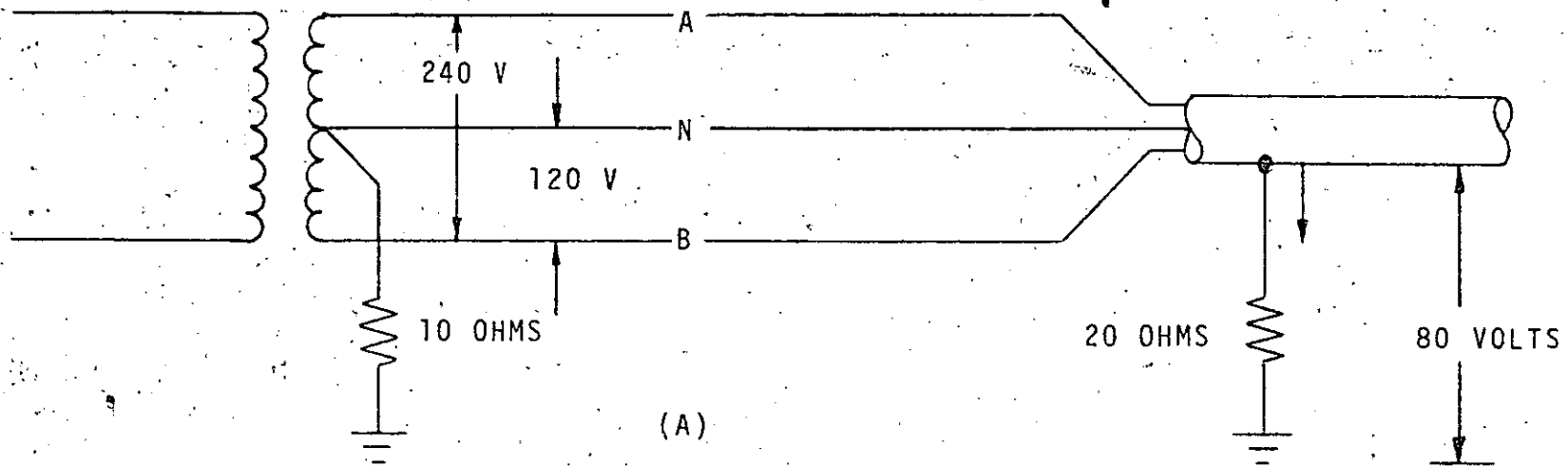
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SELECCION DE PROTECCION

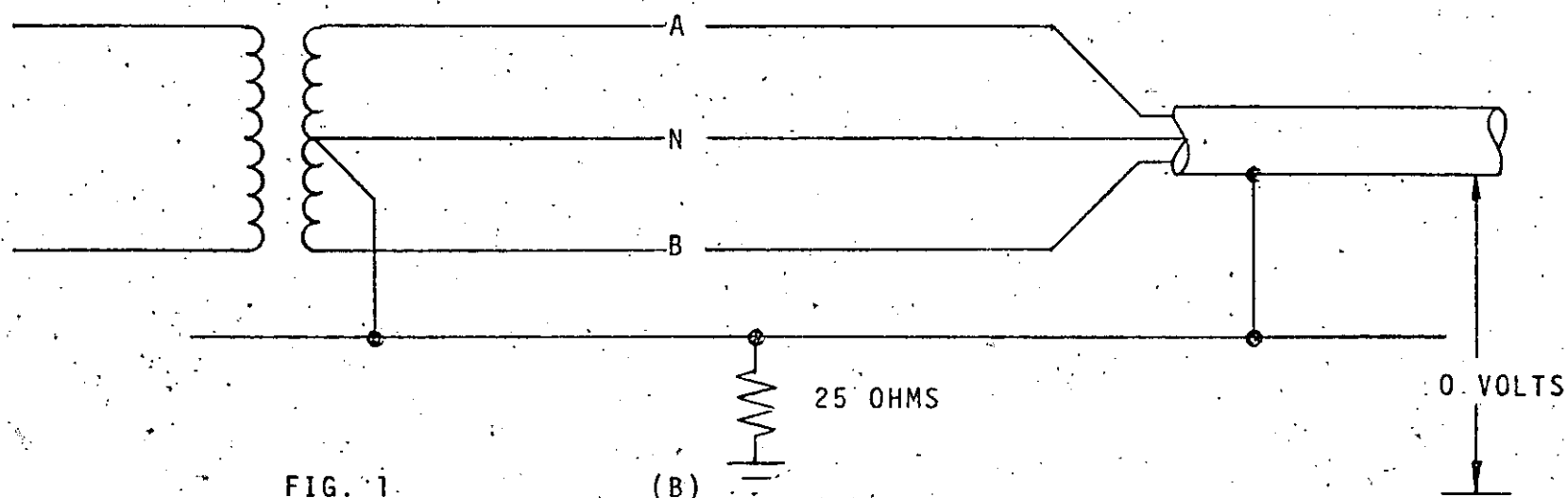
CENTROS DE DISTRIBUCION

ING. NOE ARMAS MORALES

MARZO, 1985.



(A)



(B)

FIG. 1

Importancia del paso metálico continuo de tierra de baja impedancia.

42

MR

El peligro al personal existe al tiempo que ocurre una falla a tierra. El forzar a la corriente a circular a través de una conexión de alta impedancia puede crear una diferencia de potencial peligrosa.

La importancia de un circuito continuo metálico de baja impedancia en el paso de retorno de la corriente de tierra, se ilustra en la Figura 1.

La Figura 1 muestra un sistema monofásico 120/240 con el neutro del transformador conectado a tierra a través de un electrodo de tierra, el cual tiene una resistencia a tierra de 10 ohms. El tubo conduit está conectado a tierra a través de un electrodo de tierra separado, el cual mide 20 ohms a tierra. Una falla ocurre entre el conductor B y el conduit; la corriente de falla será igual a:

$$I = \frac{120}{20 + 10} = 4 \text{ amp.}$$

Diferencia de potencial entre el conduit y tierra:

$$V = 4 \times 20 = 80 \text{ volts}$$

Este voltaje no es necesariamente fatal.

La figura 1-b muestra el mismo sistema con un circuito continuo metálico. La corriente de falla tendrá un valor muy elevado debido al paso de baja impedancia, lo cual causa que operen los dispositivos de protección. Por la resistencia de 25 ohms circula una corriente muy pequeña y el potencial del tubo conduit se mantiene muy cercano al de tierra.

En grandes subestaciones la resistencia del bus de tierra no debe exceder de 1 ohm. En pequeñas estaciones no debe exceder de 5 ohms. En residencias la resistencia debe ser menor a 25 ohms.

Lo anterior nos da una idea del grave peligro que afronta un individuo que, con piel, ropa o zapatos mojados, entra en contacto, voluntaria o accidentalmente, con dos o más puntos de un sistema eléctrico (conductores, bastidores, corazas, - - tierras, etc.) entre los que existe una diferencia de potencial mayor de 75 volts.

II) SISTEMAS DE DISTRIBUCION

El término sistema aislado de tierra se usa para identificar un sistema en el cual no hay conexión intencional entre los conductores del sistema y la tierra. Sin embargo, existe un acoplamiento capacitivo entre los conductores del sistema y la tierra.

Cuando el neutro de un sistema no está conectado a tierra es posible que aparezcan sobrevoltajes transitorios, de varias veces el normal, durante las maniobras normales de los interruptores del circuito, al ocurrir una falla de línea a tierra.

Ventajas del sistema conectado a tierra:

- 1.- Reducción de gastos de operación y mantenimiento:
 - a) Reducción en magnitud de los sobrevoltajes transitorios.
 - b) Mejora en la protección contra descargas atmosféricas.
 - c) Simplificación de localización de fallas a tierra.
 - d) Mejora de la protección, contra fallas del sistema y del equipo.
- 2.- Mejora de la confiabilidad del servicio.
- 3.- Más seguridad para el personal y el equipo.

III) EQUIPO CONECTADO A TIERRA

La puesta a tierra del equipo de un sistema consiste en conectar a tierra las partes metálicas (que no llevan corriente) del alambrado y aparatos conectados al sistema.

El objetivo principal de esta conexión a tierra es limitar la diferencia de potencial entre las partes metálicas del sistema, que no llevan corriente y entre estas partes y tierra, a un valor seguro bajo cualquier condición de operación, normal o anormal, del sistema.

Para lograr este objetivo es necesario construir un sistema de tierra, que mantenga un potencial uniforme en todas las partes metálicas de estructuras y aparatos, y que permita al personal estar siempre al mismo potencial.

El segundo objetivo de la conexión a tierra del equipo es proporcionar un retorno de baja impedancia para la corriente de falla a tierra.

I) EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Los efectos biológicos de la electricidad son primariamente una función del amperaje aplicado y no del voltaje.

Efectos de una corriente eléctrica de 60 hertz en el ser humano promedio al atravesar el tronco del cuerpo.

Intensidad de la corriente, mA - (contacto de 1 - segundo)	Efecto fisiológico
1	Umbral de la percepción
5	Máxima intensidad de corriente - - aceptada como inofensiva
10-20	Contracciones musculares involuntarias; a intensidades de corriente más altas empiezan las contracciones musculares sostenidas.
50	Dolor, agotamiento y posible desfallecimiento. Las funciones del corazón y del aparato respiratorio continúan.
100-300	Empieza la fibrilación ventricular, pero las funciones respiratorias se mantienen intactas.
6000	Contracción sostenida del miocardio seguida por ritmo normal del corazón. Parálisis respiratoria temporal. Quemaduras si la densidad de corriente es alta.

Como nos muestra la tabla anterior a medida que la corriente que circula por el cuerpo humano alcanza valores mayores a 1 mA aparecen el dolor y las contracciones musculares involuntarias; a valores de 100 mA la fibrilación cardiaca puede ocurrir. Es interesante hacer notar, sin embargo, que con corrientes mayores a 100 mA, hay una tendencia a que las contracciones musculares sean tan rápidas y violentas que la persona es involuntariamente arrojada lejos del contacto con la fuente de energía eléctrica.

A su paso por el cuerpo humano, la corriente tomará camino por los tejidos de más baja resistividad, siendo éstos los más afectados naturalmente. La resistencia total de ese camino puede variar desde valores ligeramente menores a 1000 ohms, hasta valores alrededor de 100,000 ohms, dependiendo principalmente de la presencia de humedad en mayor o menor grado.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

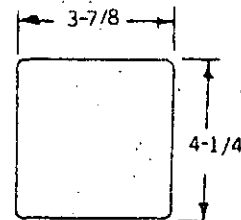
Tipos NJL y HJL (Rotatorio), 2 y 3 Polos, 70-500 Amp. 600 V. C-A, 250 V. C-C

Hoja de Dimensiones

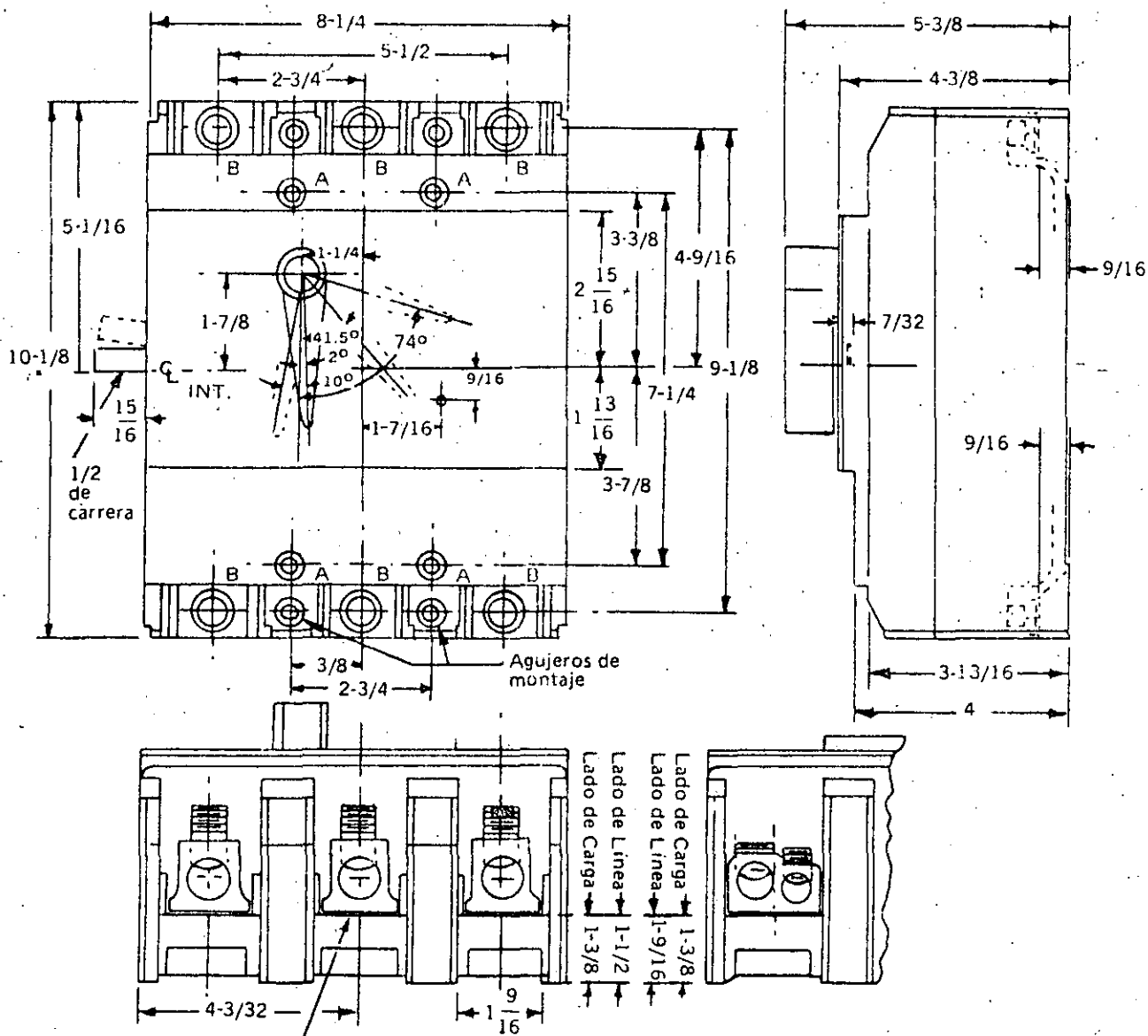
38

Para montajes del interruptor con conexión por el frente, taládrase haciendo coincidir los agujeros con los marcados "A" (4) ags. 6/16". El interruptor deberá conectarse a tierra mediante el conector provisto.

Para montar el interruptor con conexión posterior, taládrase haciendo coincidir los agujeros con los marcados "B" 9/16" de diametro, para 70 a 225A y 13/16" de diametro para capacidades arriba de 225A.



Dimensiones de aberturas para la palanca incluyendo holguras.



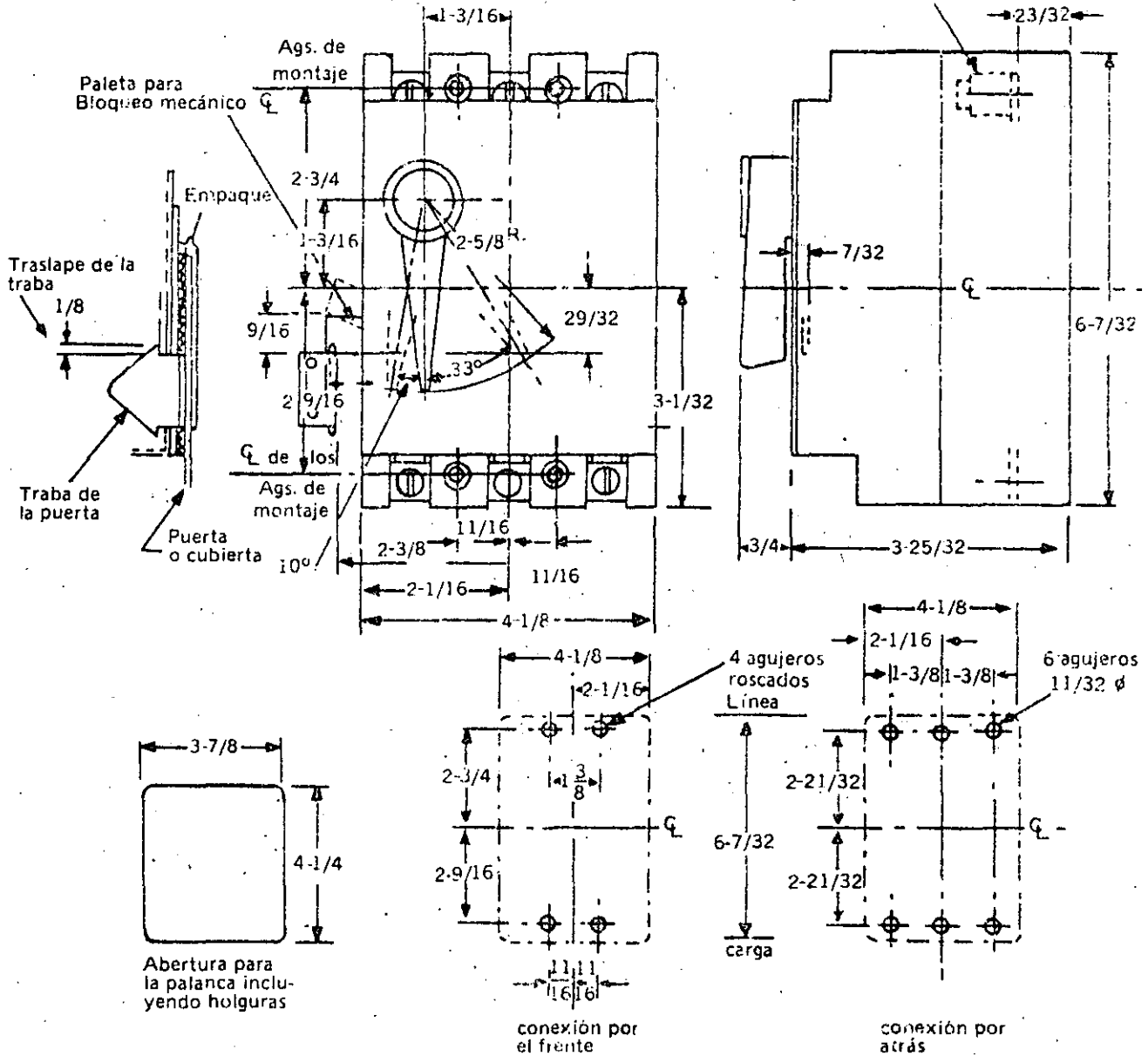
Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos NEF y HEF (Rotatorio), 3 Polos, 15-100 Amp. 480 V. C-A, 125/250 V. C-C

Hoja de Dimensiones

Los conectores toman conductores del No. 14 al No. 0 de cobre o aluminio



Dimensiones para montar interruptores termomagnéticos NEF de 3 polos con palanca rotatoria.

Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

RAZONES POR LAS CUALES LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA NO SE CLASIFICAN EN CABALLOS

A diferencia de los interruptores de navajas los interruptores termomagnéticos no se clasifican por el número de caballos que son capaces de maniobrar, porque pueden interrumpir con toda seguridad corrientes que exceden en mucho el valor a rotor bloqueado de cualquier motor al que se apliquen. Esta característica ha sido demostrada por las pruebas de los Underwriters' descritas en boletín Clase 1400, página 3. Un interruptor debe pasar una prueba de sobrecarga preparada por los Underwriters' Laboratories, Inc. que consiste en una apertura de corriente de 600 o/o de su valor nominal 50 veces. Como las capacidades de los interruptores para derivación de motores, generalmente son del 125 o/o — 250 o/o de las corrientes del motor a carga plena, esta prueba establece la capacidad del interruptor para interrumpir corrientes con rotor bloqueado.

Después de la prueba de sobrecarga y de otras que se hacen, se exige al interruptor que interrumpa satisfactoriamente su corriente nominal de corto circuito, de acuerdo con su tamaño. Debido a que por su propia definición, un interruptor debe "abrir en condiciones anormales... sin dañarse", el interruptor debe continuar en condiciones de operar después de la prueba.

ESPECIFICACIONES TÍPICAS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA DE TIPOS NORMAL Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA

Los circuitos eléctricos serán protegidos por interruptores termomagnéticos en caja moldeada, como los fabricados por Federal Pacific Electric (o aprobados como iguales). Cada interruptor proporcionará protección contra sobrecarga a tiempo inverso e instantáneo contra cortocircuitos por medio de un elemento termomagnético.

Cuando se usa en centros de control, la manija del interruptor será saliente, proyectándose a través de la puerta y ninguna palanca operadora externa de manija se aplicará. Los interruptores de dos o tres polos tendrán un dispositivo que permita el uso de candados, hasta candados en la posición de "Abierto" o en la de "Cerrado", con puerta "Abierta" o "Cerrada" y tendrá un dispositivo para interconexión con la puerta, de modo que dicha puerta no pueda ser abierta cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado" a menos que se libere el bloqueo.

Los interruptores termomagnéticos deben ser de cierre y apertura ultra rápida, con disparo mecánico libre de modo que los contactos no puedan mantenerse "Cerrados" en caso de una sobrecarga o de un corto circuito. El disparo será indicado por medio de la manija en su posición de "Disparado". Los interruptores termomagnéticos serán totalmente cubiertos por una caja moldeada y la parte del interruptor que cubre los elementos calibrados de protección serán sellados en la fábrica para evitar que los toquen personas no autorizadas. La capacidad en amperes será visible claramente al frente del interruptor. Los contactos serán de aleación de plata no fundibles.

APLICACION DE LOS INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA EN SERIE CON FUSIBLES LIMITADORES DE CORRIENTE "ECONOLIM" FEDERAL PACIFIC

Si el cálculo de la corriente de falla demuestra que dicha corriente excede la capacidad de los interruptores normales, los interruptores Línea "H" de alta capacidad y los interruptores Fusematic, los cuales coordinan el mecanismo del interruptor con los limitadores de corriente, se debe considerar la conveniencia de aplicar Fusibles Limitadores de Corriente Econolim en serie con interruptores normales en caja moldeada.

La aplicación de fusibles limitadores de corriente mon-

taos en serie con interruptores del tipo normal o Línea "H" (de alta capacidad interruptiva) no debe confundirse con la instalación de interruptores en Caja Moldeada FPE Fusematic.

Los fusibles limitadores de corriente Econolim se han diseñado sobre la base de un principio enteramente nuevo que permite una reacción extremadamente corta a corrientes de falla muy altas. Debido a la velocidad a la que operan los Fusibles Econolim, se limita la magnitud y la duración de la corriente de falla a una fracción de su posible valor. Esta característica permite el uso de fusibles y de interruptores en combinaciones, cuando las corrientes de falla pueden llegar hasta 100,000 amperes simétricos. R.C.M.

Los tamaños mínimos de los fusibles son aquellos cuya curva característica no cruza la curva del interruptor en un punto donde los fusibles se quemarían frecuentemente en forma repetitiva convirtiéndose en una molestia innecesaria.

La Tabla N° 6 muestra las capacidades máximas de limitación para los lados de línea y de carga. El limitador del lado de la línea nunca debe colocarse en el lado de carga del interruptor. A veces es posible agrupar varios interruptores con un solo juego de limitadores. En ningún caso, el limitador puede ser mayor que:

1. El limitador máximo del lado de línea del interruptor de más baja capacidad en el grupo, ni tampoco
2. El limitador máximo que se puede instalar en el lado de carga del interruptor que controla el grupo.

El total de carga del circuito en un grupo, incluyendo el factor de diversidad, no debe exceder la capacidad del limitador. Los limitadores instalados en el lado de la línea se deben acompañar de un desconectador para la reposición de limitadores.

Más de un limitador usualmente funcionan en fallas elevadas de 3 fases, aunque no siempre es éste el caso. En la mayoría de las veces la energía de la corriente de fuga es suficiente para operar el interruptor, evitando la operación monofásica, sin embargo, es posible que el interruptor no se abra.

Para evitar operaciones innecesarias de los limitadores, se recomienda usar el máximo de capacidades que se muestran en la página 12

ESPECIFICACIONES TÍPICAS PARA USO DE FUSIBLES ECONOLIM EN SERIE CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

En los casos en que las corrientes de falla calculadas excedan a las capacidades de los interruptores normales o de alta capacidad Línea "H", se instalarán Fusibles Limitadores de Corriente Econolim de la Federal Pacific, en serie con los interruptores termomagnéticos Federal Pacific con capacidades interruptivas de 100,000 amperes simétricos R.C.M. Los fusibles serán de un diseño que evite la sustitución por diferentes capacidades en el futuro.

Los fusibles cumplirán con todos los requerimientos de NEMA, Pub. — FU-1-1959. Los interruptores termomagnéticos normales y de alta capacidad Línea "H" en caja moldeada usados cumplirán con las especificaciones que aparecen en la Tabla N° 6.

APLICACION EN CAPACITORES

Para aplicaciones normales en capacitores el interruptor con capacidad 150 o/o mayor que la capacidad de corriente del capacitor será el que se recomienda. Este factor permite las sobrecorrientes armónicas y otros factores similares. Esta selección cumple con los requerimientos del N.E.C. 460-8 que establece que el desconectador debe ser de no menos de 135 o/o de la capacidad del capacitor. Debido a componentes armónicas, las corrientes de operación pueden exceder de 135 o/o, en cuyo caso se hará necesario el uso de un interruptor de mayor capacidad. La temperatura ambiente también se debe tomar en consideración para la selección.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

TABLA 2

AMPERES A PLENA CARGA DEL MOTOR
Valores promedio para todas las velocidades y frecuencias.

HP	Monofásico C.A.			Polifásico C.A. (tipo de inducción) jaula de ardilla y rotor devanado								Corriente directa		
	115 volts	230 volts	440 volts	110 volts		220 volts		440 volts		550 volts		115 volts	230 volts	550 volts
				3-F	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos			
1/6*	3.2	1.6												
1/4*	4.5	2.3												
1/2*	7.4	3.7												
3/4*	10.2	5.1												
1*	13	6.5		4	4	2	2	1	1	.8	.8	4.6	2.3	1.4
1 1/2	18.4	9.2		5.6	4.8	2.8	2.4	1.4	1.2	1.1	1	6.6	3.3	1.8
2	24	12		7	6.4	3.5	3.2	1.8	1.6	1.4	1.3	8.6	4.3	2.6
3	34	17		10	8.8	5	4.4	2.5	2.2	2	1.8	12.6	6.3	3.4
5	56	28		13	11.2	6.5	5.6	3.3	2.8	2.6	2.2	16.4	8.2	5
7 1/2	80	40	21			9	8	4.5	4	4	3.2	24	12	8.3
10						15	13	7.5	7	6	6	40	20	12
15						22	19	11	9	9	8	58	29	16
20	100	50	26			27	24	14	12	11	10	76	38	23
25						40	34	20	17	16	14	112	56	31
30						52	45	26	23	21	18	148	74	38
40						64	55	32	28	26	22	184	92	46
50						78	67	39	34	31	27	220	110	61
60						104	88	52	44	41	35	292	146	75
75						125	108	63	54	50	43	360	180	90
						150	129	75	66	60	52	430	215	111
						185	158	93	79	74	63	536	268	

Estos valores de corriente de carga plena son para motores trabajando a velocidades usuales para motores con bandas y motores con características de par normal. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o de alto par pueden requerir corrientes normales más altas, en este caso se debe considerar la corriente indicada en la placa.

- * Para proteger motores de un caballo o menos, ver Sección 430-32 NEC. La corriente en el conductor común de un sistema de 2 fases, 3 hilos, será de 1.41 veces el valor dado.
- Para las corrientes a carga plena de motores de 208 a 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 220 volts en un 6 ó 10% respectivamente.
- Para corrientes a carga plena de motores a 208 y 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 230 volts en un 10 y 15% respectivamente.

TABLA 3
CAPACIDADES DEL INTERRUPTOR AB PARA
CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES

Tipo de motor y método de arranque	Capacidad máxima del interruptor en porcentaje de la corriente del motor a plena carga para selección del interruptor.	Selección de la capacidad del interruptor de la tabla No. 4 - Ver la columna:
Para motores marcados con la letra de código		
Todos los motores monofásicos C.A. y los polifásicos de tipo jaula de ardilla y sincros, con arranque a voltaje pleno con resistencia o reactor:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B a E	200	2
Letras de código F a V	250	3
Todos los motores de C.A. del tipo de jaula de ardilla y sincros de arranque con autotransformador:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B a E	200	2
Letras de código F a V	200	2
Para motores que no están marcados con letra de código		
Monofásicos de todos los tipos:		
Motors tipo jaula de ardilla y sincros (arranque a tensión plena con resistor y reactor)	250	3
Motors tipo jaula de ardilla y sincros (arranque con autotransformador)	250	3
	200	2
Tipo jaula de ardilla de alta reactancia:		
no más de 30 amps	250	3
más de 30 amps	200	2
Rotor Devanado	150	1
Corriente Directa	150	1

Las tolerancias anteriores se pueden aumentar hasta un 400 o/o de la corriente del motor de carga plena si se encuentra que no son satisfactorias para el arranque. A menudo se pueden usar valores más bajos, hasta llegar a un mínimo de 115 o/o de la carga plena del motor.

TABLA 4

CAPACIDADES MAXIMAS DE INTERRUPTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.

Corriente a plena carga del motor (Amp.)	Corriente máxima del interruptor del motor (Amperes)		
	Columna		
	150 o/o	200 o/o	250 o/o
1 a 6	15	15	15
7	15	15	20
8	15	20	20
9, 10	15	20	30
11, 12	20	30	30
13	20	30	40
14, 15	30	30	40
16	30	40	40
17 a 20	30	40	50
22, 24	40	50	70
26	40	70	70
28	50	70	70
30, 32	50	70	100
34	70	70	100
36 a 40	70	100	100
42 a 46	70	100	125
48, 50	100	100	125
52 a 60	100	125	150
62	100	125	175
64, 66	100	150	175
68, 70	125	150	175
72, 74	125	150	200
76 a 80	125	175	200
82	125	175	225
84, 86	150	175	225
88, 90	150	200	225
92 a 100	150	200	250
105, 110	175	225	300
115	175	250	300
120	200	250	300
125	200	250	350
130	200	250	350
135, 140	225	300	350
145, 150	225	300	400
155, 160	250	350	400
165	250	350	500
170, 175	300	350	500
180 a 200	300	400	500
210 a 230	350	500	600
240	400	500	600
250	400	500	600
260	400	600	600
270 a 300	500	600	600
320	500	600	600
340 a 400	600	600	600

CALIBRE DE LAS ZAPATAS

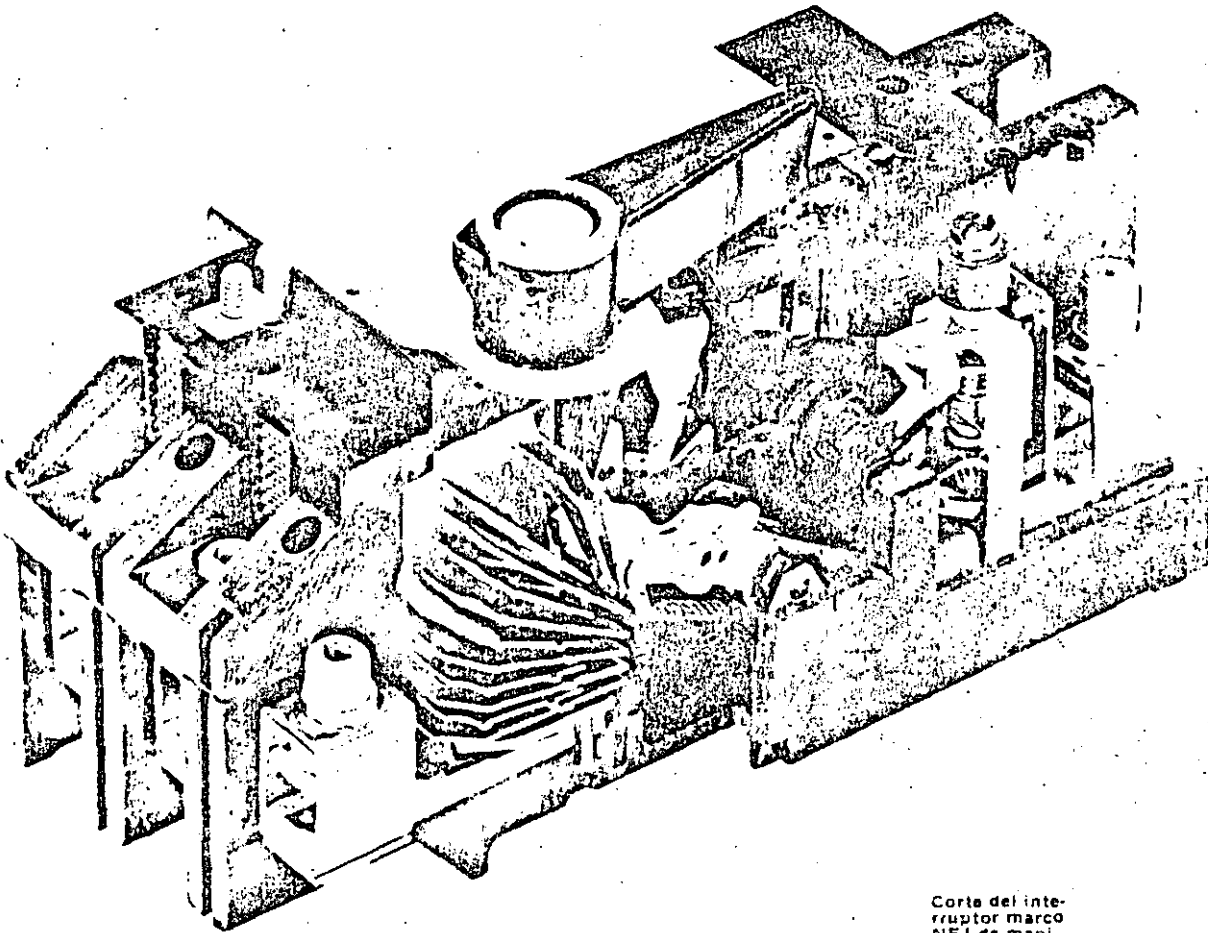
Interruptor tipo.	Rango en Amperes.	Calibre máximo del conductor
	15-70	No. 14- No. 4
NB	100	No. 6- No. 1/0
	10-50	No. 4
NEF, HEF	70-100	No. 1/0
	10-50	No. 1/0
NFJ, HFJ	70-225	No. 4/0
	70-225	350MCM
NJL	250-350	600MCM
HJL	500	1-250MCM 1-500MCM
	125A-400A	1-600MCM
NM HM	500-600A	2-500MCM
	700-1000A	3-500 MCM

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

34



Corta del interruptor marco NFJ de manija rotatoria.

CIRCUITOS DE MOTORES Y SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

Aunque los interruptores se pueden aplicar para protección de sobrecorriente de motores, cuando se cumple con los requerimientos del Artículo 430 del N.E.C., esas aplicaciones no son recomendables para interruptores del Tipo AB. Por lo tanto, las siguientes recomendaciones están limitadas al uso de un interruptor, como protector de un circuito.

Para la mayoría de las aplicaciones, especialmente aquellas donde el comportamiento de arranque del motor no se conoce, las reglas máximas del N.E.C. se deben seguir.

Ocasionalmente se pueden usar interruptores de más baja capacidad con buenos resultados, cuando las características del motor son bien conocidas.

Los requerimientos del interruptor termomagnético va-

rían, dependiendo de si hay uno o varios motores en el circuito.

CIRCUITO CON UN SOLO MOTOR: El interruptor debe tener una capacidad continua de no menos de 115% de la corriente a plena carga del motor. Sección N.E.C. 4347.) Antes de aplicar un interruptor de una capacidad igual o cercana al 115% de la carga completa del motor, revise para determinar el efecto de cualesquiera de las siguientes condiciones: alta temperatura ambiental, calentamiento dentro de la cubierta del interruptor debido al agrupamiento de dispositivos que consumen corriente, arranque frecuente de motores y aceleración de los motores durante un periodo largo. Los motores con letras de código que no sean las letras de la "A" a la "J", pueden ocasionar disparos magnéticos instantáneos del interruptor cuando se seleccione con la norma de 115%, por lo tanto se deben consultar las curvas del interruptor para evitar esos disparos innecesarios.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja de Dimensiones

33

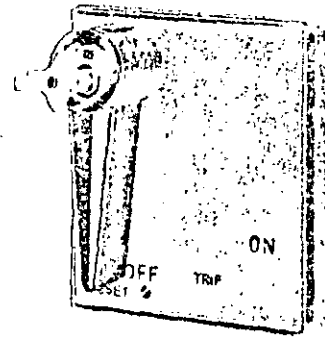
rapidez. La manija robusta de tamaño adecuado a la mano de un hombre, ofrece la ventaja de seguridad y la facilidad de ver sus diferentes posiciones a distancia.

CIERRE: Todos los interruptores termomagnéticos de manija rotatoria incluyen un anillo de cierre retráctil que acepta hasta 3 candados para lograr un máximo de seguridad.

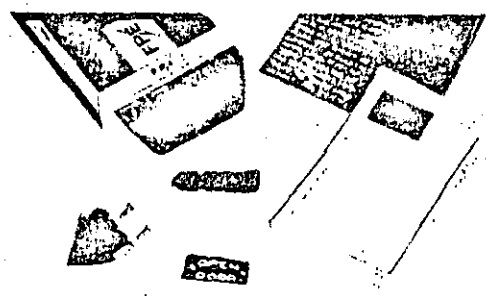
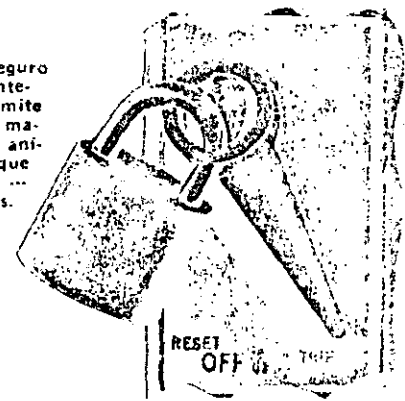
MANIJA INTEGRAL (TIPO ROTATORIO): La manija rotatoria forma parte del mecanismo del interruptor.

Este diseño elimina los mecanismos externos de la manija de extensión, que ofrece muchos inconvenientes. Cuando los interruptores de manija rotatoria se colocan en un gabinete provisto de puerta, sólo se requiere un simple corte adecuado en la puerta.

BLOQUEO MECANICO DE PUERTA (Tipo de Manija Rotatoria): La barra y el tope de enclavamiento se pueden proporcionar, son de montaje fácil en el interruptor para bloquearlo con la puerta. Una junta alrededor del corte de la puerta proporciona un sello que protege contra el polvo y el aceite. Una barra de enclavamiento se desliza dentro de una ranura del interruptor y queda asegurada en el interruptor. El entrelace mecánico de la puerta evita que se abra sin autorización cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado". El entrelace mecánico puede ser librado por el personal autorizado.



Dispositivo de seguro exclusivo para interruptor, que permite el bloqueo de la manija mediante su anillo retractable que puede acomodar hasta 3 candados.



El Juego del entrelace mecánico consiste de un junta, una barra de enclavamiento, un tope, un inmovilizador y una placa de "puerta abierta"

TABLA 1 - DATOS PARA SELECCION

Tipo	Polos	Capacidad en amperes.	TENSION (Volts)		U.L. CAPACIDADES INTERRUPTIVAS ASIMETRICAS--AMPERES RCM					Ajuste del disparo magnético	Unidad de disparo intercamb.
			C.A.	C.C.	U.L. Valores simétricos entre ()						
					C. A.			C. C.			
				120	240	480	600				
INTERRUPTORES NORMALES											
NB (NBH)	1	15-50	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	2	15-100	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	3	15-100	240	—	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—
NEF	2	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	15M (10M)	—	10M	—	—
	3	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
NFJ	2,3	70-225	600	250	—	25 (22)	20 (18)	15M (14M)	10M	Si	—
NJL	2,3	70-500	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	—
NM	2,3	125-1000	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	Si
INTERRUPTORES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.											
HEF	2,3	15-100	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	—	—
HFJ	2,3	70-225	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	Si	—
HJL	2,3	70-500	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Consultar con la fábrica.	
HM	2,3	125-1000	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Si	Si

+ Los valores simétricos son iguales a los valores asimétricos.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

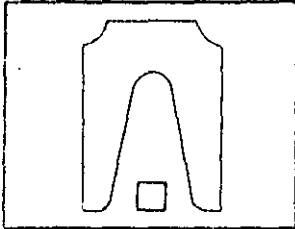
Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

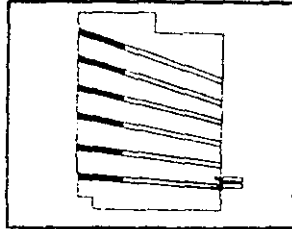
32

Principio de ionizante de la cámara de arco.

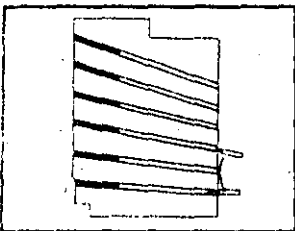
Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



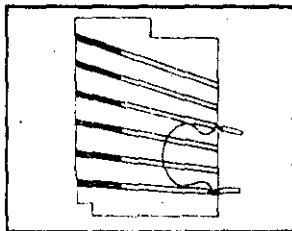
1. Placas de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



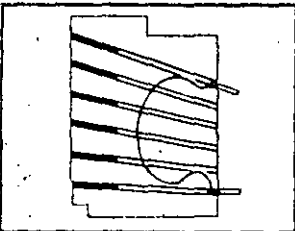
2. Contactos cerrados.



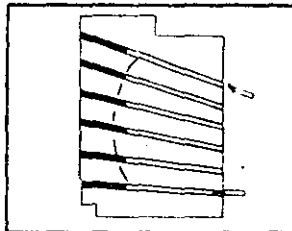
3. Contactos abriéndose - formación del arco.



4. Extensión del arco hacia la garganta de la cámara de arco.



5. Arco a punto de romperse.

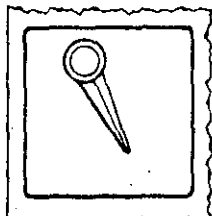


6. Arco roto en segmentos, enfriado y extinguido.

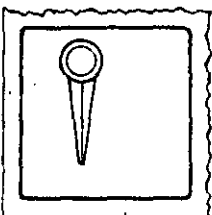
Manija rotatoria del interruptor en sus posiciones de operación.



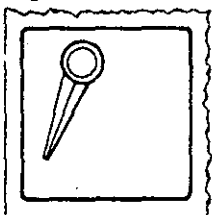
Posición de "CONECTADO": La manija en esta posición indica que el circuito está "cerrado".



Posición de "DISPARO" (desconexión): Cuando el interruptor dispara automáticamente debido a una sobrecarga o corto-circuito.



Posición de "DESCONECTADO": La manija queda en esta posición cuando el circuito está "abierto".



"RESTABLECER": Para restablecer el interruptor después de una desconexión, la manija se gira del centro a "restablecer".

REDUCCION DE TIEMPOS MUERTOS Y DE MANTENIMIENTO: Los interruptores termomagnéticos son diseñados para servicio repetitivo, para larga vida, libres de mantenimiento y evitan paros costosos e innecesarios. Debido a que el interruptor es un dispositivo restablecedor, la corriente es restablecida en sólo cuestión de minutos después de que se ha corregido una sobrecarga o una falla.

COSTO REDUCIDO DE OPERACION: Al incorporar alta presión de contacto, aleaciones de plata y contactos de presión directa, en los interruptores termomagnéticos se ofrece mucho menor resistencia a la corriente eléctrica que los clips para fusibles, conexiones atornilladas y conexiones articuladas en un dispositivo para fusibles, con una menor pérdida por calentamiento, con el consiguiente ahorro en gastos de corriente.

PROTECCION CONTRA OPERACION MONOFASICA: Una falla o sobrecarga en cualquier fase abre todos los polos del interruptor, reduciendo a su mínimo la posibilidad de que los motores polifásicos trabajen monofásicamente.

ELEMENTOS DE PROTECCION DOBLE: Los elementos térmicos bimetálicos protegen contra sobrecarga cuando la desconexión a tiempo inverso es deseable y los elementos magnéticos disparan el interruptor instantáneamente en caso de fallas de corriente peligrosas.

MAXIMO DE SEGURIDAD: Los interruptores en caja moldeada son completamente de frente muerto; por lo tanto, el personal no queda expuesto a partes "vivas".

A PRUEBA DE ALTERACIONES: El interruptor completo, o la unidad de disparo es sellada en la fábrica para evitar intervenciones indebidas o alteraciones en su capacidad.

CONSTRUCCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

Los interruptores termomagnéticos proporcionan al mismo tiempo dilación en la sobrecarga y protección instantánea contra cortocircuito y se componen de tres elementos: (1) unidad de disparo, (2) mecanismo del interruptor y (3) cámara de arco.

Un interruptor termomagnético es esencialmente un interruptor de carga con elementos repetitivos de protección. El mecanismo del interruptor se puede operar manualmente, usando la manija o automáticamente con la liberación de un gatillo de disparo accionado por la unidad de disparo. Las características siguientes son las específicas de la construcción de los interruptores Termomagnéticos en Caja Moldeada Federal Pacific.

TOTALMENTE ENCERRADOS EN UNA CAJA MOLDEADA: Las cajas de resina fenólica proveen gran resistencia al impacto y alta fuerza dieléctrica, proporcionando una caja robusta que contiene el mecanismo de operación.

MANIJA ROTATORIA DE CUATRO POSICIONES: La posición de la manija rotatoria da una indicación positiva del interruptor cuando esté "Conectado", "Desconectado" o en posición de "Disparo" aun viéndola a distancia. También hay una cuarta posición de "Restablecer", para indicar la debida operación para restablecer o reconectar el circuito después de un disparo o desconexión automática.

COJINETES RESISTENTES A LA CORROSION: Los cojinetes de diferentes metales proporcionan una operación suave, de baja fricción. El templado y el acabado a prueba de corrosión de todas las partes móviles también aseguran una larga vida del interruptor.

CALIBRACION SELLADA POR LA FABRICA: Cada interruptor termomagnético se calibra, sella y prueba en sobrecargas para asegurar su operación adecuada y su capacidad eléctrica invariable. En los marcos NM y HM, las unidades de disparo se sellan y se prueban individualmente, siendo intercambiables con la simple remoción de la cubierta del interruptor.

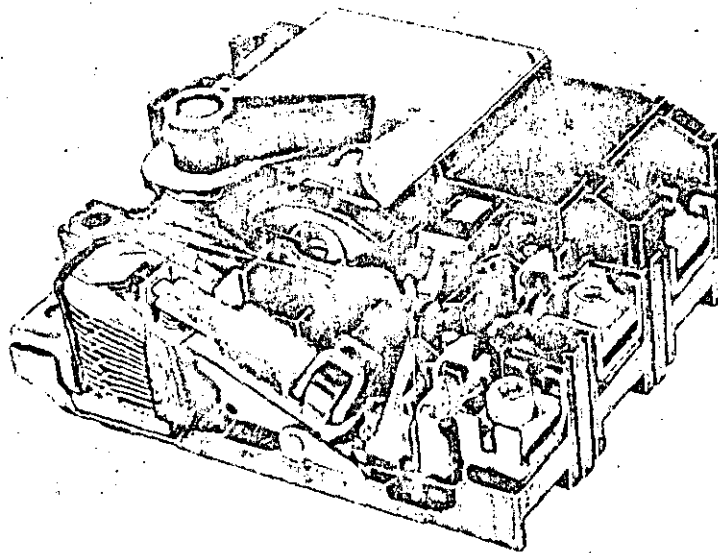
PROTECCION ADECUADA Y EXACTA: Todas las partes del dispositivo de disparo tienen superficies esmeriladas y pulidas y son tratadas térmicamente para evitar distorsiones. Los bimetales son tratados térmicamente reteniendo su calibración en forma permanente.

ZAPATAS MECANICAS DE PRESION SIN SOLDADURA: Normalmente se usan zapatas mecánicas de presión sin soldadura, con todos los interruptores para lograr conexiones firmes y duraderas.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva



Corte del interruptor
NJL de manija rotatoria.

Los interruptores termomagnéticos en caja moldeada de la Federal Pacific están diseñados para protección de sistemas de distribución de baja tensión. Estos interruptores industriales son adecuados como interruptores principales y para protección de circuitos ramales y de alimentación, así como de los aparatos conectados a ellos. Ofrecen protección contra sobrecarga para los conductores y protección contra cortocircuito para todos los elementos del circuito tales como conductores, motores y arrancadores y se ofrecen en construcción de manija rotatoria.

Los interruptores en caja moldeada se usan en tableros del tipo panel, tableros de distribución, centros de control, reóstatos de arranque para motores, combinaciones de arrancador-interruptor, y unidades de enchufar en electroducto. En estos diversos tipos de dispositivos, los interruptores cumplen con todos los requisitos que se exigen en los circuitos de distribución de luz y fuerza. Se han diseñado primordialmente para protección de los conductores. Aunque los interruptores industriales pueden usarse para otros objetos distintos de la protección de conductores, recomendamos que se piense cuidadosamente sobre el caso antes de usarlos para otro objeto.

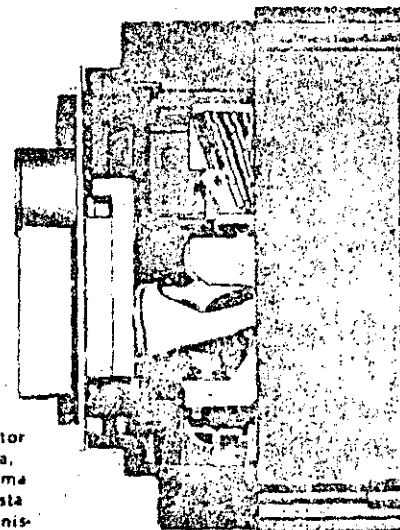
Las capacidades de corriente de los interruptores de la Línea de Alta Capacidad Interruptiva del Tipo Industrial de la Federal Pacific corresponden en general a las capacidades normales del Código Nacional Eléctrico de México y al NEC Americano, párrafo 240-7b. Véase la Tabla en la página 5.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES EN CAJA MOLDEADA.

La información descriptiva y los datos técnicos de este boletín se aplican primordialmente a los interruptores normales en caja moldeada de la Clase 1410 —que son los que se usan con más frecuencia en sistemas de distribución. Sin embargo, cuando se requieren capacidades muy altas de interrupción (se puede disponer), de la línea "H" de F.P.E.M. de los interruptores con las mismas características mecánicas, tamaños y capacidades de corriente de los interruptores normales.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA, DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA LINEA "H".

Los interruptores de la línea "H", Clase 1420, se destacan porque ofrecen alta capacidad interruptiva a una fracción del costo de métodos convencionales de interrupción, tales como interruptores en aire, blindados, transformadores de alta impedancia y reactores limitadores de corriente. Además de ser de un costo reducido, como dispositivos de alta interrupción.



Corte del interruptor
de manija rotatoria,
mostrando la forma
en que la manija está
conectada al mecanis-
mo.

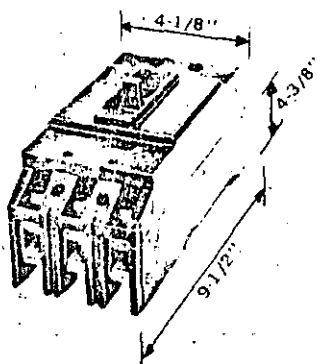
Interruptores Termomagnéticos Tipo Industrial

CLASE
1500

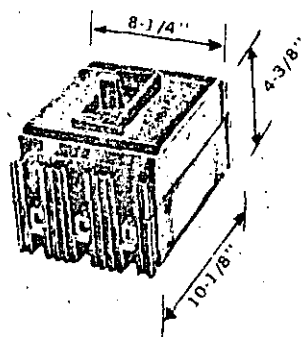
Tabla de Selección

Características de los Interruptores Termomagnéticos

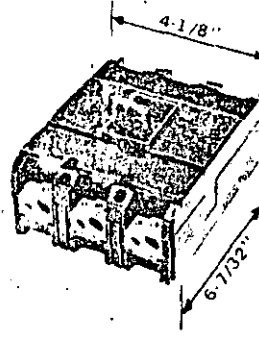
Marco	Amperes	TENSION MAXIMA		No. de Polos	CAPACIDAD INTERRUPTIVA AMPERES ASIMÉTRICOS RMC (AMPERES SIMÉTRICOS RMC) POR LOS UNDERWRITERS' LABORATORIES INC'				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
		C. A.	C. C.		240V	480V	600V	C. C.	Rango	Calibre del Conductor	
										Mín.	Máx.
NEF-R	15-100	480	250	2,3	20M (18M)	15-M (14M)	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NFJ-R	70-225	600	250	2,3	25M (22M)	20M (18M)	15M (14M)	10M	70-225	No. 4	300MCM
									250-300	No. 4	600MCM
NJL-R	70-500	600	250	2,3	50M (42M)	35 M (30M)	25 M (22M)	20M	350-500	1 [No. 2/0 No. 4	1 [500 MCM 250 MCM
									125-350	No. 1	600-MCM
NM-R	125-1000	600	250	2,3	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	400-600	2-No. 3/0	2-600MCM
									700-1000	3-250 MCM	3-500 MCM



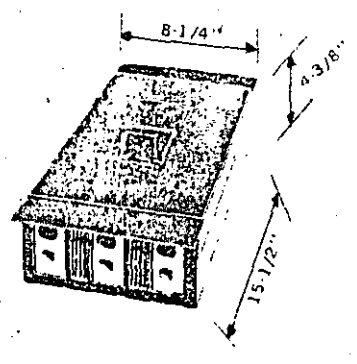
NFJ-R



NEF-R

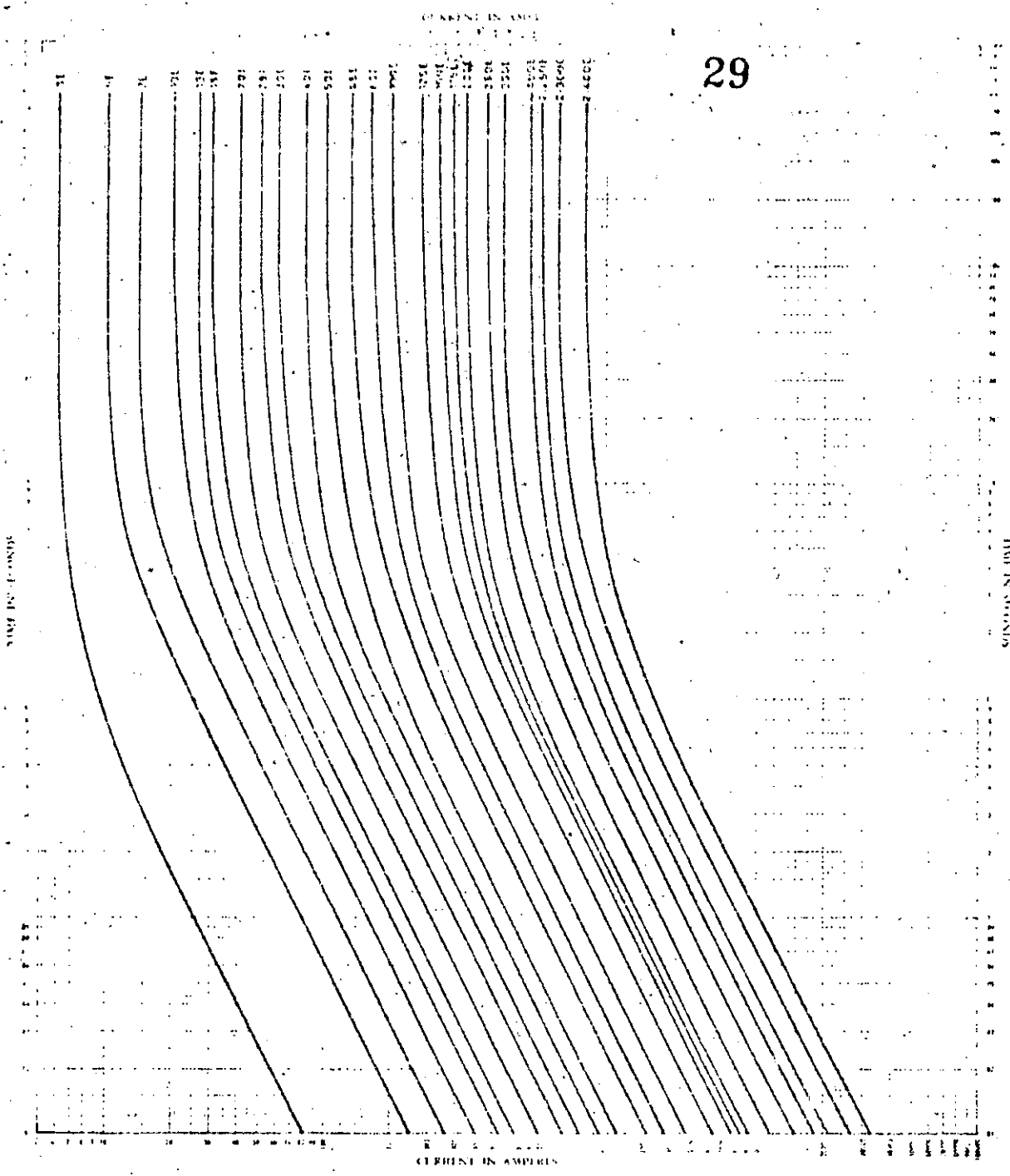


NJL-R



NM-R

29



MINIMUM MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED

BASIS - These refill units are tested in accordance with the procedures described in USASI Standard Specifications for Power Fuses and Fuse Disconnecting Switches, C37.46-1962. In accordance with these standards, curves are based on tests starting with the refill unit at an ambient temperature of 25°C and no initial load. Also, minimum melting current is not less than 200% of refill unit ampere rating.

CONSTRUCTION - Fusible elements for refill units rated 3E through 7E ampere are nickel-chrome, under controlled tension; fusible elements for refill units rated 10E through 40E ampere are silver, helically coiled. All are of solderless construction.

TOLERANCES - Curves are plotted to minimum test points. Maximum variances expressed in current values are:
 Plus 10% for 1E through 40E ampere ratings.
 Plus 15% for 5E and 7E ampere ratings.
 Plus 20% for 3E ampere rating.

APPLICATION - Refill units having nickel-chrome or silver element construction are not subject to damage by aging. In standard overcurrent tests it is unnecessary to replace unfused refill units in single-phase or three-phase installations when one or more refill units have blown.

COORDINATION - Any preloading reduces melting time. This is especially true for fuses which melt at current values appreciably less than 200% of rating. Although the refill units represented by these curves do not fall in this category, the reduction for preloading must be determined (see Data Bulletin 205-2) and corrections made in the above curves.
 1. When close coordination is required.
 2. When, regardless of the procedure of coordination, the refill unit is subjected to temporary overloads.

There are cases where the coordination requirements may be very exacting, for example, in coordinating a transformer primary fuse with a secondary breaker and a main line breaker. The time interval between the operating characteristics of the two breakers may be very narrow. Under these circumstances there must be an extremely short time interval between the minimum melting and the total clearing characteristics of the fuse.

The refill units as presented by these curves possess the short time interval feature, since - having a nondegradable fusible element of low arc construction - they reduce:
 1. An initial 10% preloading to the minimum melting current - decreased to a 10% tolerance of many fuses (7A and 40A) respectively in silver-plated.
 2. No "safety zone" or pre-load allowance.

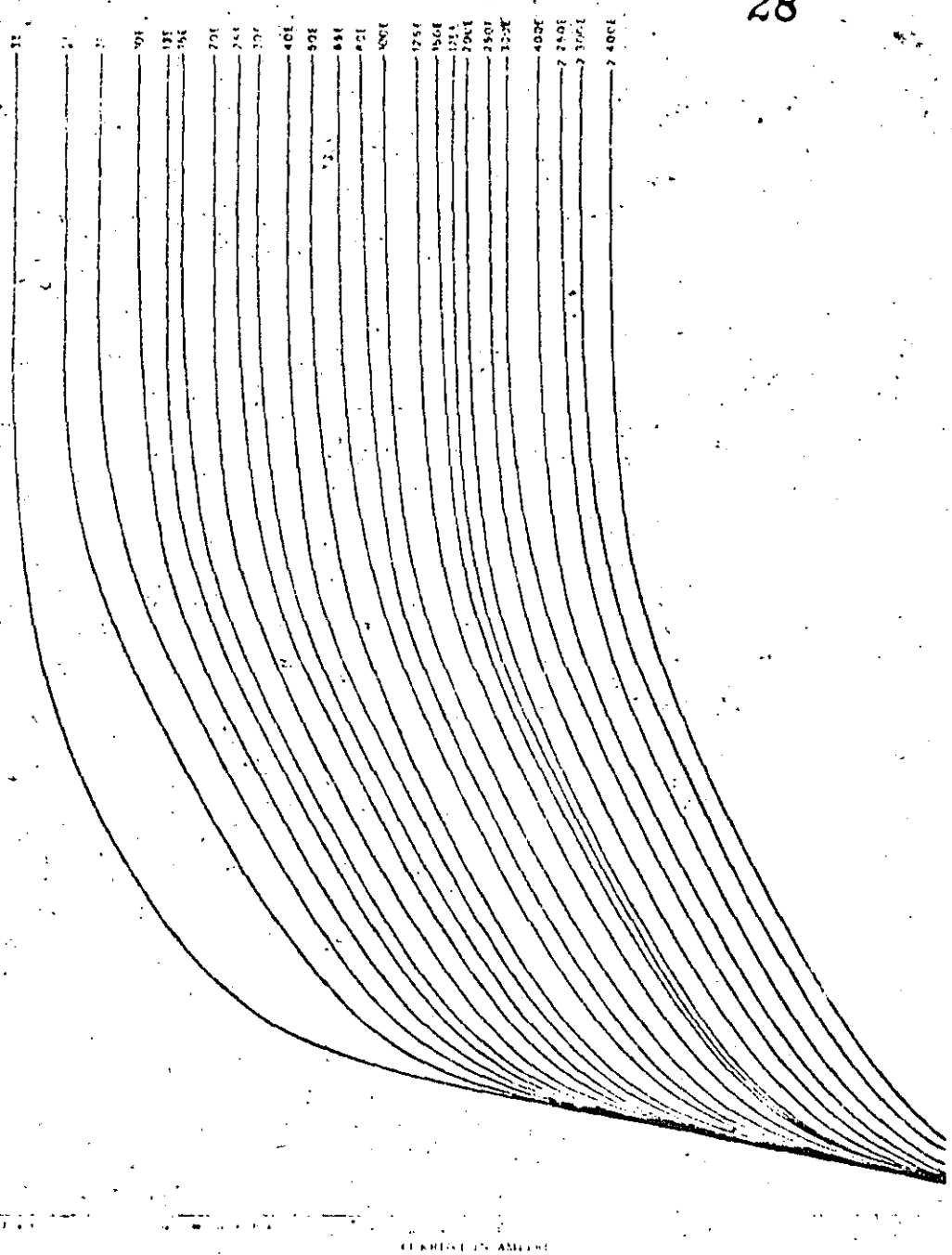
The narrow time band normally will provide the desired coordination. If the selected Standard Speed refill unit does not meet the coordination requirements, check to see if the same ampere rating in the Slow Speed will satisfy.

Sometimes a selected ampere rating will fail to meet the coordination requirements at any available speed. In this case the selection of a higher ampere rating usually will satisfy all requirements.

Do not assume that some other "time lag" speed, "type-slow" speed, or "high-rupture" speed will better handle a coordination problem than the use of a higher ampere rating in the S&C speed outline. Such one-made fuses have larger construction tolerances (plus 20% in current plus 40% in terms of time) in addition they also require the use of "safety zone" or pre-load allowances. The application of these two factors will give a time interval between the melting and total clearing curves greater than in the case of S&C speed outline.

REFILL UNITS AVAILABLE:

Refill Unit	Rv Nom. Rating	Ampere Rating
SM-4	7.2 through 14.5	33 through 200E
SM-5	4.1 through 14.5	15 through 400E
SM-3	23 and 34	3E through 300E



TOTAL CLEARING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED

BASIS - These refill units are tested in accordance with the procedure described in USASI Standard Specifications for Power Fuses and Fuse Link Operating Switches, C37.48 1962, in accordance with these standards. Curves are based on tests starting with the refill unit at an ambient temperature of 25°C and no initial load. Also, minimum melting current is not less than 200% of refill unit ampere rating.

CONSTRUCTION - Fusible elements for refill units rated 25 through 75 amperes are nickel-chrome, under controlled tension; fusible elements for refill units rated 100 through 4000 amperes are silver, helically coiled. All are of solderless construction.

TOLERANCES - Curves are plotted to maximum test points. All variations are minus.

APPLICATION - Refill units having nickel-chrome or silver element construction are not subject to damage by aging or transient overcurrents. Hence, it is unnecessary to replace unknown refill units in single-phase or three-phase installations when one or more refill units have blown.

COORDINATION - These curves represent the total time required for a refill unit to melt and interrupt a fault current, and should be followed in coordination problems where fuses are subject to "protecting" devices.

Any preloading reduces melting time. This is especially true for fuses which melt at current values appreciably less than 200% of rating. Although the refill units represented by these curves do not fall in this category, the reduction for preloading must be determined (see Data Bulletin 205-2) and corrections made in the minimum melting curve of the "protected" fuse.

1. When close coordination is required;
2. When, regardless of the preciseness of coordination, the refill unit is subjected to temporary overloads.

There are cases where the coordination requirements may be very exacting, for example, in coordinating a transformer primary fuse with a secondary breaker and a main line breaker. The time interval between the operating characteristics of the two breakers may be very narrow. Under these circumstances there must be an extremely short time interval between the minimum melting and the total clearing characteristics of the fuse.

The refill units represented by these curves possess the short time interval feature, and - having a non-damagable fusible element of precise construction - they require:

1. As little as 10% total tolerance in minimum melting current - compared to the 20% tolerance of many fuses (20% and 40% respectively, in terms of time).
2. No "safety zone" or initial shuntances.

Sometimes a selected ampere rating will fail to meet the coordination requirements in any available speed. In this case the selection of a higher ampere rating usually will satisfy all requirements.

Do not assume that some other "time-lag" speed, "super-slow" speed, or "high-charge" speed will better resolve a coordination impasse than the use of a higher ampere rating in the S&C speed options. Such other speeds have larger construction tolerances (plus 20% in current; plus 40% in terms of time). In addition they also require the use of "safety zones" or initial shuntances. The application of these two factors will give a time interval between the melting and total clearing curves greater than in the case of S&C speed options.

REFILL UNITS AVAILABLE:

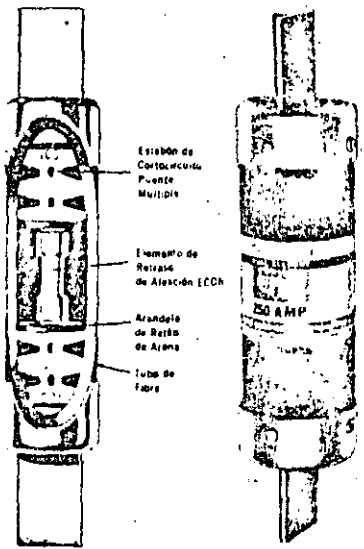
Refill Unit	Ky Nom. Ratings	Ampere Ratings
SM-4	7.2 and 14.4	3E through 150E
SM-5	4.16 through 14.4	3E through 400E

Fusibles de Baja Tensión

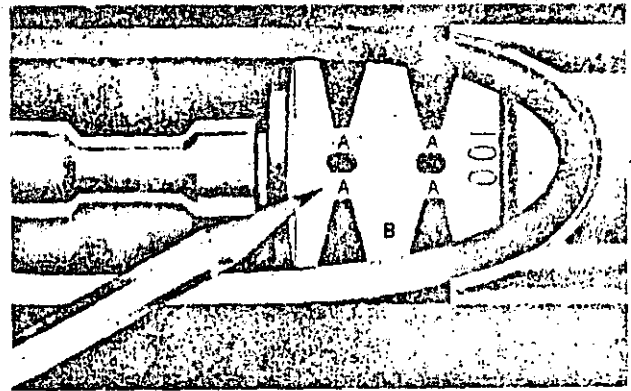
Fusibles de Cartucho de doble elemento - Están clasificados por UL según Clase K-9, para 100,000 amperes r.c.m., c.a., de capacidad interruptiva. Son fusibles limitadores de energía con una dilación de tiempo de por lo menos 10 segundos a 500 o/o de su capacidad. Cuando se usan en circuitos de motores reducen al mínimo su operación debido a las corrientes de arranque y en algunos casos permite el uso de interruptores más pequeños. Es el fusible ideal para aplicaciones industriales de servicio general.

Amperes	250 VOLTS.				600 VOLTS.			
	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de
		PUBLICO	\$ 1000.00 o más			PUBLICO	\$ 1000.00 o más	
1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 1.25, 1.25, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.25, 2.5, 2.8, 3, 3.2, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.6, 5.25, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 17.5, 20, 25, 30	Símbolo del catálogo "ECN" seguido por los amperes	11.00	9.50	10	Símbolo del catálogo "ECS" seguido por los amperes	25.00	21.00	10
35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100		19.50	18.00	10		40.50	37.00	10
110, 125, 150, 175, 200		44.50	42.00	5		85.50	81.00	5
225, 250, 300, 350, 400		97.00	90.00	1		169.00	157.50	1
450, 500, 600		176.00	165.00	1		339.00	321.00	1
		268.00	248.00	1		457.00	1	

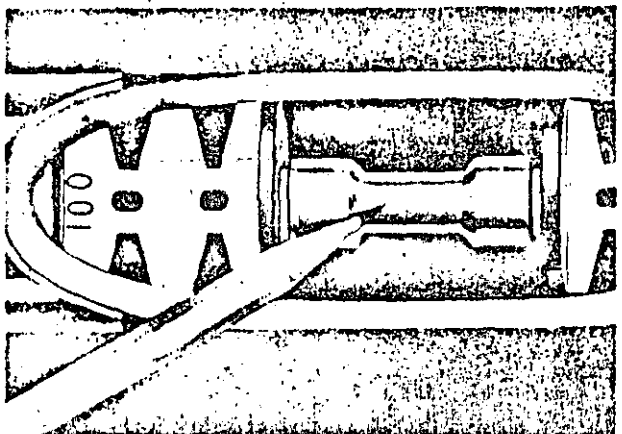
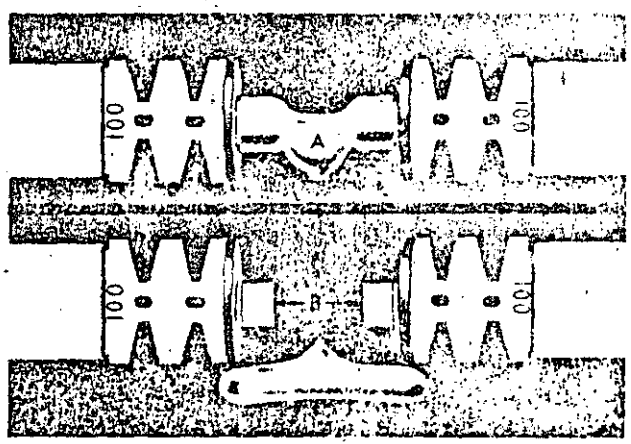
Tipo "Feruía" (casquillo), 60 amp. y menos. Tipo de navaja, 65 amp. y mayores.
Para información detallada, solicítenos las hojas Descriptivas Clase 1330 en español.



Acción instantánea en corto circuitos. Los eslabones de cualquier extremo abren el circuito inmediatamente cuando se produce un "corto" peligroso. Las gargantas (A) funden instantáneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.



Acción rápida y positiva en caso de sobrecarga peligrosa. Cuando la sobrecarga excede límites de calor y de tiempo que se determinan de antemano, la aleación Econ (A) cambia instantáneamente de sólido a líquido, interrumpiendo positivamente el circuito. ATENCIÓN: LA DISTANCIA (entre hierro) MUY GRANDE (B) PROPORCIONAN UN "CORTE SEGURO" DEL CIRCUITO... EVITA LA FORMACIÓN DE UN ARCO.



Retraso en sobrecargas momentáneas e inofensivas. El elemento térmico de la exclusiva aleación ECEN absorbe sobrecargas inofensivas hasta 500 o/o... el retraso calibrado evita interrupciones innecesarias... evita tiempos perdidos.

FORMULAS UTILES PARA DETERMINAR LOS AMPERES, LOS CABALLOS DE FUERZA, LOS KILOWATTS Y K.V.A.

Para encontrar	Corriente directa	CORRIENTE ALTERNIA		
		Una fase	2 fases, 4 alambres	Tres fases
Amperes cuando se conocen los caballos de fuerza (H.P.)	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o \text{ Ef.}}$	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{2 \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{1.73 \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$
Amperes cuando se conocen los K.W.	$\frac{K.W. \times 1000}{E}$	$\frac{K.W. \times 1000}{E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{2 \times E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{1.73 \times E \times F.P.}$
Amperes cuando se conocen los K.V.A.		$\frac{K.V.A. \times 1000}{E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{2 \times E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{1.73 \times E}$
Kilowatts	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2 \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times F.P.}{1000}$
K.V.A.		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
H.P. con la ficha del motor	$\frac{I \times E \times o/o \text{ Ef.}}{746}$	$\frac{I \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$		$\frac{I \times E \times 1.73 \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$

I — Amperes. o/o ef. — o/o de eficiencia K.W. — Kilowatts H.P. — Caballos de fuerza.
 E — Volts. F.P. — Factor de Potencia K.V.A. — Kilo-Volt-Amperes.

CALCULOS DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN SISTEMAS DE BAJO VOLTAJE C. A.

Corriente de falla disponible (amperes simétricos rmc) 220 volts.

Capacidad del transformador KVA	Calibre del conductor por fase	Distancia del transformador al punto de la falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	10,925	10,165	9,500	8,076	5,300	3,040	1,645	648	332
	No. 0	10,925	10,564	10,212	9,547	7,666	5,557	3,384	1,539	817
	250 MCM	10,925	10,735	10,497	10,022	8,787	7,220	5,217	2,850	1,520
	2-250 MCM	10,925	10,830	10,687	10,497	9,785	8,778	7,144	4,579	2,850
225	No. 4	16,350	16,915	13,252	11,400	5,795	3,230	1,692	712	380
	No. 0	16,350	15,628	14,820	13,395	9,880	6,412	3,384	1,615	855
	250 MCM	16,350	15,865	15,390	14,440	11,970	9,262	6,110	6,175	1,615
	2-250 MCM	16,350	16,150	15,865	15,390	13,965	12,065	9,024	5,320	3,087
300	2-500 MCM	16,350	16,245	16,055	15,675	14,535	13,015	10,622	6,840	4,275
	No. 4	21,850	19,380	16,245	11,970	6,175	3,325	1,692	712	380
	No. 0	21,850	20,520	19,190	16,625	13,252	7,600	3,760	1,662	855
	250 MCM	21,850	20,995	20,140	18,525	14,535	11,590	6,862	3,182	1,662
500	2-250 MCM	21,850	21,375	20,900	20,140	17,575	14,535	10,522	5,700	3,135
	2-500 MCM	21,850	21,612	21,327	20,615	18,575	15,960	12,502	7,505	4,322
	No. 4	36,290	29,260	22,800	14,630	6,555	3,325	1,692	760	380
	No. 0	36,290	32,680	28,880	22,800	13,490	7,600	3,760	1,710	950
750	250 MCM	36,290	32,200	32,110	27,930	19,095	12,920	7,520	3,230	1,710
	2-250 MCM	36,290	35,055	33,915	31,635	25,650	19,095	12,408	6,080	3,325
	2-500 MCM	36,290	35,530	34,675	32,870	27,930	22,610	16,150	8,550	4,750
	No. 4	44,840	34,010	24,700	15,200	6,555	3,230	1,598	760	380
1,000	No. 0	44,840	39,805	34,485	25,935	14,060	7,600	3,854	1,710	950
	250 MCM	44,840	41,420	38,000	32,585	21,850	13,300	7,520	3,230	1,710
	2-250 MCM	44,840	42,845	41,135	38,000	30,115	21,660	13,536	6,080	3,325
	2-500 MCM	44,840	43,605	42,085	19,615	32,870	25,650	17,202	8,740	4,750
1,500	No. 4	59,565	40,850	27,645	16,150	7,410	3,515	1,692	665	380
	No. 0	59,565	50,825	42,085	29,640	15,200	8,075	4,136	1,710	902
	250 MCM	59,565	53,770	48,450	39,900	24,700	15,150	8,272	3,230	1,776
	2-250 MCM	59,565	56,905	53,485	47,880	35,910	24,605	14,570	6,555	3,325
2,000	2-500 MCM	59,565	58,710	55,290	51,965	40,280	29,925	19,740	9,500	3,135
	No. 4	87,780	50,350	31,350	17,195	7,410	3,705	1,880	760	570
	No. 0	87,780	69,825	54,150	34,675	16,910	8,740	4,324	1,900	950
	250 MCM	87,780	76,000	66,025	49,400	28,500	16,530	8,048	3,610	1,900
2,000	2-250 MCM	87,780	81,415	75,525	65,075	43,700	28,500	16,544	6,650	3,610
	2-500 MCM	87,780	83,600	78,850	70,300	54,150	36,100	22,372	10,450	5,700
	No. 4	115,710	55,100	32,110	17,290	6,840	3,610	1,692	570	760
	No. 0	115,710	83,600	60,515	36,100	16,140	8,360	3,948	1,710	1,710
2,000	250 MCM	115,710	95,190	79,610	57,000	29,450	16,150	7,990	3,040	3,325
	2-250 MCM	115,710	105,260	95,475	78,850	47,500	28,500	1,598	6,460	4,750
	2-500 MCM	115,710	108,490	100,700	86,450	58,900	38,000	22,466	9,500	

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores simétricos rmc máximos disponibles, basados en transformadores llenos de líquido, con impedancias nominales de 4-1/2 o/o para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5-1/2 o/o para capacidades arriba de 500 KVA, e inclusive la contribución por motores basada en una carga de 100 o/o de motores.

TABLA DE SELECCION PARA INTERRUPTORES EN AIRE
COMO INTERRUPTORES SECUNDARIOS PRINCIPALES

Capacidad del transformador KVA	208 V - Secundario			440 V - Secundario		
	Amps. Carga plena	Corto Mx. Amps. Asim.	Interruptor TIPO	Amps. Carga plena	Corto max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO
225	625	15,650	25H-2			
300	835	20,900	25H-2			
450	1250	31,300	50H-2	520	14,750	25H-2
600	1660	41,700	65H-2	790	19,750	50H-2
750	2080	52,000	65H-2	985	24,600	50H-2
1000	2780	69,500	75H-2	1310	32,800	50H-2
1500	4160	104,000	100H-2	1970	48,200	65H-2
2000				2620	65,500	75H-2
3000				3940	96,400	100H-2
4000						

NOTA: Las corrientes de corto circuito estan basadas en un 50% de reactancia en los transformadores, y capacidad de suministro ilimitado en primario y factor de asimetría promedio en las tres fases, de 1.25. Para encontrar valores de corriente de falla a 220 V multiplicar los valores a 208 V por 0.95.

CALCULO DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES
TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA EN SISTEMAS DE
BAJO VOLTAJE DE C. A.

CORRIENTE DE FALLA DISPONIBLE (AMPERES SIMETRICOS RCM) 440 VOLTS

Capacidad KVA del transformador	Calibre del conductor por fase	Distancia desde el transformador al punto de falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	5,426	5,372	5,317	5,236	4,921	4,542	3,685	2,230	1,305
	No. 0	5,426	5,385	5,344	5,276	5,195	4,991	4,569	3,536	2,516
	250 MCM	5,426	5,399	5,372	5,317	5,249	5,140	4,868	4,188	3,304
	2-250 MCM	5,426	5,412	5,399	5,358	5,317	5,208	5,113	4,732	4,215
225	No. 4	8,132	8,051	7,983	7,806	7,208	6,269	4,760	2,556	1,373
	No. 0	8,132	8,078	8,024	7,956	7,670	7,208	6,392	4,460	2,856
	250 MCM	8,132	8,092	8,051	8,010	7,833	7,548	7,004	5,684	4,202
	2-250 MCM	8,132	8,105	8,078	8,064	7,969	7,820	7,534	6,691	5,630
2-500 MCM	8,132	8,119	8,105	8,092	8,024	7,915	7,684	7,044	6,283	
300	No. 4	10,866	10,716	10,602	10,281	9,248	7,561	5,304	2,720	1,428
	No. 0	10,866	10,771	10,716	10,526	10,036	9,248	7,888	5,086	3,128
	250 MCM	10,866	10,798	10,757	10,608	10,336	9,792	8,894	6,800	4,760
	2-250 MCM	10,866	10,825	10,798	10,676	10,553	10,308	9,792	8,432	6,600
2-500 MCM	10,866	10,852	10,825	10,744	10,662	10,472	10,064	8,976	7,610	
500	No. 4	17,992	17,680	17,272	16,320	13,572	9,960	6,256	2,720	1,360
	No. 0	17,992	17,816	17,625	17,136	15,776	13,844	10,472	5,712	3,264
	250 MCM	17,992	17,856	17,816	17,571	16,728	15,368	13,124	8,704	5,712
	2-250 MCM	17,992	17,911	17,856	17,761	17,299	16,428	15,232	12,240	8,948
2-500 MCM	17,992	17,952	17,911	17,843	17,516	17,000	15,912	13,328	10,404	
750	No. 4	22,249	21,896	21,420	20,128	16,048	11,152	6,800	2,992	1,427
	No. 0	22,249	22,032	21,760	21,148	19,312	16,320	11,832	6,528	3,168
	250 MCM	22,249	22,100	21,896	21,485	20,332	18,224	15,232	9,656	5,846
	2-250 MCM	22,249	22,236	21,964	21,760	21,216	20,128	18,098	13,872	9,928
2-500 MCM	22,249	22,236	22,032	21,828	21,488	20,672	19,040	15,504	11,832	
1,000	No. 4	29,580	28,696	27,540	25,160	18,768	12,240	6,800	2,992	1,632
	No. 0	29,580	29,240	28,560	27,540	24,208	19,584	13,328	6,528	3,318
	250 MCM	29,580	29,326	28,832	28,220	26,248	22,984	18,224	10,880	6,392
	2-250 MCM	29,580	29,444	29,240	28,900	27,880	26,112	22,848	15,320	11,152
2-500 MCM	29,580	29,552	29,376	29,104	28,220	26,792	24,344	18,768	13,600	
1,500	No. 4	43,588	41,548	39,532	34,340	22,168	13,056	7,208	3,128	1,632
	No. 0	43,588	42,500	40,120	39,168	32,268	23,800	14,688	6,528	3,460
	250 MCM	43,588	42,840	41,888	40,528	36,176	30,260	22,168	11,968	6,528
	2-250 MCM	43,588	43,248	42,840	42,160	39,712	35,176	32,008	19,448	11,968
2-500 MCM	43,588	43,384	42,840	42,432	40,528	37,536	39,440	23,392	15,640	
2,000	No. 4	57,392	53,992	49,368	40,800	23,664	13,600	6,936	2,856	1,632
	No. 0	57,392	55,624	53,720	48,960	37,808	25,840	15,640	6,800	3,536
	250 MCM	57,392	56,168	54,458	51,816	44,744	35,360	24,480	12,376	6,800
	2-250 MCM	57,392	56,712	55,760	54,400	50,184	43,792	35,224	21,488	12,512
2-500 MCM	57,392	57,120	56,168	55,216	51,816	46,512	39,168	26,656	17,000	

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores máximos disponibles rcm simétricos, basados en transformadores llenos de líquido aislante, con impedancias nominales de 4-1/2 o/o para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5-1/2 o/o para capacidades arriba de 500 KVA, e incluye la contribución por motores basada en una carga de 100 o/o por motores.

En este caso se pide calcular la caída de tensión al arranque del motor; con nuestro método es suficiente con aplicar cinco fórmulas:

$$1.- \text{CC1} = \frac{5}{0.0862 + \frac{5}{\infty}} = 62.02 \text{ MVA}$$

$$2.- \text{CC2} = \frac{1}{\frac{1}{62.02} + \frac{22360}{1000 \times 13.2^2}} = 6.923 \text{ MVA}$$

$$3.- \text{CC3} = \frac{1}{0.0599 + \frac{1}{6.923}} = 5.1167 \text{ MVA}$$

$$4.- \text{CC4} = \frac{1}{\frac{1}{5.1167} + \frac{22.36}{1000 \times 2.3^2}} = 5.008 \text{ MVA}$$

$$5.- \text{CDT} = \frac{100 \times 2.2}{2.2 + 5.008} = 30.52\%$$

Supongamos un motor con letra de código G (5.6 KVA/HP), entonces; $MVA_A = 0.0056 \times 60 = 0.336$

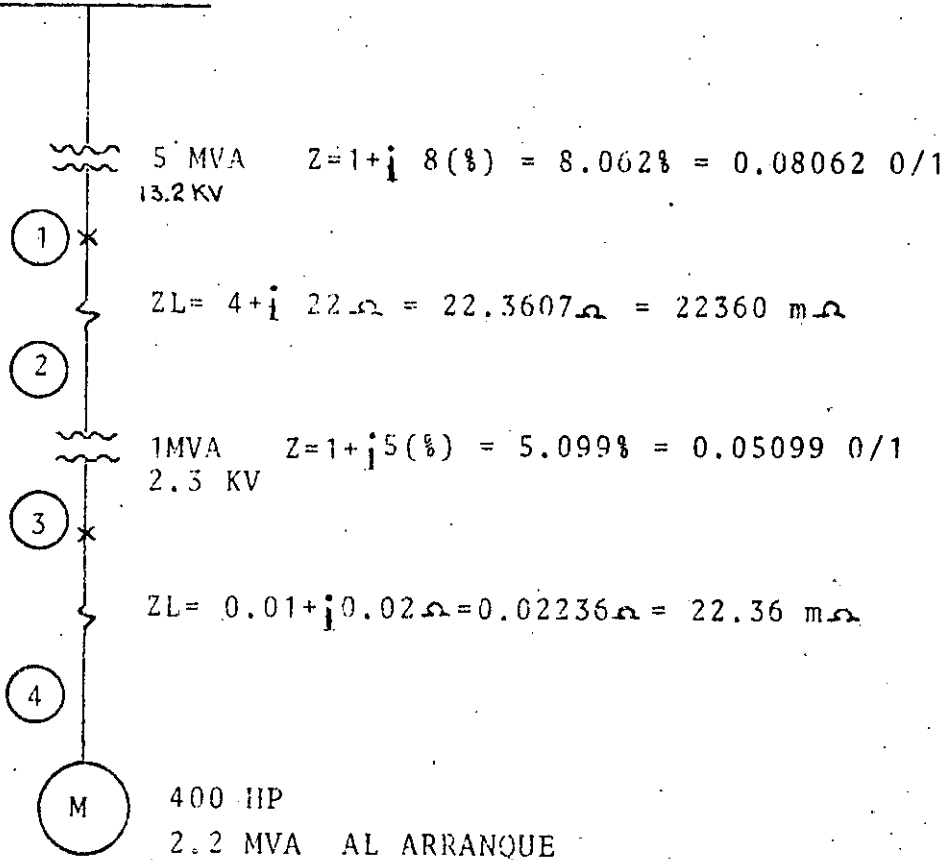
Substituyendo:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times 0.336}{0.336 + 4.202} = 7.4$$

He aquí la utilidad del empleo de un método sumamente sencillo para estimación de factores comunes en la práctica diaria.

Ahora pondremos finalmente el siguiente caso para su resolución por medio del método simplificado expuesto aquí.

BUS INFINITO



CAIDA DE TENSION DEBIDA AL ARRANQUE DE UN MOTOR

Habiendo obtenido el nivel de falla en un punto determinado, podemos estimar nuestra caída de tensión al arranque de un motor en tal punto; para esto es necesario conocer solamente los MVA de arranque del motor o en su defecto, la letra NEMA de código correspondiente.

Pongamos por ejemplo complementario del caso anterior el siguiente:

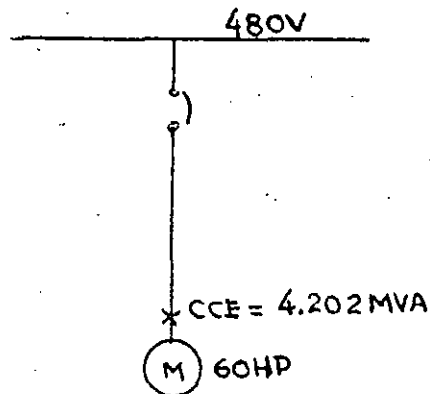


Fig. No. 4

La expresión para la estimación de la caída de tensión es:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times \text{MVA}_A}{\text{MVA} + \text{CCA}}$$

Donde MVA_A = Potencia de arranque en MVA.

A continuación incluimos una tabla en que se puede determinar la impedancia de una línea en tales circunstancias para casos de línea aérea, es necesario emplear la formulación y técnica necesaria para obtención de la impedancia.

TABLA NUMERO 3

CALIBRE	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500
ZC(mΩ/M)	8.37	5.43	3.35	2.14	1.39	0.867	.517	.347	.272	.232	.191	.179	.162	.1445	.133	.1155

Con la tabla anterior, podemos estimar la impedancia del cable de nuestro ejemplo:

$$ZL = 50 \times 0.867 = 43.35 \text{ m}\Omega$$

Y entonces el corto circuito se verá reducido a:

$$CCE = \frac{1}{\frac{1}{CCD} + \frac{ZL}{1000 \text{ KV}^2}} = \frac{1}{\frac{1}{20.05} + \frac{43.35}{1000 \times .48^2}} = 4.202 \text{ MVA}$$

$$\text{o sea en amperes: } CCE = \frac{4.202 \times 1000}{\sqrt{3} \times .48} = 5054 \text{ amperes.}$$

FALLAS A DISTANCIA

Todas las fallas estimadas han sido hechas sin tomar en cuenta la impedancia del cable, es decir, han sido calculadas en las terminales; cuando se requiere calcular una falla a una distancia determinada, es necesario hacer uso de la fórmula número 4.

Pongamos por ejemplo, derivado del bus de 480 V, un circuito - como sigue:

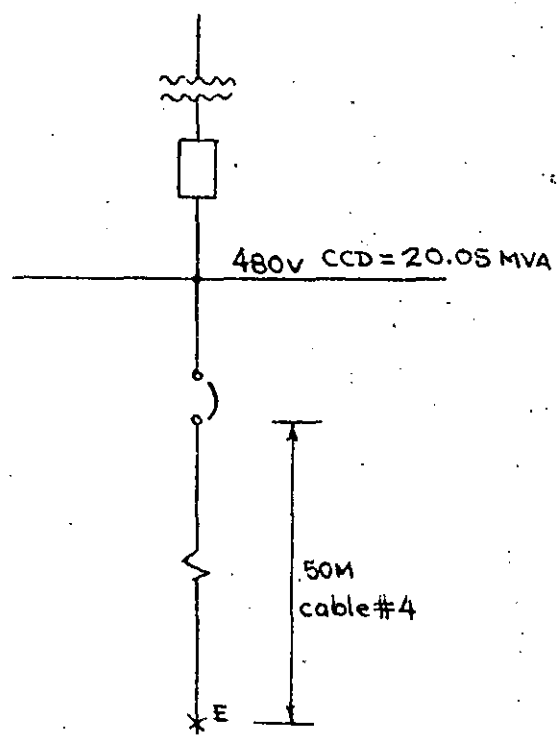


Fig. No. 3

y deseamos calcular la falla en E que es un punto a 50 m. de un circuito trifásico alimentado por cable aislado en ducto metálico.

Habiendo determinado los niveles de falla en cada punto señalado, es posible especificar el valor momentáneo directamente de CCA, CCB y CCC y CCD, más para determinación de capacidades interruptivas de interruptores se requiere realizar diferencias como sigue:

Para el interruptor I, sometido a dos fuentes de contribución

$$C1 + C2 = 20.73.68 \text{ MVA y } CC4^1 = 454.02 \text{ MVA}$$

Es natural que preferimos optar por basarnos en la mayor para especificar capacidad de interrupción.

$$\text{Para II: } C5 = 67.5 \text{ MVA o bien } C6 + C7' = 17.08 \text{ MVA}$$

optamos por C5

$$\text{Para III: } C7 = 16.05 \text{ MVA o bien } C8 = 4 \text{ MVA}$$

optamos por C7

Sin embargo en el caso de II y III podemos especificar.

$$\text{Para II: } C5 + C6 + C7 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$\text{Para III: } C7 + C8 = 20.05 \text{ MVA}$$

Ya que cualquier interruptor derivado del bus principal en 4.16 KV ó 480 V, tendrá prácticamente una capacidad interruptiva de este nivel.

$$C5 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCB} + ZT0/1} = \frac{3.75}{\frac{3.75}{675.02} + 0.05} = 67.5 \text{ MVA}$$

$$C6 = \frac{N}{x''d} = \frac{2.75}{0.2} = 13.75 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT0/1} = \frac{1}{1 \times 0.25 + 0.05} = 3.33 \text{ MVA}$$

$$CCC = C5 + C6 + C7 = 67.5 + 13.75 + 3.33 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$CCC' = CCC - C7 = 81.25 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCC'} + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{81.25} + 0.05} = 16.05 \text{ MVA}$$

$$C8 = \frac{N}{x''d} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ MVA}$$

$$CCD = 16.05 + 4 = 20.05 \text{ MVA}$$

o sea en amperes:

$$CCD = \frac{20.05 \times 1000}{\sqrt{3} \times 0.48} = 24116 \text{ amperes.}$$

Tomando como base los datos de la figura número 1.

$$C1 = C2 = \frac{1000 \text{ KV}^2}{ZL (\text{m}\Omega)} = \frac{1000 \times 161^2}{25000} = 1036.84 \text{ MVA}$$

$$C3 = \frac{N}{x''d} = \frac{44.2}{0.2} = 221. \text{ MVA}$$

$$C4' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT / 170} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{44.2} \times 0.2 + 0.08} = 157.86 \text{ MVA}$$

$$CCA = C1 + C2 + 4C4' = 2705.12 \text{ MVA}$$

$$CCA' = CCA - C4' = 2547.26 \text{ MVA} \text{ (falla CCA equivalente para cálculos derivados ya que C4 no contribuye a su falla primaria)}$$

$$C4 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCA'} + ZT 0/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{2547.26} + 0.08} = 454.02 \text{ MVA}$$

$$C5' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT 0/1} = \frac{2.75}{\frac{2.75}{3.75} \times 0.2 + 0.05} = 8.52 \text{ MVA}$$

$$CCB = C3 + C4 + C5' = 221 + 454.02 + 8.52 = 683.54 \text{ MVA}$$

$$CCB' = CCB - C5' = 675.02 \text{ MVA}$$

SISTEMA DE CALCULO

PASO NUMERO 1.- Obtención de un diagrama unifilar. Es necesario incluir como se puede observar en la figura número 1:

- A.- Línea o líneas conectadas o en su defecto, sistema equivalente incluyendo impedancia o potencia de falla en MVA.
- B.- Unidades generadoras incluyendo capacidad nominal en MVA y reactancia subtransitoria en $O/1$.
- C.- Transformadores incluyendo capacidades en MVA, impedancia en $O/1$ así como relaciones de transformación.
- D.- Carga conectada mencionando su naturaleza, capacidad nominal en MVA y reactancias subtransitoria y transitoria en caso de aplicarse esta. En este punto podemos realizar una gran simplificación sin mucho sacrificio de la exactitud de los resultados si consideramos que todas las máquinas conectadas a la red contribuirán a la falla por una corriente que estará siempre limitada exclusivamente por la reactancia subtransitoria independientemente del tipo de máquina y valor (interrupción o momentáneo) que calculemos haciendo una única excepción en el renglón de valor de interrupción en arrancadores en tensión media ya que aquí se puede dejar fuera la contribución de motores de inducción.

PASO NUMERO 2.- Determinación de las constantes de contribución y de las potencias de falla.

Se realiza una determinación independiente de cada una de las constantes de contribución.

RELACION DE FORMULAS DE TRANSFORMACION

$$\%Z = \frac{Z(\Omega) \times \text{KVAb}}{10\text{KV}^2} = \frac{100 \times \text{KVAb}}{1.73 \times I_{cc} \times \text{KV}} = 100/1$$

$$Z(\Omega) = \frac{10(\%Z) \times \text{KV}^2}{\text{KVAb}}$$

$$Z(\Omega)E_2 = \frac{E_1^2 \times ZE_1}{E_2^2}$$

$$Z(\text{KVAb}_2) = \frac{\text{KVAb}_2}{\text{KVAb}_1} \times Z(\text{KVAb}_1)$$

$$\text{KVAcc} = \frac{100 (\text{KVAb})}{\%Z} = \frac{1000 \text{KV}^2}{Z(\Omega)} = 1.73 (\text{KV}) I_{cc}$$

$$I_{cc} = \frac{100 (\text{KVAb})}{1.73 \times \%Z \times \text{KV}} = \frac{E}{1.73 \times Z \text{ línea } (\Omega)}$$

14/3

TABLA NUMERO 2

	x"d (0/1)	x!d (0/1)
GENERADORES DE TURBINA:		
2 polos	0.09	0.15
4 polos	0.15	0.23
GENERADORES DE POLOS SALIENTES CON DEVANADO AMORTIGUADOR:		
12 polos o menos	0.16	0.33
14 polos o más	0.21	0.33
MOTORES SINCRONOS:		
6 polos	0.15	0.23
8-14 polos	0.20	0.30
grupos en 600 V o menos	0.25	0.33
más de 600 V	0.15	0.25
CONDENSADORES SINCRONOS:	0.24	0.37
CONVERTIDORES SINCRONOS:		
600 V en C.D.	0.20	-
250 V en C.A.	0.33	-
MOTORES DE INDUCCION:		
grandes (1)	0.25	-
grupos en 600 V o menos	0.25	-
más de 600 V	0.2	-

Un exámen rápido de esta tabla, nos arroja los siguientes resultados:

- 1.- Siempre se tomará como base la reactancia subtransitoria de generadores, convertidores síncronos, condensadores síncronos y cambiadores de frecuencia, para cálculo de valores momentáneo o de interrupción.
- 2.- Lo anterior es aplicable para motores síncronos excepto para interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción en que se emplea la reactancia transitoria.
- 3.- En motores de inducción se tomará siempre el valor de la reactancia subtransitoria y su contribución es cero en interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción.

Naturalmente que los valores $x''d$ ó $x'd$ para la tabla anterior deben ser tomados de los datos de diseño del fabricante correspondiente, sin embargo, para efectos de aproximación podemos proporcionar los siguientes valores:

Table 4.12
Table of Multiplying Factors and Machine Reactances
To be used for Calculating Short-Circuit Currents for Circuit Breaker, Fuse, and Motor Starter Applications

Classification	Circuit Voltage	Location in System	Multi- plying Factor	Machine Reactances to Use		
				Generators Synchronous Converters Synchronous Condensers Frequency Changes	Synchronous Motors	Induction Motors
*Power Circuit Breakers				<i>Interrupting Duty</i>		
Eight cycle or slower (general case)	Above 600 v	Any place where symmetrical short-circuit kva is less than 500 Mva	xx1.0	Subtransient	Transient	Neglect
Five cycle	Above 600 v		xx1.1	Subtransient	Transient	Neglect
				<i>Momentary Duty</i>		
General case	Above 600 v	Near generating station Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Less than 5 kv	601 to 5 kv		1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage Fuses				<i>Maximum Rms Ampere Interrupting Duty</i>		
All types, including all-current-limiting fuses	Above 600 v	Anywhere in system Remote from generating station (X/R ratio less than 4)	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Non-current-limiting types only	601 to 15 kv		1.2	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage, Fused Motor Starters				<i>Maximum Rms Ampere Interrupting Duty</i>		
All horsepower ratings	2400 & 4160 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage Motor Starters				<i>Interrupting Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.0	Subtransient	Transient	Neglect
				<i>Momentary Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Circuit breaker or contactor type	601 v to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Apparatus, 600 Volts and Below				<i>Interrupting or Momentary Duty</i>		
Low-Voltage power molded case circuit breakers, or 1-v fuses	600 v or less	Anywhere in system	†1.0	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Low-Voltage motor starters (with fuses or molded case breakers)	600 v	Anywhere in system	†1.25	Subtransient	Subtransient	Subtransient

* Revisions to ASA C37.10 have been proposed (References 8, 9). These revisions eliminates the use of these multiplying factors in applying power circuit breakers.

**These factors are increased to 1.1 and 1.2 respectively if the symmetrical fault level is above 500 mva and the system is fed predominantly by generators or through current-limiting reactors.

† Fuses which operate in under 0.004 second have a multiplying factor of 1.4 to 1.6.

La gráfica anterior es cierta para máquinas síncronas, y para un motor de inducción debemos considerar una reactancia similar a la subtransitoria debido al flujo remanente pero no deben tomarse en cuenta la transitoria y síncrona ya que estos motores carecen de devanado de campo que las originen.

A modo de información mencionaremos que las reactancias síncronas son afectadas por el arreglo físico y dimensiones del acero en actividad como circuito magnético y cobre de rotor y estator; la reactancia transitoria es afectada en cierta proporción por las dimensiones de los polos del rotor; la reactancia subtransitoria y la de secuencia negativa son afectadas considerablemente por el arreglo físico del devanado amortiguador dentro del rotor; la reactancia de secuencia cero varía principalmente en función del paso de devanado empleado en el armadura y la reactancia síncrona lo hace principalmente en función de los factores de diseño de entrehierro y armadura.

Las reactancias de una máquina síncrona se calculan a partir de los parámetros de diseño de la misma y pueden ser probados empleando procedimientos de prueba aceptados. Generalmente se expresan en valores por ciento (%) o por unidad (0/1) basados en la capacidad nominal (N) de la máquina.

Podemos deducir, analizando las diferentes componentes de contribución que si necesitamos conocer los esfuerzos electro mecánicos ocasionados por una falla es necesario tomar en cuenta las corrientes originadas por la reactancia subtransitoria subsecuentemente, si deseamos conocer un valor posterior para determinación de la capacidad interruptiva adecuada para un interruptor o fusible, es natural que entren en juego los conceptos de naturaleza de la máquina (si es generador, motor síncrono o de inducción) y la velocidad de apertura, para seleccionar el tipo de reactancia que se tendrá en consideración.

Para poder hacer una evaluación rápida de estos conceptos, incluimos a continuación una tabla que los agrupa, y que ha sido tomada de la página 99 de la publicación Electric Power Distribution for Industrial Plants (IEEE No. 141).

CONSIDERACIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA FALLA.

Para el cálculo de una falla de corto circuito en una red, es necesario saber que es lo que se va a calcular:

- 1.- Valores momentáneos.
- 2.- Valores de interrupción.

Para poder observar más gráficamente esto, a continuación incluimos una gráfica tiempo-corriente del comportamiento de una máquina bajo condiciones de circuito corto.

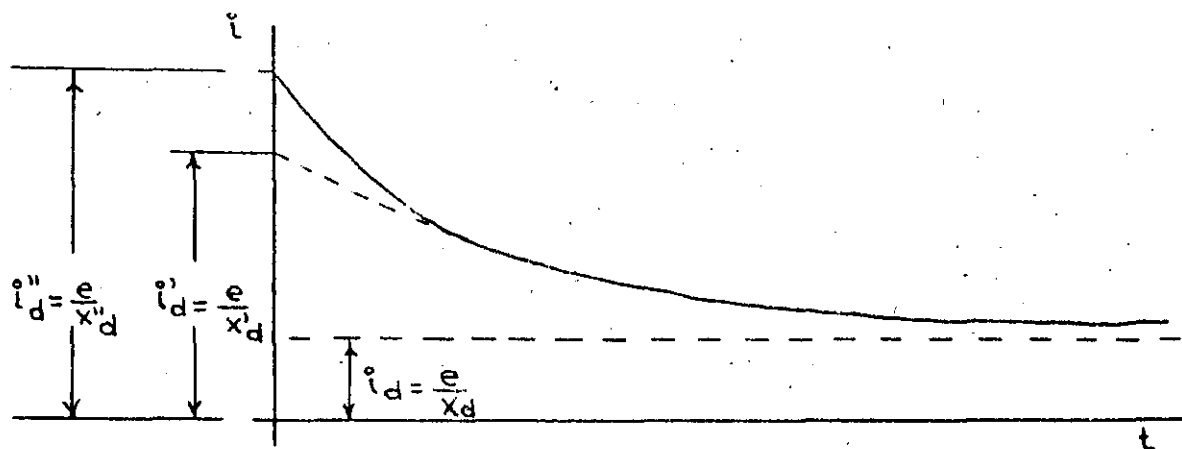
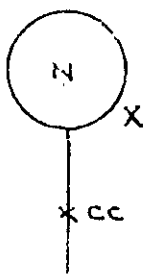


FIG. N° 2

En la cual podemos observar la corta influencia de la componente subtransitoria (i''_d), la más prolongada influencia de la transitoria (i'_d) y la presencia constante de la componente estática (i_d) determinadas cada una por las reactancias subtransitoria (x''_d), transitoria (x'_d) y síncrona (x_d) característica de cada máquina, todas de eje directo.

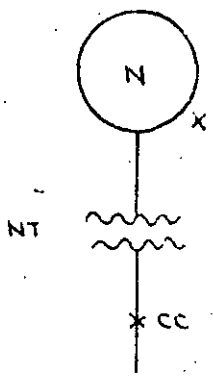
2.- EQUIPO ROTATORIO.



$$CC = \frac{N}{X}$$

-- (2)

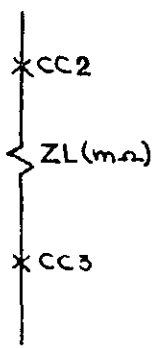
3.- EQUIPO ROTATORIO A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR.



$$CC = \frac{N}{\frac{NT}{N} + ZT} = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot X + ZT}$$

-- (3)

4.- LINEA SUMINISTRADORA O PASO POR REACTOR.



$$MVA = \frac{1000 KV^2}{ZL (m\Omega)}$$

$$CC3 = \frac{KV^2}{Ze + ZL} = \frac{KV^2}{\frac{KV^2}{CC2} + ZL} = \frac{1}{\frac{1}{CC2} + \frac{ZL}{1000KV^2}}$$

(4)

UNIDADES A EMPLEAR:

Por comodidad, haremos uso de las unidades siguientes:

Potencia nominal de generadores, transformadores y motores en MVA.

Potencia de corto circuito en MVA.

Impedancias y reactancias transitoria y subtransitoria en por unidad.

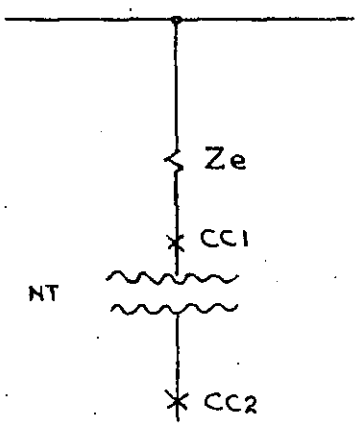
Impedancias de líneas en miliohms.

Tensiones en kilovolts.

DIFERENTES CONSTANTES DE CONTRIBUCION A UNA FALLA.

Cuando ocurre una falla de corto circuito en un sistema, existen diferentes fuentes de contribución y diferentes medios de limitación de tal contribución:

1.- RED ALIMENTADORA.

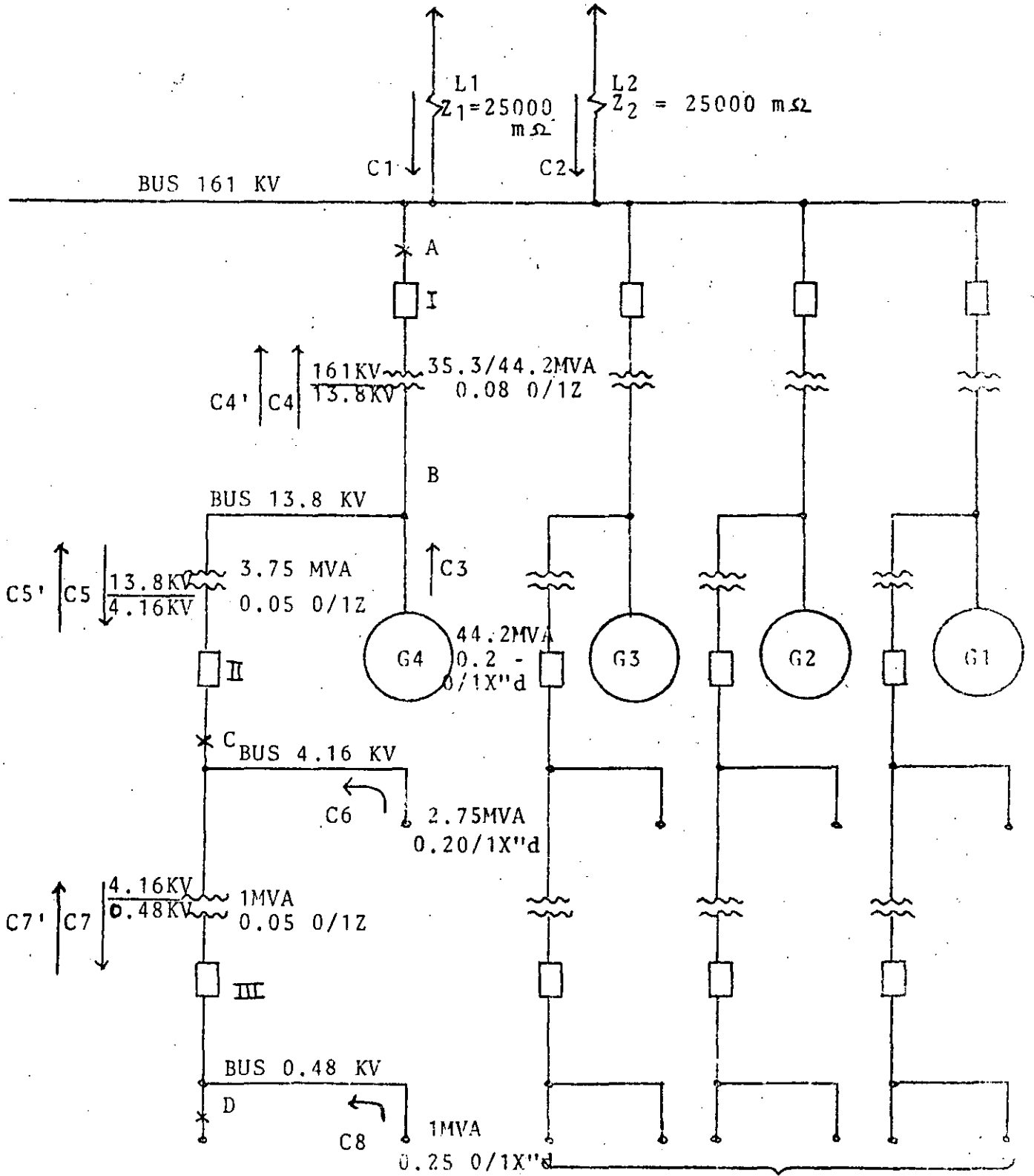


$$Z_e = \frac{NT}{CC1}$$

$$CC2 = \frac{NT}{\frac{NT}{CC1} + ZT}$$

---(1)

DIAGRAMA UNIFILAR BASICO DE CALCULO



METODO SIMPLIFICADO DE CALCULO DE VALORES DE FALLA PARA SISTEMAS ELECTRICOS.

Uno de los procesos más útiles, como herramienta fundamental de un Ingeniero especializado, es la determinación de los valores de falla en los diferentes puntos de un sistema a partir de los datos que nos son presentados en cada caso.

Existen diferentes medios de determinar los niveles de falla --mencionados en que se emplean diferentes aspectos de la tecnología matemática. Cuando se presenta el caso del cálculo de una --falla trifásica en un sistema, es suficiente con conocer y emplear los elementos básicos de la matemática; los de la aritmética.

La intención del presente trabajo es presentar un sistema rápido, sencillo, claro y de exactitud suficiente para la mayoría --de las aplicaciones, como son: selección de interruptores y cables, y determinación de esfuerzos electro mecánicos derivados de una corriente de falla.

Con objeto de tener un sistema con la mayor cantidad de elementos que nos puedan proporcionar suficientes puntos en diferentes niveles de tensión, pondremos como ejemplo el siguiente caso:

CALCULO SIMPLIFICADO DE CORTO CIRCUITO

1000 MVA Capacidad de c.c. de la Cfa. suministradora

$$\text{Impedancia pu} = Z_s \cdot 0/1 = \frac{\text{KVA}_b}{\text{KVA}_{cc}} = \frac{1500}{1000,000} = 0.0015$$

c.c en el punto A

$$\text{Reactancia total} = 0.0015 + 0.04 = 0.0415$$

$$\text{KVA}_{cc} = \frac{1500}{0.0415} = 36,145 \text{ KVA}$$

$$I_{cc_s} = 47,427 \text{ A}$$

$$I_{cc_{as}} = 1.25 \times 47,427 \text{ A} = 59,284 \text{ A}$$

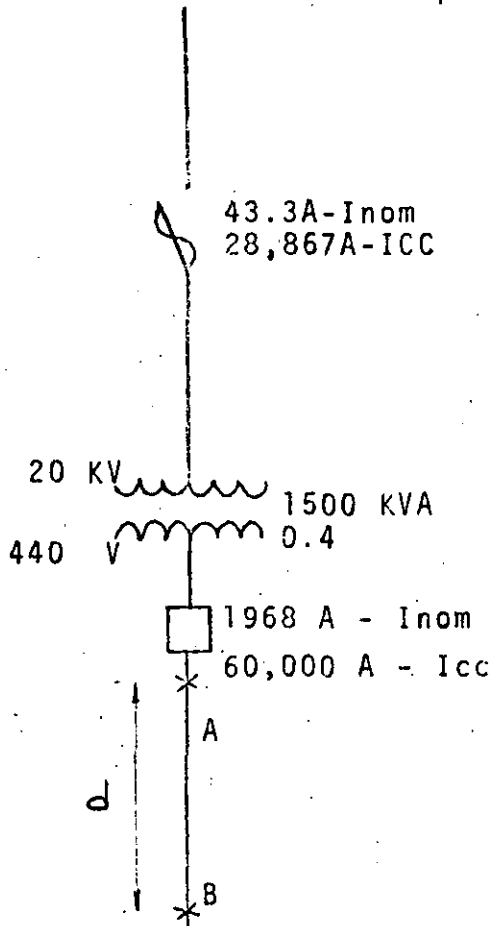


Diagrama unifilar

Si el c.c. ocurre en el punto B, d metros después del punto A, la impedancia del alimentador contribuirá a limitar el valor del c.c.

Para simplificar el cálculo existen tablas que realacionan el valor del c.c. con la longitud del alimentador.

Los electromagnéticos operan cuando el valor de la corriente - alcanza un determinado valor al atraer la armadura del dispositivo de disparo.

Una combinación de disparo térmico (para protección de sobrecargas moderadas) y disparo magnético instantáneo (para corto circuito) se proporciona en los interruptores termomagnéticos.

Deben ser capaces de abrir y cerrar su corriente nominal repetidamente y de abrir la corriente de corto circuito de diseño.

SOBRECORRIENTES - Orígenes

Las sobrecorrientes en los sistemas eléctricos normalmente se deben a sobrecargas y a cortos circuitos.

Las sobrecargas permanentes en un circuito se deben generalmente a la conexión de mayores cargas que la de diseño o nominal del circuito.

Las sobrecargas transitorias pueden deberse a cortos circuitos intermitentes en circuitos derivados, a operación monofásica - mecánica de los motores, a arranques frecuentes de motores - eléctricos, etc.

Los cortos circuitos son debidos a conexiones francas entre -- los conductores de un alimentador o circuito derivado.

El diseño de un sistema de protección contra sobrecorrientes - implica 2 puntos importantes:

- 1) La selección correcta del dispositivo adecuado para interrumpir la sobrecorriente.
- 2) Escoger los valores de corriente y tiempo de respuesta correctos para los dispositivos ajustables que les permita - funcionar selectivamente con otros dispositivos, sean o no ajustables, para desconectar la porción del sistema con problemas, con un el mínimo posible de disturbios al resto del sistema.

Los dispositivos que se usan para detectar sobrecorrientes son los fusibles, los relevadores y las bobinas de disparo de acción directa e instantánea.

Los dispositivos que se utilizan para interrumpir las sobrecorrientes son los fusibles y los interruptores automáticos.

Deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar abrir y extinguir el arco producido por la sobrecorriente.

Fusibles .- Es un dispositivo térmicamente operado que sirve para detectar y abrir un circuito cuando se presenta una sobrecorriente.

Tienen la desventaja de no ser ajustables y ser lentos para operar con valores moderados de sobrecorriente. Son menos precisos que los relevadores, pero comparables con los interruptores termomagnéticos de bajo voltaje de disparo instantáneo, con altas corrientes y superior a ellos en bajas corrientes de corto circuito. Tienen también la desventaja, de que en caso de fundirse uno sólo de ellos, el circuito trifásico puede quedar en operación monofásica ocasionando una sobrecarga en las líneas restantes.

Los fusibles se clasifican en:

Fusibles limitadores de corriente y en fusibles no limitadores. Al ocurrir un c.c. los fusibles limitadores de corriente se funden en el primer medio ciclo de la corriente de corto circuito, mucho antes de alcanzar su valor máximo, logrando reducir notablemente el valor de la potencia aparente a interrumpir.

La curva de operación CORRIENTE - TIEMPO DE RESPUESTA es una curva de tiempo inverso.

Los interruptores automáticos de bajo voltaje pueden ser:

- 1) electromagnéticos, y
- 2) termomagnéticos.

ING. NOE ARMAS MORALES

MEDIOS DE PROTECCION

- . Sobrecorriente: orígenes
- . Sobrecarga
- . Corto circuito
- . Medios de protección contra sobrecorrientes
- . Interruptores automáticos
- . Riesgos al personal



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE PROTECCION

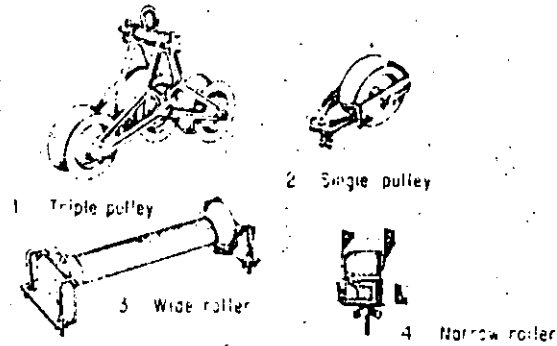
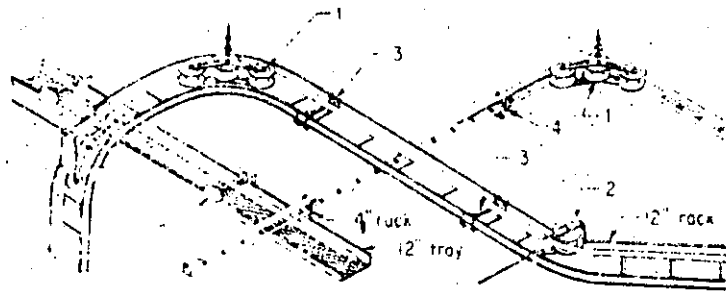
ING. NOE ARMAS MORALES

MARZO, 1985

CABLEADO

- LATERAL
-) JALADO

CONTINUOUS RIGID CABLE SUPPORTS 9-153



installation aids available

COMPARACION VS T.CONDUIT P.G.G. (1971)

<u>CHAROLAS</u>			<u>PRECIO POR NO. DE TUBOS. (%)</u>			
Ancho	Acho	Precio X	5.08*	6.35*	7.62*	10.16*
cm	Plg.	Tramo	(2")	(2½")	(3")	(4")
15.2	6	100 %	143	193	168	141
30.5	12	100 %	265	359	314	263
45.7	18	100 %	367	496	433	369
60.9	24	100 %	449	607	531	445

INSTALACION

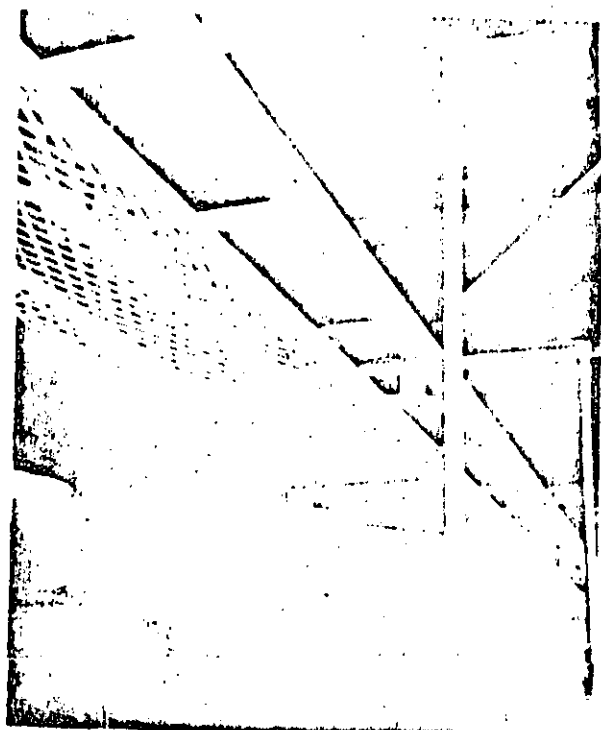
Charolas Tubo conduit pared gruesa - Fe. y Al.

Horas hombre por 30.4 mts.

Ancho	Horas Hombre	5.08 cm. ø		7.62 cm. ø		10.16 cm. ø	
		(2" ø)	(2" ø)	(3" ø)	(3" ø)	(4" ø)	(4" ø)
x 30 mts.		Fe.	Al.	Fe.	Al.	Fe.	Al.
6"	12.0	53.0	34.0	40.3	26.0	42.0	22.0
15.2 cm.							
12"	13.25	106.0	67.0	78.0	49.0	73.0	43.0
30.4 cm.							
24"	16.75	212.0	135.0	156.0	98.0	146.0	83.0
60.9 cm.							

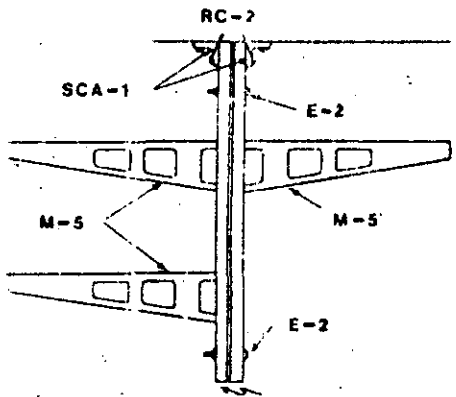
* Unidades de trabajo para las Asociaciones de Contratistas Eléctricos en E. E. U.U.

MONTAJE

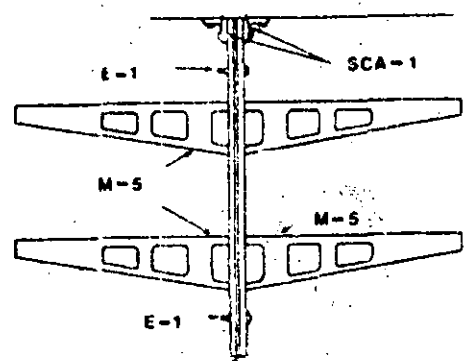


a) Sujeto a la estructura.

MONTAJE CARGA DEBBALANCEADA



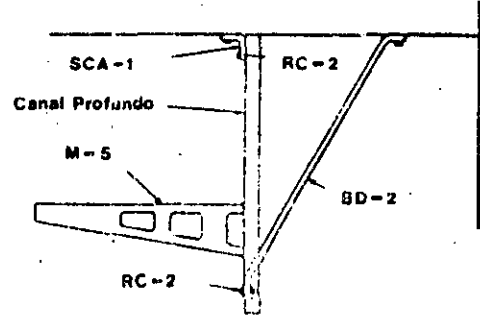
MONTAJE A CARGAS SIMETHICAS



Canal Poco Profundo Espalda a Espalda

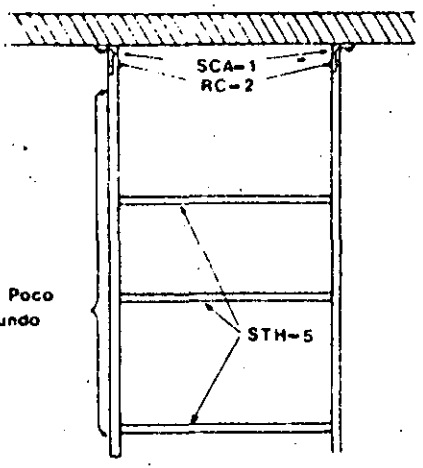
Cat. CP-3 CP-6

MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL



c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

SOPORTE TIPO TRAPECIO



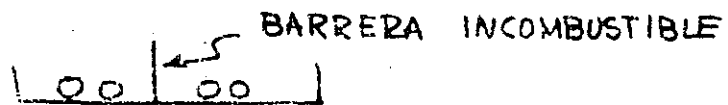
Canal Poco Profundo

b) Empotrado en la loza.

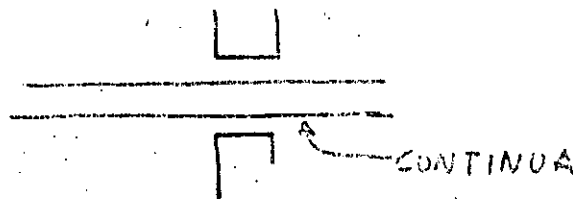
CONDICIONES DE INSTALACION

(311-6)

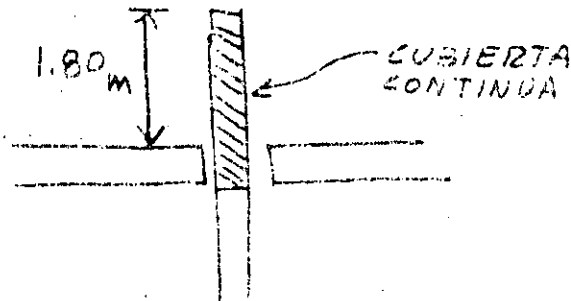
-) SISTEMA COMPLETO ANTES INSTALAR CONDUCTORES
-) PUEDE HABER CONEXIONES
-) RIESGO DAÑO → TAPAS
-) AL DERIVAR CABLES: NO ESFUERZO MECANICO
-) CIRCUITO DE DIF. TENSIONES:



-) PUEDE ATRAVESAR MUROS :-



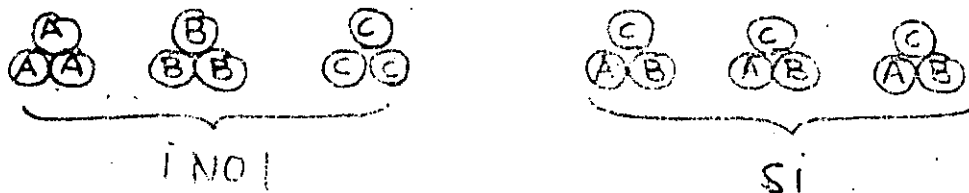
-) PUEDE ATRAVESAR PISOS :-



-) ESPACIO:

-) CIRCUITOS EN PARALELO :-

(311-8)



DIMENSIONES NORMALES.

AREA UTIL:-

CHAROLAS

TUBO CONDUIT

<u>Ancho</u>	<u>Area Util</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Area Total</u>	<u>Area Util</u>
15.2 cm.	86.64 cm ²	5.08 cm.	20.25 cm ²	8.06 cm ²
30.4 "	173.28 "	6.35 "	31.61 "	12.70 "
45.7 "	260.49 "	7.62 "	45.80 "	18.32 "
60.9 "	346.56 "	10.16 "	81.29 "	32.25 "

Por lo tanto el número de tubos conduit necesarios, para tener la misma área útil que se tiene en escaleras es el siguiente:

NO. DE TUBOS.








CHAROLA.

∅ TUBO CONDUIT.

<u>Ancho</u>	<u>Area</u>	<u>5.08 *</u>	<u>6.35 *</u>	<u>7.62 *</u>	<u>10.16 *</u>	
<u>cm.</u>	<u>Plg.</u>	<u>cm.²</u>	<u>2"</u>	<u>2½"</u>	<u>3"</u>	<u>4"</u>
15.2	6	86.64	10.8	6.8	4.8	2.7
30.5	12	173.28	21.6	13.6	9.4	5.4
45.7	18	260.49	32.5	20.6	14.3	8.3
60.9	24	346.56	43.2	27.2	19.8	10.8





CONDICIONES de DISEÑO

→ ANCHO CHAROLA → N° de CABLES → ESPACIAMIENTO

15.2 cm	
22.8 cm	
30.48 cm	
40.64 cm	
45.72 cm	
50.8 cm	
60.96 cm	

→ ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS

↳ CALIBRE CONDUCTOR

15.24 cm	
22.86 cm	
30.48 cm	
45.72 cm	

CONDICIONES DE DISEÑO

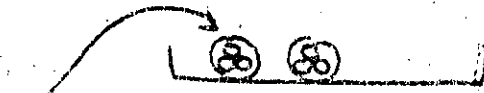
-) NUMERO DE CONDUCTORES
-) CAPACIDAD DE CONDUCTORES
-) DIMENSIONES

- ANCHO
- ESPACIAMIENTO TRAVESANOS.

• NUMERO CONDUCTORES

MULTICONDUCTOR:

MAX. UNA CAPA



DE UN SOLO CONDUCTOR:

MAX. DOS CAPAS



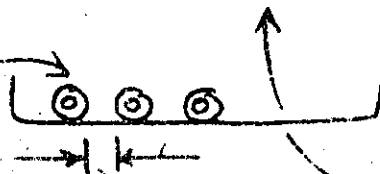
• CAPACIDAD CONDUCTORES:

MULTICONDUCTOR: CAPACIDAD → TABLA 302.4 "EN TUBERIA"

DE UN SOLO CONDUCTOR:

SI ⇒

UNA SOLA CAPA



DESCUBIERTA

IGUAL a ϕ MAYOR CONDUCTOR

USAR CAPACIDAD TABLA 302.4 "EN AIRE"

SI ⇒

UNA o 2 CAPAS



SIN SEPARACION

DESCUBIERTA

CAP "EN AIRE" X 0.75

SI SE CUBRE EN MAS de 1.80 = X 0.70 ←

USO

27

NECESIDAD DE

GRAN CANTIDAD

GRAN SECCION

GRAN FLEXIBILIDAD

DE CONDUCTORES

DEBEN TENER
AISLAMIENTO Y
CUBIERTA APROBA-
-DOS PARA ESTE
TIPO DE INSTALACION

SOLO EN LOCALES CONSTRUIDOS
CON MATERIALES INCOMBUSTIBLES
o RESISTENTES AL FUEGO.

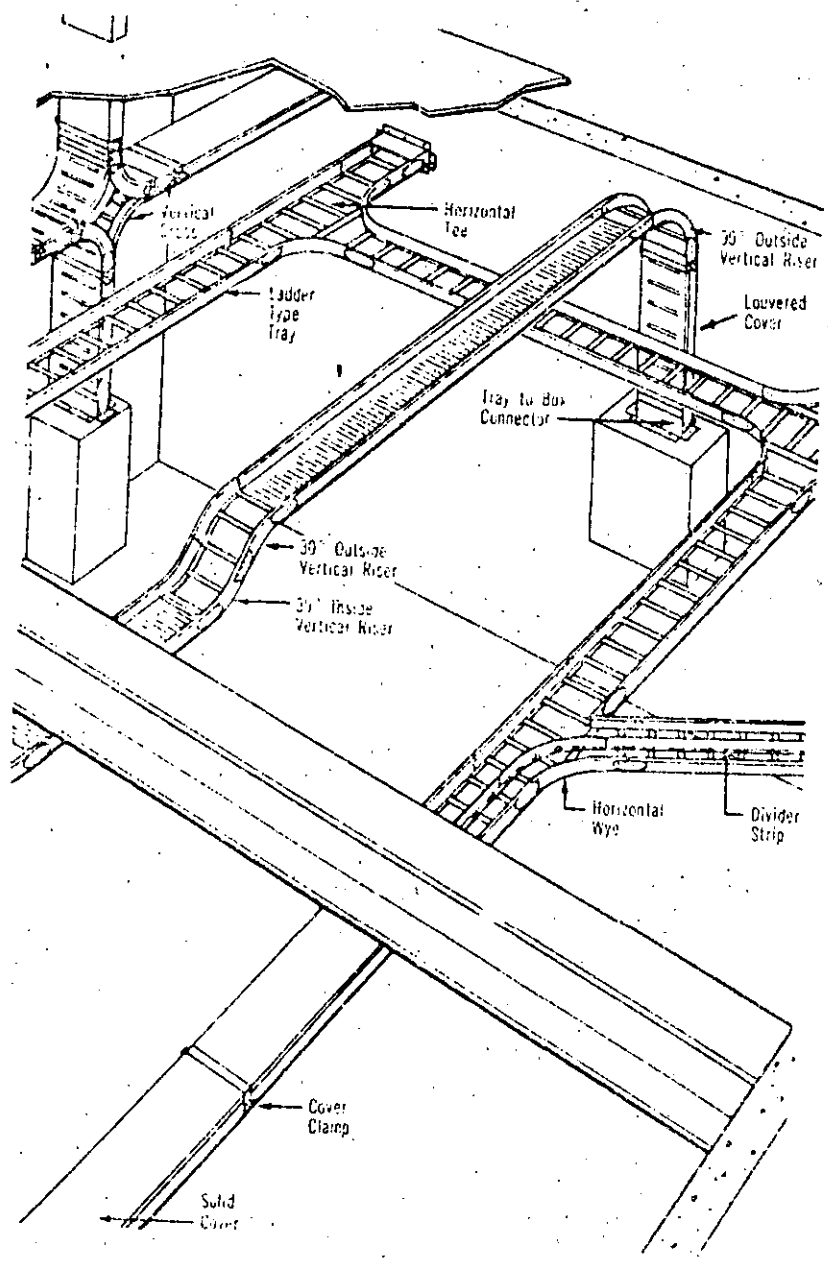
USO ADICIONAL: SOPORTE DE
TUBERIAS U
OTRAS CANALI-
-ZACIONES.

EXCLUSIONES:-

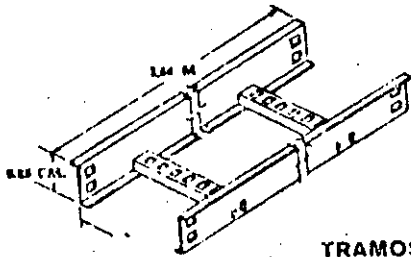
- CUBOS DE ELEVADOR.
- LUGARES "PELIGROSOS" (SALVO CABLES ESPECIALES)
- EXPUESTOS a DAÑO MECANICO.

SISTEMA DE CHAROLAS. USO :

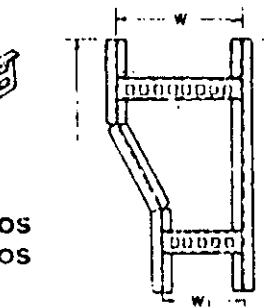
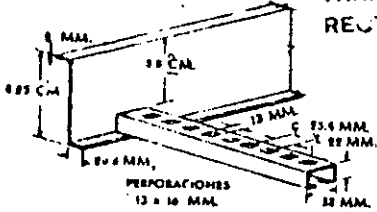
9-152 INTERIOR WIRING



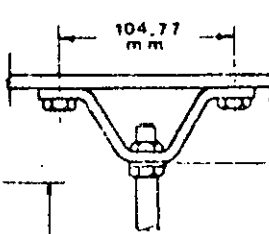
SISTEMA de CHAROLAS ESCALERAS



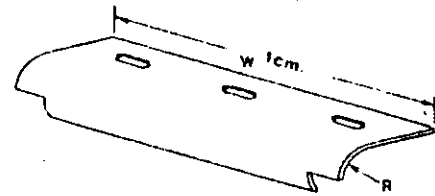
TRAMOS RECTOS



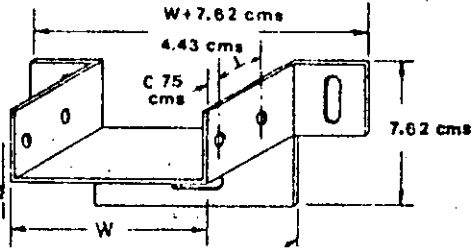
REDUCCION LATERAL



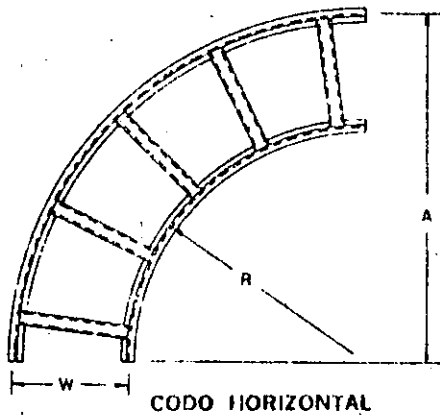
CLIP "U"



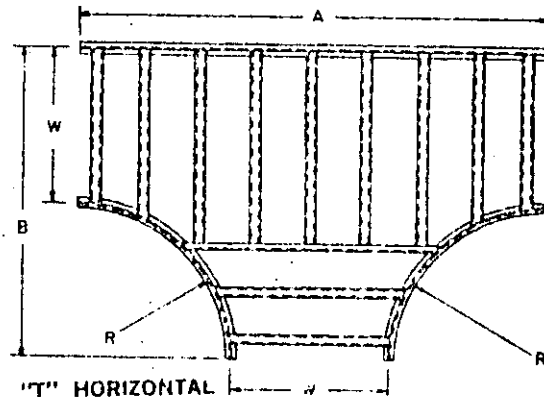
BAJADA PARA CABLE



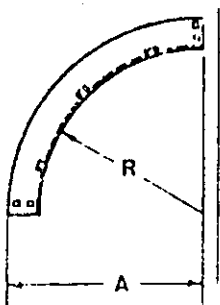
CONECTOR DE CANAL A CAJA
6.43 cms



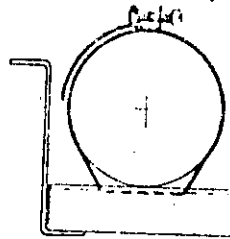
CODO HORIZONTAL



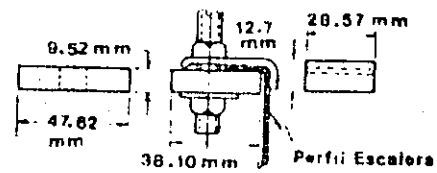
"T" HORIZONTAL



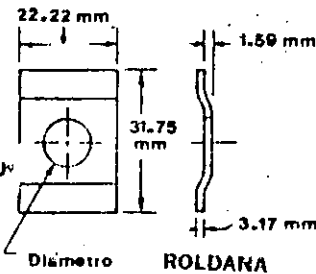
CODO VERTICAL EXTERIOR A 90°



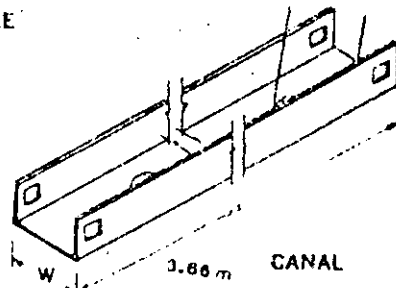
ABRAZADERA PARA CABLE



SOPORTE SENCILLO PARA ESCALERA



ROLDANA



CANAL

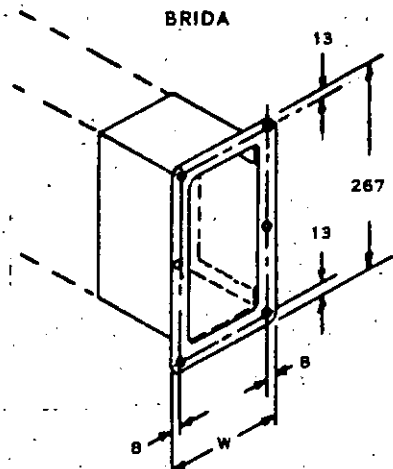
ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

24

CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

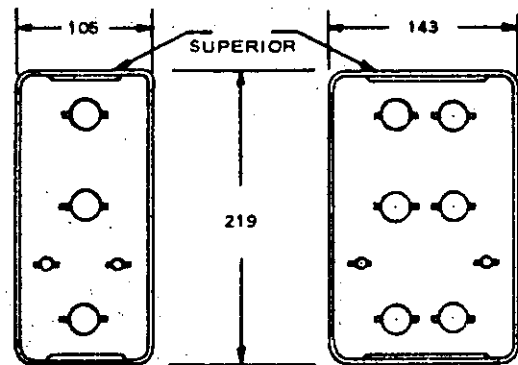
RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES *	NEUTRO *	FASES *	NEUTRO *	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3 $\frac{\phi}{4}$	2P.	3P.	3 $\frac{\phi}{4}$
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.5 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.5 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	12.5	13.1	13.8
400 A.	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	1-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 2.9 Pared	13.2	14.6	15.6	15.0	17.8	19.8
600 A.	—	—	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.2	21.6	25.2
800 A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-B 16 Dia.	16.2	18.4	19.4	21.0	25.4	27.4
1000 A.	—	—	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	33.0	35.0

* DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.



RANGO	W (mm.)
225A, 400A, 600A.	143
800A, 1000A.	181

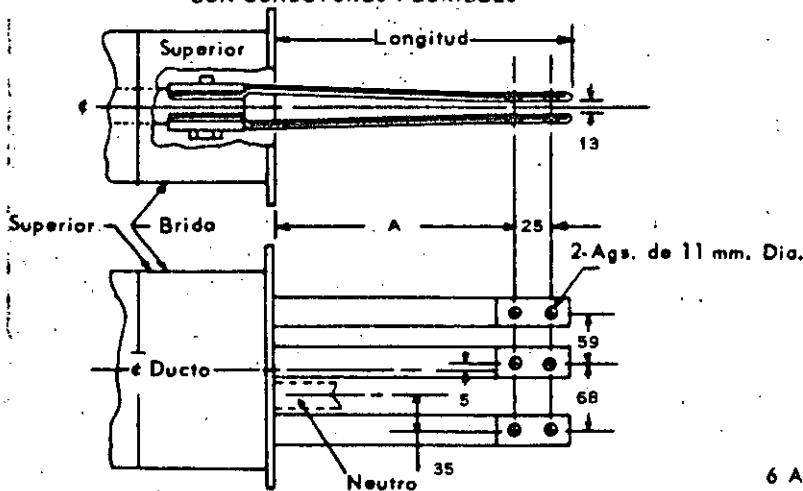
DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL



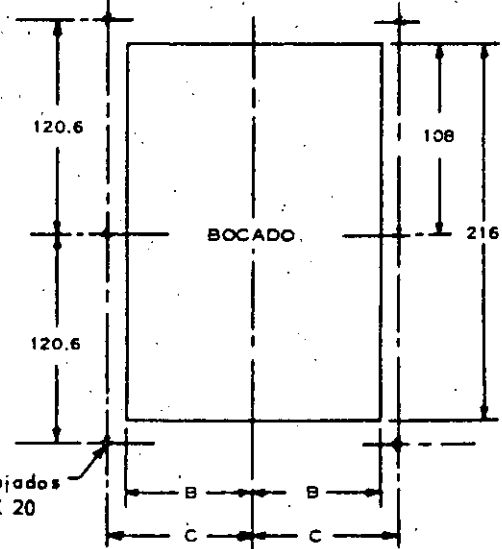
225A., 400A., 600A.

800A. Y 1000A.

EXTENSION DE BUS CON CONECTORES FLEXIBLES



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA



6 Ags. Tarrajados para 1/4" X 20

225A., 400A., 600A.
B=54, C=63.5

800A. Y 1000A.
B=73, C=82.5

LONGITUD		A
mm.	PIES	
305	1	267
610	2	571
914	3	876

Acot. en mm.



ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

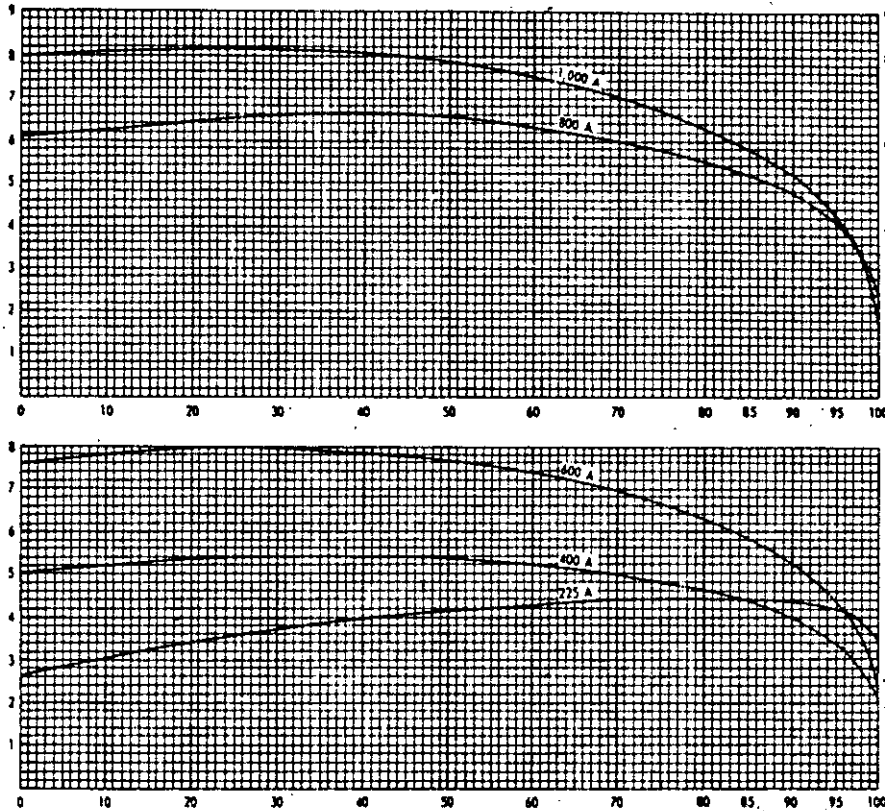
23

CURVAS Y TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Electroducto de cobre Plug-in de 3 polos 600 Volts.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

PROMEDIO DE CAIDA DE VOLTAJE EN VOLTS POR 100 PIES DE LONGITUD.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA

Rango en amperes	Resistencia en OHMS por 100 pies línea o neutro	Reactancia en OHMS por 100 pies línea o neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
225	.00900	.00696	2.72	3.05	3.36	3.64	3.89	4.12	4.28	4.30	4.44	4.42	4.34	4.18	3.51
400	.00294	.00720	4.98	5.16	5.30	5.36	5.38	5.34	5.21	4.98	4.62	4.36	4.01	3.48	2.04
800	.00205	.00735	7.63	7.80	7.90	7.91	7.84	7.68	7.38	6.95	6.28	5.82	5.24	4.40	2.13
800	.00170	.00439	6.08	6.30	6.43	6.50	6.53	6.45	6.30	5.98	5.53	5.22	4.77	4.12	2.36
1000	.00109	.00458	7.95	8.07	8.14	8.13	8.03	7.81	7.46	6.95	6.25	5.77	5.14	4.26	1.89

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1,000 Amps., con 50% de F. P.

$$\begin{aligned}
 \text{caída de voltaje} &= \sqrt{3} I (R \cos \phi + X \sin \phi) \\
 &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00109 \times .50 + .00458 \times .866) \\
 &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.004511) = 7.81 \text{ Volts. / 100 pies.}
 \end{aligned}$$

- NOTAS:
- 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
 - 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
 - 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
 - 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$.
 - 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$.
 - 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.



DUCTO-DISTRIBUIDOR

USO

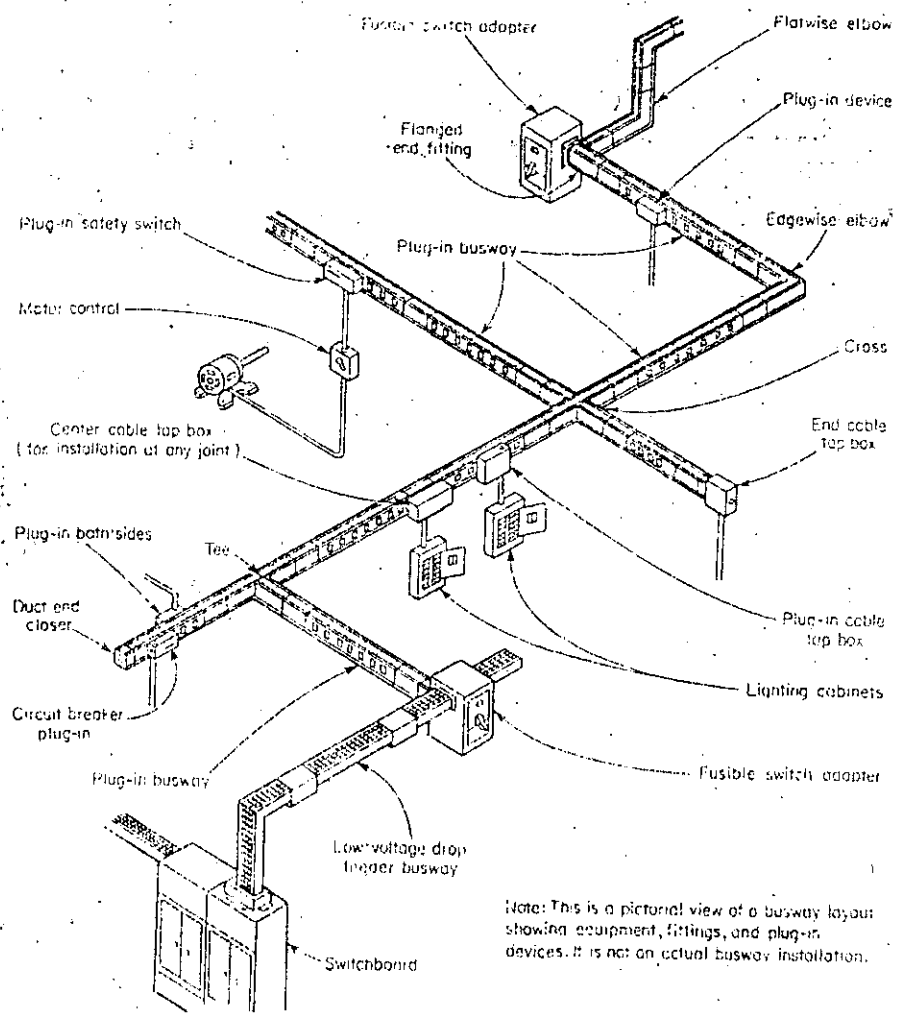
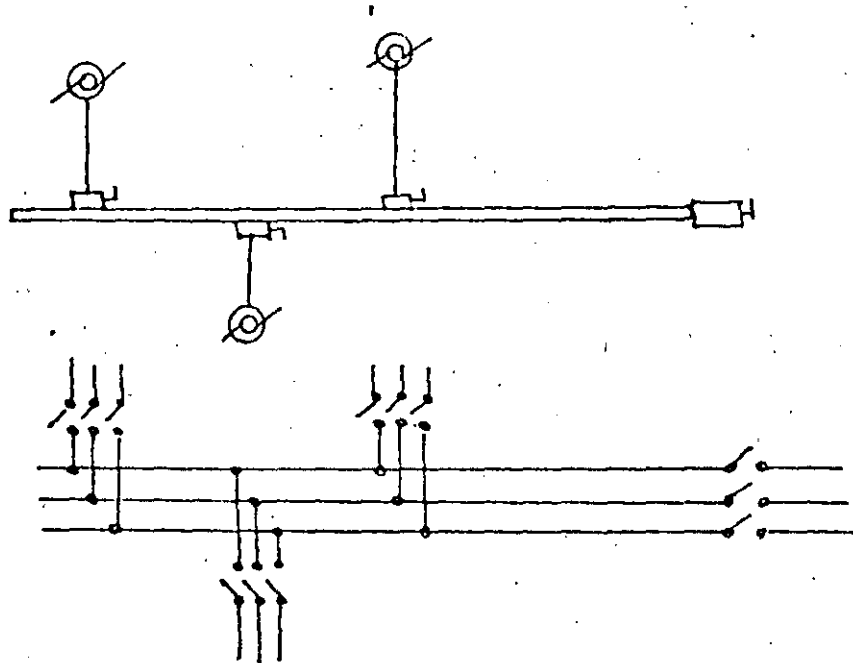
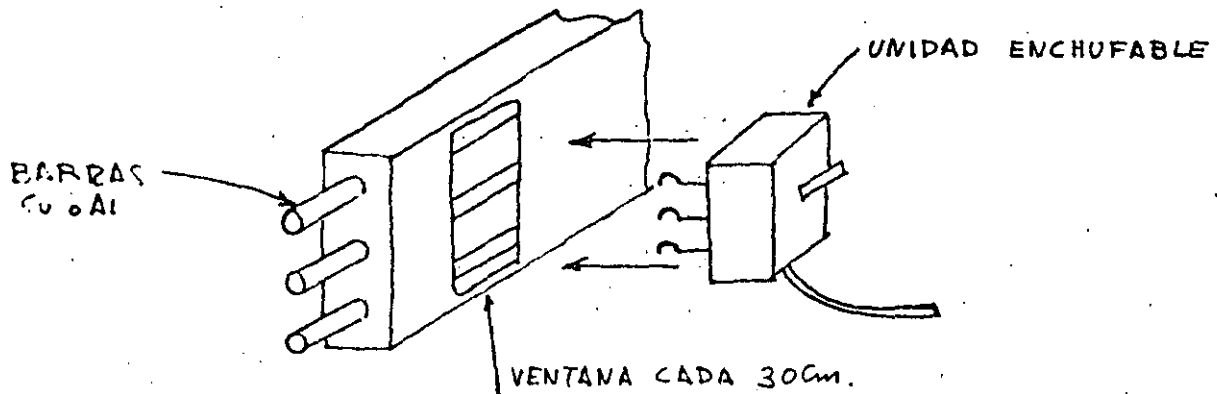


FIG. 16-1 Typical plug-in bus-way (power-type) system. (National Electric Dist., H. K. Potter Co., Inc.)

DUCTO DISTRIBUIDOR



EQUIVALE A UN TABLERO DE DISTRIBUCION DESARROLLADO SOBRE EL AREA DE TRABAJO.

VENTAJA PRINCIPAL:

-) MAXIMA FLEXIBILIDAD..
-) RAPIDEZ INSTALACION..

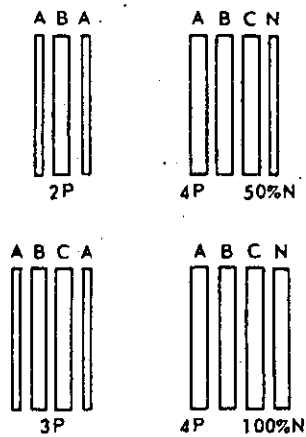
ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

CONTENIDO DE SOLERAS DE COBRE, PESO Y DIMENSIONES

RANGO EN AMPERES	CONTENIDO SOLERAS DE COBRE (mm.)			PESO POR METRO EN KG.				DIMENSIONES EN mm.				
	FASE "A" 2 y 3 POLOS	ØB-2P, ØByC-3P ØA, B, C y 100%N-4P.	50% NEUTRO	2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.	H	W			
									2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.
600A	25-3X51	15-6X51	15-3X51	25	30	31.5	33	219	54	67	70	73
800A	25-3X76	15-6X76	15-3X76	27.5	34.5	36.5	39	219	54	67	70	73
1000A	25-3X101	15-6X101	15-3X101	30.5	39	42	45	219	54	67	70	73
1350A	25-4X101	15-8X101	15-4X101	33.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1600A	25-3X152	15-6X152	15-3X152	44	57	61	66	321	54	67	70	73
2000A	45-3X101	25-6X101	25-3X101	50	66	71.5	77	321	54	67	70	73
2500A	† 45-3X114	† 25-6X114	† 25-3X114	59	78	84	90	422	54	67	70	73
3000A	45-3X152	25-6X152	25-3X152	68	91	100	108	422	54	67	70	73
* 4000A	85-3X101	45-6X101	45-3X101	100	131	143	154	—	—	—	—	—
* 5000A	85-3X114	45-6X114	45-3X114	118	155	168	180	—	—	—	—	—
* 6000A	85-3X152	45-6X152	45-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

* *Hileras dobles: en 4000A, son 2 de 2000A, en 5000A, son 2 de 2500A, en 6000A, son 2 de 3000A.*
 † *Barras espaciadas 76 mm. (canto con canto).*

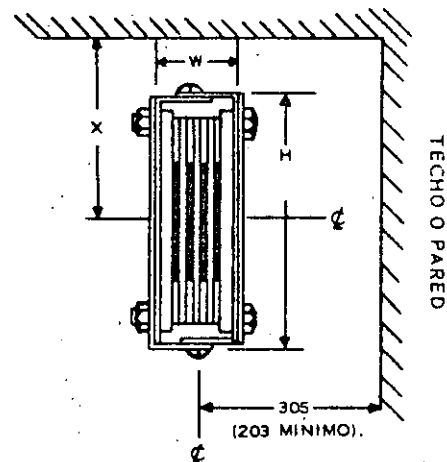
ACOMODO DE SOLERAS



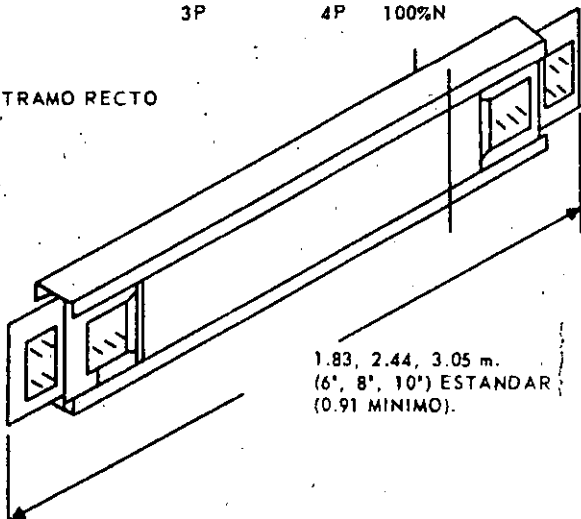
Espacio recomendado al techo o pared.

RANGO AMPERES	X (mm.)
600-1000	203
1350	203
1600-2000	254
2500-3000	305

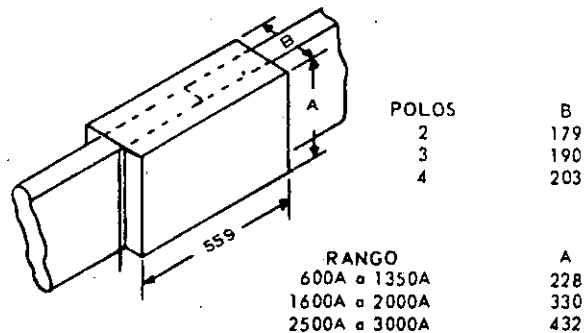
TECHO O PARED



TRAMO RECTO



ENSAMBLE DE UNION



ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

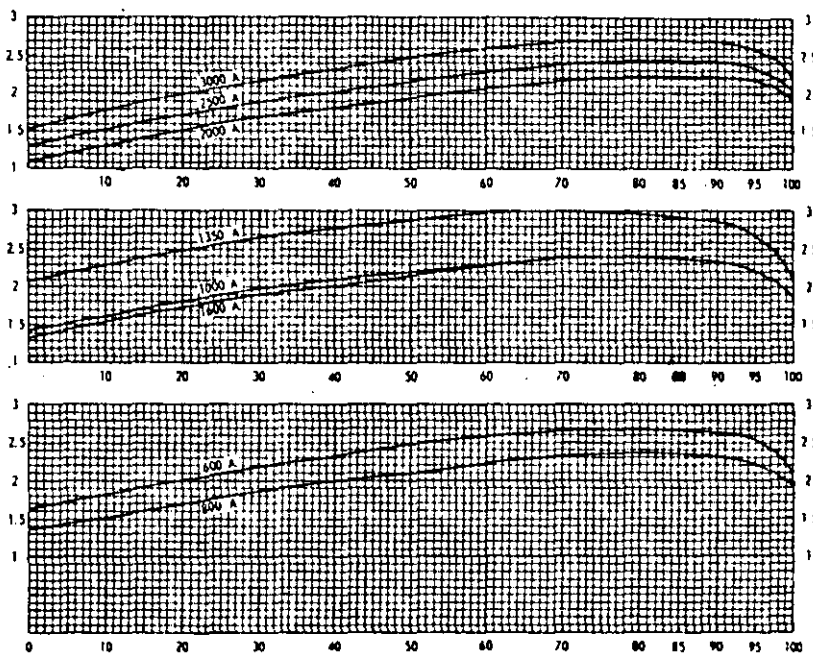
19

CURVAS DE CAIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE COBRE FEED - IN - 3 POLOS - 600V.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

Promedio de caída de voltaje en volts por 100 pies de longitud.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA
TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Rango en amperes	R Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	X Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA													
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100	
600	.00204	.00156	1.62	1.82	2.01	2.18	2.34	2.46	2.57	2.64	2.67	2.65	2.61	2.52	2.12	
800	.00140	.00096	1.33	1.52	1.69	1.85	1.99	2.12	2.23	2.31	2.35	2.35	2.32	2.26	1.94	
1000	.00108	.00084	1.46	1.64	1.80	1.95	2.08	2.19	2.29	2.35	2.38	2.36	2.32	2.23	1.87	
1350	.00093	.00089	2.08	2.29	2.47	2.63	2.77	2.88	2.97	3.01	2.98	2.94	2.86	2.72	2.17	
1600	.00069	.00050	1.39	1.57	1.74	1.89	2.03	2.16	2.25	2.33	2.36	2.35	2.32	2.25	1.91	
2000	.00055	.00033	1.14	1.33	1.50	1.67	1.81	1.95	2.06	2.15	2.21	2.22	2.21	2.17	1.91	
2500	.00048	.00030	1.30	1.50	1.69	1.86	2.02	2.17	2.29	2.38	2.44	2.45	2.44	2.38	2.08	
3000	.00043	.00030	1.56	1.77	1.98	2.16	2.32	2.47	2.59	2.68	2.72	2.72	2.70	2.62	2.24	

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1000 Amps. con 50 % de F.P.

$$\begin{aligned}
 \text{Caída de voltaje} &= \sqrt{3} \times I \times (R \cos \phi + X \text{sen } \phi) \\
 &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00108 \times .50 + .00084 \times .866) \\
 &= 2.19 \text{ Volts / 100 pies}
 \end{aligned}$$

- Notas: 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
- 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
- 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
- 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$
- 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$
- 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.



DUCTO ALIMENTADOR - USG

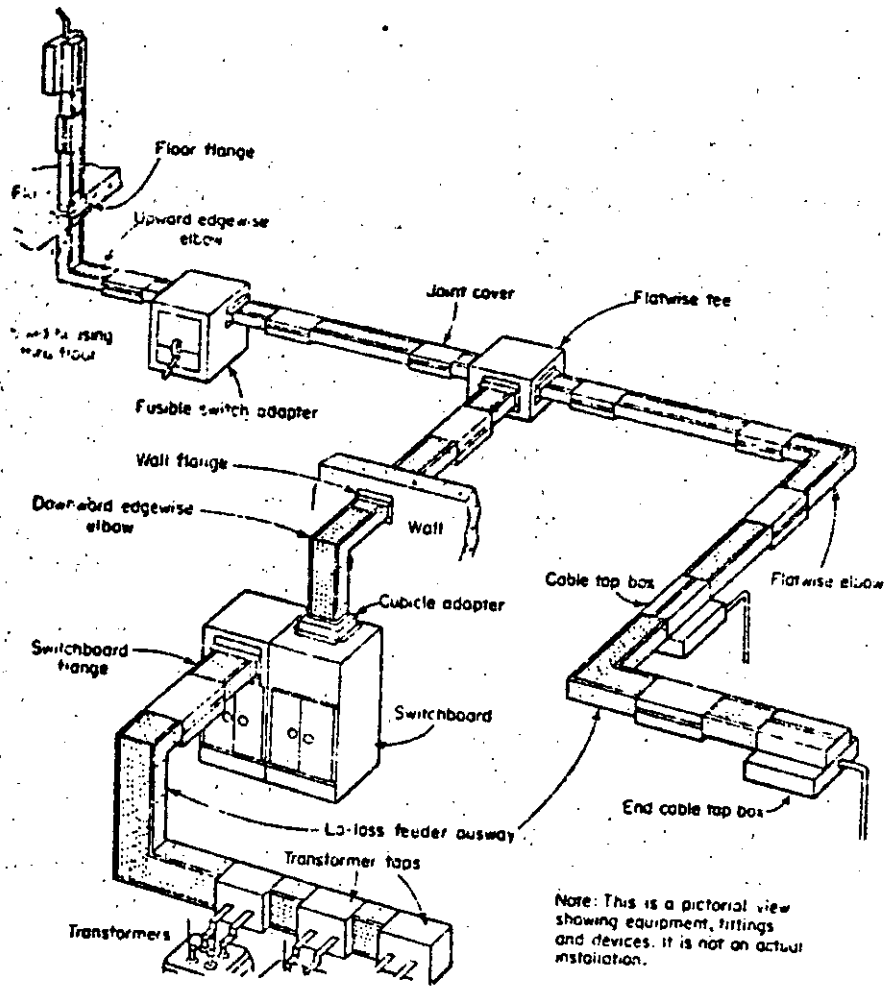
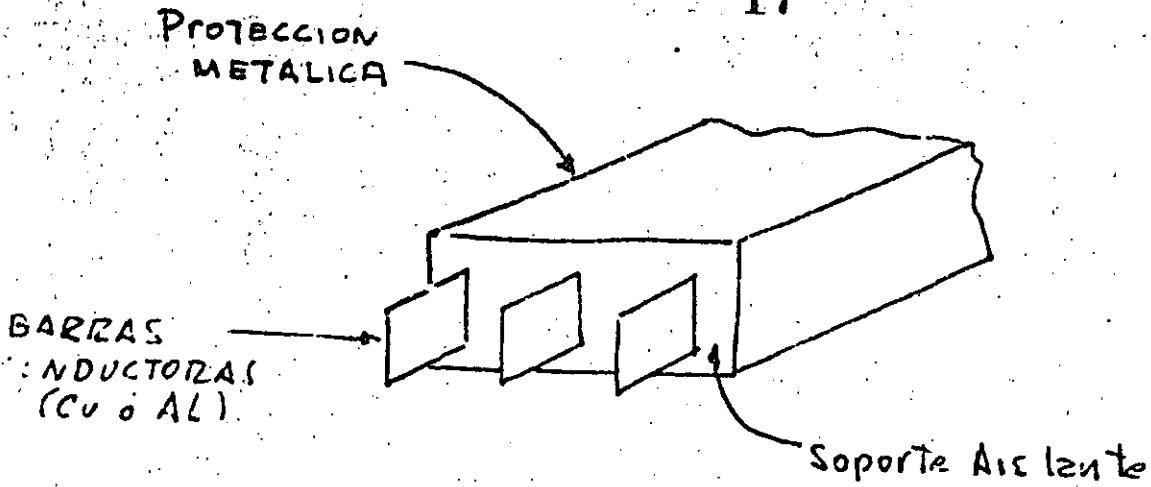


FIG. 162 Typical low-voltage-drop feeder busway system. (National Electric Div., H. K. Porter Co., Inc.)

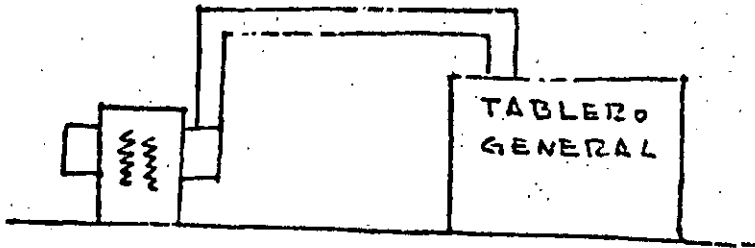
DUCTO ALIMENTADOR

17



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS

N :-



- VENTAJAS:-
-) BAJA IMPEDANCIA
 -) RESISTENCIA MECANICA
 -) RESISTENCIA a CTES C.C.
 -) FACILIDAD de INSTALACION

DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

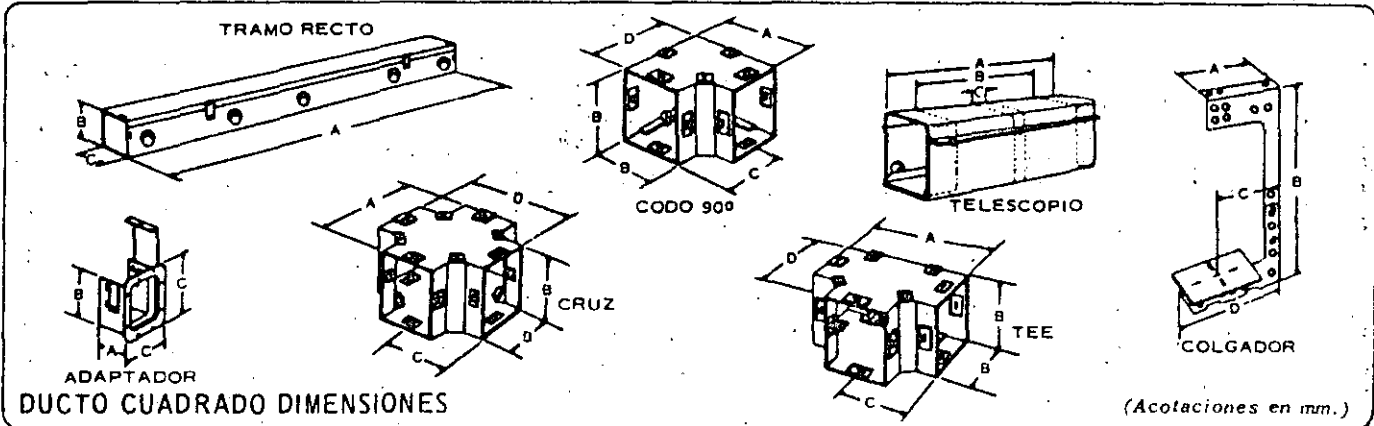
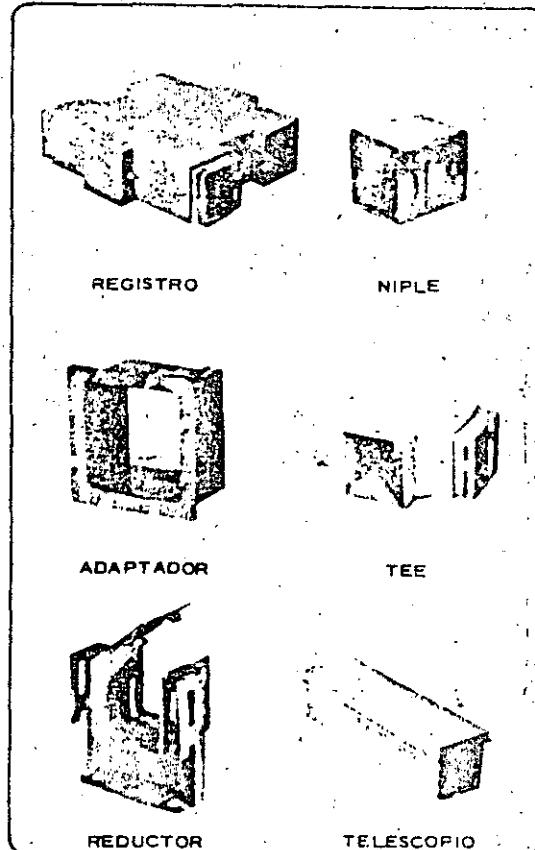
16

Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.

No requiere degradación de la capacidad del conductor hasta máx. 30 conductores.

Calibre del Conductor	Area del cable con forro en cm ² Tipo TW.-THW.	No. Máximo de Conductores en Ducto †		
		6.5 x 6.5 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
14	0.102	92	237	533
12	0.132	72	186	428
10	0.166	55	142	321
8	0.322	30	78	176
6	0.515	15	39	87
4	0.650	11	29	66
3	0.785	9	25	57
2	0.950	8	21	48
1	1.267	6	15	35
0	1.474	5	13	30
00	1.767	4	11	25
000	2.011	3	9	21
0000	2.405	3	8	18
250000	3.016	2	6	14
300000	3.496	2	5	12
400000	4.374	1	4	10
500000	5.183	1	3	8

† EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, limita a 30 conductores el número de los que se pueden instalar en un ducto, a no ser que los alambres en exceso de 30, sean para circuitos de señales o de control para motor y se usen solamente en el período de arranque.



DUCTO CUADRADO DIMENSIONES

(Acotaciones en mm.)

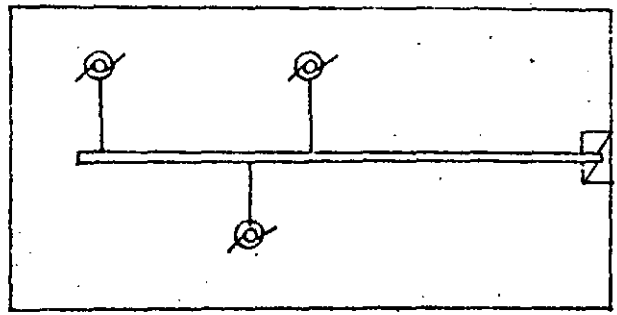
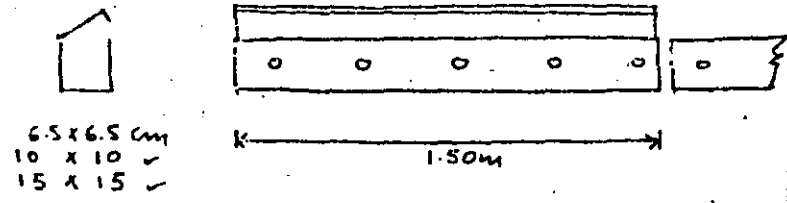
DUCTO 6.5 x 6.5 cm.				DUCTO 10 x 10 cm.				DUCTO 15 x 15 cm.						
CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D
LD21	304	66	66	—	LD41	304	105	105	—	LD61	304	155	155	—
LD22	609	66	66	—	LD42	609	105	105	—	LD62	609	155	155	—
LD25	1524	66	66	—	LD45	1524	105	105	—	LD65	1524	155	155	—
LD290L	117	66	84	117	LD490L	157	105	103	157	LD690L	222	157	144	222
LD245L	73	66	—	73	LD445L	89	105	—	89	LD645L	127	16	—	127
LD225L	59	66	—	59	LD425L	67	105	—	67	LD625L	92	157	—	—
LD2T	168	66	84	117	LD4T	205	105	103	156	LD6T	289	156	144	—
LD2J	168	66	84	168	LD4J	206	105	103	206	LD6J	289	156	144	—
LD2TF	381	292	13	—	LD4TF	367	105	—	367	LD6TF	381	156	—	500
LD2H	110	254	81	111	LD4H	110	254	100	152	LD6H	138	431	129	206
LD22A	82	67	—	—	LD44A	92	105	100	—	LD64A	113	156	104	—



CANALIZACION a BASE de DUCTOS METALICOS

- > DUCTO EMBISAGRADO (Lay-In) - CON TAPA (NTIE-308)
- > DUCTO ALIMENTADOR (Feed-In) } CON BARRAS
- > DUCTO DISTRIBUIDOR (Plug-In) } (NTIE-309)

DUCTO EMBISAGRADO (ART-308)



VENTAJAS

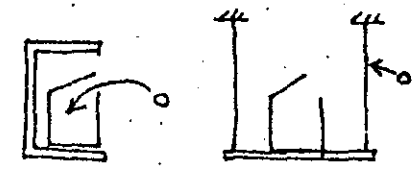
- INSTALACION RAPIDA
- CABLEADO SENCILLO
- GRAN FLEXIBILIDAD
- ECONOMIA vs SECCIONES EQUIVALENTES de TUBERIA. (Fact. Relleno = 40%).

COSTO POR mm² UTILIZABLE :-

TUBO CONDUIT GALV	13mm.	AREA UTIL (mm ²)	C. o. (%)
✓	19 ✓	78	100
✓	25 ✓	136	83
✓	32 ✓	222	77
✓	38 ✓	390	66
✓	51 ✓	530	61
✓	64 ✓	870	47
✓	76 ✓	1240	66
✓	101 ✓	1590	64
		3300	48
		1690	54
		4000	27
		9000	24

LIMITACIONES :-

- > INTERIORES (EXTERIORES -> PBA. LLUVIA)
- > APARENTES
- > LUGARES SECOS
- > NO EXPUESTO a DAÑO MECANICO
- > NO EXPUESTO a GASES, VAPORES, etc.
- > NO MAS de 30 CONDUCTORES (excepto control)
- > SOPORTE CADA 1.5m. (3m -> construcciones especiales).



- > PUEDEN EXISTIR CONEXIONES INTERIORES, CON UN FACTOR de RELLENO de 75%. (NEC-362-6). (NTIE-308-7).

(24)

CAJAS de CONEXIONES

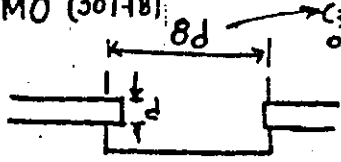
LOS CONDUCTORES DEBEN SER CONTINUOS EN EL INTERIOR DE LAS TUBERIAS

- FIN CAJAS:
 - CONEXION a UTILIZACION
 - CONEXIONES de CABLES
 - FACILIDAD PARA CABLEAR.

DIMENSIONES CAJAS:-

PROFUNDIDAD MINIMA (307-15) → 35 mm (1 3/8" EX.)

ANCHO MINIMO (307-18): Cable #6 o MAYOR



NUMERO MAXIMO de CONDUCTORES CONTENIDO:-

VOLUMEN OCUPADO POR CONDUCTORES EN LAS CONEXIONES ≤ 60% del volumen interior o espacio Libre (307-9)

(25)

NUMERO DE CONDUCTORES EN CAJAS SEGUN NEC

ARTICLE 370-BOXES AND FITTINGS 70-211

Table 370-6(a). Metal Boxes

Box Dimension, Inches Trade Size or Type	Min. Cu. In. Cap.	Maximum Number of Conductors				
		No.14	No.12	No.10	No.8	No.6
4 x 1 1/4 Round or Octagonal	12.5	6	5	5	4	0
4 x 1 1/2 Round or Octagonal	15.5	7	6	6	5	0
4 x 2 1/4 Round or Octagonal	21.5	10	9	8	7	0
4 x 1 1/2 Square	18.0	9	8	7	6	0
4 x 1 3/4 Square	21.0	10	9	8	7	0
4 x 2 1/4 Square	30.3	15	13	12	10	6
4 1 1/16 x 1 1/4 Square	25.5	12	11	10	8	0
4 1 1/16 x 1 1/2 Square	29.5	14	13	11	9	0
4 1 1/16 x 2 1/4 Square	42.0	21	18	16	14	6
3 x 2 x 1 1/4 Device	7.5	3	3	3	2	0
3 x 2 x 2 Device	10.0	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/4 Device	10.5	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	12.5	6	5	5	4	0
3 x 2 x 2 3/4 Device	14.0	7	6	5	4	0
3 x 2 x 3 1/4 Device	18.0	9	8	7	6	0
4 x 2 1/4 x 1 1/4 Device	10.3	5	4	4	3	0
4 x 2 1/4 x 1 1/2 Device	13.0	6	5	5	4	0
4 x 2 1/4 x 2 1/4 Device	14.5	7	6	5	4	0
3 1/4 x 2 x 2 1/4 Masonry Box/Gang	14.0	7	6	5	4	0
3 1/4 x 2 x 3 1/4 Masonry Box/Gang	21.0	10	9	8	7	0
FS- Minimum Internal Depth 1 1/4 Single Cover/Gang	13.5	6	6	5	4	0
FD- Minimum Internal Depth 2 1/4 Single Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	3
FS- Minimum Internal Depth 1 1/4 Multiple Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	0
FD- Minimum Internal Depth 2 1/4 Multiple Cover/Gang	24.0	12	10	9	8	4

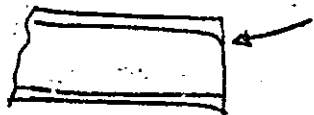
Table 370-6(b). Volume Required Per Conductor

Size of Conductor	Free Space Within Box for Each Conductor
No. 14	2. cubic inches
No. 12	2.25 cubic inches
No. 10	2.5 cubic inches
No. 8	3. cubic inches
No. 6	5. cubic inches

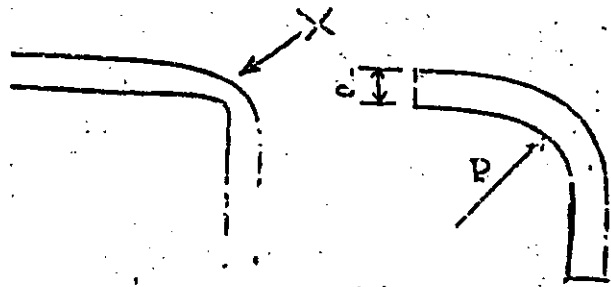
14

CONDICIONES de MONTAJE :-

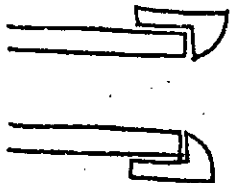
1) ESCARIADO



2) DOBLADO



MONITORES:



CURVAS :-

Nº MAXIMO

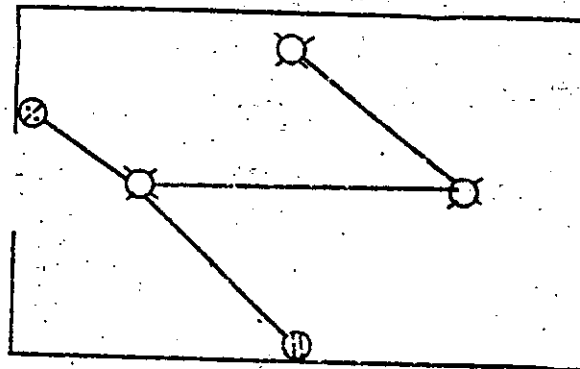
1) RECOMENDABLE -> 2 de 90°



2) PERMITIDO -> 4 de 90° (CON RADIO AMPLIO).

TRAYECTORIAS:

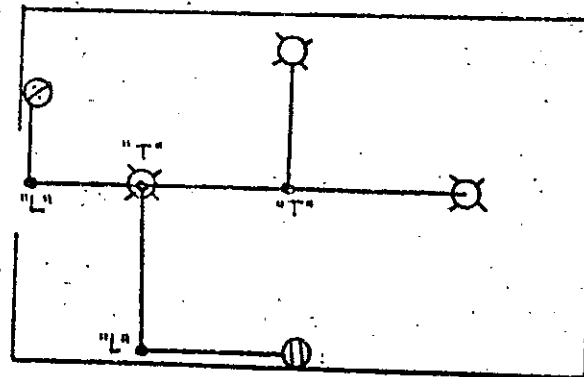
INSTALACION OCULTA:



TRAYECTORIAS LO MAS CORTAS POSIBLE

13

INSTALACION APARENTE:



TRAYECTORIAS PARALELAS a EJES ESTRUCTURALES

Tabla 1.1

Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro Interior (mm)	Área interior total (mm ²)	Área disponible para conductores (mm ²)	
mm	pulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	1/2	15.81*	196	78	59
19	3/4	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	1 1/4	35.31*	979	392	294
38	1 1/2	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	874	656
63	2 1/2	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	3 1/2	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.

** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

Tabla 1.2
Dimensiones de conductores con aislamiento de hule y termoplástico¹

Calibre AWG, MCM	Tipos T, TW y THW ² RHW y RHH (sin cubierta exterior)		Tipos RHW y RHH (con cubierta exterior)		Tipos THWN y THHN			
	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²		
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7		
A								
L 14	3.3	8.7	-	-	2.7	5.9		
A 14	4.1*	13.3*	5.2	21.1	-	-		
M 12	3.8	11.1	-	-	3.2	7.9		
B 12	4.5*	16.2*	5.6	24.7	-	-		
R 10	4.3	14.3	-	-	4.0	12.3		
E 10	5.0*	20.1*	6.1	29.7	-	-		
S								
C	14	3.6	9.9	-	-	3.0	6.9	
	14	4.3*	14.8*	5.4	23.0	-	-	
	12	4.0	12.8	-	-	3.4	9.3	
	12	4.8*	18.4*	5.9	27.3	-	-	
	10	4.6	16.8	-	-	4.3	14.7	
	10	5.4*	23.0*	6.5	33.3	-	-	
	8	6.2	30.4	-	-	5.6	25.0	
	8	7.0*	38.6	8.3	54.5	-	-	
	A	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6	34.2
		4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.4	55.2
B	2	11.0	95.0	13.0	133.3	9.9	77.1	
	1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5	123.5	
L	2/0	15.1	179.4	17.1	230.9	13.7	147.6	
	3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0	176.7	
E	4/0	17.9	251.8	19.9	312.2	16.4	211.2	
S	250	20.0	314.6	22.0	381.8	18.2	261.3	
	300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.6	302.6	
	350	22.7	405.9	25.0	491.6	-	-	
	400	23.9	449.6	26.2	539.6	22.1	384.3	
	500	26.1	536.5	28.4	634.4	24.3	463.0	
	600	29.0	662.0	31.3	770.3	-	-	
	750	31.7	790.4	34.0	908.4	-	-	
	1 000	35.7	998.8	37.9	1 130.9	-	-	
	1 250	40.1	1 260.1	42.6	1 423.3	-	-	
	1 500	43.2	1 467.8	45.7	1 643.5	-	-	

CONDICIONES de DISEÑO:

•) DIAMETRO MIMIMO : 13mm (1/2")

(EXCEPTO TUBO
FLEXIBLE → 9.5mm 3/8")

NTIE

[304-3
305-2
306-3]

•) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:

(310-10)

↓
→ LIMITADO

POR: FACILIDAD
DE →

- COLOCAR
- REMOVER
- DISIPAR CALOR

•) AREA UTIL (FACTOR de RELLENO).

1 CONDUCTOR ——— 55% de AREA INT

2 CONDUCTORES ——— 30% ✓ -

3 o MAS CONDUCTORES — 40% - -

USOS TIPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- PARED GRUESA GALV. INDUSTRIA - INTERIOR, EXT. APARENTE
- PARED GRUESA ESM. INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV. RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM. RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA
- PARED EXT. DELG. GALV. RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM. RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA
- FLEXIBLE NORMAL CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECCOS
- FLEXIBLE IMPERH. CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS
- ALUMINIO P.G. IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D. IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO
- PLASTICA RIG. PESADA JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA
- ASBESTO CEMENTO DIST. EXTERIOR - ENTERRADA
- CEMENTO ALUMBRADO PUBLICO

COSTO ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

MM (IN)	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102 (4)
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,128	1,750
P.G. GALV	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,952
P.D. ESM	67	93	164	178	245	313			
P.D. GALV	78	108	198	255	287	361			
PED. ESM.	46	63							
PED. GALV.	56	77							
FLEX. NORM.	76	110	145	227	278	536	615	650	1,437
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,913	9,376
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	15,169
PL. RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	126	158	239	333	415	559
PL. FLEX. (POLYD.)	10	19	30	45	52	73		191	
ASB. CE 1							235	270	357
CEMENTO									195

(15)

TUBO DE POLIETILENO

(NTIE 81-306-23)

(POLYDUCTO NARANJA)

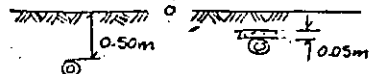
CARACTERÍSTICAS

DEBE SER RESISTENTE A:

- HUMEDAD
- AGENTES QUÍMICOS ESPECÍFICOS
- RESISTENCIA MECÁNICA "ADECUADA"
 - PROT. CONDUCTORES
 - TRATO "RUDO" EN INSTALACION

Uso:

- EN TENSION MÁXIMA DE 150V a TIERRA.
- EMBEDIDO EN MURD, PISOS ó TECHOS.
- ENTERRADO:



EXCLUSIONES:

- OCULTO POR PLAFONES en TECHOS
- OCULTO EN CUBOS
- EN INSTALACIONES VISIBLES

(16)

TUBO RIGIDO DE PVC

(NTIE 81-306-14)

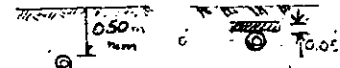
CARACTERÍSTICAS:-

DEBE SER:

- AUTOEXTINGUIBLE
- RESISTENTE a
 - APLASTAMIENTO
 - AGENTES QUÍMICOS
 - HUMEDAD

Uso:-

- INSTALACIONES OCULTAS
- INSTALACIONES VISIBLES
 - NO ESPERAR a DAÑO MECÁNICO
- SITIOS EXPUESTOS a AGENTES QUÍMICOS
 - DEBE RESISTIR
- LOCALES "HUMEDOS" o "MOJADOS"
- ENTERRADO:



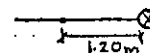
EXCLUSIONES:

- LOCALES "PELIGROSOS"
- TEATROS, CINES, etc. (SALVO CUANDO NO PUEDE SER METÁLICA)
- COMO SOPORTE LUMINARIOS
- si $t_a > 70^\circ\text{C}$

SOPORTES:

ESPACIAMIENTO MÁXIMO:-

- | | | | |
|-----------------|----------|-----------|----------|
| ϕ 13-19 mm | → 1.20 m | 63-76 mm | → 1.80 m |
| ϕ 25-31 mm | → 1.50 m | 89-102 mm | → 2.10 m |



13

TUBERIA PARED GRUESA

VS

TUBERIA PARED DELGADA

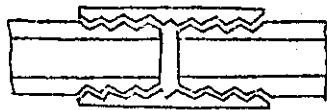
DIFERENCIA:-

P.G. se puede roscar.
P.D. no se puede roscar



ACOPLAMIENTO

P.G.



P.D.



MAS RIGIDEZ
MEJOR CONTINUIDAD.
MEJOR ESTANQUEIDAD.

14

TUBO NO METALICO

CARACTERISTICAS GENERALES:-

- $\phi_{\text{MINIMO}} = 13 \text{ mm}$
- ACCESORIOS: DEBEN SER APROBADOS ESPECIFICAMENTE PARA EL USO
 - ↓
 - UNION ENTRE TUBOS
 - UNION A CAJA
 - BOQUILLAS
- CAJAS: RECOMENDABLE → MISMO MATERIAL
METALICAS → DEBEN CONECTARSE A TIERRA
- CONEXION a TIERRA (CONTINUIDAD): DEBE INSTALARSE SIEMPRE UN CONDUCTOR ADICIONAL DE PUESTA A TIERRA.

VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

- PROTECCION vs CORROSION
- PROTECCION MECANICA
- CONTINUIDAD ELECTRICA
- ESTANQUEIDAD
- APARIENCIA

⑪

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

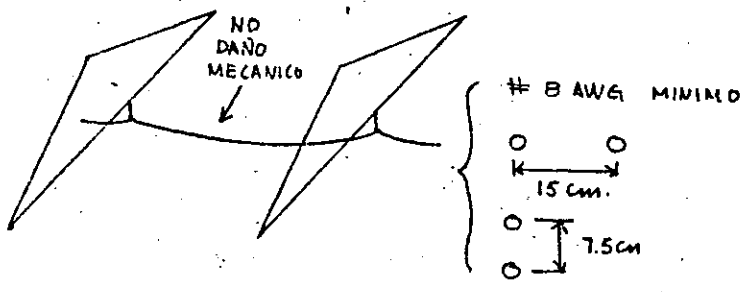
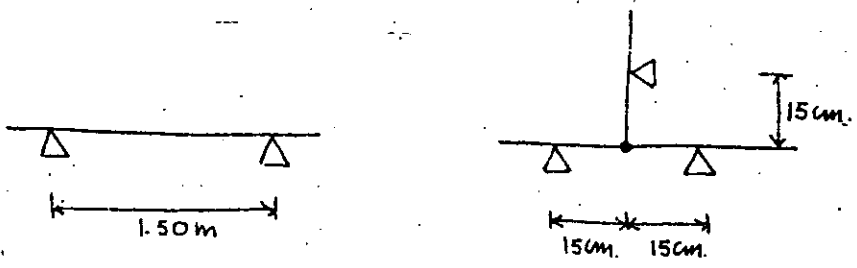
⑫

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

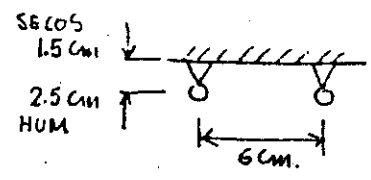
8

MONTAJE

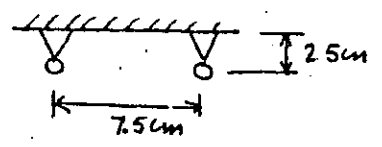
CONDICIONES MINIMAS



300 V



600 V

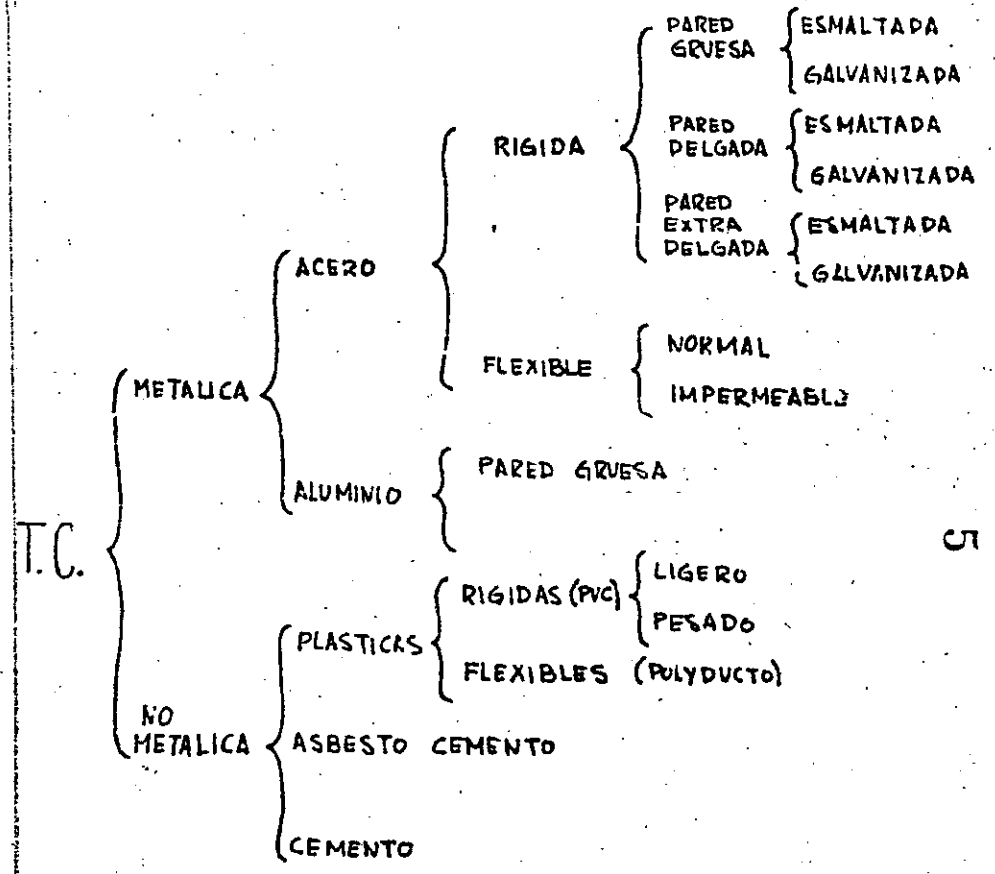


CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



CT

TABLA 302.4

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425

NTIE-81

75

Continúa TABLA 302.4

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	455	730	520	870	555	940	555	940
1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

76

* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

5

MÉTODOS DE CANALIZACIÓN REGLAMENTADOS

- TUBO CONDUIT
 - METÁLICO RÍGIDO
 - PESADO
 - SEMIPESADO
 - LIGERO
 - METÁLICO FLEXIBLE
 - NO METÁLICO
 - PVC
 - POLIETILENO
- DUCTOS METÁLICOS CON TAPA
- DUCTOS METÁLICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

6

INSTALACION VISIBLE

SOBRE AISLADORES

(NTIE-81-312)

CARACTERISTICAS:-

- CONDUCTORES
 - UNIPOLARES
 - AISLADOS
 - SOPORTE → AISLADORES.

USO

- INTERIORES y EXTERIORES
- LUGARES SECOS y HUMEDOS

EXCLUSIONES:

- ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES
- SALAS de REUNION (CINES, TEATROS, etc.).
- ESTUDIOS de CINE
- CUBOS de ELEVADOR
- AREAS "PELIGROSAS" →

PELIGRO POR LA EXISTENCIA Y CONCENTRACION EN LA ATMOSFERA DE GASES, VAPORES, LIQ. VOLATILES, POLVOS O PELUSAS COMBUSTIBLES O INFL.

VENTAJAS:-

- MENOR COSTO: → { MATERIAL
INSTALACION

- AUMENTO CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES AL MONTARSE "AL AIRE" → NTIE Tabla 302-4.

③

MEDIOS DE CANALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES

• DEBEN TENER CONTINUIDAD :

• ELECTRICA:

METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA

(NTIE-81-301-5, 206-21)

• MECANICA:

• REMATADAS (FINAS) A CADA CAJA O ACCESORIO

• SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION

→
CAJA ADECUADA

• NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES: EJ:

- 220/127.5 vs 490V

- C.D.

- FRECUENCIA DIFERENTE

- COMUNICACION. etc.

SIST. NORMAL
vs
SIST. EMERG.

Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE FZA → SI ↓

MISMO AISLAMIENTO

CTO. Balastro y CTO. Alumbrado.

• CANTIDAD DE CONDUCTORES:

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

• COLOCARLOS

• REMOVERLOS

• DISIPAR CALOR

(NTIE-81-301-10)

④

MEDIOS DE CANALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES (2)

• DEBE EVITARSE :

(301-13)

• LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS.

25

• LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA.

(301-14)

• INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES o BASURA

(301-16)

(SI EN DUCTOS de A.A → TUBERIA METALICA)

• CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS:-

(301-17)

• PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)

• EN CONDOMINIOS →

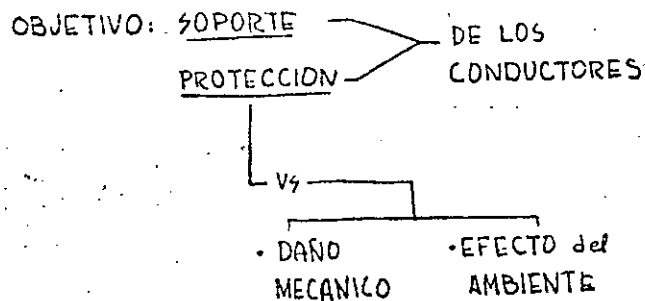
CANALIZACIONES SEPARADAS

MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION:- "MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON:

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN"
(NTIE-81-101)



PROTECCION vs DAÑO MECANICO

- UBICACION PROPIA (DE CONDUCTORES - NTIE-81-301-1)
- CUBIERTAS ADECUADAS

PROTECCION vs EFECTOS DEL AMBIENTE

(NTIE-81-301-3)

- SI ES DE MAT. NO RESISTENTE a CORROSION:
 - GALVANIZADO INTERIOR y EXTERIOR
 - PINTURA, BARNIZ, Rec. PLASTICO

↳ SOLO INTERIORES

- DEBEN TENER PROTECCION

• "ADECUADA al MEDIO":-

- EN {
- "CONDICIONES CORROSIVAS"
 - COLADAS en CONCRETO
 - ENTERRADAS

LUGAR "HUMEDO" (10)
(MEDIANO GRADO DE HUMEDAD POR CONDENS. GOTAS, GRANEROS.)

LUGAR "MOJADO" (10)
(CONDICION EXTREMA DE HUMEDAD: INTERIE, LAVADO, ENTERRADAS)

ZONA COSTERA (10)
(50 KM TIERRA APTOR)

PRESENCIA GASES, VAPORES, o POLVOS de PROD. QUIMICOS.

- EN LUGARES "HUMEDOS o MOJADOS":

-NO EN CONTACTO DIRECTO CON LA SUPERFICIE.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

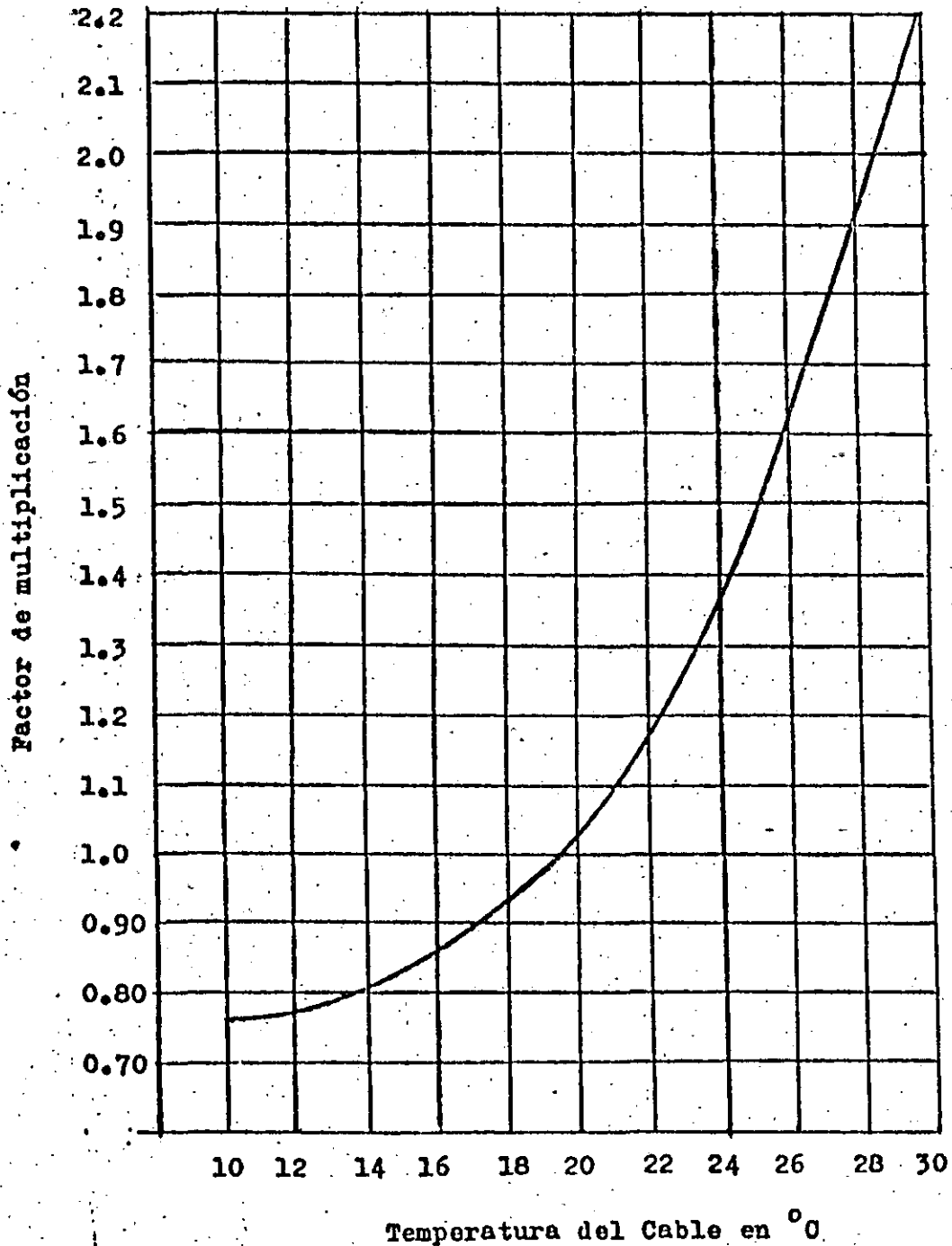
MEDIOS DE SOPORTE
PROTECCION DE LOS CONDUCTORES

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

MARZO, 1985

TABLA VIII

Factores de corrección por temperatura para resistencia de aislamiento en cables Sintenax



SUSTITUYE A:
SEPTIEMBRE 1979

ELABORO:
ING. ANTULIO BETANCOURT

REVISO:

AUTORIZO:

Fecha de Elaboración:

Plano N.º 22

Dorsal 41

FEBRERO 1980



$$R_i = K \log_{10} \left(\frac{D}{d} \right) \quad (1)$$

Donde:

R_i = Resistencia de aislamiento en Megohms x Km

K = Constante de resistencia de aislamiento
(ver Tabla 1)

\log_{10} = Logaritmo decimal

D = Diámetro sobre aislamiento en milímetros

d = Diámetro bajo aislamiento en milímetros

T A B L A 1
CONSTANTE DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Aislamiento	K (M x Km)
Papel impregnado	3,000 a 20°C
PVC Bajo voltaje	150 a 15.6°C
PVC Alto voltaje (Sintenax)	750 a 20°C
Poliétileno (normal)	15,250 a 15.6°C
Poliétileno vulcanizado (XLP)	6,100 a 15.6°C
Cambray barnizado (VC)	1,000 a 15.6°C
Etileno propileno (EP)	6,100 a 15.6°C

El valor de R_i deberá corregirse por temperatura y por longitud como se ilustra en el ejemplo 1.

Enseguida se procede a probar el cable usando para ello un megger (manual ó con motor de preferencia, como se muestra en la figura 1). El borne positivo del aparato se conecta al conductor y el negativo a la pantalla ó cubierta metálica del cable, que también deberán estar conectados a tierra. Dado que

SUSTITUYE A:
SEPTIEMBRE 1979

ELABORÓ:

ING. ANTULIO BETANCOURT

REVISÓ:

AUTORIZÓ:

Fecha de Elaboración:

FEBRERO 1980

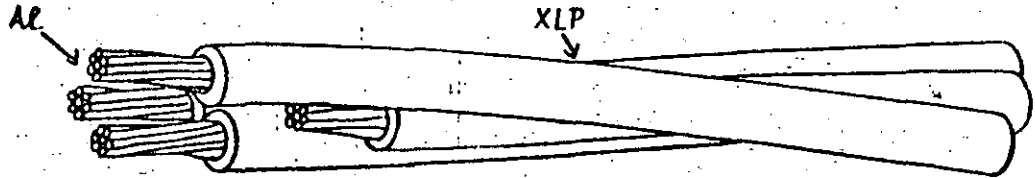
Página Núm.:

5

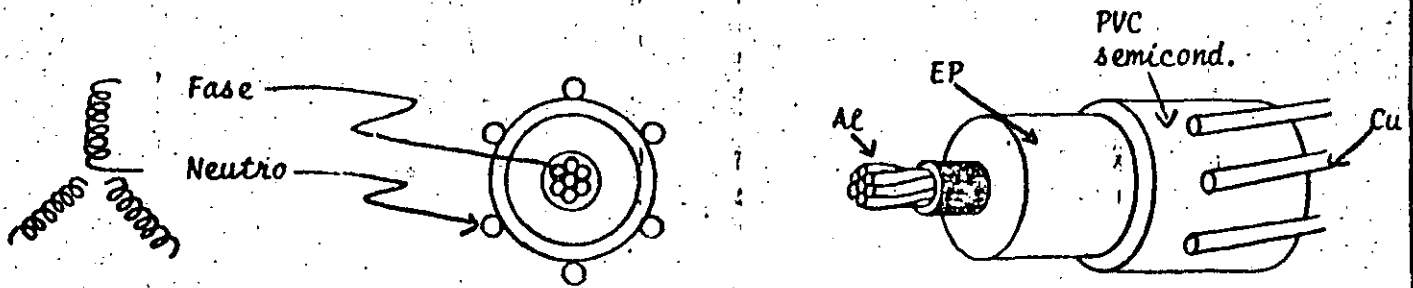
De:

41

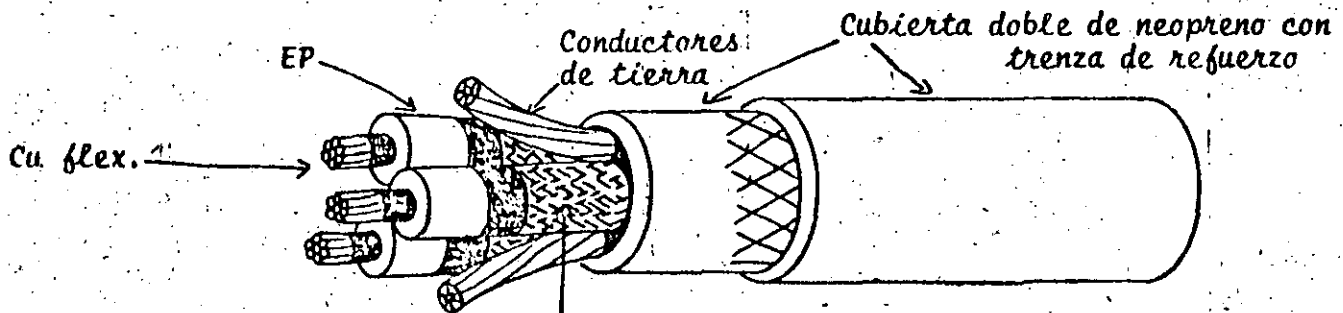
Construcciones específicas: 10) Cable de baja tensión para secundarios de redes subterráneas residenciales



Construcciones específicas: 11) Cable de media tensión para primarios de redes subterráneas residenciales

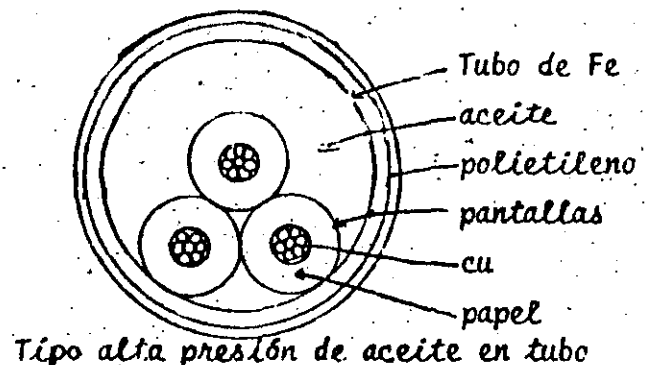
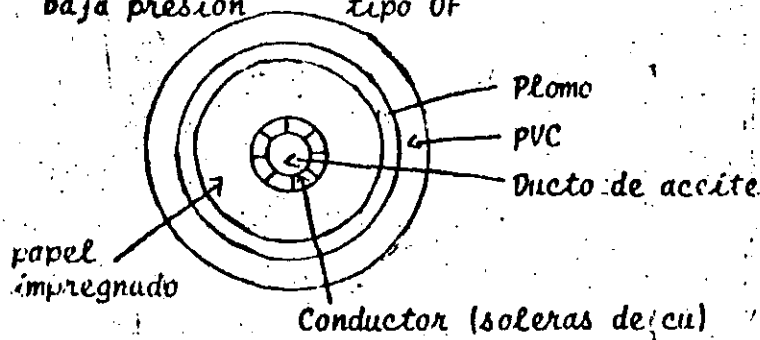


Construcciones específicas: 12) Cable tripolar de media tensión (flexible) para minas



Pantalla flex (hilos trenzados de cu)

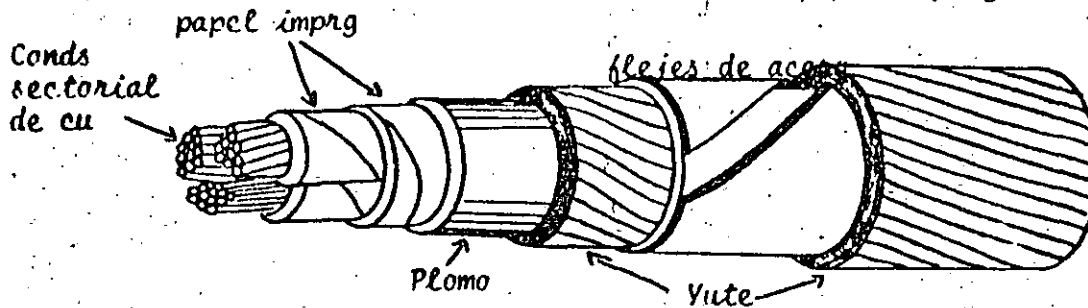
Construcciones específicas: 13) Cables de alta tensión con aceite a presión
Autocontenido con aceite a baja presión tipo OF



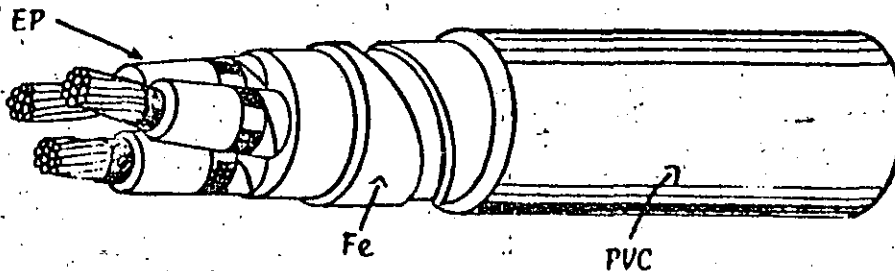
Tipo alta presión de aceite en tubo

SUSTITUYE A: ABRIL 1979	ELABORO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	AUTORIZO:	Página Núm.: 22
FECHA ELAB.: FEB 1980					No.: 22

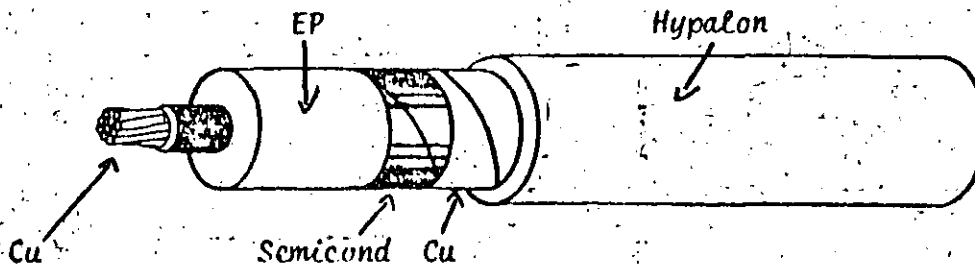
Construcciones específicas: 6) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento de papel impregnado (tipo armado)



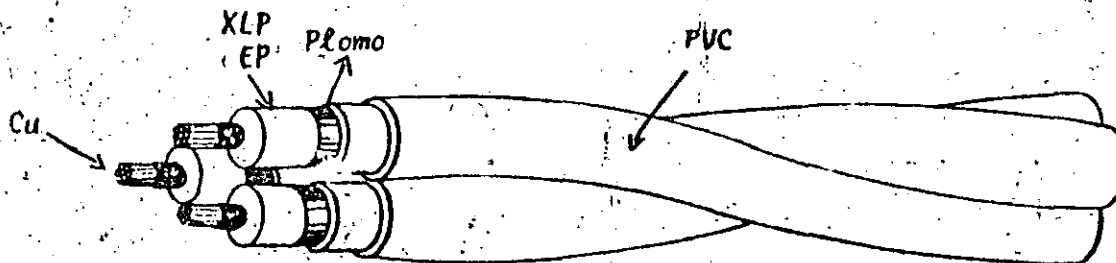
Construcciones específicas: 7) Cable tripolar de media tensión con aislamiento elastomérico (armado)



Construcciones específicas: 8) Cable unipolar de media tensión con aislamiento elastomérico para plantas generadoras

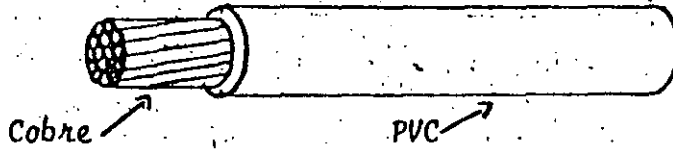


Construcciones específicas: 9) Cable triplex de media tensión para la industria petroquímica

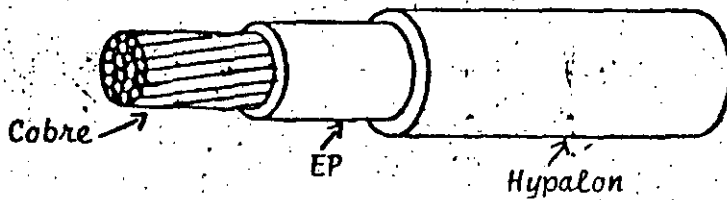




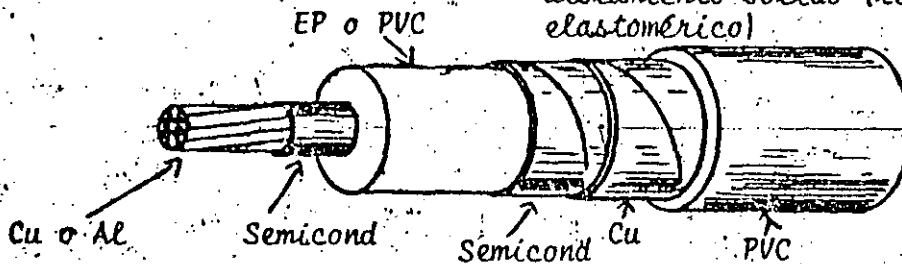
Construcciones específicas: 1) Cable de baja tensión con aislamiento termoplástico



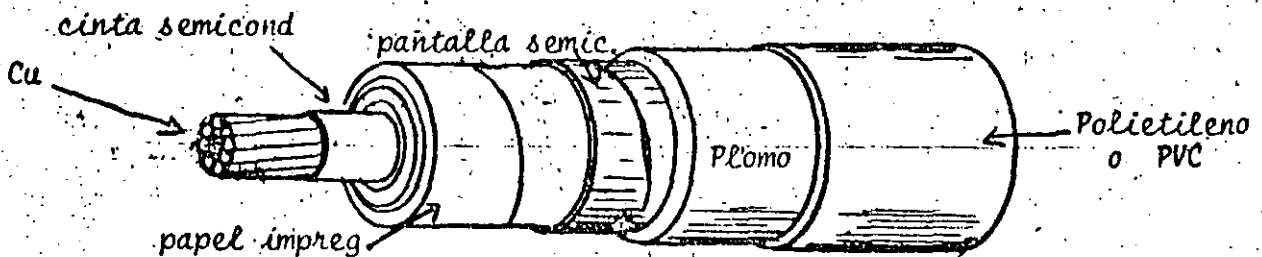
Construcciones específicas: 2) Cable de baja tensión con aislamiento elastomérico



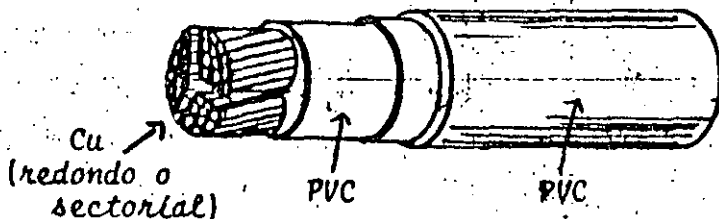
Construcciones específicas: 3) Cable unipolar de media tensión con aislamiento sólido (termoplástico o elastomérico)



Construcciones específicas: 4) Cable unipolar de media tensión con aislamiento de papel impregnado



Construcciones específicas: 5) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento termoplástico

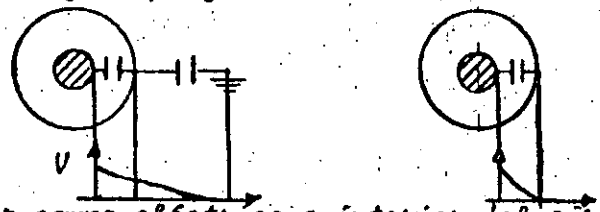


FECHA:	SUBSTITUYE A:	REEMPLAZA:	REVISOR:	APROBADO:	20
FEBRERO 1980	ABRIL 1979		Ing. Francisco Hawley		22
					*cmb



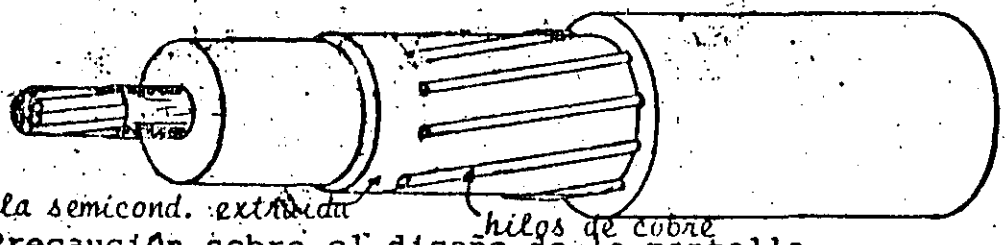
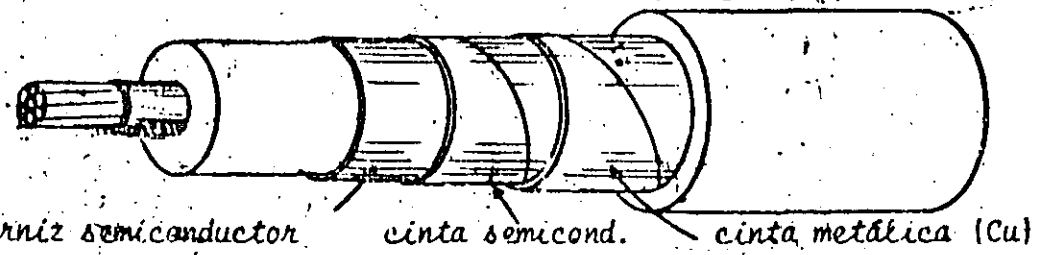
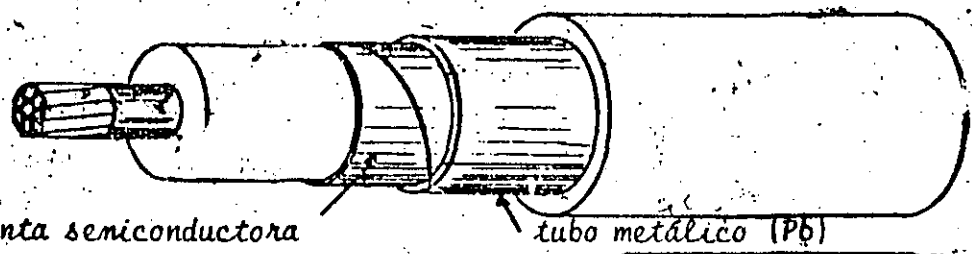
Funciones de la pantalla sobre aislamiento

- 1) Bajar voltaje superficial a cero (sólo si se conecta a tierra)



- 2) Confinar campo eléctrico a interior del aislamiento y hacer que trabaje en forma radial y uniforme, eliminando esfuerzos tangenciales
- 3) Proporcionar trayectoria fija para escape de corriente de carga
 $I_c = 2 f c$
- 4) Proporcionar trayectoria para corriente de cc $I_{cc} = \frac{3305}{t} \log \frac{234.5 + t_2}{234.5 + t_1}$

Variantes en el diseño de la pantalla sobre aislamiento



Precaución sobre el diseño de la pantalla

En cables unipolares la pantalla o cubierta metálica actúa como el secundario de un transformador. La corriente alterna que fluye por el conductor crea un campo magnético cambiante e induce una corriente en la pantalla, que será mayor mientras menor sea la resistencia de la misma pantalla. Estando la pantalla en circuito abierto, se podrá medir en su extremo el voltaje a tierra $E_o = I \cdot 2 f L \times 10^{-3}$ volts/Km; siendo $L = 0.46 \log \frac{2A}{d}$ mH/Km
 I = corriente cond amps, A = dist media geom entre 3 conds del sistema trifásico

Aspectos a considerar en la selección de cubiertas:

- 1) Confiabilidad: El tubo de plomo ofrece la máxima impermeabilidad y debe usarse cuando el aislamiento es de papel o cuando se quiere proteger al cable contra la penetración de líquidos corrosivos.
- 2) Propiedades mecánicas: XLP y Hypalon gran resistencia a la abrasión, Neopreno bastante buena Plomo mala.
- 3) Flexibilidad: Hypalon y Neopreno excelentes
- 4) Resistencia a la intemperie: Plásticos y elastómeros solo buena en color negro, conteniendo negro de humo
- 5) Resistente a agentes químicos: Plomo excelente PVC y polietileno buena. Neopreno y Hypalon regular.
- 6) Peso: Polietileno es el más ligero. Plomo muy pesado

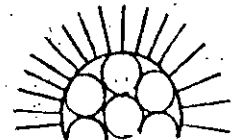
Función de la pantalla semiconductor sobre el conductor

- 1) Uniformiza campo eléctrico alrededor del conductor

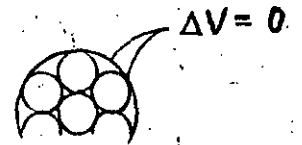
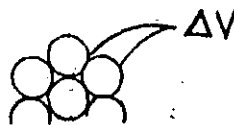
sin



con



- 2) Evita queden espacios vacíos ionizables junto al conductor



- 3) Reduce energía destructiva al transferir el electrodo de mayor esfuerzo eléctrico de un metal con alta función de trabajo a un metal con baja función de trabajo.
- 4) Amortigua corrientes de impulso que tienden a viajar por la superficie del conductor



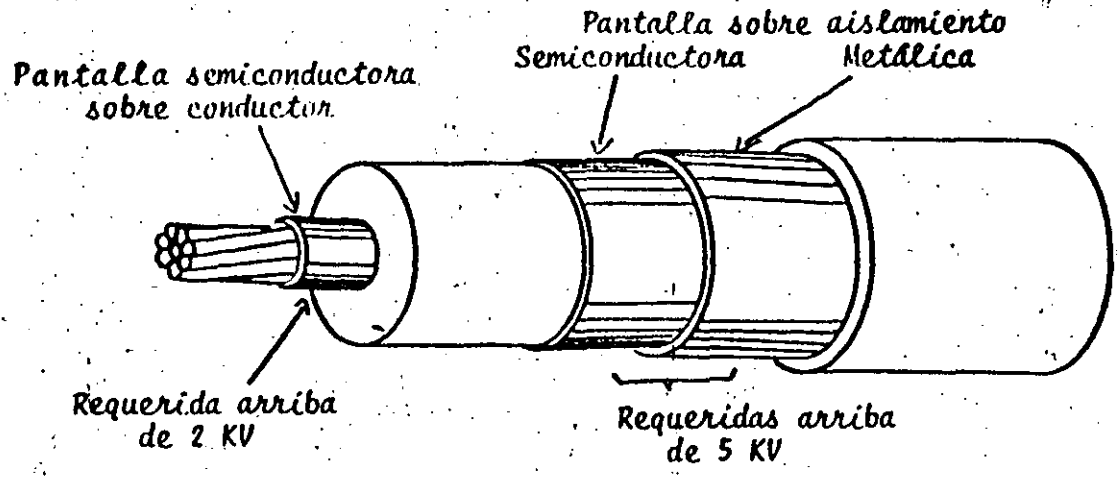
Aspectos a considerar en la selección de conductores

- 1) Materiales:
 - Cobre 100% conductividad 2600 Kg/cm² tracción
 17.24 ohm·mm²/Km de resistividad
 Densidad 8.9 gr/cm³
 - Alum 61% conductividad 1100 Kg/cm² tracción
 28.26 resistividad 2.7 densidad
- 2) Flexibilidad:
 - Depende de número de hilos
 - Clase B cables energía normales
 - Clase C poco más flexibles
 - Clase G y H cables portátiles
 - Clase K y M cordones flexibles
- 3) Forma:
 - Redondo normal (33% espacios libres)
 - Redondo compacto (10% espacios libres)
 - Sectorial (triángulos)
- 4) Dimensiones:
 - Calibre se determina en función de capacidad de conducción de corriente y en función de caída de tensión

Aspectos a considerar en la selección de aislamientos:

- 1) Confiabilidad:
 - El aislamiento de papel impregnado ha demostrado su confiabilidad a través de muchos años de uso. Sobre otros aislamientos más nuevos no se tiene aún mucha experiencia
- 2) Propiedades térmicas:
 - Los aislamientos elastoméricos (XLP o EP) trabajan a 90°C. El papel y los termoplásticos suelen especificarse para temperaturas del orden de 75°C
- 3) Flexibilidad:
 - Los cables de papel con forro de plomo y los cables aislados con XLP tienen menos flexibilidad que los aislados con EP
- 4) Propiedades mecánicas:
 - El XLP tiene mejor resistencia a la abrasión que el EP y en baja tensión puede usarse sin cubierta adicional

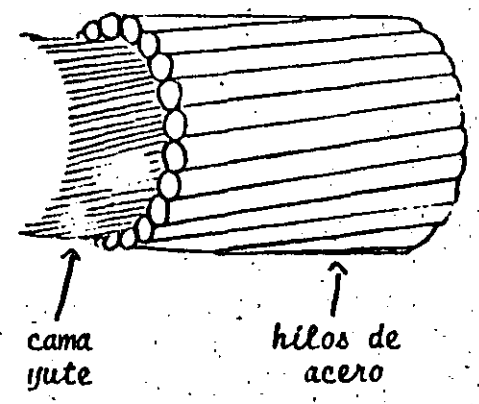
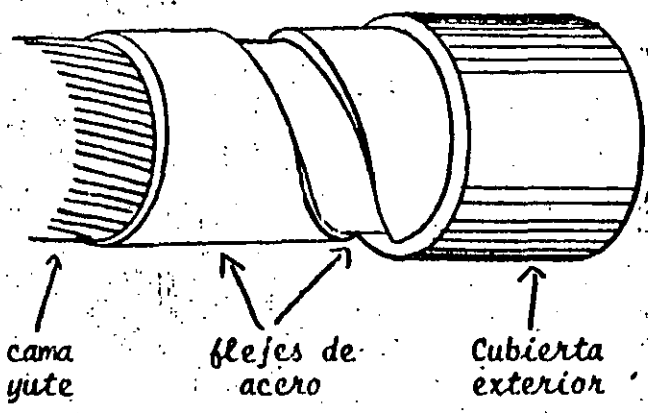
**Elementos adicionales empleados para control
del campo eléctrico**



Armadura de protección empleadas en cables trifásicos

para protección mecánica

para protección mecánica y
esfuerzo longitudinal



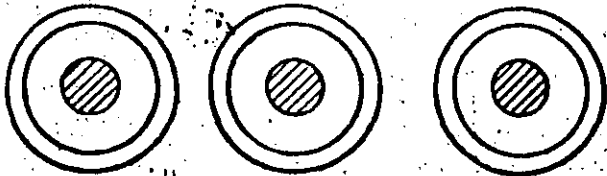


Tipos de cables empleados en Sistemas Trifásicos

Cables unipolares

Ventajas: ligeros, fáciles de instalar, terminales sencillas

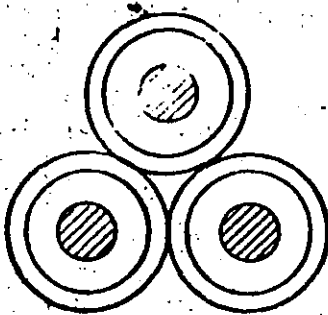
Desventajas: campos electromagnéticos rodeando los cables interfieren con cables de comunicaciones, aumentan pérdidas, impiden el uso de armaduras magnéticas, dan lugar a corrientes circulantes en pantallas, reparto no uniforme de corrientes al usar varios cables en paralelo



Cable triplex

Ventajas: Más flexible que cable trifásico. Campo electromagnético balanceado, terminales sencillas

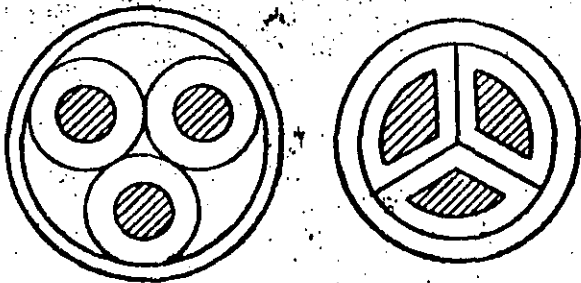
Desventajas: Costo ligeramente superior a tres unipolares. Mayor diámetro total que un tripolar limita longitudes de embarque



Cables tripolares

Ventajas: Pueden usar armaduras de metales magnéticos. Campo electromagnético balanceado. Si se usan conductores sectoriales (der.) se reduce diámetro y precio

Desventajas: Peso. Terminales complicadas



FECHA:	SUSTITUYE A:	PREPARO:	REVISO:	APROBADO:	PAG. 15
FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Hawley			22
					*cmh



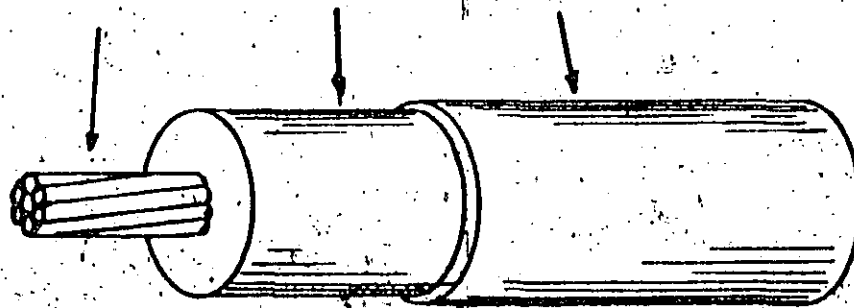
SOTOMAYOR, S. A.
CALLE 100 No. 120
BOGOTÁ, D. E. C.

APUNTES SOBRE ELEMENTOS
CONSTRUTIVOS DE LOS
CABLES DE ENERGIA

DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

14

$$\text{Energia} = \text{Corriente} \times \text{Voltaje} \times \text{Tiempo}$$



Conductor

Aislamiento

Cubierta

Elementos básicos de un cable unipolar

FECHA:

FEBRERO
1980

DESARROLLO:

ABRIL
1979

PROYECTO:

Ing. Francisco Hawley

REVISOR:

REVISOR:

Página 14
de 22



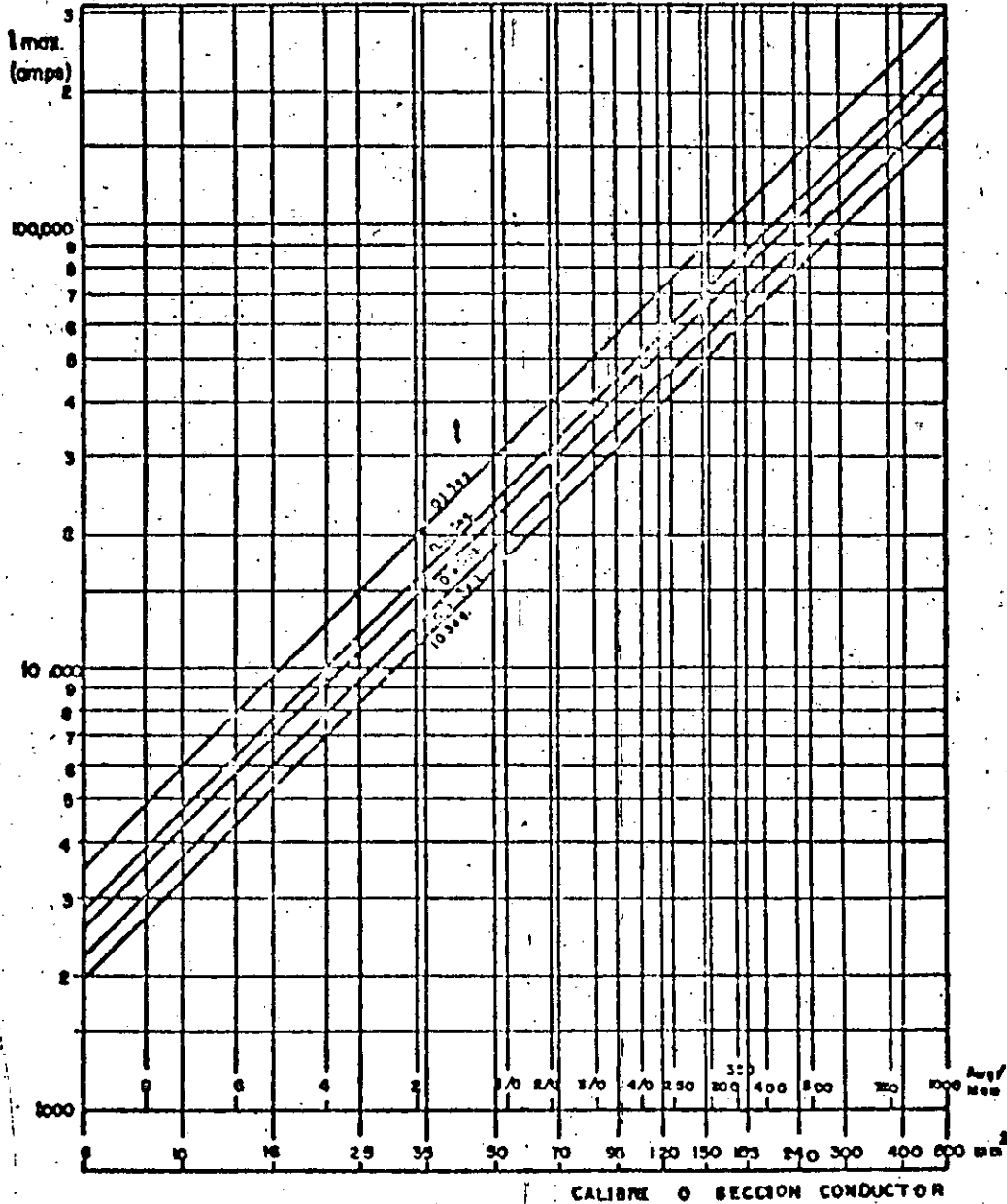
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Principio Básico Por brevísima duración del cortocircuito, calor generado en el conductor se absorbe en el mismo conductor sin pasar a las otras partes del cable.

Ecuación Básica

$$I_{cc} = \frac{330 S}{\sqrt{t}} \sqrt{\text{Log} \frac{T_2 + 234.5}{T_1 + 234.5}}$$

- I_{cc} = corriente efectiva del c.c. en amps.
- S = sección del conductor en mm²
- t = tiempo del c.c. en seg.
- T_2 = temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. en °C
- T_1 = temperatura del conductor antes del c.c.



Condiciones Supuestas en la Gráfica

$T_2 = 160^\circ\text{C}$

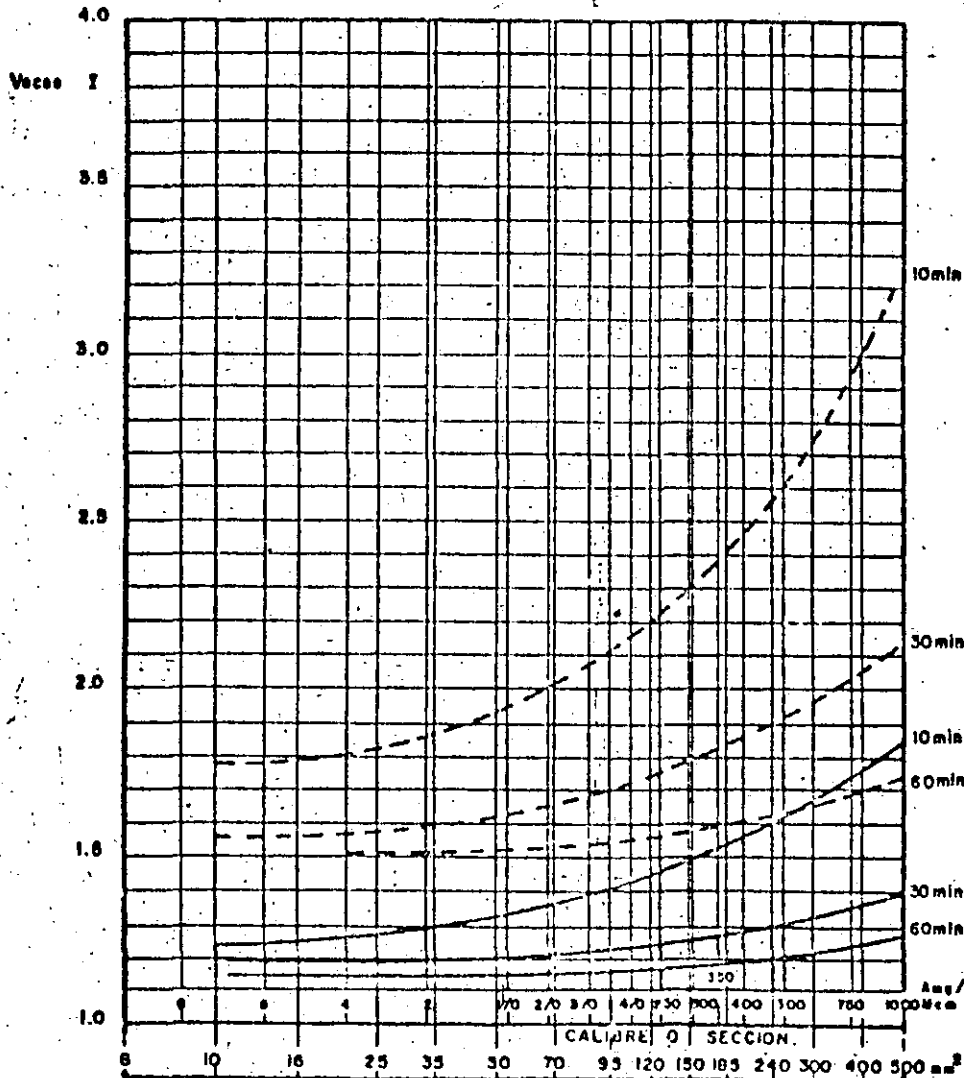
$T_1 = 85^\circ\text{C}$

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	PAG.: 13 DE: 22
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------	---------	--------------------



Principios Básicos

- a) Existe un tiempo de transición entre el momento en que se aplica una corriente al conductor y el tiempo en que se establece el flujo térmico hacia el exterior del cable. Aprovechando este transitorio se puede sobrecargar el cable durante corto tiempo
- b) La corriente de sobrecarga depende de la temperatura máxima de sobrecarga que se fija para cada tipo de cable y será mayor mientras más frío se encuentra el cable antes de iniciarse la sobrecarga.



Condiciones asumidas en la gráfica

- Cable caliente antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 75°C)
- - - - - Cable frío antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 35°C)
- Cable aéreo (sobrecarga puede ser 20% mayor en el cable subterráneo)
- Temperatura máxima de sobrecarga 90°C (aislamiento termoplástico)
- SI T máx. = 130°C (aislamiento elastomérico) factor 1.8 para cable caliente
1.2 para cable frío

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	PAG.: 12 DE: 22 emb
-----------------------------------	---------------------------------------	--	---------	---------	---



CONDUMEX, S.A.
 Avenida 140 no 720
 Mexico DF 067 141000

**GRAFICAS DE APLICACION DE LOS
 CONCEPTOS ANTERIORES**

CORRIENTE DE OPERACION NORMAL

**DIRECCION
 DIVISION
 POTENCIA**

//

Principios Básicos

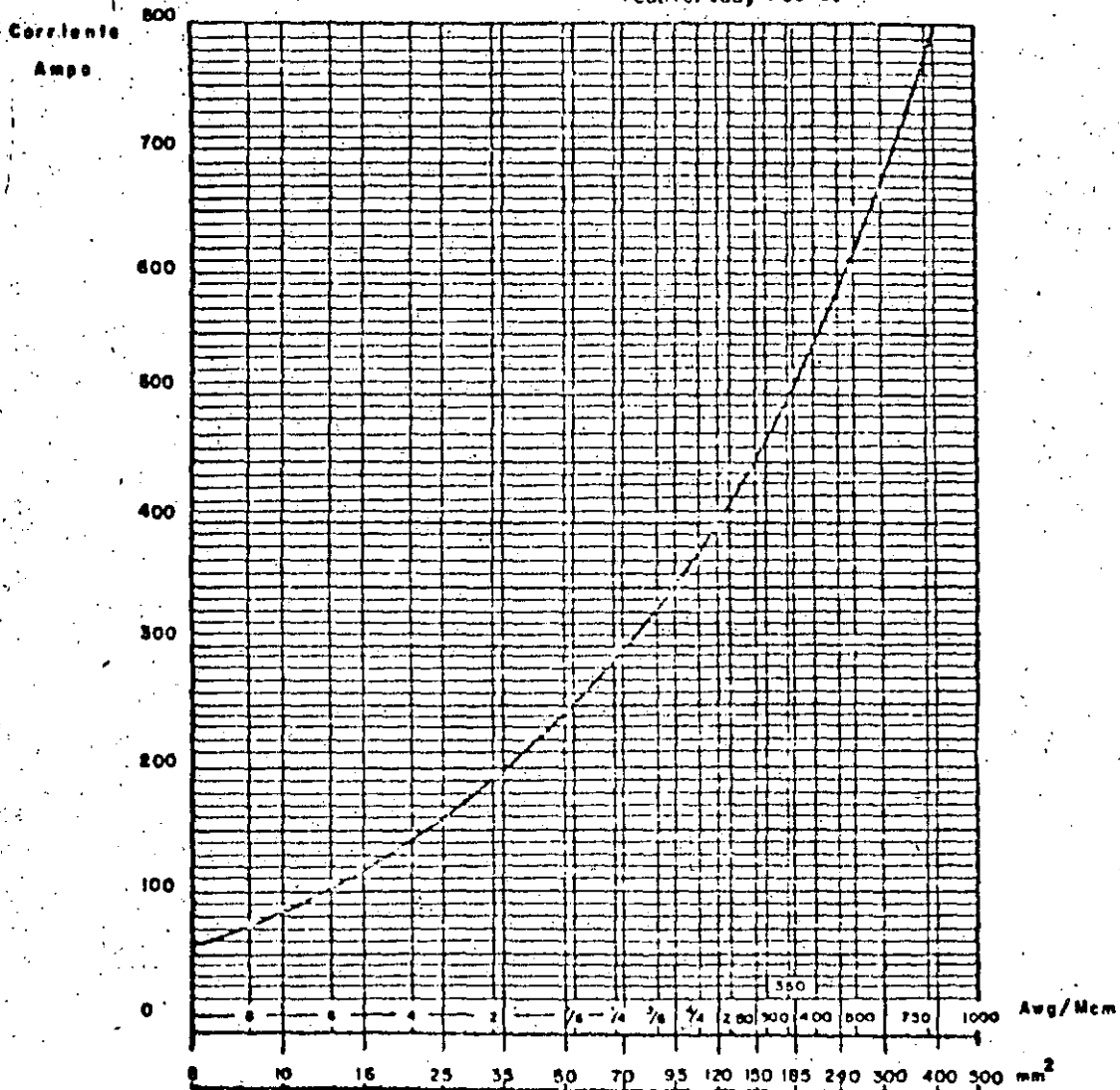
- a) El calor generado por efecto Joule en el conductor debe disiparse al exterior del cable venciendo las resistencias térmicas que presentan el aislamiento, la cubierta y el radio que rodea al cable.
- b) Varios cables juntos ejercen un calentamiento mutuo y limitan la corriente que puede llevar cada cable.
- c) En cables subterráneos el terreno no se calienta a la misma velocidad que el cable por lo que el cable puede admitir corrientes mayores si la carga es variable.

Ecuación Básica (Derivada de la Ley de Ohm Térmica)

$$I = \frac{T_c - T_a}{R_c + R_t}$$

T_c - Temperatura del conductor
 T_a - Temperatura ambiente

R_c - Resistencia eléctrica del conductor
 R_t - Suma resistencias térmicas aislamiento, cubiertas, medio.



Condiciones supuestas en la gráfica

- a) Temperaturas En cables subterráneos $T_c = 75^\circ\text{C}$
 $T_a = 25^\circ\text{C}$
 $T_c - T_a = 50^\circ\text{C}$
 En cables aéreos $T_c = 75^\circ\text{C}$
 $T_a = 35^\circ\text{C}$
 $T_c - T_a = 40^\circ\text{C}$
- b) Número de conductores 1
- c) Factor de carga 100%
- d) Instalación: Cables subterráneos : enterrados
 Cables aéreos : a la sombra

**Corriente o sección
 Factores de corrección para condiciones diversas**

Si $T_c - T_a = 60^\circ\text{C}$	factor 1.30
" 40°C	0.90
" 30°C	0.80
Si $T_c - T_a = 50^\circ\text{C}$	1.12
" 30°C	0.87
" 20°C	0.70
Si 3 conductores en contacto:	0.85
Si 6 " " "	0.80
Si 9 " " "	0.75
Si en ductos, factor	0.35
Si al sol, factor	0.70

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1970	PREPARÓ: Ing. Francisco Hawley	REVISÓ:	APROBÓ:	PAG.: 11 DE: 22
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------	---------	--------------------



CAIDA DE TENSION

Principio Básico

La caída de tensión en una línea de cables depende del calibre de los conductores, de la separación entre los mismos, de la longitud de la línea y de la corriente conducida.

Ecuación Básica

$$\Delta V = 1 k I (R \cos \phi + X_L \sin \phi)$$

ΔV = caída de tensión en volts

l = longitud de la línea en kms

$k = \sqrt{3}$ en sistema trifásico, 2 en sistema monofásico

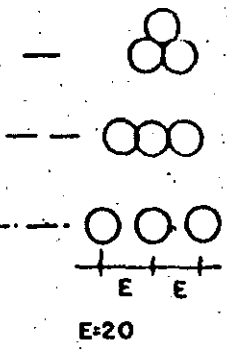
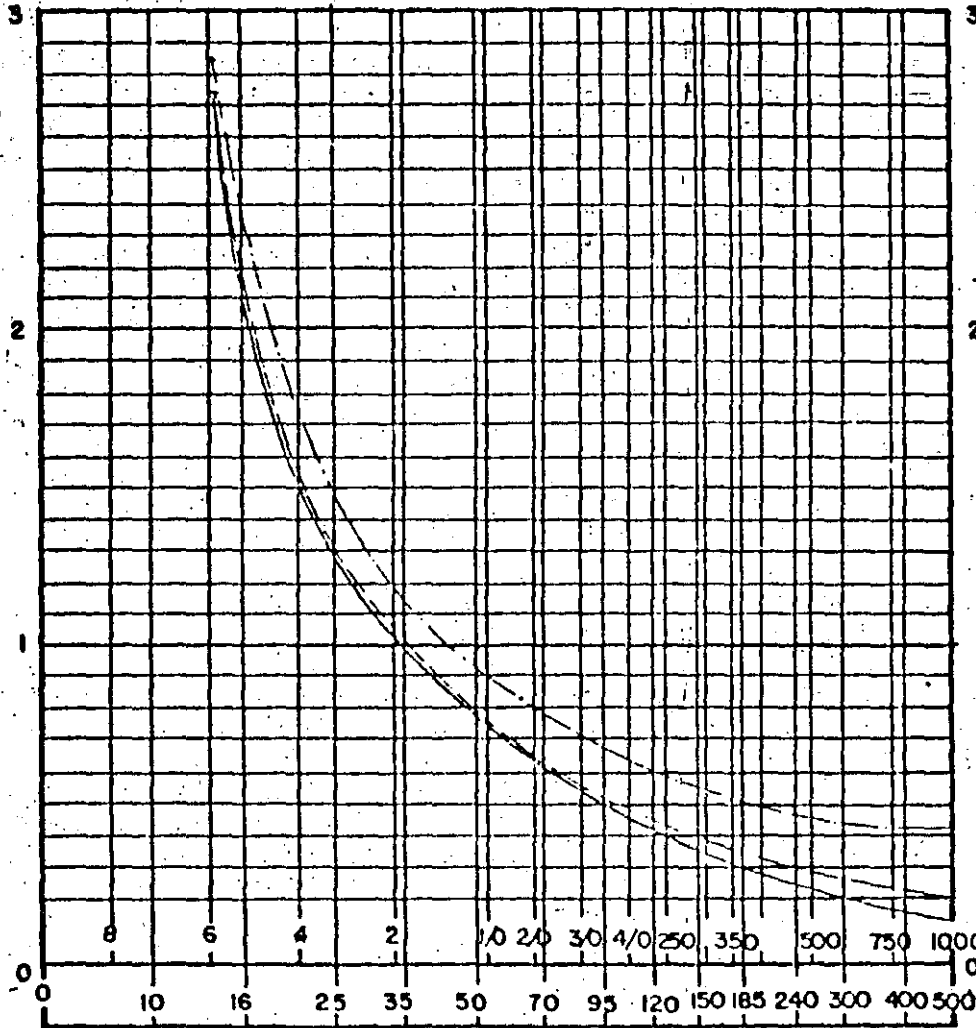
I = corriente transmitida por conductor en amps.

R = resistencia del conductor, en ohms/km

$\cos \phi$ y $\sin \phi$ = factor de potencia y factor reactivo

X_L = reactancia inductiva, en ohms/km, $2\pi f l$

Caída de
 Voltaje
 Ohm/km



Condiciones supuestas en la gráfica

- Sistema trifásico ($k = \sqrt{3}$). Para sistema monofásico multiplíquese por 1,16
- Factor de potencia $\cos \phi = 0,8$
- Frecuencia = 60 cps
- Temperatura de conductor = 75°C

Cómo usar la gráfica

Para obtener la caída de voltaje en volts, multiplíquese el valor tomado de la gráfica por la longitud de la línea en kms y la corriente por conductor en amps.

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	PAG.: 10 DE: 22 'cmb
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------	---------	----------------------------



Corto circuitos

Considerar que en el brevísimo tiempo del corto circuito el calor producido no tiene tiempo de dispersarse:

Calor producido = Calor absorbido

$$dq = w dt$$

$$dq = c V dt$$

↑ ↑
 Volumen

↑
 Capacidad térmica

$$I_{cc} = \frac{330 \cdot S}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{234.5 + T_2}{234.5 + T_1}}$$

S = sección del cond mm²

t = duración del cc en seg.

T₂ = Temp. max. del cond durante al-cc (de 160 °C a 250 °C dependiendo del aislamiento)

T₁ = Temp inicial del cond en °C

FECHA:

SUBSTITUYE A:

FIRMADO:

REVISADO:

APROBADO:

FEBRERO
 1980

ABRIL
 1979

Ing. Francisco Hawley

9

22

cmb



Temperatura ambiente

En la fórmula anterior se considera la temperatura máxima previsible del ambiente que rodea a los cables

Aire = 35 a 40 °C

Terreno = 20 a 25 °C

Resistencias Térmicas

Dieléctrico : $R_{td} = .0037 \rho_{td} \log \frac{da}{dc}$

$\rho_{td} = \begin{cases} 400 \text{ para EP} \\ 400 \text{ para poliet} \\ 600 \text{ para papel} \\ 700 \text{ para PVC} \end{cases}$

Cubierta: $R_{t_{cub}} = .0037 \rho_{t_{cub}} \log \frac{d_{ext\ cub}}{d_{int\ cub}}$

$\rho_{t_{terr}} = \begin{cases} 110 \text{ para concreto} \\ 75 \text{ arena compacta húmeda} \\ 100 \text{ arena compacta seca} \\ 120 \text{ arena suelta húmeda} \\ 200 \text{ arena suelta seca} \end{cases}$

Terreno: $R_{t_{terr}} = .0037 \rho_{t_{terr}} \log \frac{4P}{d_{ext\ cable}}$

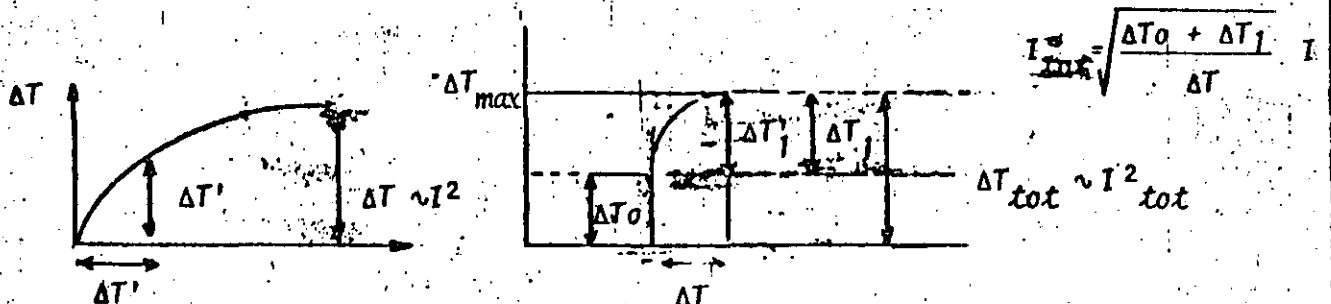
P = profundidad del cable bajo tierra

Factores que afectan la corriente que pueda llevar un cable

- 1) Presencia de otros cables.- Tiene el efecto de aumentar la temperatura del ambiente por el calor que generan
- 2) Factor de carga.- En cables subterráneos, si la carga es variable, el terreno no tiene tiempo de calentarse y puede admitirse corriente mayor

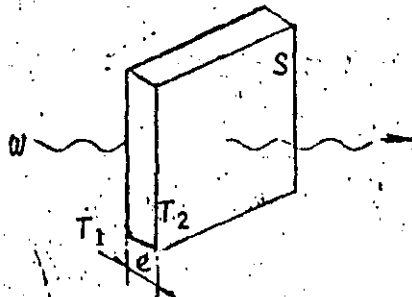
Sobrecargas

Considerar temperatura máxima de sobrecarga que fijan las normas de cables = 110 - 130 °C





Ley de Ohm Térmica



$$\Delta T = W R_t$$

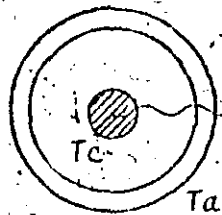
ΔT = calda de temp, °C

W = cant. de calor, Watts

R_t = resistencia térmica

$$= \rho_t \frac{l}{S} = \frac{^\circ C}{W} m \text{ (ohm-term)}$$

Derivación de la fórmula básica para la corriente que puede llevar un cable



$$T_c - T_a = (R_c I^2) \sum R_t \therefore I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R_c \sum R_t}} \text{ amps}$$

$W_c = R_c I^2$
 (considerando sólo pérdidas en el conductor)

$\sum R_t$ = suma resistencias térmicas del dieléctrico cubierta medio externo

Fórmula general para calcular la corriente de un cable

(Considerando pérdidas totales en cable de n conductores)

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a - \Delta T_d}{n [R_c R_{td} + (R_c + \Delta R) (R_{t_{cub}} + R_{t_{ext}})]}} \text{ amp}$$

T_c = temp cond en °C

n = número de cond

T_a = temp ambiente en °C

R_c = resist. cond en ohm/Km

$R_{td}, R_{t_{cub}}, R_{t_{ext}}$ = resistencias térmicas dieléctrico, cubierta, ext. en $\frac{^\circ C}{W} m$

$$\Delta T_d = R_{td} (W_c + \frac{W_d}{2})$$

Temperatura del conductor

En la fórmula anterior T_c es la temperatura máxima a la que puede trabajar el conductor sin afectar las propiedades del aislamiento

$T_c = 90^\circ C$ para aislam de EP o XLP

= $75^\circ C$ para polietileno

= $85^\circ C$ para papel

(consultense las especificaciones de los cables)

FECHA:

SUSTITUYER A:

PREPADO:

REVERO:

AFIRMADO:

FEBRERO
1980

ABRIL
1979

Ing. Francisco Hawley

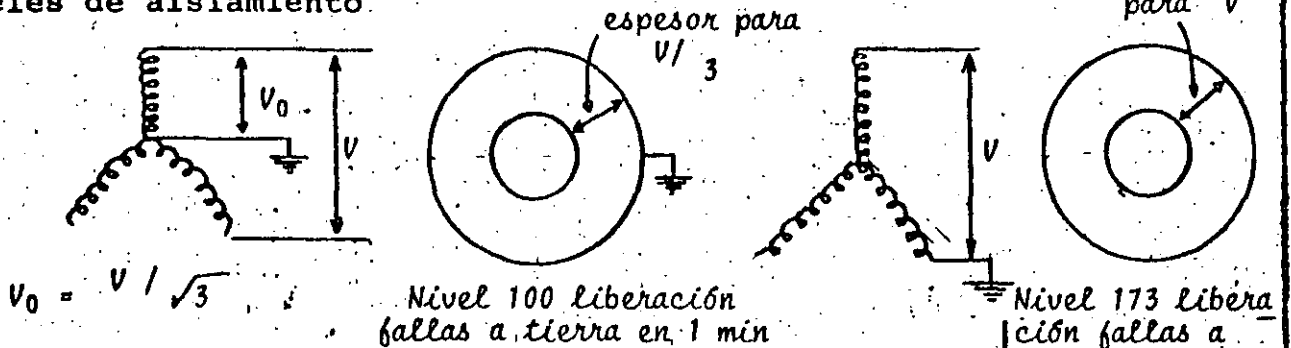
PAG: 7

DE: 22

*cub



Niveles de aislamiento



Pérdidas de potencia en un cable

Pérdidas totales = Suma de

- Pérdidas en conductor o conductores.
- Pérdidas en el dieléctrico
- Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas

Pérdidas en el conductor

Según la ley de Joule

$$W_c = R_c I^2 \cdot 10^{-3} \text{ watts/m} \quad \text{en cable unipolar}$$

$$= n R_c I^2 \quad \text{watts/m} \quad \text{en cable de } n \text{ conductores}$$

R_c = Resistencia conductor en ohms/Km

I = Corriente que transporta cada conductor, en amps

Pérdidas en el aislamiento o dieléctrico

$$W_d = 2\pi f c (KV)^2 \cot \varphi \cdot 10^{-3} \quad \text{watts/m}$$

c = capacitancia en $\mu F/Km$

KV = kilovolts aplicados entre cond. y tierra

$\cot \varphi$ = Factor de potencia del dieléctrico

Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas (en cables unipolares que permitan circulación de corriente en pantallas)

Como suelen ser el resultado de corrientes inducidas por la corriente que circula por el conductor suelen calcularse en función de ésta, como si se produjera un aumento aparente en la resistencia del conductor:

$$W_p = \Delta R \cdot I^2 \cdot 10^{-3} \quad \text{W/m}$$

$$\Delta R = R_p \frac{(2\pi f L_p / R_p)^2}{1 + (2\pi f L_p / R_p)^2} \quad \text{ohm/Km}$$

FECHA:

FEBRERO
1980

SUBSTITUYEA:

ABRIL
1979

PREPADO:

Ing. Francisco Hawley

REVISOR:

AUSENTE

PÁG. 6
DE 22

CUI

Efecto de la capacitancia

Es el de provocar una corriente capacitiva a través del dieléctrico que resulta con un adelanto de 90° con respecto a la tensión aplicada y que vale:

$$I_c = 2\pi f C V \cdot 10^{-6} \text{ amp/Km}$$

V en volts (voltaje entre cond y tierra)

C en $\mu\text{F/Km}$

Factor de potencia del aislamiento

Lo expresado en el párrafo anterior no se verifica exactamente en la práctica porque existe una corriente de pérdida I_p que sumada a la corriente capacitiva real I_c que resulta adelantada con respecto a V un ángulo φ menor de 90° :

$$\cos \varphi = \cot \varphi \text{ se llama "Factor de Potencia"}$$

= 0.01 en aislam. de papel

= 0.0005 en polietileno

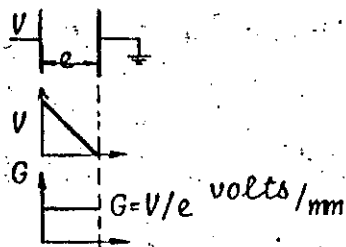
= 0.08 en PVC

Resistencia del aislamiento

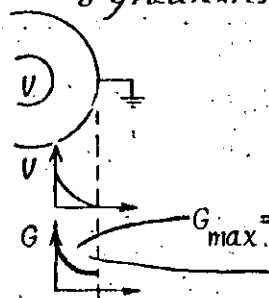
$$R \text{ de } A = K \log \frac{d_a}{d_c} \text{ M}\Omega\text{-Km}$$

K = constante que depende del aislamiento = $\begin{cases} 1500 \text{ papel} \\ 6000 \text{ poliet} \\ 300 \text{ PVC} \end{cases}$

Distribución de voltajes y esfuerzos eléctricos en el aislamiento



Rigidez dieléctrica



V = voltaje entre cond y tierra

d_c = Diámetro cond (mm)

d_a = Diámetro aislam (mm)

$$G_{\max} = \frac{0.87 V}{d_c \log \frac{d_a}{d_c}}$$

$$G_{\min} = \frac{0.87 V}{d_a \log \frac{d_a}{d_c}}$$

Es el gradiente o esfuerzo de ruptura del aislamiento. Normalmente es como el doble del gradiente de prueba de los cables y de 4 a 5 veces mayor que el gradiente de operación normal, que es el que se usa para seleccionar el espesor de aislamiento usando las fórmulas anteriores.

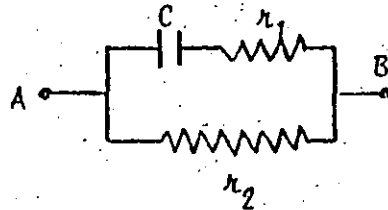
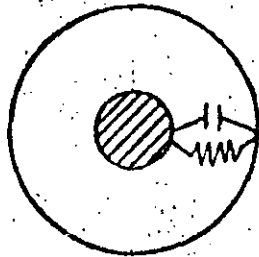
G de diseño = 4 Kv/mm en papel impregnado tipo sólido

12 Kv/mm en papel impregnado tipo presión de aceite

3 Kv/mm en polietileno



Representación gráfica del dieléctrico de un cable



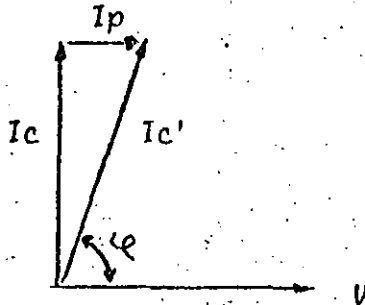
Circuito A - B consta de dos ramas en paralelo

La primera representa la capacitancia y las pérdidas del dieléctrico

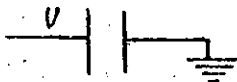
La segunda representa la componente de fuga (resistencia de aislamiento)

En un dieléctrico perfecto: $r_1 = 0$ $r_2 = \infty$

Representación vectorial del dieléctrico de un cable



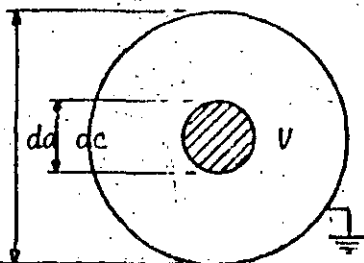
Capacitancia



Almacenamiento de energía eléctrica de dos electrodos entre los cuales se intercala un dieléctrico, cuando hay diferencia de potencial entre los electrodos

$$C = \frac{0.024 \epsilon}{\log \frac{da}{dc}}$$

ϵ = constante dieléctrica
 = relación capacitancia condensadores con un dieléctrico dado o con vacío como dieléctrico



$\epsilon = 3.6$ para papel 2.3 para polietileno
 6.0 para PVC



Resistencia del conductor = oposición al paso de la corriente

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

ρ = resistividad del material = $17.24 \frac{\text{ohm-mm}^2}{\text{Km}}$

a 20°C para el
 cobre

= 28.26 para el
 aluminio

$$R_{t^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha (T-20)]$$

$\alpha = 0.004$ para cobre y aluminio

T = Temp. en °C

k_1 = Factor de efecto piel

k_2 = Factor de efecto superficial

$k_1 \cdot k_2 \approx 1.02$ a 1.04

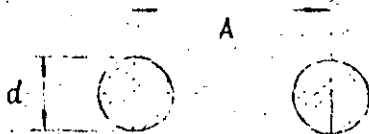
$$R_{CA} = R_{CD} \cdot k_1 \cdot k_2$$

INDUCTANCIA

Cuando en un conductor circula una corriente variable se crea un flujo magnético variable

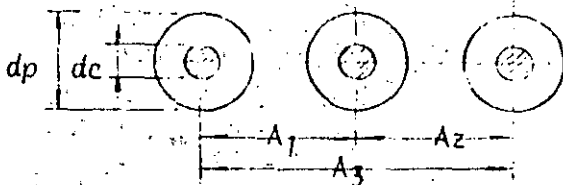
$$L = \frac{\phi}{I}$$

La inductancia de un cable es la suma de la inductancia propia o interna más la mutua



$$L = 0.05 + 0.46 \ln \frac{2A}{d} \quad \text{mH/Km}$$

(int) (ext)



$$\left\{ \begin{array}{l} L_{\text{cond}} = 0.05 + 0.46 \log \frac{2A}{dc} ; A = \sqrt[3]{A_1 A_2 A_3} \\ L_{\text{pant}} = 0.46 \log \frac{2A}{dp} \end{array} \right.$$

Reactancia inductiva

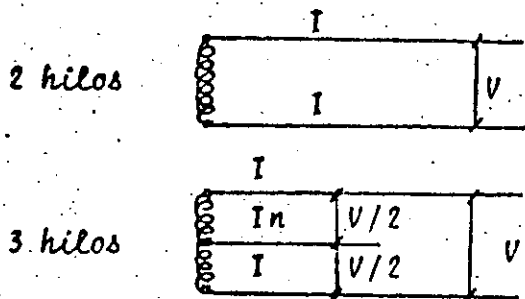
oposición al paso de la corriente por el flujo magnético cambiante

$$X_L = 2\pi f \cdot L \quad \text{ohm/Km} \quad \text{si } L \text{ en mH/Km}$$

f = frecuencia en ciclos/seg.



Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Monofásicos

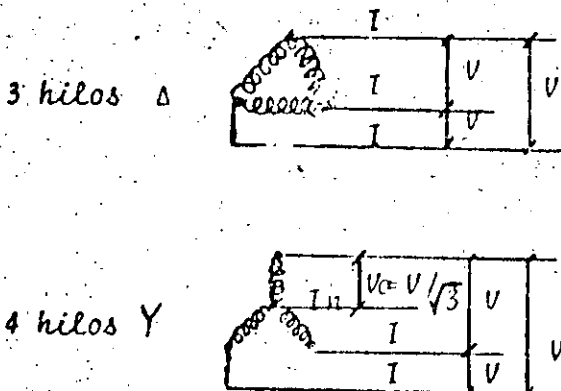


$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{V} = \frac{1000 \text{ KW}}{V \times \delta.p.} = \frac{746 \text{ HP}}{V \times \text{efic} \times \delta.p.}$$

(amps)

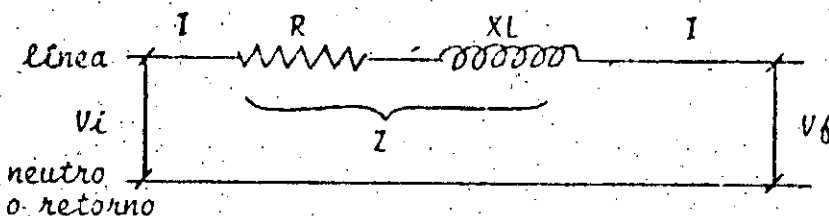
(V en volts)

Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Trifásicos

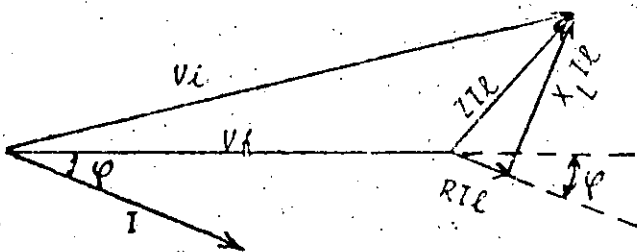


$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} V} = \frac{1000 \text{ KW}}{\sqrt{3} V \cdot \delta.p.} = \frac{746 \text{ HP}}{\sqrt{3} V \cdot \text{efic} \cdot \delta.p.}$$

Representación gráfica de una línea eléctrica (corta)



Representación vectorial de una línea eléctrica



FECHA: FEBRERO 1980	EJECUTIVO A: ABRIL 1979	PREPARADO: Ing. Francisco Hawley	REVISADO:	APROBADO:	PAG.: 2 DE: 22 *cmb
---------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	-----------	-----------	---------------------------



PUBLICACION MT-23/EN

C O N T E N I D O

- Apuntes sobre principios básicos de electricidad aplicables a cables de energía
- Gráficas de aplicación de conceptos anteriores
- Apuntes sobre elementos constructivos de cables de energía

FECHA:	SUSTITUYE A:	PREPARO:	REVISO:	APROBO:	PAG.: 1
FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Hawley			DE: 22



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONCEPTOS BASICOS SOBRE CABLES DE ENERGIA

ING. FRANCISCO HAWLEY

MARZO, 1984

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS
HASTA DE 600 V.

INTENSIDAD DE CORRIENTE A PLENA CARGA-DE MOTORES

POTENCIA		C D		C A (Mono fásico)		Motores de Inducción jau- la de ardilla y rotor de- vanado.			
						C A (Trifásico)			
KW	HP	120V	240V	115V	230V	115V	230V	460V	2300
0.12	1/6	---	---	4.4	2.2	---	---	---	---
0.19	1/4	3.1	1.6	5.8	2.9	---	---	---	---
0.25	1/3	4.1	2.0	7.2	3.6	---	---	---	---
0.37	1/2	5.4	2.7	9.8	4.9	4	2	1	---
0.56	3/4	7.6	3.8	13.8	6.9	5.6	2.8	1.4	---
0.74	1	9.5	4.7	16	8	7.2	3.6	1.8	---
1.12	1.5	13.2	6.6	20	10	10.4	5.2	2.6	---
1.50	2	17	8.5	24	12	13.6	6.8	3.4	---
2.24	3	25	12.2	34	17	---	9.6	4.8	---
3.73	5	40	20	56	28	---	15.2	7.6	---
5.60	7.5	58	29	80	40	---	22	11	---
7.46	10	76	38	100	50	---	28	14	---
11.20	15	---	55	---	---	---	42	21	---
14.92	20	---	72	---	---	---	54	27	---
18.65	25	---	89	---	---	---	68	34	---
22.40	30	---	106	---	---	---	80	40	---
29.85	40	---	140	---	---	---	104	52	---
37.30	50	---	173	---	---	---	130	65	---
44.80	60	---	206	---	---	---	154	77	16
56.85	75	---	255	---	---	---	192	96	20
74.60	100	---	341	---	---	---	248	124	26
93.25	125	---	425	---	---	---	312	156	31
112.00	150	---	506	---	---	---	360	180	37
150.00	200	---	675	---	---	---	480	240	49

Notas:

a) Los valores dados de intensidad de corriente a plena carga son para motores que giran a velocidades normales, con características nomiales de par resistente. Para motores construídos con características especiales de velocidad o par resistente, ver datos de placa.

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HAS-
TA DE 600 V. EJEMPLO

- d) Conductores de cobre cableados, con aislamiento termoplástico para 600 V y temperatura de operación de 75°C, tipo THW. (Tabla 302.4)*
- e) Corriente a plena carga de motores de inducción jaula de ardilla (hasta 6 polos, par normal) o de rotor devanado, de 3 fases, 440 V, 60 Hz, (Tabla 403.95)*
- f) Corriente corregida $I_c = \frac{1.25 I_{pc}}{0.82}$
 donde:
 1.25 I_{pc} es la ampacidad mínima del conductor (Art.403.14)*
 0.82 es el factor de corrección por temperatura ambiente (Tabla 302.4b)* 45°C.
- g) Tubería metálica rígida según norma de calidad DGN-J-16, grado B tipo 2. Area transversal ocupada por conductores: 35% máximo. Dimensionada para que tres conductores de control de 2 mm² (14 AWG) y tres conductores de fuerza, hasta de 21 mm² (4AWG) inclusive, se alojen en la misma tubería; los conductores de fuerza de 34 mm² (2 AWG) ó mayores se consideran alojados en tuberías independientes de las de control.

* Referencia NTIE.81

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HAS-
TA DE 600 V. EJEMPLOTABLA PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES Y DE TUBERIAS PARA ALIMENTAR
MOTORES.

Motor hp	Cond. AWG mm ² o (MCM)	Tubo ∅ mm	Longitud máxima m	Cond. (THW) AWG ó MCM	Tubo ∅ mm	Longitud máxima m
5	3 (12)	19	220	10	19	360
7.5	3 (12)	19	150	10	19	250
10	3 (12)	19	120	10	19	200
15	5 (10)	19	130	8	25	210
20	8 (8)	25	160	6	25	260
25	13 (6)	25	210	4	31	340
30	13 (6)	25	180	4	31	290
40	21 (4)	31	220	2	31	360
50	34 (2)	31	290			
60	34 (2)	31	240			
75	54 (1/0)	51	310			
100	85 (3/0)	51	380			
125	108 (4/0)	63	380			
150	152 (300)	63	460			
200	253 (500)	76	500			
	2-85 (2-3/0)*	2-51	390			
250	380 (750)	101	500			
	2-107 (2-4/0)*	2-63				

* Preferible instalar dos conductores por fase

APLICACION.-

Instalaciones aéreas en interiores o en exteriores, donde la temperatura ambiente (media diaria sea de 45°C ó menor y la temperatura máxima sea de 60°C ó menor).

CONSIDERACIONES DE DISEÑO.-

- Temperatura ambiente 45°C
- Caída de tensión máxima 4%
- Tensión de distribución 480 V, 3-∅

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE ALIMENTADORES ELÉCTRICOS HASTA
DE 600 V.

CÁLCULO DE CAIDA DE TENSION (e%)

Circuito	Fórmulas para calcular caída de tensión en %
1Ø, 127 V	$e\% = \frac{2 R}{127 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I$
1Ø, 220 V	$e\% = \frac{2 R}{220 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I$
3Ø, 220 V	$e\% = \frac{1.73 R}{220 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I$
3Ø, 440 V	$e\% = \frac{1.73 R}{440 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I$

donde: S = sección del conductor en mm².
 R = resistividad del conductor (cobre 0.0172 ohm-m/mm²)
 L = longitud en un solo sentido en m
 I = corriente a plena carga en A

Para facilitar las operaciones de estas fórmulas pueden usarse las siguientes constantes:

Dichas constantes se multiplicarán por (I) y por (L).

CONDUCTOR		3Ø, 440V	3Ø, 220V	1Ø, 220V	1Ø, 127V
mm ²	AWG ó MCM				
2	14	0.00 344	0.00 688	0.00 790	0.01 376
3	12	0.00 216	0.00 422	0.00 496	0.00 864
5	10	0.00 136	0.00 272	0.00 313	0.00 544
8	8	0.00 085	0.00 170	0.00 195	0.00 340
13	6	0.00 050	0.00 100	0.00 115	0.00 200
21	4	0.00 034	0.00 068	0.00 078	0.00 136
34	2	0.00 021	0.00 042	0.00 042	0.00 084
54	1/0	0.00 013	0.00 026	0.00 030	0.00 052
67	2/0	0.00 010	0.00 020	0.00 023	0.00 040
85	3/0	0.00 008	0.00 016	0.00 018	0.00 032
107	4/0	0.00 007	0.00 014	0.00 016	0.00 028
127	250	0.00 006	0.00 012	0.00 014	0.00 016
152	300	0.00 005	0.00 010	0.00 011	0.00 020
178	350	0.00 004	0.00 008	0.00 009	0.00 016
253	500	0.00 003	0.00 006	0.00 007	0.00 012

Nota 3. Los valores de la columna "Al aire" se refieren al caso de conductores instalados sobre aisladores, o bien sobre charolas ventiladas. En la columna "En tubería o cable" se incluyen los demás métodos de instalación autorizados.

Nota 4. Cuando los conductores desnudos se usan como conductores de puesta a tierra y se encuentran instalados junto a conductores aislados, sus capacidades de corriente deben limitarse a las permitidas para los conductores aislados del mismo calibre.

Nota 5. Cuando en un grupo de conductores se tengan aislamientos para temperaturas máximas diferentes, la temperatura límite del grupo debe determinarse por la menor de ellas.

(Continúa de pág. 69)

daño mecánico por medios tales como placas metálicas, losas de concreto, ductos, etc.

d) Corrosión. Los conductores expuestos a vapores, aceites, grasas, gases, humos y otras sustancias que puedan deteriorar al conductor o a su aislamiento, deben ser del tipo aprobado para este propósito.

e) Calibre mínimo. Los alambres y cables de instalaciones de utilización no deben ser menores que el No. 14 AWG (2.08 mm^2), salvo los casos de excepción que consideran algunas secciones de estas Normas Técnicas. No se incluyen en esta disposición los conductores usados en circuitos de comunicaciones, control y señalización.

f) Cables. Los conductores No. 8 AWG (8.37 mm^2) o mayores, instalados en canalizaciones, deben ser cables (o sea, formados por varios hilos trenzados), excepto cuando se usen como barras colectoras.

g) Conductores en paralelo. Cuando se usen conductores en paralelo, deben tener las mismas características físicas, o sea, igual longitud, igual tipo de aislamiento, el mismo material del conductor, con la misma sección transversal; así como unirse firmemente en sus extremos para asegurar una distribución uniforme de corriente entre los mismos conductores.

302.6 Identificación de conductores.

Todos los conductores deben marcarse con la siguiente información:

a) La máxima tensión de operación para la cual ha sido aprobado el conductor.

b) La letra o letras que indican el tipo o clase de ^{aislamiento} ~~alambre o cable~~ como se ha especificado en la Tabla 302.3.

c) El nombre del fabricante, industria u otra marca distintiva de la organización responsable del producto, que se identifique fácilmente.

- d) El calibre AWG o el área en MCM, y en mm^2
- e) Número de autorización de la Secretaría para su venta y uso.

302.7 Método de marcado.

a) Rotulado. Los siguientes conductores deben llevar marcas durables sobre la superficie a intervalos que no excedan de 30 centímetros:

- Conductores con aislamiento de hule o termoplástico.
- Cables multiconductores con cubierta exterior no metálica.

b) Cinta de identificación. Los cables multiconductores con cubierta metálica pueden llevar una cinta de identificación en el interior y en toda su longitud.

c) Etiquetado. Los siguientes conductores pueden marcarse por medio de etiquetas impresas fijadas al rollo, carrete o caja de empaque:

- Cordon flexible.
- Alambre para tableros.
- Cable de un solo conductor con cubierta metálica.
- Conductor con superficie exterior de asbesto.

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	110 °C		125 °C		200 °C	
	AVA, AVL		AI, SA, AIA		A, AA, FE, PB	
	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
Tipos						
Calibre AWC MCM						
350	390	610	420	655	-	-
400	420	665	450	710	-	-
500	470	765	500	815	-	-
600	525	855	545	910	-	-
700	560	940	600	1 005	-	-
750	580	980	620	1 045	-	-
800	600	1 020	640	1 085	-	-
900	-	-	-	-	-	-
1 000	680	1 165	730	1 240	-	-

(Véanse las notas de esta tabla en la siguiente página).

Notas de la Tabla 302.4

Nota 1. Los valores de la Tabla 302.4 son aplicables cuando se tienen 3 conductores como máximo alojados en una canalización o en un cable multiconductor. Para un número mayor de conductores, deben aplicarse los siguientes factores de corrección (excepto en casos específicos en que se indique lo contrario):

Tabla 302.4a). Factores de corrección por agrupamiento

Número de conductores	Por ciento del valor indicado En la tabla 302.4
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
Más de 42	50

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una canalización, los factores de corrección por agrupamiento anteriores deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado.

En el caso de un conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores, como en el caso de los circuitos normalmente equilibrados de tres o más conductores, no se debe afectar su capacidad de corriente con los factores indicados en esta tabla.

Nota 2. Los valores de la Tabla 302.4 deben corregirse para temperaturas ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) mayores de 30°C, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 302.4b). Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el aislamiento, °C						
	60	75	85	90	110	125	200
31-40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.94	0.95	-
41-45	0.71	0.82	0.85	0.87	0.90	0.92	-
46-50	0.58	0.75	0.80	0.82	0.87	0.89	-
51-55	0.41	0.67	0.74	0.76	0.83	0.86	-
56-60	-	0.58	0.67	0.71	0.79	0.83	0.91
61-70	-	0.35	0.52	0.58	0.71	0.76	0.87
71-80	-	-	0.30	0.41	0.61	0.68	0.84
81-90	-	-	-	-	0.50	0.61	0.80
91-100	-	-	-	-	-	0.51	0.77
101-120	-	-	-	-	-	-	0.69
121-140	-	-	-	-	-	-	0.59

Continúa TABLA 302.4
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

76

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM (mm ²)	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
152 300	240	375	285	445	300	480	300	480
178 350	260	420	310	505	325	530	325	530
203 400	280	455	335	545	360	575	360	575
253 500	320	515	380	620	405	660	405	660
304 600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
380 750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
506 1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

Continúa TABLA 302.4
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	110 °C		125 °C		200 °C	
Tipos	AVA, AVL		AI, SA, AIA		A, AA, FEPE	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	30	40	30	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	200	305	225	325
00	215	330	230	355	250	370
000	245	385	265	410	285	430
0000	275	445	310	475	340	510
250	315	495	335	530	-	-
300	345	555	380	590	-	-

NIRE-31

77

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Cambray Barnizado	V	85	Asbesto y Cambray Barnizado	No metálica	Locales secos
				Forro de plomo	Locales húmedos y secos
Asbesto y Cambray Barnizado	AVB	90	Asbesto impregnado y Cambray Barnizado	Malla de algodón retardadora de flama	Alambrado de tableros en locales secos
	AVL	110		Forro de plomo	Locales húmedos y secos
	AVA	110		Malla de asbesto o vidrio	Locales secos
Asbesto	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente, instalaciones a la vista. En instalaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior
	AI	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V.
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas o con permiso especial

* Estos tipos corresponden a cables multiconductores cuya designación se refiere a las características de la cubierta o forro del cable y no a la del aislamiento del conductor.

TABLA 302.4
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
	Tipos		Tipos		Tipos		Tipos	
	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RHH, RHW, RUII, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVR, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre 2 AWG (mm) MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
2 14	15	20	15	20	25	30	25	30
3 12	20	25	20	25	30	40	30	40
5 10	30	40	30	40	40	55	40	55
8 8	40	55	45	65	50	70	50	70
13 6	55	80	65	95	70	100	70	100
21 4	70	105	85	125	90	135	90	135
34 3	80	120	100	145	105	155	105	155
34 2	95	140	115	170	120	180	120	180
	110	165	130	195	140	210	140	210
54 0	125	195	150	230	155	245	155	245
67 00	145	225	175	265	185	285	185	285
85 000	165	260	200	310	210	330	210	330
107 0000	195	300	230	360	235	385	235	385
127 250	215	340	255	405	270	425	270	425

NITE-31

Tabla 302.3

Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule Resistente al calor	RH RHH	75 90	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule Resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor	RUB	75	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUW	60	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Termoplástico duplex resistente a la humedad	TWD	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico resistente al calor, con cubierta de Nylon	THJN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedos
		90			Aplicaciones especiales en equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor, con cubierta de Nylon	THWN	60	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales con grasas, aceite y gasolina
		75			Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad (doble forro)	DF *	75	Termoplástico, resistente a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos y húmedos Hasta 1 000 V.

• Tipos mas usados en edificios

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Termoplástico resistente a la humedad y a la corrosión (cable plano bipolar o tripolar)	NMC *	90	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	No metálica, resistente a la humedad, a los hongos, a la corrosión y retardadora de la flama	Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad, para alumbrado industrial	NMC-ASP *	60	Termoplástico resistente a la humedad y retardador de la flama	No metálica, resistente a la humedad y retardadora de la flama	Alumbrado industrial
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor	XIIIW	75	Poliétileno vulcanizado	No metálica, resistente a la humedad	Locales húmedos y directamente enterrados
		90		Ninguna	Locales secos
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, para máquinas herramientas	MTW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la flama	Ninguna o Nylon	Locales húmedos y alumbrado en máquinas herramientas
		90			Locales secos, alumbrado en máquinas herramientas
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto	No metálica retardadora de la flama	Alumbrado de tableros de distribución solamente
Termoplástico y malla de fibra	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama	Sólo alumbrado de tableros

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Sintético resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Sólo alumbrado de tableros
Aislante mineral cubierta metálica	MI	85	Oxido de magnesio	Cobre	Locales húmedos y secos
		250			Temp. max. de operación para aplicaciones especiales
Silicón Asbesto	SA	90	Hule Silicón	Asbesto o vidrio	Locales secos
		125			Temp. max. de operación para aplicaciones especiales
Etileno propileno	EP	90	Etileno Propileno	No metálica, resistente a la humedad y al calor y retardadora de la flama	Locales húmedos y secos y directamente enterrados
Etileno Propileno Fluorinado	FEP	90	Etileno Propileno Fluorinado	Ninguna	Locales secos
	FEPB	200	Etileno Propileno Fluorinado	Malla de vidrio o malla de asbesto	Aplicaciones especiales en locales secos

SECCION 302 – CONDUCTORES DE USO GENERAL.

302.1 Aplicación.

Esta sección trata de los conductores de mayor uso en instalaciones de utilización; sus requisitos se refieren principalmente a conductores aislados y establecen, en general, la forma en que éstos se designan, su capacidad de corriente, sus modos de uso y la forma en que deben estar marcados.

Éstos requisitos no se aplican a los conductores que formen parte integrante de equipos tales como motores, arrancadores de motores y equipos similares.

302.2 Uso de conductores desnudos.

En instalaciones de utilización, pueden usarse conductores desnudos en los siguientes casos:

- a) Para conductor de puesta a tierra, dentro de la misma canalización de los conductores aislados del circuito o bien llevando en forma independiente, como se indica en la Sección 206.
- b) En líneas aéreas, en el exterior de edificios.

302.3 Uso de conductores aislados.

Los conductores que se empleen en instalaciones de utilización deben estar aislados, de acuerdo con su tensión de servicio y condiciones de operación, excepto en los casos que se mencionan en el artículo 302.2 anterior.

La Tabla 302.3 muestra los tipos de conductores aislados más comunes, para tensiones hasta de 600 volts, y las características de su aislamiento. Estos conductores deben usarse de manera que no sobrepasen la temperatura máxima de operación indicada en la misma Tabla 302.3 para el tipo de aislamiento de que se trate.

302.4 Capacidad de corriente en conductores aislados.

La Tabla 302.4 indica los valores de capacidad de corriente para conductores de cobre aislados, de acuerdo con el tipo de aislamiento y la forma de instalación. Los valores de esta tabla deben corregirse, como se indica a continuación, por un mayor agrupamiento de los conductores o por un aumento en la temperatura ambiente.

- a) Factores de corrección por agrupamiento. La Tabla 302.4 a) muestra los factores de corrección que deben aplicarse cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor, es mayor de 3.
- b) Factores de corrección por temperatura ambiente. La Tabla 302.4 b) muestra los factores de corrección que deben aplicarse para condiciones de temperatura ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) de 31°C o mayor.

302.5 Aplicaciones de conductores aislados

- a) Las aplicaciones de los distintos tipos de conductores aislados se muestran en la Tabla 302.3
- b) Locales o lugares mojados. Los conductores aislados que se usen en locales o lugares mojados o donde haya condensación o acumulación de humedad dentro de las canalizaciones, deben tener aislamiento resistente a la humedad o bien una cubierta exterior de tipo aprobado para estas condiciones de trabajo.

Dichos conductores no son adecuados para enterrarse directamente, a menos que se trate de un tipo específicamente aprobado para este uso.

- c) Conductores subterráneos. Los conductores que se instalen enterrados directamente o en canalizaciones subterráneas, deben ser del tipo adecuado y aprobados para tal uso. Cuando sea necesario, deben protegerse contra

4.0 USO Y APLICACION DE CONDUCTORES PARA TENSIONES HASTA 600V.

Todas las instalaciones eléctricas deben cumplir con los requisitos que marcan las "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" (NTIE 81) elaboradas por la SECOFIN, para aplicación en la República Mexicana.

La Sección 302 de las Normas, referente a los conductores electricos, se reproduce en las siguientes páginas.

5.0 CAIDA DE TENSION

El Artículo 203.3 (NTIE 81) trata sobre la máxima caída de tensión que pueden tener los conductores:

- a) desde la entrada de servicio hasta el dispositivo de protección de sobrecorriente de los circuitos derivados
caída de tensión máxima (e%): 3%
- b) caída de tensión total en alimentadores y circuitos derivados 5%.

La caída de tensión producida en los circuitos está en función de las siguientes variables:

- a) corriente que transporta el conductor
- b) longitud del circuito
- c) material del conductor (cobre o aluminio)
- d) tensión de distribución y número de fases

En las siguientes páginas se reproducen las fórmulas para el cálculo de caída de tensión así como constantes para facilitarlos y ejemplo de aplicación.

b. - PRUEBAS DE CALIFICACION

Estas se efectúan para comprobar que el fabricante es capaz de proporcionar cables con la totalidad de características de funcionamiento deseadas.

Las pruebas de cables de 5 a 15 KV se efectúan en cables de 15 KV con espesor de aislamiento de 4.4 a 5.6 mm.

Las pruebas de cables de 5 a 35 KV se efectúan en cables de 35 KV con el espesor de aislamiento indicado en la Tabla No. 3.6.4 b (Espesor de aislamiento, tensiones de prueba y calibres de conductor).

Para pruebas de 46 KV se prueba una muestra con espesor de aislamiento de 11.3 ó 14.7 mm.

PRUEBA DE ALTA TENSION LARGA DURACION

Esta se realiza en muestras de cables de 15 KV y mayores.

Para cumplir los requisitos mínimos de calificación, la muestra del cable debe soportar 4 horas a 8 KV/mm y la primera hora a 12 KV/mm.

PRUEBA DE TENSION DE IMPULSO A LA RUPTURA

Para efectos de esta especificación, los valores de tensión de NBA, o valores de impulso que deben soportar los cables son los siguientes:

TENSION NOMINAL DEL CABLE KV	TENSION NBA KV
5	60
8	95
15	110
25	150
28	150
35	200
46	250
69	350

PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO CICLICO

Esta prueba se efectúa a muestras de cables para 15 KV y mayores, al final del primer día y en cada período de 7 días se miden y registran las descargas parciales en picocoulombs a la temperatura de prueba especificada; asimismo, se registra el factor de disipación a la tensión nominal a tierra.

PRUEBA DE ESTABILIDAD DE LA RESISTENCIA DE LAS PANTALLAS SEMI-CONDUCTORAS EXTRUIDAS

Pantalla sobre el conductor: La estabilidad de la resistencia no debe exceder de 100,000 ohms-cm en ninguna lectura.

Pantalla-cubierta sobre el aislamiento: La resistividad de las pantallas o cubiertas semi-conductoras sobre el aislamiento no debe exceder de 50,000 ohms-cm en ninguna lectura.

c. - PRUEBAS EN EL CAMPO

— En cualquier momento durante la instalación se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 75% de lo indicado en la Tabla 3.6.4.b, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

— Después de la instalación y antes de que el cable sea puesto en servicio normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 80% del indicado en la misma tabla, aplicado directamente durante 15 minutos consecutivos.

— Después de que el cable ha sido puesto en operación normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 65% del indicado en la misma tabla, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.- 4.1971.

3.6.3 pruebas a cable terminado

En cables terminados se efectúan dos tipos de pruebas: Pruebas de Aceptación y Pruebas de Calificación.

a.— PRUEBAS DE ACEPTACION

Prueba de Tensión.— Se emplean tensiones de prueba en corriente alterna (5 min.) y en corriente directa (15 min.), cuyos valores se dan más adelante.

Resistencia de Aislamiento.— Deberán tener una resistencia de aislamiento a 15.6°C no menor de la que resulte de calcularla con una constante $K = 6100$ (en Megohm-Km).

Descargas Parciales.— La descarga parcial máxima en pico-coulombs (pC) no debe exceder los valores dados por la ecuación:

$$pC = 5 + \left(\frac{V_T}{V_{RG}} - 1.5 \right) \times 30$$

donde:

V_T = tensión de prueba.

V_{RG} = tensión nominal de fase a tierra.

La fórmula es aplicable cuando la cantidad entre paréntesis no es menor que cero.

PRUEBA DE DESCARGAS PARCIALES

RELACION V_T/V_{RG}		1.5	2.0	2.5	3.0
TENSION NOM. DEL CABLE EN KV	TENSION A TIERRA (V_{RG}) EN KV	PRUEBA DE TENSION (V_T) EN KV CORRESPONDIENTE A V_T/V_{RG}			
5	2.9	4.3	5.8	7.2	8.6
8	4.6	6.9	9.2	11.5	13.8
15	8.7	13.0	17.3	21.6	26.0
25	14.4	21.6	28.8	36.0	43.2*
28	16.2	24.2	32.3	40.4	48.4*
35	20.2	30.3	40.4	50.5	60.6*
46	26.5	39.8	53.1	66.3	•
69	40.0	60	80	•	—
Descarga máxima permisible en pico coulombs		5	20	35	50

Los cables deben probarse en las tensiones correspondientes a las cuatro relaciones de tensión V_T/V_{RG} .

*La tensión de prueba V_T no debe exceder de la tensión de prueba en corriente alterna especificada para los diferentes espesores de aislamiento.

Adherencia entre el Aislamiento y la Pantalla Semiconductora Extruída sobre el Aislamiento.— La fuerza necesaria para retirar la capa semiconductora del aislamiento debe estar dentro de los límites indicados en la tabla siguiente:

TIPO DE PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO	CABLES DE 5 A 35 KV		CABLES DE 46 A 69 KV
	TENSION EN Kgf		TENSION EN Kgf
	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
Termoplástica	1.8	9.1	5.5
Termofija	1.8	12.7	5.5

Estabilidad Estructural.— Debe hacerse sobre muestras de cable con tensiones nominales de 15KV y mayores.

Estabilidad Dimensional.— La proyección axial del conductor fuera del aislamiento no debe exceder de 4.1 mm. en ninguno de los extremos para cables de 5 a 35KV. Los valores medidos en cables de 46 a 69 KV se registran como información únicamente.

Cavidades y Contaminantes en el Aislamiento e Irregularidades en la Pantalla sobre el Conductor.— Las muestras cortadas en rodajas no deben tener los siguientes defectos:

— Cavidades mayores de 0.125 mm. El número de cavidades de 0.05 mm y mayores no debe exceder de 2 por cm^3 .

— Cualquier contaminante mayor de 0.25 mm. El número de contaminante no debe exceder de 11 por cm^3 .

— Cualquier material translúcido que sea mayor de 1.25 mm en su proyección sobre un vector radial.

— Cualquier proyección o irregularidad que salga más de 0.25 mm de la superficie de la pantalla extruída sobre el conductor.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.4, 1971.

TABLA I
CABLES DE ALUMINIO (AAC)

14

Código Mundial	Calibre			Cableado		Diámetro Total mm	Tensión de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C. 60 Ohms/Km	Peso Kg./Km	Amperes *
	AWG --- CM	mm ²	Equiv en Cobre	Numero de Alambres y Diámetro						
Peachbell	6	13.287	8	7 x 1.554	4.673	752	2.2211	36.4	100	
Rose	4	21.156	6	7 x 1.960	5.892	397	1.3949	58.0	140	
Iris	2	33.604	4	7 x 2.473	7.416	606	0.87823	92.7	180	
Pansy	1	42.376	3	7 x 2.776	8.331	737	0.69653	116.2	200	
Poppy	1/0	53.470	2	7 x 3.119	9.347	894	0.55193	146.5	230	
Aster	2/0	67.402	1	7 x 3.507	10.515	1125	0.43786	184.8	270	
Phlox	3/0	85.011	1/0	7 x 3.931	11.785	1363	0.34716	233.1	300	
Oxlip	4/0	107.199	2/0	7 x 4.417	13.258	1719	0.27532	293.9	340	
Sneezewort	250.000	126.678	157.200	7 x 4.800	14.401	2032	0.23298	347.3	450	
Valerian	250.000	126.678	157.200	19 x 2.913	14.579	2045	0.23298	347.3	450	
Daisy	266.800	135.127	3/0	7 x 4.960	14.884	2165	0.21841	370.5	460	
Laurel	266.800	135.127	3/0	19 x 3.009	15.062	2177	0.21841	370.5	460	
Peony	300.000	151.967	188.700	19 x 3.192	15.976	2404	0.19420	416.7	490	
Tulip	336.000	170.409	4/0	19 x 3.380	16.916	2694	0.17319	467.3	530	
Daffodil	350.000	177.310	220.000	19 x 3.446	17.246	2803	0.16644	486.3	545	
Canna	397.500	201.369	250.000	19 x 3.675	18.389	3120	0.14656	551.3	590	
Goldentuff	450.000	227.943	283.000	19 x 3.909	19.558	3460	0.12947	625.1	640	
Cosmos	477.000	241.617	300.000	19 x 4.023	20.142	3669	0.12214	662.7	670	
Syringa	477.000	241.617	300.000	37 x 2.882	20.193	3900	0.12214	662.7	670	
Zinnia	500.000	253.291	314.000	19 x 4.119	20.599	3846	0.11651	694.7	690	
Hyacinth	500.000	253.291	314.000	37 x 2.951	20.650	4086	0.11651	694.7	690	
Dahlia	556.500	281.929	350.000	19 x 4.345	21.742	4282	0.10468	773.1	730	
Mistletoe	556.500	281.929	350.000	37 x 3.114	21.793	4458	0.10468	773.1	730	
Meadowsweet	600.000	303.924	377.000	37 x 3.233	22.631	4808	0.09710	833.5	750	
Orchid	636.000	327.177	400.000	37 x 3.329	23.317	5098	0.09160	883.5	780	
Heuchera	650.000	329.272	409.000	37 x 3.365	23.571	5211	0.08967	903.0	800	
Verbena	700.000	354.621	440.000	37 x 3.493	24.466	5611	0.08322	972.5	830	
Flag	700.000	354.621	440.000	61 x 2.720	24.485	5833	0.08322	972.5	830	
Violet	715.500	362.490	450.000	37 x 3.533	24.739	5733	0.08141	994	840	
Nasturtium	715.500	362.490	450.000	61 x 2.750	24.765	5964	0.08141	994	840	
Petunia	750.000	379.905	472.000	37 x 3.616	25.323	5892	0.07768	1042	870	
Cattail	750.000	379.905	472.000	61 x 2.816	25.349	6128	0.07768	1042	870	
Arbutus	795.000	402.738	500.000	37 x 3.723	26.060	6246	0.07328	1104	900	
Lilac	795.000	402.738	500.000	61 x 2.900	26.111	6500	0.07328	1104	900	
Cockscomb	900.000	455.950	566.000	37 x 3.967	27.736	6926	0.06472	1250	970	
Snapdragon	900.000	455.950	566.000	61 x 3.086	27.787	7212	0.06472	1250	970	
Magnolia	954.000	483.298	600.000	37 x 4.079	28.549	7339	0.06106	1325	1010	
Goldenrod	954.000	483.298	600.000	61 x 3.177	28.600	7647	0.06106	1325	1010	
Hawkweed	1'000.000	506.586	629.000	37 x 4.175	29.235	7693	0.05825	1389	1040	
Camellia	1'000.000	506.586	629.000	61 x 3.251	29.260	8051	0.05825	1389	1040	
Bluebell	1'033.500	523.546	650.000	37 x 4.246	29.718	7951	0.05637	1435	1060	
Larkspur	1'033.500	523.546	650.000	61 x 3.307	29.768	8282	0.05637	1435	1060	
Margold	1'113.000	563.794	700.000	61 x 3.431	30.886	8917	0.05234	1546	1100	
Hawthorn	1'192.500	604.107	750.000	61 x 3.550	31.953	9525	0.04885	1656	1160	
Narcissus	1'272.000	644.355	800.000	61 x 3.657	33.020	9979	0.04580	1765	1200	
Columbine	1'351.500	684.990	850.000	61 x 3.782	34.036	10614	0.04308	1878	1250	
Carnation	1'431.000	724.980	900.000	61 x 3.891	35.026	11022	0.04070	1987	1300	
Gladiolus	1'510.500	764.970	950.000	61 x 3.997	35.991	11612	0.03857	2098	1340	
Coreopsis	1'590.000	805.605	1'000.000	61 x 4.107	36.931	12247	0.03663	2209	1380	
Jessamine	1'750.000	886.230	1'101.000	61 x 4.307	38.735	13471	0.03330	2431	1500	
Cowslip	2'000.000	1'012.650	1'260.000	91 x 3.764	41.402	15694	0.02914	2776	1550	
Sagebrush	2'250.000	1'139.070	1'415.000	91 x 3.992	43.916	17282	0.02590	3156	1650	
Lupine	2'500.000	1'265.490	1'570.000	91 x 4.208	46.304	19232	0.02332	3504	1770	
Bitterroot	2'750.000	1'391.910	1'730.000	91 x 4.414	48.564	21137	0.02120	3858	1900	
Trillium	3'000.000	1'515.750	1'890.000	127 x 3.903	50.698	23042	0.01947	4198	1970	
Bluebonnet	3'500.000	1'773.105	2'200.000	127 x 4.216	54.813	26943	0.01654	4958	2050	

* Las capacidades de los cables están calculados para 75°C en el conductor, 30°C temperatura ambiente y un viento de 0.6 m/seg. en dirección perpendicular al eje del cable.

Características Eléctricas
Alambre y Cable Desnudos de Cobre Duro 97.5% Conductividad IACS Unidades Métricas

Calibre Conductor	Número de Hilos	Resistencia Ohmica por Conductor por Kilómetro 13				Radio Geométrico Medio	Reactancia p.c. Conductor por Km. 60 cps 305 mm. de separación §
		Corriente Continua		Corriente Alterna 60 cps			
		20°C	50°C	20°C	50°C		Inductiva X _L
AWG o MCM		ohms	ohms	ohms	ohms	mm.	ohms

Sólido

10	1	3.361	3.7424	3.361	3.7424	1.0089	0.4306
8	1	2.114	2.3612	2.114	2.3612	1.2710	0.4132
6	1	1.330	1.4851	1.330	1.4851	1.6032	0.3957
4	1	0.8363	0.9339	0.8363	0.9339	2.0208	0.3782
3	1	0.6629	0.7407	0.6629	0.7407	2.2708	0.3694
2	1	0.5259	0.5872	0.5261	0.5884	2.5481	0.3610
1	1	0.4169	0.4642	0.4171	0.4645	2.8521	0.3520
1/0	1	0.3307	0.3682	0.3310	0.3686	3.2126	0.3433
2/0	1	0.2634	0.2923	0.2639	0.2929	3.6008	0.3345
3/0	1	0.2080	0.2318	0.2086	0.2325	4.0508	0.3258
4/0	1	0.1649	0.1838	0.1656	0.1847	4.5567	0.3170

Cableado

4	7	0.8524	0.9492	0.8524	0.9492	2.1397	0.3739
4	3	0.8444	0.9432	0.8444	0.9432	2.1885	0.3722
3	7	0.6760	0.7556	0.6766	0.7562	2.3957	0.3654
3	3	0.6698	0.7481	0.6698	0.7481	2.4628	0.3633
2	7	0.5362	0.5990	0.5362	0.5996	2.6914	0.3566
2	3	0.5310	0.5934	0.5312	0.5947	2.7554	0.3548
1	7	0.4253	0.4753	0.4255	0.4760	3.0236	0.3479
1	3	0.4211	0.4703	0.4214	0.4705	3.1090	0.3457
1/0	19	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.5662	0.3364
1/0	12	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.7795	0.3310
1/0	7	0.3374	0.3766	0.3377	0.3765	3.8833	0.3393
2/0	12	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	4.2367	0.3224
2/0	7	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	3.8106	0.3304
3/0	12	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.7549	0.3137
3/0	7	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.2672	0.3219
4/0	19	0.1682	0.1877	0.1680	0.1883	5.0902	0.3093
4/0	12	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.3340	0.3050
4/0	7	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	4.8158	0.3127
250	19	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.5169	0.3025
250	12	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.7912	0.2988
300	19	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.0250	0.2957
300	12	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.3398	0.2920
350	19	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.5227	0.2909
350	12	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.8560	0.2861
400	19	0.08897	0.09942	0.09028	0.1006	6.9799	0.2848
450	37	0.07909	0.08817	0.08068	0.08985	7.5286	0.2791
450	19	0.07909	0.08817	0.08068	0.08985	7.4066	0.2802
500	37	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.9248	0.2752
500	19	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.8029	0.2763
550	37	0.06474	0.07214	0.06640	0.07413	8.3210	0.2715
600	37	0.05932	0.06624	0.06126	0.06903	8.6868	0.2683
650	37	0.05476	0.06104	0.05606	0.06333	9.0526	0.2651
700	61	0.05085	0.05608	0.05310	0.05919	9.4488	0.2619
700	37	0.05085	0.05608	0.05310	0.05919	9.3878	0.2624
750	61	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7841	0.2593
750	37	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7231	0.2597
800	61	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0193	0.2568
800	37	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0279	0.2574
850	37	0.04188	0.04668	0.04456	0.04967	10.3632	0.2550
900	61	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.7290	0.2523
900	37	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.6376	0.2530
1000	61	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.3031	0.2453
1000	37	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.2166	0.2490
1250	61	0.02928	0.03263	0.03126	0.03593	12.6167	0.2401
1500	61	0.02439	0.02719	0.02786	0.03106	13.8379	0.2332
50	91	0.02091	0.02331	0.02478	0.02762	14.9967	0.2271
000	91	0.01830	0.02039	0.02266	0.02515	16.0325	0.2220

* Los valores de resistencia son para dimensiones nominales, conductividad 97.5% IACS incrementados en un 2% por cableado, excepto en los cables de 3 hilos en los cuales el incremento es de 1%.

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura

§ La reactancia inductiva fue calculada para una distancia equivalente a 100' de separación.

Estos conductores son utilizados en instalaciones aéreas de distribución de energía en alta ó baja tensión, en buses de subestaciones y sistemas de tierra.

⊕ Especificaciones para Alambre Desnudo Duro, Semi-Duro y Suave

Calibre A.W.G.	DIAMETRO NOMINAL		SECCION TRANSVERSAL		Peso en Kilos por km.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
	mms.	pulg.	mms. cuadrados	mís. circulares		Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia Máxima OHMS por Km. 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínima
4/0	11.684	.4600	107.20	211,600	953.0	.16552	3693.665	.16467	3166.128	.16080	2713.888
3/0	10.404	.4096	85.03	167,800	756.0	.20870	3049.099	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.266	.3648	67.43	133,100	599.0	.26317	2503.418	.26182	2086.106	.25568	1706.897
1/0	8.251	.3249	53.48	105,500	475.0	.33171	2048.911	.33006	1691.928	.32242	1353.542
1	7.348	.2893	42.41	83,690	377.0	.42292	1672.876	.42062	1371.686	.40651	1103.155
2	6.544	.2576	33.63	66,370	299.0	.53316	1362.160	.53053	1111.320	.51282	874.994
3	5.827	.2294	27.67	52,640	237.1	.67227	1106.330	.66866	899.942	.64635	694.00
4	5.189	.2043	21.15	41,740	188.0	.84781	893.592	.84321	718.502	.81532	550.20
5	4.621	.1819	16.77	33,100	149.0	1.0689	721.677	1.0633	573.350	1.0279	436.317
6	4.115	.1620	13.30	26,250	118.0	1.3478	580.608	1.3409	458.136	1.2963	346.051
7	3.665	.1443	10.55	20,820	93.8	1.6998	467.208	1.6910	365.873	1.6345	274.428
8	3.264	.1285	8.366	16,510	74.4	2.1434	374.673	2.1323	292.073	2.0611	217.637
9	2.906	.1144	6.634	13,090	59.0	2.7028	299.920	2.6887	233.241	2.5988	172.595
10	2.588	.1019	5.261	10,380	46.8	3.4089	240.045	3.3892	186.157	3.2773	139.430
11	2.305	.09074	4.172	8,234	37.1	4.2981	191.827	4.2751	148.599	4.1340	112.40
12	2.053	.08081	3.309	6,530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.661	5.2102	89.58
13	1.828	.07196	2.624	5,178	23.3	6.8343	121.565	6.7982	94.711	6.5718	71.033
14	1.628	.06408	2.081	4,107	18.5	8.6159	96.844	8.5732	75.569	8.2845	56.337
15	1.450	.05707	1.650	3,257	14.7	10.8666	77.021	0.8108	60.328	10.4467	44.670
16	1.291	.05082	1.309	2,583	11.6	13.7014	61.281	13.6292	48.172	13.1764	35.426
17	1.150	.04526	1.038	2,048	9.23	17.2777	48.762	17.1891	38.424	16.6149	28.091
18	1.024	.04030	.8231	1,624	7.32	21.7858	38.769	21.6742	30.667	20.9491	22.286
19	.9116	.03589	.6527	1,288	5.80	27.4718	30.840	27.3307		26.4153	17.667
20	.8118	.03196	.5176	1,022	4.60	34.6473	24.530	34.4505		33.3621	14.011
21	.7229	.02846	.4105	810.1	3.65	43.6701	19.4365	43.4404		41.9968	11.113
22	.6438	.02535	.3255	642.4	2.89	55.0879	15.5403	54.7926		52.9553	8.8134
23	.5733	.02257	.2582	509.5	2.30	69.4587	12.3401	69.0978		66.8011	6.9899
24	.5106	.02010	.2047	404.0	1.82	87.5698	9.8295	87.1433		84.2232	5.7561
25	.4547	.01790	.1624	320.4	1.44	110.4384	7.8291	109.8806		106.2059	4.5677
26	.4049	.01594	.1288	254.1	1.14	139.2456	6.2279	138.5238		133.8956	3.6210
27	.3606	.01420	.1021	201.5	.908	175.5991	4.9533	174.6804		168.8730	2.8718
28	.3211	.01264	.08098	159.8	.720	221.4347	3.9454	220.2863		212.9369	2.2775
29	.2859	.01126	.06422	126.7	.571	279.2131	3.1380	277.7694		268.5170	1.8057
30	.2546	.01025	.05093	100.5	.453	352.0513	2.4957	350.4108		338.5992	1.4320
31	.2268	.008928	.04039	79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6226		426.8581	1.1358
32	.2019	.007950	.03203	63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138		538.4121	.9008
33	.1798	.007080	.02540	50.13	.226	706.0712	1.25737	702.4621		678.8389	.71442
34	.1601	.006305	.02014	39.75	.179	890.1353	0.99973	885.5419		1079.4490	.56654

Carga de ruptura: - La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta de acuerdo con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambres suaves o recocidos.

NOTA: Para alambres semi-duros, calibres No. 19 y menores no hay especificaciones.




Especificaciones para Cable de Cobre Duro, Semi-Duro y Suave.

17

Calibre MCM AWG	Torcido Clase	No. de Hilos	Area mm ²	Peso Aprox. Kg/Km	Diámetro Exterior Aprox. mm	Amps.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
							Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura -Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos
1000	B-A	61	506	4595	20.31	1300	0.0361	21788	0.0359	15898	0.0347	13256
1000	AA	37	506	4595	30.05	1300	0.0361	19880	0.0359	15600	0.0347	13180
900	B-A	61	456	4135	27.81	1220	0.0401	19731	0.0399	14376	0.0385	12630
900	AA	37	456	4135	28.02	1220	0.0401	19226	0.0399	14182	0.0385	11896
800	B-A	61	405	3676	26.22	1130	0.0451	17605	0.0449	12812	0.0434	10866
800	AA	37	405	3676	26.82	1130	0.0451	15930	0.0449	12569	0.0434	10546
750	B-A	61	380	3448	25.30	1090	0.0481	15693	0.0479	12021	0.0463	9942
750	AA	37	380	3448	25.32	1090	0.0481	15150	0.0479	11862	0.0463	9879
700	B-A	61	354.2	3216	24.52	1040	0.0516	14745	0.0513	11278	0.0496	9333
700	AA	37	354.2	3216	24.48	1040	0.0516	14139	0.0513	11072	0.0496	9226
650	B-A	61	329.1	2988	23.63	990	0.0555	13700	0.0552	10511	0.0534	8690
650	AA	37	329.1	2988	23.60	990	0.0555	13213	0.0552	10283	0.0534	8569
600	B	61	304.0	2757	22.73	940	0.0602	12447	0.0598	10788	0.0578	8080
600	A-AA	37	304.0	2757	22.63	940	0.0602	12256	0.0598	9553	0.0578	7911
550	B	61	278.6	2528	21.67	895	0.0656	11701	0.0653	9565	0.0631	7234
550	A-AA	37	278.6	2528	20.65	895	0.0656	11204	0.0653	8759	0.0631	7049
500	B-A	37	253.2	2298	20.70	840	0.0721	10211	0.0718	7961	0.0694	6591
500	AA	19	253.2	2298	20.60	840	0.0721	9957	0.0718	7856	0.0694	6591
450	B-A	37	228.0	2068	19.61	780	0.0802	9276	0.0798	7212	0.0771	5933
450	AA	19	228.0	2068	19.59	780	0.0802	8959	0.0798	7022	0.0771	5933
400	B	37	202.8	1838	18.49	730	0.0902	8310	0.0898	6414	0.0868	5271
400	A-AA	19	202.8	1838	18.44	730	0.0902	8079	0.0898	6328	0.0868	5271
350	B	37	177.2	1609	17.30	670	0.103	7285	0.103	5647	0.0991	4799
350	A	19	177.2	1609	17.22	670	0.103	7072	0.103	5334	0.0991	4613
360	AA	12	177.2	1609	18.03	670	0.103	6868	0.103	5461	0.0991	4613
300	B	37	152.0	1379	16.00	610	0.120	6291	0.120	4872	0.116	4115
300	A	19	152.0	1379	15.96	610	0.120	6128	0.120	4776	0.116	3954
300	AA	12	152.0	1379	16.69	610	0.120	5974	0.120	4713	0.116	3954
250	B	37	126.6	1149	14.60	540	0.144	5244	0.144	4061	0.139	3479
250	A	19	126.6	1149	14.58	540	0.144	5153	0.144	4008	0.139	3295
250	AA	12	126.6	1149	15.24	540	0.144	5049	0.144	3954	0.139	3295
4/0	B	19	107.2	972.2	13.41	480	0.170	4362	0.170	3392	0.164	2989
4/0	A-AA	7	107.2	972.2	13.26	480	0.170	4152	0.170	3297	0.164	2789
3/0	B	19	85.0	771.3	11.94	420	0.214	3492	0.214	2708	0.207	2301
3/0	A-AA	7	85.0	771.3	11.78	420	0.214	3341	0.214	2636	0.207	2212
2/0	B	19	67.43	611.4	10.64	360	0.270	2791	0.270	2162	0.261	1825
2/0	A-AA	7	67.43	611.4	10.50	360	0.270	2688	0.270	2105	0.261	1755
1/0	B	19	53.48	484.9	9.45	310	0.340	2222	0.340	1725	0.329	1447
1/0	A-AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	1680	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.66	270	0.429	1768	0.429	1378	0.415	1148
1	A	7	42.41	383.0	8.56	270	0.429	1725	0.429	1342	0.415	1148
1	AA	3	42.41	383.0	9.14	270	0.424	1642	0.424	1306	0.414	1148
2	B-A	7	33.62	304.0	7.42	230	0.539	1381	0.539	1071	0.520	910
2	AA	3	33.62	304.0	8.13	240	0.539	1321	0.539	1043	0.520	875
3	B-A	7	26.67	240.7	6.60	200	0.682	1104	0.682	855	0.657	722
3	AA	3	26.67	240.7	7.26	200	0.682	1070	0.682	832	0.657	722
4	B-A	7	21.15	190.8	5.89	180	0.856	879	0.856	683	0.825	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	180	0.856	852	0.856	665	0.825	550
5	B	7	16.76	152.1	5.23	150	1.850	681	1.85	531	1.85	454
6	B	7	13.30	119.9	4.67	130	1.310	550	1.31	424	1.32	360
7	B	7	10.55	95.68	4.16	112	1.730	442	1.73	347	1.67	286
8	B	7	8.37	75.68	3.71	92	2.180	353	2.18	277	2.10	226
9	B	7	6.76	60.16	3.30	85	2.740	280	2.74	221	2.65	180
10	B	7	5.26	47.73	2.95	65	3.460	223	3.46	176	3.34	142

Las capacidades de los cables están calculadas para 75°C en el conductor, 25°C temperatura ambiente, 0.5 factor de permisión (cobre opaco), y un viento de 0.6 mts./seg. en dirección perpendicular al eje del cable.


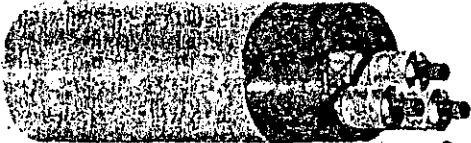



**CONDUMEX****CABLES DE ENERGIA**

Producto No.	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
925.1	Cable de energía Vulcanel EP-DRS, 15 y 23 KV.		Conductor de aluminio, pantalla semiconductora sobre conductor, aislamiento de etileno-propileno, cubierta semiconductora sobre aislamiento y conductor neutro de cobre estañado.	Distribución de energía eléctrica en circuitos primarios monofásicos subterráneos en zonas residenciales. Se instalan directamente enterrados.
925.2	Cable de energía Vulcanel EP-DCS, 15 y 23 KV.		Conductor de aluminio, pantalla semiconductora sobre conductor, aislamiento de etileno-propileno, pantalla electrostática y cubierta de PVC.	Distribución de energía eléctrica en todo tipo de circuitos de distribución comercial subterránea (DCS). Instalación en bancos de ductos.
925.3	Cable de energía Vulcanel XLP-DRS, 600 Volts.		Conductor de cobre suave o aluminio y aislamiento de polietileno vulcanizado.	Distribución de energía eléctrica en circuitos secundarios en zonas residenciales. Se instalan directamente enterrados.



CONDUMEX

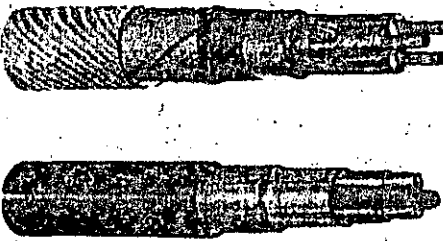
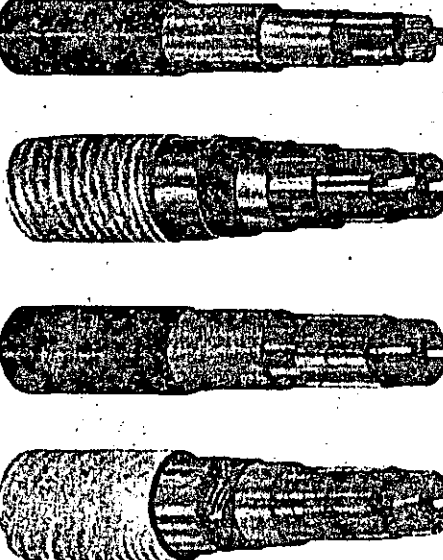


CABLES DE ENERGIA

Producto No.	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
620.1 2	Cables monopolares, tipo Pirelli, 69 KV. y 115 KV.		Conductor hueco, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de papel impregnado en aceite, pantalla electrostática, forro de plomo, refuerzos y cubierta externa de PVC.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de alta tensión.
630.1 2	Cable tipo entubado, 115 KV. y 230 KV.		Conductor redondo o segmental de cobre, aislamiento de papel impregnado en aceite, pantalla electrostática sobre el aislamiento y alambres de deslizamiento.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de alta tensión. Las tres fases se instalan dentro de un tubo de acero con aceite a alta presión (200 psi).
905.2-5	Cables de energía Vulcanel XLP, 5, 8, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre o aluminio, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de polietileno de cadena cruzada, pantalla electrostática y cubierta de PVC.	Está diseñado para usarse en todo tipo de circuitos de distribución de potencia.
905.6 10	Cables de Energía Vulcanel EP, 5, 8, 15, 23 y 35 KV.		Conductor de cobre o aluminio, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de etileno-propileno, pantalla electrostática y cubierta de PVC.	Está diseñado para usarse en todo tipo de circuitos de distribución de potencia.
905.11 14	Cables Vulcanel XLP para plantas petroquímicas, 5, 8, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre suave, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de polietileno de cadena cruzada, pantalla electrostática de plomo y cubierta de PVC.	Distribución de energía eléctrica en refinerías de petróleo y plantas petroquímicas.



CONDUMEX

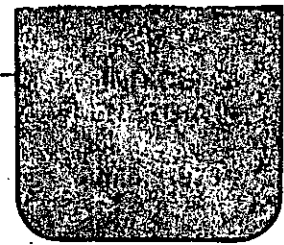
CABLES DE ENERGIA


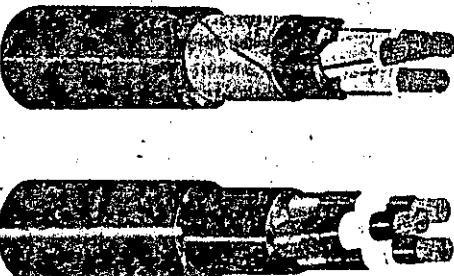


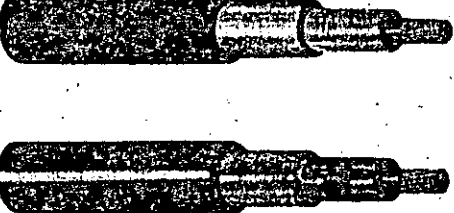
Producto No.	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
610.5 640.1 650.1 670.1	Cables tripolares, 1000 Volts.		Tres conductores sectorales de cobre o aluminio, aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo, protección exterior de polietileno o PVC, o armado con flejes de acero con una capa de yute asfaltado.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de baja tensión. Pueden ser instalados en charolas, ductos o enterrarse directamente cuando el cable sea armado.
610.6	Cables tripolares 6, 15 y 20 KV.		Tres conductores de cobre redondos o sectorales, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática en 15 y 20 KV, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno o PVC, o armadura de flejes con una capa de yute asfaltado.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 6, 15 y 20 KV entre fases. Los cables armados pueden enterrarse directamente.
610.8	Cables de energía tres plomos, 15 y 23 KV.		Tres conductores redondos de cobre, pantalla semiconductor, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno o PVC.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 15 y 23 KV entre fases. Puede instalarse en charolas o en ductos.
615.3	Cables bipolares, 6,000 Volts.		Dos conductores de cobre dispuestos uno al lado del otro, cintas semiconductoras, aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Sistemas de alumbrado público.



CONDUMEX

CABLES DE ENERGIA



Producto No.	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
285.1 .5 .6	Sintanax tripolares, 1000 Volts.		Tres conductores sectoriales de cobre, aislamiento de Sintanax en colores. Cubierta exterior vinílica (puede llevar armadura de flejes de acero o conductor neutro concéntrico).	Sistemas de distribución de energía eléctrica en bajo voltaje. El cable armado puede enterrarse directamente.
285.2 .3	Sintanax tripolares, 6 y 15 KV.		Tres conductores redondos de cobre, aislamiento de Sintanax, semiconductor y pantalla metálica en 15 KV, cinta reunidora de cobre en 6 KV o armadura de flejes de acero y cubierta exterior vinílica roja.	Sistemas de distribución de energía eléctrica en 6 y 15 KV. Puede ser instalado en charolas, ductos subterráneos o directamente enterrado cuando el cable sea armado.
285.4	Sintanax triplex, 23,000 Volts.		Tres conductores redondos de cobre, semiconductor sobre conductor, aislamiento de Sintanax, pantalla electrostática sobre aislamiento y cubierta exterior vinílica roja.	Acometidas industriales en alta tensión. Pueden ser instalados en charolas y en ductos aéreos o subterráneos.
605.1	Cables tripolares tipo BPT, 1,000 Volts.		Tres conductores de cobre (redondos o sectoriales), aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de baja tensión. Instalación en ductos subterráneos.
605.2 .3	Cables Monopolares tipo PT, 6 y 23 KV.		Conductor redondo de cobre, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática en 23 KV, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 6 y 23 KV. Instalación en ductos subterráneos.



CONDUMEX

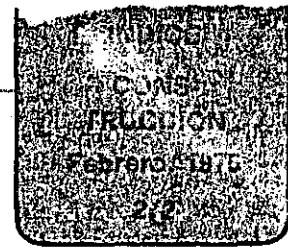
CABLES DE ENERGIA

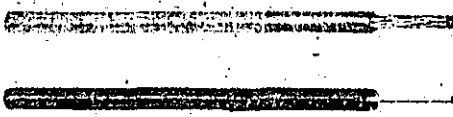


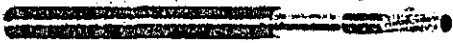



Producto No.	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
235.1 .2 .3	Cables con céntricos para acometidas, 600 Volts.		Cable de dos conductores concéntricos de cobre o aluminio. El conductor externo puede ser trenzado o enrollado en hélice. Aislamiento de PVC y cubierta de polietileno.	Acometidas aéreas en baja tensión. Su diseño evita fraudes por derivaciones tomadas antes de la llegada al medidor.
240.1 .2	Polanel, Alambre y Cable.		Conductor de cobre sólido o cableado provisto de un forro de polietileno resistente a la intemperie.	Sistemas de distribución aérea primaria y secundaria en zonas arboladas y plantas industriales con ambiente corrosivo.
240.3 .4 915.1 .2	Cables Neutranal de Cobre y Aluminio.		Uno, dos o tres conductores de cobre o aluminio con aislamiento de polietileno, reunidos con un conductor desnudo que constituye al neutro.	Sistemas de distribución aérea en baja tensión. Su instalación es mas económica que la tradicional línea abierta.
280.1	Sintenax, un conductor, 1000 Volts.		Conductor de cobre suave, aislamiento de Sintenax y cubierta exterior vinílica negra.	Sistemas de distribución en bajo voltaje e instalaciones eléctricas en general.
280.2 .3 .4	Sintenax, un conductor, 6, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre, aislamiento de Sintenax, cintas semiconductoras y pantalla metálica en 15 y 23 KV. Cubierta exterior roja.	Sistemas de distribución de energía eléctrica en 6, 15 y 23 KV entre fases. Pueden ser instalados en ductos o charolas.



5
CONDUMEX

**ALAMBRES Y CABLES PARA LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION**

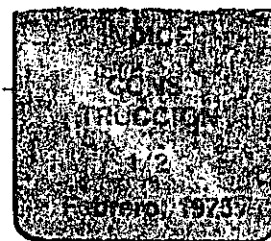


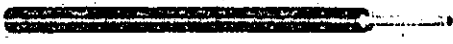
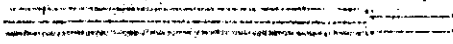
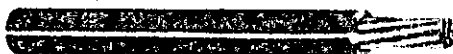
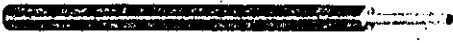
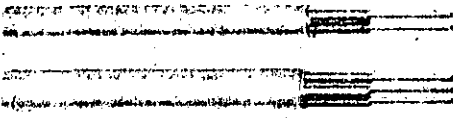
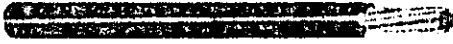
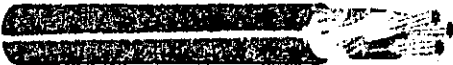
	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
210.5 .6	Alambres y Cables Vinanel Nylon 600 volts (Tipos THWN/THHN)		Alambre y cable de cobre suave, aislamiento de PVC 75/90°C y forro exterior de nylon.	Uso general en industrias, edificios, hoteles, bodegas y donde se requiera gran resistencia a los aceites y gasolina.
245.3	Cables para alumbrado neón		Cable concéntrico de cobre suave con aislamiento de polietileno de 75°C y cubierta de PVC.	Alimentación a anuncios luminosos de gas neón.
905.1	Alambres y Cables Vulcanel XLP 600 volts (Tipo XHHW)		Conductor de cobre suave con aislamiento de polietileno vulcanizado 75/90°C.	Uso general para instalaciones en el interior de locales con ambiente seco o húmedo.
930.1 .2 .3 .4	Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv		Conductor de cobre suave. Pantalla semiconductor extruida. Aislamiento de polietileno vulcanizado. Cubierta de PVC.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para enterrarse directamente.
930.1 .2 .3 .4	Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv Con neutro concéntrico		Conductor de cobre suave. Pantalla semiconductor. Aislamiento de polietileno vulcanizado. Cubierta semiconductor. Hilos de tierra.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para enterrarse directamente.
930.1 .2 .3 .4	Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv		Conductor de cobre suave estañado. Aislamiento EP cubierta de Neopreno.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para enterrarse directamente.
930.1 .2 .3 .4	Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv Con neutro concéntrico		Conductor de cobre suave. Aislamiento de Sinterax o de polietileno vulcanizado. Blindaje/armadura de hilos de cobre y cubierta de PVC.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para enterrarse directamente.



4
CONDUMEX

ALAMBRES Y CABLES PARA LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION



	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
205.1 .3	Alambres TW 600 volts		Alambre de cobre suave. Aislamiento de PVC de 60°C.	Uso general para instalaciones en interior de locales con ambiente seco o húmedo.
205.2	Alambres TWD		Dos alambres de cobre suave con aislamiento de PVC 60°C con identificación longitudinal.	Instalaciones fijas, visibles, directamente situadas sobre muros y en instalaciones provisionales.
205.1 .3	Cables TW 600 volts		Cable concéntrico de cobre suave con aislamiento de PVC de 60°C.	Uso general para instalaciones en interior de locales con ambiente seco o húmedo.
210.1 .3	Alambres Vinanel 900 600 volts (Tipo THW)		Alambre de cobre suave. Aislamiento de PVC de 75/90°C.	Uso general en industrias, hoteles, edificios públicos, bodegas, etc. Instalación en locales con ambiente seco o húmedo.
210.2AB	Alambres Vinanel Planos Bipolar o Tripolar 600 volts (Tipo NMC)		Dos o tres alambres de cobre suave aislados individualmente con PVC-90°C y con cubierta común de PVC.	Es ideal para la industria pequeña y el hogar en circuitos de alumbrado y alimentación de motores y aparatos domésticos.
210.1 .3	Cables Vinanel 900 600 volts (Tipo THW)		Cables de cobre suave concéntrico aislado con PVC de 90°C.	Uso general en industrias, edificios públicos, hoteles, bodegas, etc. Instalación en locales con ambiente seco o húmedo.
210.4	Cables Vinanel Trifásicos 600 volts (Tipo MTW)		Tres cables de cobre suave, individualmente aislados con PVC de 90°C, torcidos y con cubierta de PVC.	Instalaciones industriales de bajo voltaje. Alimentación de máquinas y herramientas.

Los aislamientos son **fabricados** principalmente a base de:

- Hule (butilo, EPR) 600V a 46 kV.
- Termoplásticos (PVC, polietileno) .600 a 15 kV
- Termofijos (XLP) .600 a 69 kV
- Papel (en aceite) 2 a 69 kV

En edificios se operan tensiones menores de 600V, excepto cuando se tienen acometidas y alimentadores principales para subestaciones interiores, de 15 ó de 23kV.

3.0 CONDUCTORES DE FABRICACION NORMAL

En las siguientes hojas se muestran algunos de los conductores aislados fabricados por Condumex, S.A., otros fabricantes como Conductores Monterrey, S.A. y Conelec, S.A. ofrecen productos similares.

1.0 DESCRIPCION DE LOS CONDUCTORES

Se denominan **conductores eléctricos** a aquellos materiales que permiten el paso continuo de la corriente eléctrica a través de ellos, con poca resistencia.

Los **materiales** mas usados para la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

	<u>COBRE</u>	<u>ALUMINIO</u>
Peso específico (g/cm ²)	8.89	2.7
Conductividad eléctrica - (%)	100	61
Resistividad eléctrica 20°C (ohm-m/mm ²)	0.0172	0.03
Tensión de ruptura (kg/cm ²)	31	16

Los conductores por su **configuración física**, se clasifican como sigue:

alambre	Formado por un hilo sólido de sección circular.
cable	Formado por cierto número de hilos reunidos en formación geométrica.
cordón	Formado por cierto número de hilos reunidos al azar.
solera	Formado por una barra sólida de sección cuadrada o redonda.

Los conductores se fabrican en diferentes **tamaños**, se definen por su sección transversal en mm². Comercialmente, es usual denominarlos por la nomenclatura de la American Wire Gauge (AWG) como calibre AWG o MCM. Estas últimas siglas indican el diámetro, del área transversal de los conductores, en miles de milésimas de pulgada.

Los conductores pueden instalarse **desnudos o aislados**, desnudos en líneas aéreas en el exterior de edificios o en sistemas de tierras, aislados en instalaciones interiores.

2.0 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

La selección del aislamiento, se hace en función, para cada instalación específica, de las condiciones de operación: tensión, temperatura ambiente, medio ambiente (humedad, intemperismo, solventes, aceites, etc.) y, condiciones mecánicas de instalación.

CONCEPTOS BASICOS SOBRE CONDUCTORES ELECTRICOS

1.0 DESCRIPCION DE LOS CONDUCTORES

2.0 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

3.0 CONDUCTORES DE FABRICACION NORMAL

4.0 USO Y APLICACION DE CONDUCTORES

PARA TENSIONES HASTA 600 V

5.0 CAIDA DE TENSION

ING. LAZARO PONCE DIAZ

MARZO, 1985



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

C O N D U C T O R E S

CONDICIONES DE DISEÑO

ING. LAZARO PONCE DIAZ

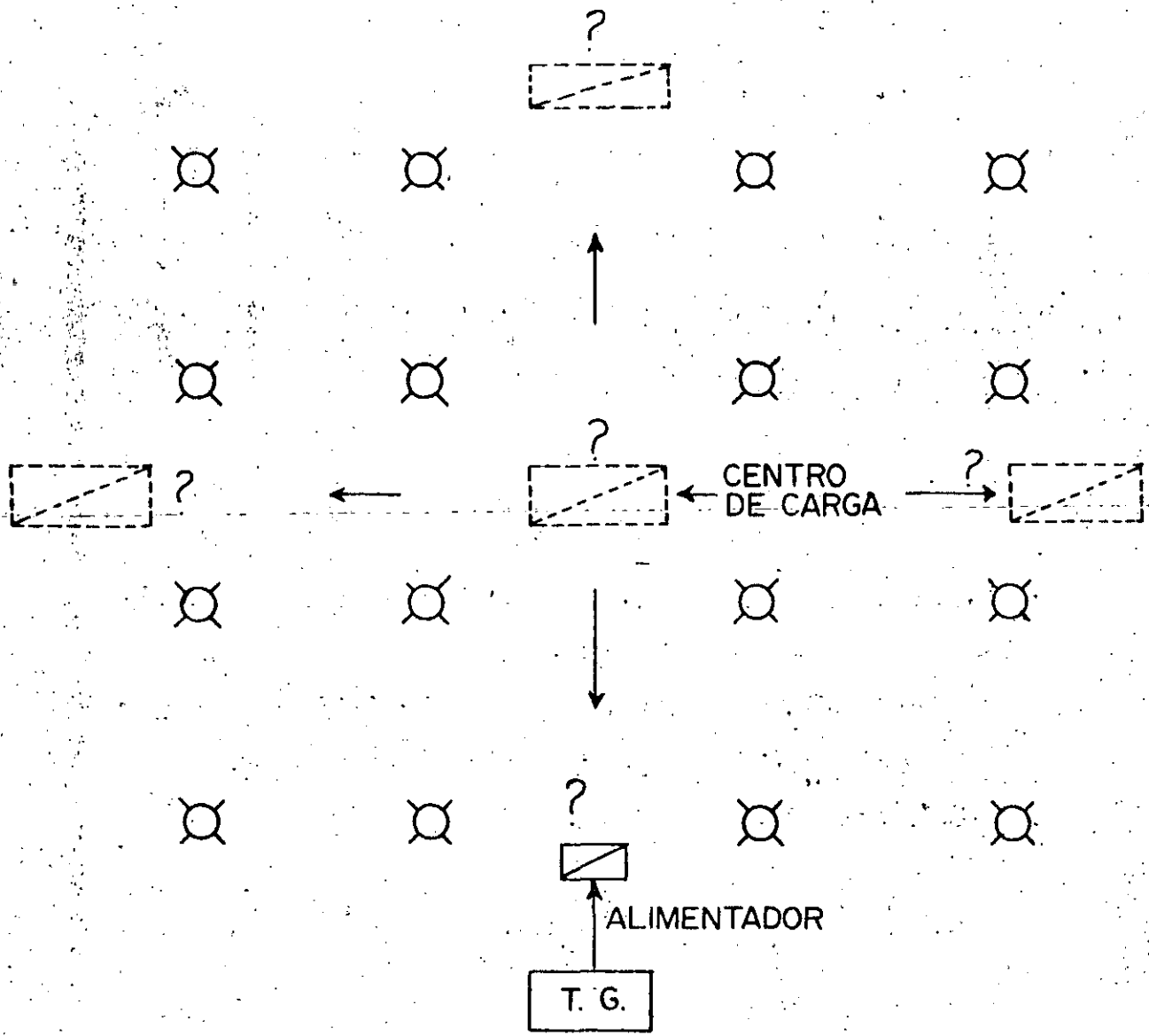
MARZO, 1985

TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

DEFINICION.- Tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos, es aquél que tiene más del 10 por ciento de sus elementos de protección contra sobrecorriente calibrados a 30 amperes o menos y está dotado de barra para conexiones al neutro.

NORMAS GENERALES PARA LA SELECCION DE UN TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

- 1.- No más de 42 circuitos derivados monopolares de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre tablero y la primera salida es de 30 metros.
- 3.- Los tableros deberán instalarse en sitios de fácil acceso.
- 4.- Los tableros deberán instalarse tan cercanos como sea posible a su centro de carga.
- 5.- Para interrumpir un circuito desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localización de los tableros, deberá considerarse la menor longitud posible de su alimentador y el mínimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables-alimentadores para abastecer la carga.
- 8.- Un tablero para alumbrado y aparatos alimentado con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su alimentación con protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder 200 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar por lo menos un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez seleccionados los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de tableros, deberá consignarse en planos y una tabla que indique: designación de cada tablero; localización, número y capacidad de los circuitos derivados, su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.



¿ CUAL ES LA UBICACION CORRECTA DEL CENTRO DE CARGA ?

TABLEROS DE DISTRIBUCION

USOS:

- 1).- DISTRIBUIR ENERGIA
- 2).- PROTEGER LOS CIRCUITOS
- 3).- OPERAR LOS CIRCUITOS

PRINCIPALES CONDICIONES A ANALIZAR RELATIVAS A LOS TABLEROS

- 1).- CANTIDAD DE CIRCUITOS (MAX 42)
- 2).- USO
- 3).- LOCALIZACION RELATIVA A LAS CARGAS QUE CONTROLA. (CENTRO DE CARGA).
- 4).- LOCALIZACION RELATIVA A LA TRAYECTORIA DE SU ALIMENTADOR.
- 5).- ACCESIBILIDAD

OBJETIVOS:

①

DISTRIBUIR LA ENERGIA ELECTRICA, POR GRUPOS O ZONAS DE UTILIZACION, DERIVANDO DE EL LOS CIRCUITOS.

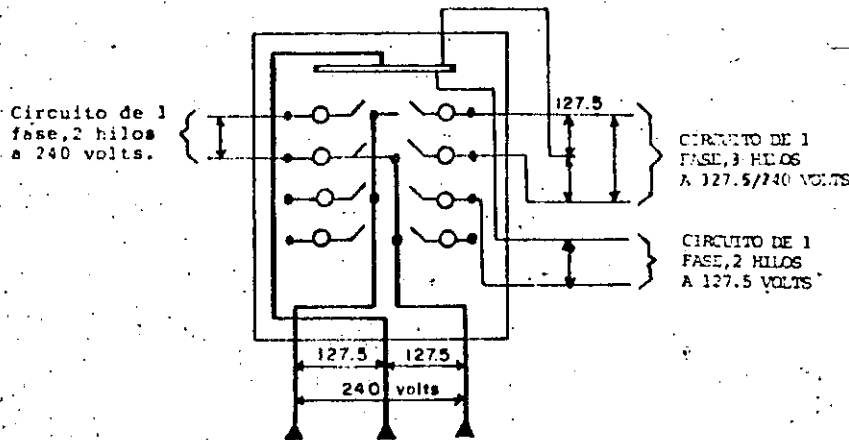
②

PROTEGER A LOS CIRCUITOS DERIVADOS

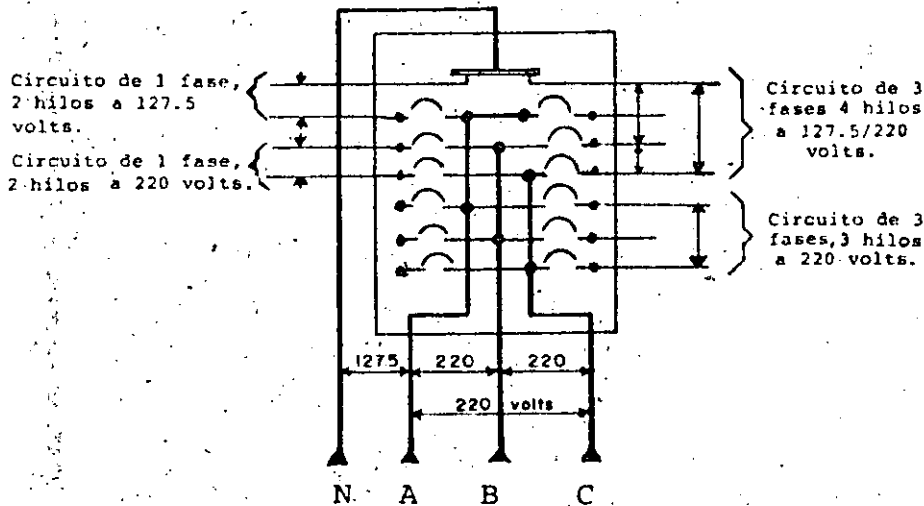
③

CENTRO DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES:



Alimentación 1 fase, 3 hilos a un tablero con interruptores y fusibles.

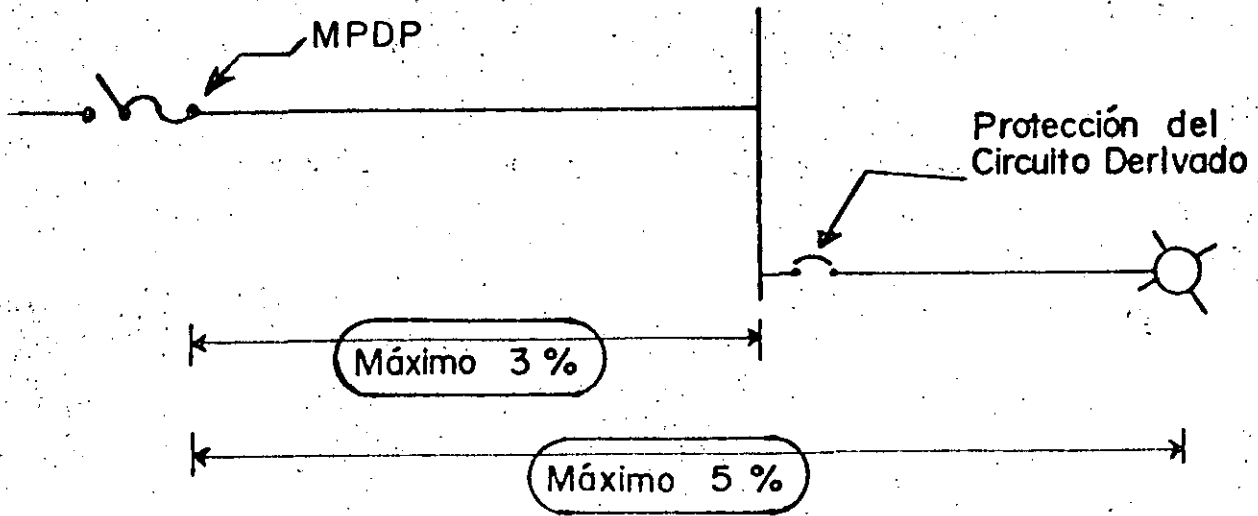


ALIMENTACION 3 FASES 4 HILOS A UN TABLERO CON INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

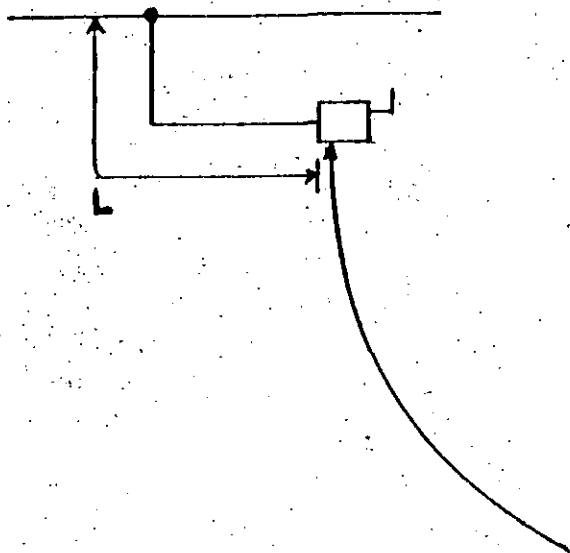
LOS TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

Contienen:

- 1.- Barras alimentadoras de corriente y neutra.
- 2.- Interrupción.
 - a).- Interruptores
 - b).- Interruptores automáticos
 - c).- Ninguno.
- 3.- Protección del circuito.
 - a).- Fusibles
 - b).- Interruptores automáticos



DERIVACIONES



$L > 10 \text{ m} :$

- DERIVACION MISMA CAPACIDAD DE ALIMENTADOR.

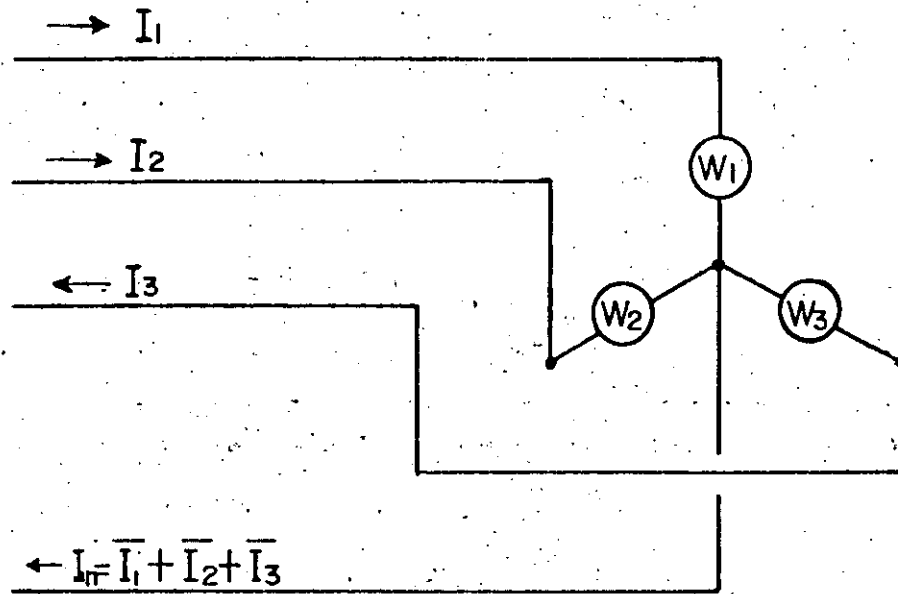
$L \leq 10 \text{ m} :$

- DERIVACION PUEDE TENER 1/3 DE LA CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR, PERO CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA LA CARGA.*
- TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE LA MISMA CAPACIDAD DE LA DERIVACION.

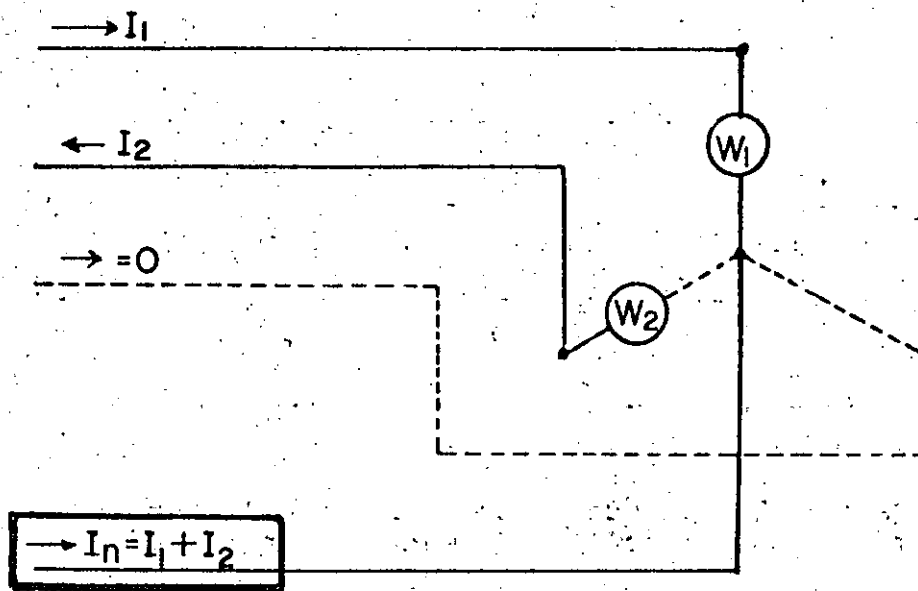
* NO SI $L \leq 3 \text{ m}$.

CARGA DEL CONDUCTOR NEUTRO

NTIE 204-9



Si $W_1 > W_2 > W_3 \rightarrow$ CONSIDERAR "DESEQUILIBRIO MAXIMO"



NTIE-8I
TABLA 204.8 a

Factores de demanda para el cálculo de alumbrado
general en alimentadores.

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a que se aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador
Casas habitación	Primeros 3,000 Watts o menos	100 %
	Exceso sobre 3,000 Watts	35 %
** Hoteles	Primeros 20,000 Watt o menos	50 %
	Exceso sobre 20,000 Watts	40 %
** Hospitales	Primeros 50,000 Watts o menos	40 %
	Exceso sobre 50,000 - Watts	20 %
Edificios de Oficinas. Escuelas	Primeros 20,000 Watts o menos	100 %
	Exceso sobre 20,000 Watts	70 %
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100 %

* Factor de demanda: relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo

** Los factores de demanda de esta tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, como sucede en salas de operación salones de baile y restaurantes.

DETERMINACION DE FACTORES DE DEMANDA

PARA:

ALUMBRADO
GENERAL

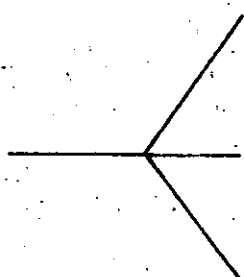
_____ / SEGUN NTIE 204.8 a (PAG.PROX.)

CONTACTOS



CARGA INDEFINIDA
ESTIMAR 180 W/Ø
Y APLICAR
NTIE 204.8 a

APARATOS



UN [A] / Ø F.D.=100%

DOS O MAS [A] / Ø
F.D.=75%

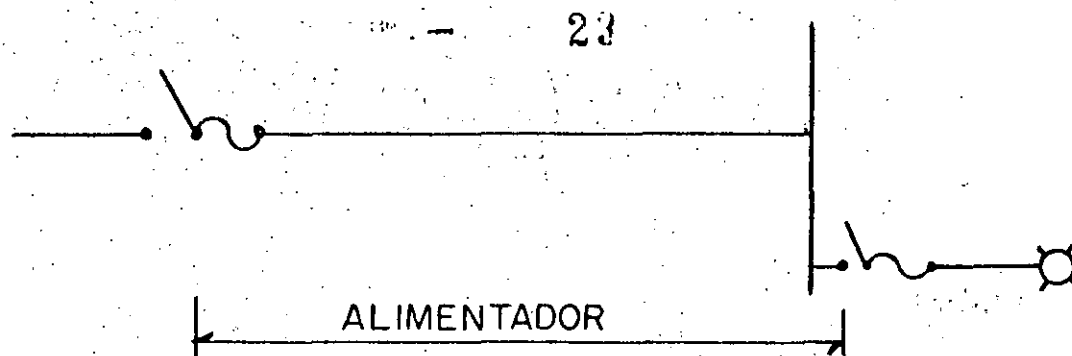
[A] CALEFACCION
F.D.=100%

MOTORES



SE CONSIDERA NORMA
CIRCUITO PARA DOS O
MAS MOTORES
NTIE 403.16

CIRCUITOS ALIMENTADORES



"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE EL MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION Y LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS."

CALIBRE

DEBE TENER UNA CAPACIDAD NO MENOR A LA DEMANDA MAXIMA DETERMINADA. NTIE.203-2,204-7

Calibre mínimo : # 10 AWG (5.26 mm²) NTIE-203-2

DEMANDA MAXIMA: es :

"LA SUMA DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS ABASTECIDOS, MULTIPLICADA POR EL "FACTOR DE DEMANDA"

FACTOR DE DEMANDA

$$F.D. = \frac{DEMANDA MAXIMA}{CARGA CONECTADA}$$

CIRCUITOS DERIVADOS - REQUERIDOS

ANALIZAR -

- 1- Cantidad suficiente para alimentar a toda la carga definida.
- 2- Las limitaciones de cada tipo de circuito.
- 3- La posición relativa de salidas y de los tableros, y su influencia en la caída de tensión en los circuitos derivados y alimentadores.
- 4- Establecer una distribución UNIFORME de la carga.
- 5- Se recomienda:

INDEPENDIZAR los circuitos de alumbrado de los circuitos de mas de 3 Amp. C/U.
(para planchas, parrillas, refrigeradores, etc.)

6- En residencias

NTIE - 204.3b :

2 circuitos de 20 Amp., independientes, para contactos de :

- COCINA
- LAVADO
- SALA
- COMEDOR

21 TABLA 403.93

CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERES, DE MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA

C.P.	TENSION NOMINAL DE ARMADURA		
	120 V	240 V	500 V
1/4	3.1	1.6	
1/3	4.1	2.0	
1/2	5.4	2.7	
3/4	7.6	3.8	
1	9.5	4.7	
1 1/2	13.2	6.6	
2	17.0	8.5	
3	25.0	12.2	
5	40.0	20.0	
7 1/2	58.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15		55.0	27.0
20		72.0	34.0
25		89.0	43.0
30		106.0	51.0
40		140.0	67.0
50		173.0	83.0
60		206.0	99.0
75		255.0	123.0
100		341.0	164.0
125		425.0	205.0
150		506.0	246.0
200		675.0	330.0

LOS VALORES DADOS EN ESTA TABLA SON PARA MOTORES FUNCIONANDO A SU VELOCIDAD NORMAL.

NTIE-81

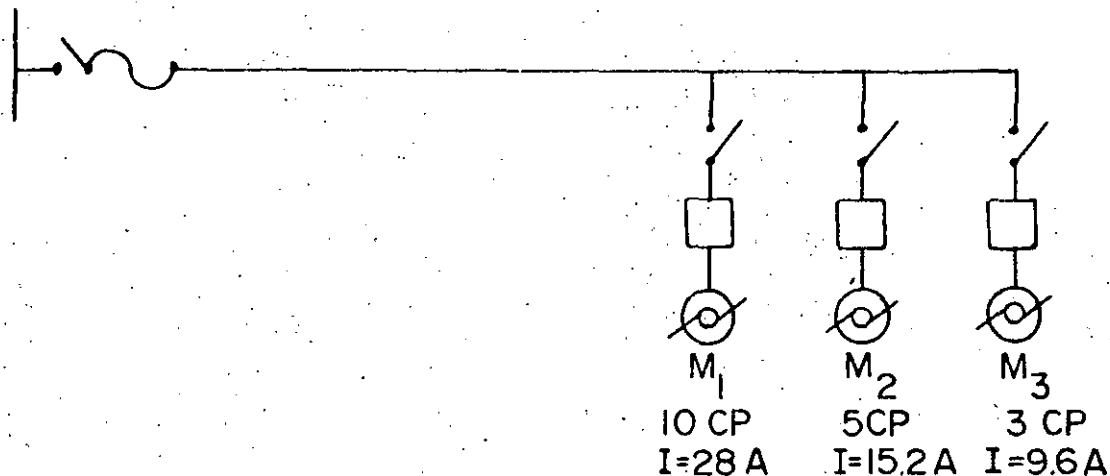
Tabla 403.94

MOTORES MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA
CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERES DE

LOS SIGUIENTES VALORES DE CORRIENTE A PLENA CARGA SON PARA MOTORES QUE FUNCIONEN A VELOCIDADES NORMALES Y CON CARACTERISTICAS DE PAR TAMBIEN NORMALES. LOS MOTORES DE VELOCIDAD ESPECIALMENTE BAJA O DE ALTO PAR MOTOR PUEDEN TENER CORRIENTES A PLENA CARGA MAYORES Y LOS DE VELOCIDADES MULTIPLES TENDRAN UNA CORRIENTE A PLENA CARGA QUE VARIA CON LA VELOCIDAD; EN ESTOS CASOS DEBE USARSE LA CORRIENTE A PLENA CARGA INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.

C.P.	127 Volts.	220 Volts.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Capacidad permisible = 1.25 I_{Mayor} + Σ I_i



Ejemplo: 1.25x28 + 15.2 + 9.6 = 59.8

70-258

NATIONAL ELECTRICAL CODE

Table 430-148. Full-Load Currents in Amperes

Single-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are for motors running at usual speeds and motors with normal torque characteristics. Motors built for especially low speeds or high torques may have higher full-load currents, and multispeed motors will have full-load current varying with speed, in which case the nameplate current ratings shall be used.

To obtain full-load currents of 208- and 200-volt motors, increase corresponding 230-volt motor full-load currents by 10 and 15 percent, respectively.

The voltages listed are rated motor voltages. Corresponding nominal system voltages are 110 to 120 and 220 to 240.

HP	115V	230V
1/8	4.4	2.2
1/4	5.8	2.9
1/2	7.2	3.6
3/4	9.8	4.9
1	13.8	6.9
1 1/2	16	8
2	20	10
3	24	12
5	34	17
7 1/2	56	28
10	80	40
	100	50

NTIE - 81
 TABLA 403.14

Factores para seleccionar los conductores para motores que no sean de servicio continuo.

Tipo de servicio que requiere la carga	Por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de datos.			
	Régimen de trabajo para el cual fue diseñado el motor.			
	5 Minutos	15 Minutos	30 y 60 Minutos	Continuo
DE CORTO TIEMPO: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-----
INTERMITENTES: Ascensores y montacargas máquinas-herramientas, bombas, puentes levadizos o giratorios, plataformas giratorias, etc. (para soldadoras de arco véase el artículo 518.12)	85	85	90	140
PERIODICO: Rodillos, máquinas para manipulación de mineral, etc.	85	90	95	140
VARIABLE:	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se considera como de servicio continuo, a menos que la naturaleza de la máquina o aparato accionado sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

CORTO TIEMPO.-Funcionamiento de una carga sustancialmente constante por un tiempo corto definido.

INTERMITENTE.-Funcionamiento por periodos alternados:
 1).-Con carga y sin carga
 2).-Con carga y desconectado
 3).-Con carga, sin carga y desconectado

PERIODICO.-Intermitente con condiciones de carga recurrentes.

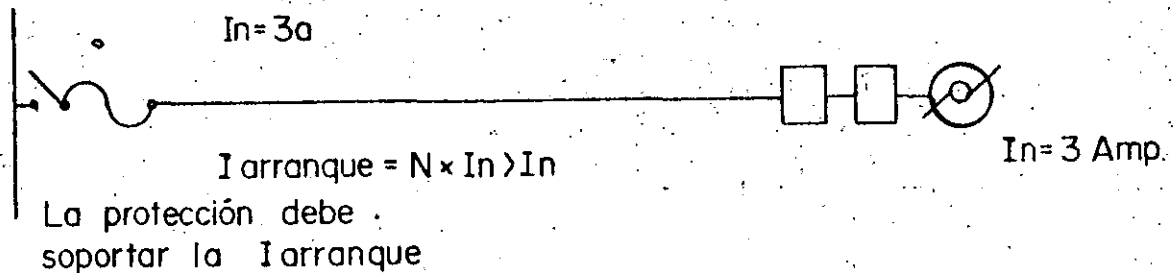
VARIABLE.-La carga y sus intervalos de duración sujetos a variaciones considerables.

CONTINUO.-Carga sustancialmente constante por un tiempo largo indefinido.

CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DE FUERZA

CAPACIDAD DEL CIRCUITO \neq CAPACIDAD DEL MEDIO DE PROTECCION DEL CIRCUITO

$$\underline{\text{CAPACIDAD}} = \frac{\underline{\text{CAPACIDAD PERMISIBLE DE SUS CONDUCTORES}}}{\dots}$$



La capacidad permisible de los conductores que abastecen a un motor es 125 % de la corriente nominal a plena carga del motor. (NTIE 403.14)

EXCEPCIONES S/NTIE : Cuando el servicio sea :

De "corto tiempo" – Intermitente – Periódico – Variable en lugar del 125 % usar factores de la tabla siguiente :

ARTICLE 430—MOTOR CIRCUITS, CONTROLLERS 70-295

Table 430-22(a) Exception. Duty-Cycle Service

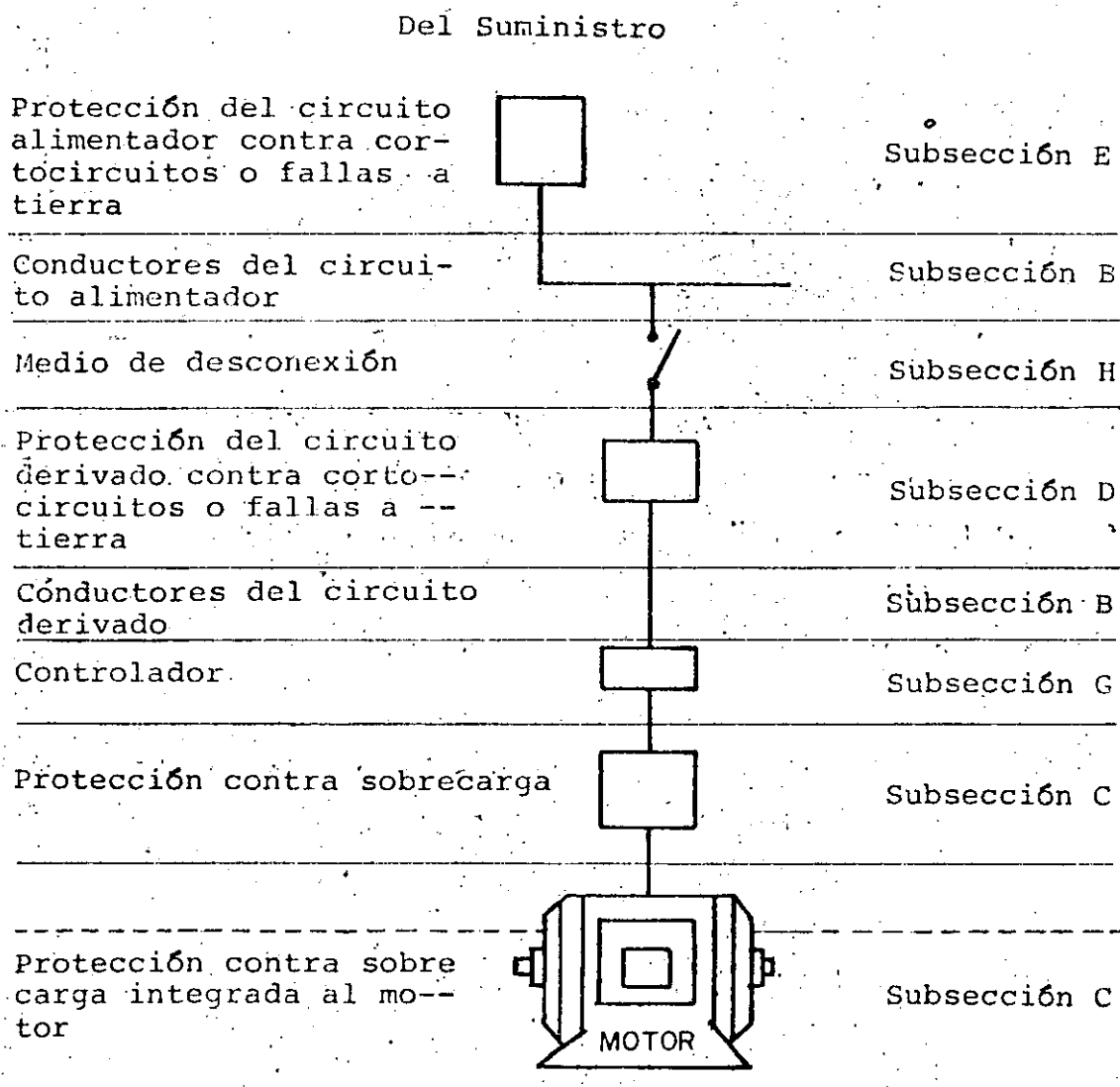
Classification of Service	Percentages of Nameplate Current Rating			
	5-Minute Rated Motor	15-Minute Rated Motor	30 & 60 Minute Rated Motor	Continuous Rated Motor
Short-Time Duty Operating valves, raising or lowering rolls, etc.	110	120	150	
Intermittent Duty Freight and passenger elevators, tool heads, pumps, drawbridges, turntables, etc. For arc welders, see Section 630-21	85	85	90	140
Periodic Duty Rolls, ore and coal-handling machines, etc.	85	90	95	140
Starting Duty	110	120	150	200

Any motor application shall be considered as continuous duty unless the nature of the apparatus it drives is such that the motor will not operate continuously with load under any condition of use.

ELEMENTOS INTEGRANTES :

Figura 403.1

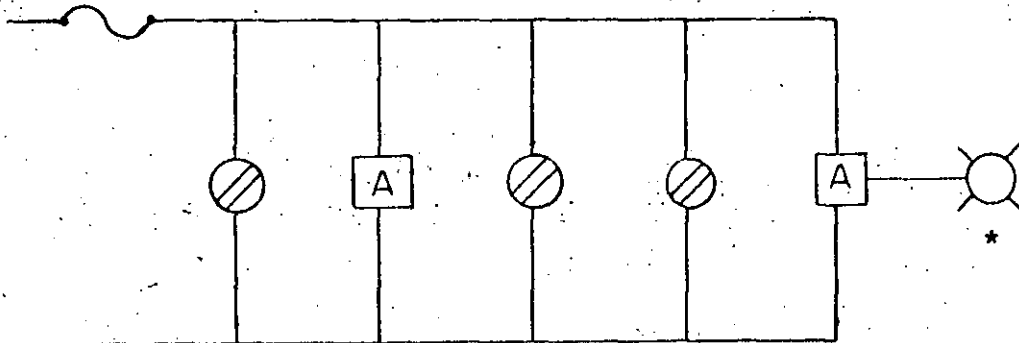
Diagrama que muestra la forma en que está dividida la Sección 403



Otras subsecciones que aparecen en esta sección:

- Generalidades Subsección A
- Circuitos de control de motores Subsección F
- Requisitos para tensiones mayores de 1,000 Volts. . . Subsección I
- Conexión a tierra Subsección J

CIRCUITO PARA APARATOS



□ Aparatos

⊗ Carga definida

⊘ Contactos

* Alumbrado integral

a) - Para cargas definidas (aparatos, no motor)

b).- Para cargas indefinidas

LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO QUEDA DEFINIDA POR,
LA CAPACIDAD DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION

Especificaciones de la capacidad de los circuitos :

- * Circuito de 15 Amps.
- * Circuito de 20 Amps.
- * Circuito de 30 Amps.
- * Circuito de 40 Amps.
- * Circuito de 50 Amps.

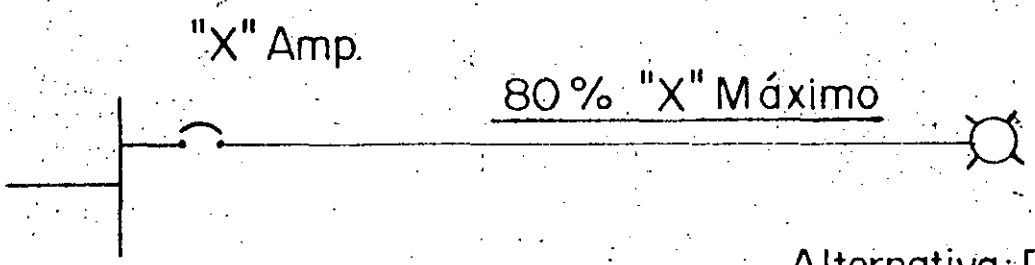
LIMITACION EN TENSION :

SE APLICA TAMBIEN NTIE-202-5-b (1.2-Circuito general)

2.- CIRCUITOS CON "CARGA CONSTANTE"

(3 Hrs. continuas)

NTIE 202-8



Alternativa: Disminución no necesaria si se usa factor de agrupamiento en diseño

3.- RESIDENCIAS

NTIE 202-10-a2

MAXIMO=20 Amps. 2550 W

$$I \times V \times f.p.$$

4.- PORTALAMPARAS "SENCILLO"

NTIE 202-II-a

Capacidad menor de 600 W :

Soquets .

Base FL.

Base SL.

MAXIMO=20 Amps. 2550 W = BASE MOGUL

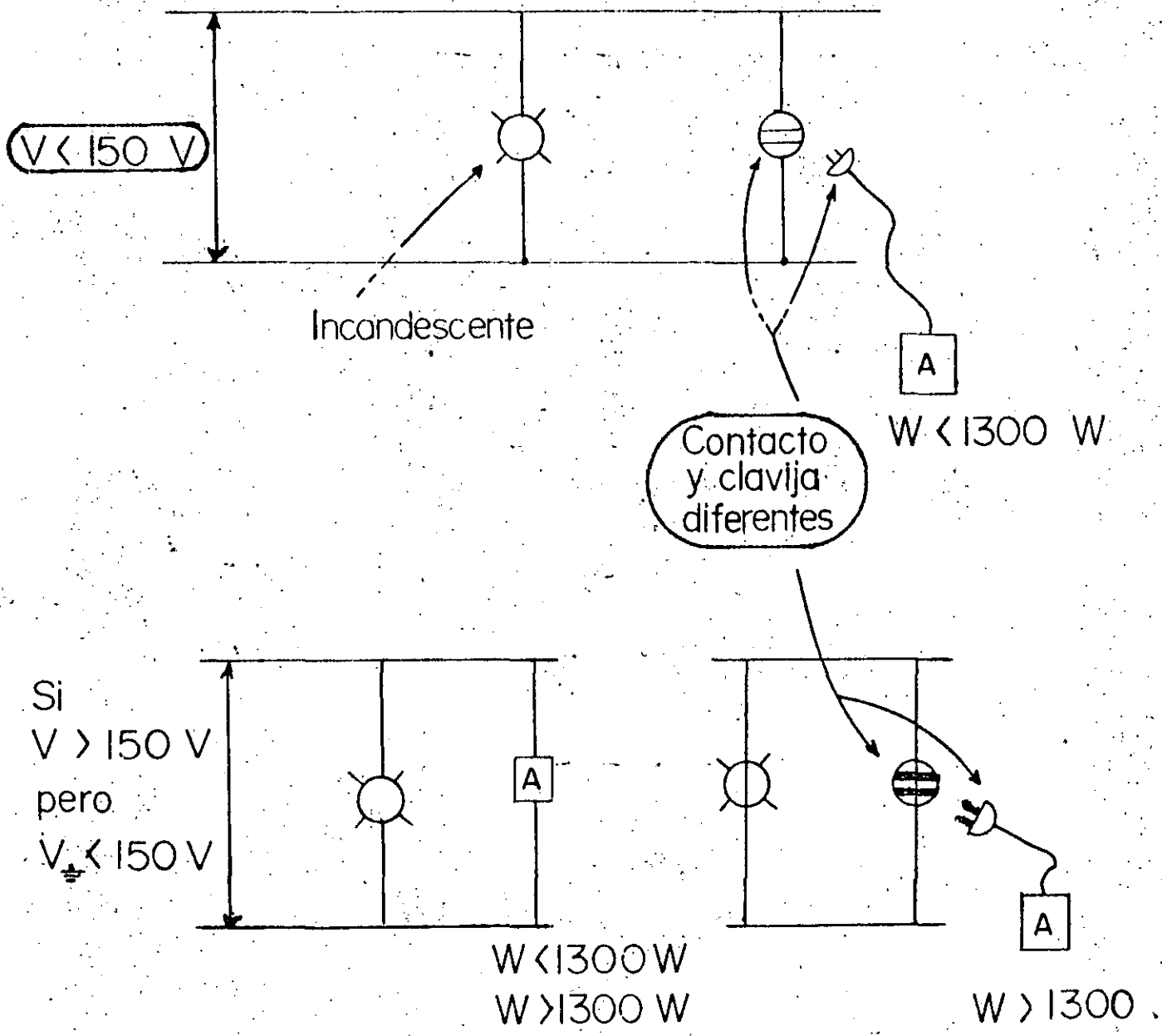
I.2 TENSION ENTRE CONDUCTORES

En: • CASAS HABITACION

• HOTELES ó

• LOCALES SIMILARES

NTIE-202-5-b



Limitaciones del circuito de uso general

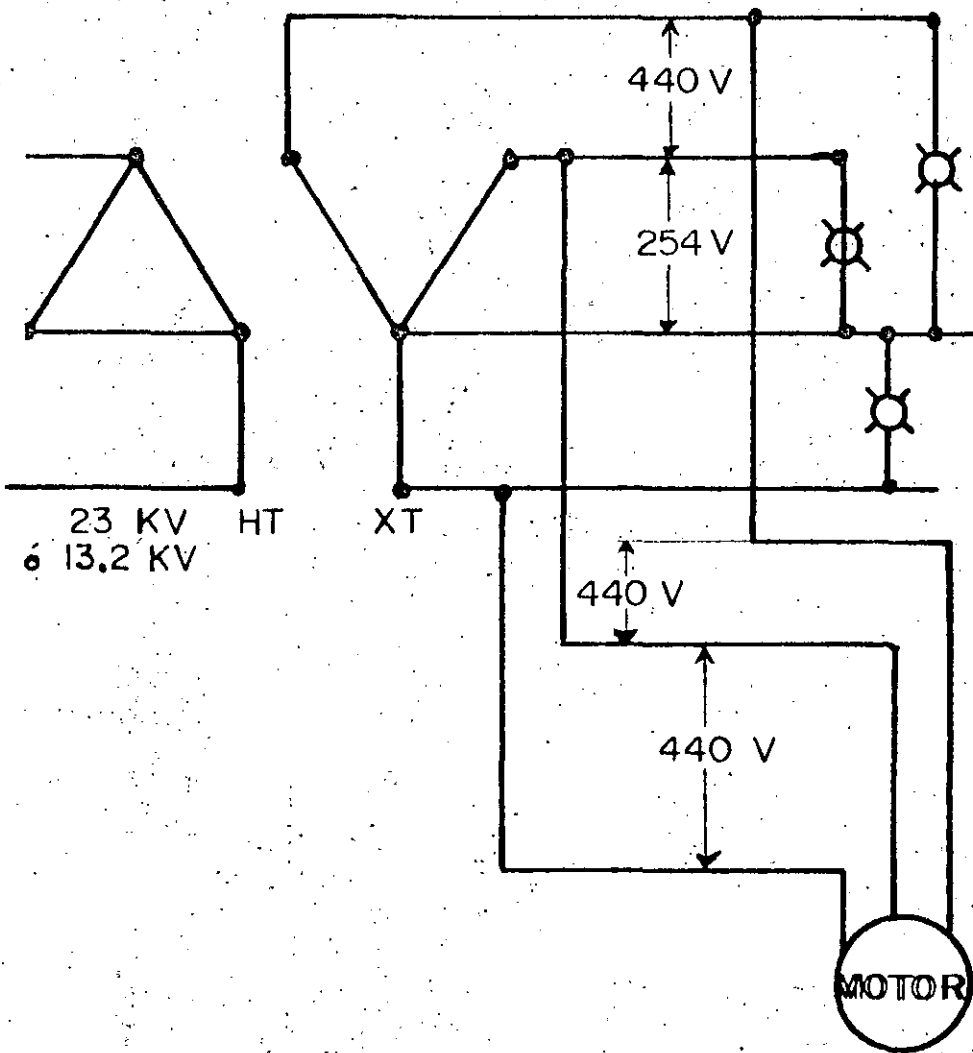
1.- EN TENSION :

1.1) VOLTAJE AL NEUTRO <150 volts -----NTIE-81-202.5-a

EXCEPCIONES :

a).- EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES (hasta 300 V)

- * que tenga mantenimiento responsable
- * que tenga unicamente carga de alumbrado
- * que tenga altura mayor de 2.40 m a las cargas y /ADEMAS SIN INTERRUPTOR INTEGRAL/ y
- * portalámparas tipo MOGUL



Voltaje > 150 volts



Peligro para las personas pero :



CON VOLTAJE DE 220 VOLTS EL MOTOR CONSUME "I" Y CON VOLTAJE DE 440 VOLTS EL CONSUMO ES DE "I/2"

CLASIFICACION DE LOS
CIRCUITOS DERIVADOS

CAPACIDAD COMERCIAL
DE LOS MEDIOS DE
PROTECCION

-NTIE-81-202-

15 Amps.

20 Amps.

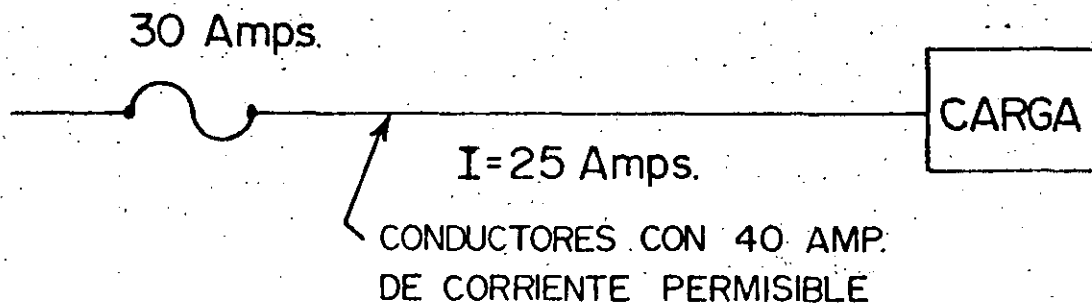
30 Amps.

40 Amps.

50 Amps.

LA CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DERIVADO
ES IGUAL A
LA CAPACIDAD DE SU PROTECCION

EJEMPLO:



LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO
DERIVADO ES : 30 AMP.

2).- DE ACUERDO CON SU USO (NO EN NTIE)

2.1).- USO GENERAL



- CIRCUITO DE ALUMBRADO
- CIRCUITO DE CONTACTOS

2.2).- USO PARA APARATOS

2.3).- USO PARA CARGAS INDIVIDUALES

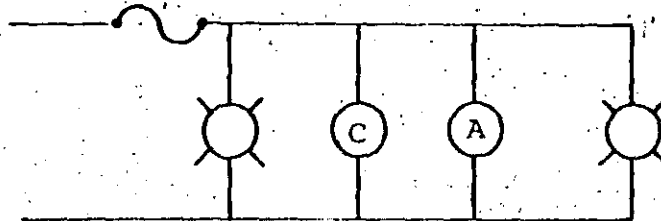


CARGAS INDIVIDUALES
 MAYORES DE 50 A DE-
 BEN ABASTECERSE POR
 C.D. INDIVIDUAL
 -NTIE-202-10-c
 CUALQUIER CARGA IN-
 DIVIDUAL EN CUALQUIER
 LOCAL -NTIE-203-10-b

2.4).- USO PARA MOTORES

2.1).- USO GENERAL

* PARA CARGAS DE ALUMBRADO Y APARATOS INDISTINTAMENTE
 NO RECOMENDADO PARA APARATOS QUE TOMEN MAS DE 3 AMP
 COMO PLANCHAS, PARRILLAS REFRIGERADORES, LAVADORAS,
 NTIE-202-10



¿CUANTAS LAMPARAS, CONTACTOS, APARATOS, ETC., SE DEBEN CONECTAR?

ESTO DEPENDE DE LA CLASIFICACION DEL CIRCUITO

¿QUE ESTABLECE LA CLASIFICACION DEL CIRCUITO?



LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO

CLASIFICACION DE LOS CIRCUITOS

1- De acuerdo con su conexión eléctrica.

2- De acuerdo con su uso.

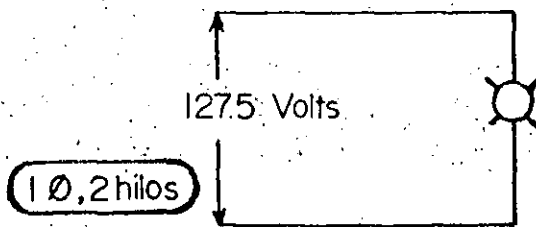
1- De acuerdo con su conexión eléctrica

1.1.) En función del tipo de circuito eléctrico

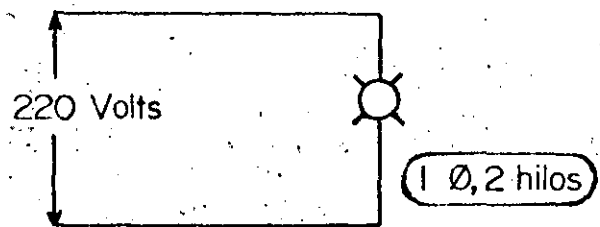
1.1) Circuito SERIE ($I = cte$) } Con respecto
 1.2) Circuito PARALELO ($V = cte$) } a la carga

1.2.) En función de la cantidad de conductores que establecen el circuito:

(1.2.1)



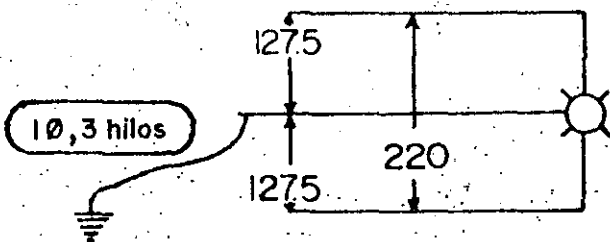
(1.2.2)



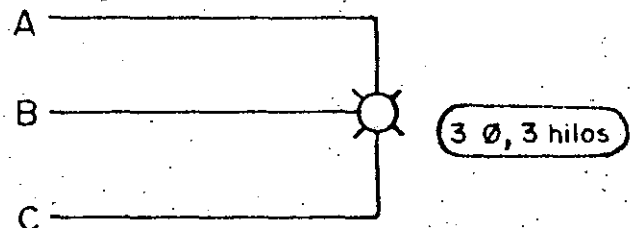
CIRCUITO DERIVADO MULTIFILAR

NTIE - 81 - 101

(1.2.3)

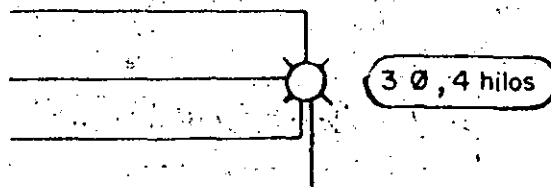


(1.2.4)



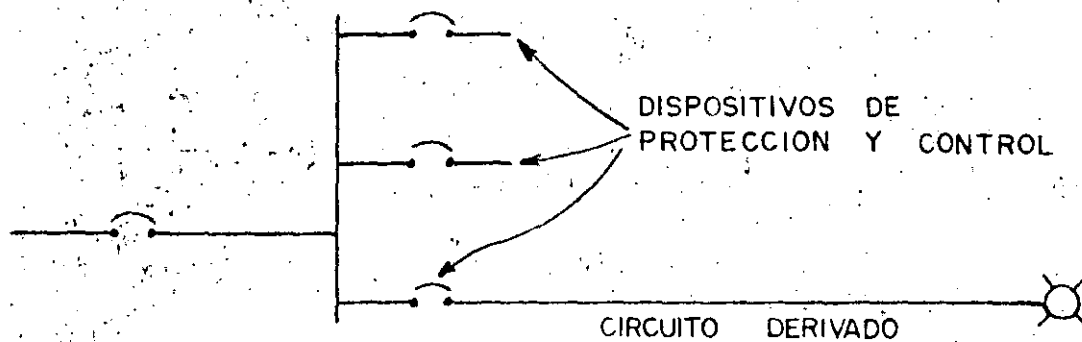
"DOS O MAS CONDUCTORES
 ACTIVOS CON UNA ΔV EN-
 TRE SI...Y UN CONDUCTOR
 PUESTO A TIERRA."

(1.2.5)

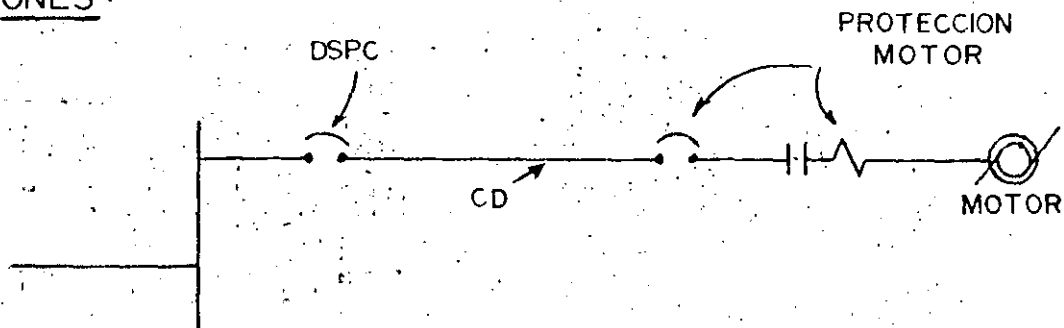


CIRCUITO DERIVADO

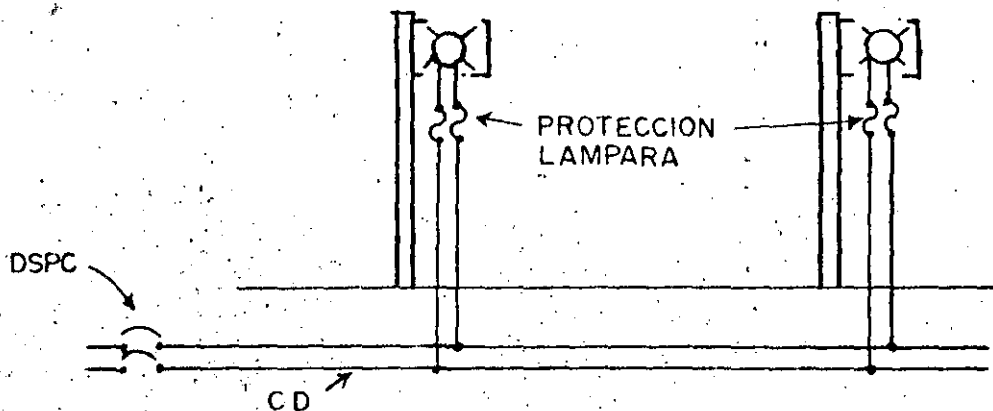
"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION HACIA LAS CARGAS."



EXCEPCIONES:

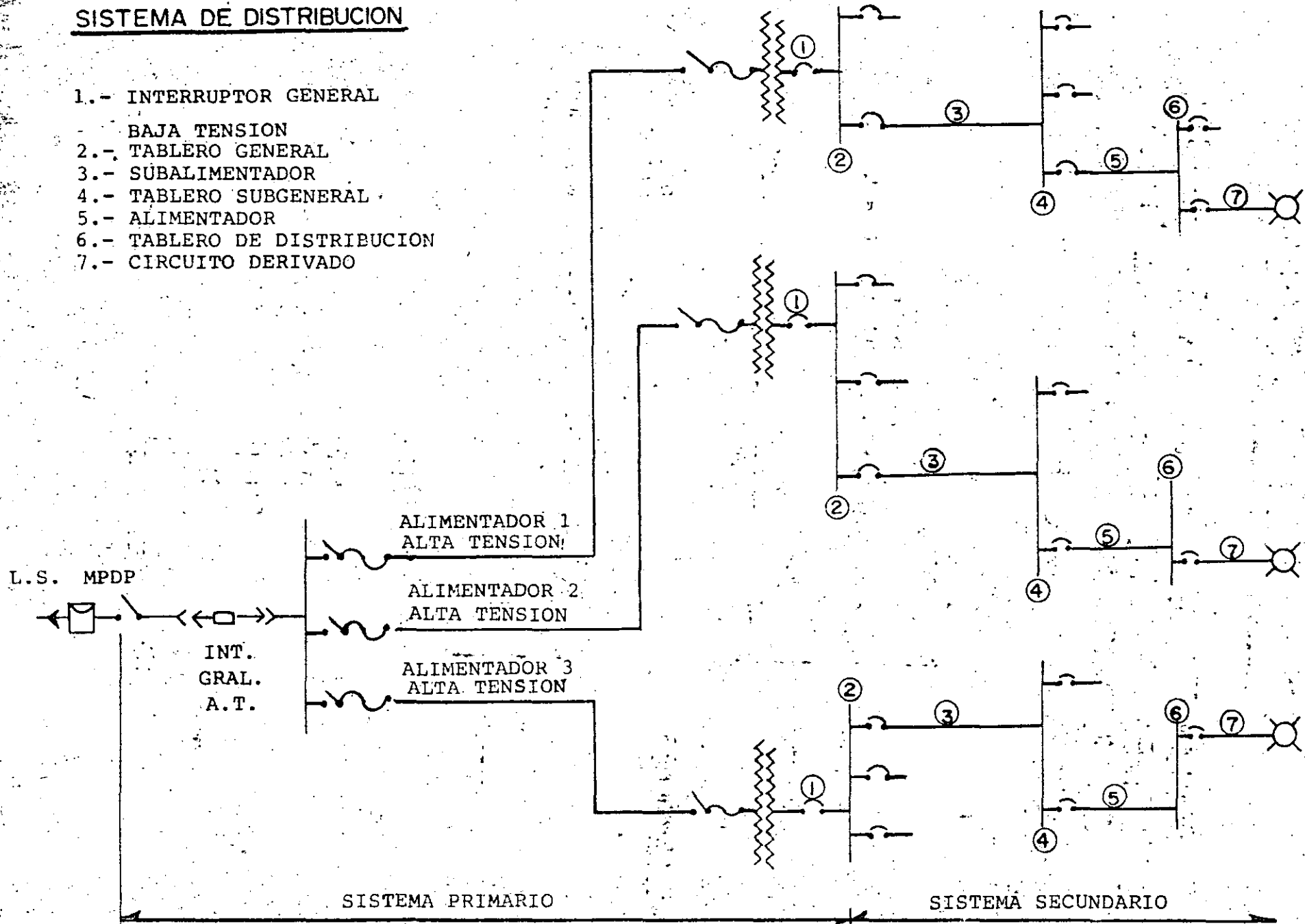


ALUMBRADO PUBLICO

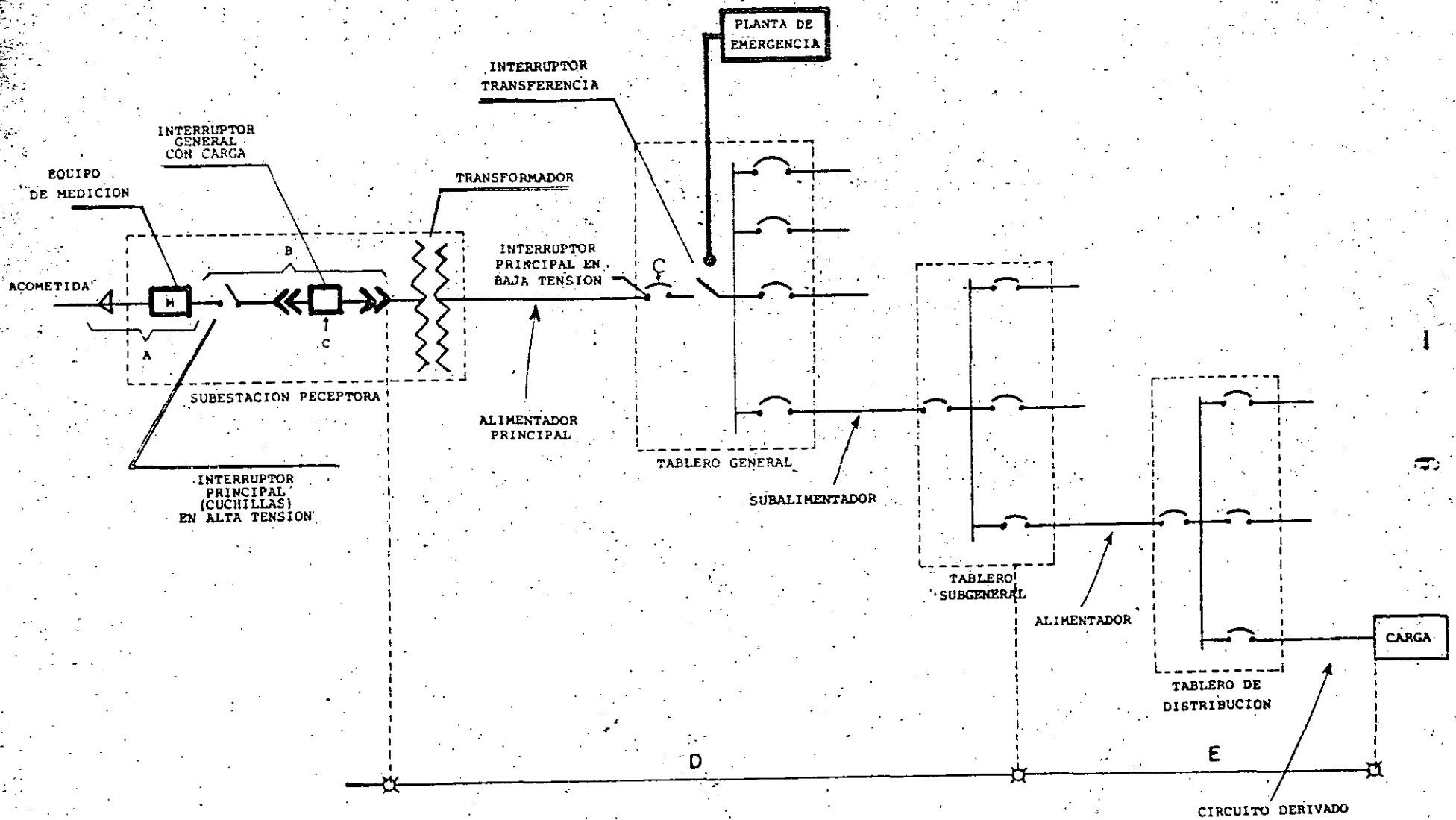


SISTEMA DE DISTRIBUCION

- 1.- INTERRUPTOR GENERAL
- 2.- TABLERO GENERAL
- 3.- SUBALIMENTADOR
- 4.- TABLERO SUBGENERAL
- 5.- ALIMENTADOR
- 6.- TABLERO DE DISTRIBUCION
- 7.- CIRCUITO DERIVADO

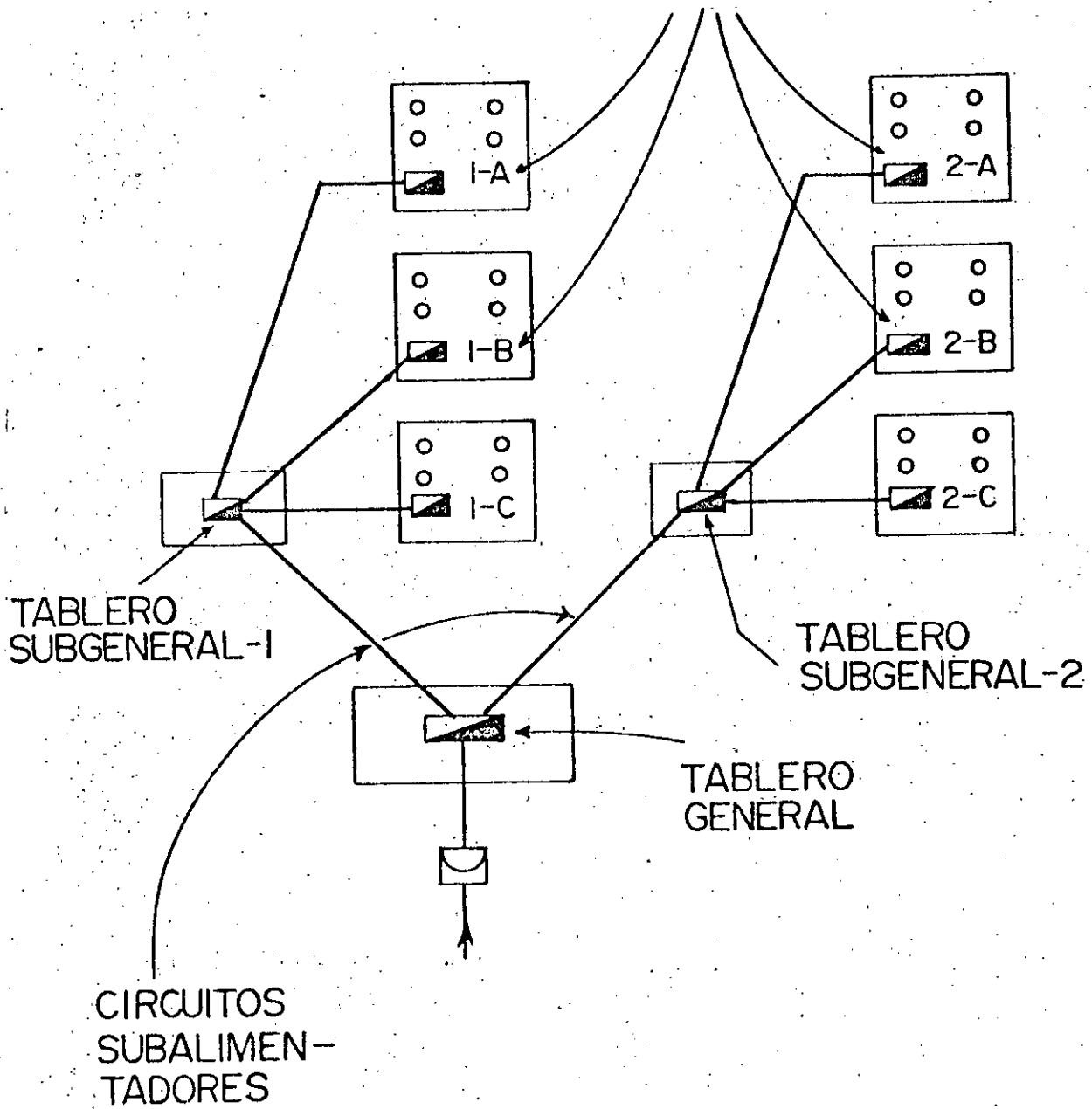


EJEMPLO No. 3



- A DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA
- B DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION
- C DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION
- D SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO.
- E SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO

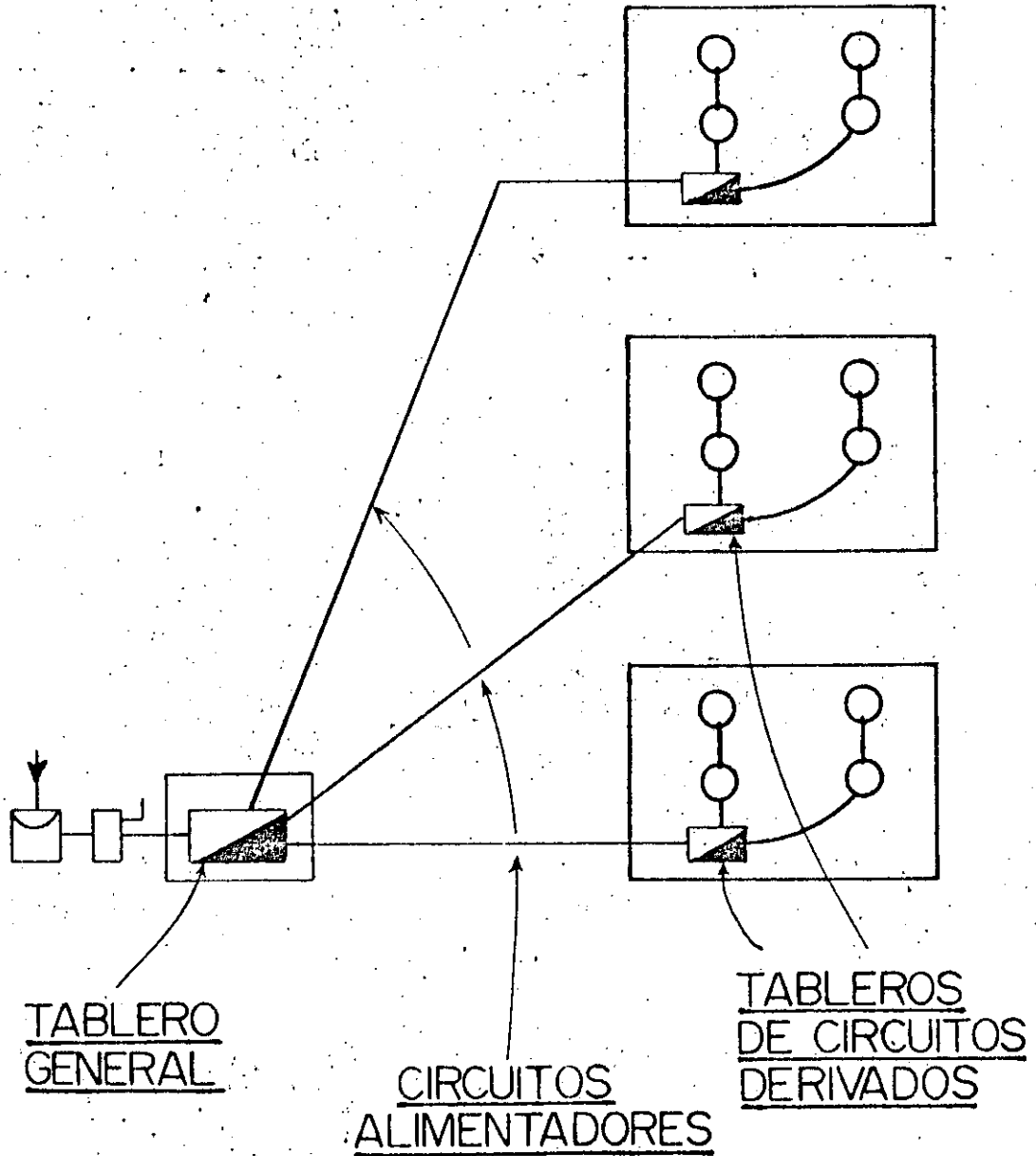
TABLEROS DE
CIRCUITOS DERIVADOS

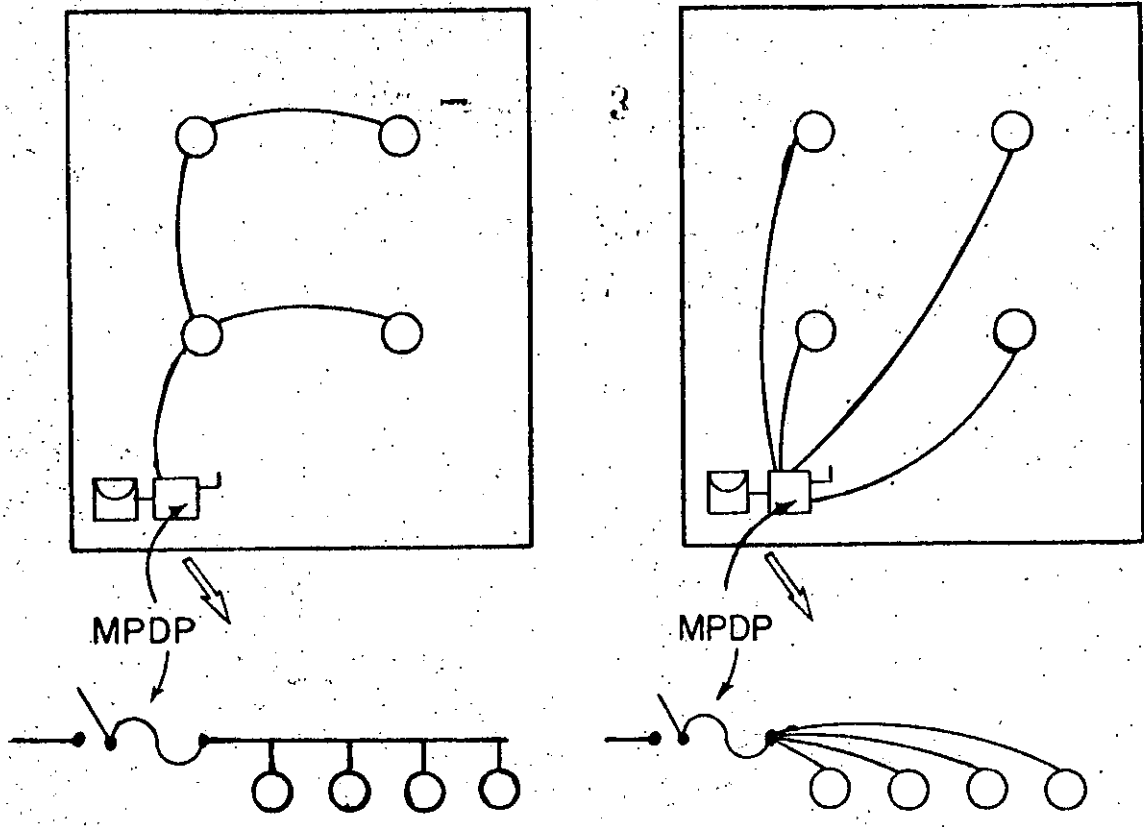


DIVERSOS EJEMPLOS DE DISTRIBUCION

Buscando siempre resolver adecuadamente la protección y la operación del sistema.

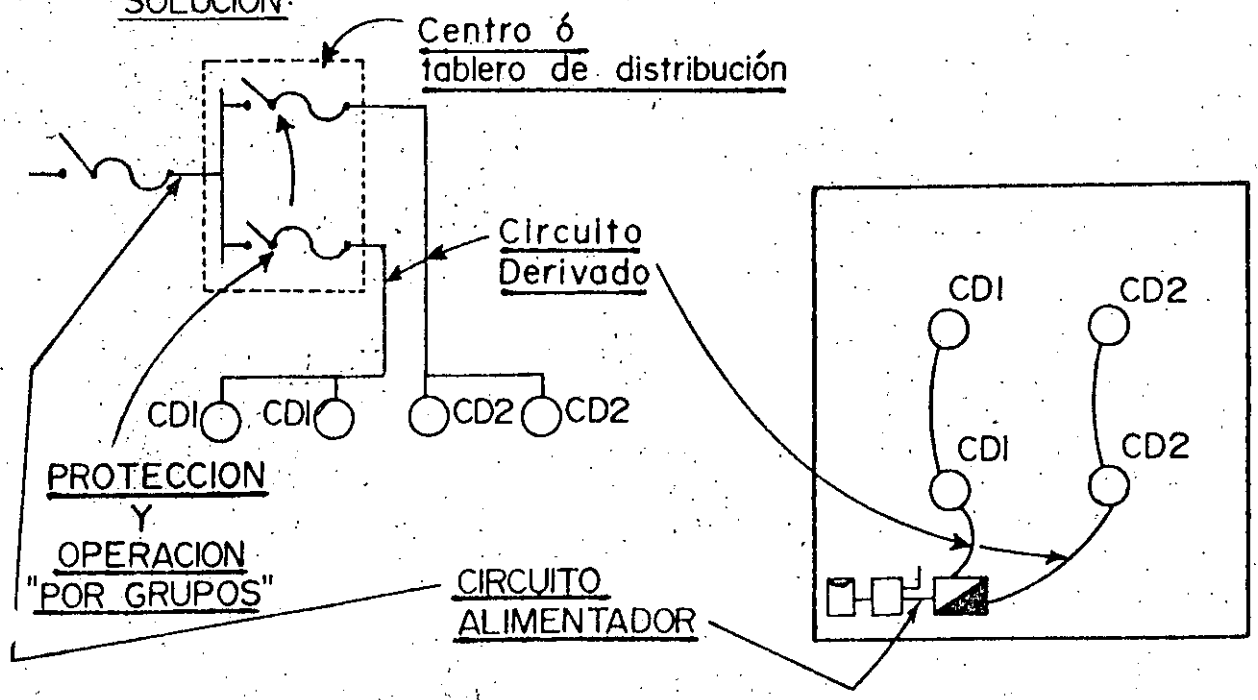
EJEMPLO No. 1

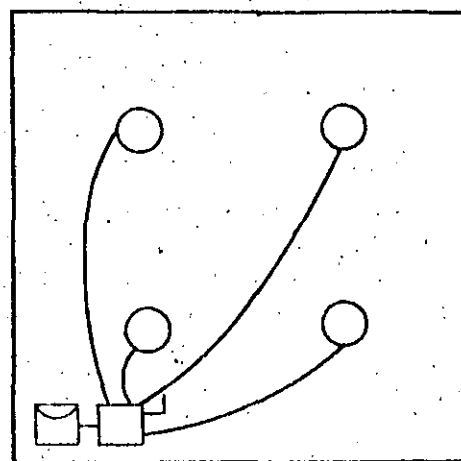
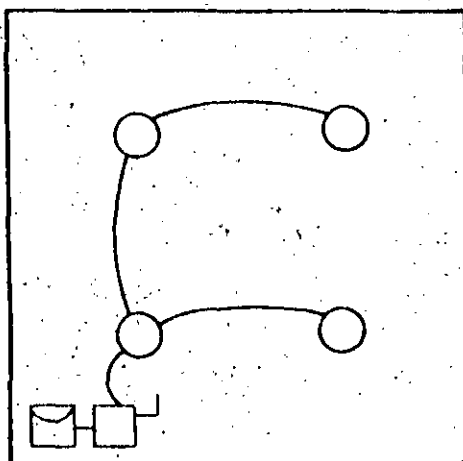
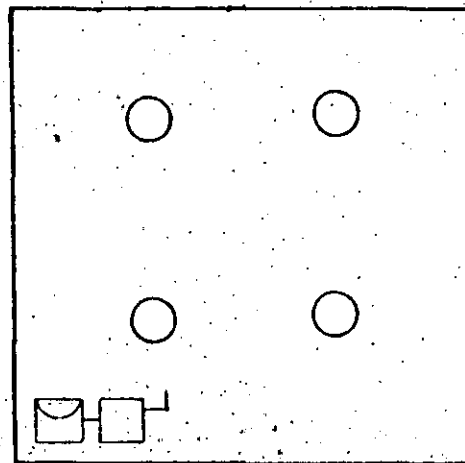
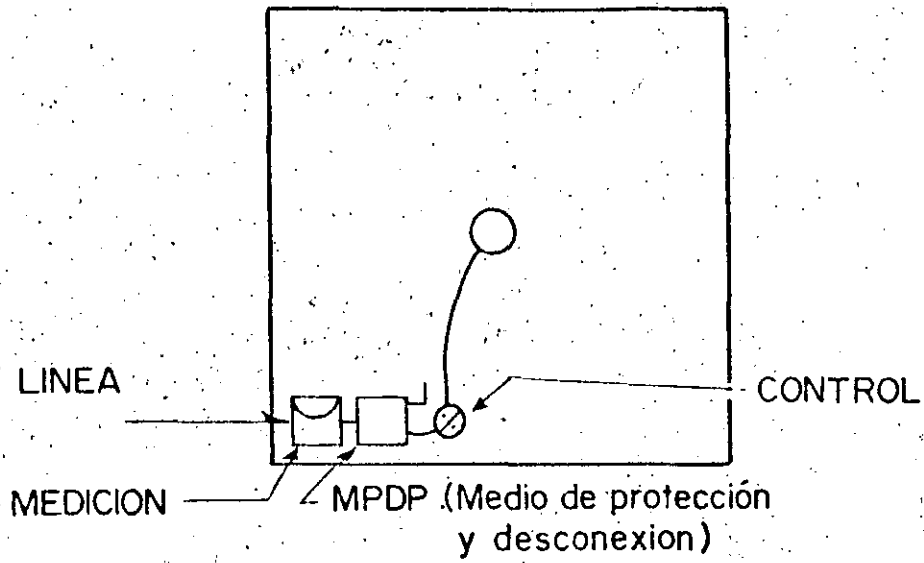




FALLA
 POSIBILIDAD
 DE OPERACION } TOTAL

SOLUCION:





HAY SIEMPRE OPCIONES PARA DISTRIBUIR

SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR:

- ① CIRCUITOS ALIMENTADORES
- ② CENTROS DE DISTRIBUCION
(TABLEROS)
- ③ CIRCUITOS DERIVADOS



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

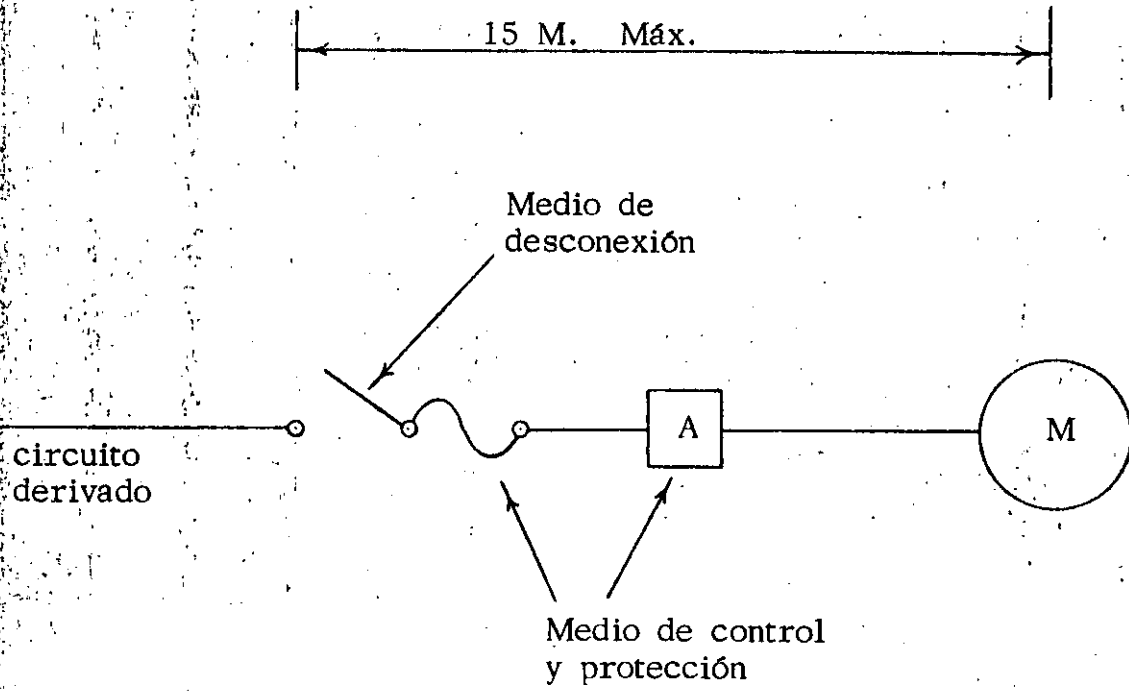
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE DISTRIBUCION

- CIRCUITOS ALIMENTADORES
- CENTROS DE DISTRIBUCION
- CIRCUITOS DERIVADOS

ING. PABLO ZAPIAN LECHUGA

MARZO, 1985



CIRCUITO ELEMENTAL DE UN MOTOR.

50

La localización de estas cargas deberá ser accesible para su montaje, su servicio y su operación

El circuito básico de las mismas contempla los siguientes elementos indispensables para su operación.

- ° Medio de control y protección
- ° Medio de desconexión

Tanto los medios de control y protección como los de desconexión deberán estar visibles desde el motor, con objeto de tener una mayor seguridad. Al considerarse la carga de un motor se deberá tener presente que durante el arranque ésta aumenta de 5 a 7 veces.

Finalmente de acuerdo con la reglamentación existente en México, para motores mayores de 10 C.P. es necesario utilizar arrancadores con voltaje reducido.

cance máximo normal de los conductores de los aparatos por conectarse los que por lo general tienen aproximadamente 1.80 metros, por lo tanto el espaciamiento máximo puede ser de 3.60 metros. De acuerdo a donde se vayan a instalar estos contactos se tienen las siguientes recomendaciones:

Residencias.- Los contactos por habitación, deberán tener un espaciamiento máximo de 3.60 metros.

Oficinas.- Para una superficie normal de 40 metros cuadrados - un contacto cada 3 metros de muro. Para una superficie mayor, 8 contactos por los primeros 40 metros cuadrados con tres más - por cada 40 metros cuadrados adicionales.

Escuelas.- Un contacto por cada muro.

Locales comerciales.- Un contacto por cada 40 metros cuadrados.

3.- Cargas de fuerza.- Parámetros necesarios para su determinación.

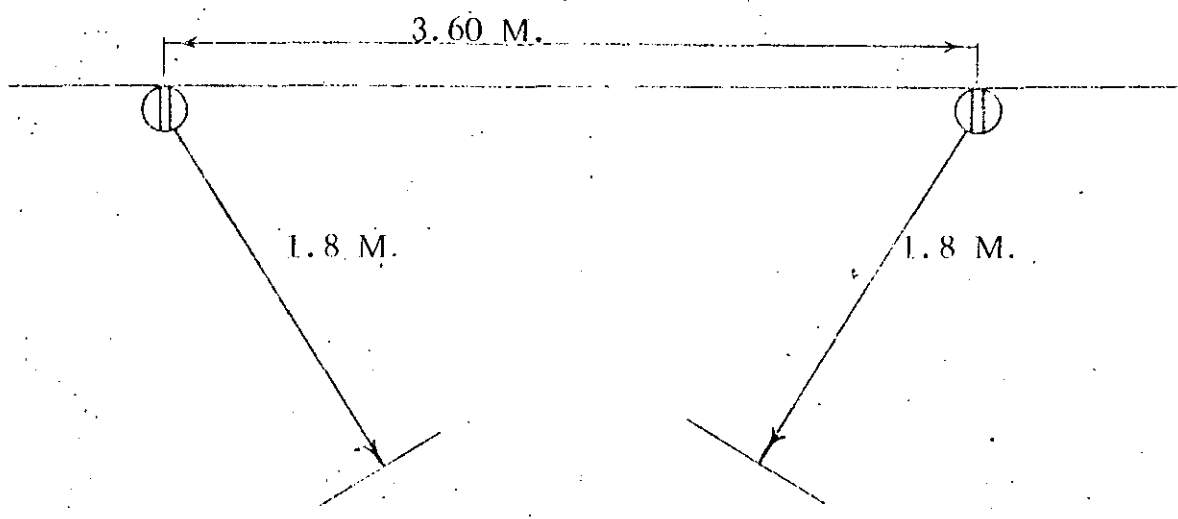
Las cargas de fuerza son las que corresponden a los motores eléctricos. Están definidas por las características de placa de este dispositivo.

48

	WATTS TÍPICOS	VOLTAJE USUAL
CALENTADOR DE AGUA	3000	127-220
CALEFACTOR	1000-2500	127-220
TELEVISOR	300	127
ACÓNDICIONADOR	1200-2400	127-220
ESTUFA	12000	127-220
HORNO	4500	127-220
PARRILLA	3000-6000	127-220
LAVADORA PLATOS	1200	127
TRITURADOR	300	127
ASADOR	1500	127
CAFÉTERA	1000	127
REFRIGERADOR	300	127
CONGELADOR	400	127

Carga indefinida. - Esta provee el uso de aparatos pequeños o de alumbrado suplementario en una zona determinada. Su uso implica utilizar elementos de conexión, conocidos con el nombre de contactos.

Para su localización no existe una regla fija, pudiéndose situar -- donde sea posible el uso de un aparato. Debe considerarse el al



$S < 40 \text{ M}^2$: 1 contacto ./ 3 M.

$S > 40 \text{ M}^2$: 8 contactos + 3 contactos cada 40 M^2

46

Las cargas de aparatos pueden ser:

- ° Definidas
- ° Indefinidas

Carga definida. - Las cargas definidas son por ejemplo: calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos telefónicos, equipos de sonido, alarmas, rayos x, etc.

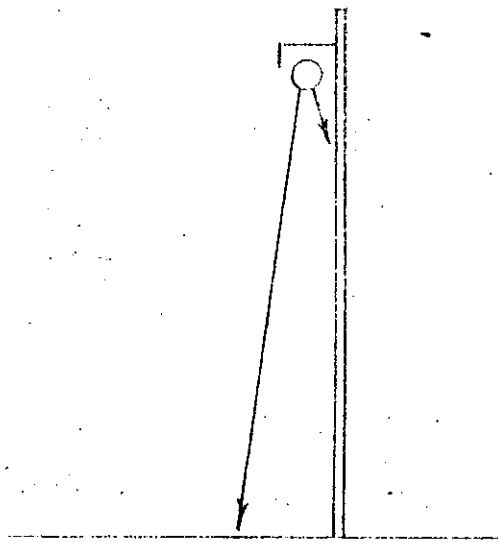
Por lo que corresponde a estas cargas, es importante conocer su capacidad y su localización exacta al desarrollarse el proyecto. -

Estas pueden ser fijas o móviles, en el caso de ser fijas se deberá tener un medio de desconexión. Si son móviles deberá instalarse contacto especial para su alimentación.

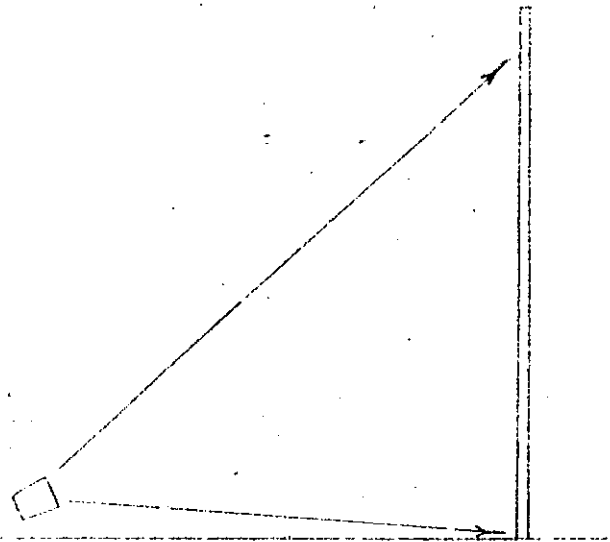
Las cargas de aparatos domésticos son las siguientes:

	WATTS TÍPICOS	VOLTAJE USUAL
PLANCHADORA	1600	127
LAVADORA ROPA	1200	127
SECADORA	5000	127-220
PLANCHA	1000	127

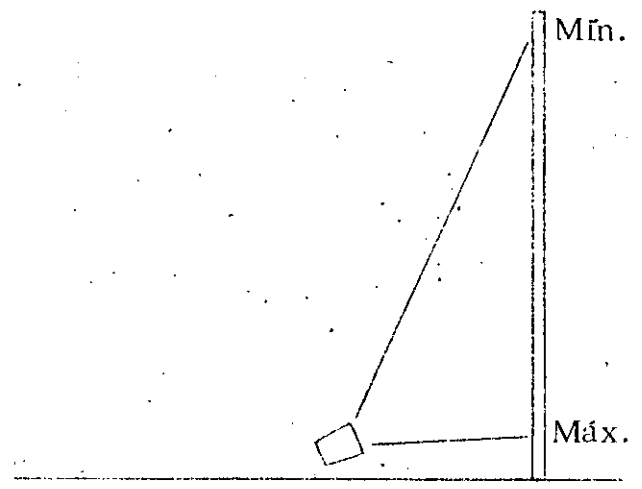
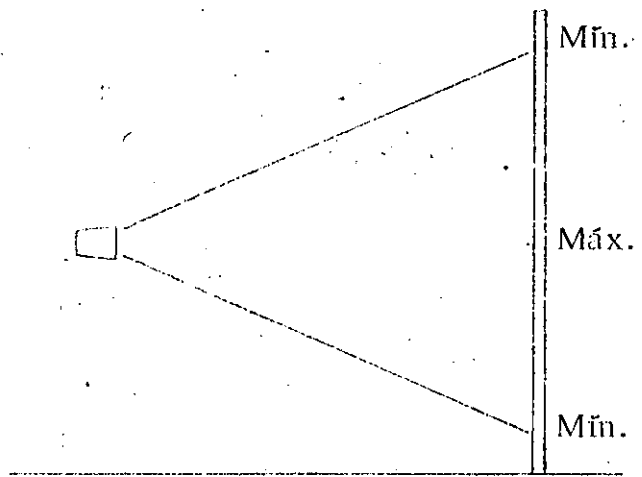
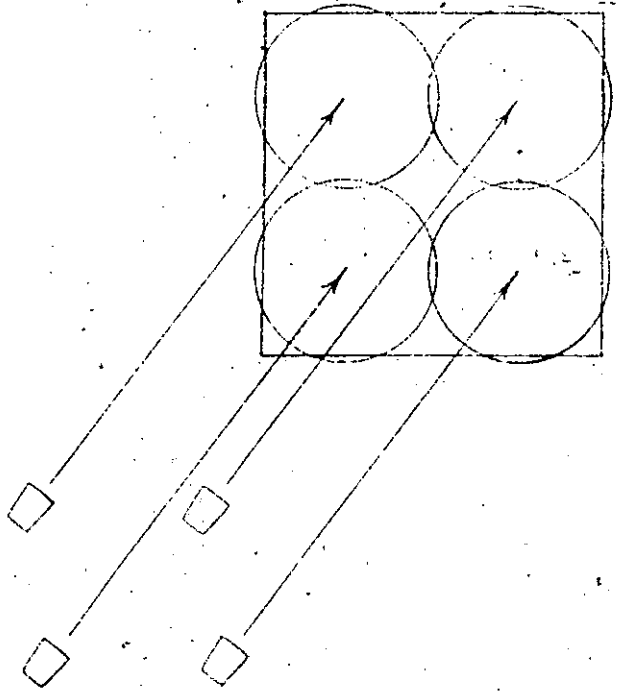
45



RASANTE



PROYECTOR



Cargas de alumbrado arquitectónica.

El fin primordial de éstas cargas es proporcionar los efectos de contraste entre luz y sombra para hacer resaltar las características particulares de una construcción, aunque en algunas ocasiones puede tener también fines utilitarios.

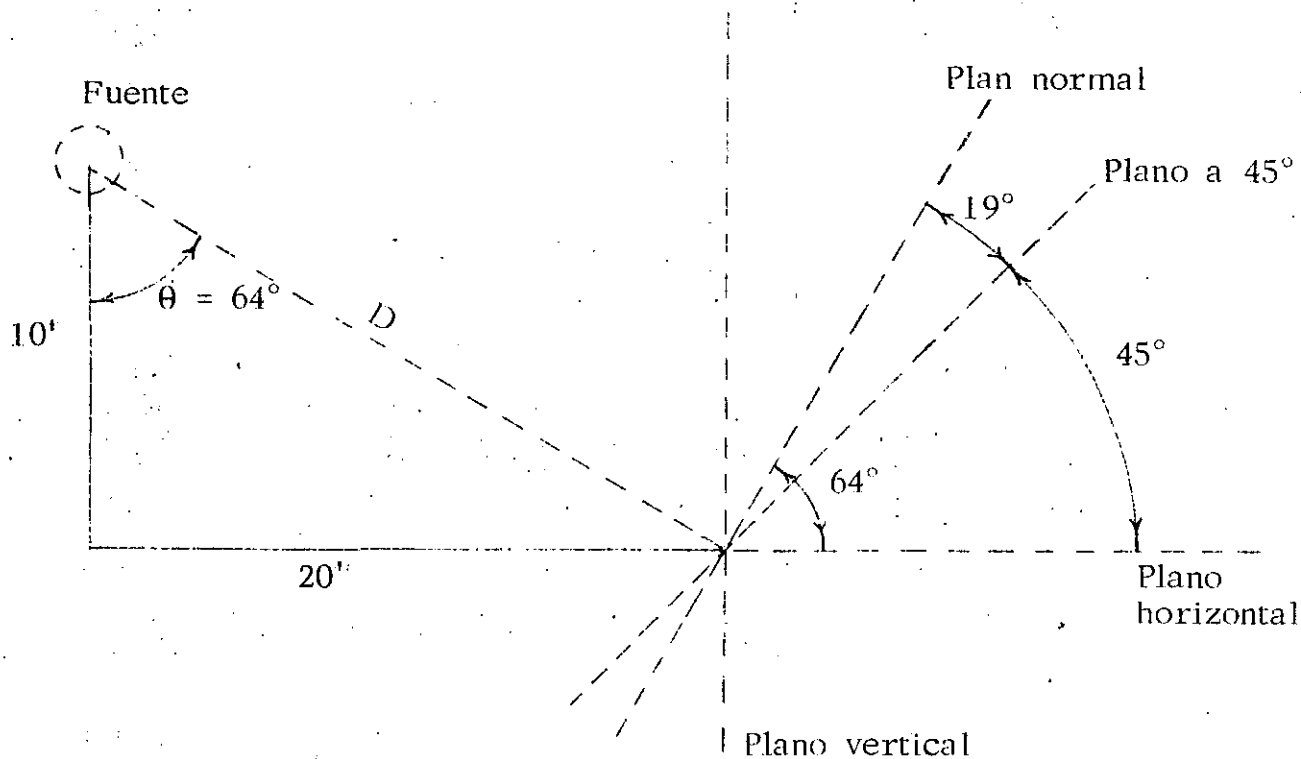
Estas cargas podemos clasificarlas en la forma siguiente:

- ° Con proyectores.
- ° Rasante.

La carga con proyectores presenta un ángulo de incidencia grande, además de una iluminación uniforme. El problema que se tiene con esta carga es el de su posición con el fin de poderla dejar oculta.

La carga rasante proporciona un ángulo de incidencia pequeño con una iluminación concentrada. Su problema al igual que la anterior es el ocultar la fuente de iluminación.

2. - Cargas de aparatos. - Criterio para determinar cargas.



Cálculos:

$$\tan \theta = 20/10 = 2.0$$

$$\theta = 64^\circ$$

$$E_n = I\theta/d^2 = 1000/500^* = 2 \text{ bujías-pie.}$$

$$E_n = E_n \cos \theta = (2) (\cos 64^\circ) = (2) (.44) = 0.88 \text{ bujías - pie.}$$

$$E_v = E_n \sin \theta = (2) (\sin 64^\circ) = (2) (.90) = 1.8 \text{ bujías - pies.}$$

$$E_{45^\circ} = E_n \cos 19^\circ = (2) (.95) = 1.9 \text{ bujías - pie.}$$

$$d^2 = a^2 + b^2 + (20)^2 = 100 + 400 = 500$$

tabla que se ha utilizado.

El resultado así obtenido es la iluminación en luxes en ese punto.

Estas tablas también pueden utilizarse para calcular niveles de iluminación sobre superficies verticales en puntos de un plano que sea normal al plano vertical que incluye a la fuente de luz y al punto. Cuando el punto está sobre una superficie vertical que no es normal al plano vertical que contiene la fuente y al punto, se debe considerar el ángulo adicional.

Ejemplo:

Un punto se encuentra 10 pies abajo y 20 pies a la derecha de una fuente luminosa cuya potencia uniforme distribuida es de 1000 candelas. Determinese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

Plano normal;

Plano horizontal;

Plano vertical;

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.

41

En el plano horizontal:

$$E = \frac{I \times H}{D^3} = \frac{I \times \cos^3 \theta}{H^2}$$

En el plano vertical:

$$E = \frac{I \times R}{D^3} = \frac{I \times \cos^2 \theta \times \sin \theta}{H^2}$$

Para facilitar el cálculo de los niveles de iluminación en el plano horizontal, se tienen las tablas que se anexan las que se usarán siguiendo los tres puntos siguientes:

- i. - Determinar el ángulo en grados de la figura anterior por medio de la tabla.
- ii. - De la curva de distribución luminosa de la fuente de luz, determinar la intensidad luminosa de la fuente, en la dirección correspondiente al punto de que se trata.
- iii. - Multiplicar la intensidad luminosa (candelas) hallada en el punto 2 por el factor de multiplicación que es la cifra inferior de cada casilla de la tabla, y luego dividir el resultado por la intensidad luminosa (100 o 100000 candelas) sobre el que se base la parte de la

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO" (Continuación)
 Números superiores: Ángulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.
 Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)														
	3.95	4.25	4.55	4.85	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.55	9.15	10.65	12.20	15.25	
	LUX POR CADA 100 CANDILAS														
0.60	81 0.90	82 0.70	83 0.58	84 0.48	84 0.38	84 0.32	85 0.28	85 0.24	86 0.21	86 0.18	86 0.16	87 0.14	87 0.12	87 0.11	
0.90	72 1.25	74 1.00	75 0.84	76 0.70	76 0.50	77 0.44	77 0.37	78 0.31	78 0.27	79 0.23	79 0.20	80 0.17	80 0.15	80 0.14	
1.20	69 1.59	70 1.40	71 1.02	72 0.90	72 0.64	73 0.57	73 0.47	74 0.40	74 0.34	75 0.29	75 0.25	76 0.22	76 0.19	76 0.18	
1.50	66 1.85	67 1.52	68 1.26	69 1.06	69 0.77	70 0.67	70 0.57	71 0.48	71 0.40	72 0.34	72 0.29	73 0.25	73 0.22	73 0.20	
1.80	64 2.03	64 1.70	65 1.42	66 1.20	66 0.88	67 0.76	67 0.64	68 0.53	68 0.44	69 0.37	69 0.32	70 0.27	70 0.24	70 0.22	
2.10	62 2.18	62 1.81	63 1.54	64 1.31	64 0.97	65 0.84	65 0.71	66 0.60	66 0.50	67 0.42	67 0.36	68 0.31	68 0.27	68 0.25	
2.45	58 2.25	60 1.91	62 1.63	63 1.40	63 1.05	64 0.91	64 0.78	65 0.66	65 0.55	66 0.46	66 0.40	67 0.35	67 0.31	67 0.29	
2.75	55 2.28	57 1.96	59 1.69	60 1.46	60 1.10	61 0.95	61 0.82	62 0.70	62 0.58	63 0.49	63 0.43	64 0.38	64 0.34	64 0.32	
3.05	52 2.27	54 1.96	56 1.71	57 1.49	57 1.12	58 0.97	58 0.84	59 0.72	59 0.60	60 0.51	60 0.45	61 0.40	61 0.36	61 0.34	
3.35	50 2.21	52 1.95	54 1.71	55 1.50	55 1.17	56 1.02	56 0.89	57 0.77	57 0.65	58 0.56	58 0.50	59 0.45	59 0.41	59 0.39	
3.65	47 2.17	49 1.91	51 1.65	52 1.50	52 1.19	53 1.04	53 0.91	54 0.79	54 0.67	55 0.58	55 0.52	56 0.47	56 0.43	56 0.41	
3.95	45 2.06	47 1.87	49 1.64	50 1.48	50 1.19	51 1.04	51 0.91	52 0.79	52 0.67	53 0.58	53 0.52	54 0.47	54 0.43	54 0.41	
4.25	43 2.01	45 1.80	47 1.62	48 1.46	48 1.18	49 1.03	49 0.90	50 0.78	50 0.66	51 0.57	51 0.51	52 0.46	52 0.42	52 0.40	
4.55	41 1.92	43 1.74	45 1.57	46 1.42	46 1.17	47 1.02	47 0.89	48 0.77	48 0.65	49 0.56	49 0.50	50 0.45	50 0.41	50 0.39	
4.90	39 1.83	41 1.67	43 1.52	44 1.38	44 1.15	45 1.00	45 0.87	46 0.75	46 0.63	47 0.54	47 0.48	48 0.43	48 0.39	48 0.37	
5.20	37 1.74	39 1.59	41 1.46	42 1.34	42 1.12	43 0.94	43 0.82	44 0.70	44 0.59	45 0.50	45 0.44	46 0.39	46 0.35	46 0.33	
5.50	36 1.65	38 1.52	40 1.40	42 1.29	42 1.09	43 0.92	43 0.80	44 0.68	44 0.57	45 0.48	45 0.42	46 0.37	46 0.33	46 0.31	
5.80	34 1.56	36 1.45	38 1.34	40 1.24	40 1.06	41 0.90	41 0.78	42 0.66	42 0.55	43 0.46	43 0.40	44 0.35	44 0.31	44 0.29	
6.10	33 1.47	35 1.37	37 1.29	39 1.19	39 1.01	40 0.84	40 0.72	41 0.60	41 0.49	42 0.40	42 0.34	43 0.29	43 0.25	43 0.23	

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

6.40	32 1.59	34 1.31	36 1.22	37 1.14	41 0.98	44 0.86	47 0.75	49 0.65	51 0.56	53 0.49	55 0.43	59 0.31	62 0.23	67 0.14
6.70	31 1.52	33 1.24	34 1.14	35 1.09	38 0.96	42 0.84	45 0.71	47 0.64	50 0.56	52 0.49	54 0.41	58 0.31	61 0.21	66 0.14
7.00	29 1.25	31 1.18	31 1.11	32 1.05	35 0.92	40 0.81	44 0.71	46 0.63	49 0.55	51 0.49	53 0.41	57 0.31	60 0.21	65 0.14
7.30	28 1.18	30 1.12	30 1.06	31 1.00	34 0.89	39 0.79	43 0.70	45 0.61	47 0.54	49 0.48	51 0.42	55 0.31	59 0.24	64 0.14
7.60	27 1.12	29 1.06	29 1.01	30 0.96	33 0.86	37 0.76	41 0.68	44 0.60	46 0.53	48 0.47	50 0.42	54 0.31	58 0.24	63 0.15
8.25	26 1.00	28 0.96	28 0.92	29 0.87	32 0.79	36 0.71	40 0.64	42 0.57	45 0.51	46 0.46	48 0.41	52 0.31	56 0.24	61 0.15
9.15	23 0.86	25 0.83	25 0.80	26 0.77	29 0.70	33 0.64	37 0.58	39 0.53	41 0.48	43 0.43	45 0.39	49 0.31	53 0.24	58 0.15
10.05	22 0.74	24 0.72	24 0.69	25 0.67	28 0.62	32 0.56	36 0.51	38 0.46	40 0.41	42 0.37	44 0.33	48 0.24	52 0.17	57 0.15
11.00	20 0.64	22 0.62	22 0.61	23 0.59	26 0.55	30 0.52	34 0.46	36 0.41	38 0.37	40 0.33	42 0.29	46 0.20	50 0.13	55 0.15
12.20	18 0.54	19 0.53	19 0.51	20 0.50	23 0.47	27 0.45	31 0.42	33 0.38	35 0.34	37 0.31	39 0.27	43 0.18	47 0.13	52 0.15
13.70	16 0.44	17 0.43	17 0.42	18 0.41	21 0.40	25 0.38	29 0.36	31 0.34	33 0.31	35 0.28	37 0.25	41 0.16	45 0.13	50 0.15
15.25	14 0.36	15 0.36	15 0.35	16 0.35	19 0.33	23 0.32	27 0.31	29 0.28	31 0.26	33 0.23	35 0.20	39 0.11	43 0.15	48 0.15
16.75	13 0.31	14 0.30	14 0.30	15 0.29	18 0.29	22 0.27	26 0.26	28 0.25	30 0.24	32 0.23	34 0.22	38 0.13	42 0.15	47 0.15
18.30	12 0.26	13 0.26	13 0.25	14 0.25	17 0.24	21 0.24	25 0.23	27 0.22	29 0.21	31 0.21	33 0.20	37 0.11	41 0.15	46 0.15
21.35	11 0.19	11 0.19	11 0.19	12 0.19	15 0.19	19 0.18	23 0.18	25 0.17	27 0.17	29 0.16	31 0.16	35 0.11	39 0.15	44 0.15

	LUX POR CADA 100,000 CANDILAS														
24.40	9 150.40	10 149.10	11 148.20	11 147.50	13 144.90	14 142.70	15 140.30	17 137.10	18 134.40	19 131.60	21 127.90	24 120.20	27 111.40	32 93.11	
30.50	7 97.61	8 97.12	9 96.60	9 96.10	11 95.19	12 94.39	13 93.10	15 91.25	16 90.48	17 89.14	19 88.19	22 84.40	27 79.91	32 71.40	
38.10	6 62.97	7 62.86	7 62.62	8 62.50	9 62.09	10 61.63	11 61.13	13 60.59	14 60.01	15 59.38	17 58.72	20 57.08	24 53.21	29 51.20	
45.70	4 41.57	5 41.50	5 41.41	6 41.30	7 41.49	8 41.24	9 41.09	11 40.80	12 40.45	13 40.16	15 39.76	18 38.02	22 34.08	27 28.99	
53.35	4 32.38	4 32.34	4 32.30	5 32.25	6 32.13	7 31.99	8 31.91	10 31.74	11 31.64	12 31.45	14 31.24	17 30.76	21 30.24	26 28.99	
60.95	4 24.84	4 24.82	4 24.79	5 24.76	6 24.70	7 24.63	8 24.57	10 24.46	11 24.40	12 24.28	14 24.15	17 23.90	21 23.60	26 22.82	

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla el revés: la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

6-36

6-37

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"
 Números superiores: Angulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.
 Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m.)														
	0	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	
	LUX POR CADA 100 CANDELAS														
0.60	0° 240.00	27° 178.50	45° 88.50	54° 42.75	61° 22.45	68° 12.98	71° 8.02	74° 5.28	76° 3.55	78° 2.55	79° 1.90	80° 1.42	81° 1.13	81° 0.90	
0.90	0° 111.10	18° 93.00	34° 66.00	45° 39.33	51° 24.00	55° 15.22	59° 10.00	62° 6.80	64° 4.72	65° 3.56	66° 2.64	67° 2.05	68° 1.61	68° 1.26	
1.20	0° 62.50	11° 51.02	21° 44.72	32° 32.00	43° 22.10	51° 15.24	56° 10.68	60° 7.64	62° 5.59	63° 4.19	64° 3.20	64° 2.49	65° 1.98	65° 1.59	
1.50	0° 40.00	7° 32.71	13° 32.02	21° 25.22	29° 19.04	35° 14.14	40° 10.50	43° 7.85	45° 5.95	46° 4.58	47° 3.58	47° 2.83	48° 2.28	48° 1.85	
1.80	0° 27.78	5° 26.71	9° 25.72	15° 19.87	21° 16.00	26° 12.60	30° 9.82	32° 7.66	33° 6.00	34° 4.74	34° 3.75	35° 3.05	35° 2.49	35° 2.05	
2.10	0° 20.91	4° 19.80	7° 18.14	11° 15.85	15° 13.36	19° 11.00	22° 8.93	24° 7.22	25° 5.83	26° 4.71	26° 3.85	27° 3.18	27° 2.61	27° 2.18	
2.45	0° 15.43	3° 15.27	5° 14.27	8° 12.83	11° 11.18	14° 9.32	17° 8.00	19° 6.72	20° 5.52	21° 4.52	21° 3.81	22° 3.18	22° 2.67	22° 2.25	
2.75	0° 12.35	2° 12.12	3° 11.48	5° 10.54	7° 9.41	9° 8.25	11° 7.11	12° 6.07	13° 5.15	13° 4.27	13° 3.70	14° 3.14	14° 2.67	14° 2.28	
3.05	0° 10.00	1° 10.43	2° 11.11	3° 10.29	4° 9.31	5° 8.29	6° 7.16	7° 6.13	8° 5.20	9° 4.36	9° 3.74	10° 3.15	10° 2.61	10° 2.22	
3.35	0° 8.26	0° 8.12	1° 8.10	2° 7.82	3° 7.42	4° 6.86	5° 6.23	6° 5.59	7° 4.96	8° 4.37	8° 3.83	9° 3.25	9° 2.72	9° 2.31	
3.65	0° 7.04	0° 6.46	1° 6.82	2° 6.68	3° 6.34	4° 5.93	5° 5.46	6° 4.97	7° 4.48	8° 4.00	8° 3.56	9° 3.15	9° 2.78	9° 2.47	
3.95	0° 6.10	0° 5.24	1° 5.87	2° 5.71	3° 5.47	4° 5.17	5° 4.81	6° 4.44	7° 4.04	8° 3.66	8° 3.29	9° 2.95	9° 2.61	9° 2.29	
4.25	0° 5.40	0° 4.55	1° 5.06	2° 4.95	3° 4.72	4° 4.54	5° 4.26	6° 3.96	7° 3.65	8° 3.34	8° 3.04	9° 2.75	9° 2.48	9° 2.21	
4.55	0° 4.84	0° 4.00	1° 4.42	2° 4.33	3° 4.19	4° 4.01	5° 3.80	6° 3.58	7° 3.33	8° 3.05	8° 2.80	9° 2.56	9° 2.31	9° 2.02	
4.90	0° 4.00	0° 3.35	1° 3.85	2° 3.78	3° 3.63	4° 3.51	5° 3.39	6° 3.21	7° 3.00	8° 2.80	8° 2.59	9° 2.38	9° 2.19	9° 1.91	
5.20	0° 3.46	0° 2.82	1° 3.34	2° 3.28	3° 3.13	4° 3.01	5° 2.90	6° 2.74	7° 2.56	8° 2.36	8° 2.19	9° 2.02	9° 1.89	9° 1.74	
5.50	0° 3.00	0° 2.37	1° 2.91	2° 2.85	3° 2.70	4° 2.62	5° 2.54	6° 2.44	7° 2.30	8° 2.16	8° 2.01	9° 1.87	9° 1.78	9° 1.65	
5.80	0° 2.57	0° 2.05	1° 2.61	2° 2.55	3° 2.40	4° 2.33	5° 2.26	6° 2.17	7° 2.05	8° 1.92	8° 1.80	9° 1.67	9° 1.67	9° 1.56	
6.10	0° 2.10	0° 1.61	1° 2.19	2° 2.13	3° 2.00	4° 1.94	5° 1.88	6° 1.81	7° 1.71	8° 1.60	8° 1.50	9° 1.39	9° 1.38	9° 1.47	

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	LUX POR CADA 100.000 CANDELAS														
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
6.40	0° 2.27	5° 2.24	10° 2.23	15° 2.23	20° 2.23	25° 2.23	30° 2.23	35° 2.23	40° 2.23	45° 2.23	50° 2.23	55° 2.23	60° 2.23	65° 2.23	70° 2.23
6.70	0° 2.02	5° 1.99	10° 1.99	15° 1.99	20° 1.99	25° 1.99	30° 1.99	35° 1.99	40° 1.99	45° 1.99	50° 1.99	55° 1.99	60° 1.99	65° 1.99	70° 1.99
7.00	0° 1.80	5° 1.78	10° 1.78	15° 1.78	20° 1.78	25° 1.78	30° 1.78	35° 1.78	40° 1.78	45° 1.78	50° 1.78	55° 1.78	60° 1.78	65° 1.78	70° 1.78
7.30	0° 1.64	5° 1.62	10° 1.62	15° 1.62	20° 1.62	25° 1.62	30° 1.62	35° 1.62	40° 1.62	45° 1.62	50° 1.62	55° 1.62	60° 1.62	65° 1.62	70° 1.62
7.60	0° 1.50	5° 1.48	10° 1.48	15° 1.48	20° 1.48	25° 1.48	30° 1.48	35° 1.48	40° 1.48	45° 1.48	50° 1.48	55° 1.48	60° 1.48	65° 1.48	70° 1.48
8.25	0° 1.33	5° 1.31	10° 1.31	15° 1.31	20° 1.31	25° 1.31	30° 1.31	35° 1.31	40° 1.31	45° 1.31	50° 1.31	55° 1.31	60° 1.31	65° 1.31	70° 1.31
9.15	0° 1.14	5° 1.13	10° 1.13	15° 1.13	20° 1.13	25° 1.13	30° 1.13	35° 1.13	40° 1.13	45° 1.13	50° 1.13	55° 1.13	60° 1.13	65° 1.13	70° 1.13
10.05	0° 0.92	5° 0.92	10° 0.92	15° 0.92	20° 0.92	25° 0.92	30° 0.92	35° 0.92	40° 0.92	45° 0.92	50° 0.92	55° 0.92	60° 0.92	65° 0.92	70° 0.92
11.00	0° 0.77	5° 0.77	10° 0.77	15° 0.77	20° 0.77	25° 0.77	30° 0.77	35° 0.77	40° 0.77	45° 0.77	50° 0.77	55° 0.77	60° 0.77	65° 0.77	70° 0.77
12.20	0° 0.61	5° 0.62	10° 0.62	15° 0.62	20° 0.62	25° 0.62	30° 0.62	35° 0.62	40° 0.62	45° 0.62	50° 0.62	55° 0.62	60° 0.62	65° 0.62	70° 0.62
13.70	0° 0.49	5° 0.49	10° 0.49	15° 0.49	20° 0.49	25° 0.49	30° 0.49	35° 0.49	40° 0.49	45° 0.49	50° 0.49	55° 0.49	60° 0.49	65° 0.49	70° 0.49
15.25	0° 0.40	5° 0.40	10° 0.40	15° 0.40	20° 0.40	25° 0.40	30° 0.40	35° 0.40	40° 0.40	45° 0.40	50° 0.40	55° 0.40	60° 0.40	65° 0.40	70° 0.40
16.75	0° 0.31	5° 0.31	10° 0.31	15° 0.31	20° 0.31	25° 0.31	30° 0.31	35° 0.31	40° 0.31	45° 0.31	50° 0.31	55° 0.31	60° 0.31	65° 0.31	70° 0.31
18.30	0° 0.25	5° 0.25	10° 0.25	15° 0.25	20° 0.25	25° 0.25	30° 0.25	35° 0.25	40° 0.25	45° 0.25	50° 0.25	55° 0.25	60° 0.25	65° 0.25	70° 0.25
21.35	0° 0.20	5° 0.20	10° 0.20	15° 0.20	20° 0.20	25° 0.20	30° 0.20	35° 0.20	40° 0.20	45° 0.20	50° 0.20	55° 0.20	60° 0.20	65° 0.20	70° 0.20
Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	LUX POR CADA 100.000 CANDELAS														
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
24.40	0° 136.30	5° 156.20	10° 156.10	15° 155.90	20° 155.70	25° 155.50	30° 155.30	35° 155.10	40° 154.90	45° 154.70	50° 154.50	55° 154.30	60° 154.10	65° 153.90	70° 153.70
30.50	0° 100.00	5° 119.99	10° 119.94	15° 119.88	20° 119.82	25° 119.76	30° 119.70	35° 119.64	40° 119.58	45° 119.52	50° 119.46	55° 119.40	60° 119.34	65° 119.28	70° 119.22
38.10	0° 84.00	5° 99.99	10° 99.93	15° 99.87	20° 99.81	25° 99.75	30° 99.69	35° 99.63	40° 99.57	45° 99.51	50° 99.45	55° 99.39	60° 99.33	65° 99.27	70° 99.21
45.70	0° 70.44	5° 84.41	10° 84.34	15° 84.27	20° 84.20	25° 84.13	30° 84.06	35° 84.00	40° 83.93	45° 83.86	50° 83.80	55° 83.73	60° 83.66	65° 83.60	70° 83.53
53.35	0° 60.20	5° 72.65	10° 72.57	15° 72.50	20° 72.42	25° 72.35	30° 72.27	35° 72.20	40° 72.13	45° 72.06	50° 72.00	55° 71.93	60° 71.86	65° 71.80	70° 71.73
60.95	0° 50.00	5° 60.25	10° 60.16	15° 60.08	20° 60.00	25° 59.92	30° 59.84	35° 59.76	40° 59.68	45° 59.60	50° 59.52	55° 59.44	60° 59.36	65° 59.28	70° 59.20

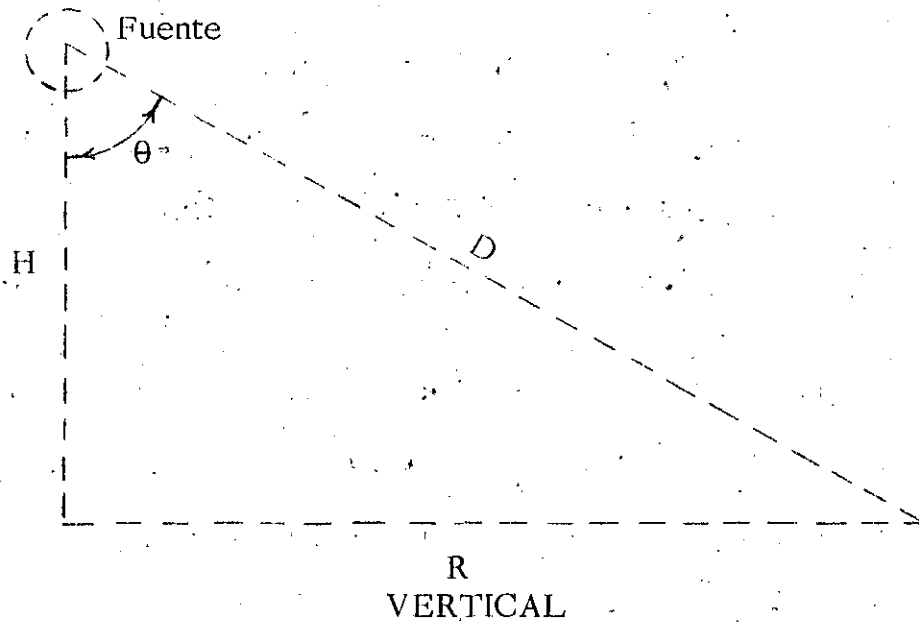
El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla el revés: la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

6-31

6-35

40

$$E = \frac{I \times \text{sen} \cdot \theta}{D^2} \quad (\text{superficie vertical})$$



donde:

E= Nivel de iluminación en luxes

I= Intensidad luminosa en candelas

D= Distancia de la fuente luminosa al lugar iluminado, en metros.

Y como:

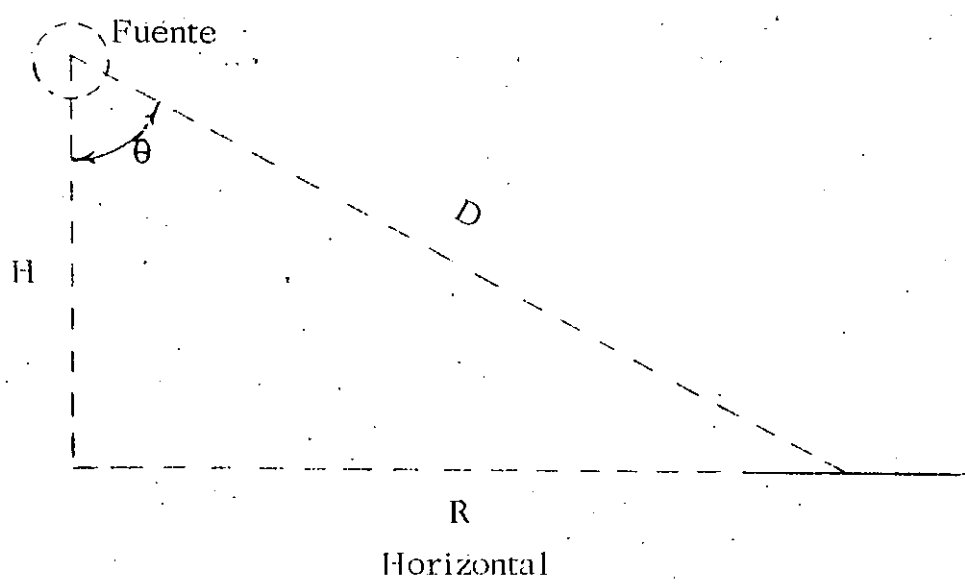
$$\text{seno } \theta = \frac{R}{D} \quad \text{y, } \text{coseno } \theta = \frac{H}{D}$$

Las fórmulas pueden escribirse de la forma siguiente:

podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la superficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud razonable la iluminación, cinco veces la dimensión mayor de la fuente.

En los casos en que se den estas condiciones, y en los que haya curva de distribución luminosa de la fuente, se puede determinar la iluminación sobre la superficie horizontal o vertical, mediante el empleo de las fórmulas siguientes:

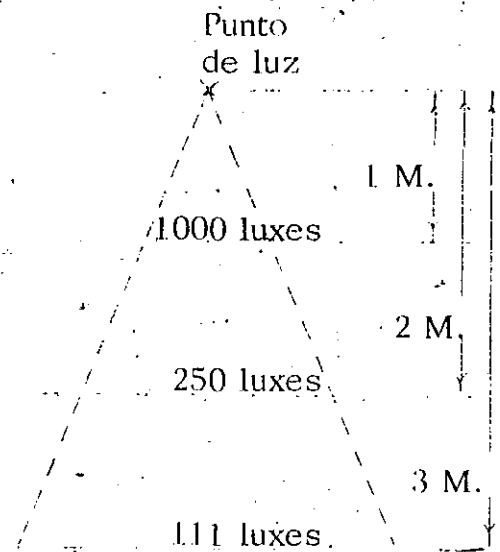
$$E = \frac{I \times \cos \theta}{D^2} \quad (\text{superficie horizontal})$$



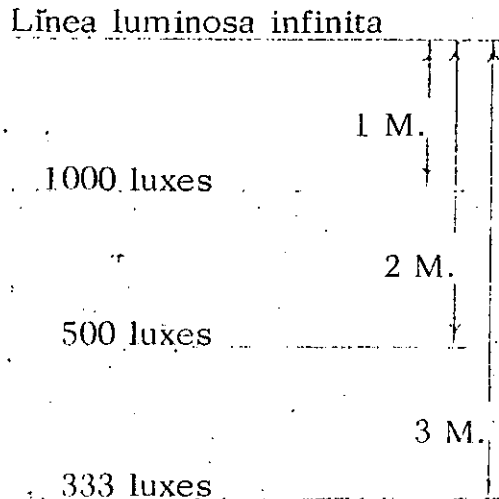
tes, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

- iv.- Haz paralelo de luz.- La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas, nunca se alcanzará un haz paralelo completo.- La ley de la inversa de los cuadrados se puede usar para calcular la iluminación de proyectores, focos concentradores y otras luminarias productoras de haces, más allá de una cierta distancia mínima, determinada por el diámetro y la distancia focal del reflector, y el tamaño de la fuente de luz.

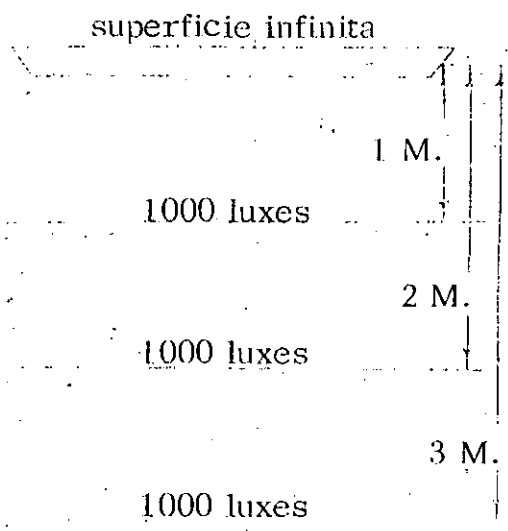
Teóricamente, la ley de la inversa de los cuadrados está basada en una fuente de luz puntiforme que radia uniformemente en todas las direcciones. Así, donde la fuente de luz es grande y extensa, sea una línea de luz o un área de gran superficie, no podrá generalmente usarse el método de punto por punto para calcular la iluminación para distancias normales de trabajo. Se



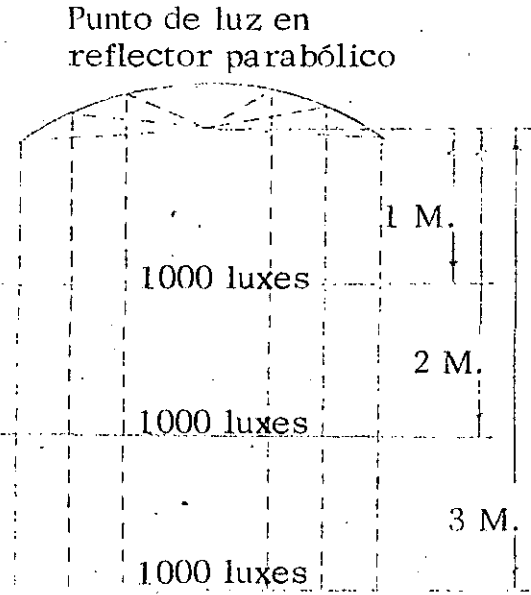
i. - Fuentes puntiformes



ii. - Fuentes lineales de longitud infinita.



iii - Fuente superficial de área infinita.



iv - Haz paralelo de luz.

36

Método de punto por punto.

Este método se basa en la cantidad real de luz que se ha producido en cada punto del área iluminada. Esto requiere un conocimiento de la forma según la cual la luz se distribuye desde las diversas fuentes de iluminación que se tienen para tal efecto. Se tienen las siguientes relaciones fundamentales:

- i. - Fuentes puntiformes. - La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandescente sola o en un globo cerrado, puede generalmente ser tratada como una fuente de luz puntiforme.
- ii. - Fuentes lineales de longitud infinita. - La iluminación es inversamente proporcional a la distancia. Una fila de lámparas fluorescentes o incluso una lámpara fluorescente a corta distancia se aproximan a una fuente lineal.
- iii. - Fuente superficial de área infinita. - La iluminación no cambia con la distancia. Un grupo panel luminoso, o un techo iluminado por medios totalmente indirectos se aproxima a esta condición, y dentro de ciertos límites

so el valor es: "A". El coeficiente de utilización, de --
 acuerdo con la tabla correspondiente, para un local de --
 80% de reflectancia del techo y de 50% de las paredes es
 0.67 metros.

iv. - De la misma tabla de coeficiente de utilización, obtene--
 mos un factor de mantenimiento de 0.70 metros.

v. - Sustituyendo los valores anteriores en la expresión co--
 rrespondiente para el cálculo del número de luminarias --
 y de acuerdo con las características de una lámpara fluo--
 rescente de 40 watts, la que tiene 2900 lúmenes, obtene--
 mos:

$$\text{Número de luminarias} = \frac{1000 \times 18.30 \times 30.50}{4 \times 2900 \times 0.67 \times 0.70} = 102$$

vi. - Con relación a las dimensiones de la oficina, una distri--
 bución de 8 filas de 13 luminarias cada una proporciona
 una iluminación satisfactoria, con una separación dentro
 del máximo recomendado.

Lámparas de Vapor de Mercurio

34

Designación ASA	Antigua Designación Westinghouse	Bulbo	Acabado	Longitud de Arco (mm)	Longitud Máxima (mm)	Distancia Base Foco (mm)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes a las 100 h.)	(1) Flujo Luminoso Medir (Lúmenes)
100 Watts H38-4 GS H38-4 JM H38-4 HT H38-4 JA/C H38-4 JA/W	C-H4-LG E-H4-LG L-H4-LG M-H4-LG M-H4/SW-LG	PAR-38 PAR-38 BT-25 BT-25 BT-25	Clara, Reflector Intensivo Clara, Reflector Extensivo Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	— — 28 28 28	138 138 187 187 187	— — 127 127 127	2400 2400 3650 3350 4000	1440 1440 2960 2580 2840
175 Watts H39-22 KB H39-22 KC/C H39-22 KC/W	A-H22-LG B-H22-LG B-H22/SW-LG	BT-28 BT-28 BT-28	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	51 51 51	211 211 211	127 127 127	7800 7500 8050	6700 6350 6500
250 Watts H37-5 KB H37-5 KC/C H37-5 KC/W H37-5 KC/X	C-H5-LG D-H5-LG D-H5/SW-LG D-H5/X-LG	BT-28 BT-28 BT-28 BT-28	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo	54 54 54 54	211 211 211 211	127 127 127 127	12000 11500 13000 8600	10300 9650 10300 6950
400 Watts (2) H33-1 CD H33-1 GL/C H33-1 GL/W H33-1 GL/X H33-1 GL/Y H33-1 FY H33-1 HC H33-1 DN/C H33-1 DN/W H33-1 DN/X H33-1 LN H33-1 FS/C H33-1 FS/X	E-H1-LG J-H1-LG J-H1/SW-LG J-H1/X-LG J-H1/Y-LG K-H1-LG L-H1-LG P-H1-LG P-H1/SW-LG P-H1/X-LG — — — —	BT-37 BT-37 BT-37 BT-37 BT-37 R-57 R-57 R-57 R-57 R-57 R-60 R-60 R-60	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Amarilla Mat. Int. Refl. Haz Ancho Mat. Int. Refl. Haz Medio Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora Blanca de Lujo Semi Reflect. Blanca Normal Haz Abierto Blanca de Alta Emisión Haz Abierto Blanca de Lujo Alta Emisión	70 70 70 70 70 — — 70 70 70 — — —	292 292 292 292 292 324 324 324 324 324 276 276 276	177 177 177 177 177 — — 217 217 217 — — —	21500 2100 24000 15000 11500 18500 17500 21000 24000 15000 17200 15000 11000	18900 18200 19700 12700 9550 16400 15200 19000 20100 13000 15000 13200 93
425 Watts H40-17 MA H40-17 GL/C H40-17 GL/W H40-17 DN/C H40-17 DN/W	A-H17-LG B-H17-LG B-H17/SW-LG C-H17-LG C-H17/SW-LG	BT-37 BT-37 BT-37 R-57 R-57	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora	89 89 89 89 89	292 292 292 324 324	177 177 177 217 217	21500 21000 24000 21000 24000	18900 18200 19700 19000 20100
430 Watts 6,6 Amperes H41-24 CD H41-24 GL/C H41-24 GL/W	A-H24-LG B-H24-LG B-H24/SW-LG	BT-37 BT-37 BT-37	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	65 65 65	292 292 292	177 177 177	20000 18500 22000	15600 14100 16000
700 Watts H35-18 NA H35-18 ND/C H35-18 ND/W	A-H18-LG B-H18-LG B-H18/SW-LG	BT-46 BT-46 BT-46	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	127 127 127	368 368 368	241 241 241	37000 36000 41000	31800 30600 33200
1000 Watts H34-12 GV H34-12 GW/C H34-12 GW/W H34-12 GW/X H34-12 KY/C H34-12 KY/W H36-15 GV H36-15 GW/C H36-15 GW/W H36-15 GW/X H36-15 KY/C H36-15 KY/W H36-15 FB H36-15 FA/C	A-H12-LG C-H12-LG C-H12/SW-LG C-H12/X-LG D-H12-LG D-H12/SW-LG A-H15-LG B-H15-LG B-H15/SW-LG B-H15/X-LG D-H15-LG D-H15/SW-LG — —	BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 R-80 R-80	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Blanca Normal Semi Reflectora Blanca Normal Emisión Semi Reflectora Blanca Normal Haz Abierto Blanca de Alta Emisión Haz Abierto	127 127 127 127 127 127 152 152 152 152 152 152 — —	390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 352 352	241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 — —	55000 52000 60000 40000 53500 57000 57000 54000 62000 42000 55000 59000 45500 40000	44500 41300 45600 30600 42500 44700 46000 43000 47100 32100 43700 46300 34100 30000
300 Watts H9 X-1	A-H9	T-91/2	Clara (De un sólo bulbo)	1220	1398	—	13200	10800

1) Promedio a lo largo de 16,000 horas de operación. La vida económicamente rentable de las lámparas LIFEGUARD, es de 12,000 a 16,000 horas, y la de las lámparas normales y las de vidrio duro de 7,000 horas.

2) Las lámparas de 400 w. tipo H25 no se fabrican en la actualidad. En los lugares en que las dimensiones físicas lo permitan, cualquiera de los otros tipos de lámparas de 400 w. pueden sustituirlas.

⊕ Pérdidas Aproximadas en las Reactancias (1)

Tipo de Lámpara	Tipo de Cebador	110 – 125 Volts			240 – 280 Volts		
		Sencillas	Dobles		Sencillas	Dobles	
			Tipo Serie	Tipo Lead-Lag		Tipo Serie	Tipo Lead Lag
Precalentamiento							
48" T-12 40W (2)	FC-4	10	—	16	10	—	16
60" T-17 90W	FC-85	21	—	30	—	—	40
Arranque rapido	Corriente						
48" T-12 40W (2)	430 mA	54 (3)	94 (3)	—	54 (3)	94 (3)	—
"Slimline"							
48" T-12 38.5W	425 mA	20	32	28	20	28	28
72" T-12 56W	425 mA	22	27	32	22	27	31
96" T-12 73.5W	425 mA	27	27	32	25	27	31
Alta Emisión							
48" T-12 60W	800 mA	85 (3)	145 (3)	—	85 (3)	147 (3)	—
72" T-12 85W	800 mA	118 (3)	205 (3)	—	118 (3)	205 (3)	—
96" T-12 110W	800 mA	138 (3)	245 (3)	—	138 (3)	245 (3)	—
Muy Alta Emisión							
48" T-12 110W	1,5 amps.	145 (3)	260 (3)	—	145 (3)	240 (3)	—
72" T-12 160W	1,5 amps.	235 (3)	360 (3)	—	235 (3)	360 (3)	—
96" T-12 215W	1,5 amps.	235 (3)	460 (3)	—	230 (3)	460 (3)	—

(1) Reactancias de alto factor de potencia

(2) Con lámparas de Precalentamiento-Arranque rápido

(3) Potencia total absorbida por la reactancia, incluido el consumo de las lámparas y el consumo de la reactancia

Designación y Datos Referentes a las Lámparas Fluorescentes.

(1) Tipo de Lámpara	32 Base	Características de Servicio		Tensión Mínima de Arranque (Volts) (2)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes)(3)		Flujo Luminoso medio (Lúmenes)(4)	
		Intensidad (Amperes)	Tensión (volts)		Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida	Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida
Precalentamiento								
4-W T-5 6"	Miniat. Biclav.	0.135	32	110	115	125	80	90
6-W T-5 9"	Miniat. Biclav.	0.145	47	110	250	260	195	200
8-W T-5 12"	Miniat. Biclav.	0.170	56	110	380	395	285	300
13-W T-5 21"	Miniat. Biclav.	0.160	95	176	740	765	590	610
14-W T-12 15"	Media Biclav.	0.385	39	110	580	600	475	490
15-W T-8 18"	Media Biclav.	0.300	55	110	760	785	640	665
15-W T-12 18"	Media Biclav.	0.330	46	110	680	705	590	615
20-W T-12 24"	Media Biclav.	0.380	56	110	1080	1120	940	990
25-W T-12 33"	Media Biclav.	0.490	57	110	1650	1700	1430	1470
30-W T-8 36"	Media Biclav.	0.355	98	176	1930	2000	1600	1660
90-W T-17 60"(5)	Mogul Biclav.	1.550	63	132	5560	5640	4600	4740
Precal. - Arranque Rápido								
40-W T-12 48"(5) (6)	Media Biclav.	0.430	101	3100	3250	2800	2800	2930
Arranque Rápido								
30-W T-13 36"	Media Biclav.	0.430	75	250	1900	1970	1670	1730
Alta Emisión(7)								
24" T-12 30-W	Retr. D.C.(11)	0.800	41	225	1500	1550	1270	1310
48" T-12 60-W	Retr. D.C.	0.800	75	256	3850	3950	3160	3340
72" T-12 85-W	Retr. D.C.	0.800	113	395	6100	6300	5150	5320
96" T-12 110-W	Retr. D.C.	0.800	150	465	8500	8800	7180	7440
Muy Alta Emisión (Super Hi)(7) (8)								
48" T-12 110-W	Retr. D.C.	1.500	86	250	6900	—	5800	—
72" T-12 160-W	Retr. D.C.	1.500	128	350	10900	—	9100	—
96" T-12 215-W	Retr. D.C.	1.500	172	470	15000	—	12600	—
Circular(7)								
22-W T-9 8 1/2" OD	Cuatro Clav.	0.380	60	185	1020	1060	765	795
32-W T-10 12" OD	Cuatro Clav.	0.430	80	205	1750	1830	1450	1500
40-W T-10 16" OD	Cuatro Clav.	0.415	108	205	2450	2530	2070	2120
Arranque Instantáneo(9)								
40-W T-12 48"	Media Biclav.	0.425	104	385	2700	2750	2400	2450
40-W T-17 60"	Mogul Biclav.	0.425	107	385	2700	2750	2430	2480
"Slimline"(10)								
42" T-6 25-W	Monoclavillo.	0.200	150	405	1625	1675	1370	1410
64" T-6 37-W	Monoclavillo.	0.200	233	540	2600	2700	2180	2240
72" T-8 37.5-W	Monoclavillo.	0.200	218	540	2650	2740	2280	2360
96" T-8 50-W	Monoclavillo.	0.200	290	675	3700	3800	3250	3300
48" T-12 38.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	100	385	2600	2700	2320	2410
72" T-12 56-W	Monoclavillo.	0.425	145	475	4100	4200	3670	3761
96" T-12 73.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	197	565	5800	5950	5200	5320

(1) Potencia nominal en watts, designación del bulbo (T indica lámparas tubulares y el número que le sigue determina el diámetro en octavos de pulgada), longitud total normal (la lámpara con dos portalámparas normales).

(2) Para un arranque asegurado a 10°C, o más de temperatura ambiente o valores aplicables a las lámparas de precalentamiento, arranque instantáneo y "Slimline" conectadas a reactancias sencillas o dobles del tipo "Lead-Lag"; a las lámparas de arranque rápido, alta emisión y muy alta emisión conectadas a reactancias dobles del tipo serie; y a las lámparas circulares conectadas a reactancias sencillas del tipo "arranque rápido". Para las lámparas de muy alta emisión los valores son aplicables a un factor de pico de la tensión mínimo, de 1.6.

(3) Medido después de cien horas de servicio a 25°C, y en condiciones de ensayo especificadas. Los valores aproximados para los otros tonos pueden determinarse multiplicando el flujo luminoso de las lámparas "blanca fría" por los siguientes factores: alta eficacia, 1.15; blanca de lujo, 0.73; blanca

suave, 0.70; luz día, 0.84; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; verde frío, 0.92; oro, 0.60; rojo 0.06.

(4) Valor aproximado al 40 por 100 de la vida media.
 (5) Solamente en el tono "blanca fría" pueden adquirirse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 86 por 100 de la de las lámparas ordinarias.
 (6) Valores eléctricos, aplicables únicamente al dor servicio con reactancias de arranque rápido.

(7) Lámparas con funcionamiento basado en el principio del arranque rápido.
 (8) El valor de la emisión luminosa (lúmenes) se obtiene con los nuevos modelos de reactancias. Los valores que se consiguen con las reactancias actuales aproximadamente el 93 por 100 de los valores citados.
 (9) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

(10) Las lámparas "Slimline" T-6 y T-8 pueden trabajar de 100 a 300 mA, y las T-12 de 200 a 600 mA.

(11) Abreviaturas de "Retractable de doble contacto".

⊕ Características de las Lámparas Incandescentes Reflectoras y Proyectoras

(Lámparas de 2000 horas de Vida)

Watts	Bulbo	Base	Longitud máxima total (mm.)	(1) Apertura aproximada del haz (grados)	(1) Flujo luminoso inicial del haz (lúmenes)	Flujo luminoso inicial total (lúmenes)	(2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas)	Distribución
Proyectoras (3)								
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	465	750	4800	Intensiva
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	600	750	1500	Extensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	1100	1730	10500	Intensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	1350	1730	3400	Extensiva
200	PAR-46	M. Contac.	102	17x23	1200	2350	33000	Estrecha
200	PAR-46	A. Lat. (6)	102	20x40	1300	2350	12000	Media
300	PAR-56	Mogul con	127	15x20	1800	3720	70000	Estrecha
300	PAR-56	tacto ame.	127	20x35	2000	3720	22000	Media
300	PAR-56	final (7)	127	30x60	2100	3720	10000	Ancha
Reflectoras								
30	R-20	Media	100	90	160	210	245	Extensiva
75	R-30	Media	132	50	410	820	1840	Intensiva
75	R-30	Media	132	130	700	820	430	Extensiva
150	R-40	Media	165	40	860	1890	7000	Intensiva
150	(4)R-40	Media	165	110	1600	1890	1300	Extensiva
300	(4)R-40	Media	165	35	1800	3700	13500	Intensiva
300	(4)R-40	Media	165	115	2800	3700	2500	Extensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	35	3100	6500	22000	Intensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	115	5400	6500	4800	Extensiva
500	R-57	Mogul	305	70	—	7850	—	Estrecha
500	R-52	Mogul	298	120	—	7850	—	Ancha
750	R-57	Mogul	305	70	—	12700	—	Estrecha
750	R-52	Mogul	298	120	—	12700	—	Ancha
1000	R-57	Mogul	305	70	—	17500	—	Estrecha

(1) En la apertura del haz se incluyen todos los rayos de intensidad luminosa de valor superior al 10 por 100 del valor del rayo de intensidad máxima que parte del foco luminoso.

(2) Valor en el cono central de 10° (apertura total) para todas las lámparas, excepto las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo. Para las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo, el cono central es de 5°.

(3) Bulbo de vidrio resistente al calor.

(4) También pueden adquirirse con bulbo de vidrio resistente al calor.

(5) Media roscada y con ensanchamiento para fijación el bulbo de vidrio de diámetro superior al de la base media.

(6) Media con contactos laterales tipo americano.

(7) Mogul con contactos de enchufe tipo americano.

Fuentes Luminosas



Características de las Lámparas Incandescentes de Alumbrado General para una Tensión de Operación Normal.

Watts	Bulbo	Acabado	Base	Longitud máxima total (mm)	Filamento	Vida normal media (horas)	Flujo luminoso inicial (lúmenes)	Flujo luminoso medio (lúmenes)
25	A-19	Mat. int.	Media	100	C-9	1000	265	-----
40	T-19	Blanco	Media	112	C-9	1350	430	-----
60	T-19	Blanco	Media	112	CC-6	1350	785	-----
75	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1085	-----
100	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1535	-----
50	T-21	Blanco	Media de 3 contac.	150	2CC-6	1350	595	-----
100							1435	-----
150							2030	-----
100	PS-25	Blanco	Mogul de 3 contac.	173	2CC-6	1000	1500	-----
200							3500	-----
300							5000	-----
150	T-21	Blanco	Media	160	CC-6	1350	2380	-----
200	A-25	Blanco	Media	176	CC-6	750	3800	3500
		Mat. int. Claro						
300	PS-30	Mat. int. o Claro	Media	204	C-8	750	6300	5550
500	PS-40		Mogul	247	C-8	1000	10750	9650
750	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	16700	15500
1000	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	23000	21000
1500	PS-52		Mogul	332	C-7A	1000	33300	27000

a los equipos fluorescentes es recomendable que sean montados en líneas continuas.

Ejemplo:

Se tiene una oficina de 18.30 metros de ancho por 30.50 metros de largo y con una altura de su techo de 4.00 -- metros. La reflexión del techo es de 80% y la de las - paredes de 50%, con una buena conservación de luz para las luminarias y superficie de la habitación.

De acuerdo con el orden mencionado para efectuar el - - cálculo de alumbrado analizaremos este ejemplo.

- i. - De acuerdo con la tabla de niveles de iluminación reco--mendados, para una oficina de este tipo nos marca, de - acuerdo con el I.E.S. 1000 luxes y con el S.M.I.I. 600 luxes. Trabajaremos con el valor recomendado por - -- I.E.S. de 1000 luxes.
- ii. - Se seleccionan luminarias fluorescentes de 4 x 40 W. de arranque rápido del tipo semi-indirecto y rejilla inferior montados a 0.61 metros por debajo del techo.
- iii. - De acuerdo con la tabla de índice del local, para este ca

donde:

- N La. - Número de lámparas
- E. - Nivel de iluminación en luxes
- S. - Superficie en metros cuadrados
- I. - Intesidad luminosa en lúmenes
- CU. - Coeficiente de utilización
- FC. - Factor de conservación
- N Lu. - Número de luminarias
- L L. - Lámparas por luminaria.

vi. - Determinar el emplazamiento de las luminarias. - El emplazamiento de las luminarias, depende en general de la arquitectura y dimensiones de la habitación, posición de las salidas existentes, tipo de luminarias, etc.

En las tablas mencionadas de coeficiente de utilización se tiene la columna "distancia entre lámparas inferior a" -- que proporciona las relaciones máximas permitidas entre la distancia entre lámparas y la altura de montaje, sobre el plano de trabajo, para los distintos tipos de lumina---rias. En la mayor parte de los casos, es necesario colocar las luminarias más próximas unas a otras, de lo - que estas relaciones máximas determinen. Con relación

se proporcionan para lámparas y luminarias han sido calculadas para tres condiciones definidas, que son las siguientes:

- ° Factor de mantenimiento bueno. - Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se reponen por el sistema de sustitución en grupos.
- ° Factor de mantenimiento medio. - Cuando existen condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de la luminaria no es frecuente y sólo se sustituyen las lámparas cuando se funden.
- ° Factor de mantenimiento malo. Cuando la atmósfera es bastante sucia y la instalación tiene una conservación deficiente.

v. - Calcular el número de lámparas y luminarias requeridas.

El número de lámparas y luminarias puede calcularse mediante las expresiones siguientes:

$$N_{La} = \frac{E \times S}{I \times CU \times FC}$$

$$N_{Lu} = \frac{N_{La}}{L L}$$

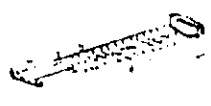

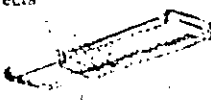

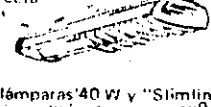





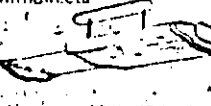

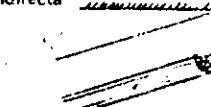
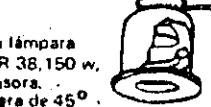
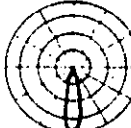
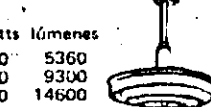

REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %







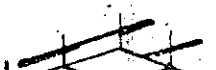
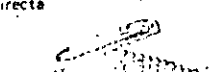

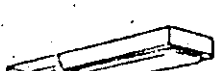
Superficie	Oficinas	Plantas Industriales	Escuelas	Residencias	Hospitales
Techo	80-92	80-90	70-90	60-90	80-92
Paredes	40-60	40-60	40-60	35-60	40-60
Piso	21-39	Mínimo 20	30-50	15-35	20-40


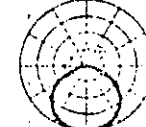
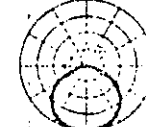
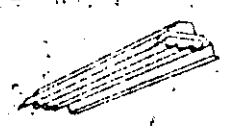






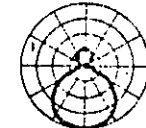
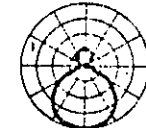



iv. - Estimar el factor de conservación. - En el funcionamiento de cualquier sistema de alumbrado hay tres elementos de conservación que son variables y que afectan a la cantidad de luz obtenida del sistema:




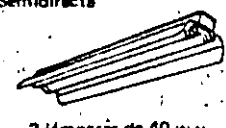





- ° Pérdida en la emisión luminosa de la lámpara. La emisión luminosa media a lo largo de la vida de la lámpara es de 10 a 25% más baja que la inicial. El valor de esta disminución depende del tamaño.
- ° Pérdida debida a la acumulación de suciedad sobre la superficie reflectora o transmisora de la iluminaria y sobre las propias lámparas.
- ° Pérdida de luz reflejada debida a la acumulación de suciedad por las paredes y techos.


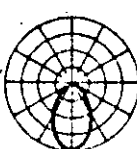

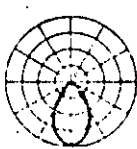

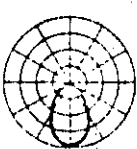

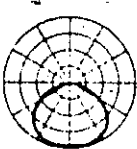

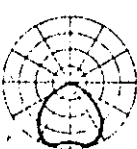

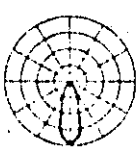

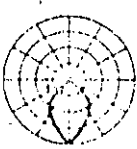
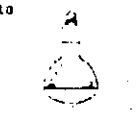
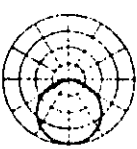

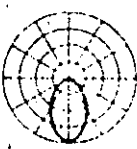
En las tablas de coeficientes de utilización que se mencionaron con anterioridad, los factores de conservación que

Tipo	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre Lámparas inferior a	Factor de Mantenimiento	Reflexiones											
					Techo			80%			70%			50%		
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%		
					Indice local	Coeficiente de utilización										
Fluorescente	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie	7 ↑ ↓ 58		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.31 0.37 0.42 0.46 0.50 0.54 0.55 0.58 0.61 0.62	0.27 0.33 0.37 0.42 0.45 0.49 0.52 0.55 0.57 0.59	0.24 0.30 0.34 0.38 0.41 0.44 0.47 0.50 0.52 0.54	0.30 0.37 0.41 0.45 0.49 0.53 0.55 0.57 0.59 0.61	0.26 0.33 0.37 0.41 0.44 0.47 0.50 0.52 0.54 0.57	0.23 0.29 0.34 0.38 0.41 0.44 0.47 0.50 0.52 0.54	0.29 0.36 0.40 0.43 0.46 0.49 0.51 0.53 0.55 0.57	0.26 0.32 0.36 0.40 0.43 0.46 0.48 0.50 0.52 0.54	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51
	Directa  4 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie	3 ↑ ↓ 52		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.28 0.34 0.38 0.41 0.44 0.47 0.50 0.51 0.53 0.55	0.24 0.30 0.34 0.37 0.40 0.43 0.46 0.48 0.50 0.52	0.27 0.33 0.37 0.40 0.43 0.46 0.48 0.50 0.52 0.54	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51	0.26 0.32 0.36 0.40 0.43 0.46 0.48 0.50 0.52 0.54	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51	0.24 0.30 0.34 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51		
	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" con rejilla difusora de 45° y lado de plástico montaje de superficie	5 ↑ ↓ 56		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.33 0.37 0.41 0.44 0.48 0.51 0.53 0.56 0.57	0.23 0.29 0.33 0.36 0.39 0.42 0.44 0.46 0.48 0.50	0.26 0.32 0.36 0.40 0.43 0.46 0.48 0.50 0.52 0.54	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51	0.26 0.32 0.36 0.40 0.43 0.46 0.48 0.50 0.52 0.54	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51	0.23 0.29 0.33 0.37 0.40 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51		
	General Difusa  2 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 35° x 45° suspendida y con lados de plástico	47 ↑ ↓ 39		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.32 0.38 0.44 0.49 0.56 0.60 0.64 0.68 0.71	0.19 0.26 0.32 0.38 0.42 0.49 0.54 0.59 0.63 0.67	0.16 0.22 0.28 0.34 0.39 0.45 0.51 0.55 0.59 0.63	0.24 0.31 0.36 0.42 0.47 0.52 0.57 0.61 0.65 0.69	0.18 0.25 0.31 0.37 0.42 0.48 0.53 0.57 0.61 0.65	0.22 0.28 0.34 0.40 0.45 0.51 0.56 0.60 0.64 0.68	0.18 0.25 0.31 0.37 0.42 0.48 0.53 0.57 0.61 0.65	0.15 0.22 0.28 0.34 0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.62	0.15 0.22 0.28 0.34 0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.62	
	Semidirecta  4 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 45° suspendida y con lados de plástico	51 ↑ ↓ 31		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.30 0.36 0.41 0.46 0.52 0.57 0.60 0.64 0.67	0.19 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.49 0.53 0.57 0.61	0.16 0.22 0.28 0.33 0.38 0.43 0.48 0.52 0.56 0.60	0.24 0.31 0.36 0.42 0.47 0.52 0.57 0.61 0.65 0.69	0.18 0.25 0.31 0.37 0.42 0.48 0.53 0.57 0.61 0.65	0.22 0.28 0.34 0.40 0.45 0.51 0.56 0.60 0.64 0.68	0.18 0.25 0.31 0.37 0.42 0.48 0.53 0.57 0.61 0.65	0.15 0.22 0.28 0.34 0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.62	0.15 0.22 0.28 0.34 0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.62	
	Semidirecta  4 lámparas 40 W "Slimline" suspendida y con lados y fondo de plástico	62 ↑ ↓ 14		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.16 0.21 0.26 0.32 0.36 0.42 0.46 0.50 0.54 0.57	0.11 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.44 0.48 0.51	0.07 0.11 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.44 0.48	0.16 0.22 0.28 0.34 0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.62	0.12 0.18 0.24 0.30 0.35 0.41 0.46 0.50 0.54 0.58	0.12 0.18 0.24 0.30 0.35 0.41 0.46 0.50 0.54 0.58	0.12 0.18 0.24 0.30 0.35 0.41 0.46 0.50 0.54 0.58	0.12 0.18 0.24 0.30 0.35 0.41 0.46 0.50 0.54 0.58	0.12 0.18 0.24 0.30 0.35 0.41 0.46 0.50 0.54 0.58	
	Indirecta  Moldura sin reflector		Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflectores las lámparas fluorescentes aumentan el coeficiente de utilización del 5 al 10 por 100.		Bueno 0.60 Medio 0.50 Malo 0.40	J I H G F E D C B A	0.11 0.15 0.18 0.22 0.25 0.29 0.33 0.35 0.36 0.39	0.09 0.12 0.15 0.18 0.21 0.24 0.28 0.30 0.32 0.34	0.06 0.10 0.13 0.16 0.19 0.22 0.26 0.28 0.30 0.32	0.09 0.13 0.17 0.21 0.25 0.29 0.33 0.35 0.36 0.39	0.07 0.11 0.15 0.19 0.23 0.27 0.31 0.33 0.34 0.36	0.07 0.11 0.15 0.19 0.23 0.27 0.31 0.33 0.34 0.36	0.07 0.11 0.15 0.19 0.23 0.27 0.31 0.33 0.34 0.36	0.07 0.11 0.15 0.19 0.23 0.27 0.31 0.33 0.34 0.36	0.07 0.11 0.15 0.19 0.23 0.27 0.31 0.33 0.34 0.36	
	Directa  Con lámpara PAR 38, 150 w, difusora. Visera de 45° emisión luminosa total, 1730 lúmenes	0 ↑ ↓ 62		0.7 x Altura de montaje	En todas las condiciones 0.75	J I H G F E D C B A	0.53 0.56 0.58 0.60 0.62 0.63 0.64 0.65 0.66 0.66	0.51 0.54 0.56 0.58 0.60 0.62 0.63 0.64 0.65 0.65	0.49 0.53 0.55 0.58 0.60 0.61 0.62 0.63 0.64 0.64	0.53 0.56 0.58 0.60 0.62 0.63 0.64 0.65 0.66 0.66	0.49 0.53 0.55 0.58 0.60 0.61 0.62 0.63 0.64 0.64	0.49 0.53 0.55 0.58 0.60 0.61 0.62 0.63 0.64 0.64	0.49 0.53 0.55 0.58 0.60 0.61 0.62 0.63 0.64 0.64	0.49 0.53 0.55 0.58 0.60 0.61 0.62 0.63 0.64 0.64	0.49 0.53 0.55 0.58 0.60 0.61 0.62 0.63 0.64 0.64	
	Indirecta  Watts lúmenes 300 5360 500 9300 750 14600 Aro concentrador con lámpara de ampolla plateada	17 ↑ ↓ 2		1.5 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.13 0.18 0.23 0.28 0.33 0.40 0.45 0.49 0.54 0.58	0.07 0.11 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50	0.04 0.06 0.10 0.14 0.18 0.22 0.26 0.30 0.34 0.38	0.13 0.18 0.23 0.28 0.33 0.38 0.43 0.48 0.53 0.58	0.07 0.11 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50	0.04 0.06 0.10 0.14 0.18 0.22 0.26 0.30 0.34 0.38	0.10 0.13 0.16 0.19 0.22 0.26 0.29 0.32 0.35 0.38	0.06 0.08 0.11 0.14 0.17 0.20 0.23 0.26 0.29 0.32	0.03 0.05 0.07 0.10 0.13 0.16 0.19 0.22 0.25 0.28	

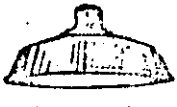
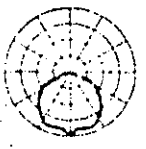



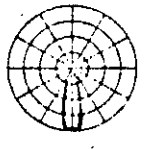

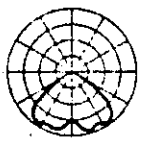

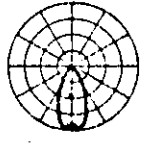

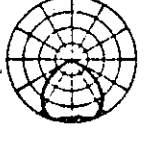

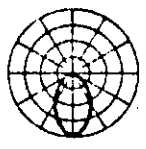

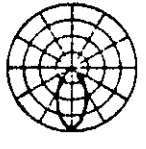

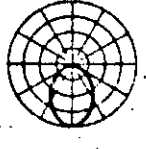
Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones											
					Techo			70%			50%					
					Paradas			50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Indice local											
Coeficiente de utilización																
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas de 1.20 o 2.40 m. Montaje de superficie	 20 ↑ ↓ 73	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.27 0.21 0.17 0.35 0.30 0.24 0.43 0.36 0.30 0.49 0.42 0.37 0.55 0.47 0.42 0.62 0.55 0.50 0.67 0.61 0.56 0.71 0.65 0.60 0.76 0.71 0.66 0.81 0.76 0.71	0.27 0.21 0.17 0.35 0.30 0.24 0.41 0.35 0.31 0.49 0.42 0.36 0.53 0.47 0.41 0.60 0.53 0.49 0.66 0.60 0.55 0.70 0.63 0.59 0.74 0.69 0.65 0.78 0.74 0.70	0.22 0.20 0.17 0.34 0.28 0.24 0.40 0.34 0.30 0.46 0.40 0.36 0.50 0.44 0.40 0.57 0.52 0.47 0.62 0.57 0.52 0.65 0.61 0.56 0.69 0.65 0.62 0.73 0.69 0.67								
	Directa  2 lámparas empotradas con vidrio plano estriado	0 ↑ ↓ 53	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.26 0.22 0.20 0.32 0.29 0.26 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.43 0.40 0.37 0.46 0.44 0.41 0.49 0.46 0.44 0.50 0.48 0.46 0.52 0.50 0.48 0.53 0.52 0.50	0.25 0.22 0.20 0.32 0.29 0.26 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.43 0.40 0.37 0.46 0.43 0.41 0.48 0.46 0.44 0.49 0.48 0.46 0.51 0.50 0.48 0.52 0.51 0.50	0.25 0.22 0.20 0.31 0.28 0.26 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47 0.51 0.50 0.49								
	Directa  2 lámparas empotradas con rejilla difusora de plástico de 45°	0 ↑ ↓ 52	1.0 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.24 0.21 0.19 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.35 0.32 0.41 0.38 0.35 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.44 0.50 0.48 0.46 0.51 0.50 0.48	0.24 0.21 0.19 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.34 0.32 0.40 0.37 0.35 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.41 0.48 0.45 0.43 0.49 0.48 0.46 0.51 0.49 0.48	0.24 0.21 0.18 0.29 0.26 0.24 0.33 0.30 0.26 0.37 0.34 0.32 0.39 0.37 0.34 0.43 0.40 0.38 0.45 0.43 0.41 0.46 0.44 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.48 0.47								
	Directa  4 lámparas empotradas con rejilla difusora metálica de 30°	0 ↑ ↓ 59	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.27 0.23 0.20 0.34 0.30 0.27 0.39 0.35 0.32 0.43 0.39 0.36 0.46 0.42 0.39 0.50 0.47 0.44 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.50 0.57 0.54 0.52 0.58 0.56 0.55	0.27 0.23 0.20 0.33 0.30 0.27 0.38 0.34 0.31 0.43 0.39 0.36 0.46 0.42 0.39 0.50 0.46 0.44 0.52 0.49 0.47 0.54 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54	0.26 0.23 0.20 0.33 0.29 0.27 0.37 0.34 0.31 0.42 0.38 0.36 0.45 0.42 0.39 0.48 0.46 0.43 0.51 0.49 0.47 0.53 0.50 0.49 0.55 0.53 0.51 0.56 0.55 0.54								
	Directa  8 lámparas empotradas con plástico	1 ↑ ↓ 61	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.27 0.22 0.20 0.33 0.29 0.26 0.38 0.34 0.30 0.43 0.38 0.35 0.46 0.42 0.38 0.50 0.47 0.43 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.50 0.58 0.55 0.53 0.60 0.57 0.55	0.26 0.22 0.19 0.33 0.29 0.25 0.38 0.35 0.30 0.42 0.38 0.34 0.46 0.41 0.38 0.50 0.36 0.43 0.53 0.49 0.47 0.54 0.52 0.49 0.56 0.53 0.53 0.59 0.57 0.55	0.25 0.22 0.19 0.32 0.28 0.25 0.37 0.33 0.30 0.41 0.33 0.34 0.44 0.41 0.32 0.48 0.45 0.43 0.51 0.49 0.47 0.53 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54								
	Directa  Cielo luminoso 50% de transmisión y 80% de reflexión en la cavidad	0 ↑ ↓ 69		Bueno 0.65 Medio 0.55 Malo 0.45	J I H G F E D C B A	10% reflectancia del suelo 0.22 0.18 0.15 0.30 0.25 0.22 0.36 0.31 0.27 0.42 0.37 0.33 0.46 0.41 0.37 0.52 0.48 0.44 0.57 0.53 0.49 0.60 0.56 0.53 0.63 0.60 0.57 0.66 0.63 0.61	30% reflectancia del suelo 0.22 0.18 0.15 0.31 0.25 0.22 0.37 0.32 0.28 0.44 0.38 0.34 0.50 0.43 0.39 0.57 0.51 0.46 0.62 0.57 0.52 0.66 0.61 0.57 0.71 0.67 0.63 0.74 0.71 0.67	Eficacia para las instalaciones de índice "A". Para habitaciones con carpinterías, techos luminosos, rejillas de la fuente de luz ser instalada.								
	Directa  Techo con rejilla difusora visera de 45°. 80% de reflexión en la cavidad	0 ↑ ↓ 65	PLÁSTICO METAL	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	Plástico 0.23 0.19 0.16 0.30 0.26 0.23 0.36 0.31 0.28 0.41 0.36 0.33 0.44 0.40 0.37 0.49 0.46 0.43 0.52 0.49 0.47 0.55 0.52 0.49 0.58 0.55 0.53 0.60 0.58 0.56	Metal 0.26 0.23 0.21 0.33 0.30 0.28 0.37 0.34 0.32 0.40 0.39 0.36 0.43 0.41 0.39 0.46 0.44 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.48 0.47 0.51 0.50 0.49 0.53 0.52 0.51	Eficacia para las instalaciones de índice "A". Para habitaciones con carpinterías, techos luminosos, rejillas de la fuente de luz ser instalada.								
	Directa  3 lámparas con rejilla difusora de plástico de 45°. Montaje de superficie	1 ↑ ↓ 51		Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.22 0.19 0.17 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.31 0.39 0.36 0.34 0.43 0.40 0.38 0.46 0.43 0.40 0.47 0.45 0.43 0.49 0.47 0.45 0.51 0.49 0.48	0.22 0.19 0.17 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.31 0.39 0.36 0.34 0.43 0.40 0.38 0.45 0.42 0.40 0.47 0.44 0.42 0.49 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47	0.22 0.19 0.17 0.27 0.25 0.23 0.31 0.29 0.27 0.35 0.33 0.30 0.38 0.35 0.33 0.42 0.39 0.37 0.44 0.42 0.40 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.45 0.49 0.48 0.47								
	Directa  3 lámparas con plástico. Montaje de superficie	1 ↑ ↓ 50		Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.29 0.25 0.23 0.33 0.29 0.27 0.36 0.32 0.30 0.40 0.37 0.34 0.47 0.39 0.37 0.44 0.42 0.39 0.47 0.44 0.42 0.49 0.46 0.45	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.44	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.38 0.35 0.34 0.41 0.39 0.37 0.43 0.40 0.39 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.44								

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas interior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo	70%			50%			30%		
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%	
					Índice local	Coeficiente de utilización								
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas T-12	 12 ↓ 75		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.30	0.25	0.22	0.29	0.25	0.22	0.25	0.21
						I	0.39	0.34	0.30	0.38	0.33	0.30	0.33	0.30
						H	0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.36	0.39	0.36
						G	0.54	0.48	0.44	0.52	0.47	0.43	0.45	0.42
						F	0.58	0.53	0.49	0.56	0.52	0.48	0.50	0.47
						E	0.65	0.60	0.56	0.62	0.58	0.54	0.56	0.53
						D	0.70	0.65	0.61	0.66	0.63	0.60	0.64	0.58
						C	0.73	0.69	0.65	0.70	0.66	0.63	0.63	0.61
						B	0.77	0.73	0.70	0.73	0.70	0.68	0.67	0.65
						A	0.80	0.77	0.74	0.76	0.74	0.71	0.70	0.69
Fluorescentes	Semidirecta  3 lámparas 40 w y "Slimline"	 11 ↓ 74		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.30	0.25	0.22	0.30	0.25	0.22	0.25	0.22
						I	0.39	0.34	0.31	0.36	0.34	0.30	0.33	0.30
						H	0.46	0.41	0.37	0.45	0.41	0.37	0.39	0.36
						G	0.53	0.48	0.44	0.51	0.47	0.43	0.46	0.42
						F	0.59	0.53	0.49	0.56	0.52	0.48	0.50	0.47
						E	0.65	0.60	0.56	0.62	0.59	0.55	0.56	0.54
						D	0.69	0.64	0.61	0.66	0.62	0.59	0.60	0.58
						C	0.72	0.68	0.65	0.69	0.66	0.63	0.63	0.61
						B	0.76	0.72	0.70	0.72	0.70	0.67	0.67	0.65
						A	0.78	0.76	0.73	0.75	0.73	0.71	0.70	0.69
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas T-12 con rejilla difusora de 23"	 18 ↓ 60		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.20	0.22	0.19
						I	0.35	0.30	0.27	0.33	0.30	0.27	0.29	0.26
						H	0.41	0.36	0.33	0.39	0.35	0.32	0.34	0.31
						G	0.47	0.42	0.39	0.45	0.41	0.37	0.39	0.36
						F	0.51	0.46	0.43	0.49	0.45	0.41	0.43	0.40
						E	0.57	0.53	0.49	0.54	0.50	0.47	0.47	0.45
						D	0.60	0.57	0.53	0.57	0.54	0.51	0.51	0.49
						C	0.63	0.60	0.56	0.59	0.56	0.54	0.53	0.51
						B	0.67	0.64	0.61	0.62	0.60	0.58	0.56	0.55
						A	0.69	0.66	0.64	0.64	0.62	0.60	0.57	0.58
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas de Alta Emisión de 1.5 amps.	 18 ↓ 64		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.23	0.20
						I	0.35	0.32	0.28	0.35	0.31	0.28	0.30	0.27
						H	0.43	0.38	0.34	0.41	0.37	0.33	0.36	0.33
						G	0.49	0.44	0.40	0.47	0.42	0.39	0.41	0.38
						F	0.54	0.49	0.45	0.51	0.47	0.44	0.45	0.42
						E	0.60	0.55	0.51	0.57	0.53	0.50	0.50	0.48
						D	0.64	0.60	0.56	0.60	0.57	0.54	0.54	0.51
						C	0.67	0.63	0.60	0.63	0.60	0.57	0.56	0.54
						B	0.70	0.67	0.64	0.66	0.63	0.61	0.60	0.58
						A	0.73	0.70	0.67	0.68	0.66	0.64	0.62	0.61
Fluorescentes	Semidirecta  Lámpara Baja Temper. de 100 w. con plástico exterior	 10 ↓ 62		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J	0.24	0.19	0.15	0.23	0.19	0.15	0.18	0.15
						I	0.31	0.26	0.21	0.29	0.25	0.21	0.23	0.20
						H	0.35	0.31	0.26	0.34	0.29	0.26	0.28	0.25
						G	0.42	0.36	0.32	0.39	0.34	0.30	0.33	0.29
						F	0.46	0.40	0.36	0.43	0.38	0.34	0.36	0.33
						E	0.51	0.46	0.41	0.48	0.43	0.40	0.41	0.38
						D	0.54	0.50	0.46	0.51	0.47	0.44	0.44	0.41
						C	0.57	0.53	0.49	0.53	0.50	0.47	0.47	0.44
						B	0.60	0.57	0.53	0.57	0.54	0.51	0.50	0.48
						A	0.63	0.60	0.57	0.59	0.57	0.54	0.54	0.52

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas interior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones										
					Techo	80%			70%			50%			
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
					Índice local	Coeficiente de utilización									
Incandescente	Directa  Empotrada con lente primática.	 0 ↓ 63		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.33	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.33	0.29	0.27
						I	0.41	0.37	0.34	0.41	0.37	0.34	0.40	0.37	0.34
						H	0.45	0.41	0.39	0.45	0.41	0.39	0.44	0.41	0.38
						G	0.50	0.46	0.43	0.49	0.46	0.43	0.48	0.45	0.43
						F	0.53	0.49	0.46	0.52	0.49	0.46	0.51	0.48	0.46
						E	0.56	0.53	0.51	0.56	0.53	0.50	0.54	0.52	0.50
						D	0.59	0.56	0.54	0.58	0.56	0.53	0.57	0.55	0.53
						C	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.55	0.58	0.56	0.55
						B	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.58	0.60	0.58	0.57
						A	0.63	0.62	0.60	0.62	0.61	0.60	0.61	0.60	0.59
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Sin visera	 18 ↓ 68		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.30	0.24	0.21	0.29	0.24	0.21	0.28	0.24	0.21
						I	0.38	0.33	0.29	0.37	0.32	0.28	0.36	0.31	0.28
						H	0.45	0.39	0.35	0.44	0.38	0.34	0.42	0.37	0.34
						G	0.52	0.45	0.41	0.50	0.45	0.41	0.48	0.43	0.40
						F	0.57	0.50	0.46	0.55	0.50	0.45	0.52	0.48	0.44
						E	0.64	0.58	0.53	0.62	0.57	0.53	0.58	0.54	0.51
						D	0.68	0.63	0.58	0.66	0.61	0.57	0.62	0.58	0.55
						C	0.71	0.67	0.63	0.69	0.65	0.61	0.65	0.62	0.59
						B	0.76	0.72	0.68	0.73	0.70	0.67	0.69	0.66	0.63
						A	0.78	0.75	0.72	0.76	0.73	0.70	0.71	0.69	0.67
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Con visera	 18 ↓ 63		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.29	0.24	0.22	0.29	0.24	0.22	0.28	0.24	0.21
						I	0.38	0.33	0.29	0.37	0.32	0.29	0.35	0.31	0.28
						H	0.44	0.39	0.35	0.43	0.38	0.35	0.41	0.37	0.34
						G	0.50	0.45	0.41	0.49	0.44	0.40	0.47	0.42	0.39
						F	0.55	0.49	0.45	0.53	0.49	0.45	0.51	0.47	0.43
						E	0.61	0.56	0.52	0.60	0.55	0.51	0.56	0.52	0.49
						D	0.67	0.60	0.57	0.63	0.59	0.56	0.60	0.56	0.53
						C	0.68	0.64	0.60	0.66	0.62	0.59	0.62	0.59	0.56
						B	0.72	0.69	0.65	0.70	0.66	0.64	0.65	0.63	0.61
						A	0.74	0.71	0.68	0.72	0.69	0.67	0.67	0.65	0.63

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo		70%		50%		30%			
					Paredes		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Índice local		Coeficiente de utilización							
Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho, 700 ó 1000 w. Vap. merc. color corr.		0.9 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J I H G F E D C B A	0.50 0.57 0.62 0.66 0.69 0.73 0.75 0.77 0.78 0.80	0.47 0.54 0.59 0.63 0.67 0.71 0.73 0.75 0.77	0.45 0.52 0.57 0.61 0.64 0.68 0.71 0.73 0.75	0.50 0.57 0.62 0.66 0.69 0.72 0.74 0.76 0.77	0.47 0.54 0.59 0.63 0.66 0.70 0.72 0.74 0.76	0.45 0.52 0.57 0.61 0.64 0.68 0.70 0.72 0.74	0.47 0.54 0.59 0.63 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75	0.45 0.52 0.57 0.61 0.64 0.68 0.70 0.72 0.74	
	Directa  Aluminio grandes alturas con cristal, 700 ó 1000 w. Vapor mercurio, color corregido		0.9 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.45 0.51 0.55 0.59 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69 0.70	0.42 0.48 0.53 0.56 0.59 0.62 0.64 0.65 0.68	0.40 0.47 0.51 0.54 0.57 0.60 0.62 0.64 0.66	0.44 0.50 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.66 0.68	0.42 0.48 0.52 0.55 0.58 0.61 0.62 0.64 0.66	0.40 0.46 0.51 0.54 0.57 0.60 0.62 0.64 0.66	0.42 0.48 0.52 0.55 0.58 0.61 0.62 0.64 0.66	0.40 0.46 0.51 0.54 0.57 0.60 0.62 0.64 0.66	
	Directa  Ventilada para bajas alturas 400 w H33-1-GL/C		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.35 0.43 0.49 0.55 0.59 0.64 0.67 0.69 0.73 0.74	0.32 0.39 0.45 0.51 0.55 0.60 0.64 0.66 0.68	0.29 0.37 0.42 0.48 0.52 0.58 0.61 0.63 0.65	0.35 0.43 0.49 0.54 0.58 0.63 0.66 0.68 0.71	0.31 0.37 0.42 0.47 0.51 0.56 0.59 0.61 0.63	0.29 0.37 0.42 0.47 0.51 0.56 0.59 0.61 0.63	0.31 0.37 0.42 0.47 0.51 0.56 0.59 0.61 0.63	0.29 0.37 0.42 0.47 0.51 0.56 0.59 0.61 0.63	
	Directa  Ventilada de porcelana Esmaltada para bajas alturas 400 w H33-1-DN/C		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.34 0.44 0.50 0.57 0.62 0.69 0.73 0.76 0.79 0.81	0.30 0.39 0.46 0.52 0.57 0.64 0.69 0.72 0.75 0.77	0.27 0.35 0.42 0.48 0.54 0.61 0.66 0.69 0.71 0.73	0.34 0.43 0.50 0.56 0.61 0.67 0.71 0.74 0.77 0.80	0.30 0.35 0.42 0.48 0.53 0.59 0.63 0.66 0.68 0.70	0.27 0.35 0.42 0.47 0.52 0.58 0.62 0.65 0.67 0.69	0.30 0.35 0.42 0.47 0.52 0.58 0.62 0.65 0.67 0.69	0.27 0.35 0.42 0.47 0.52 0.58 0.62 0.65 0.67 0.69	
	Directa  Intemperie dura. Haz ancho. 400 w H33-1-CD		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.32 0.40 0.45 0.49 0.52 0.56 0.59 0.61 0.63 0.64	0.29 0.37 0.42 0.46 0.50 0.54 0.57 0.59 0.61 0.62	0.27 0.34 0.39 0.44 0.48 0.53 0.56 0.58 0.60 0.61	0.32 0.39 0.44 0.49 0.52 0.55 0.58 0.60 0.62 0.63	0.29 0.36 0.41 0.46 0.49 0.53 0.56 0.58 0.59 0.60	0.27 0.34 0.39 0.44 0.48 0.52 0.55 0.57 0.58 0.59	0.29 0.36 0.41 0.46 0.49 0.53 0.56 0.58 0.59 0.60	0.27 0.34 0.39 0.44 0.48 0.52 0.55 0.57 0.58 0.59	
	Directa  Intemperie dura Haz estrecho. 400 w H33-1-CD		0.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.42 0.48 0.50 0.54 0.58 0.60 0.61 0.62 0.63	0.40 0.45 0.48 0.52 0.56 0.58 0.59 0.61 0.62	0.39 0.44 0.47 0.50 0.53 0.56 0.57 0.58 0.59	0.42 0.47 0.50 0.53 0.56 0.58 0.59 0.61 0.62	0.40 0.45 0.47 0.50 0.53 0.55 0.56 0.57 0.58	0.39 0.44 0.47 0.50 0.53 0.55 0.56 0.57 0.58	0.40 0.45 0.47 0.50 0.53 0.55 0.56 0.57 0.58	0.39 0.44 0.47 0.50 0.53 0.55 0.56 0.57 0.58	
	Directa  Intemperie dura Haz medio 1000 w H34-12GV, H36-16GV		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.67 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.34 0.40 0.45 0.49 0.52 0.55 0.58 0.60 0.62	0.31 0.38 0.42 0.46 0.49 0.52 0.55 0.57 0.59	0.29 0.35 0.40 0.44 0.48 0.51 0.53 0.55 0.57	0.34 0.41 0.46 0.49 0.52 0.55 0.58 0.60 0.62	0.31 0.37 0.42 0.46 0.49 0.52 0.54 0.56 0.57	0.29 0.35 0.40 0.44 0.48 0.51 0.53 0.55 0.57	0.31 0.37 0.42 0.46 0.49 0.52 0.54 0.56 0.57	0.29 0.35 0.40 0.44 0.48 0.51 0.53 0.55 0.57	
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz ancho. 400 w H33-1-FY		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J I H G F E D C B A	0.38 0.48 0.56 0.63 0.69 0.76 0.81 0.85 0.90 0.93	0.33 0.42 0.49 0.57 0.62 0.71 0.76 0.80 0.85 0.89	0.29 0.38 0.45 0.52 0.57 0.66 0.71 0.74 0.78 0.82	0.38 0.47 0.54 0.61 0.67 0.75 0.79 0.83 0.87 0.90	0.33 0.42 0.48 0.56 0.61 0.69 0.74 0.78 0.82 0.86	0.29 0.38 0.44 0.51 0.56 0.65 0.70 0.73 0.77 0.81	0.33 0.42 0.48 0.56 0.61 0.69 0.74 0.78 0.82 0.86	0.29 0.38 0.44 0.51 0.56 0.65 0.70 0.73 0.77 0.81	
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz medio 400 w H33-1-HS		0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J I H G F E D C B A	0.49 0.58 0.65 0.72 0.76 0.82 0.86 0.89 0.92 0.95	0.44 0.53 0.60 0.66 0.71 0.77 0.82 0.85 0.88 0.91	0.41 0.50 0.56 0.62 0.67 0.74 0.78 0.81 0.84 0.87	0.49 0.57 0.64 0.70 0.75 0.80 0.83 0.86 0.89 0.91	0.44 0.53 0.59 0.65 0.70 0.76 0.80 0.83 0.86 0.89	0.41 0.49 0.55 0.61 0.66 0.73 0.77 0.80 0.83 0.86	0.44 0.53 0.59 0.65 0.70 0.76 0.80 0.83 0.86 0.89	0.41 0.49 0.55 0.61 0.66 0.73 0.77 0.80 0.83 0.86	

⊕ Coeficientes de Utilización.

Tipo	Unidad de alumbrado Directa	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo		70%		50%		30%			
					Paredes		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Índice local		Coeficiente de utilización							
Incandescentes	Directa  Reflector de cúpula RLM		1.3 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.33 0.28 0.25 0.40 0.36 0.33 0.47 0.43 0.39 0.54 0.49 0.45 0.59 0.54 0.50 0.65 0.61 0.57 0.69 0.65 0.62 0.72 0.68 0.65 0.76 0.73 0.70 0.78 0.75 0.73	0.32 0.28 0.25 0.40 0.36 0.33 0.47 0.42 0.39 0.53 0.49 0.45 0.58 0.53 0.50 0.64 0.60 0.57 0.68 0.64 0.62 0.70 0.67 0.65 0.74 0.72 0.69 0.76 0.74 0.72	0.28 0.25 0.36 0.33 0.42 0.39 0.48 0.45 0.50 0.50 0.57 0.57 0.62 0.61 0.65 0.64 0.69 0.67 0.72 0.71	0.28 0.25 0.36 0.33 0.42 0.39 0.48 0.45 0.50 0.50 0.57 0.57 0.62 0.61 0.65 0.64 0.69 0.67 0.72 0.71					
	Directa  Intemperie dura Haz medio.		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.43 0.40 0.38 0.50 0.47 0.45 0.55 0.52 0.50 0.59 0.56 0.54 0.61 0.59 0.57 0.65 0.62 0.61 0.67 0.65 0.63 0.68 0.66 0.65 0.70 0.68 0.67 0.71 0.70 0.69	0.43 0.40 0.38 0.50 0.47 0.45 0.54 0.52 0.50 0.58 0.55 0.53 0.61 0.58 0.56 0.64 0.62 0.60 0.66 0.64 0.62 0.67 0.66 0.64 0.69 0.68 0.66 0.70 0.69 0.68	0.38 0.35 0.45 0.42 0.50 0.48 0.55 0.53 0.58 0.56 0.62 0.61 0.64 0.62 0.65 0.64 0.67 0.66 0.68 0.67	0.38 0.35 0.45 0.42 0.50 0.48 0.55 0.53 0.58 0.56 0.62 0.61 0.64 0.62 0.65 0.64 0.67 0.66 0.68 0.67					
	Directa  Intemperie dura Haz estrecho.		0.9 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.45 0.42 0.40 0.53 0.50 0.48 0.57 0.54 0.52 0.61 0.58 0.56 0.64 0.61 0.59 0.67 0.64 0.62 0.69 0.67 0.65 0.70 0.68 0.67 0.72 0.70 0.69 0.73 0.71 0.70	0.45 0.42 0.40 0.52 0.50 0.48 0.55 0.54 0.52 0.60 0.59 0.56 0.63 0.61 0.59 0.66 0.64 0.62 0.68 0.66 0.65 0.69 0.67 0.66 0.71 0.69 0.68 0.71 0.70 0.69	0.40 0.38 0.48 0.45 0.52 0.50 0.56 0.54 0.59 0.57 0.62 0.61 0.65 0.64 0.66 0.65 0.68 0.67 0.69 0.68	0.40 0.38 0.48 0.45 0.52 0.50 0.56 0.54 0.59 0.57 0.62 0.61 0.65 0.64 0.66 0.65 0.68 0.67 0.69 0.68					
	Directa  Lámpara reflectora R-52 Haz ancho 500 y 750 w		1.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J I H G F E D C B A	0.50 0.45 0.42 0.62 0.57 0.53 0.70 0.65 0.62 0.77 0.72 0.69 0.82 0.77 0.74 0.86 0.84 0.81 0.92 0.88 0.85 0.94 0.91 0.88 0.97 0.94 0.92 0.99 0.97 0.94	0.49 0.45 0.41 0.61 0.57 0.53 0.69 0.65 0.62 0.76 0.72 0.68 0.81 0.77 0.73 0.87 0.83 0.80 0.90 0.87 0.84 0.92 0.89 0.87 0.95 0.93 0.91 0.97 0.95 0.93	0.41 0.38 0.57 0.53 0.62 0.61 0.68 0.67 0.73 0.71 0.78 0.76 0.84 0.82 0.87 0.86 0.91 0.90 0.93 0.92	0.41 0.38 0.57 0.53 0.62 0.61 0.68 0.67 0.73 0.71 0.78 0.76 0.84 0.82 0.87 0.86 0.91 0.90 0.93 0.92					
	Directa  Lámpara reflectora R-57 Haz estrecho 500 y 750 w.		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J I H G F E D C B A	0.66 0.62 0.60 0.75 0.71 0.68 0.80 0.76 0.73 0.85 0.81 0.80 0.88 0.85 0.82 0.93 0.90 0.88 0.96 0.93 0.91 0.98 0.95 0.93 1.00 0.98 0.96 1.01 1.00 0.99	0.65 0.62 0.59 0.74 0.71 0.68 0.79 0.76 0.73 0.84 0.81 0.78 0.88 0.84 0.82 0.92 0.89 0.87 0.94 0.92 0.90 0.98 0.97 0.95 1.00 0.98 0.96 1.00 0.98 0.97	0.59 0.57 0.68 0.67 0.73 0.71 0.78 0.76 0.82 0.81 0.87 0.86 0.90 0.89 0.93 0.92 0.95 0.94 0.97 0.96	0.59 0.57 0.68 0.67 0.73 0.71 0.78 0.76 0.82 0.81 0.87 0.86 0.90 0.89 0.93 0.92 0.95 0.94 0.97 0.96					
	Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz ancho, 400 w H33-1-CD		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J I H G F E D C B A	0.38 0.34 0.32 0.47 0.43 0.40 0.53 0.49 0.46 0.59 0.55 0.52 0.63 0.59 0.56 0.68 0.64 0.62 0.71 0.67 0.65 0.72 0.70 0.67 0.75 0.73 0.71 0.77 0.75 0.73	0.38 0.34 0.32 0.46 0.43 0.40 0.52 0.49 0.46 0.58 0.54 0.52 0.62 0.59 0.56 0.67 0.64 0.61 0.69 0.67 0.65 0.71 0.69 0.67 0.74 0.72 0.70 0.75 0.74 0.72	0.32 0.30 0.40 0.38 0.46 0.44 0.52 0.50 0.56 0.54 0.61 0.60 0.64 0.63 0.67 0.66 0.70 0.69 0.73 0.71	0.32 0.30 0.40 0.38 0.46 0.44 0.52 0.50 0.56 0.54 0.61 0.60 0.64 0.63 0.67 0.66 0.70 0.69 0.73 0.71				
		Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz medio, 400 w H33-1-CD		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J I H G F E D C B A	0.46 0.43 0.41 0.54 0.51 0.49 0.59 0.56 0.53 0.63 0.60 0.57 0.65 0.63 0.60 0.69 0.67 0.65 0.71 0.69 0.67 0.73 0.71 0.69 0.75 0.73 0.71 0.76 0.75 0.73	0.46 0.43 0.41 0.53 0.51 0.48 0.58 0.55 0.53 0.62 0.59 0.57 0.65 0.62 0.60 0.68 0.66 0.64 0.70 0.68 0.67 0.72 0.70 0.68 0.73 0.72 0.71 0.75 0.73 0.72	0.41 0.38 0.48 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.60 0.58 0.63 0.62 0.66 0.65 0.68 0.67 0.71 0.70 0.72 0.71	0.41 0.38 0.48 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.60 0.58 0.63 0.62 0.66 0.65 0.68 0.67 0.71 0.70 0.72 0.71				
		Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas, Haz estrecho, 400 w, H33-1-GL/C		0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.51 0.48 0.46 0.58 0.55 0.53 0.62 0.59 0.57 0.66 0.63 0.61 0.69 0.66 0.64 0.72 0.70 0.68 0.74 0.72 0.70 0.75 0.74 0.72 0.77 0.76 0.74 0.78 0.77 0.75	0.51 0.48 0.46 0.57 0.55 0.53 0.61 0.59 0.57 0.65 0.63 0.61 0.68 0.66 0.64 0.71 0.69 0.68 0.73 0.71 0.70 0.74 0.73 0.71 0.76 0.75 0.73 0.77 0.75 0.74	0.46 0.44 0.53 0.51 0.57 0.55 0.61 0.60 0.64 0.63 0.67 0.66 0.70 0.69 0.72 0.71 0.74 0.73 0.75 0.74	0.46 0.44 0.53 0.51 0.57 0.55 0.61 0.60 0.64 0.63 0.67 0.66 0.70 0.69 0.72 0.71 0.74 0.73 0.75 0.74				
		Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas, Haz ancho, 700 ó 1000 w, Vap. merc. color Corr.		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J I H G F E D C B A	0.39 0.36 0.33 0.48 0.44 0.41 0.53 0.50 0.47 0.59 0.55 0.52 0.63 0.60 0.56 0.67 0.64 0.61 0.70 0.67 0.65 0.72 0.70 0.67 0.75 0.73 0.71 0.77 0.75 0.73	0.39 0.36 0.33 0.47 0.44 0.41 0.53 0.49 0.47 0.58 0.54 0.52 0.62 0.58 0.56 0.66 0.63 0.61 0.69 0.66 0.64 0.71 0.69 0.67 0.74 0.72 0.70 0.75 0.73 0.72	0.33 0.31 0.41 0.39 0.47 0.45 0.52 0.50 0.56 0.54 0.61 0.60 0.64 0.63 0.67 0.66 0.70 0.69 0.73 0.71	0.33 0.31 0.41 0.39 0.47 0.45 0.52 0.50 0.56 0.54 0.61 0.60 0.64 0.63 0.67 0.66 0.70 0.69 0.73 0.71				

del local y las tablas de coeficiente de utilización se basan en el valor en el punto central de cada una de estas relaciones.

VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

Relación del local			
Indice del local	Valor		Punto central
J	Menos de 0.7		0.60
I	0.7 a 0.9		0.80
H	1.9 a 1.12		1.00
G	1.12 a 1.38		1.25
F	1.38 a 1.75		1.50
E	1.75 a 2.25		2.00
D	2.25 a 2.75		2.50
C	2.75 a 3.50		3.00
B	3.50 a 4.50		4.00
A	Más de 4.50		5.00

La tabla de coeficiente de utilización aplicable a una luminaria determinada se seleccionará entre las que se anexan, sobre la base de similitud de distribución de flujo luminoso y de eficiencia. El coeficiente de utilización puede determinarse por el índice del local y por la reflectancia adecuada en las superficies de la habitación.

Las reflexiones recomendadas, en por ciento, se anotan en la siguiente tabla.

⊕ Índice del Local

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros															
		Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto															
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20	23.75	28.35
		Altura de montaje sobre el suelo en metros															
		Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso															
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10	16.15	19.20
6.10	6.10	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J					
	7.30	D	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J					
	9.15	D	E	F	F	F	G	G	H	I	J	J	J				
	10.65	D	E	F	F	F	G	G	H	I	J	J	J				
	12.20	C	D	E	F	F	G	G	H	I	J	J	J				
	15.25	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	J	J			
	18.30	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	J	J	J		
	21.35	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	J	J	J		
7.30	24.40	B	B	C	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J		
	30.50	B	B	C	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J		
	36.60	B	B	C	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J		
	42.70	B	B	C	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J		
	7.30	D	E	F	F	F	G	G	H	H	I	J	J				
	9.15	C	D	E	E	E	F	F	G	G	H	H	J	J			
	10.65	C	D	E	E	E	F	F	G	G	H	H	J	J			
	12.20	C	D	E	E	E	F	F	G	G	H	H	J	J			
9.15	15.25	B	B	C	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J		
	18.30	B	B	C	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J		
	21.35	B	B	C	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J		
	24.40	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	30.50	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	36.60	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	42.70	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	10.65	10.65	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J		
12.20		B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J			
15.25		B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J			
18.30		A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
21.35		A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
24.40		A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
30.50		A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
42.70		A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
12.20	12.20	B	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J		
	15.25	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	18.30	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	21.35	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	24.40	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	30.50	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	36.60	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
	42.70	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	J	J	J		
15.25	15.25	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	18.30	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	21.35	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	24.40	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	30.50	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	36.60	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	42.70	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	51.80	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
18.30	60.95	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	18.30	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	21.35	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	24.40	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	30.50	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	36.60	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	42.70	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	51.80	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
24.40	60.95	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	24.40	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	42.70	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
30.50	60.95	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	30.50	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	45.70	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
36.60	60.95	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	36.60	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	48.80	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J
	60.95	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J	J

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones).

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto													
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20
		Altura de montaje sobre el suelo en metros Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto v General Difuso													
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.85	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10
2.45	3.05	H	I	J	J	J	J	J							
	3.65	H	I	J	J	J	J	J							
	4.26	H	I	J	J	J	J	J							
	4.87	G	H	I	I	J	J	J							
	5.48	G	H	I	I	J	J	J							
	6.10	G	H	I	I	J	J	J							
	7.30	G	H	H	I	J	J	J	J						
	9.15	F	H	H	I	J	J	J	J	J					
3.05	10.65	F	G	H	I	I	J	J	J						
	12.20	F	G	H	I	I	J	J	J						
	15.25	F	G	H	H	I	J	J	J						
	18.30	F	G	G	H	H	J	J	J						
	21.35	F	G	G	H	H	J	J	J						
	3.05	H	I	J	J	J	J	J							
	3.65	H	I	J	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	I	J	J	J							
3.65	4.87	F	H	I	I	J	J	J							
	5.48	F	H	I	I	J	J	J							
	6.10	F	H	H	I	J	J	J							
	7.30	F	H	H	H	J	J	J							
	9.15	F	H	H	H	J	J	J							
	10.65	F	H	H	H	J	J	J							
	12.20	F	H	H	H	J	J	J							
	15.25	F	H	H	H	J	J	J							
4.25	18.30	D	H	H	H	J	J	J							
	21.35	D	H	H	H	J	J	J							
	24.40	D	H	H	H	J	J	J							
	30.50	D	H	H	H	J	J	J							
	4.26	F	G	H	I	I	J	J							
	4.87	F	G	H	H	I	J	J							
	5.48	F	G	H	H	H	J	J							
	6.10	F	G	H	H	H	J	J							
4.85	7.30	F	G	H	H	H	J	J							
	9.15	F	G	H	H	H	J	J							
	10.65	D	H	H	H	J	J	J							
	12.20	D	H	H	H	J	J	J							
	15.25	D	H	H	H	J	J	J							
	18.30	C	H	H	H	J	J	J							
	21.35	C	H	H	H	J	J	J							
	24.40	C	H	H	H	J	J	J							
5.50	30.50	C	H	H	H	J	J	J							
	36.60	C	H	H	H	J	J	J							
	5.48	F	F	F	G	H	H	I							
	6.10	D	F	F	G	H	H	I							
	7.30	D	F	F	G	H	H	I							
	9.15	D	F	F	G	H	H	I							
	10.65	D	F	F	G	H	H	I							
	12.20	C	D	D	F	F	F	F							

dices del local para una amplia gama de dimensiones se proporcionan en las tablas que se anexan.

La clasificación de los índices del local están basados en las relaciones entre las dimensiones de las habitaciones las que se calculan de la forma siguiente:

Para luminarias directas, semi-directas, directa-indirecta y general difusa:

$$RL = \frac{A \times L}{H \times (A + L)}$$

Para luminarias semi-indirectas e indirectas:

$$RL = \frac{3 \times A \times L}{2 \times H \times (A + L)}$$

donde:

- RL.- Relación del local
- A.- Ancho del local
- L.- Largo del local
- H.- Altura del techo sobre el plano de trabajo.

Cada índice del local representa un valor de la relación -

16

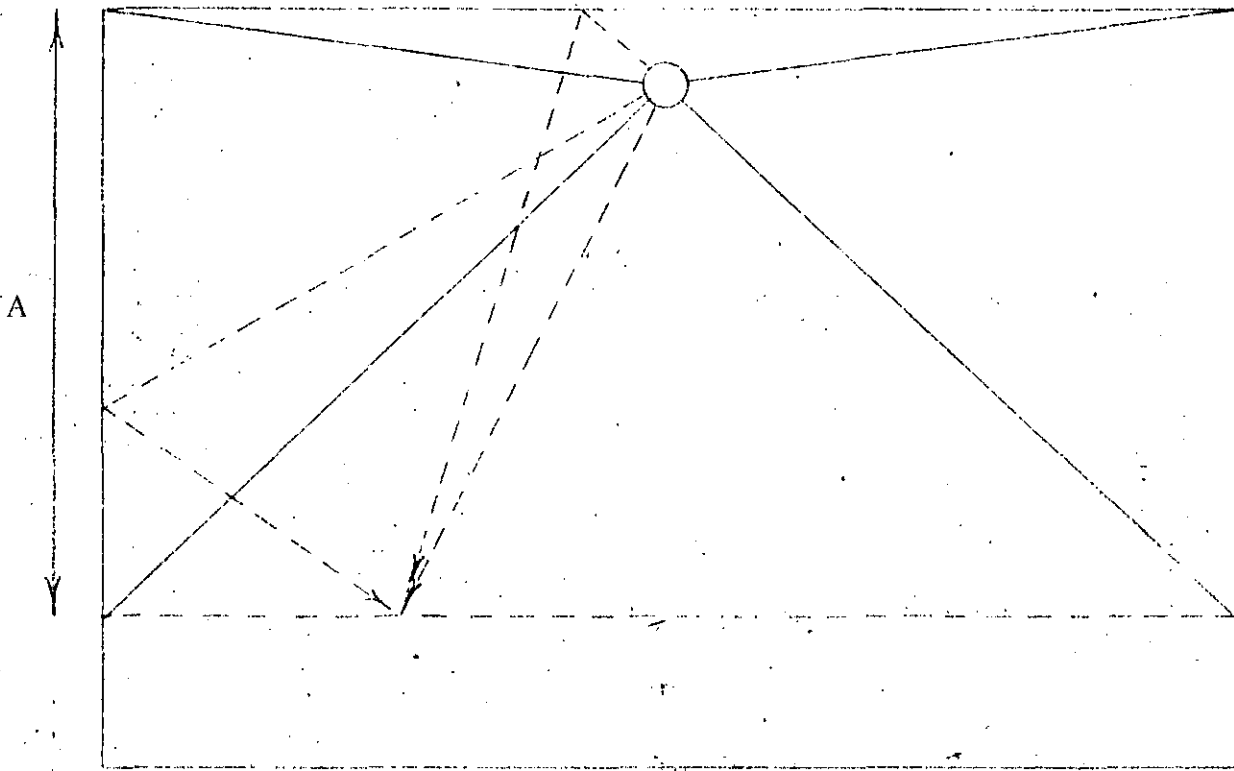
° semi-indirecto

° indirecto.

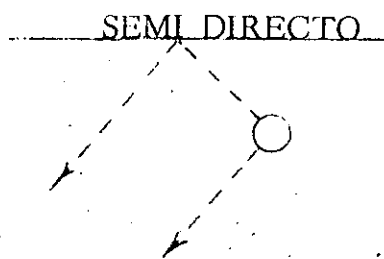
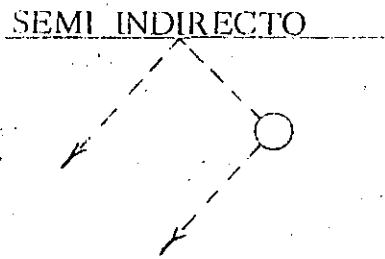
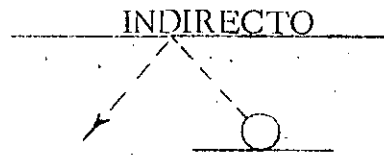
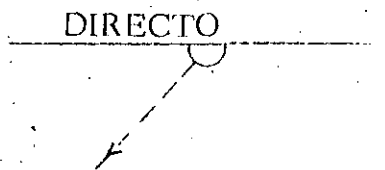
Por lo general, las oficinas quedan mejor iluminadas utilizándose, ya sea un sistema indirecto, un semi-indirecto o un directo-indirecto. En la industria general se utiliza el sistema directo o el semi-directo y las áreas comerciales pueden usar cualquier tipo de alumbrado o --- combinación de sistemas. La instalación del mejor sistema dependerá de las tareas visuales a realizar y de las características del área por iluminar.

- iii Determinar el coeficiente de utilización. - El coeficiente de utilización es la relación del flujo luminoso que llega al plano de trabajo sobre el total del flujo generado por las lámparas. Es un factor que tiene en cuenta la eficiencia y distribución de las luminarias, su altura de montaje, las dimensiones del local y la reflexión de las paredes, techos y suelos.

Los locales se clasifican con relación a su forma en diez grupos, cada uno de los cuales es identificado con una letra conocida bajo el nombre de índice del local. Los in-



Plano de trabajo.



uno de los factores utilizados en estas expresiones debe ser valorado adecuadamente para la obtención de resultados exactos.

El método de punto por punto lleva en si un cálculo separado de la contribución de cada luminaria a la iluminación total. Por lo general este método se utiliza principalmente para alumbrado público y para alumbrado con proyectores.

Método de los lúmenes.

Para utilizar este método en la resolución de un problema de alumbrado deberá seguirse la siguiente secuencia:

- i Determinar el nivel requerido de iluminación. - De acuerdo a las tablas existentes, deberá determinarse el nivel de iluminación mínimo para el trabajo específico que se vaya a realizar.
- ii Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias. - Los sistemas de alumbrado se clasifican de la siguiente manera:
 - ° directo
 - ° semidirecto
 - ° general difuso o directo-indirecto.

Textiles (Fábricas) (continuación).

Locales para géneros grises:	
rra	1500
tilos	3000
Telas	700
Acabado, completado, pegado, tratado y secado	500
Tintes	1000
Acabado en seco:	
Preparado, acondicionado, prensado y tejido	700
Corte	1000
Inspección	20000

Textiles (Fábricas). Seda y rayón.

Fabricación: empapado coloreado y acondicionamiento o colocación de líneas	300
Devanado, trenzado; rebobinado, encanillado y enderezado:	
Materiales claros	500
Materiales oscuros	2000
Sala de telares (en sus diversas modalidades)	1000
Hilado en peines o sobre alambres en los telares	1000
Tejido	1000

Tintorerías. Planchado y limpiado en seco.

Reconocimiento y clasificación	500
Limpieza en seco, húmeda y al vapor	500

Inspección y localización de manchas	5000
Planchado a mano y máquina	1500
Reparaciones y modificaciones	2000

Vidrio (Fábricas de).

Sala de mezclas y horno, hornos de prensado, máquinas de soplar vidrio	300
Molido, cortado del vidrio a medida, esmerilado	500
Molido fino, pulido y biselado	1000
Inspección, grabado y decorado	2000

Zapaterías. Trabajo en goma.

Lavado, bañado, mezclado y preparación del caucho	300
Barnizado, vulcanizado, satinado y cortado de suelas	500
Laminado de suelas, forrado y 287, proceso de fabricación y acabado	1000

Zapaterías. Trabajo en material.

Mesas de corte, marcado, ojales, raspar, clasificar y control en materiales oscuros	3000
Fabricación y acabado, lavado, revestimiento, barnizado, vulcanizado, corte de las suelas y palas, repujado, forrado, laminado, limpiado, teñido, alisado, pulido y estampado	2000

Neumáticos y tubos de (continuación)	
Neumáticos	500
Departamento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos	700
Inspección final: Tubos, neumáticos	2000
Papel (Fábricas de).	
Triturado, molido y prensado	300
Acabado, cortado, aparejado y máquinas de hacer papel	500
Cortado a mano, máquinas de cortar e igualar	700
Bobinas de papel, inspección y laboratorios	1000
Rebobinado	1500
Piel (Fabricación de artículos de).	
Prensado, enrollado y glaseado	2000
Clasificación, cortado, acoplado y cosido	3000
Piel (Industrias de la). Cueros.	
Depósitos de limpieza, curtido y estirado	300
Cortado, descarnado y estopado	500
Acabado y cosido	1000
Piedras: Triturado y cribado.	
Correas transportadoras espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de receptáculos	100
Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo los receptáculos	100
Cribas	200
Pinturas (Fabricación de).	
General	300
Mezclas comparativas y normales	2000
Pintura (Talleres de).	
Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y perfilado delicado a mano	500
Trabajos finos de pintura a mano y acabado	1000
Trabajos extrafinos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.)	3000
Planchado y limpiado en seco (ver Tintorerías).	
Productos lácteos: Industrias de la leche.	
Habitación de hervido y almacén de botellas	300
Clasificación de botellas	500
Limpiado de botellas	300
Lavado de bidones y equipos de frío	300
Rellenado, inspección	1000
Indicadores, aneles y termómetros (parte vista)	500
Laboratorios	1000
Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores	300
Tanques depósitos:	
Interiores claros	200
Interiores oscuros	1000
Pulido y bruñido	
Química (Trabajos de).	
Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros	300
Tanques, cristalizadores, extractores, coladores	300
Servicio (Áreas de).	
Escaleras, pasillos, ascensores	200
Lavabos y Tocadores	300

* La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar unas condiciones de contraste favorables.

Soldadura (Talleres de) (continuación)	
Iluminación general	500
Soldadura manual de arco. Gran precisión	10000
Sombreros (Fábricas de).	
Tinte, enderezado, acordonado, limpieza y refinado	1000
Dar forma, tamaño, perforado, rebordeado, acabado y planchado	2000
Cosido e inspección	5000
Tabado (Manipulado del).	
Secado, limpieza general	300
Clasificación y apartado	2000
Tahonas.	
Cuarto de mezclas	500
Estanterías (iluminación vertical)	300
Interior del horno (mezcladores verticales)	500
Cuarto de fermentación	300
Locales restantes:	
Pan	300
Dulces y productos de confitería	500
Horno, pruebas y empaquetado	300
Rellenado y otros ingredientes	500
Decorado y azucarado:	
Mecánico	500
A mano	1000
Talleres de forja (ver Forja).	
Talleres mecánicos.	
Trabajos bastos de banco y máquina	500
Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruñido medio	1000
Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino	5000
Trabajos de banco y máquina muy finos, cepillado fino	10000
Telas (sus derivados) (ver Corte y confección).	
Telas y tejidos (ver Textiles (Fábricas)).	
Textiles (Fábricas). Algodón.	
Abrir, mezclar y picar	300
Cardar, estirar, torcer, encanillar, hilar, urdir	500
Confección de piezas de tela:	
Artículos grises	500
Mezclilla	1500
Inspección:	
Artículos grises (girado a mano)	1000
Mezclilla (movimiento rápido)	5000
Estirado automático	1500
Hilado a mano	2000
Tejido	1000
Textiles (Fábricas). Lana y estambre.	
Clasificación	1000
Hilado (en bastidor o máquina): blanco	500
Hilado (en bastidor o a máquina): coloreado	1000
Trenzado o urdido: blanco	500
Urdido en peine: blanco	1000
Urdido: color	1000
Urdido en peine: color	3000
Trenzado: blanco	300
Trenzado: color	500
Tejido: blanco	1000
Tejido: color	2000

 Encuadernación.	
Coblar, montar, encolar, etc	700
Cortar, perforar y coser	700
Repujar e inspección	2000
 Forja (Talleres de)	500
 Fundiciones.	
Templado, limpiado, batido	300
Moldeo o fabricación de machos, trabajo medio ...	500
Moldeo o fabricación de machos, trabajo fino	1000
Desbastado y cepillado	1000
Inspección media	1000
Inspección fina	5000
Moldes, grandes; relleno y vaciado	500
Moldes medianos	1000
Horno de cúpula	200
 Galvanizado	300
 Garajes: Automóviles y camiones.	
Servicio de garajes:	
Reparaciones	1000
Zonas de tráfico activo	200
 Garajes de apacamiento:	
Entrada	500
Pistas y rampas	100
Aparcamiento	50
 Goma (Mecanizado de artículos de).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado	300
Preparación del tejido, corte y telares	500
Moldeado y selección de productos, calibrado ...	500
Inspección	2000
 Guantes (Fábricas de).	
Prensado y cortado	3000
Máquinas de hacer punto y selección	1000
Cosido e inspección	5000
 Harina (Fábricas de).	
Molido, cernido, refinado	500
Empaquetado	300
Control de productos	1000
Cribas, limpiadoras, ascensores, pasillos, recipientes de control	300
 Hierro y acero (Industria del).	
Interiores abiertos:	
Piso de carga (Fundición)	200
Vagonetas de colada:	
Pozos de escoria	200
Plataformas de control	300
Zona superior	300
Pasarelas elevadas de inspección	100
Mezcladores	300
Calcinado y sangrado	100
Trenes de laminación:	
Lingotes, pletinas, barras calientes y planchas calien- tes	300
Laminación en frío, barras y Planchas	300
Tubos, barras, varillas redondas, alambres	500
Estampado de hojalata: estañado, galvanizado, lami- nado de flejes en frío	500

 Sala de máquinas y motores	300
 Inspección:	
Chapas oscuras, changote, cascajo	1000
Hojalata y otras superficies brillantes	1000
 Imprentas.	
Fundición de tipos:	
Máquinas y moldes de mano; fundición de conjun- tos, clasificación	500
Fabricación de matrices, rectificado de tipos	1000
Plantas de impresión:	
Inspección de color y valoración	2000
Composición a máquina, salas de composición.	1000
Prensas	700
Lectura de pruebas y revisión de planchas	1500
Electrotipia:	
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación	1000
Montura de planchas, estañado, electroplateado, limpiado	500
Fotograbado:	
Grabado al aguafuerte, planchas	500
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entinta- do y enmascarado	1000
 Inspección (Trabajos de).	
Ordinario	500
Difícil	1000
Bastante difícil	2000
Muy difícil	5000
Lo más difícil	10000
 Lavanderías.	
Lavado	300
Planchado, clasificación y marcado	500
Acabado a máquina y con plancha. Clasificación ..	700
Planchado fino a mano	1000
 Madera.	
Trabajos bastos y de banco	300
Medidas, cepillado, lijado basto, trabajos medios de banco y máquina encolado barnizado y tonelería	500
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino aca- bado	1000
 Manipulado de materiales.	
Empaquetado, embalaje y etiqueta	500
Clasificación y distribución	300
Carga y colocación en camiones	200
Interior de camiones y coches de transporte	100
 Metal. Trabajo en metales laminados.	
Prensado, cortado, estampado, taladrado, maquina- ciones diversas, trabajo medio de banco	500
Inspección de estañado y galvanizado; trazado	2000
 Neumáticos y tubos de goma (Fabricación de).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado	300
Preparación de productos: cortado, construcción de bordes	500
Máquinas de hacer tubo	500
Fabricas de neumáticos:	
Bandajes sólidos	300

+ La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar más condiciones de contraste favorables.

* Los materiales especulares o las superficies de trabajo pueden necesitar consideraciones especiales en la selección y colocación de los equipos de alumbrado o en su orientación respecto al trabajo.

Niveles Mínimos de Iluminación Recomendados para el Alumbrado de Interiores Industriales

Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Acero (ver Hierro y acero).	
Ajuste (Talleres de).	
Trabajo basto de fácil visión	300
Trabajo basto de difícil visión	500
Trabajo medio	1000
Trabajo fino	5000
Trabajo extra fino	10000
Almacenes y bodegas:	
De poco movimiento	50
Activos de mucho movimiento:	
Embalaje tosco	100
Embalaje medio	200
Embalaje fino	500
Arcilla (ver Cementos).	
Automóviles (Fábricas de).	
Ajuste del bastidor	500
Línea de montaje y ajuste de chasis	1000
Montaje final e inspección de línea	2000
Fabricación de la carrocería:	
Piezas	700
Acabado e inspección	2000
Aviación. Fábricas de aviones.	
Naves:	
De producción	1000
De inspección	2000
Fabricación de piezas:	
Remachar, soldar y taladrar	700
Cabinas de pintura	1000
Preparación planchas de aluminio y trabajo de templado, formación y pulido de las partes pequeñas del fuselaje, secciones de alas y carcasas de motores	1000
Montajes secundarios: Trenes de aterrizaje, fuselaje, secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes	1000
Montaje final e inspección	1000
Reparación de herramientas	1000
Aviación. Hangares (solamente servicio de reparaciones)	1000
Azúcar (Industrias del).	
Departamento de chocolates:	
Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar, refinar	500
Limpieza y selección de granos, inmersión, envase, empaquetado, etc	500
Molienda	1000
Elaboración de la crema, mezclado, cocido y moldeado	500
Gelatina y jalea	500
Decoración a mano	1000
Departamento de caramelos:	
Mezclar, cocer, moldear	500
Cortar y seleccionar	1000
Envasar y empaquetar	1000
Azúcar (Refinerías de).	
Dosificación	500
Inspección del color	2000

Bodegas (ver Almacenes y bodegas):	
Carbón (Volquetes automáticos y lavaderos de).	
Triturado y lavaderos	100
Selección	3000
Cartón (Fábricas de cajas de): Area general	500
Caucho (ver Goma).	
Cementos y derivados de la arcilla.	
Moldeo, prensas de filtro	300
Moldeado, lavado y prensado	300
Color y vidriado trabajo duro; esmaltado	1000
Color y vidriado, trabajo fino	3000
Centrales eléctricas y subestaciones. Interiores.	
Auxiliares, habitaciones de baterías, bombas de alimentación de calderas, tanques, compresores y cuadros de instrumentos	200
Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas de circulación o de bombas	100
Plataforma de quemadores	200
Condensadores: áreas de desaeradoras evaporadores y calentadores	100
Habitaciones de control:	
Panel de interruptores (frente vertical):	
Secciones sencillas o dobles frente al operador:	
Tipo A. Habitaciones de control, centralizado, de gran tamaño, Nivel a 1.70 metros sobre el suelo	500
Tipo B. Habitación de control normal, Nivel a 1.70 metros sobre el suelo	300
Sección de "duplex" frente al operador	300
Pupitres de trabajo (nivel horizontal)	500
Áreas interiores de los paneles de interruptores para "duplex"	100
Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel vertical)	100
Alumbrado de emergencia para todas las áreas.	30
Laboratorio de química	500
Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y equipos telefónicos	200
Túneles o galerías, tuberías.	100
Zona de turbinas bajo el pavimento	200
Habitación de turbinas	300
Conservas (Fábricas de).	
Clasificación inicial de materias crudas	500
Tomates	1000
Selección de color (cortado)	2000
Preparación:	
Selección preliminar:	
Albaricoques y melocotones	500
Tomates	1000
Aceitunas	1500
Cortado y selección final	1000
Conservado	
Enlatado continuo en cadena	1000
Empaquetado a mano	500
Aceitunas	1000
Examen de envasados	2000
Corte y confección.	
Inspección de paños	20000
Cortado y prensado	3000
Cosido	5000
Electricidad (ver Centrales eléctricas).	
Electricidad (Fabricación de equipos, eléctricos).	
Impregnación	500
Aislado, pintado de conductores	1000
Ensayos	1000

Hoteles.	
Bares y cafeterías (ver Restaurantes).	
Salas de baños:	
General	100
En el espejo	300 †
Dormitorios:	
General	100
Tocador	300 †
Lectura y escritura	300
Comedores (ver Restaurantes).	
Vestíbulo	300
Recepción	500
Servicio de lavado de ropas:	
Lavado	300
Planchado	500
Planchado mecánico	700
Lencería y ropa blanca:	
General	200
Costura	1000
Salas de espera:	
General	100
Zonas de lectura y trabajo	300
Marquesina:	
Alrededores oscuros	300
Alrededores claros	500
Despensas	100
Municipio (Servicios del); Bomberos y Policía.	
Policía:	
Ficheros de identificación	1500
Celdas y cuartos para interrogatorios	300
Bomberos:	
Dormitorio	200
Parqueamiento de coches y sala de recreo	300
Museos (ver Galerías de arte).	
Oficinas.	
Lectura de alto contraste de textos bien impresos; tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada; tales como lavabos, archivos no necesitados a diario, salones de conferencia, salas de visita, etc.	300
Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lapiz, tinta, sobre buen papel; archivos usados con frecuencia	700
Trabajo normal burocrático; lectura de buenas reproducciones; lectura o transcripción de escritura a mano con lápiz duro o sobre mal papel, archivos de uso continuo; clasificación de correspondencia, índice de asuntos	1000
Contabilidad, audición, máquinas de escribir, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada	1500
Cartografía, estudios, dibujo detallado	2000
Corredores, escaleras, ascensores y escaleras mecánicas	200
Policía (ver Servicios del Municipio).	
Residencias:	
Tareas visuales concretas:	
Juegos de mesa	300
Cocinas:	
Pilas de cnc, fregaderos	700
Formillos y superficies de trabajo	500
Lavadoras, cestos de ropa, planchas y tablas de planchar	500
Salones de lectura, escritura y estudio:	
Libros, revistas, periódicos	300

Escritura a mano, reproducciones, copias malas	700
Pupitres de estudio	700
Lectura de partituras musicales:	
Partituras sencillas	300
Partituras completas	700*
Cuartos de costura:	
Trabajos intermitentes, elevados contrastes con tela, telas bastas, puntadas grandes	300
Trabajos intermitentes, telas finas	500
Trabajo continuo, telas ligeras o medias	1000
Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste	2000
Tocadores, maquinajes, afeitados (emplazado sobre los espejos y rostros)	500
Taller, bancos de trabajo	700
Alumbrado general:	
Vestíbulos, halls, escaleras, descansillos	100
Cuartos de estar, comedores, dormitorios, bibliotecas y salas de juegos	100
Cocina, lavandería, cuartos de baño	300
Restaurantes, cafeterías y bares.	
Comedores:	
De tipo íntimo:	
Con alrededores oscuros	30
Con alrededores claros	100
Para realizar el trabajo de limpieza	200
De tipo general:	
Con alrededores oscuros	150
Con alrededores claros	300
De autoservicio:	
Alrededores normales	500
Alrededores muy iluminados	1000
Cajas	500
Exposición de comida: dos veces el nivel general pero nunca menos de	500
Cocinas:	
Inspección, verificación, precios	700
Otras áreas	300
Tiendas.	
Escaparates:	
Alumbrado de día:	
General	2000
Detalle o pormenor	10000
Alumbrado de noche:	
Distritos poco concurridos o pequeñas ciudades:	
General	1000
Detalle	5000
Distritos principales o de mucha competencia:	
General	2000
Detalle	10000
Interior de las tiendas:	
Zonas de circulación	300
Zonas de estanterías y almacenamiento de productos:	
Con servicio normal	1000
Con autoservicio	2000
Vitrinas y estanterías:	
Con servicio normal	2000
Con autoservicio	5000
Exposición de detalles:	
Con servicio normal	5000
Con autoservicio	10000

* O no menos, de 1/5 del nivel luminoso en las zonas inmediatas
** Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales y hay anotaciones sobre las líneas se necesitan 1500 lux ó más.

† Para exámenes meticulosos: 500 lux

⊕ Niveles mínimos de iluminación recomendados para el alumbrado general de interiores

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Auditorios.		Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta	500
Reunión o asamblea	150	Sala de fracturas:	
Exposición y exhibiciones	300	General	500
Bancos.		Mesa de operaciones	2000
Vestíbulos:		Laboratorios:	
General	500	Salas de ensayo	300
Áreas de trabajo	700	Mesas de trabajo	500
Correspondencia, claves, etc.	1500	Trabajos delicados	1000
Bomberos (ver Servicios del Municipio).		Bibliotecas	700
Correos (Oficinas de).		Salas de armarios	200
Mesas del vestíbulo	300	Vestíbulos y pasillos	300
Clasificación, fichero, etc.	1000	Archivo de protocolos médicos	1000
Escuelas.		Salas de enfermeras:	
Lectura de textos impresos	300	General	200
Lectura de textos a lápiz	700	Pupitres y diagramas	500
Lectura de textos en papel de copias:		Despacho de medicinas	1000
Buenas	300	Salas de trabajo de enfermeras	300
Malas	1000	Casas cunas:	
Salas de dibujo y bancos de trabajo	1000	General	100
Pizarras	1500	Mesa de reconocimiento	700
Salón de costura	1500	Pedriatría y sala de juegos	300
Estaciones, cocheras y terminales.		Obstetricia:	
Salas de espera y salas para fumadores	300	Salas de esterilización	300
Despacho de billetes: general, ventanilla, mostradores	1000	Salas de consulta	200
Facturación de equipajes	500	Sala de partos, general	1000
Andenes y almacenes	200	Mesa de partos	25000
Servicios y lavabos	300	Farmacias:	
Galerías de arte.		General	300
General	300	Mesas de trabajo	1000
Sobre los cuadros (alumbrado suplementario)	300*	Almacén de productos	300
Para esculturas y demás objetos de arte	1000**	Habitaciones y salas*	
Hospitales		General	100
Cuartos de anestesia y preparación	300	Lectura	300
Autopsia y depósito de cadáveres:		Locales para pacientes mentales	100
Sala de autopsias	1000	Trabajo con radioisótopos:	
Mesa de autopsias	25000	Laboratorio radioquímico	300
Depósito general	200	Salón de medidas	200
Central esterilizadora:		Mesas de trabajo	500
General	300	Solariums	200
Afilado de agujas	1500	Almacenes:	
Departamento odontológico:		General	150
General	700	Oficinas	700
Vitrina de instrumental	1500	Cirugía:	
Sillón dental	10000	Salas de instrumentos y esterilización	300
Laboratorio, bancos	1000	Salas de limpieza (instrumentos)	1000
Sala de recuperación	50	Salas de operaciones, general	1000
Sala de emergencia:		Mesas de operaciones	25000
General	1000	Salas de recuperación	300
Local	20000	Radioterapia:	
Sala de reconocimiento y tratamiento:		Física	200
General	500	Aplicada	300
Mesa de reconocimiento	1000	Lavabos	100
Salidas (nivel luminoso en el suelo)	50	Otros locales	200
Ojos, nariz, oído y garganta:		Salas de espera:	
Sala oscura	100	General	150
		Lectura	300
		Rayos X:	
		Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura	10
		Radioterapia profunda y superficial	100
		Examen de pruebas	300
		Archivos, películas reveladas	300
		Almacén, películas sin revelar	100

* Los cuadros oscuros con detalles o pormenores delicados deberán tener de 2 a 3 veces este nivel.
** A veces se requiere muchos más.

* De enfermos o heridos.

En el caso donde el área del trabajo no esté definida, la iluminación se considera sobre un plano horizontal de 75 cm. por encima del suelo.

Los valores dados por estas tablas son considerados como el nivel luminoso mínimo recomendado para cualquier punto sobre el sitio de trabajo y en cualquier momento. Esto significa que una instalación debe ser proyectada de tal manera, que ni la suciedad de las luminarias, lámparas, paredes y techos, ni la distribución normal en la emisión luminosa de las lámparas en sí, hagan disminuir la iluminación en algún momento por debajo del nivel recomendado.

Se anexan las tablas que representan los niveles recomendados por la I. E. S. (Illumination Engineering Society), y por la (Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación).

Para diseñar las instalaciones de alumbrado existen dos métodos que son los siguientes:

- ° Método de los lúmenes.
- ° Método de punto por punto.

El método de los lúmenes proporciona el nivel medio de luxes mediante la utilización de expresiones realmente sencillas: Cada --

6

° Arquitectónica.

2. - Cargas de aparatos.

° Definida.

° Indefinida.

3. - Cargas de motores.

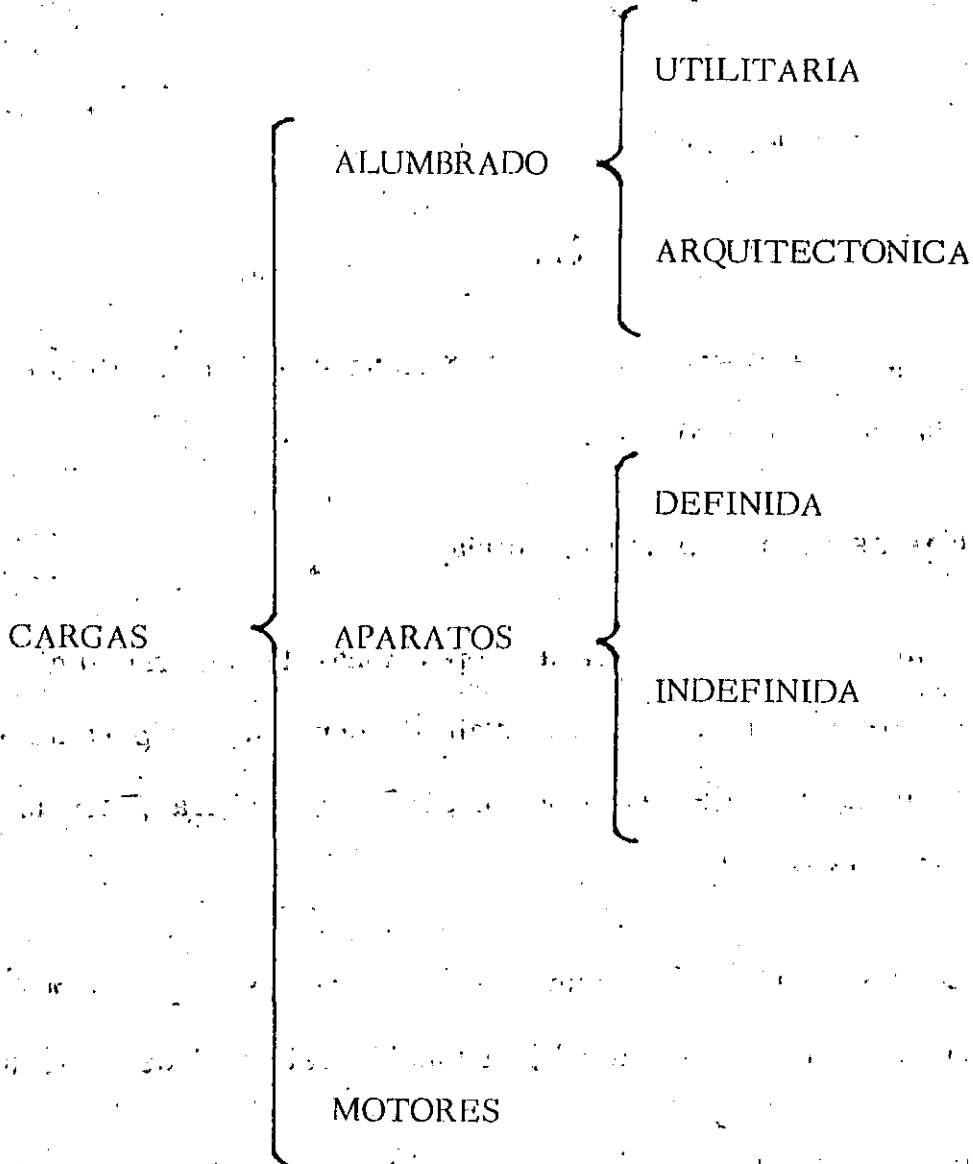
1. - Cargas de alumbrado. - Estas cargas se han dividido en utilitarias y arquitectónicas.

Cargas de alumbrado utilitarias.

Estas cargas sirven para proporcionar la energía luminosa necesaria para iluminar una determinada superficie y permite la visión a un máximo de velocidad, precisión y facilidad, con un mínimo esfuerzo y fatiga.

La característica principal de este tipo de carga es que se encuentra uniformemente distribuida en función del nivel de iluminación.

El nivel de iluminación está en función del uso del local y se mide en unidades llamadas luxes. De acuerdo a los diversos usos específicos, existen tablas que indican los niveles de iluminación recomendables, los que se consideran sobre el plano del trabajo, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.



4

res), o en cualquier otra forma de energía, por lo que estos elementos constituyen los dispositivos de utilización de energía eléctrica.

Las cargas de acuerdo a su fuente de alimentación se clasifican como sigue:

- 1.- Cargas en el sistema normal.
- 2.- Cargas en el sistema de emergencia

La primera de ellas nos indica que los dispositivos de utilización o cargas están conectados al sistema de alimentación de la compañía suministradora de energía eléctrica y las segundas son las que estando también conectadas al sistema de alimentación de la compañía suministradora, se consideran básicas para proporcionar los servicios para lo cual han sido instaladas por lo que, en el caso de falla por parte de la compañía suministradora, estas cargas estarán conectadas a un generador de energía eléctrica adicional (planta de emergencia) que le suministrará la energía eléctrica necesaria mientras dure la falla mencionada.

Para analizar las cargas, ya sean de servicio normal o de emergencia, se clasifican de la forma siguiente:

- 1.- Cargas de alumbrado.

° Utilitaria.

tada, así como un medio de protección contra sobrecorriente.

4 y 5 - Sistema de distribución.- El siguiente elemento o sea el -- sistema de distribución, se acostumbra dividir en primario y secundario, de acuerdo con la característica de que la tensión de su ministro se transforme o no en la instalación alimentada, o también de acuerdo con las diferentes fases que se planeen en la distribución. Este sistema está integrado por:

- ° Los circuitos derivados.
- ° Los tableros de distribución .
- ° Los alimentadores:

6. - Dispositivos de utilización o cargas.- Este será el dispositivo de nuestro sistema que nos representará al conjunto de elementos que usarán la energía eléctrica del sistema.

VI. - Análisis de los elementos constitutivos.

a). - Cargas.- El análisis de la instalación eléctrica la desarrollaremos a partir del último elemento, o sean los dispositivos de utilización o -- cargas.

La carga se define como cualquier dispositivo adecuado para absorber o transformar la energía eléctrica, ya sea en energía luminosa (lám paras), energía mecánica (motores), energía térmica (calefacto--

000 2

posible colocacion en AT.

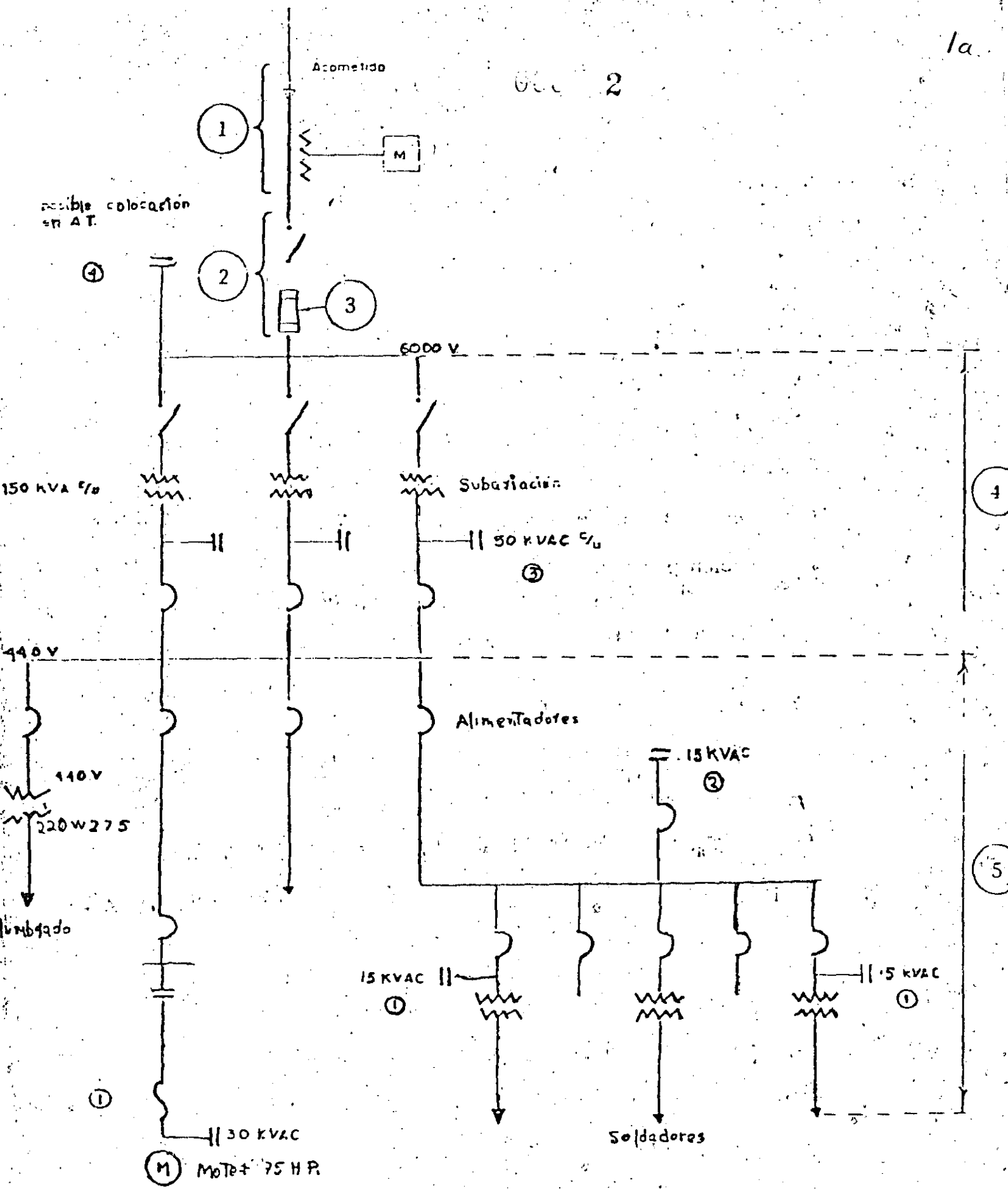


Fig. 2

TERCERA SESION.-

V.- Elementos principales constitutivos de una instalación eléctrica.

a).- Diagrama general.- El diagrama general que se muestra en la figura 1, nos indica los principales elementos que constituyen una instalación eléctrica, desde la carga más elemental, pasando por los diversos dispositivos de que se compone hasta la acometida en la que entrará la alimentación por parte de la compañía suministradora.

b).- Diversos elementos que la componen.- Los elementos integrantes de una instalación eléctrica son los siguientes:

1.- Dispositivos de recepción de energía.- Los dispositivos de recepción de la energía están formados por las líneas de servicio, que son los conductores y el equipo que se usan para el suministro de la energía eléctrica desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de medición y protección de la instalación alimentada.

2 y 3.- Dispositivos de desconexión y protección principal.

El 2o. y 3o. elementos están normalmente integrados en un solo dispositivo, ya que de acuerdo con las normas técnicas indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimen



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE
UNA INSTALACION ELECTRICA

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

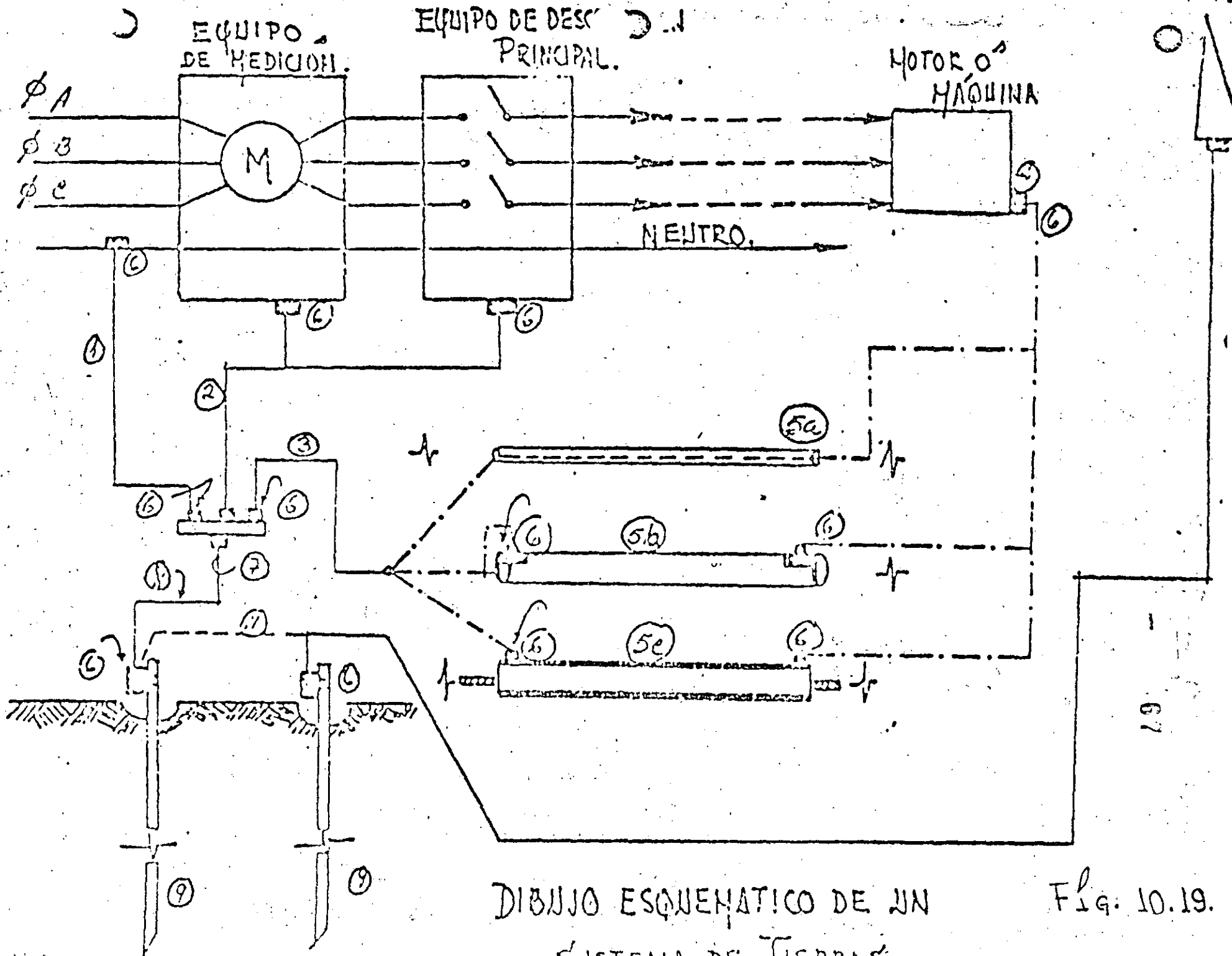
ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO

MARZO, 1985

(10) CONDUCTOR "DE BAJADA" DEL PARARRAYOS.---

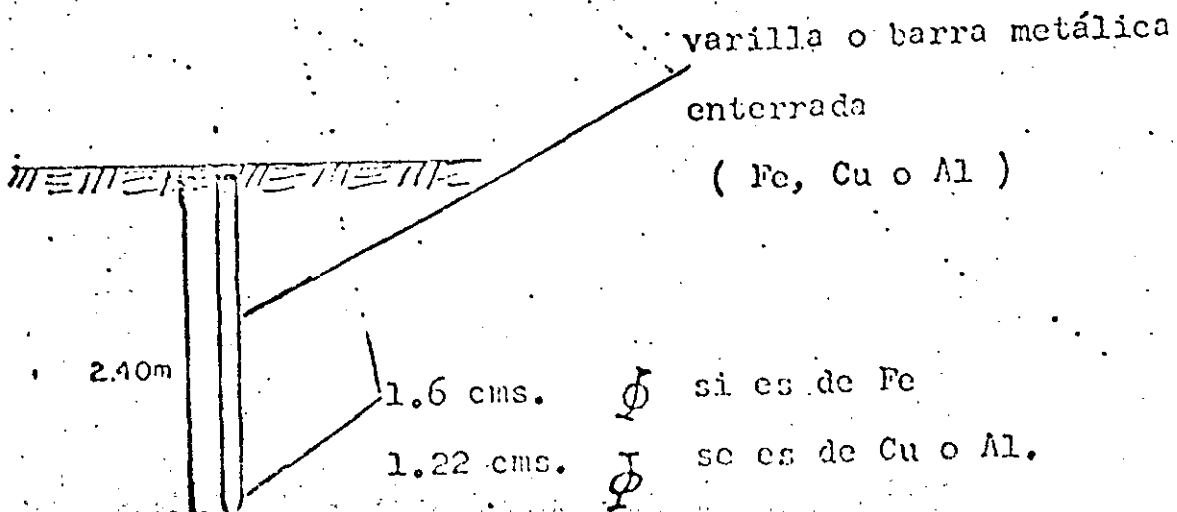
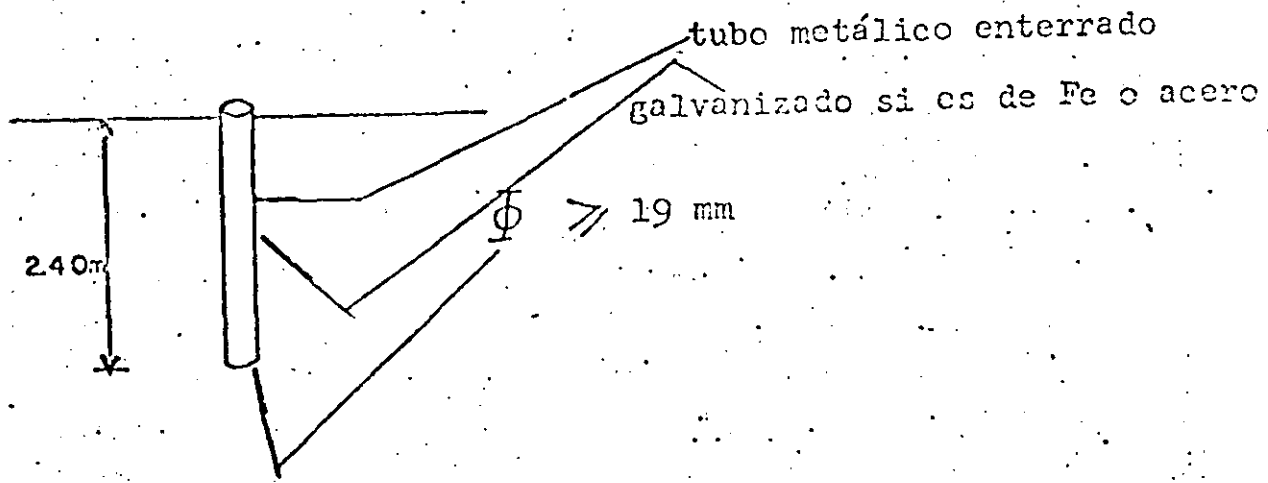
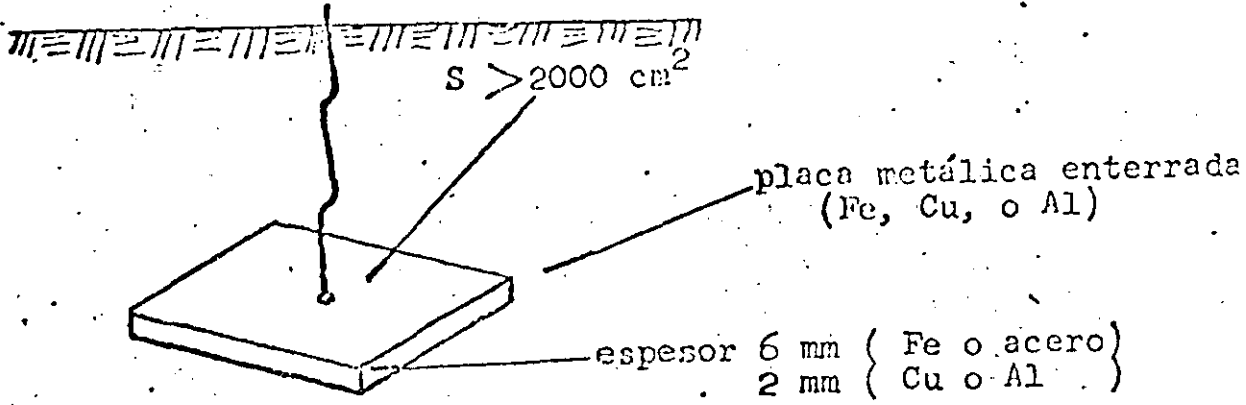
(11) CONEXION DEL PARARRAYOS AL ELECTRODO DE TIERRA DEL SISTEMA Y DEL EQUIPO (NO EN TODOS LOS CASOS ES POSIBLE).

- ① CONDUCTOR DE CONEXIÓN A TIERRA DEL SISTEMA. 62
- ② CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO DE MEDICIÓN Y EQUIPO DE DESCONEXIÓN PRINCIPAL.
- ③ CONDUCTORES PRINCIPALES DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.
- ④ CARCASA O PARTES METÁLICAS NO CONDUCTORAS DE CORRIENTE, DEL EQUIPO QUE DEBA SER CONECTADO A TIERRA.
- ⑤ CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO QUE PUEDEN SER:
 - a) UN CONDUCTOR AISLADO O DESNUDO QUE TIENDA DENTRO DE LA CANALIZACIÓN O FUERA DE ELLA.
 - b) TUBO METÁLICO O RÍGIDO O DUCTOS METÁLICOS.
 - c) CUBIERTA METÁLICA DE CABLE ARJADO.
- ⑥ ACCESORIOS DE SUJECIÓN (ABRACADERAS, UNIONES, ETC)
- ⑦ PUENTE DE UNIÓN PRINCIPAL.
- ⑧ CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE TIERRA.
- ⑨ ELECTRODO DE TIERRA, QUE PUEDEN SER. °
 - NATURAL : TUBERIA METÁLICA DE AGUA, DRENAJE, REVES TIMIENTO ETC.
 - ARTIFICIAL : BARRA, TUBO, PLACA. ETC.



DIBUJO ESQUEMATICO DE UN SISTEMA DE TIERRAS.

Fig. 10.19.



. Una abrazadera, de bronce, latón o fierro colado

. Un accesorio para tubo. — 65

10.19. - Puente de Unión. - Artículo 206.42. - Ver Figura 10.19.1

Deben ser:

. De cobre

. Otro material resistente a la corrosión

Deben fijarse:

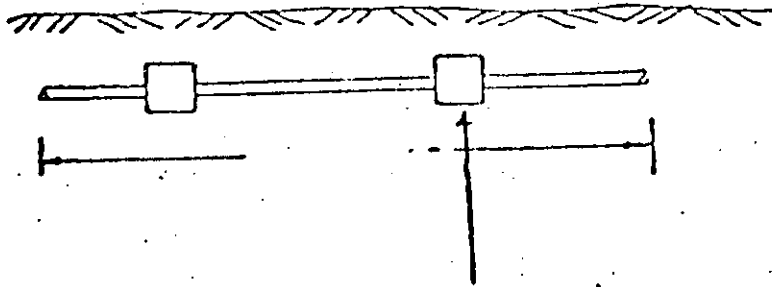
. A gabinetes

. A cubiertas metálicas

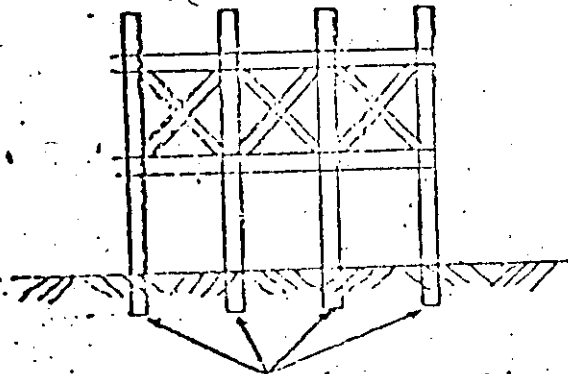
. Donde seán necesarios.

Electrodos naturales

tubería metálica subterránea de agua.

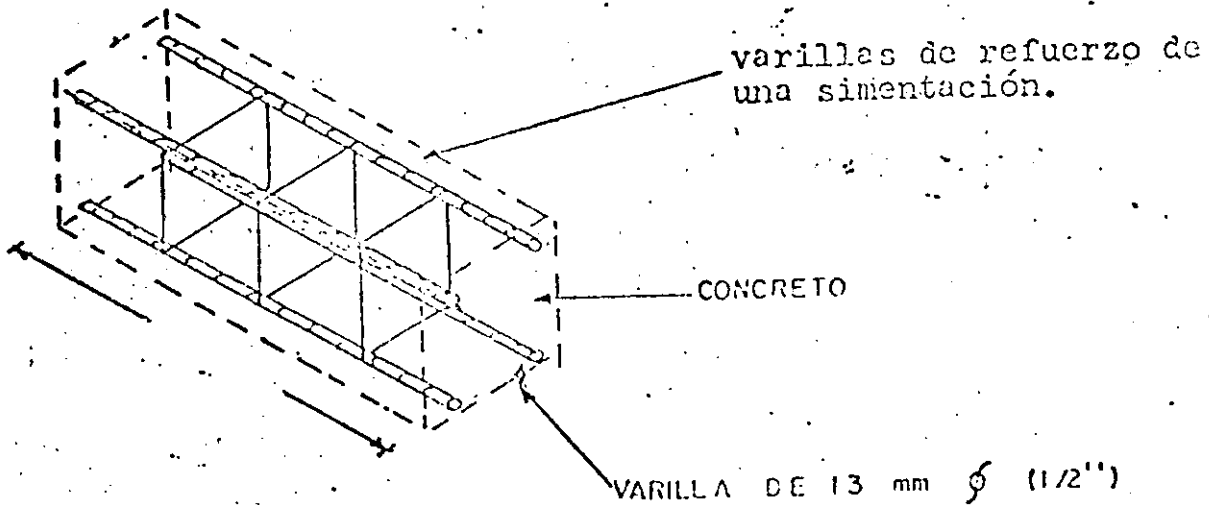


checa continuidad entre tramos



estructura metálica de un edificio

conexión efectiva a tierra



- Tubería metálica de revestimiento de un pozo profundo.
- Cañerías metálicas de drenaje
- Tanques metálicos enterrados.

T A B L A II

CALIBRE DE CONDUCTORES Y SECCION DE CANALIZACIONES PARA PUESTA A TIERRA DE PARTES METALICAS NO PORTADORAS DE CORRIENTE.

valor de la protección antes del equipo que requiere conectarse a tierra. no mayor de (amps)	calibre del con- ductor de pue- ta a tierra AWG o MCM	TUBOS CONDUCTORES.		CHAROLAS METALICAS	
		P.G. mm	P.D. mm	Acero mm ²	Aluminio mm ²
20	14	13	13	129	129
30	12	13	13	129	129
60	10	13	13	129	129
100	8	13	13	285	129
200	6	19	25	452	129
400	4	19	32	645	258
600	2	25	32	968	258
800	1/0	25	51	para circuitos	387
1000	2/0	32	51	mayores de 600	387
1200	3/0	32 51 para circuitos mayo-		amp. no es reco- mendable el uso de charolas de acero.	645
1600	4/0				968
2000	250	1290			
2500	350	res de 1200 amp. no es recomendable el uso de tubos.			
3000	400				

- Los conductores de puesta a tierra deben alojarse dentro de las canalizaciones donde viajan los activos. 62

EXCEPCION: En los circuitos de C. D. puede ir separado este conductor de puesta a tierra. Artículo 206.54.

10.15. - El conductor de puesta a tierra de los equipos no debe ser menor al indicado en la tabla II anexa. - Artículo 206.58

10.15. - Electrodo de Tierra. - Subsección G. -

a). - Electrodo Naturales. (Ver Figura 10.16.1)

. Tubería de agua fría. - Debe ser metal continua subterránea, no menor de 3 metros. - Artículo 206.46.

. Estructura metálica de un edificio si esta efectivamente puesta a tierra. - Artículo 206.47 a).

. Tubería metálica de revestimiento de un pozo profundo. - Artículo 206.47 c).

b). - Electrodo Artificiales. - Artículo 206.48. Ver Figura 10.16.2

. Electrodo de Placa

. Electrodo de Tubo

. Electrodo de Barra

10.17. - Resistencia de Electrodo Artificiales. - Artículo 206.49

. No debe ser mayor de 25 Ohms.

10.18 - Medios de conexión a electrodo. - Artículo 206.71.

El conductor del electrodo de tierra debe unirse con:

a). - Conductores

- . De cobre
- . De otro material que sea resistente a la corrosión.

- Puede ser:

- . Sólidos (Alambre o barra)
- . Trenzado
- . Aislado
- . Desnudo

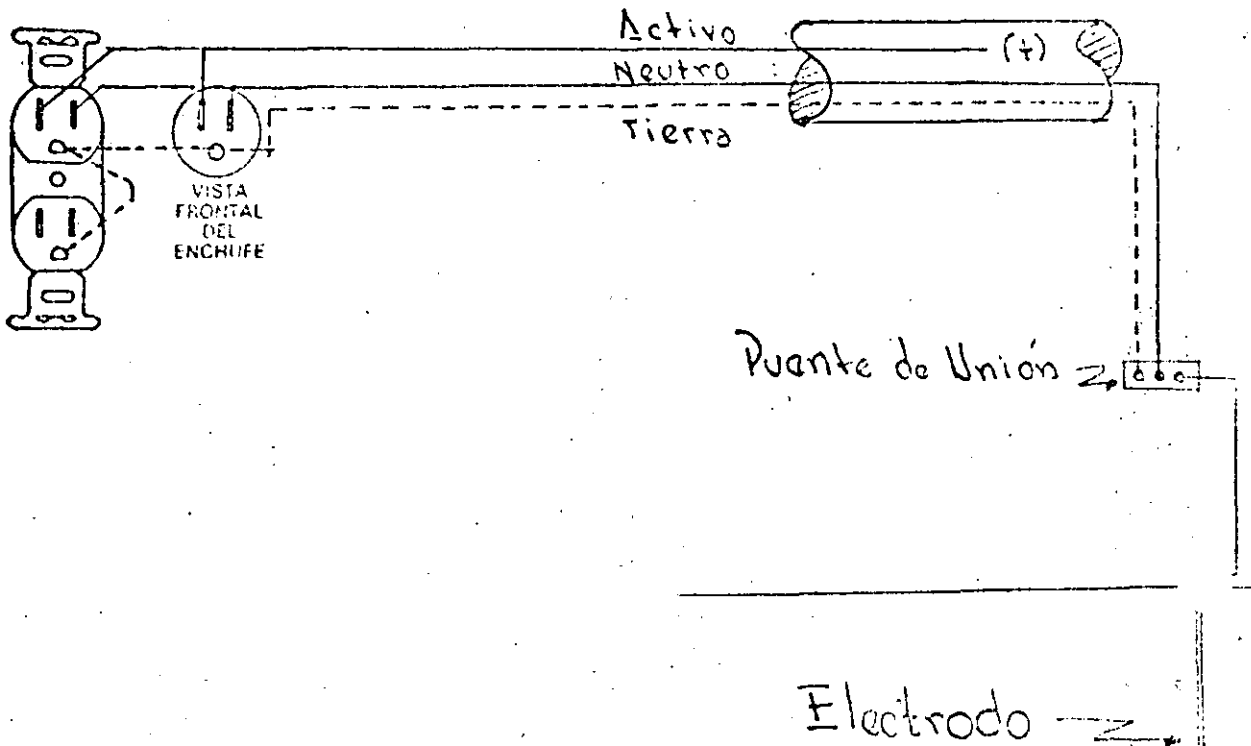
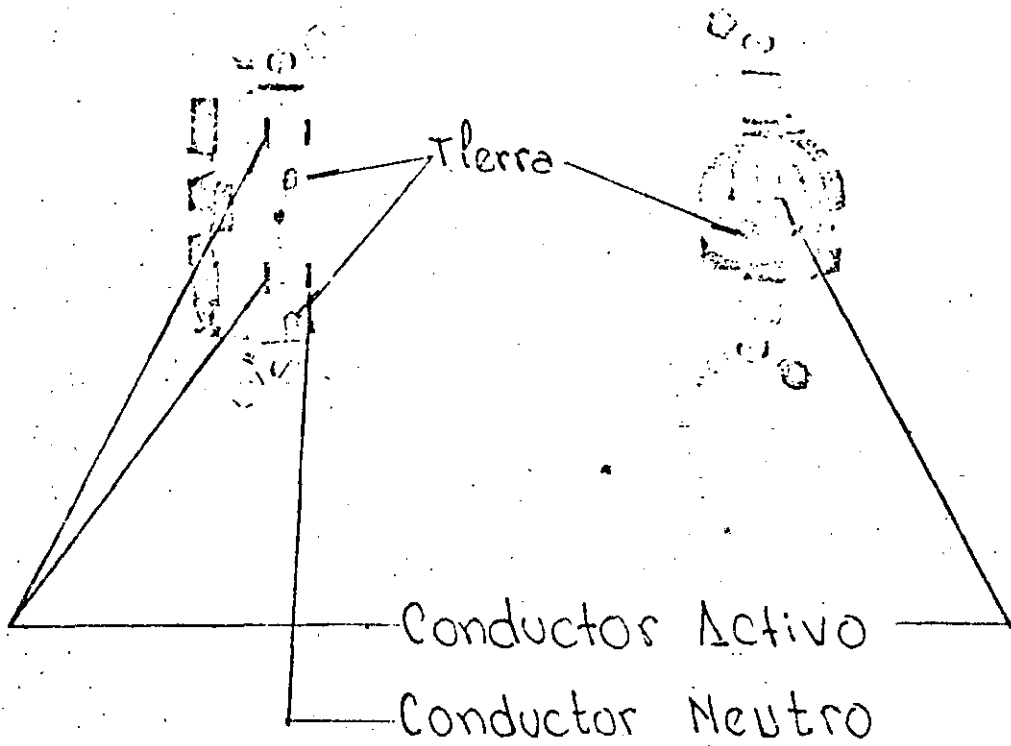
b). - Canalizaciones metálicas (aprobadas), excepto tubería flexible.

- . Charolas
- . Tubo metálico rígido
- . Ductos y electroductos.

c). - La cubierta metálica de cables blindados.

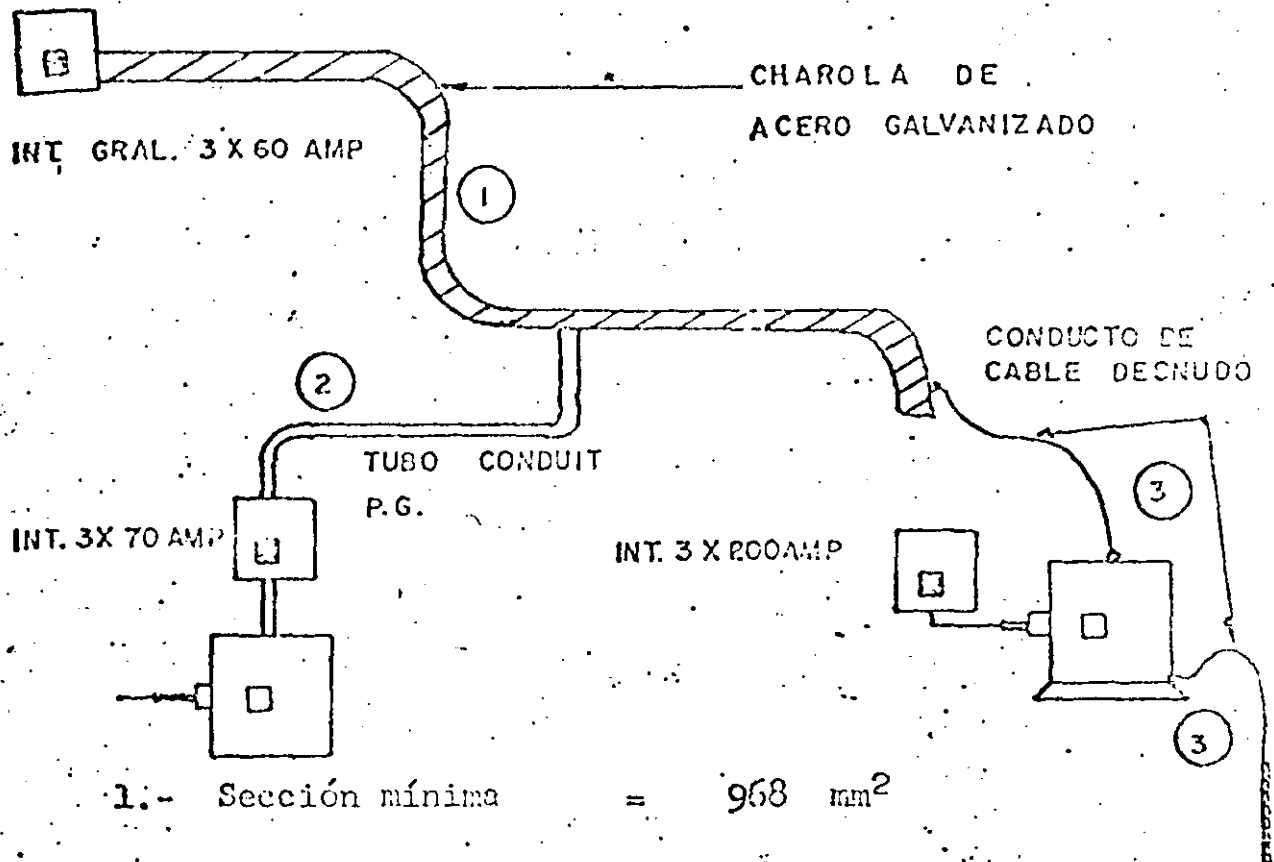
10.14. - instalación. - Artículo 206.55.

- Deben ser eléctricamente continuos, desde el punto de unión a las cubiertas ó equipos hasta el electrodo de puesta a tierra.



Ejemplos: 10.11.1

Seleccionar el conductor de puesta a tierra del equipo .



- 1.- Sección mínima = 968 mm²
- 2.- Diámetro mínimo = 25 mm
- 3.- Calibre mínimo = 6 AWG

10.12. - Equipo conectado mediante cordón y clavija. Artículos 206.29, -
202.10.

Los contactos que se emplean para la conexión de aparatos descritos posteriormente, deben ser del tipo de puesta a tierra. Ver figura 10.12.1.

- . Equipos de más de 150 Volts a tierra.
- . En lugares húmedos y mojados.
- . En lugares clasificados como peligrosos.
- . Refrigeradores y congeladores.
- . Aire acondicionado.
- . Lavadoras y secadoras de ropa.
- . Máquinas Lavaplatos.
- . Taladros, esmeriles y sierras.
- . Segadoras de pasto.
- . Pulidoras de piso.

10.13. - El conductor de puesta a tierra de los equipos, puede estar - -
constituido por alguno de los medios siguientes: Artículo - -
206.54.

No deben hacerse conexiones ni empalmes en el conductor del electrodo de tierra. - 57

10.10. - Puesta a tierra de canalizaciones metálicas. - Artículo 206.21

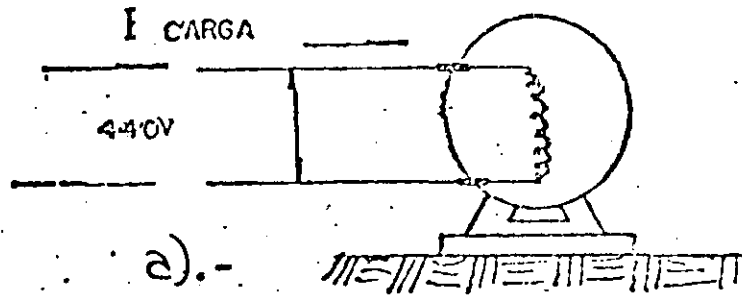
- Tubo Conduit
- Ducto con tapa
- Electroducto
- Charola
- Armadura de Cables

10.11. - Puesta a tierra de equipo. - Artículo 206.26 y 206.27. fig. 10.11

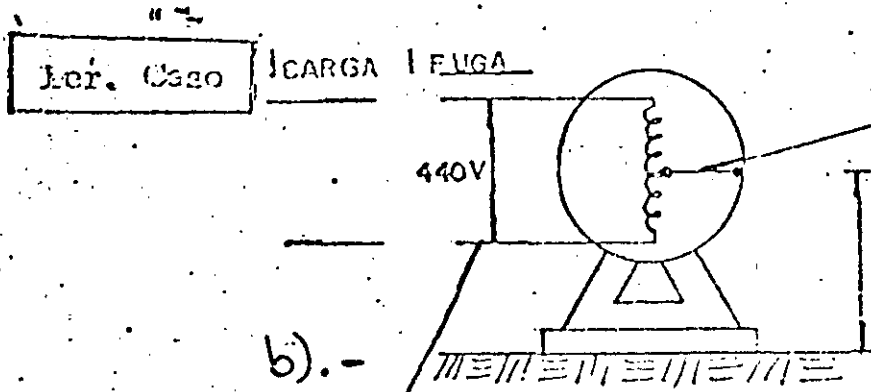
- Tensión mayor de 150 Volts a tierra.
- Equipo en lugares húmedos o mojados
- Equipos en áreas peligrosas
- Elevadores y Gruas
- Armazones de Generadores
- Tableros de piso y pared
- Anuncios luminosos
- Cubiertas, resguardos o divisiones metálicas.
- Equipos de proyección cinematográfica del tipo profesional
- Cuando dichas partes se encuentren dentro de una distancia de 2.50 metros, verticalmente, o de 1.50 metros, horizontales, con respecto a tierra u objetos metálicos puestos a tierra y estén expuestas a contacto de personas.

Objetivo Principal:

Evitar que, sobre partes expuestas exista un potencial elevado peligroso



MOTORES EN OPERACION NORMAL.

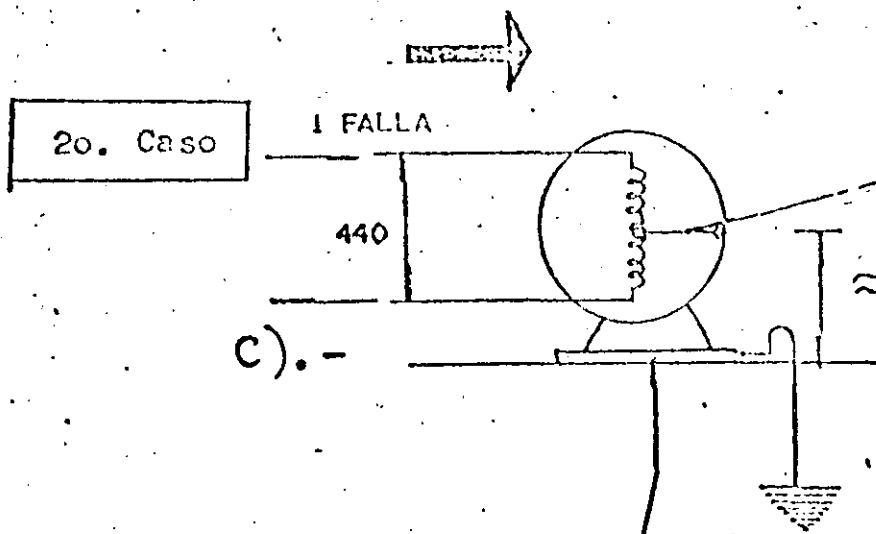


CONTACTO ELECTRICO CON LA CARGA

VOLTAJE PELIGROSO

CARCAZA NO CONECTADA A TIERRA

PROTECCION NO OPERA



CONTACTO ELECTRICO CON LA CARGA

VOLTAJE INOCUO

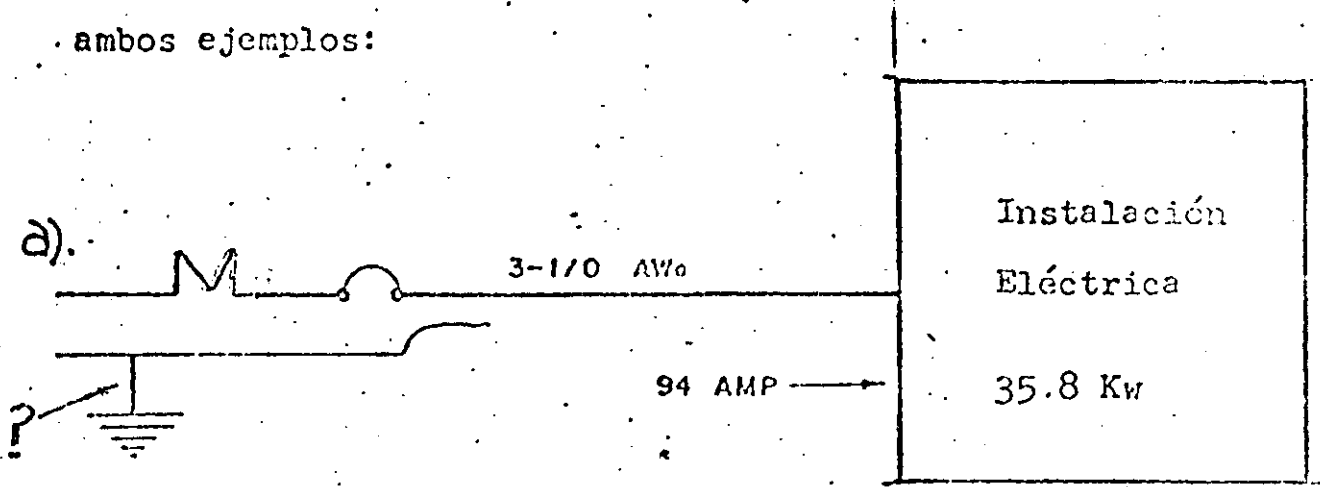
CARGA CONECTADA A TIERRA

PROTECCION OPERA

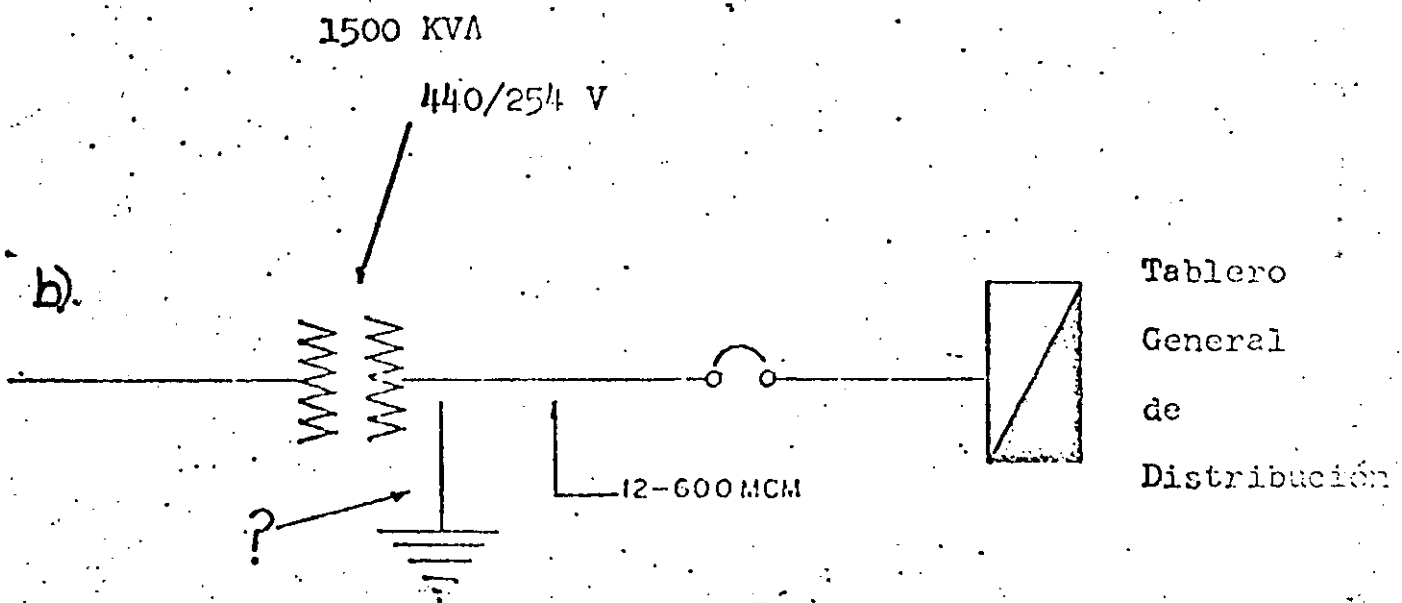
EJEMPLOS: 10.8

55

Seleccionar el conductor de conexión a tierra del sistema de ambos ejemplos:



Conductor seleccionado = 6 como mínimo



4-600 MCM/ fase = 2400 MCM/ fase

Conductor seleccionado, = 3/0 como mínimo

Calibre del conductor más grande de la acometida (o del alimentador general del servicio)

Calibre del conductor del electrodo de tierra.

AWG ó MCM (cobre)	AWG ó MCM (cobre)
2 ó menor	8
1/0	6
2/0 a 3/0	4
4/0 a 350 MCM	2
400 a 600 MCM	1/0
Mayor de 600 MCM a 1100 MCM	2/0
Más de 1100 MCM	3/0

Ver ejemplo 10.8.a y 10.8.b

10.9. - Conductor del electrodo de tierra. - Artículo 206.54 a) ver figura 10.3.1.

Debe ser:

- De cobre
- De cualquier otro material conductor que no se corroa fácilmente.

Puede ser:

- Sólido
- Trenzado
- Aislado
- Desnudo

10.6. - Circuitos que no deben estar conectados a tierra. Artículo 206.6

— 53

a). - Circuitos que alimenten a los conductores de contacto de grúas viajeras ó equipo similar - ubicadas en lugares de clase III de la Sección 501. - (Fibras o pelusa combustible).

b). - Circuitos de menos de 50 Volts.

Excepto si se alimentan de un transformador cuyo primario está conectado a una tensión mayor de 150 Volts a tierra.

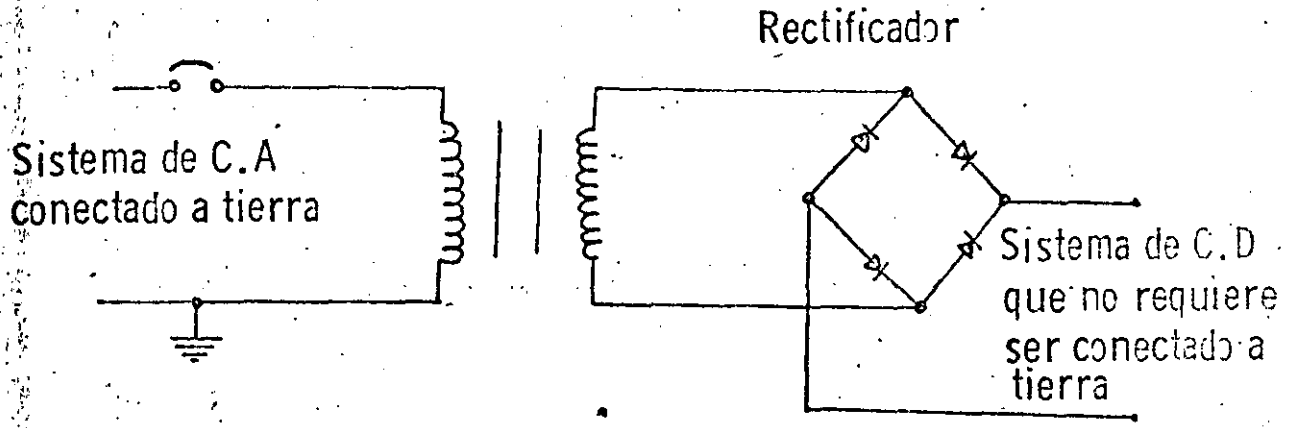
10.7. - El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente directa, no debe ser más delgado que el de mayor calibre utilizado en el mismo sistema. Artículo 206.56

En ningún caso el conductor de puesta a tierra debe ser más delgado que el calibre # 8 AWG. de cobre.

10.8. - El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente alterna no debe ser menor que el indicado a continuación para conductores de cobre. TABLA I - Artículo 206.57

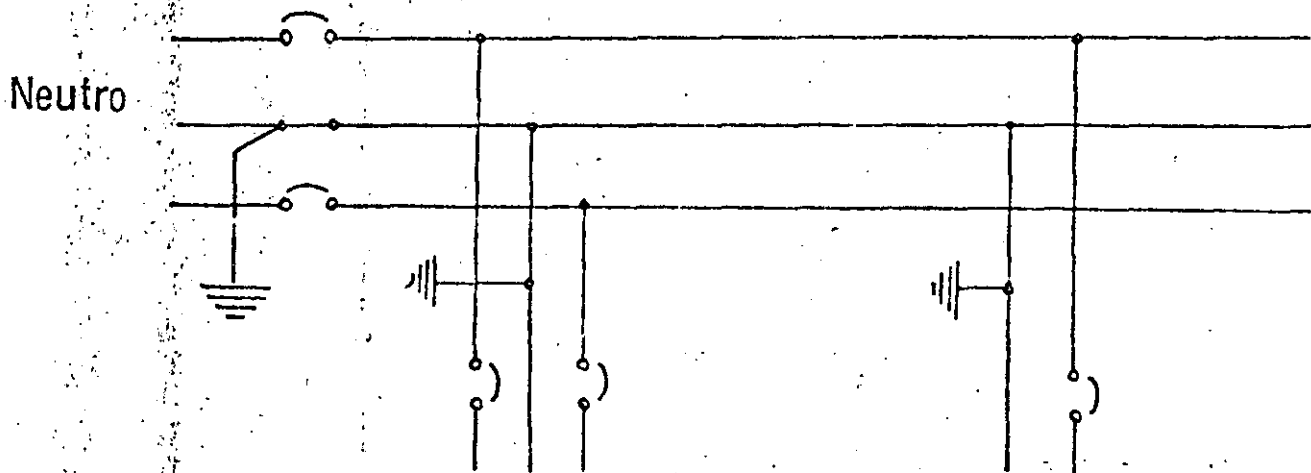
Si se trata de otro material, su resistencia eléctrica no debe ser mayor que la equivalente al conductor de cobre correspondiente.

- Los rectificadores para un sistema de corriente directa derivado de un sistema de corriente alterna.



b) - Sistemas de tres hilos.

El conductor neutro de este sistema, en una red de distribución debe conectarse a tierra, junto con las derivaciones que este conductor abastezca.



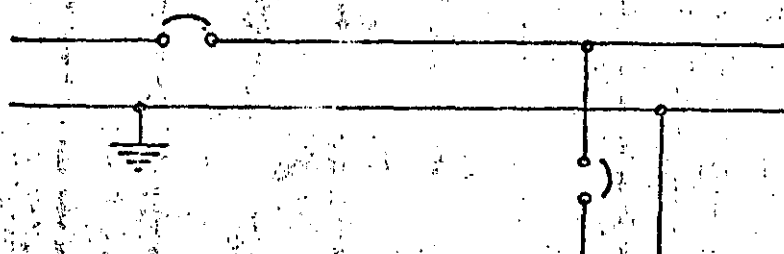
b). - Sistemas de más de 1000 Volts. - solamente si alimentan equipo portátil.

- 51

c). - Una instalación de utilización que tenga un conductor puesto a tierra, solo puede conectarse eléctricamente a una red de alimentación que tenga, a su vez, un conductor puesto a tierra. Los dos conductores deben estar conectados entre sí.

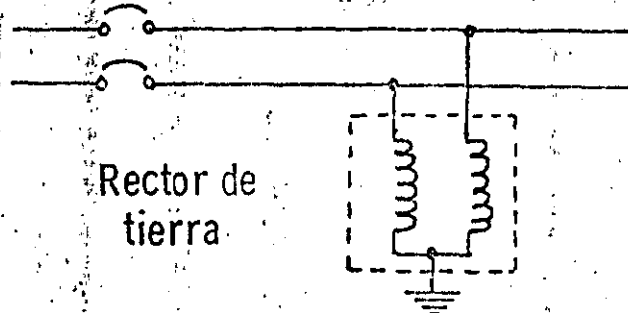
10.5. - Los sistemas de corriente directa que deben conectarse a tierra son:
(Artículo 206.4).

a). - Sistemas de 2 hilos.



Excepto bajo los siguientes casos:

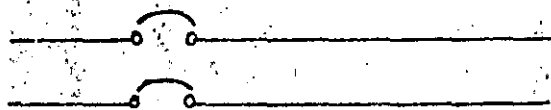
- Equipo con detector a tierra:



Reactor de tierra

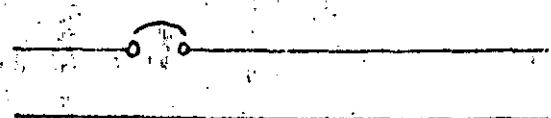
Sistema de equipo industrial en una area limitada

- Sistemas de 50 Volts ó menos entre conductores:



50 Volts ó menos entre conductores

- Sistemas sobre 300 Volts entre conductores:



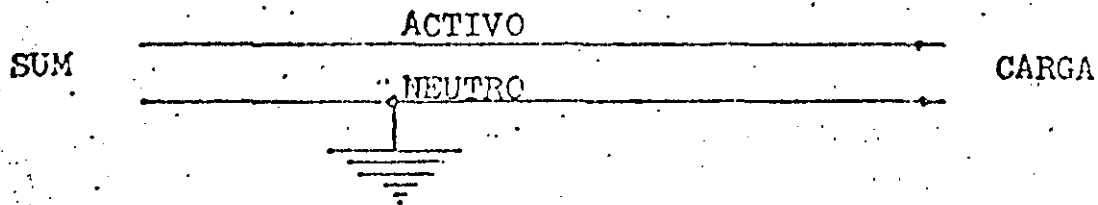
Más de 300 Volts entre conductores

10.4-ART. 206.5 SISTEMAS QUE REQUIEREN CONECTARSE A TIERRA. - C.A.

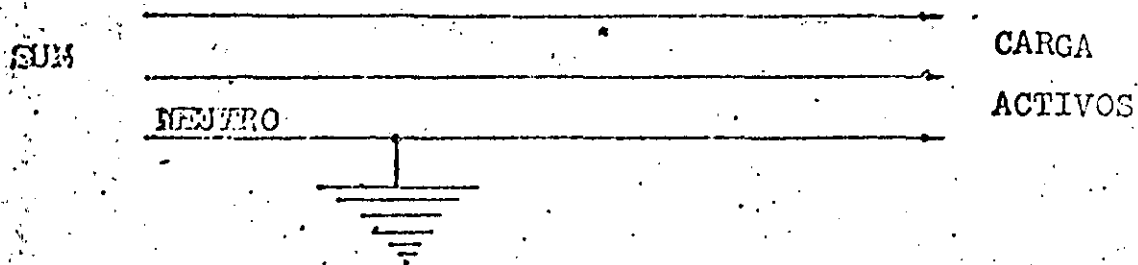
a). - Sistemas de 50 hasta 1000 Volts.

SISTEMA MONOFASICO 127 V (1 ϕ , 2H)

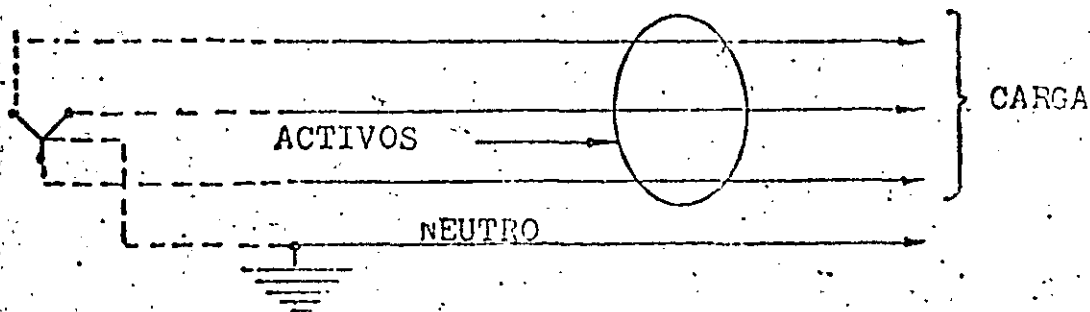
50



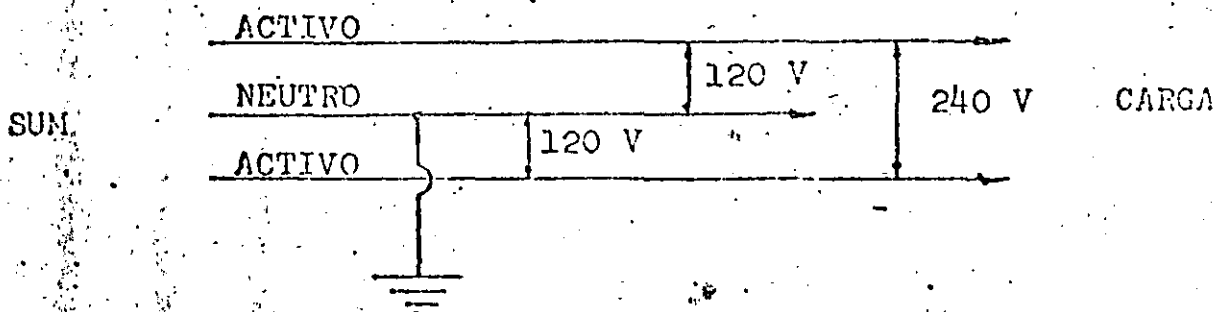
SISTEMA BIFASICO 220 V (2 ϕ , 3H)



SISTEMA TRIFASICO ESTRELLA DE 220 V, 440 V y 480 V

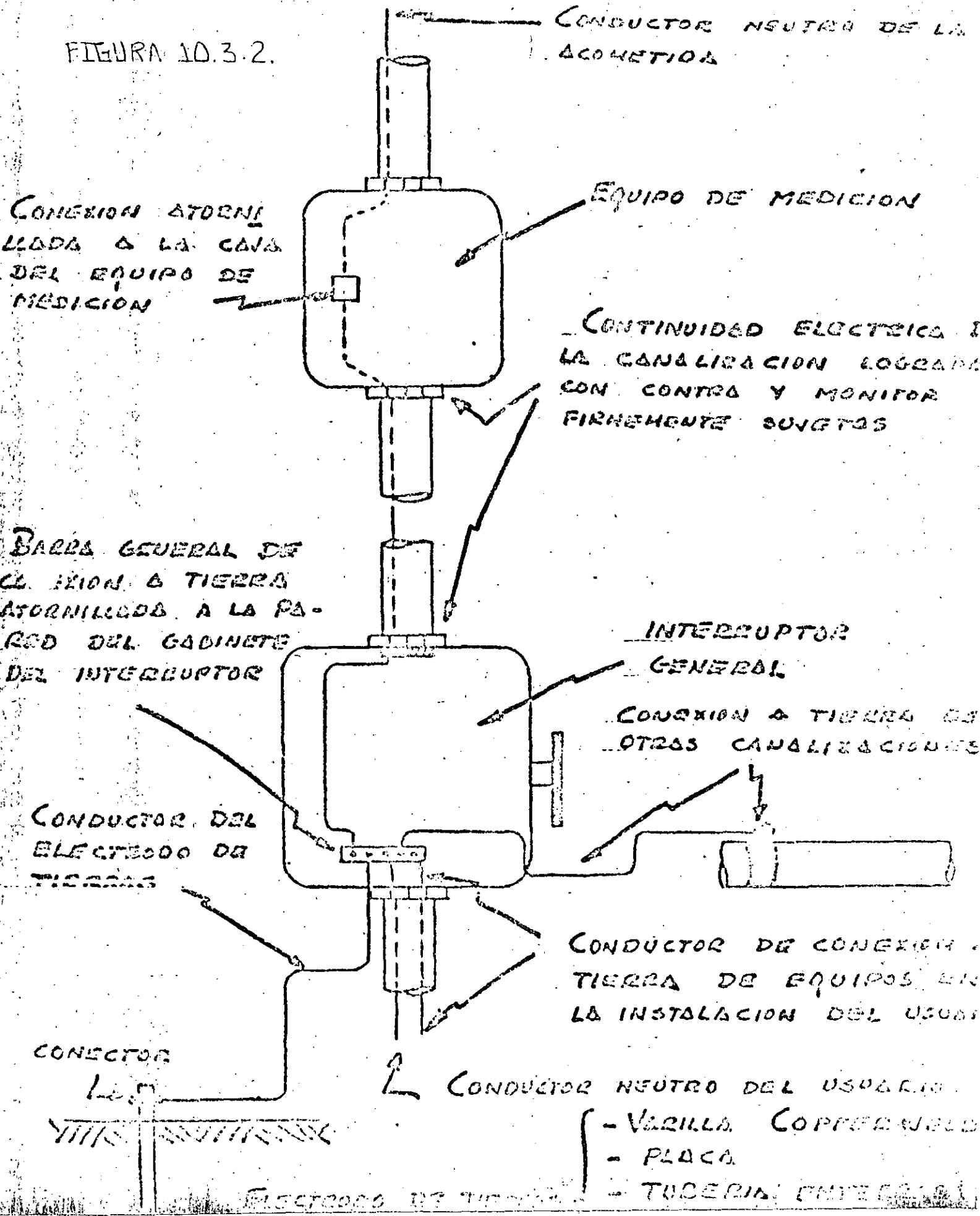


SISTEMA MONOFASICO 240/120 V (1 ϕ 3H)



Excepción - Sistemas eléctricos usados exclusivamente para alimentar hornos industriales de fundición, refinado, etc., no requieren ser puestos a tierra.

FIGURA 10.3.2.



CONDUCTOR NEUTRO DE LA ACOMETIDA

CONEXION ATORNILLADA A LA CARRERA DEL EQUIPO DE MEDICION

EQUIPO DE MEDICION

CONTINUIDAD ELECTRICA EN LA CANALIZACION LOGRADA CON CONTRA Y MONITOR FIRMEMENTE SUJETOS

BARRA GENERAL DE CONEXION A TIERRA ATORNILLADA A LA PARED DEL GABINETE DEL INTERRUPTOR

INTERRUPTOR GENERAL

CONEXION A TIERRA DE OTRAS CANALIZACIONES

CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE TIERRAS

CONDUCTOR DE CONEXION A TIERRA DE EQUIPOS EN LA INSTALACION DEL USUARIO

CONDUCTOR NEUTRO DEL USUARIO

CONECTOR

ELECTRODOS DE TIERRA

- VARILLA COPRENEADA
- PLACA
- TUBERIA ENTERRADA

CONEXION A TIERRA DE VARIOS SERVICIOS

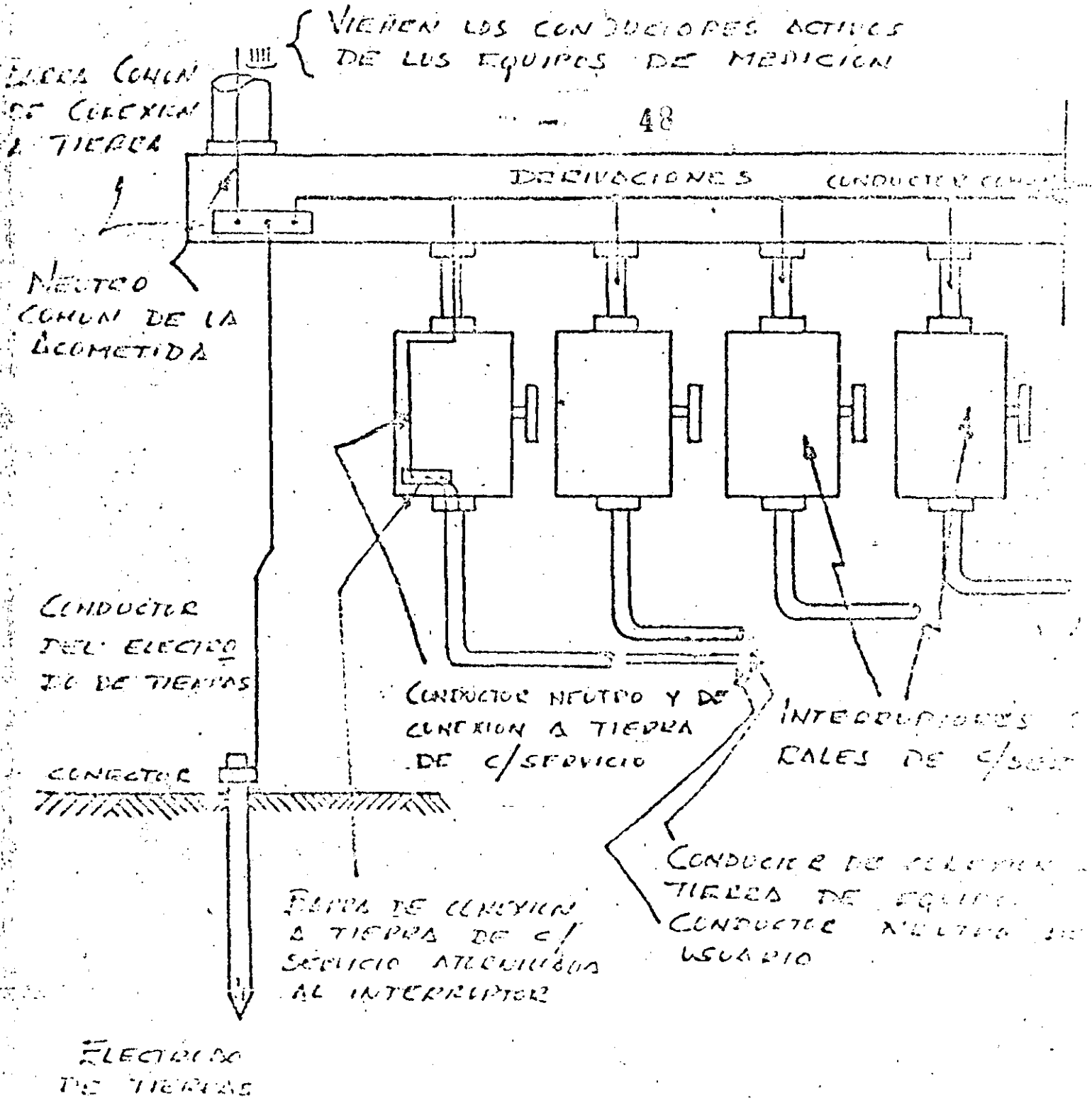


FIGURA 10.3.1.

10.2.- La conexión a tierra de los sistemas debe hacerse de tal forma que no circulen corrientes inconvenientes por los conductores de puesta a tierra. Artículo 205. 11.

No deben considerarse como inconvenientes a las corrientes momentáneas de descarga a tierra, cuando los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección.

10.3.- En un sistema secundario de suministro puesto a tierra, cada servicio individual debe tener una conexión a tierra a un electrodo de tierra. Artículo 206. 13.

Esta conexión debe hacerse en la entrada del servicio, en el lado de abastecimiento del medio de desconexión principal y no en el lado de la carga. Ver Figuras 10.3.1 y 10.3.2

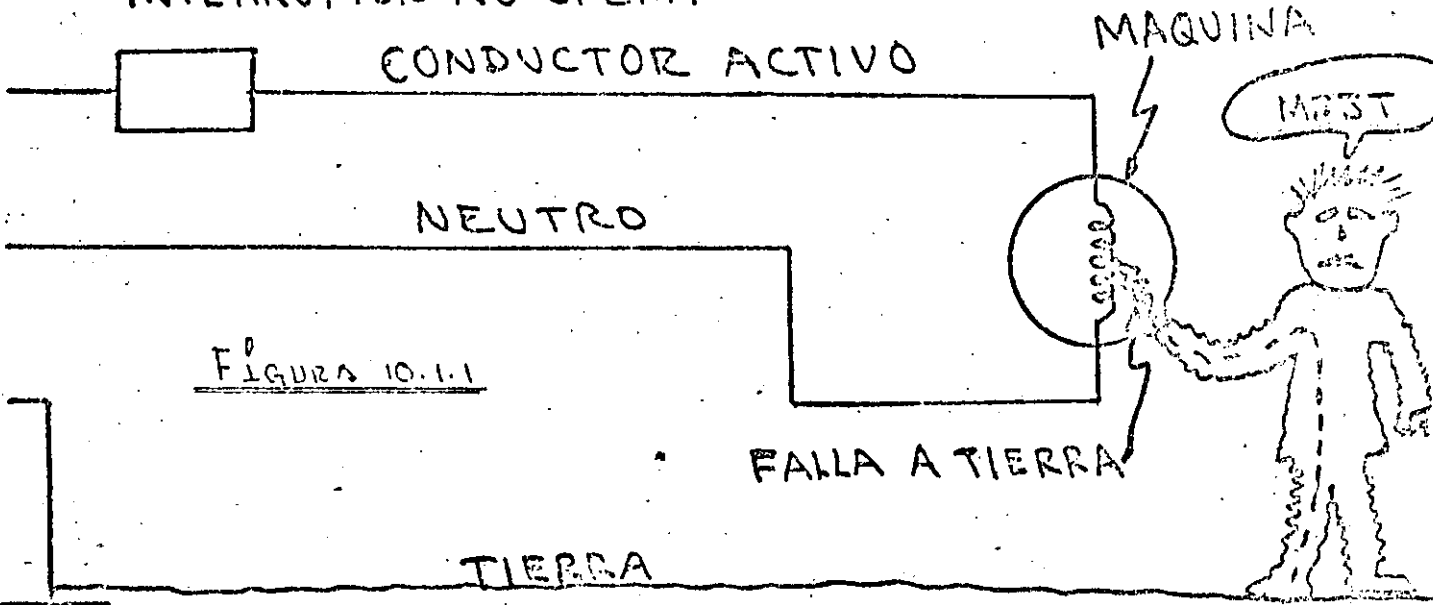
Es recomendable interconectar al electrodo mencionado anteriormente, el conductor puesto a tierra del sistema de suministro.

IMPORTANCIA DE LA CONEXION A TIERRA

EQUIPOS NO CONECTADOS A TIERRA

48

INTERRUPTOR NO OPERA

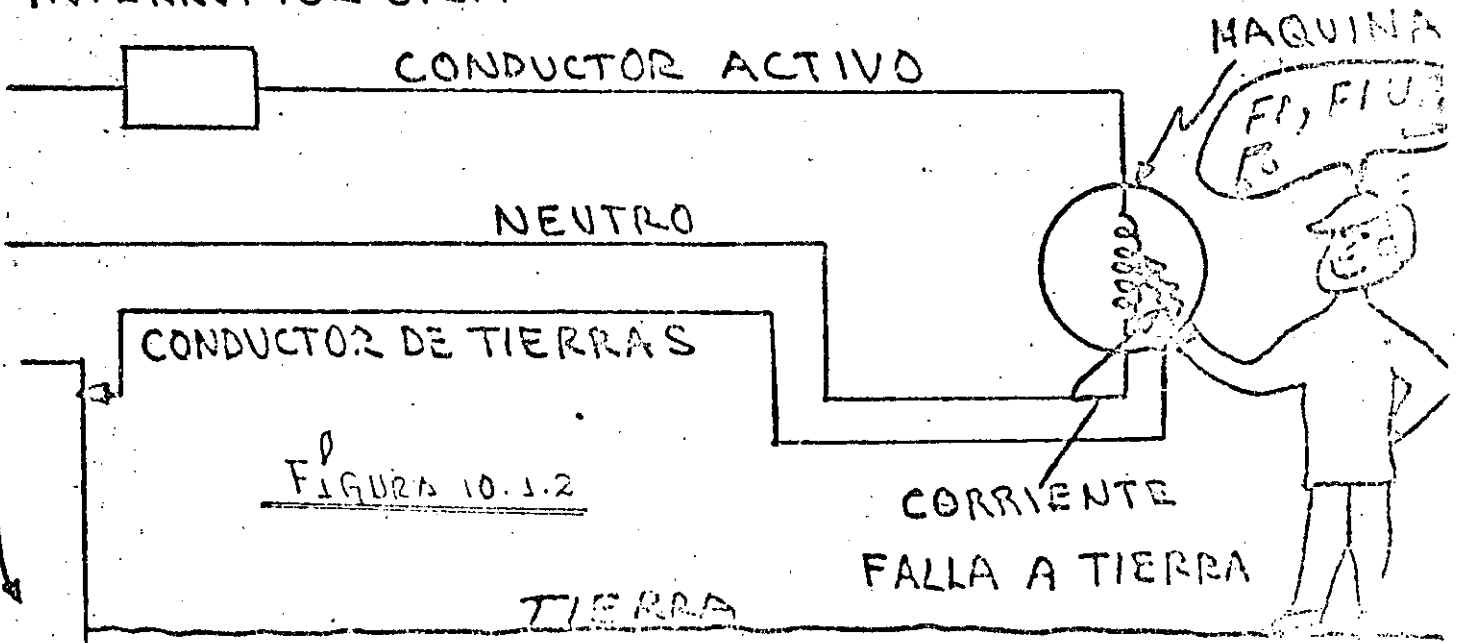


CONEXION A TIERRA
EN LA ACOMETIDA

CORRIENTE DE FUGA A TIERRA
PELIGRO DE MUERTE

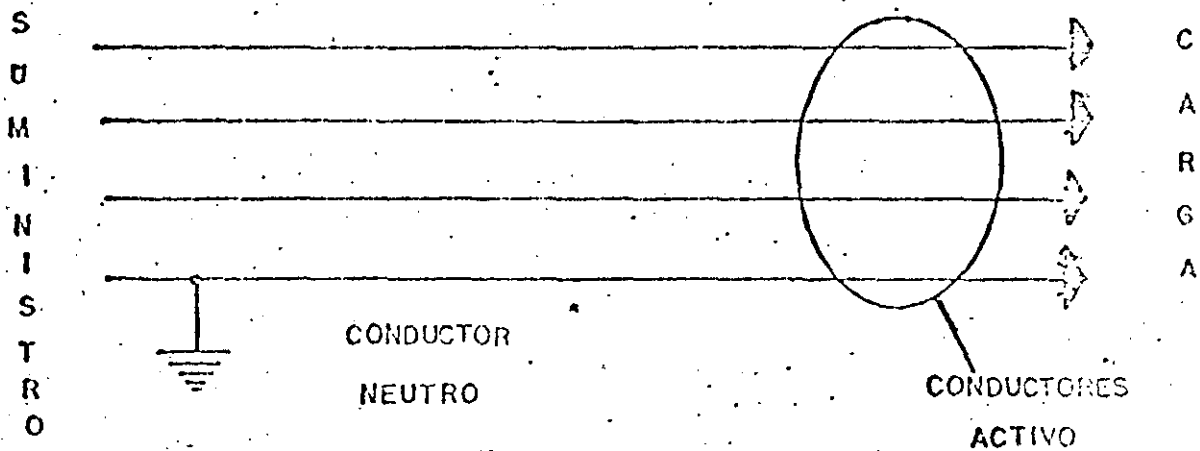
EQUIPOS CONECTADOS A TIERRA

INTERRUPTOR OPERA



NO EXISTE CORRIENTE DE
FUGA A TIERRA
NO HAY PELIGRO

10.1 - CONEXION A TIERRA DEL SISTEMAS ELECTRICOS



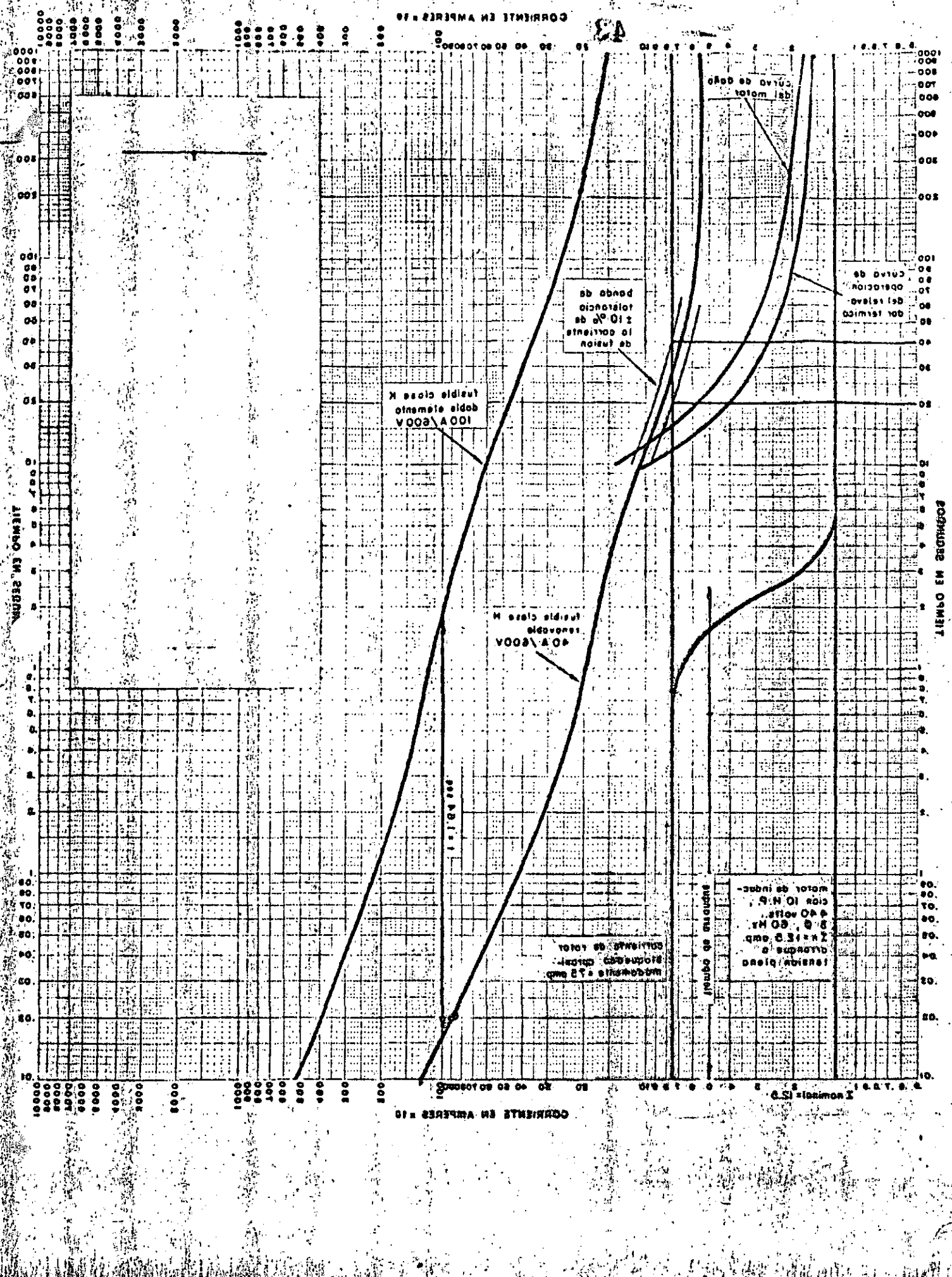
CONEXION A TIERRA DEL SISTE...

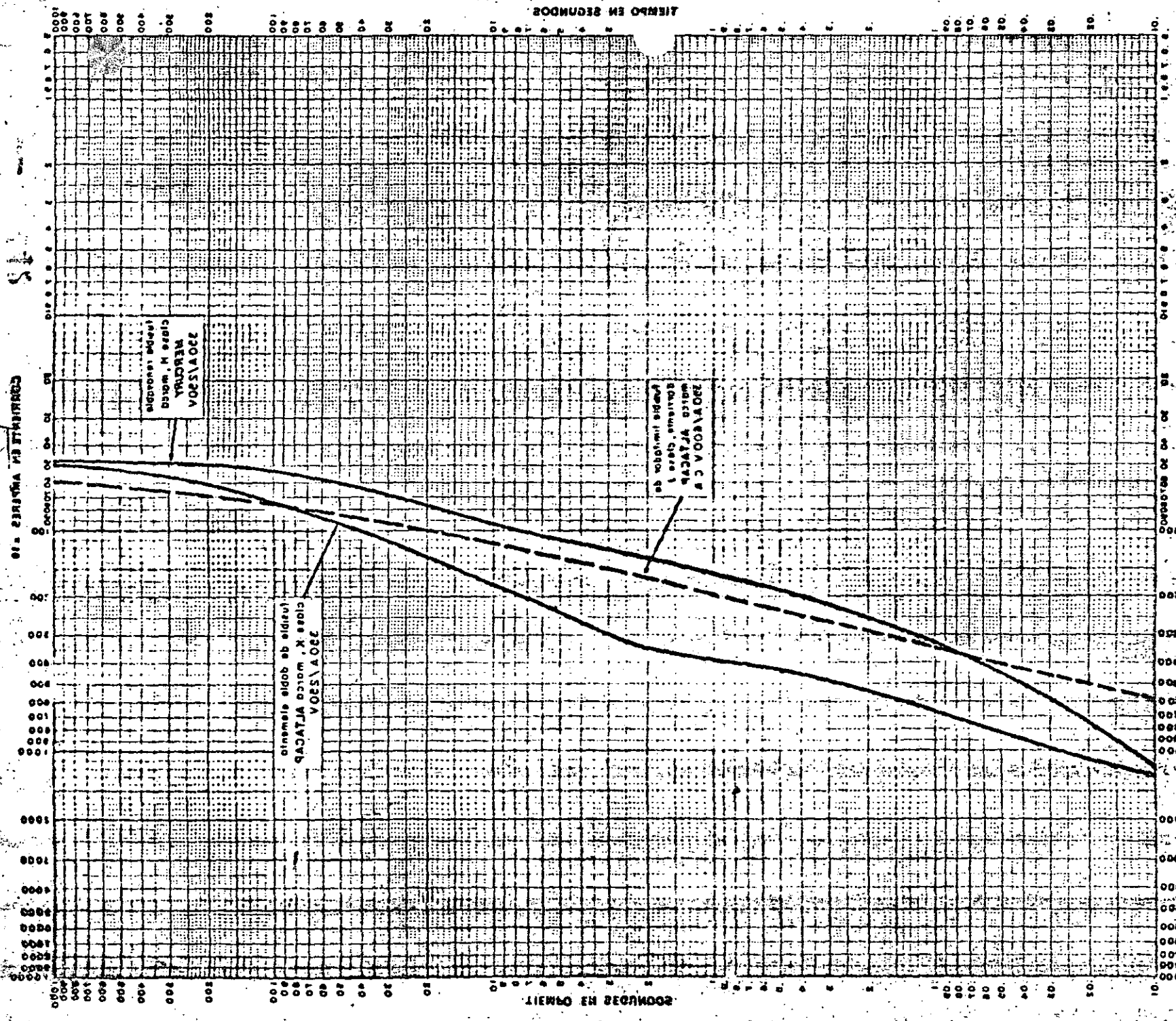
OBJETIVOS: MA ELECTRICO

- _ Limitar las sobretensiones causadas por los rayos.
- _ Limitar las sobretensiones transitorias internas - (switches, maniobras, etc,)
- _ Evita las sobretensiones causadas por contacto con lineas de mayor tension.
- _ Limita la tension a tierra (seguridad para el personal, el usuario y los aparatos de la instalacion)
- _ Facilita la operacion de las protecciones contra fugas a tierra. - Ver Figura 10.1.1 y 10.1.2.

X. - SISTEMA DE TIERRAS

	PAGINA
- CONEXION A TIERRA DE SISTEMAS ELECTRICOS	2
- SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA QUE REQUIEREN CONECTARSE A TIERRA	7
- SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA QUE REQUIEREN CONECTARSE A TIERRA	8
- PUESTA A TIERRA DE LAS PARTES METALICAS - NO CONDUCTORAS DE CORRIENTE	13
- ELECTRODOS DE TIERRA	19
- PUENTE DE UNION	23





TIEMPO EN SEGUNDOS

TIEMPO EN SEGUNDOS

TIEMPO EN SEGUNDOS

TIEMPO EN SEGUNDOS

clase M, trabajo de lavado
V02\A002

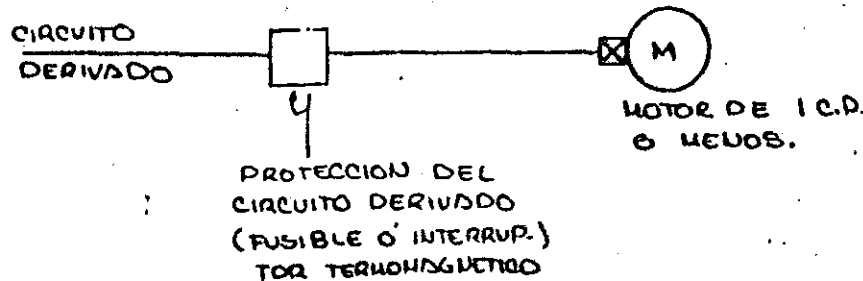
clase N, trabajo de limpieza
V02\A002

clase K, trabajo de limpieza
V02\A002

- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.

(4)

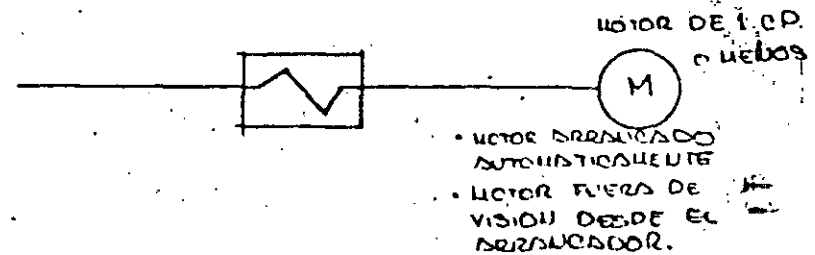
- PARA MOTORES DE SERVICIO CONTINUO DE MAS DE 1 C.P., SU VALOR NO DEBE EXCEDER DEL 125% DE LA I_{pe} DEL MOTOR.
- SI EL CRITERIO ANTERIOR RESULTA INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR, O NO CORRESPONDE A UN TAMAÑO NORMALIZADO; PUEDE UTILIZARSE EL TAMAÑO SUPERIOR SI NO EXCEDE DEL 140% DE LA I_{pe} DEL MOTOR.
- DE UN CABALLO DE POTENCIA O MENOS. (ARRANQUE UNUSUAL). PARA SERVICIO CONTINUO Y ESTE A LA VISTA DEL PUNTO DONDE SE EFECTUA SU ARRANQUE, SE CONSIDERA PROTEGIDO CONTRA SOBRECARGA POR LA PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO DEL CIRCUITO DERIVADO.



SI NO ESTA A LA VISTA DESDE EL ARRANCADOR, DEBE PROTEGERSE COMO UN MOTOR DE MAS DE 1 C.P., EXCEPTO EN EL CASO QUE LA IMPEDANCIAS DE LOS DEVANADOS SE TAL, QUE PREVENGA UN SOBRECALENTAMIENTO DEBIDO A FALLAS EN EL ARRANQUE.

MOTORES DE 1 C.P. O MENOS (ARRANQUE AUTOMATICO).

DEBEN PROTEGERSE CONTRA SOBRECARGA IGUAL QUE LOS MOTORES DE MAS DE 1 C.P.



MOTORES DE SERVICIO NO CONTINUO.

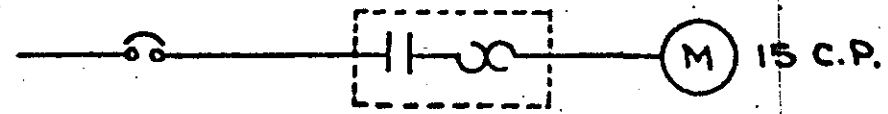
NO REQUIEREN PROTECCION CONTRA SOBRECARGA. Y SE CONSIDERAN PROTEGIDOS POR EL DISPOSITIVO CONTRA CORTO CIRCUITO DEL CTO. DERIVADO.

SUBSECCIONES F y G. (E) (M) (10)

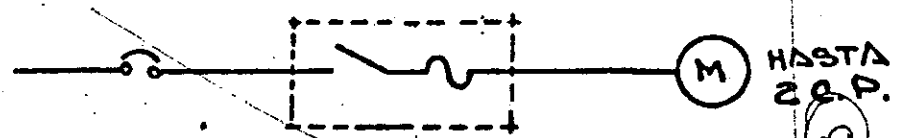
CONTROLADORES DE MOTORES.

ESTE DISPOSITIVO QUE SE UTILIZA PARA ARRANCAR Y PARAR UN MOTOR PUEDE SER:

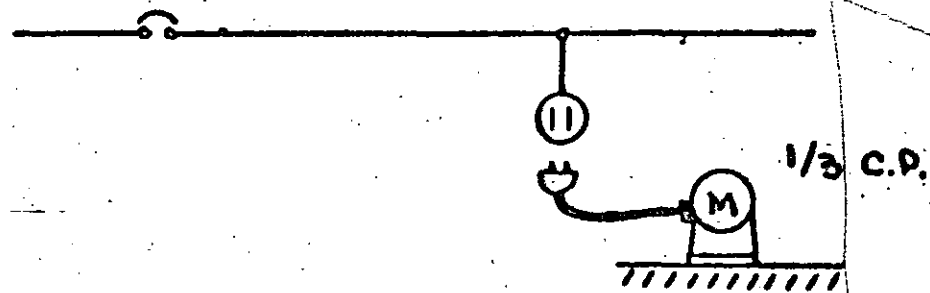
- ARRANCADOR MAGNETICO.



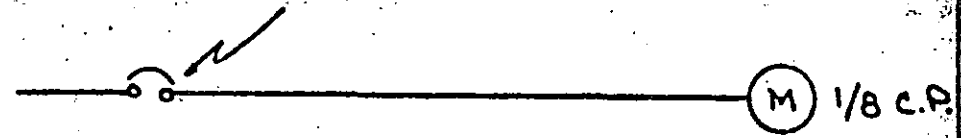
- INTERRUPTOR DE NAVAJAS.



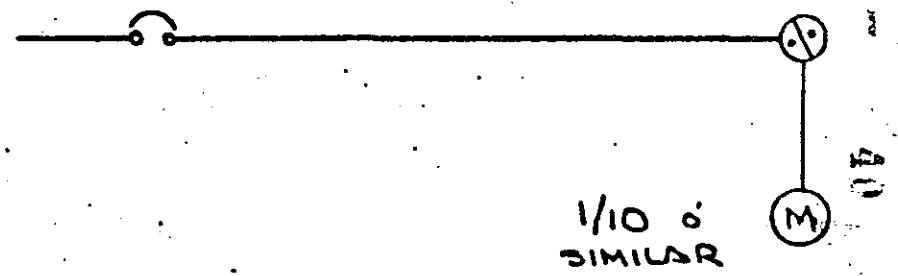
- CLAVIJA Y CONTACTO.



- PROTECCION DEL CIRCUITO.



- POR APAGADOR.



- CAPACIDAD DE CONTROLADORES.

• NO DEBE SER MENOR QUE LA CAPACIDAD DEL MOTOR QUE VA A CONTROLAR.

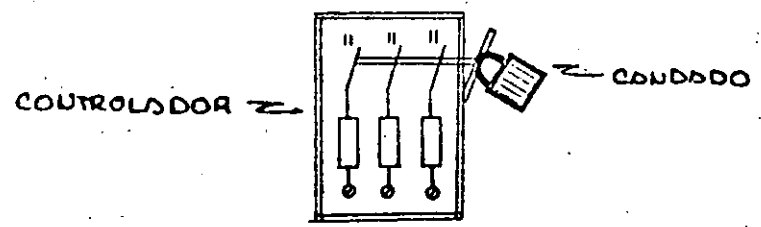
• INTERRUPTORES DE NAVAJAS PUEDEN USARSE COMO CONTROLADORES DE MOTORES DE HASTA 2 C.P. Y 300 VOLTS ENTRE LINEAS.

CAPACIDAD MINIMA $\geq 2 I_{pc}$ Moto

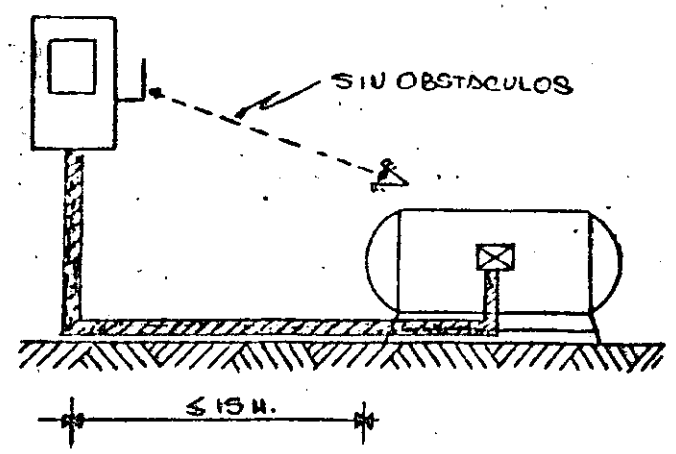
(65)

MOTOR QUE NO ESTA A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR, DEBE REUNIR CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES.

- DISPOSITIVOS PARA ASEGURAR EN LA POSICION DE ABIERTO AL CONTROLADOR.



- MEDIO DE DESCONEXION A LA VISTA DEL MOTOR.



(22)

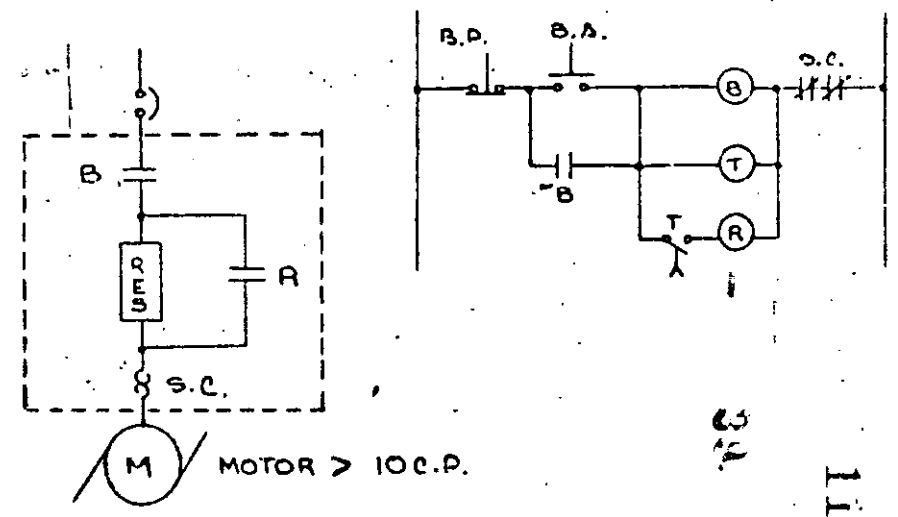
(67)

REDUCCION DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE EN BAJA TENSION.

ACOMETIDAS EN BAJA TENSION.

LOS MOTORES MAYORES DE 10 C.P. DEBEN TENER UN CONTROLADOR QUE REDUZCA LA CORRIENTE DE ARRANQUE.

EJEMPLO:

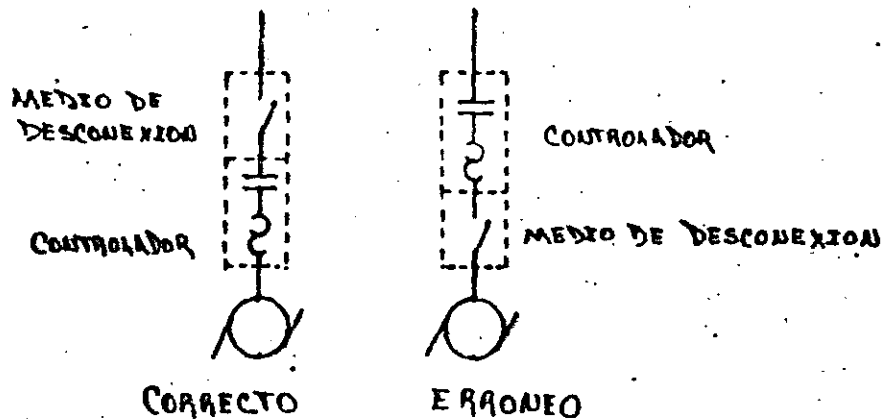


ACOMETIDAS EN ALTA TENSION.

EN SISTEMAS SUMINISTRADOS A TRAVES DE SUBESTACIONES CON CAPACIDAD SUFICIENTE, PUEDEN USARSE CONTROLADORES A TENSION PLENA EN MOTORES DE CUALQUIER CAPACIDAD.

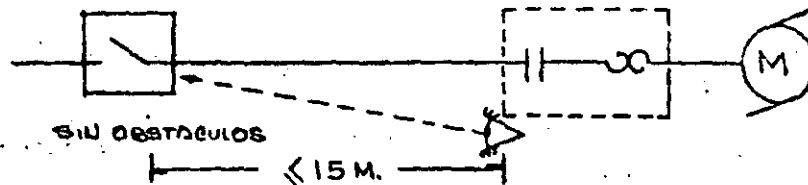
EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE CUMPLIR CON:

- TENER UNA CAPACIDAD $\geq 115\%$ I_{pe} DEL MOTOR
- INDICAR LA POSICION DE ABIERTO Y CERRADO
- PUEDE DESCONECTAR EL CONDUCTOR DE TIERRA SOLO SI DESCONECTA SIMULTANEAMENTE TODO LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO
- DEBE DESCONECTAR TANTO AL MOTOR COMO AL CONTROLADOR:



- PUEDE ESTAR ALOJADO EN LA MISMA CUBIERTA QUE EL CONTROLADOR.

EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE ESTAR A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR Y SER ACCESIBLE:

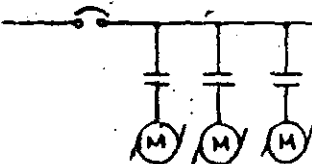


- CADA MOTOR DEBE CONTAR CON SU PROPIO MEDIO DE DESCONEXION.

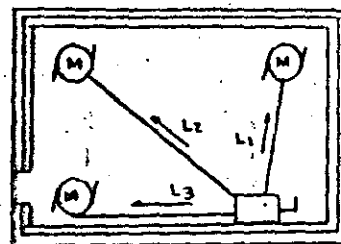
EXCEPTO SI:



VARIOS MOTORES FORMAN PARTE DE UNA SOLA UNIDAD.



VARIOS MOTORES ESTAN PROTEGIDOS POR UNA SOLA PROTECCION CONTRA CORTO-CIRCUITOS.



ESTAN EN UN MISMO LOCAL Y SON VISIBLES DESDE EL DESCONEXIONADOR.

$L_1, L_2, L_3 < 15$ METROS.

d) PARA LOS ARREGLOS ANTES DESCRITOS, LOS CONDUCTORES DE CUALQUIER DERIVACION QUE ABASTECA A UN SOLO MOTOR, NO NECESITAN DE PROTECCION INDIVIDUAL, BAJO CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- QUE LA CORRIENTE PERMISIBLE EN SUS CONDUCTORES NO SEA MENOR - QUE LA DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO DERIVADO.

- O QUE LA LONGITUD DE SUS CONDUCTORES NO EXCEDA DE 10 METROS Y CON CAPACIDAD DE CONDUCCION:

- NO MENOR DEL 125% DE LA I.P.C. DEL MOTOR,

- NI MENOR QUE 1/3 DE LA CORRIENTE PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO DERIVADO.

9

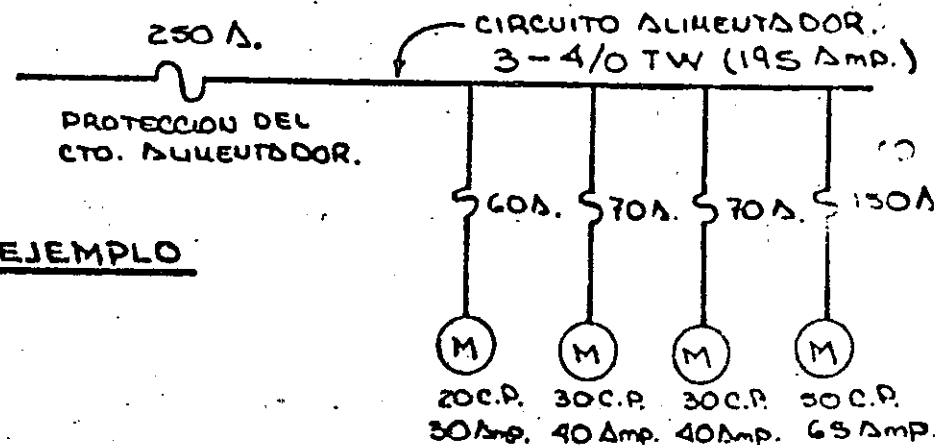
SUBSECCION E.

PROTECCION DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES CONTRA CORTOCIRCUITOS O FALLAS A TIERRA.

- LA CAPACIDAD DE ESTA PROTECCION NO DEBE EXCEDER:

- DEL VALOR DE LA PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS DEL CIRCUITO DERIVADO CORRESPONDIENTE AL MOTOR DE MAYOR POTENCIA, MAS LA SUMA DE LAS - CORRIENTES A PLENA CARGA DE - LOS DEMAS MOTORES. (VER EJEMPLO

- CUANDO SE PREVEN FUTUROS FUENTES DE CARGA, LA CAPACIDAD DE ESTA PROTECCION PUEDE ESTAR BASADA EN EL 125% DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES DE DICHA ALIMENTADORES



8

- VARIOS MOTORES Y OTRAS CARGAS EN UN CIRCUITO DERIVADO.

- DOS O MAS MOTORES Y OTRAS CARGAS, PUEDEN PROTEGERSE CONTRA CORTOCIRCUITOS O FALLAS A TIERRA POR EL MISMO DISPOSITIVO, BAJO ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

a) HASTA 1 C.P.

DOS O MAS MOTORES CON POTENCIA INDIVIDUAL NO MAYOR DE 1 C.P. PUEDEN PROTEGERSE A NO MAS DE 20 AMPERS. SI LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE CADA MOTOR NO EXCEDE DE 6 AMPERS Y SU PROTECCION CONTRA SOBRECARGA ESTA CONFORME A LO ESTABLECIDO EN EL ART. 403.23.

b) PROTECCION DEL CIRCUITO BASADA EN EL MOTOR DE MEJOR POTENCIA.

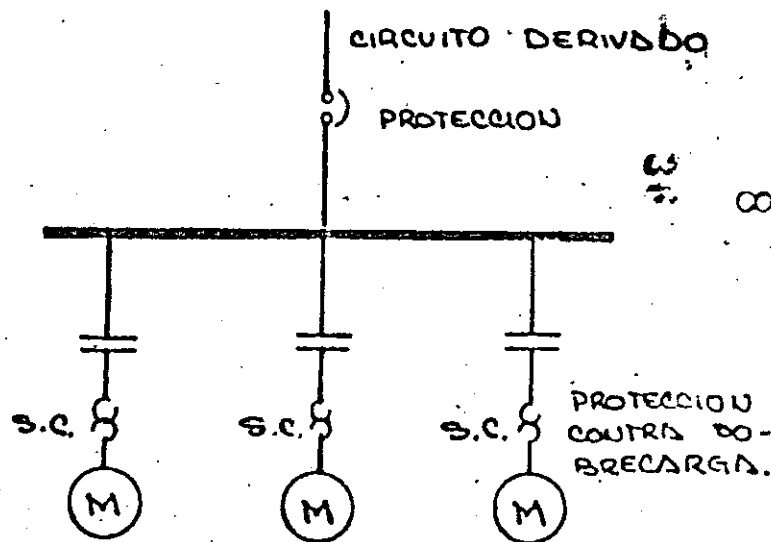
SI LA PROTECCION DEL CIRCUITO DERIVADO NO ES MAYOR DE LO PERMITIDO EN EL ART. 403.35, PARA EL MOTOR DE MEJOR POTENCIA, SE PUEDEN CONECTAR DOS O MAS MOTORES Y OTRAS CARGAS CON SU RESPECTIVA PROTECCION INDIVIDUAL CONTRA SOBRECARGA.

9

c). OTROS CASOS.

PUEDEN CONECTARSE DOS O MAS MOTORES DE CUALQUIER POTENCIA, SIEMPRE Y CUANDO:

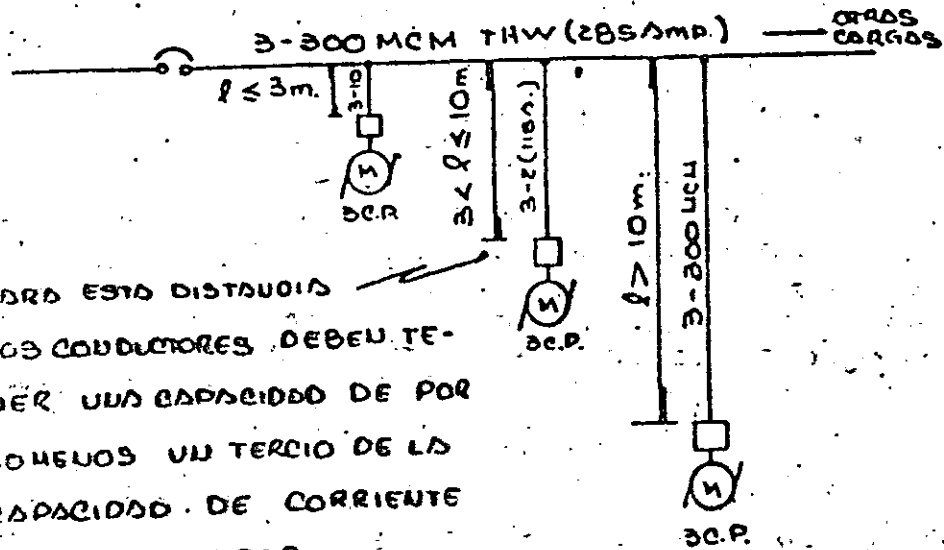
- CADA MOTOR TENGA PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.
- QUE EL CIRCUITO DERIVADO ESTE PROTEGIDO POR FUSIBLES O POR UN INTERRUPTOR AUTOMATICO DEL TIPO DE TIEMPO INVERSO.
- EL DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECARGA Y CONTROLADOR DE CADA MOTOR, DEBE ESTAR APROBADO PARA SU INSTALACION EN GRUPO.



DERIVACIONES DESDE UN ALIMENTADOR.

DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CORRIENTE NO MENOR QUE LA REQUERIDA POR LA CARGA - POR ALIMENTAR Y TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE.

EJEMPLO: MOTOR DE 3 C.P., 3Ø, 220V. y
I_{p.c.} = 8.1 Amp.



$$\frac{285}{3} = 95 \text{ Amp.}$$

80 3-2 (115A) THW.
MÍNIMO

3) - CONDUCTORES QUE ALIMENTAN MOTORES DE UN CIRCUITO DERIVADO

• LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN MOTORES, DEBEN TENER COMO CAPACIDAD UN MÍNIMO UN 25% DE LA CAPACIDAD IGUAL:

- a) LA SUMA TOTAL DE LAS CORRIENTES A PLENA CARGA DE TODOS LOS MOTORES MAS;
- b) EL 25% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR MAYOR.

• PARA CONDUCTORES QUE ALIMENTEN MOTORES CON SERVICIOS CONTINUO Y NO CONTINUO:

- a) DETERMINAR AMPERES NECESARIOS PARA CADA MOTOR DE SERVICIO NO CONTINUO CON BASE A LA TABLA 403. K.
- b) DETERMINAR AMPERES NECESARIOS PARA MOTORES DE SERVICIO CONTINUO (100%).
- c) SE OBTIENE EL 25% DE LA CAPACIDAD DEL MOTOR MAYOR CALCULADO EN a y b.
- d) SUMANDO a, b y c. SE SELECCIONA EL CONDUCTOR.

SECRETARIA DE ENERGIA Y INDUSTRIA PARAESTADISTICA





SECRETARÍA DE ENERGÍA,
MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL

Tabla 404.94

Corriente a plena carga en amperes de motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1½	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7½	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 404.95

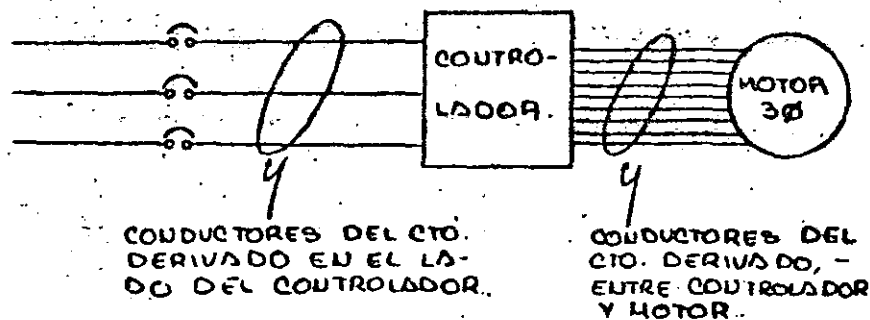
Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

C.P.	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (amperes)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (amperes)		
	220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 V
1/2	2.1	1.0				
3/4	2.9	1.5				
1	3.8	1.9				
1 1/2	5.4	2.7				
2	7.1	3.6				
3	10.0	5.0				
5	15.9	7.9				
7 1/2	23.0	11.0				
10	29.0	15.0				
15	44.0	22.0				
20	54.0	28.0				
25	71.0	36.0		54	27	
30	84.0	42.0		65	33	
40	109.0	54.0		86	43	
50	136.0	68.0		108	54	
60	161.0	80.0	15	128	64	11
75	201.0	100.0	19	161	81	14
100	259.0	130.0	25	211	106	19
125	326.0	163.0	30	264	132	24
150	376.0	188.0	35	-	158	29
200	502.0	251.0	47	-	210	38

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alta par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

(46)

- PARA UN MOTOR DE VELOCIDAD MULTIPLE DE SERVICIO CONTINUO, LA SELECCION DE LOS CONDUCTORES DE SU CIRCUITO DERIVADO EN EL LADO DEL CONTROLADOR DEBE ESTAR BASADA EN LA CORRIENTE MAYOR MOSTRADA EN LA PLACA DEL MOTOR.



- PARA MOTORES INDIVIDUALES DE SERVICIO NO CONTINUO, LA CAPACIDAD DE CONDUCCION, NECESARIA DE LOS CONDUCTORES DEPENDE DE LA CLASE DE SERVICIO Y SU REGIMEN DE TRABAJO

• VER TABLA SIGUIENTE: (403.14 U.T.I.E.)

(2) TABLA (403.14 U.T.I.E.)

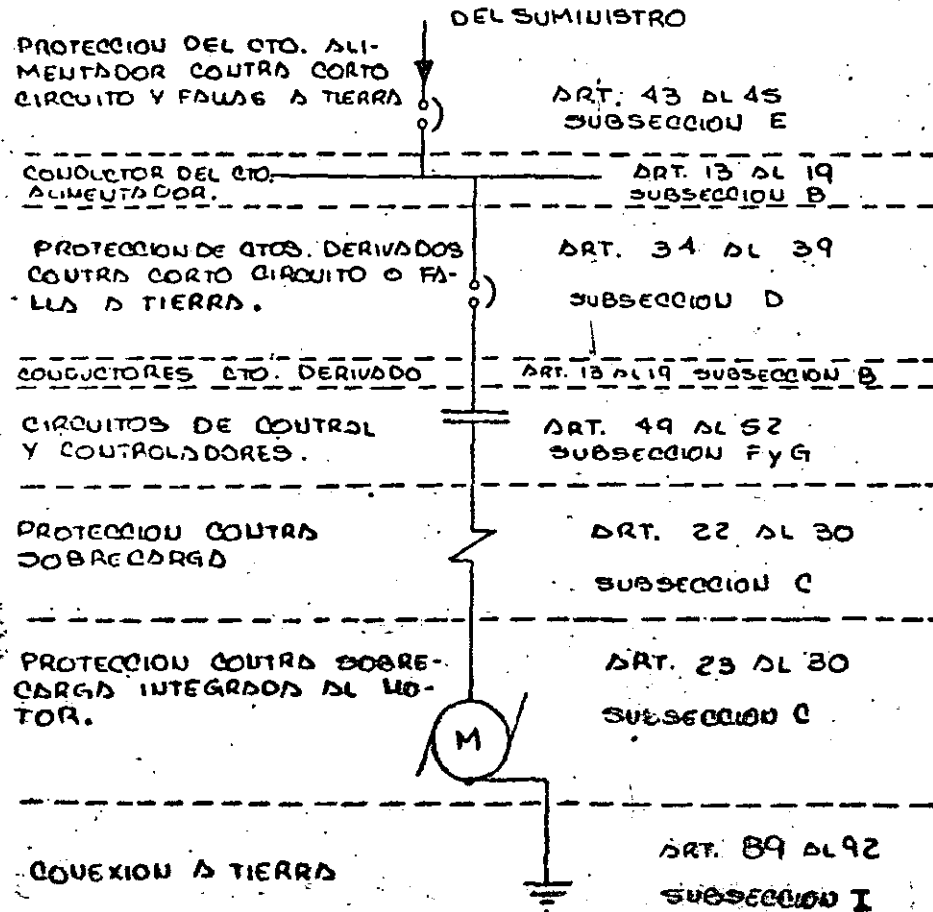
(77)

FACTORES PARA SELECCIONAR LOS CONDUCTORES PARA MOTORES QUE NO SEAN DE SERVICIO CONTINUO.

TIPO DE SERVICIO QUE REQUIERE LA CARGA:	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.			
	REGIMEN DE TRABAJO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO EL MOTOR.			
	5 MINUTOS	15 MINUTOS	30 Y 60 MINUTOS	CONTINUO
DE CORTO TIEMPO: Accionamiento de válvulas, elevación - descenso de rodillos, etc.	110	120	150	200
INTERMITENTE: Ascensores y Montacargas, Máquinas-Herramientas, Bombas, Puentes Levadizos, O'givalorios, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco véase el artículo 518.12 U.T.I.E.)	85	85	90	140
PERIODICO: Rodillos, Máquinas para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
VARIBLE:	110	120	150	200

SECCION 403 MOTORES

PUNTOS QUE COMPRENDE ESTA SECCION.

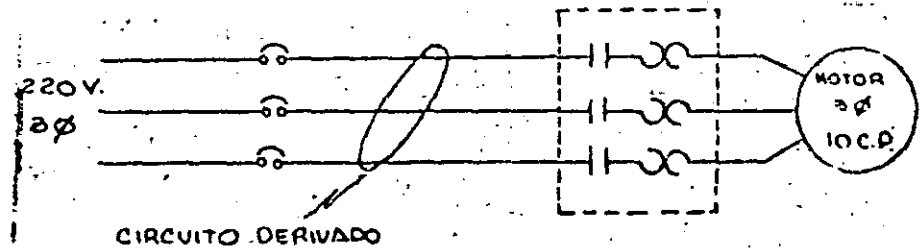


- SUBSECCION B -

- CONDUCTOR DE CIRCUITOS DERIVADOS.
- PARA MOTORES INDIVIDUALES DE SERVICIO CONTINUO.

LOS CONDUCTORES DE UN CIRCUITO PARA UN SOLO MOTOR DE SERVICIO CONTINUO DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION NO MEJOR AL 125 % DE LA CORRIENTE NOMINAL, DEL MOTOR (Art. No. 403.14 N.T.E).

EJEMPLO 3 (DIAGRAMA TRIFILAR)



DATOS :

MOTOR 3φ, 220V, 10 C.P., $I_{p.c.} = 28 \text{ Amp.}$

MOTOR DE INDUCCION:

- LA MINIMA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES, DEL CIRCUITO DERIVADO, DEBE SER

$$1.25 \times 28 = 35 \text{ Amp.}$$

POR LO TANTO SE SELECCIONAN CONDUCTORES NO. 8 AWG TW, ALOJADOS EN TUBERIA - 60°C - 40 Amp. O BIEN NO. 10 AWG (THW) - 90°C - 40 Amp.

Calculo y Selección de una Chavola

(40)

Ejemplo:

30

Seleccionar una chavola que va a alijar a:

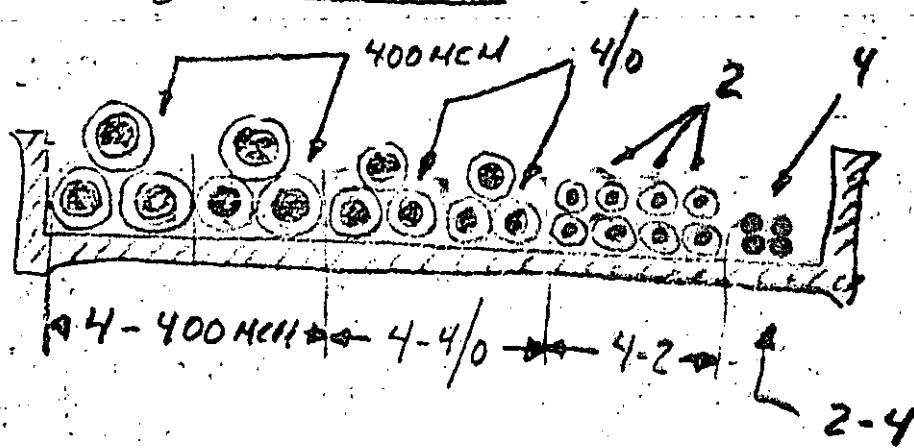
6 conductores de 400 MCM (THW)

6 conductores del 4/0 AWG (THHN)

8 conductores del 2 AWG (TW)

4 conductores del 4 AWG (desnudos)

Arreglo en la chavola



$$4-400 \text{ MCM (THW)} = 23.9 \times 4 = 95.6 \text{ mm}$$

$$4-4/0 \text{ (THHN)} = 16.4 \times 4 = 65.6 \text{ mm}$$

$$4-2 \text{ (TW)} = 11 \times 4 = 44.0 \text{ mm}$$

$$2-4 \text{ (desnudos)} = 5.3 \times 2 = 10.6 \text{ mm}$$

$$20\% \text{ espacio extra acomodo} = 43.2 \text{ mm}$$

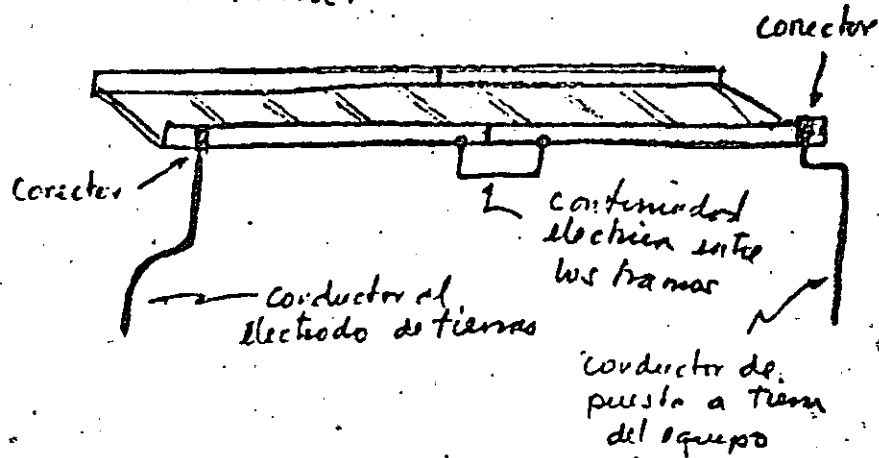
mínimo

$$\text{Total} = \underline{\underline{259.0}} \text{ mm}$$

Puede seleccionarse una chavola de 30.5 cms de ancho

Puesta a tierra (Art 311.7)

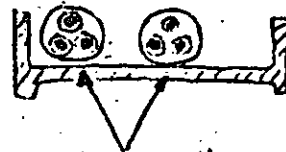
- La charola (metálica), debe conectarse a tierra
- Puede utilizarse como medio de puesta a tierra.



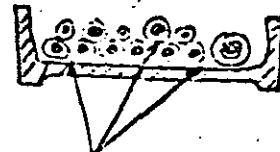
Instalación de cables (Art 311.8)

- Pueden hacerse empalmes y derivaciones
- En tramos verticales, sellar los cables
- Instalar los conductores por circuitos (agrupados y encintados)

Numero de cables (Art 311.9)



Cables multiconductores una sola capa



Cables individuales 2 capas máximo

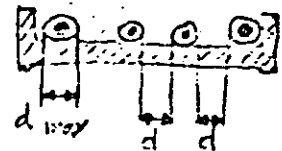
Capacidad de Corriente (Art 311.10)

(Art 311.10)

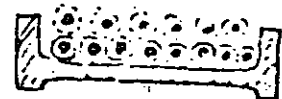
En tubería



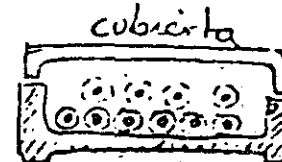
al aire



al aire x 0.75



al aire x 0.7



Volúmenes de la tabla 302.4 aplican

APRENDIZAJES

12

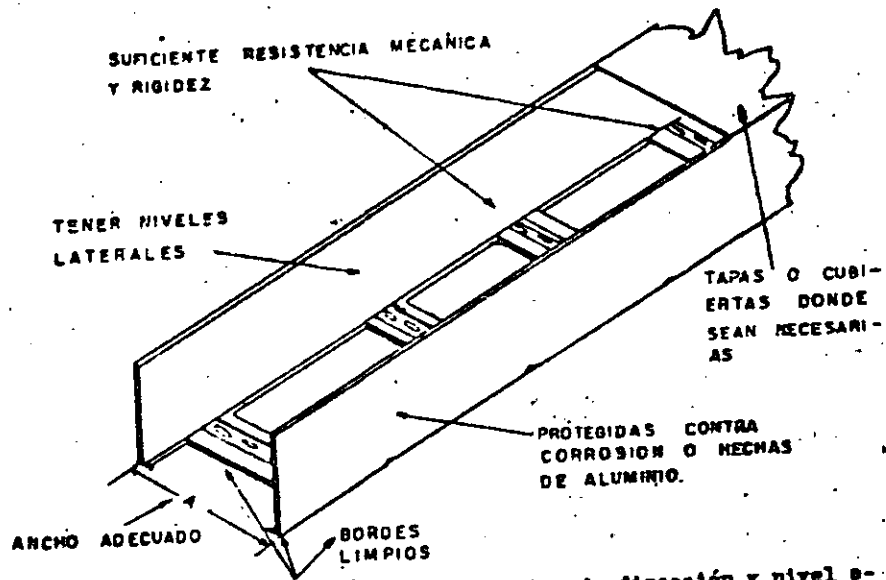
CHAROLAS PARA CABLES:

Pueden ser:

- Charoles
- Escalerillas
- Caneles o canaletas

De metal u otro material incombustible.

CONSTRUCCION E INSTALACION: (ART 311.5 y 311.6)



- Contar con accesorios de cambios de dirección y nivel adecuados.

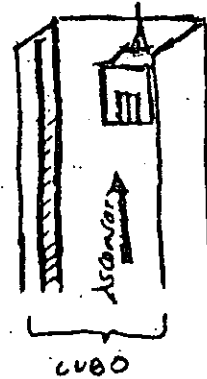
Anchos comunes: 30.5 cms., 45.8 cms. y 61 cms.

CHAROLAS DE ACERO GALVANIZADO.

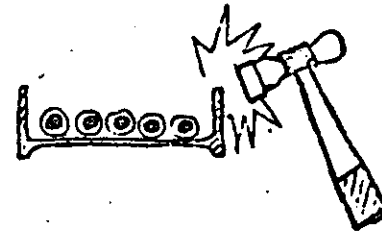
Uso Prohibido (Art 311.4)

33

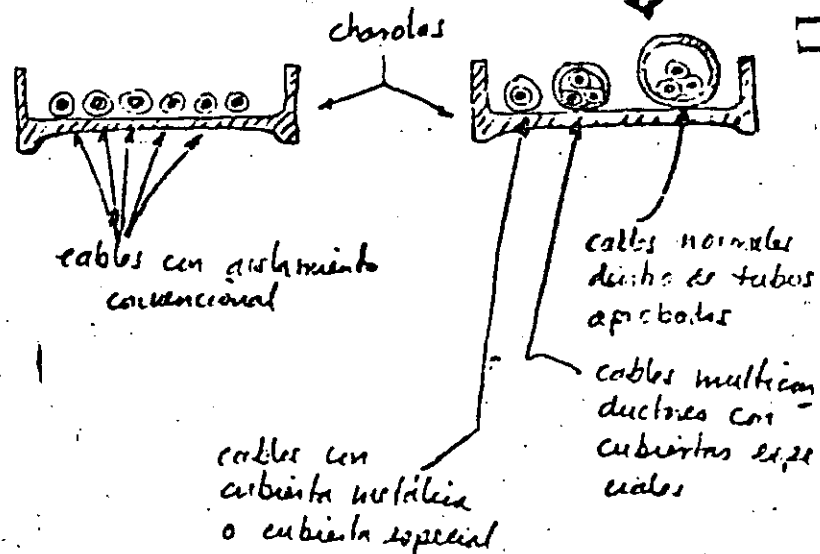
• En cubos de ascensores



• Expuestos a daño mecánico severo

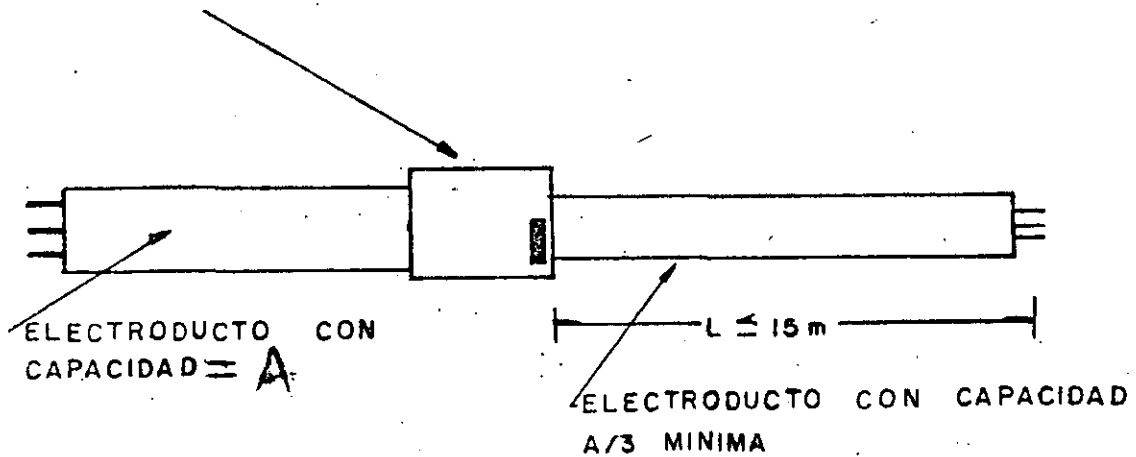


• En áreas peligrosas

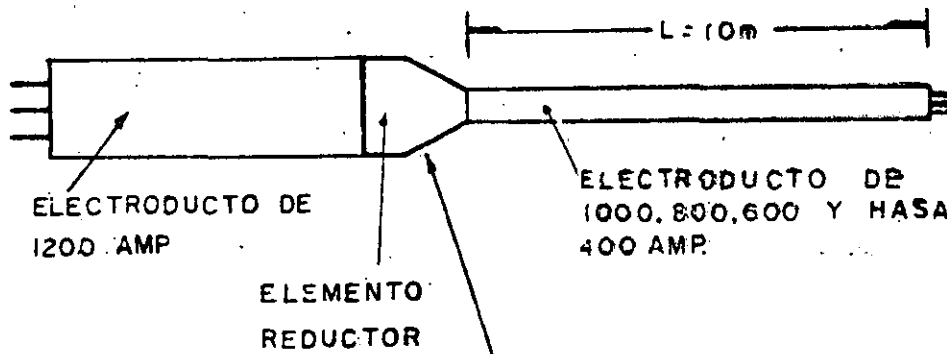


REDUCCION DE LAS BARRAS (ART. 309.10)

Cuando se reduce la capacidad de las barras puede omitirse la protección de la reducción si:



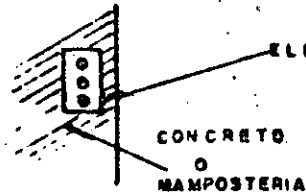
EJEMPLO:



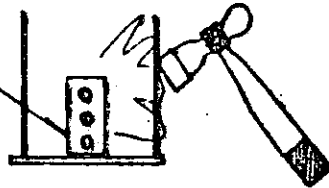
Si el electroducto reducido es de 300, 200 ó 100 amp., ó si $L \geq 15 \text{ m}$, se requiere una protección equí.

USO PROHIBIDO (ART 309.3)

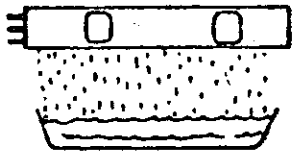
- Instalaciones no visibles



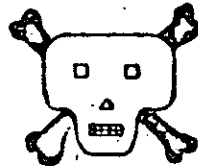
- Daño mecánico severo



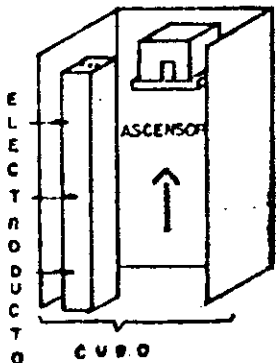
- Sometidos a gases o vapores corrosivos



- Areas peligrosas

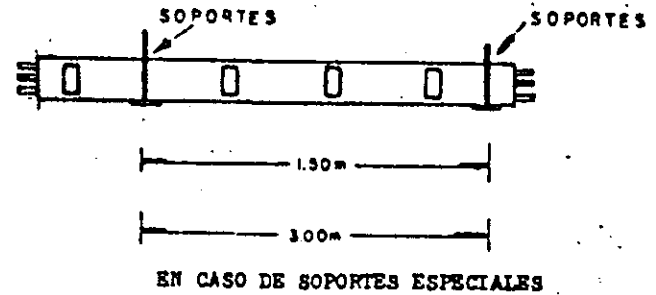


Cubos de ascensores



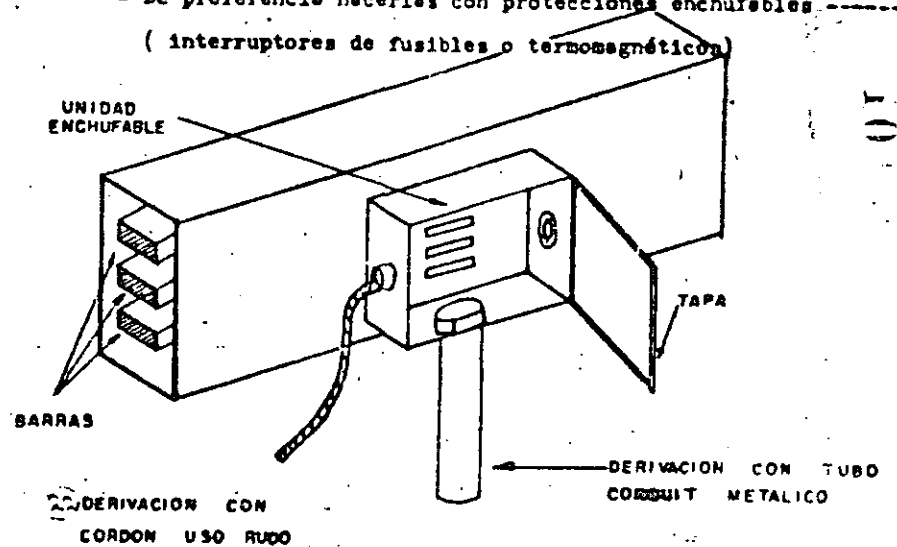
Si se instalan a la interperie o en locales húmedos o mojados, deben tener protección especial para evitar la entrada de agua.

SOPORTES (ART 309.4)



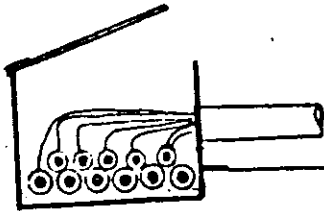
DERIVACIONES (art. 309.8)

- Debe preverse una conexión efectiva y permanente a las barras
- De preferencia hacerlas con protecciones enchufables (interruptores de fusibles o termomagnéticos)



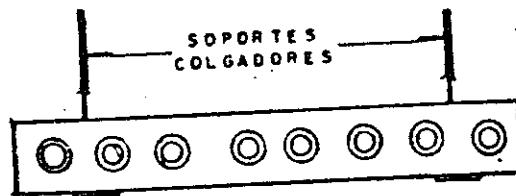
EMPALMES (ART 308.7)

- Pueden hacerse empalmes y derivaciones dentro del ducto.
ducto.

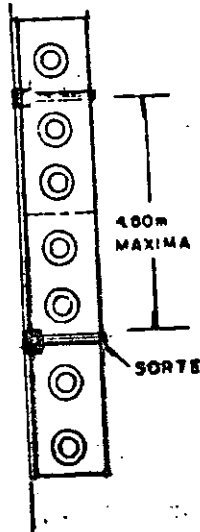


Los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar más del 75% del área del ducto.

Soportes (art. 308.9)



TRAMOS VERTICALES
NO MAS DE UNA UNION
1.50 m MAXIMO
3.0 m
EN CASO DE SOPORTES ESPECIALES

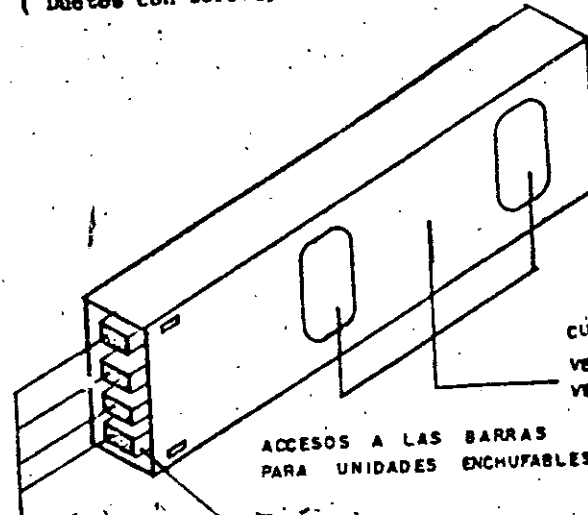


Puestos e tierra (art. 308.12)

Puede usarse como medio de puesto e tierra.

ELECTRODUCTOS:

(Ductos con barras, ductos alimentadores o ductos enchufables)



VENTAJAS QUE PRESENTA

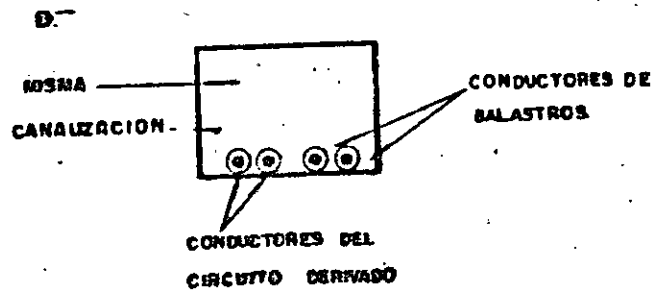
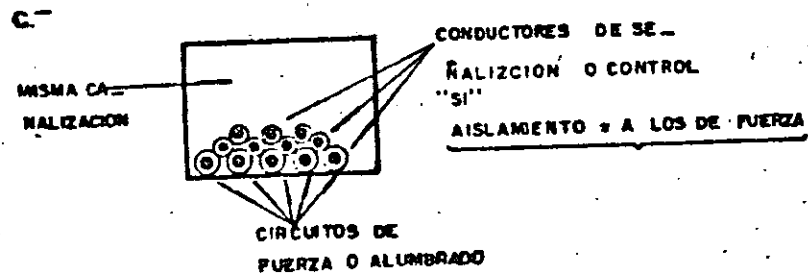
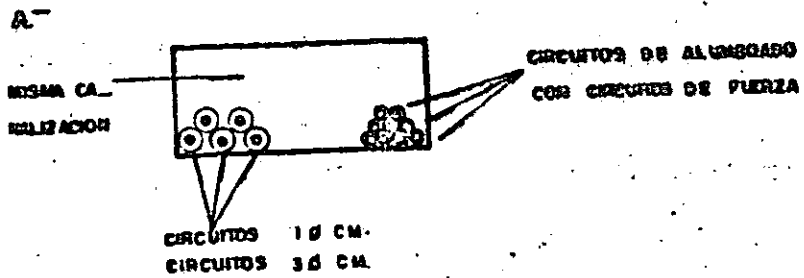
- Gran capacidad de conducción (2000 amp. ó más)
- Baja caída de tensión
- Rapidez de instalación

TIPOS PRINCIPALES

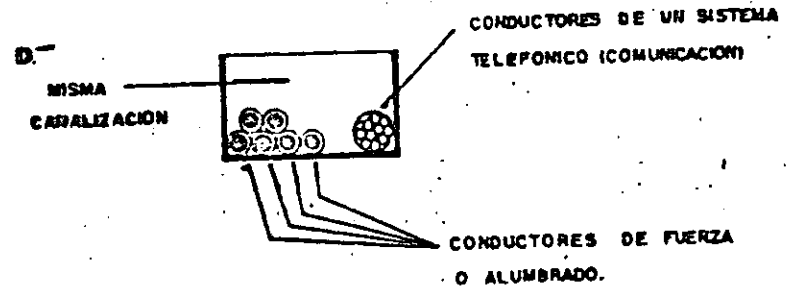
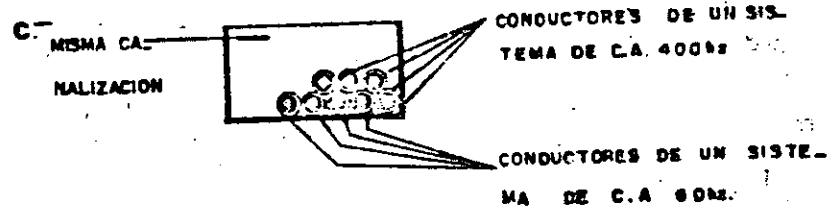
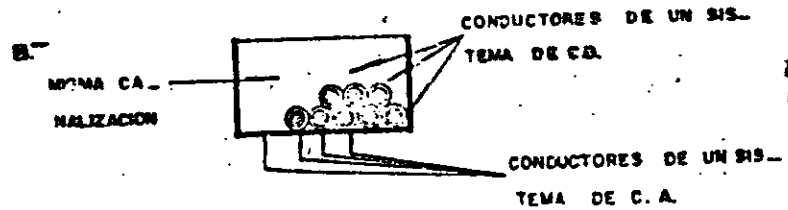
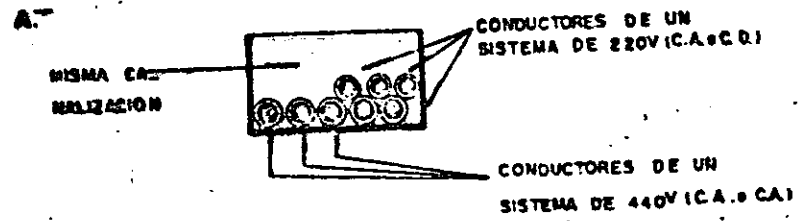
- Electroducto alimentador
- Electroducto enchufable
- Electroducto trolley.

25 6

ARREGLOS PERMITIDOS



ARREGLOS NO PERMITIDOS



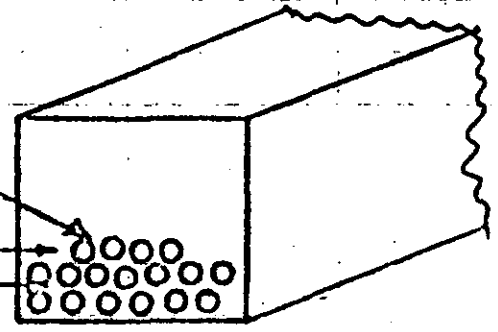
(8)

SECCION 308. DUCTOS METALICOS CON TAPA.

NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES (ART 308.5)

- No se permiten más de 30 conductores activos
- No se consideran activos a :
 - Los conductores de señalación y control.
 - Los conductores de puesta a tierra
- Conductores neutros se consideran activos.

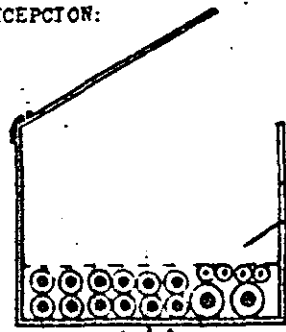
NO OCUPAR MAS DEL 40 % DEL AREA.



NO MAS DE 30 CONDUCTORES.

SI OCUPAN MENOS DEL 20 % DEL AREA NO SE APLICA FACTOR DE AGRUPAMIENTO

EXCEPCION:



Conductores ocupando el 20% o menos del área del ducto

↓

No se requiere aplicar factores de agrupamiento

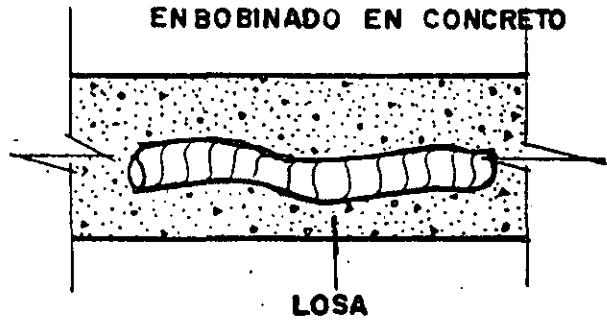
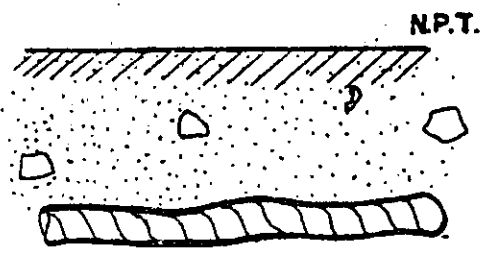
Limite de conductores = 30 Activos

Area útil (FR = 20 %)

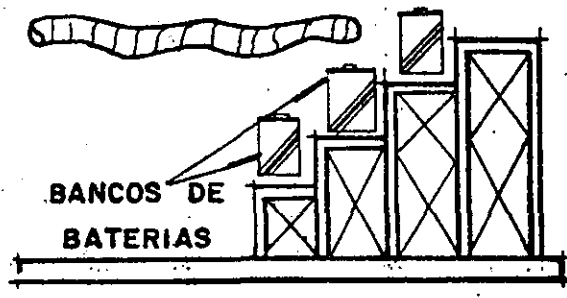
845 mm ²	Ducto 6.5 x 6.5 cms.
2000 mm ²	Ducto 10 x 10 cms.
4500 mm ²	Ducto 15 x 15 cms.

∞

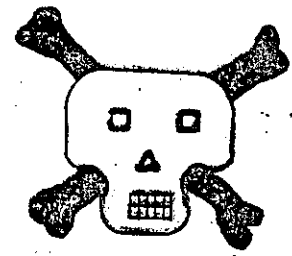
USOS PROHIBIDOS



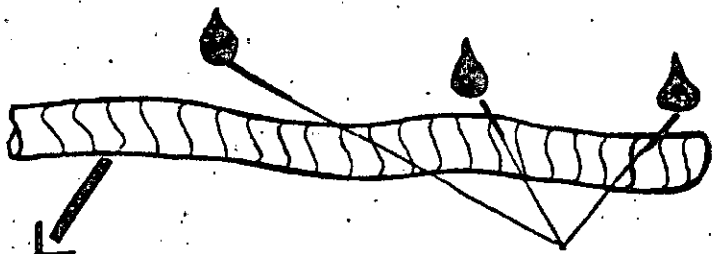
SALA DE BATERIA



AREA PELIGROSAS



EXPUESTO A SUSTANCIAS QUE DANAN EL AISLAMIENTO DE CONDUCTORES



DEBE USARSE EL TIPO
HERMETICO A LIQUIDOS
"LIQUATITE"

ACEITES, GASOLINAS, GRASAS,
ACIDOS, ALCALIS, ALCOHOLES,
THINERS, ETC.

TUBO METALICO FLEXIBLE

OBJETIVOS:

21

Realizar instalaciones fijas en equipos o aparatos sujetos a:

- Pequeños movimientos
- Movimientos súbitos
- Vibraciones

Tamaño mínimo = 13 mm (1/2 ")

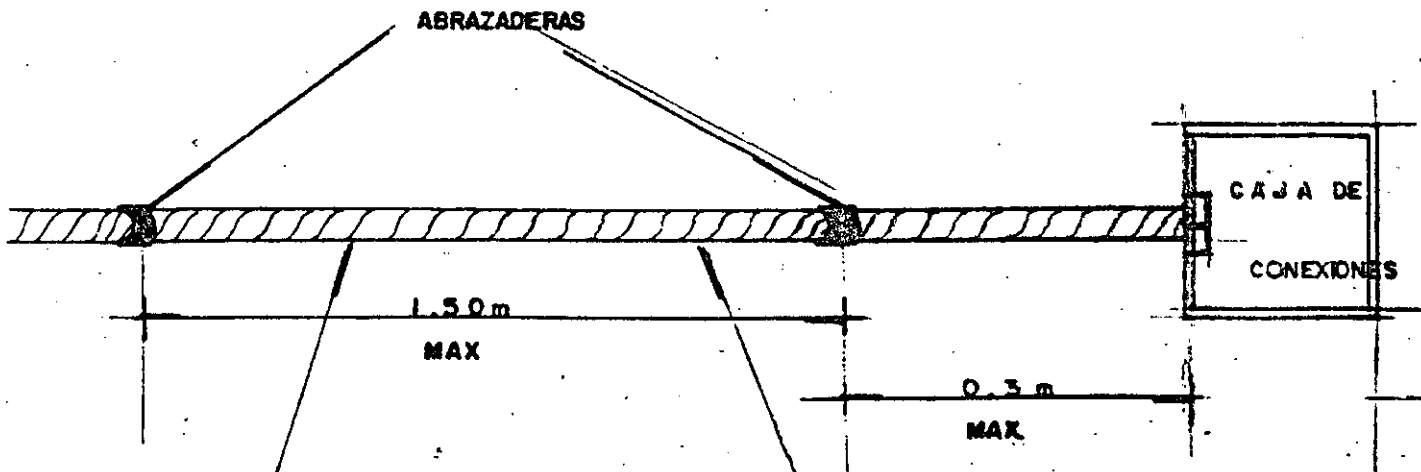
ART. 305.2 Tamaño máximo = 102 mm (4")

Excepción : Puede usarse tubo de 9.5mm (3/8 ")

en:

- Extensiones pequeñas bajo enlucido
- Conecciones a motores
- Conección a lámparas (L ≤ 1.80m)

SOPORTES ART 305.5



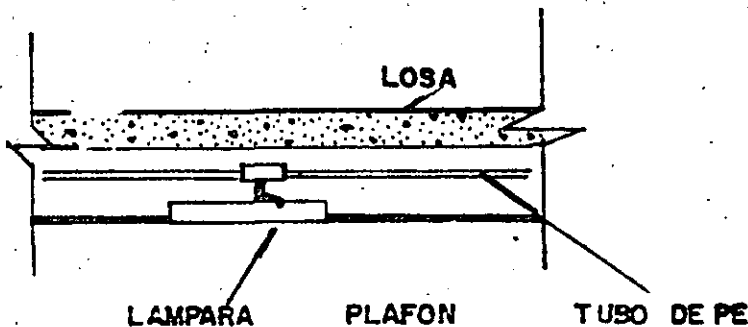
NO DEBE USARSE COMO MEDIO DE PUESTA A TIERRA
ART . (305.6)

USO PROHIBIDO DEL TUBO DE PE (ART.306.25)

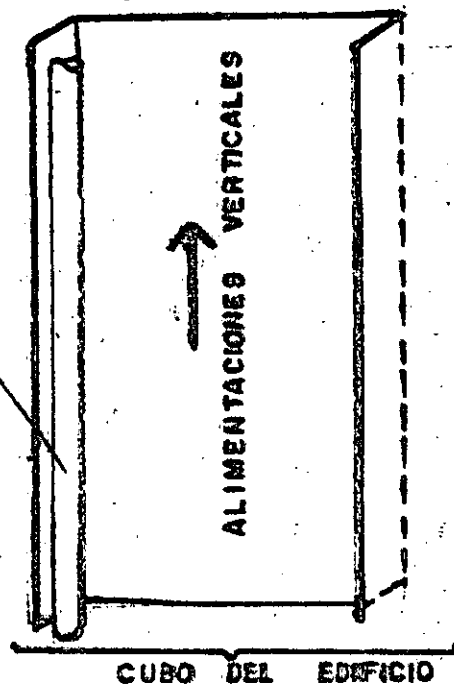
- Todas las limitaciones del tubo de PVC (plástico).

ADEMAS:

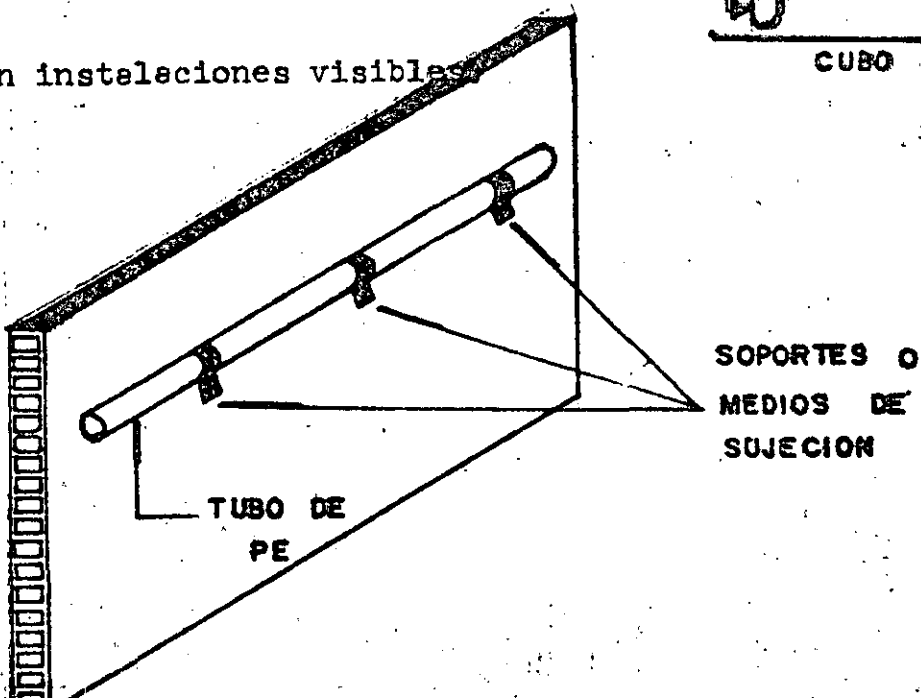
- Oculto por plafones



- En cubos de edificios.



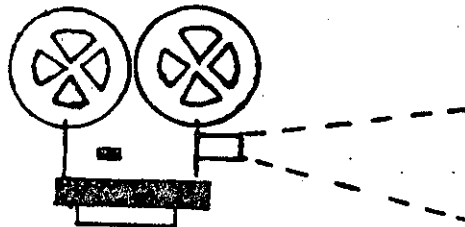
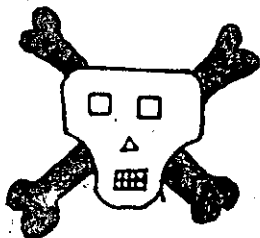
- En instalaciones visibles



USO PROHIBIDO DEL TUBO DE PVC

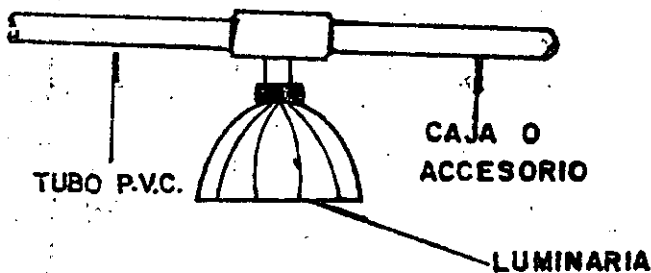
- AREAS PELIGROSAS

- TEATROS, CINES y Locales SIMILARES.



- SOPORTE DE LUMINARIOS

- EXPUESTO A TEMPERATURAS >70°C

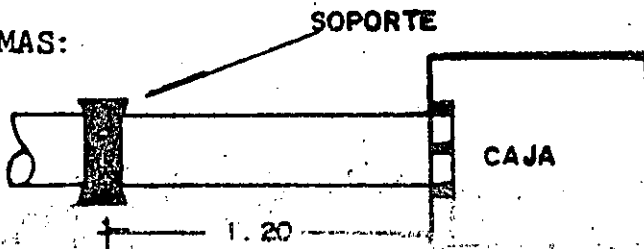


SOPORTES (ART. 306.17)

No deben tener separaciones de más de:

⊕	13 y 19 mm	-----	1.20m
⊕	25 e 51 mm	-----	1.50m
⊕	63 y 76 mm	-----	1.80m
⊕	89 y 102mm	-----	2.10m

ADEMAS:



TUBO NO METALICO (ART. 306.1)

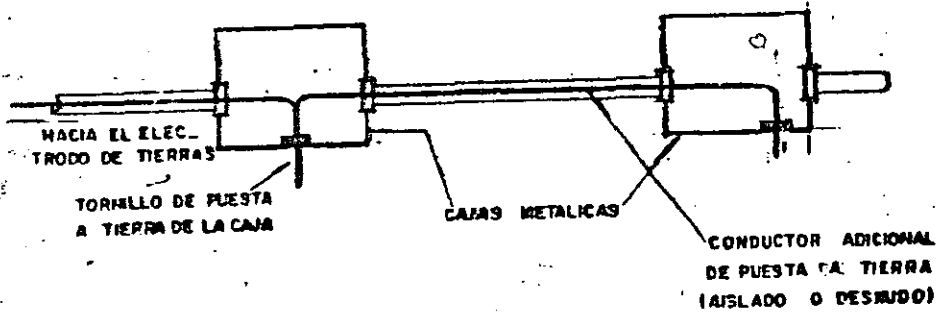
La Norma se refiere unicamente a:

- El tubo de policloruro de vinilo (PVC) (color verde olivo).
- El tubo de polietileno (PE) (color naranja)

Cajas y accesorios (art. 306.10)

- De preferencia deben ser del mismo material que el tubo (PVC ó PE)
- Si son metálicos, deben conectarse firmemente a tierra.

TUBO DE PVC ó PE



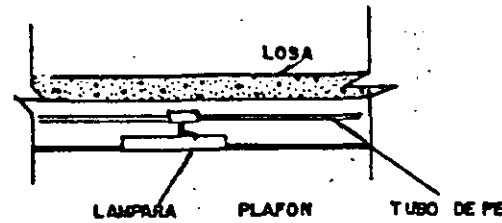
Si la canalización abastece a equipos que requieren conectarse a tierra, debe tenderse al conductor adicional también.

USO PROHIBIDO DEL TUBO DE PE (ART. 306.25)

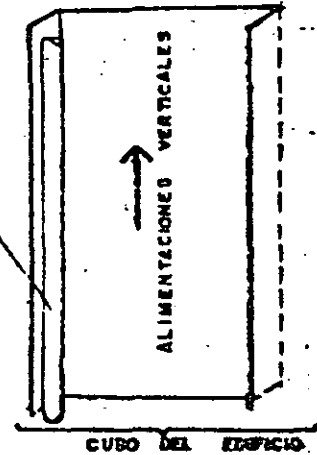
- Todas las limitaciones del tubo de PVC

ADEMAS:

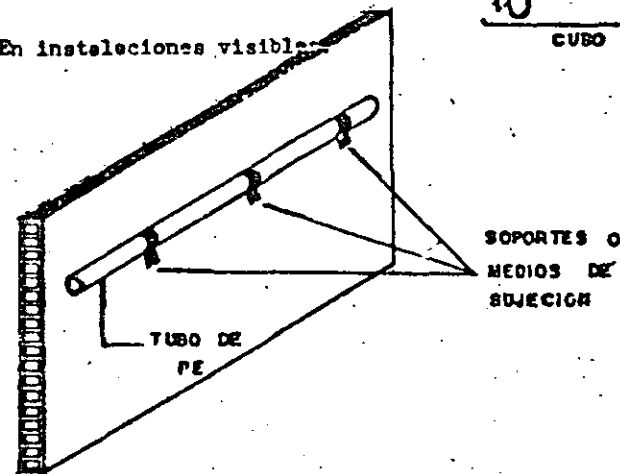
- Oculto por plafones



- En cubos de edificios.



- En instalaciones visibles



CANALIZACIONES

SE PRECISAN LOS PUNTOS PRINCIPALES DE

— TUBO METALICO RIGIDO

~ TIPO PESADO Y SEMIPESADO

~ TIPO LIGERO

— TUBO METALICO FLEXIBLE

~ TIPO COMUN

~ TIPO HERMETICO A LIQUIDOS

— TUBO NO METALICO

~ PVC

~ PE

— DUCTOS METALICOS CON TAPA

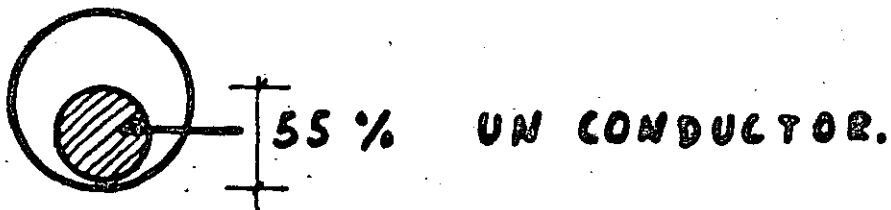
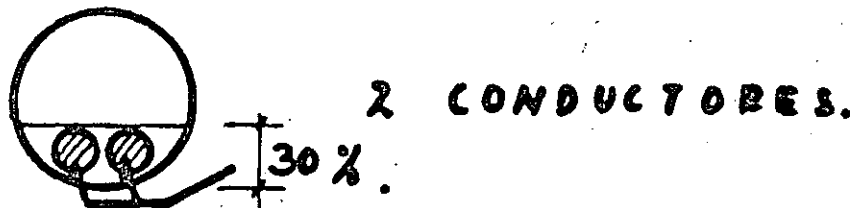
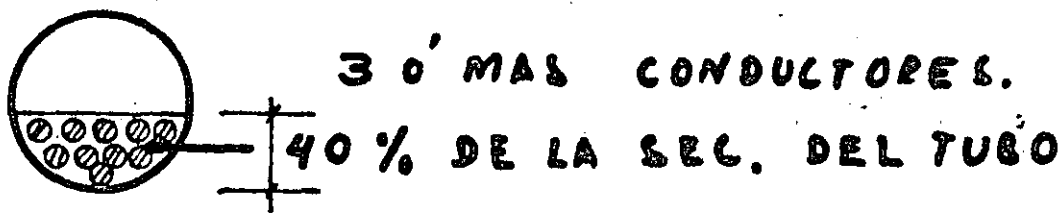
“ NUEVOS TEMAS ”

— ELECTRODUCTOS

— CHAROLAS

• **NUMERO DE CONDUCTORES. FACTORES DE RELLENO.**

- EN EL CASO DE 3 CONDUCTORES O MAS, ESTOS NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL TUBO.
- EN EL CASO DE DOS CONDUCTORES NO MAS DEL 30% DE LA SECCION.
- EN CASO DE UN SOLO CONDUCTOR NO MAS DEL 55% DE LA SECCION.

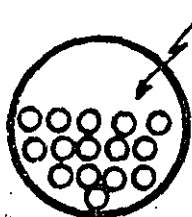


SECCION 302. CONDUCTORES DE USO GENERAL.

• CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDUCTORES AISLADOS.

•• CORRECCION POR AGRUPAMIENTO.
SI EL NUMERO DE CONDUCTORES EN UNA CANALIZACION ES MAYOR DE 3, DEBEN APLICARSE LOS FACTORES - QUE INDICA LA TABLA 302.42)

•• CORRECCION POR TEMPERATURA.
SI LOS CONDUCTORES SE INSTALAN EN LOCALES CON TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30°C SE APLICAN LOS FACTORES DE CORRECCION DE LA TABLA 302.4 b).



No COND. = 15

F. AGRUP = 0.7. } DE
F. TEMP = 0.88 } TABLAS.

T AMB. = 40°C

T AISL. = 75°C.

- CAPACIDAD DEL CONDUCTOR =
CAPACIDAD POR CORRIENTE
x 0.7 x 0.88.

POR EJEMPLO, UNO DE 220 V. 3 ó 4 HILOS,
Y OTRO DE 440 V. 3 ó 4 HILOS, NO DEBEN
OCUPAR LA MISMA CANALIZACION.

•• LOS CONDUCTORES PARA COMUNICACION,
(TELEFONOS, RADIOCOMUNICACION, ETC), NO DE-
BEN OCUPAR LAS CANALIZACIONES DE LOS
CONDUCTORES DE FUERZA Y ALUMBRADO.

• SUJECION DE CONDUCTORES EN CANA-
LIZACIONES VERTICALES. DEBE HACERSE
A INTERVALOS NO MAYORES QUE LOS INDICADOS
EN LA TABLA 301.12.

TABLA 301.12.

SEPARACION MAXIMA ENTRE SOPORTES
PARA CANALIZACIONES VERTICALES.

CALIBRE DEL CONDUCTOR (AWG ó MCM)	SEPARACION ENTRE SOPORTES	
	COND. DE COBRE	COND. DE ALUMINIO
18 ó 8	30 m.	30 m.
6 ó 1/0	30 "	30 "
2/0 ó 4/0	24 "	27 "
250 ó 350	18 "	20 "
400 ó 500	15 "	18 "
600 ó 750	12 "	15 "
MAYORES ó 750	10 "	13 "

CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE INSTALACION.

CONDUCTORES Y CANALIZACIONES.

SECCION 301. MÉTODOS DE INSTALACION. REQUISITOS GENERALES.

- LONGITUD LIBRE DE CONDUCTORES EN CAJAS DE SALIDA. SE RECOMIENDA COMO MINIMO 15 CM. EN CADA CAJA DE SALIDA, PARA EFECTOS DE CONEXIONES, EMPALMES, O POSIBLES MODIFICACIONES.
- CAJAS DE CONEXION. DEBE INSTALARSE - UNA CAJA DE CONEXIONES: EN CADA DERIVACION, SALIDA, PUNTO DE INTERRUPCION O PUNTO DE INTERSECCION DE UNA CANALIZACION.
- CONDUCTORES DE DIFERENTES SISTEMAS.
 - LOS CONDUCTORES DE FUERZA Y - DE SISTEMAS DE TENSIONES DIFERENTES

Tabla 302.4 a)

Factores de corrección por agrupamiento

Número de conductores		Por ciento del valor indicado en la Tabla 302.4
4 a	6	80
7 a	24	70
25 a	42	60
Más de	42	50

Notas.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una canalización, los factores de corrección por agrupamiento anteriores deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado.

En el caso de un conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores, como en el caso de los circuitos normalmente equilibrados de tres o más conductores, no se debe afectar su capacidad de corriente con los factores indicados en esta tabla.

Tabla 302.4 b)

Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el aislamiento					
	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	110 °C	125 °C
40	0.82	0.88	0.90	0.90	0.94	0.95
45	0.71	0.82	0.85	0.85	0.90	0.92
50	0.58	0.75	0.80	0.80	0.87	0.89
55	0.41	0.67	0.74	0.74	0.83	0.86
60	-	0.58	0.67	0.67	0.79	0.83
70	-	0.35	0.52	0.52	0.71	0.76
80	-	-	0.30	0.30	0.61	0.69

TABLA 302.4

(Hoja 1.)

Capacidad de corriente en conductores de cobre aislados

A m p e r e s

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW (*)	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable(*)	Ai aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

(*) Los tipos EP y XHHW pueden ser utilizados en conductores.

Tabla 20.8 a)
Factores de demanda para el
cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

Tipo de Local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador. (*)
Casas habitación	Primeros 3000 watts o menos Exceso sobre 3000 watts	100 % 35 %
(**) Hoteles	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 - watts	50 % 40 %
(**) Hospitales	Primeros 50 000 watts o menos Exceso sobre 50 000 - watts	40 % 20 %
Edificios de oficinas. Escuelas	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 - watts	100 % 70 %
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100 %

(*) Factor de demanda : relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo.

(**) Los factores de demanda de esta tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles - - donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, - como sucede en salas de operaciones, salones de baile y restaurantes.

REGLAS GENERALES PARA EL CALCULO DE LA CARGA EN CIRCUITOS DERIVADOS

- DEBE CONSIDERARSE EL 100% DE LA CARGA CONECTADA AL CIRCUITO
- EN CASAS-HABITACION Y HOTELES
 - CADA SALIDA DE ALUMBRADO = 125 W.
 - CADA CONTACTO = 180 W.
- + SIN IMPORTAR QUE SE INSTALEN LAMPARAS DE MENOS DE 125 WATTS O APARATOS DE MENOS DE 180 WATTS EN LOS CONTACTOS. +
- PARA EFECTOS DE ESTIMACION DE CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, PUEDE UTILIZARSE LA TABLA 201.2 a. 2)

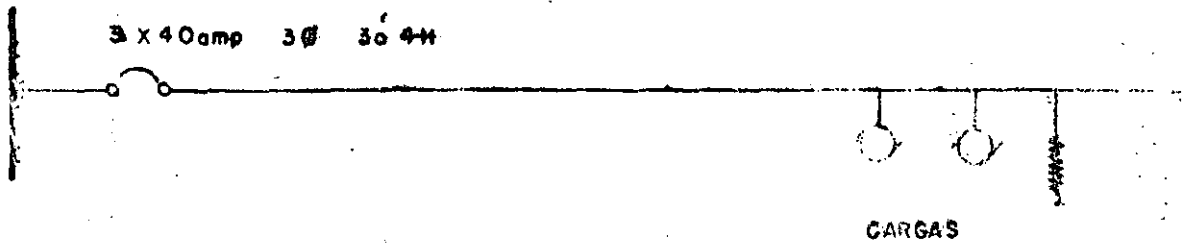
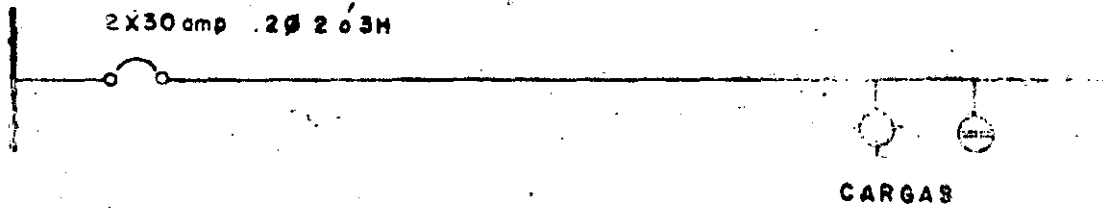
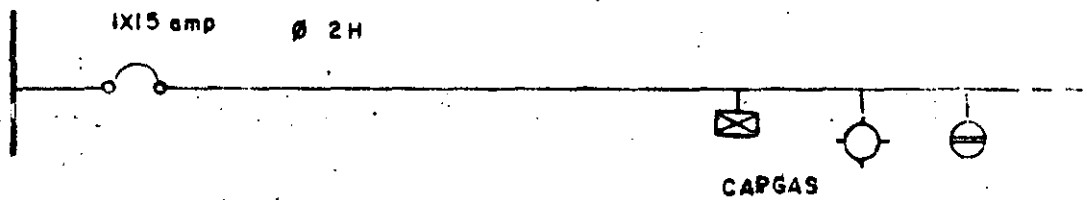
TIPO DE LOCAL	WATTS M ²
BODEGAS O ALMACENES	2.5
ESTACIONAMIENTOS	5
AUDITORIOS E IGLESIAS	10
CASAS HAB., CLUBES, CASINOS, Ed. IND., - ESCUELAS, HOSPITALES, HOTELES, RESTAU..	20
BANCOS, OFICINAS, TELQUERTAS, TIENDAS	30

CIRCUITOS DERIVADOS
CLASIFICACION (ART. 202-3)

Se clasifican de acuerdo con la capacidad ó ajuste de su protección contra sobre corriente.

Los que alimentan a varias cargas se clasifican en :
circuitos derivados de: 15, 20, 30, 40, y 50 amp.

EJEMPLOS



- DE 40 Y 50 A. - SIMILAR AL ANTERIOR, Y PARA ALIMENTAR APARATOS FIJOS, CUYA CAPACIDAD NO EXCEDA DEL 80% DE LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO.

NOTA. - LAS CARGAS INDIVIDUALES MAYORES DE 50 AMP., DEBEN ABASTECERSE CON CIRCUITOS DERIVADOS INDIVIDUALES.

- CONTACTOS DE PUESTA A TIERRA; LOS CIRCUITOS DERIVADOS DEBEN INCLUIR UN CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA O ESTAR ALOJADOS EN CANALIZACIONES METALICAS.

- CAIDA DE TENSION; NO MAYOR DEL 3%, Y SUMADO A LA DEL ALIMENTADOR, NO MAYOR DEL 5%.

- CALIBRE MINIMO; PARA CARGAS DEFINIDAS NO MENOR DEL No 14, Y PARA CARGAS INDEFINIDAS NO MENOR DEL No 12 AWG.

- PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE; EL DISPOSITIVO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON EL VALOR DE LA CORRIENTE PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES.

- USOS DE LOS CTOS. DERIVADOS;

• De 15 y 20 A . - CUALQUIER TIPO DE LOCAL, PARA ALIMENTAR UNIDADES DE ALUMBRADO Y FUERZA.

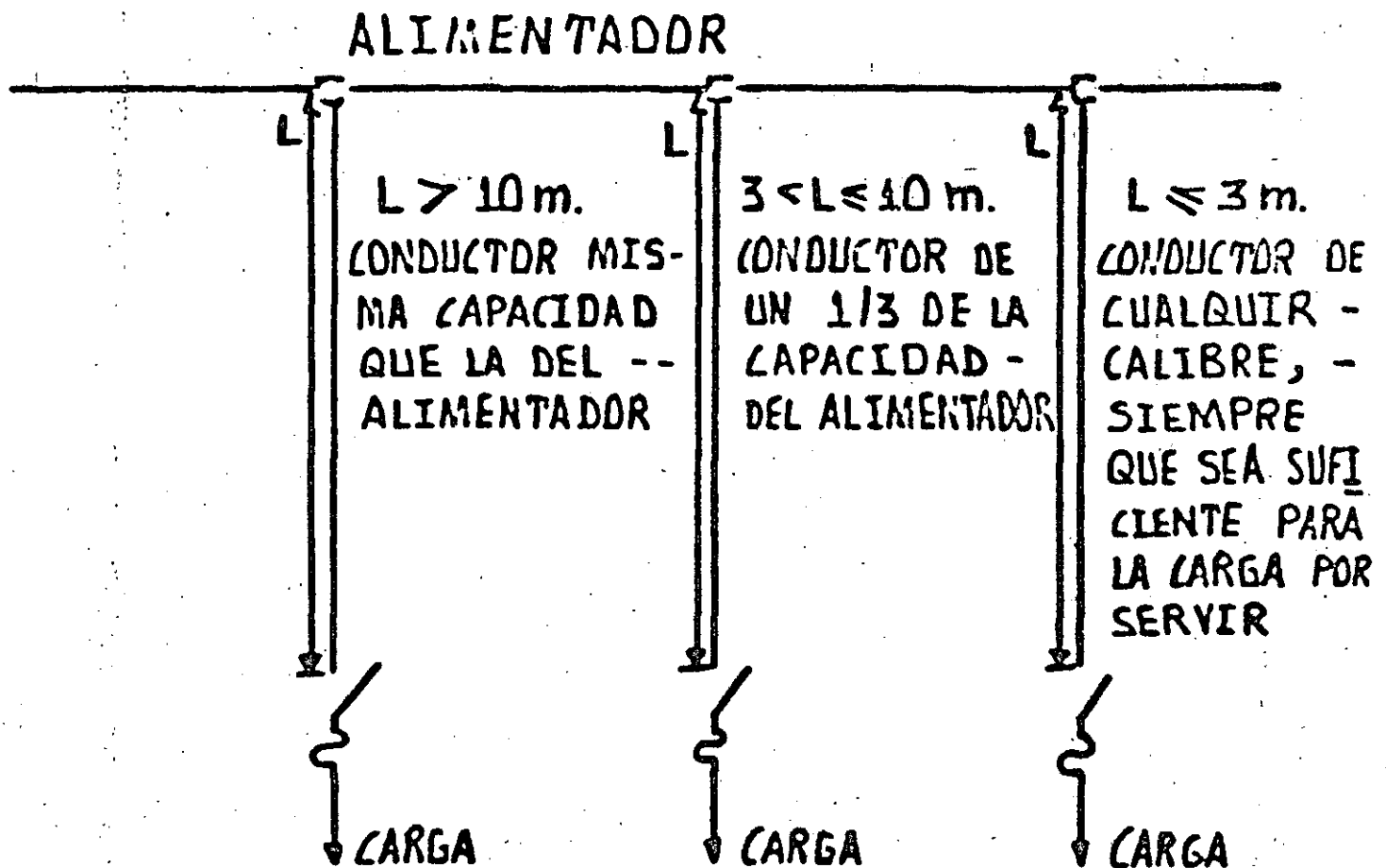
• De 30 A . - UNIDADES DE ALUMBRADO FIJAS, EN LOCALS QUE NO SEAN CASAS HABITACION.

CIRCUITO ALIMENTADOR

203.2 CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR: NO MENOR A LA CARGA POR SERVIR; FUERZA + ALUMBRADO + CONTACTOS + OTROS APARATOS O EQUIPOS + MAS AUMENTO FUTURO PREVISTO

CALIBRE NO MENOR DEL 10 AWG

203.7 DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR



LAS DERIVACIONES DEBEN TERMINAR SIEMPRE EN UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

El "cuadro" ó esquema que permite al ingeniero entender el sistema de distribución se conoce con el nombre de diagrama unifilar. se le llama "unifilar" debido a que en el todos los conductores de cada circuito se representan con una sola línea, independientemente de que se trate de un sistema monofásico ó de uno trifásico. Se usan diferentes simbolos en los diagramas unilaterales, los cuales identifican en forma especifica a los equipos eléctricos del sistema.

La línea que llega desde la fuente de energía termina en una mufa de donde pasa a un transformador a travez de un interruptor desconectador. del secundario del transformador, un interruptor deslizante alimenta a cuatro interruptores en aire tambien deslizantes, uno de los cuales es de reserva.

De la izquierda a la derecha el primer alimentador suministra energía a un centro de control para motores, en el cual se encuentran agrupados varios arrancadores magnéticos combinados. El segundo alimentador está conectado a dos tableros de alumbrado por medio de un ducto uno de dichos tableros, por medio de un interruptor fusible y, el otro, a traves de un interruptor fusible y un transformador.

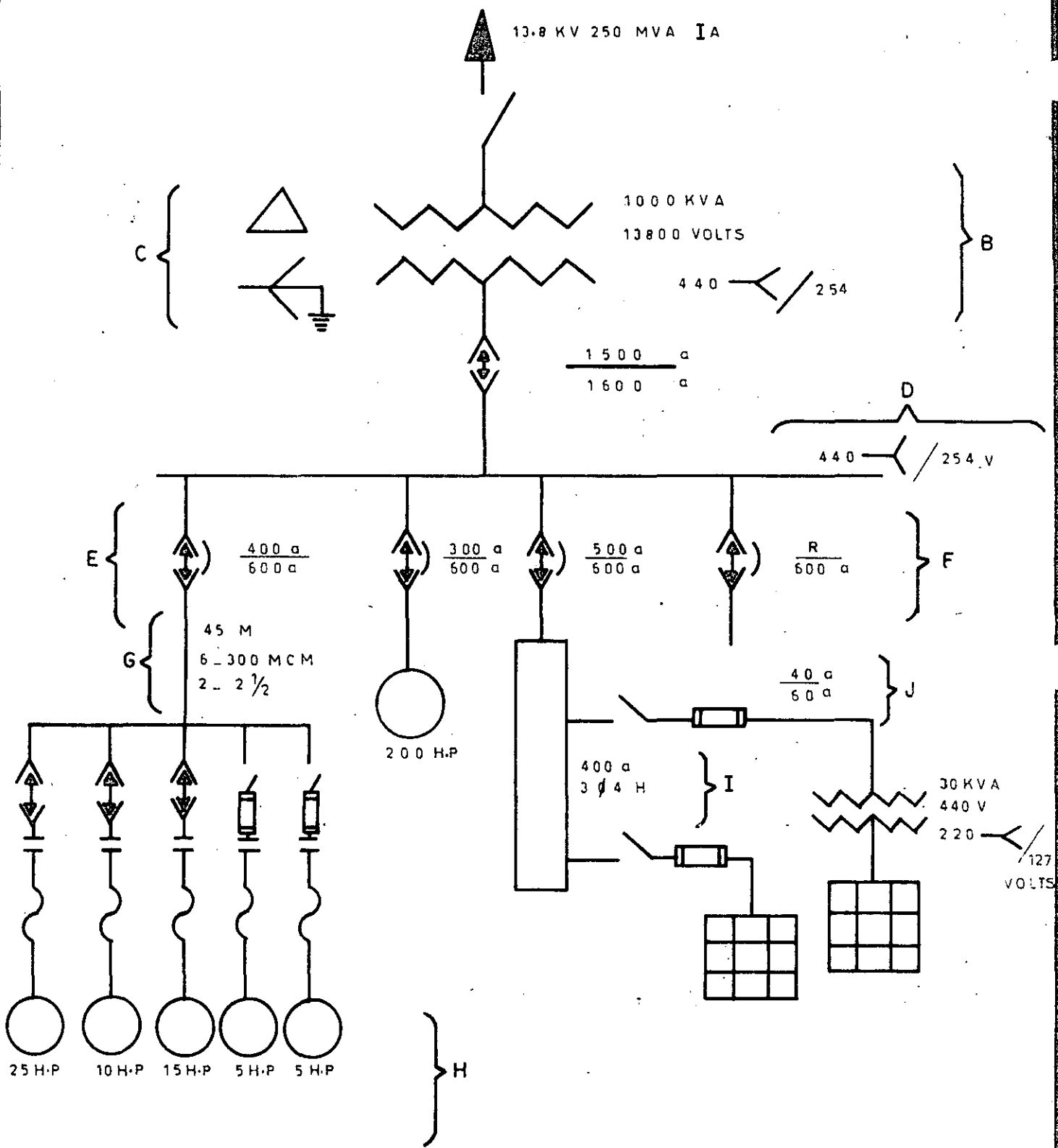


DIAGRAMA UNIFILAR

FIG. No 7

A.- Esta nota indica que el nivel de la tensión eléctrica de la fuente de energía es 13.8 KV (13,800 volts) y que al ocurrir un corto circuito firmemente entre las tres fases del alimentador de 13.8 KV, se presentará una energía de corto circuito con valor de 250Mva (250,000 KVA) disponible en el sistema de alimentación este valor corresponde a aproximadamente a 10,500 amperios en 13.8 KV. esta información determina la selección de los dispositivos de protección en ambos lados del transformador.

B.- Estas cifras definen las características del transformador siendo este de 1,000 KV; con primario de 13.8 KV. y secundario de 440 voltios entre líneas conectado en estrella y con 254 voltios entre línea y neutro.

C.- estos simbolos indican que el transformador está conectado en delta en el primario y estrella en el secundario, cuyo neutro esta conectado firmemente.

D.- Estas cifras identifican el nivel de tensión eléctrica del sistema

E.- Estas designaciones identifican la capacidad de los interruptores. la cifra 600, abajo de la línea, indica el tamaño del marco del interruptor y la cifra 400a, arriba de la línea, indica el valor de la corriente de disparo del elemento de operación.

Debido a que hay considerable superposición entre las características disponibles por corriente para los distintos tamaños nominales de interruptores en el mercado, ambas cifras se requieren para dar una descripción completa de los interruptores usados.

F.- Este es un interruptor de reserva, con un marco de 600 amperios, para el cual las bobinas de disparo no ha sido seleccionadas.

G.- Este es un alimentador que consiste en seis cables de 300 MCM, dos por fase, en dos conduits de 2. 1/2" el alimentador es de 45 mts. de largo .

H.- Indica las capacidades de los motores.

I.- Indica la capacidad del ducto, la cual es de 400 amperios, 3 fases, 4 hilos.

J.- Esta anotación de la capacidad del fusible (40Amps.) y la del interruptor es normalmente, la inmediata superior estandar con respecto al fusible, a menos de que pueda obtenerse un interruptor cuya capacidad sea la misma que la del fusible.

2.- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA FUERZA. CIRCUITOS ALIMENTADORES:

El Arrancador.

ARRANCADOR MAGNETICO

El arrancador magnético está formado por un contactor que permite abrir y cerrar respectivamente los circuitos, millones de operaciones en condiciones normales y anormales en caso de sobre corriente que no sobrepase el valor de corriente ó rotor bloqueado: 10 veces la corriente nominal.

Si al contactor se le adaptan portablemente y elementos térmicos de protección de sobre carga a fin de interrumpir ó abrir los contactos cuando la corriente del motor sobre pasa la nominal en el valor ajustado que protege al motor evitando se quemé, procediendo a verificar y corregir la anomalia que causa la sobrecarga.

El arrancador magnético puede ser accionado manualmente a través de una estación de botones dispositivo piloto; termostato, presostato, electronivel, etc. Así mismo mediante una protección de sobrecarga, bajo voltaje, alto voltaje, rele direccional, de falla de fase, protección de tierra, etc.

A fin de proteger el circuito el motor contra estos problemas.

Se puede clasificar:

- A.- Funcionamiento.- Manual, automático a tensión plena a voltaje reducido.
 - B.- Forma de extinguir el arco.- El aire, aceite, gas a presión ó en vacío.
 - C.- Finalidad.- De protección, seccional, selector de mando.
 - D.- Medio ambiente.- En tablero, en gabinete; a prueba de polvo, de agua, corrosión ó explosión.
- 1.- Arrancador a tensión plena.- Bajo condiciones apropiadas de carga, tamaño de motor, tensión, se puede utilizar para arrancar el motor.

El motor puede soportar una corriente de arranque de 800% y procedera a girar, pero hay que considerar los problemas que pueden causar a la máquina por accionar, si esta puede dañarse y causar disturbios en la línea en cuyo caso un arrancador a voltaje reducido será más adecuado y necesario. Por lo tanto no solo nos limita la capacidad del motor que sea mayor de 10 H.P., para considerarlo.

- 2.- Arrancadores manuales.- Adecuados para motores de hasta 7.5 H.P., 3 fases, que operan continuamente ó tienen pocas interrupciones.

No tienen protección de no voltaje y por lo tanto el sobrecalentamiento del motor por esta causa, no lo protegerá.

Así mismo las interrupciones del suministro de la energía por parte de la cía. de Luz al normalizarse: Arrancarán al motor y si es peligroso para el personal, reglamentar su operación ó evitarlo. Para ventiladores y equipos que conbiene que operen continuamente es ideal.

3.- Arrancadores a voltaje reducido:

- A) De resistencias .- Se tiene perdida de energía.
- B) Tipo autotransformador.- Limita la corriente en el arranque y da lugar a mayores pares de arranque (En estrella ó en delta abierta). Pudiendo ajustarse según el caso para reducir el voltaje en 80%, 65% ó 50%.
- C) Devanado de partido.- Para cargas ligeras: la aceleración es suave.
- D) Estrella diagonal delta.- Limitado, equivalente al 57% del tipo autotransformador y se proporciona un 33% del par de arranque.

4.- Elementos térmicos.- Que se utilizan para dar la protección de sobrecarga, se tienen varios tipos:

- A) De aleación que al sobrecalentarse y fundirse, mueve un engrane, que suelta el trinquete.
- B) Tipo de resistencia.
- C) Tipo bimetalico.- Directo ó indirecto.

Normalmente su ajuste máximo es de 125% de la corriente nominal del motor. Considerando que el motor está diseñado para un factor de servicio de 1.15 y una sobre elevación de temperatura de 40°C.

Para otro tipo de motores es recomendable ajustar los elementos térmicos a 115%.

Al seleccionar los elementos térmicos es de considerar el factor de potencia al cual opera y si se instala una capacidad para corregirlo al lado de la carga deberá tenerse cuidado que el factor de potencia no se aumente a más de la unidad conveniente 95% .

En el caso de arrancadores a voltaje reducido no deberan instalarse del lado de la carga por el peligro que presenta la viación de voltaje. Ver fig. no. 9.

FIGURA No. 9

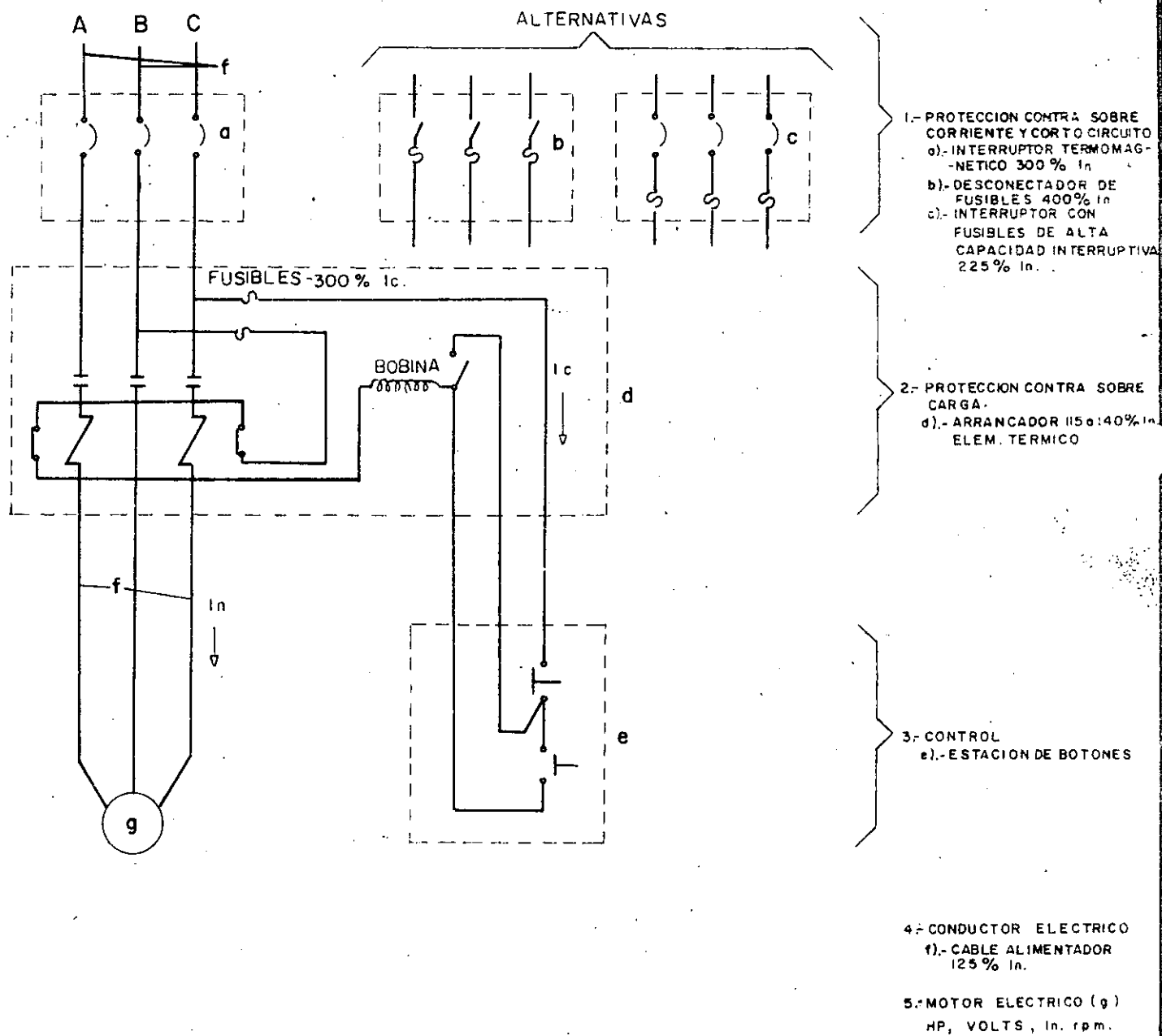


DIAGRAMA ELECTRICO
 PROTECCION DE UN MOTOR ELECTRICO.
 CORTOCIRCUITO - SOBRE CORRIENTE - SOBRECARGA.

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO
CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION COMPLETA

Ver la figura No. 10

Secuencia d- la operación.-

Sí apretamos el botón de arrancar (A), instantaneamente se cierra el contacto de sello (C.S.), se energiza la bobina (B), se cierran los contactos de la bobina (C.B.) quedando - el motor conectado a la línea.

El motor quedará protegido por:

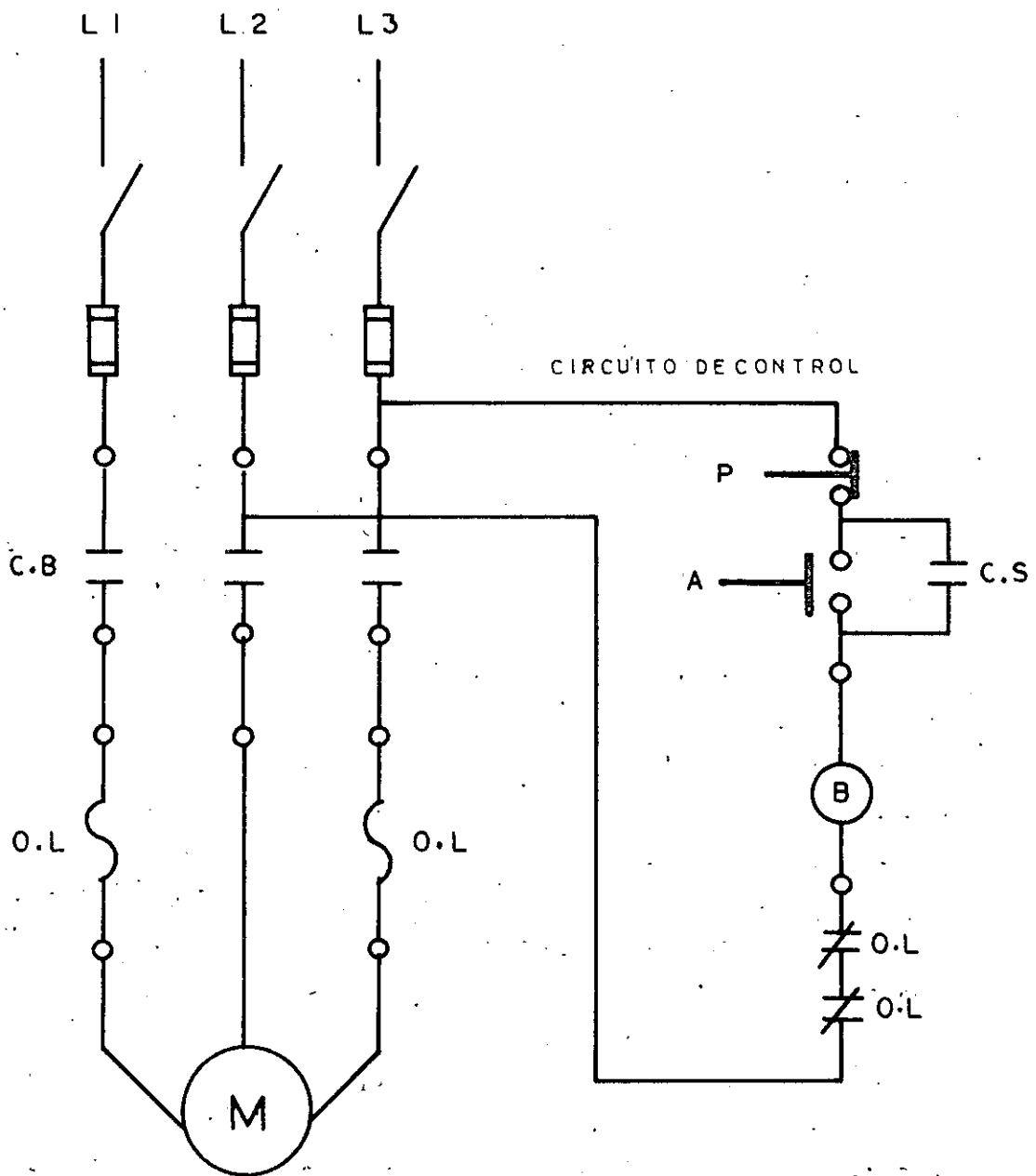
Elementos térmicos de los relevadores de sobrecarga -- (OVER LOAD) (OL).

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO
CON ARRANCADOR MAGENETICO A TENSION REDUCIDA

Ver la figura No. 11

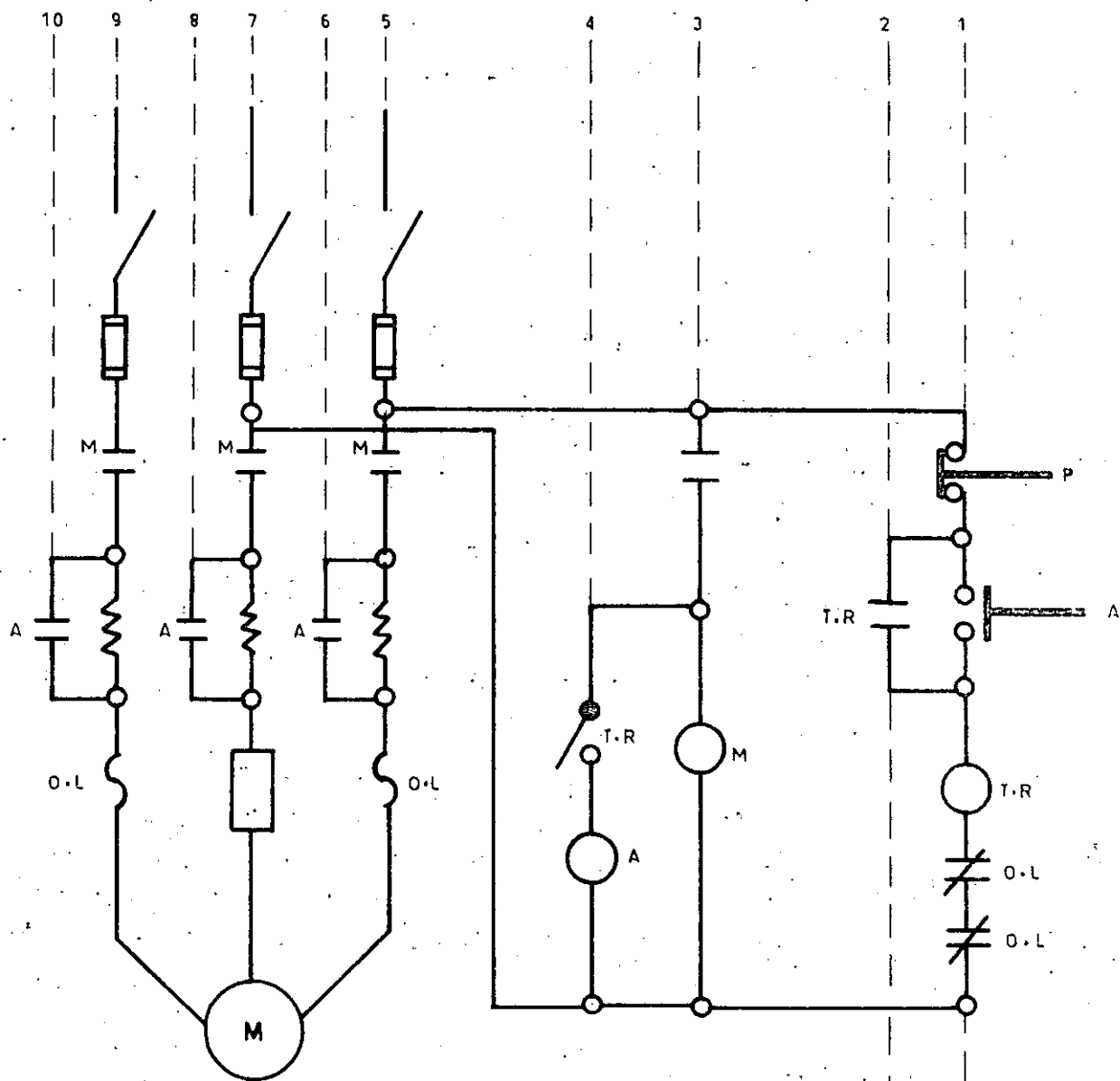
Secuencia de la operación.-

Al oprimir el botón de arranque, (A), se energiza la bobina (TR) en el eje 1, la cuál cierra los contactos instantaneos (TR) en los ejes 2,3, el contacto en 2 es de sello 6 en clave, el contacto en 3 energiza la bobina (M), la que -- cierra sus contactos en 5,7 y 9 quedando el motor alimentado a través de las resistencias, las que provocan una caída de tensión haciendo que el motor quede alimentado a tensión reducida. El mismo contacto en el eje 3 deja preparado el circuito para que el contacto (TR) en el eje 4 que es el contacto de tiempo retardado del relevador de tiempo, al cerrar -- energiza a la bobina (A) la que a su vez cierra sus contactos (A) en los ejes 6,8 y 10 quedando así el motor alimentado a la tensión de la línea.



ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION PLENA

FIG. No 10



ARRANCADOR MAGNETICO
A TENSION REDUCIDA

FIG. No II

APLICACION TIPICA DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES
ELECTRICAS

La familiarización y la comprensión cabal del reglamento de obras e instalaciones eléctricas, así como del "NATIONAL -- ELECTRICAL CODE" requiere mucho estudio de dichos documentos, el cuál está fuera del propósito de este curso. Sin embargo, - es conveniente tener un concepto general de la forma como -- estos reglamentos se aplican, por lo que el siguiente ejemplo se presenta con este propósito. Debe recordarse que ambos documentos contienen solamente las provisiones básicas y mínimas - que se consideran necesarias para operación de los sistemas y aparatos eléctricos con un grado de seguridad satisfactorio.

Supóngase que un cliente ha adquirido un motor de inducción de 20 caballos de potencia, el cuál deberá operar en 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos. Puesto que este motor deberá -- conectarse al sistema de distribución, deberán seleccionarse los conductores, la protección contra sobrecarga de motor y la protección para el circuito mismo.

En vista de que la selección apropiada de estos componentes es necesaria para proteger al personal de los riesgos que el uso de la electricidad presenta, el reglamento de obras e - instalaciones eléctricas así como el "NATIONAL ELECTRICAL CODE indican los requerimientos mínimos para el alambrado y la protección de este circuito.

1.) CARACTERISTICAS DEL MOTOR

El primer paso consiste en determinar ciertas características del motor, las cuales se encuentran en su placa de datos.

- A) Potencia del motor: 20 Cp.
- B) Tensión del motor: 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos.
- C) Diseño del motor: GE tipo K, diseño nema B, par de arranque normal, corriente de arranque normal.
- D) Corriente a plena carga: 25.8 amps.

2.) TIPO DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

El segundo paso incluye la determinación de los conductores que el cliente desea usar en el circuito. El cliente ha especificado en este caso lo siguiente:

- A) Tres conductores de cobre, con aislamiento termoplástico, - en tubo conduit.
- B) Temperatura ambiente máxima: 40°C.

3.) CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

- A) El artículo 11 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas trata sobre los conductores adecuados y las condiciones bajo las cuales van a ser usados. Por otro lado,

se especifica que "la corriente permisible en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante, no será menor de 125% de la corriente nominal a carga plena del motor."

Capacidad del circuito derivado = $1.25 \times 25.8 = 32.2$ amp.
(min).

- B) La tabla No. 2 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas muestra las capacidades de los conductores a una temperatura ambiente de 30°C. Para su uso en ambiente de 40°C, la continuación de la misma tabla muestra los factores de corrección para temperaturas mayores de 30°C, el cuál es de 0.82 para nuestro caso. Usando la columna No. 3 para conductores con aislamiento termoplástico seleccionamos un conductor de calibre No. 8 AWG.

Corriente permitida = $40 \text{ amp.} \times 0.82 = 32.8 \text{ amp.}$ (adecuado)

- C) Compruébese la caída de tensión en el alimentador cuando el motor opera a plena carga. En el artículo 6, inciso 2 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas, se especifica que, " la caída de voltaje desde la entrada del servicio hasta el último punto de la canalización correspondiente, - la carga no deberá ser mayor de 4% para cargas de aparatos y motores". Si la caída de tensión calculada resulta mayor de este valor, considerese un calibre más grande para los conductores.

4.) REGLAMENTO DE SOBRECARGA

El reglamento de obras e instalaciones eléctricas indica que "la capacidad ó el ajuste de este dispositivo (de sobrecorriente) no deberá ser mayor del 140% de la corriente nominal a plena carga "Sin embargo, este porcentaje indica la tolerancia máxima que puede aceptarse siendo normalmente aceptado por los fabricantes de los motores con 40°C, de sobre elevación de temperatura, que el dispositivo de sobrecarga no dispare a más de 125% de la corriente a plena carga del motor. Está misma cifra se menciona también en el nec, - artículo 430-32.

Capacidad de sobrecarga = $1.25 \times 25.8 = 32.2$ amps. (máximo).

5.) SELECCION DE LA PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE PARA UN ALIMENTADOR QUE SUMINISTRA A MOTORES.

A) A partir del reglamento de obras e instalaciones eléctricas especifica la forma en que debe protegerse los circuitos que alimentan a varios motores. La fracción que se refiere a la capacidad ó ajuste del dispositivo protector de sobre corriente del circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque; pero su capacidad ó ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del motor...

B) El código nacional eléctrico de los EE. UU. (NEC) es más estricto al respecto, aunque solo especifica la capacidad mínima y máxima del dispositivo de protección contra corto circuito permitiendo el diseñador la selección dentro de ambos límites de la capacidad requerida.

Capacidad mínima: El artículo 430-57, indica que, el interruptor... deberá tener una capacidad continua de 115% de la corriente nominal del motor a plena carga.

Capacidad mínima del interruptor = $25.8 \times 1.15 = 30$ amp.

Capacidad máxima: Puede obtenerse esta cifra de dos maneras: en la tabla 430-146, en la línea de 26 amps. y bajo la columna cuatro, la capacidad máxima del interruptor es de 70 amps. el otro modo es por medio de la tabla 430-152 del mismo nec. para motores con letra código F (La cual aplica los motores-tipo K), polifásicos, de inducción, con arranque a pleno voltaje, la capacidad máxima del interruptor es de 250% de la corriente a carga máxima ó la capacidad estandar inmediata superior.

$I_{max.} = 25.8 \times 2.5 = 65 \text{ amps.}$

Capacidad máxima del interruptor = 70 amps.

cualquiera de las capacidades normales en que se fabrican -- los interruptores es decir, 30, 40, 50, ó 70 amps., puede seleccionarse para esta aplicación de acuerdo con el nec. sin embargo, debido a que los interruptores termomagnéticos de caja moldeada son sensibles para temperatura ambiente y a que sus capacidades nominales son establecidas a una temperatura ambiente de 25°C , debe considerarse la temperatura ambiente a la cual el interruptor estará sometido y también los efectos de la caja ó cubierta dentro de la cual pueda hallarse instalado con objeto de evitar disparos innecesarios del interruptor.

Instalación eléctrica de motores

Ver fig. 8

Corriente a plena carga:

Es la corriente que consume un motor cuando está desarrollando su potencia nominal a la velocidad normal y por lo tanto influye las pérdidas mecánicas por fricción, las pérdidas magnéticas por histeresis y las pérdidas eléctricas en el cobre por efecto joule

A) Circuito derivado del motor.- Los conductores se calculan para un 25% de sobrecarga o sea para 1.25 veces la corriente a plena carga.

B) Protección del circuito derivado.- Los fusibles e interruptores automáticos para proteger el circuito derivado contra corto circuito debe resistir la corriente de arranque del motor que es varias veces la corriente a plena carga. Fusibles 300%.

Interruptor aut. 250%

C) Desconectador del motor.- Este sirve para desconectar el motor y su control, para revisiones ó reparaciones y debe abrirse después de que haya parado el motor.

Su capacidad se calcula tomando 1.15 veces la corriente a plena carga.

- D) Protección del motor contra sobre carga.- Los elementos térmicos de acción retardada se calculan para una sobre carga del 25% ó sea 1.25 veces la corriente a plena carga. Siendo de acción retardada resisten la corriente de arranque momentanea del motor.
- E) Control del motor.- Este aparato sirve para arrancar y parar el motor y generalmente incluye los elementos térmicos (D) para la protección del motor.
- G) Control remoto del motor.- El control (E) del motor puede operarse desde otros lugares por medio de una estación de botones (G) conectado por medio de los conductores (F).
- J) Control secundario.- Para motores con rotor devanado y anillos rozantes, el motor se controla por medio de un reostato que puede estar cerca ó lejos del motor, el cual sirve para arrancar y variar su velocidad.

INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES

ALIMENTADOR $I = 1.25 I_{p.c. \text{ MAYOR}} + \sum I_{p.c. \text{ OTROS MOTORES}}$

400 % I_n

300 % I_n

PROTECCION DEL ALIMENTADOR

PROTECCIONES DEL CIRCUITO DERIVADO
CONTRA C.C

$I =$ CORRIENTE DE ARRANQUE

300 %

250 %

$$I_n = I_{\text{ARRANQUE MAXIMO}}$$

$$+ \sum I_{p.c. \text{ DEMAS MOTORES}}$$

$I_{p.c.}$ = CORRIENTE A PLENACARGA DEL MOTOR

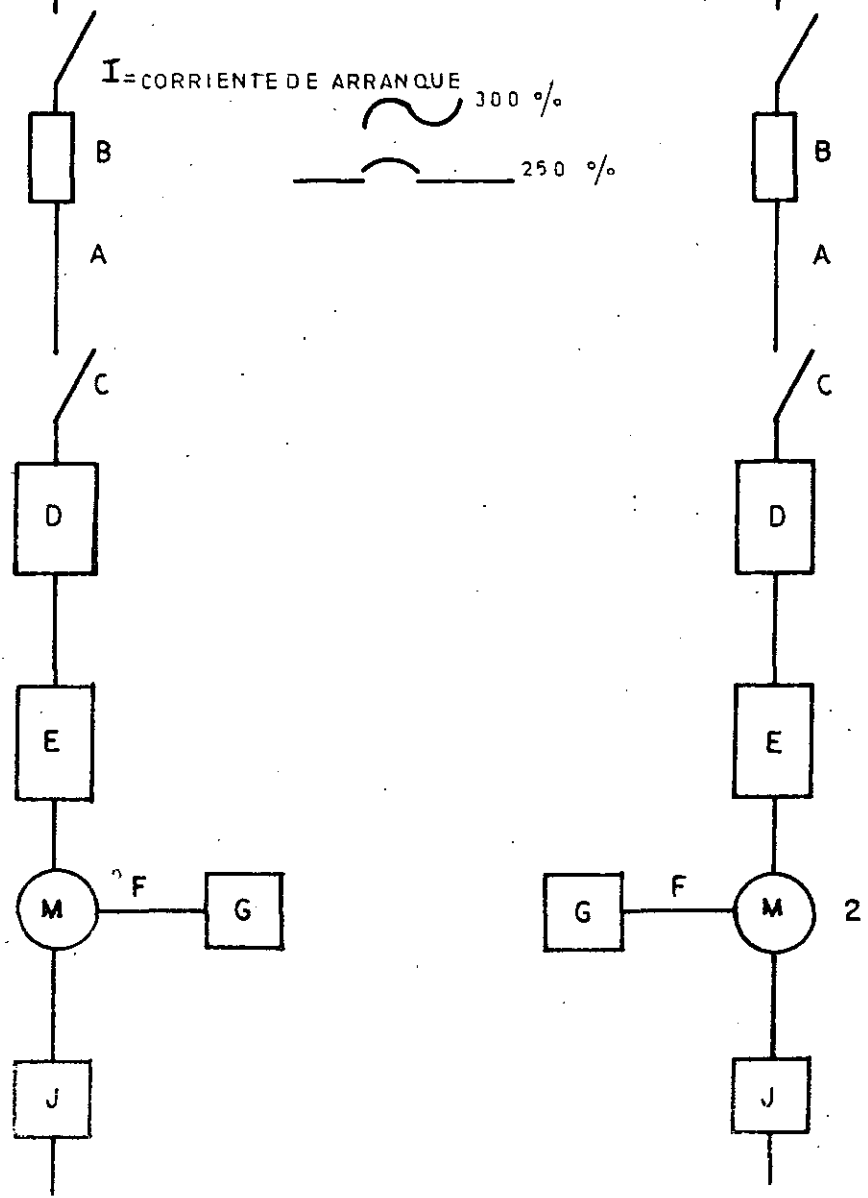
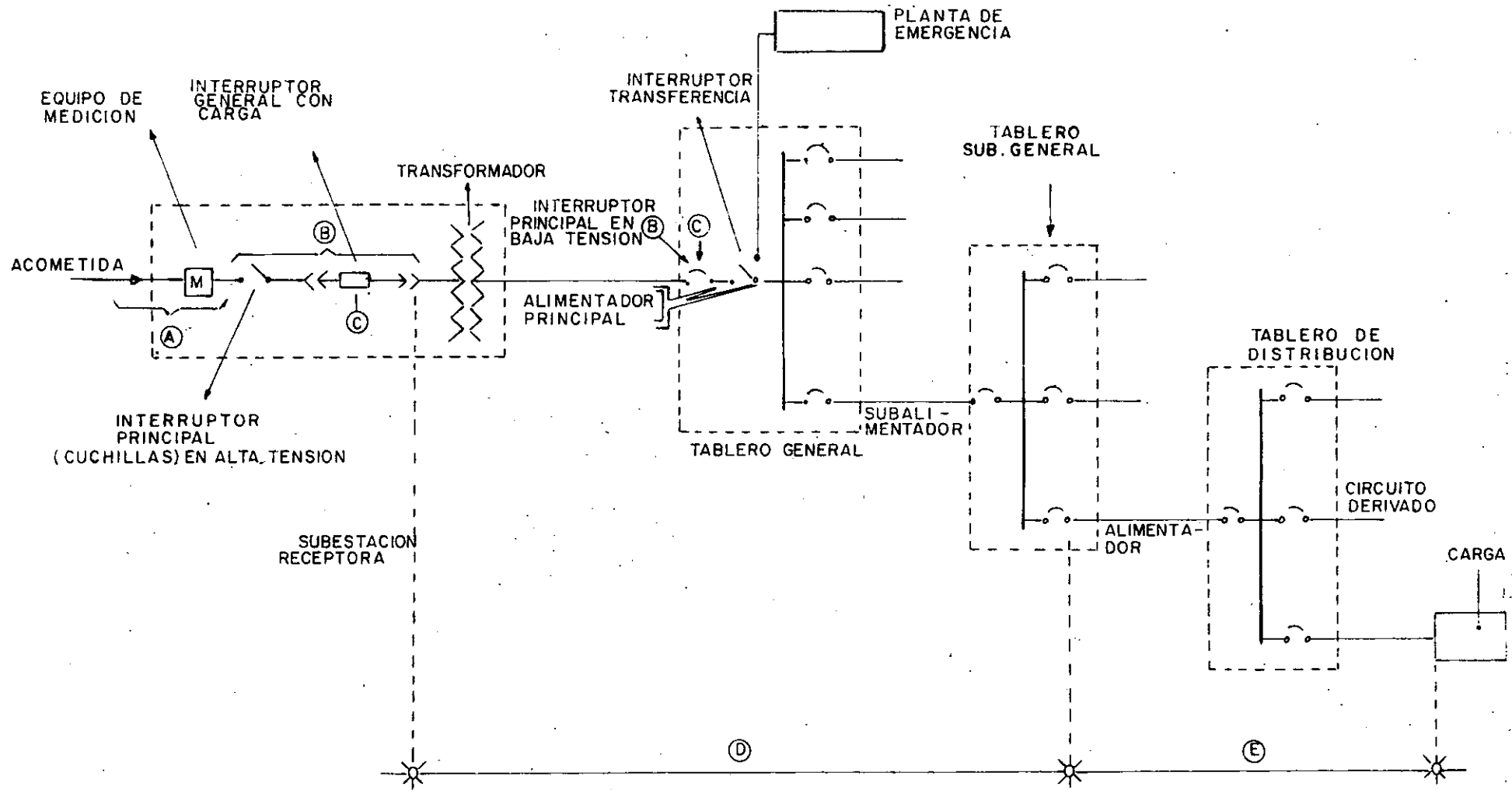


FIG. No 8



- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA .
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO.

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO.

A.- DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.-

LOS DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA ESTAN FORMADOS POR LAS "LINEAS DE SERVICIO", QUE SON LOS CONDUCTORES Y EL EQUIPO QUE SE USAN PARA EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA DESDE LAS LINEAS O EQUIPOS INMEDIATOS DEL SISTEMA GENERAL DE ABASTECIMIENTO, HASTA LOS MEDIOS PRINCIPALES DE DESCONEXION Y PROTECCION DE LA INSTALACION SERVIDA. QUEDAN PUES FORMADAS POR LA "ACOMETIDA" Y POR EL "EQUIPO DE MEDICION" DE LA CIA. DE LUZ.

B Y C.- DISPOSITIVOS DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL.

EL 2o Y 3er. ELEMENTO NORMALMENTE ESTAN INTEGRADOS EN UN SOLO DISPOSITIVO, TODA ENTRADA DE SERVICIO DEBE DE TENER UN DISPOSITIVO QUE PERMITA DESCONECTAR A TODOS LOS CONDUCTORES DE LA INSTALACION SERVIDA, ASI COMO UN MEDIO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.

D Y E.- SISTEMA DE DISTRIBUCION.

EL 4o. ELEMENTO, O SEA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION SE ACOSTUMBRA DIVIDIR EN PRIMARIO Y SECUNDARIO, DE ACUERDO CON LA CONDICION DE QUE EL VOLTAJE DE SUMINISTRO SE TRANSFORME O NO EN LA INSTALACION SERVIDA O **AUN** DE ACUERDO CON LOS DIFERENTES PASOS QUE SE PLAN EEN EN LA DISTRIBUCION. EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ESTÁ INTEGRADO POR:

CENTROS DE DISTRIBUCION.

Es el que alimenta, protege, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios.

Clasificación: De acuerdo con la tensión los tableros pueden ser de alta tensión y de baja tensión.

TABLEROS DE BAJA TENSION: Deben cumplir con el art. 25 de ROEI. y 75.

a) TABLEROS PRINCIPALES:

Tienen por objeto alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica dentro del area, donde se genere ó utilice.

Cuando un tablero este mejor diseñado a los usos a que se destine, se obtendrá un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, permitiendo economias es su consumo, continuidad en el servicio, protección a las personas y propiedad, a un costo mínimo del propio tablero.

Un tablero puede ser pequeño, para ser usado en una casa habitación, con capacidad de unos 1000 watts, ó bien, puede ocupar una area de varios metros cuadrados para grandes instalaciones industriales, donde se manejen muchos millones de watts.

Un tablero puede estar formado por una sección ó varias para facilitar su transporte y montaje, pero una vez unidas formaran un solo conjunto.

a.1) Componentes de un tablero.

- Los gabinetes son cajas metalicas o blindaje que tienen por objeto: montar el equipo eléctrico, de conexión, desconexión, medición y control; conectar interiormente ese equipo; protegerlo de la intemperie, del polvo ó de golpes; proteger las personas y a la propiedad de descargas eléctricas accidentales.

Los gabinetes se clasifican en dos tipos según la rudeza a que se sometan exteriormente.

TIPO INTERIOR: Son los tableros colocados en el interior de un edificio, bajo cubierta, sin que se vean afectados por la lluvia, la humedad, ó cualesquiera otros agentes físicos que los perjudiquen. Se fabrican con lamina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

TIPO EXTERIOR O INTEMPERIE: Para ser montados a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuestos a la lluvia, al sol, al polvo y a golpes ocasionales. Se fabrican con lamina gruesa, de 3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empaques de hule y sin dejar expuestos los aparatos.

- Barras. Las barras son los elementos de conexión entre el interruptor principal ó general y los derivados. En sistemas trifásicos se compone de tres barras, rectangulares de cobre electrolítico, con una conductividad eléctrica mínima de 99%. Las barras se calculan para una elevación de temperatura, a plena carga, de 30°C, sobre el ambiente de 40°C -- máximo.

Además de las barras principales, que van aisladas, a lo largo del tablero, en la parte inferior, se coloca otra barra de tierra, firmemente unida sin aislamientos, a los gabinetes.

Esta barra tiene por objeto, evitar poner en peligro de un choque eléctrico al operar que toque un gabinete cuando haya una falla de aislamiento. El tamaño de las barras y su número por cada polo se indican a continuación:

CAPACIDAD MAXIMA AMPS.	DIMENSIONES EN		NUM. DE BARRAS EN PARALELO
	MM.	PULG.	
200	6.3x25.4	1/4x1	1
400	6.3x38.0	1/4x1 1/2	1
600	6.3x50.8	1/4x2	1
800	6.3x50.8	1/4x2	1
1200	6.3x76.0	1/4x3	1
1600	6.3x101.6	1/4x4	1
2000	6.3x76.0	1/4x3	2
3000	12.6x76.0	1/2x3	2
4000	12.6x101.6	1/2x4	2

INTERRUPTORES: Los interruptores son la parte principal de un tablero. De la calidad y de su correcta aplicación depende la bondad del tablero. En México hay tres tipos de interruptores, que han ganado la aceptación de los usuarios: el termomagnético en caja de plástico; el electromagnético, y el de navajas con fusibles de alta capacidad interruptiva. Los interruptores termomagnéticos son los más prácticos por el pequeño espacio que ocupan, por poderse acomodar y conectar uno al lado del otro, y por ser económicos dentro de su funcionamiento seguro y eficiente. Se fabrican de 1 a 3 polos hasta 100 A. y de 2 y 3 polos hasta 2500A. Universalmente se usan ocho interruptores derivados y en muchos casos, cuando la selectividad de disparo del interruptor, no es factor muy importante, se usan como interruptores principales ó generales.

Los interruptores electromagnéticos son más robustos, capaces de un número mayor de operaciones sin reparaciones y susceptibles de ajuste del tiempo de apertura para permitir que en sobrecargas severas ó cortos circuitos se abran primero los interruptores derivados que alimentan el circuito donde exista la falla. Estos

Interruptores son muchos más caros que los termomagnéticos. Y se fabrican hasta capacidades de 6000 amps. y 100000 amps. así métricos.

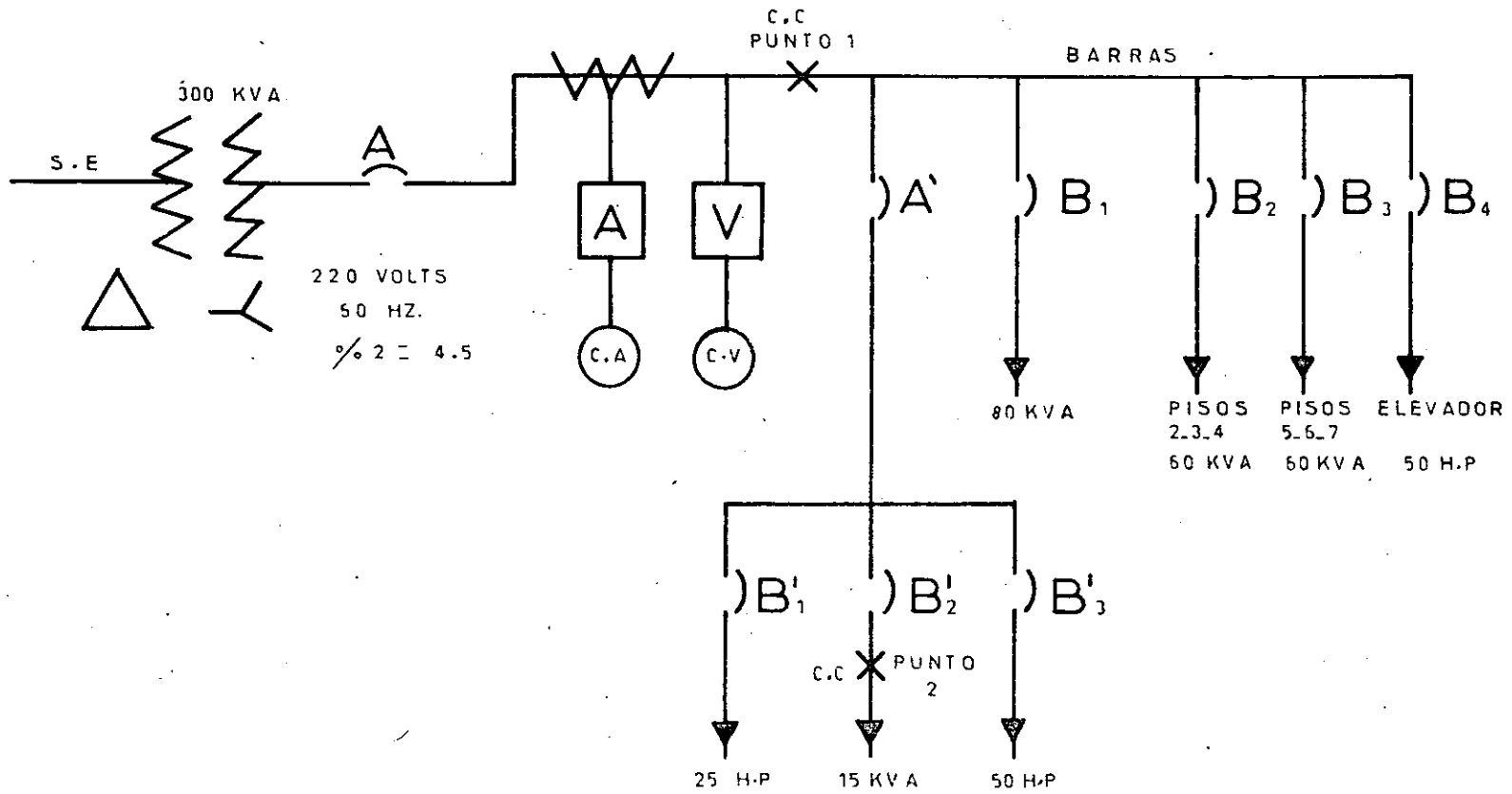
Los interruptores confusibles de alta capacidad interruptiva son económicos, pueden abrir corto circuitos de 200,000A., pero tienen la desventaja de no poder discriminar el circuito de falla, sin embargo, resuelven algunos casos, cuando los interruptores se colocan ó derivan de fuentes ó bloques de gran capacidad.

INSTRUMENTOS: Un tablero, para llenar su función, basta con tener los componentes descritos anteriormente: gabinetes, barras e interruptores. Sin embargo algunas veces para un mejor control ó mantenimiento cuando las instalaciones son importantes ó que genera la electricidad, conviene medir las características principales de energía eléctrica.

Los instrumentos industriales necesitan para su conexión dispositivos auxiliares. Generalmente en tensiones hasta 240 V. son -- para conexión directa, pero para 440 V., son necesarios transformadores de potencial (T. P.). Cuando las corrientes exceden de 50 A., se usan transformadores de corriente (T. C.). Cuando es necesario, con un solo instrumento, medir los tres aspectos que tiene un sistema trifásico se usan conmutadores (CM) aplicables para los ampérmetros y los vóltmetro.

Ampérmetros, vóltmetro, wattmetro, vármetro, frecuencímetro, -- medidor ó wattrímetro.

DIAGRAMA UNIFILAR DE UN TABLERO



Diseño de un tablero principal

- a).- Haga un diagrama unifilar, con los componentes del tablero según las necesidades eléctricas del edificio.
- b).- Cálculense las capacidades normales en amperes del interruptor general y de los derivados.
- c).- Cálculense el corto circuito aproximado en el punto uno de la figura.

$$I_{cc} = \frac{I_n(\text{transformador}) \times 100}{\% Z}$$

$$I_n = \frac{KVA \times 1000}{1.73 \times 220} = \frac{300 \times 1000}{1.73 \times 220} = 790 \text{ amps.}$$

$$I_{cc} = \frac{790 \times 100}{4.5} = 17600 \text{ amps. de capacidad interruptiva.}$$

- d).- Calcular el corto circuito en el punto 2; aun es más desfavorable pues contribuyen a aumentar el corto circuito los motores que juntos suman 125 H.P. (310 amps), que con una imperancia del 20% darian:

$$I_{cc} = \frac{310 \times 100}{20} = 1550 \text{ amps.}$$

El corto circuito total para el punto dos será de:

$$I_{cct} = 17,600 + 1550 = 19150 \text{ amps.}$$

- e).- Los interruptores seleccionados serán:

INTERRUPTOR	CORR. NORMAL	TIPO	C.I. 240 V.	C.I. CALCULADA
A	1,000	NM.	42,000	17,600
A	300	NJN	42,000	17,600
B	225	NFJ	25,000	17,600
B1	175	NFJ	25,000	17,600
B2	175	NFJ	25,000	17,600
B3	175	NFJ	25,000	17,600
B4	200	NFJ	25,000	17,600
B' 1	200	NFJ	25,000	19,150
B' 2	50	NEF	18,000	19,150
B' 3	300	NJL	42,000	19,150

<u>INTERRUPTOR</u>	<u>CARGA</u>	<u>AMPS. NORMALES</u>	<u>CALEFACCION AMPERES.</u>
A	300KVA	$\frac{300 \times 100}{1.73 \times 220} = 790$ $790 \times 1.25 = 987.5$	1000 amps.
A'	15.0 KVA		
	25 HP = $\frac{25 \times 0.746}{\cos \phi} =$	23.4 KVA	
	50 HP = $\frac{50 \times 0.746}{\cos \phi} =$	46.8 KVA	
	25% x 46.8 =	11.7 KVA	
	SUMA	96.9 KVA	$\frac{96.9 \times 1000}{1.73 \times 220} = 254$ 300 amps.
B ₁	80 KVA.	$\frac{80 \times 1000}{1.73 \times 220} = 216$	225 amps.
B ₂	60 KVA.	$\frac{60 \times 1000}{1.73 \times 220} = 158$	175 amps.
B ₃	60 KVA.	" " = 158	175 amps.
B ₄	Motor devanado. 50 HP.	Ver tabla	200 amps
B' ₁	Motor jaula de ardilla 25 HP T.C.	Ver tabla	200 amps.
B' ₂	15 KVA.	$\frac{15 \times 1000}{1.73 \times 220} = 39.5$	50 amps.
B' ₃	Motor jaula de ardilla 50 HP T.R.	Ver tabl:	300 amps.

En la tabla, se da la calibracion aproximada para diferentes motores trifásicos. Se supone para un motor al que se le aplica directamente la tension de la linea que este toma un 250% de la corriente normal. Con un arrancador a tension reducida (TR) toma 200% de la tension normal. Por último, para un motor con rotor devanado, con arrancador de resistencias se tendrá solo un corriente 150% de

b) TABLEROS SECUNDARIOS.

Los circuitos derivados necesitan una proteccion en su iniciación. Cuando salen varios circuitos de un mismo punto, al conjunto de elementos de proteccion se le llama "tablero".

Normas generales para la seleccion de un tablero de circuitos de circuitos derivados.

- 1.- No debe darse distribucion a mas de 42 circuitos derivados (a un hilo de corriente) a partir de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre el tablero de circuitos derivados y la primera salida es de 30 mts.
- 3.- Todos los tableros de circuitos derivados deberan instalarse en sitios de acceso facil.
- 4.- Los tableros de circuitos derivados deberan instalarse tan cercanos como sea posible a los centros de carga que les corresponden.
- 5.- Si se desea interrumpir un circuito derivado desde su tablero, debera usarse un interruptor de cuchillos provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localizacion de los tableros de circuitos derivados, debera considerarse la menor longitud posible de los alimentadores y que estos tengan el minimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente minima de las barras alimentadoras de los tableros de circuitos derivados, debera ser igual o mayor a la minima requerida por los cables alimentadores para abastecer la carga.

- 8.- Un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos que se alimente con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su lado de abastecimiento con dispositivos de protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder de 200 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez que se hayan seleccionado los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de sus tableros deberá hacerse en planos y especificaciones una tabulación que indique: la designación de cada tablero, su localización, número y capacidad de los circuitos derivados, con indicaciones de su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.

Los tableros de distribución tienen tres usos:

- 1) Distribuir la energía a los circuitos derivados
- 2) Proteger las líneas de los circuitos derivados, ya que al interconectar en ellos los cables de los alimentadores que generalmente llevan la energía para una zona amplia y que por lo mismo son de sección considerable, con los conductores de los circuitos derivados, lógicamente de menor sección, es necesario proteger contra sobrecorriente a estos últimos. Esta

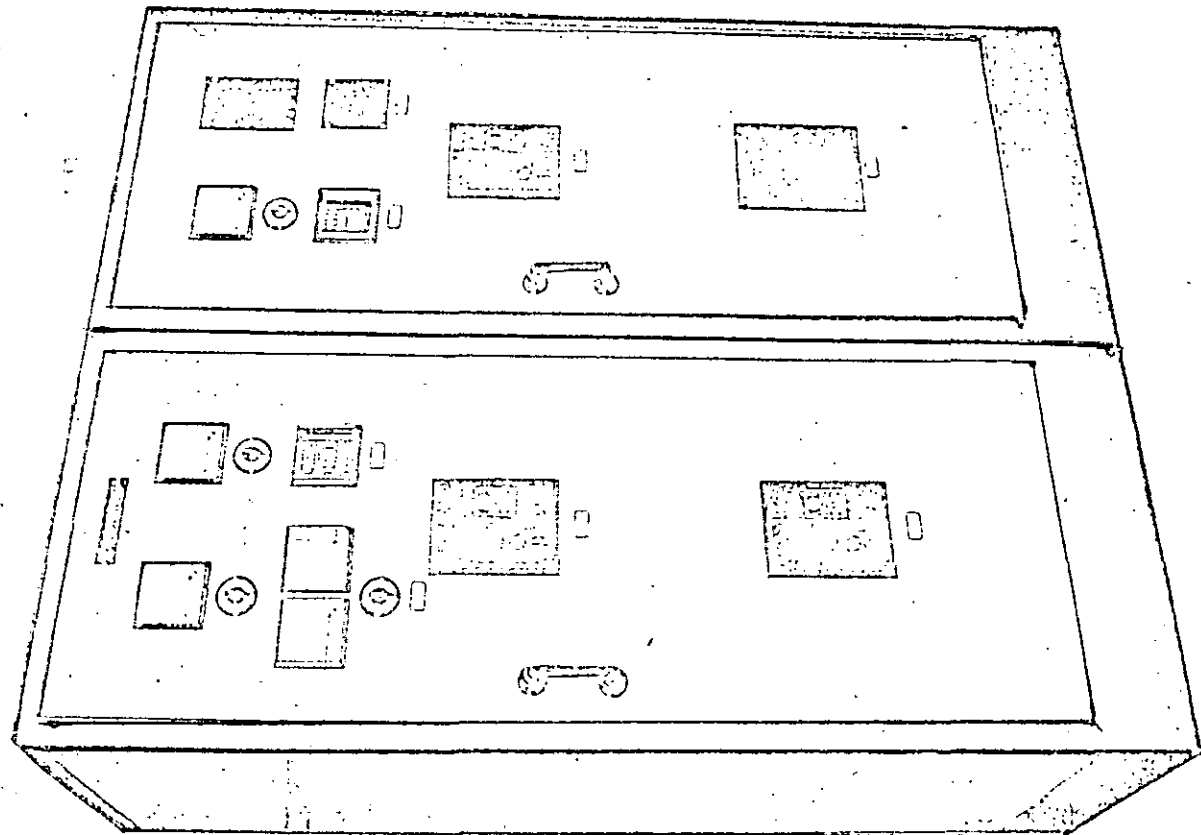
proteccion se provee con los interruptores automaticos "breakers" que se instalan en los tableros, o aun con los fusibles.

- 3) El tercer fin de los tableros de distribucion, sobre todo en instalaciones de lugares publicos, es el control. Los interruptores de los tableros se pueden usar para controlar y poner en operacion la instalacion electrica. Es conveniente en este caso que la especificacion se cuide mediante interruptores de mayor resistencia para el uso constante. tambien en este caso los tableros pueden contar con un interruptor principal que permita la desconexion total de la zona servida.

TABLA No. 8 APLICACION DE INTERRUPTORES EN MOTORES

A TIPO JAULA DE ARDILLA, ARRANQUE A T.C.
 B " " " " " " " " " " " T.R.
 C " DEVANADO, ARRANQUE A T.R.

H.P.	VOLTS.	AMPERES	Calibración del interruptor en amperes		
			A	B	C
1 1/2	200	5.0	15	15	15
	440	2.5	15	15	15
2	220	6.5	15	15	15
	440	3.3	15	15	15
3	220	9.0	20	20	15
	440	4.5	15	15	15
5	220	15.0	40	30	20
	440	7.5	20	15	15
7 1/2	220	22	50	40	30
	440	11	30	20	15
10	220	27	70	50	40
	440	14	40	30	20
15	220	40	100	80	70
	440	20	50	50	30
20	220	52	125	100	100
	440	26	70	50	50
25	220	64	200	125	100
	440	32	100	70	50
30	220	76	200	150	125
	440	39	100	100	70
40	220	104	225	200	150
	440	52	125	100	70
50	220	125	300	225	200
	440	63	150	125	100
60	220	150	400	300	225
	440	75	200	150	125
75	220	185	500	400	300
	440	93	250	200	150
100	220	246	600	500	450
	440	123	300	225	200
125	220	310	800	600	500
	440	155	400	300	225
150	220	360	1000	800	500
	440	180	500	400	295
200	220	480	1200	1000	800
	440	240	600	500	400



GABINETE

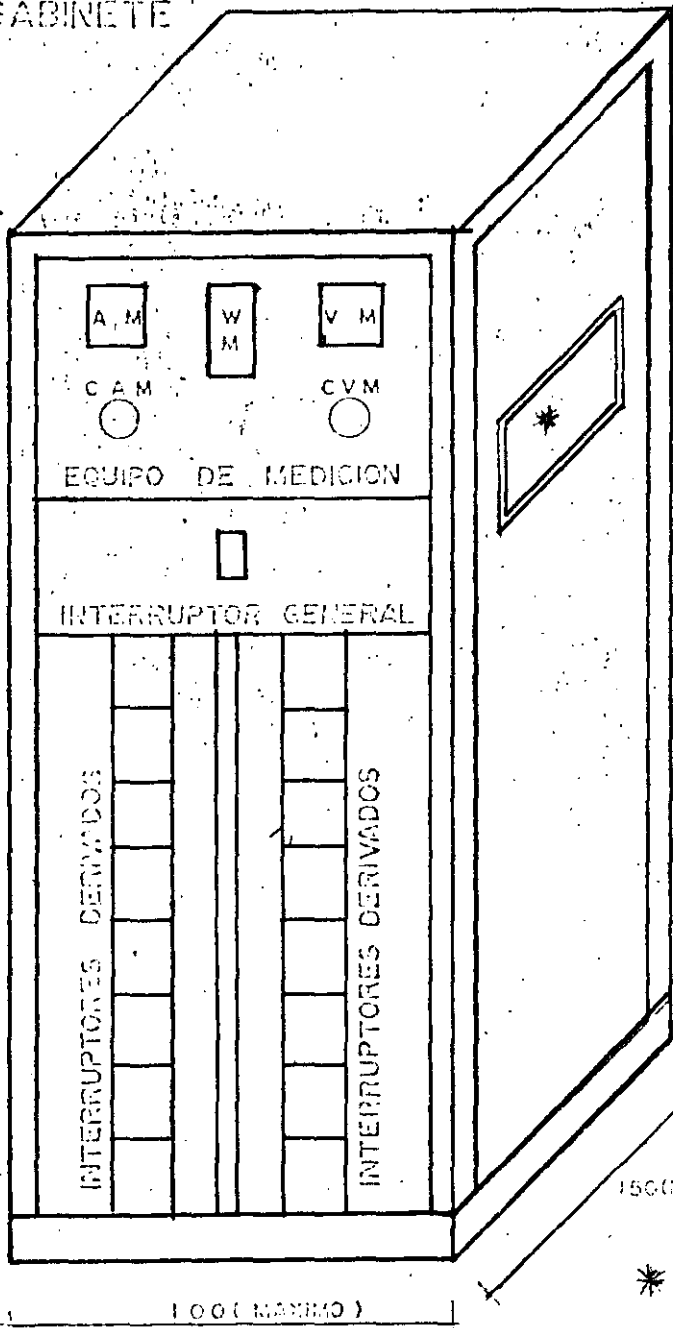
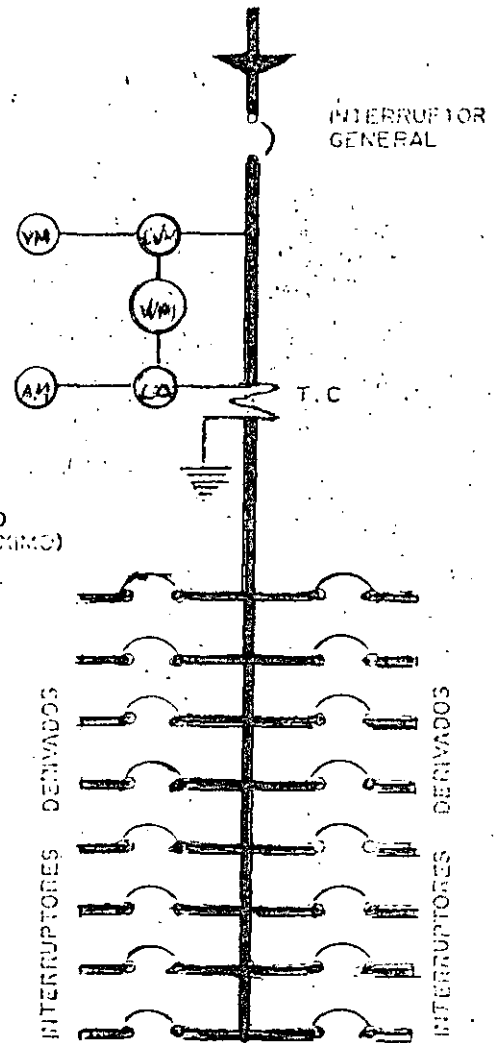


DIAGRAMA UNIFILAR



* GARGANTA DE ACOPLAMIENTO PARA CUANDO EL TABLERO VA ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA TOLVA DEL TRANSFORMADOR.

CLAVE

- VM — VOLMETRO
- CVM — COMUTADOR DE FASES PARA VOLMETRO
- WM — WATTMETRO (PUEDE SER TAMBIEN CUALQUIER OTRO APARATO O APARATOS DE MEDICION INDICADOR O INTEGRADOR)
- AM — AMPERMETRO
- CAM — COMUTADOR DE FASES PARA AMPERMETRO
- T.C. — TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- INTERRUPTOR

SUBESTACIONES UNITARIAS

Transformador tri-fásico en KVA y porcentaje de impedancia	Corriente de corto circuito máxima en KVA disponible del sistema primario	Corriente normal de plena carga en amperes	Corriente total de corto circuito RMS amperes simétricos			Tamaño mínimo de interruptor electromagnético recomendado						
			Transformador solo	100% carga de motores	Combinado	Sistema de plena capacidad F		Sistema cascada		Sistema selectivo		
						M	F	M	CT	M S	F	S

240 VOLTS-3 FASES

KVA (14.5%)	50,000	722	14,300	2900	17,200	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		15,100		18,000							
	150,000		15,400		18,300							
	250,000		15,700		18,600							
	500,000		15,900		18,800							
	Ilimitado		16,100		19,000							
500 (15.7%)	50,000	1203	20,100	4800	24,500	Marco 1600A	225A 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	225A 600A 600A 600A 600A 600A	Marco 1600A
	100,000		21,900		26,700							
	150,000		22,600		27,400							
	250,000		23,100		27,900							
	500,000		23,600		28,400							
	Ilimitado		24,100		28,900							
750 (15.75%)	50,000	1804	24,900	7200	32,100	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 3000A	Marco 225A	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		27,800		35,000							
	150,000		28,900		36,100							
	250,000		29,800		37,000							
	500,000		30,600		37,800							
	Ilimitado		31,400		38,600							
1500 (15.75%)	50,000	2406	31,100	9600	43,700	Marco 3000A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 3000A	225A 225A 225A 225A 600A 600A	Marco 3000A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 1600A
	100,000		35,700		45,300							
	150,000		37,500		47,100							
	250,000		39,100		48,700							
	500,000		40,500		50,100							
	Ilimitado		41,900		51,500							
1500 (15.75%)	50,000	3609	41,300	14400	55,700	Marco 4000A	1600A 1600A 3000A 3000A 3000A 3000A	Marco 4000A	Marco 600A	Marco 4000A	1600A 1600A 3000A 3000A 3000A 3000A	Marco 4000A
	100,000		49,800		64,200							
	150,000		53,500		67,900							
	250,000		56,900		71,300							
	500,000		59,700		74,100							
	Ilimitado		62,600		77,200							

480 VOLTS-3 FASES

300 (14.5%)	50,000	361	7,200	1400	8,600	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 225A
	100,000		7,600		9,000							
	150,000		7,800		9,200							
	250,000		7,800		9,240							
	500,000		7,900		9,400							
	Ilimitado		8,000		9,450							
500 (15.7%)	50,000	601	10,000	2400	12,400	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	225A 225A 225A 600A 600A 600A
	100,000		10,900		13,300							
	150,000		11,300		13,700							
	250,000		11,600		14,000							
	500,000		11,800		14,200							
	Ilimitado		12,000		14,400							
750 (15.75%)	50,000	902	12,500	3600	16,100	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		13,900		17,500							
	150,000		14,400		18,000							
	250,000		14,900		18,500							
	500,000		15,300		18,900							
	Ilimitado		15,700		19,300							
1000 (15.75%)	50,000	1203	15,500	4800	20,300	Marco 1600A	225A 600A 600A 600A 600A 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	225A 600A 600A 600A 600A 600A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A 1600A
	100,000		17,800		22,600							
	150,000		18,800		23,600							
	250,000		19,600		24,400							
	500,000		20,200		25,000							
	Ilimitado		20,900		25,700							
1500 (15.75%)	50,000	1804	20,600	7200	27,800	Marco 3000A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 1600A
	100,000		24,900		32,100							
	150,000		26,700		33,900							
	250,000		28,400		35,600							
	500,000		29,800		37,000							
	Ilimitado		31,400		38,600							
2000 (15.75%)	50,000	2406	24,700	9600	34,300	Marco 3000A	1600A 1600A 1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 3000A	225A 225A 600A 600A 600A 600A	Marco 3000A	1600A 1600A 1600A 1600A 1600A 1600A	1600A 1600A 3000A 3000A 3000A 3000A
	100,000		31,100		40,700							
	150,000		34,000		43,600							
	250,000		36,700		46,300							
	500,000		39,100		48,700							
	Ilimitado		41,500		51,500							

DEBEN SER INTS. DE OPERACION ELECTRICA.

BARRA DE TIERRA

CIRCUITO DERIVADO

INTERRUPTORES DE PROTECCION

INTERRUPTOR PRINCIPAL

FASE 1

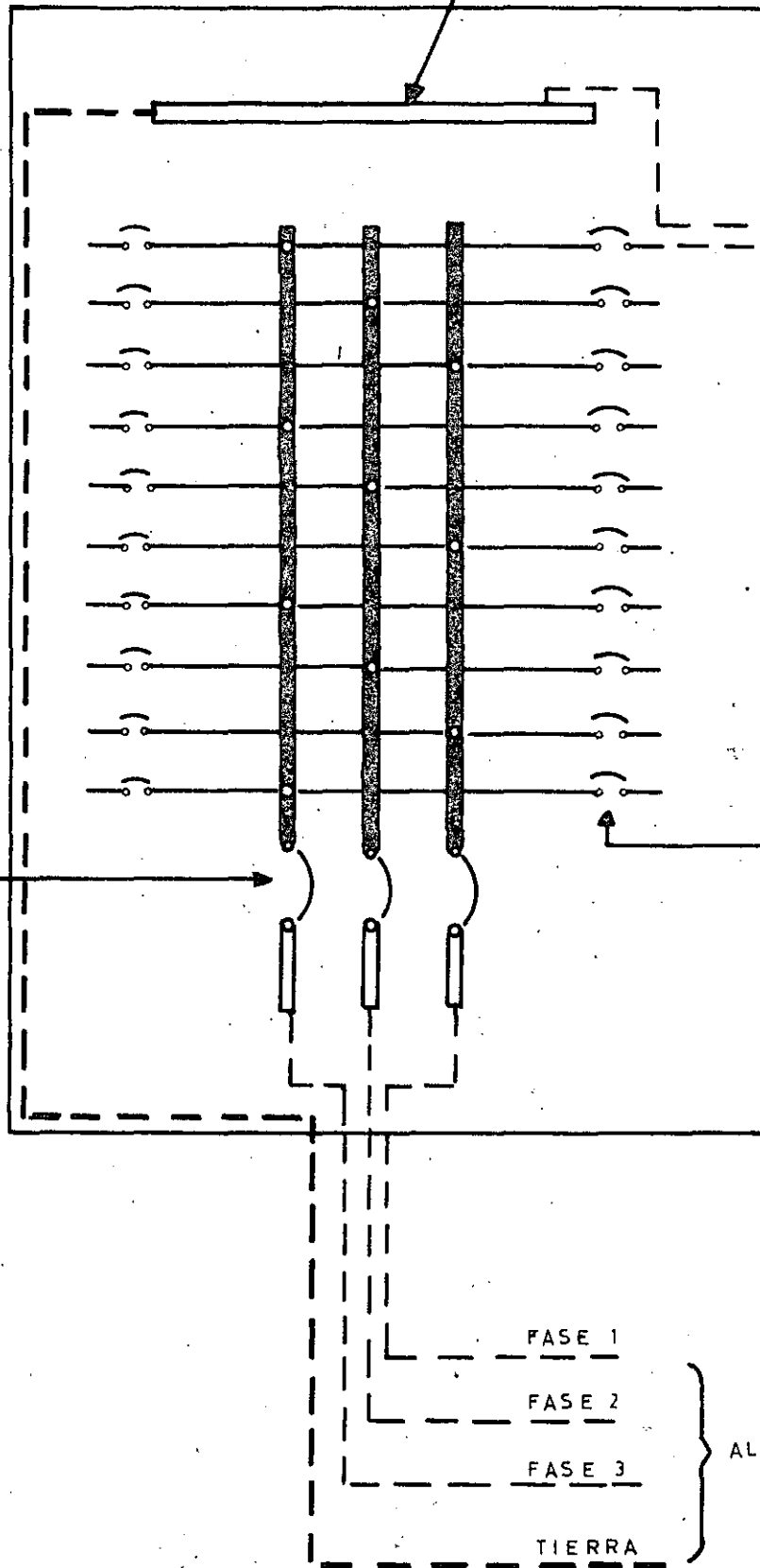
FASE 2

FASE 3

TIERRA

ALIMENTADOR

TABLERO





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUBESTACIONES USADAS EN
INSTALACIONES PARA EDIFICIOS

ING. NOE ARMAS MORALES

MARZO, 1985

SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS.

a).- SUBESTACIONES RECEPTORAS.

b).- SUBESTACIONES DERIVADAS.

En el empleo de Energía eléctrica ya sea para fines industriales, comerciales o de uso residencial interviene una gran cantidad de máquinas y equipo eléctrico.

Un conjunto de equipo eléctrico es lo que se conoce con el nombre de "SUBESTACION ELECTRICA".

DEFINICION Y CLASIFICACION DE SUBESTACIONES.

Como se ha visto con anterioridad una subestación eléctrica no es mas que una de las partes que intervienen en el proceso de generación - consumo de energía eléctrica por lo cual podemos dar la siguiente definición.

DEFINICION.

Una subestación eléctrica no es mas que un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc), tipo C.A. a C.C., o bien conservarla dentro de ciertas características.

RELACION ENTRE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS, LINEAS DE TRANSMISION Y CENTRALES GENERADORAS.

Los voltajes de generación en las Centrales Generadoras por razones técnicas (aislamiento, enfriamiento, etc) son relativamente bajos en relación a los voltajes de transmisión, por lo que si la energía eléctrica se va a transportar a grandes distancias estos voltajes de generación resultan bien antieconómicos debido a la gran

Caida de voltajes que se tendria, de aqui se presenta la necesidad de transmitir la energia eléctrica a voltajes mas elevados que resulten mas economicas.- Por ejemplo si se va a transmitir energia eléctrica de una central generadora a un centro de consumo que esta situado a 1000 Km. de distancia será necesario elevar el voltaje de generación que suponemos de 13.8 Kv. a otra de transmisión mas conveniente que suponemos de 110 kv. como se ilustra en la -- fig. 1.

Para poder elevar el voltaje de generación de 13.8 kv. al de transmisión de 110 kv. se hace necesario el empleo de una S.E. "A".

Suponiendo que la caída de voltaje en la línea de transmisión fuera cero volts tendríamos en el centro de consumo 110 kv., es claro que este voltaje no es posible emplearlo en instalaciones industriales y aun menos en comerciales y residenciales, de aqui se desprende la necesidad de reducir el voltaje de transmisión de 110 kv. a otro u otros mas convenientes de distribución en centros urbanos o de consumo, por tal razón será necesario emplear otra subestación eléctrica B como se ilustra en la fig. 3.

De lo anteriormente estudiado se puede observar que existe una estrecha relación entre las subestaciones eléctricas, líneas de transmisión y centrales generadoras.

CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS.

Es difícil hacer una clasificación precisa de las subestaciones eléctricas pero de lo anteriormente estudiado, podemos hacer la siguiente clasificación.

- a) POR SU OPERACION. 1.- De corriente alterna
- 2.- De corriente continua

- b) POR SU SERVICIO. 1.- Primarias: Elevadores
- Receptoras Reductoras
- De enlace o distribución
- De Swtcheo
- Convertidoras o
- Rectificadoras.

- 2.- Secundarias: Receptoras: Reductoras
- Elevadoras
- Distribuidoras
- De enlace
- Convertidoras o
- Rectificadoras.

- c) POR SU CONSTRUCCION. 1.- Tipo Intemperie
- 2.- Tipo Interior
- 3.- Tipo Blindado.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Los elementos que constituyen una subestación se pueden clasificar en elementos principales y elementos secundarios.

ELEMENTOS PRINCIPALES.

- 1.- Transformador.
- 2.- Interruptor de Potencia
- 3.- Restaurador
- 4.- Cuchillas fusible
- 5.- Cuchillas Desconectadoras y Cuchillas de Prueba
- 6.- Apartarrayos
- 7.- Tableros
- 8.- Condensadores
- 9.- Transformadores de Instrumento

ELEMENTOS SECUNDARIOS.

- 1.- Cables de Potencia
- 2.- Cables de Control
- 3.- Alumbrado
- 4.- Estructura
- 5.- Herrajes
- 6.- Equipo contra incendio
- 7.- Equipo de filtrado de Aceite
- 8.- Sistema de Tierras

En nuestro caso hablaremos sobre las subestaciones usadas principalmente en las instalaciones para los edificios.

Subestaciones compactas, para servicio interior o intemperie.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar, la alta tensión que las compañías suministradoras de energía (C.F.E. y/o Cía de Luz) proporcionan a un precio más barato, a tensiones usuales en la industria, las instituciones o el comercio.

Antiguamente las subestaciones eran un dispositivo molesto, - bromoso, ocupaban mucho espacio, eran peligrosas y generalmente al usuario le repugnaban. Actualmente se usan las subestaciones unitarias, que son compactas, no presentan peligro, son fáciles de instalar, de mover de lugar, ampliar y tienen un valor de recuperación mayor que las del tipo antiguo. (subestaciones abiertas).

El costo actual aproximado de una subestación compacta es del 50 a 75% del valor de una subestación abierta del tipo antiguo.

Las subestaciones unitarias se fabrican en secciones o partes, para facilitar su transporte y montaje, pero una vez instalados forman un solo conjunto. Cada sección o parte llena una función; mide, protege, conecta o desconecta, transforma, etc. Los aparatos o equipos y sus conexiones se encierran o blindan en gabinetes metálicos de manera de proteger los propios aparatos, la propiedad y las personas encargadas de su manejo.

Las diferentes partes que componen una subestación normal son:

ACOMETIDA.- Es el lugar en que se hace la conexión en alta tensión a la subestación. En esta sección, cuando se compra energía a la C.F.E. y/o Cía de Luz, se hace la medición del consumo.

VERIFICACION DE MEDIDORES.- SECCION DE VERIFICACION.- Es la seccion que sirve para comprobar el buen funcionamiento de los medidores de la cia. suministradora. Esta seccion anteriormente, a la mexicanización de las compañías era obligatoria, por pedirlo así la Dirección General de Electricidad (). En la actualidad se hace como en otros países más adelantados: se verifican los aparatos de medición antes de instalarlos o se comprueba el consumo y la demanda máxima en baja tensión, agregando un 2% por pérdidas en los transformadores. Por las razones expuestas, ahora se hace la comprobación de medidores solamente a solicitud del usuario, así como incluir en la subestación la sección de verificación es opcional por parte del cliente, siempre que este acepte por escrito, que en caso de comprobación de los medidores se le interrumpa el servicio unos 20 ó 30 minutos. Con la sección de verificación, no es necesaria esta interrupción, ya que se cuenta con cuchillas desconectadoras que transfieren la línea normal a un circuito donde se instalan previamente aparatos de medición, sin necesidad de interrumpir el servicio.

Cuando quitamos la celda de verificación que normalmente consta de 3 juegos de cuchillas tripolares operación sin carga; dos de estas cuchillas tripolares son para la verificación, y la otra cuchilla tripolar es para mantener la continuidad o aislar la continuidad en la subestación eléctrica. Como se verá para cumplir con el reglamento de obras e instalaciones en vigor nunca debe suprimirse esta cuchilla tripolar operación en grupo sin carga, llamada cuchilla de paso.

En una temporada fue usual suprimirla, pero cuando se deseaba darle mantenimiento al resto de la subestación nos encontramos con el problema de estar solicitando licencias a las compañías suministradoras; y al suprimirla estábamos violando infrascriptamente el reglamento.

INTERRUPTORES.- Esta sección tiene por objeto que el usuario pueda interrumpir en un momento dado, ya sea manualmente o automáticamente la totalidad del servicio eléctrico. La interrupción puede ser voluntaria para ampliaciones, reparaciones o en accidentes, o bien, puede ser automática por sobre cargas o cortos circuitos que pueden ser dañinos para los transformadores y el resto del equipo.

DESCONECTADORES.- Los desconectadores, son para abrir un circuito, con fines de separarlo o modificarlo. No tienen protección de sobrecarga ni corto circuito, ni tienen capacidad de apertura con carga, por eso, antes de abrir un desconectador, hay que quitar la carga. Los desconectadores naturalmente son más baratos que los interruptores.

FUSIBLES.- Cuando un circuito se requiere proteger por sobrecarga, se usan los fusibles. Por ejemplo: a una subestación con varios transformadores, se le puede colocar un interruptor general y derivado de este, se ponen varios juegos de 3 fusibles para proteger cada transformador. Este procedimiento, aunque abarata la instalación tiene el inconveniente, de que una falla o desconexión voluntaria del interruptor general, paraliza todo el sistema.

ESPACIOS LIBRES.- Estos son gabinetes vacíos o que en algunas ocasiones se dejan instaladas las barras alimentadoras. Se usan, cuando

dos o más transformadores grandes se montan atrás de los gabinetes y hay que ampliar los espacios requeridos. En otras ocasiones son en reserva de algún otro equipo que en el futuro se desee montar.

Si los transformadores se montan en el mismo eje de la subestación, el arreglo entre las celdas de interrupción con su transformador, a la otra celda de interrupción con su transformador se hace por medio de ductos horizontales.

TRANSFORMADORES.— Como su nombre lo indica es la sección donde se convierte la energía suministrada en alta tensión para los voltajes nominales 6, 13.2, 20/23 y 34.5 kv., a los cuales se les denomina respectivamente de clase 7.5, 15, 25 y 34.5 kv. en alta tensión, a baja tensión, utilizable en los aparatos de consumo 440, 220/127.5 volts. Los transformadores tienen bobinas que son aisladas y enfriadas por el aceite contenido en un tanque provisto de radiadores. Son trifásicos, conexión en alta tensión en delta y baja tensión en estrella con neutro accesible, para los circuitos de alumbrado. En el circuito de alta tensión o primario se instalan derivaciones, que pueden cambiarse por medio de una palanca, sin estar energizado, en transformador; las derivaciones son para poder ajustar en alta tensión las diferencias que pueda haber en los voltajes suministrados por las compañías suministradoras; son normalmente dos derivaciones del 2 1/2 % de la tensión nominal para ajustar arriba y dos para ajustar abajo. Como todo aparato eléctrico, que se alimenta con electricidad, el transformador sufre un calentamiento. Este calentamiento normal es de 55°C sobre una temperatura ambiente máxima de 40°C.

El enfriamiento es más efectivo en regiones con presiones barométricas altas. Los transformadores normalizados están diseñados para regiones de 1000 metros sobre el nivel del mar (1000 M.S.N.M.) Esto naturalmente no quiere decir que no funcionen bien en otros lugares, sino hay que tomar un punto de referencia estandarizado, ya que sería imposible diseñar transformadores para cada lugar de la tierra con diferentes temperaturas y presiones barométricas. Los transformadores normalizados en México son para 60 ciclos por segundo.

Para subestaciones unitarias los transformadores vienen dotados con gargantas o ductos laterales en los lados opuestos, donde se alojan las terminales tanto de alta como de baja tensión.

La capacidad de los transformadores se mide en Kilovoltamperes.

Pueden fabricarse transformadores con características diferentes de las normales anteriormente indicadas, pero resultan mucho más caros y con frecuencia las alteraciones o innovaciones son inútiles.

CLASIFICACION GENERAL DE SUBESTACIONES COMPACTAS NORMALIZADAS

Las subestaciones compactas normalizadas, de una manera general, se fabrican con las siguientes características:

INTERIOR. - Para ser montadas en el interior de un edificio, bajo cubierta sin que se vean afectadas por la lluvia, la humedad o cualesquiera otros agentes físicos que la perjudiquen. Se fabrica como lámina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

EXTERIOR (O INTemperie). - Para ser montadas a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuestas a la lluvia, el sol y golpes ocasionales. Se fabrica con láminas más gruesas, de

3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empaque de hule y sin dejar expuestos aparatos o elementos de control.

FRECUENCIA.— En la República Mexicana tenemos 60 Hz. normalizados.

TENSIONES.— Las tensiones a las que tienden a normalizar las compañías suministradoras son 13.2, 22.9 y 34.5 kv.; sin embargo aún hay otras tensiones que poco a poco van a desaparecer, como son 6,000 volts. Las tensiones 2.4, 4.16 y 6 kv. se usan para distribución industrial de carácter privado.

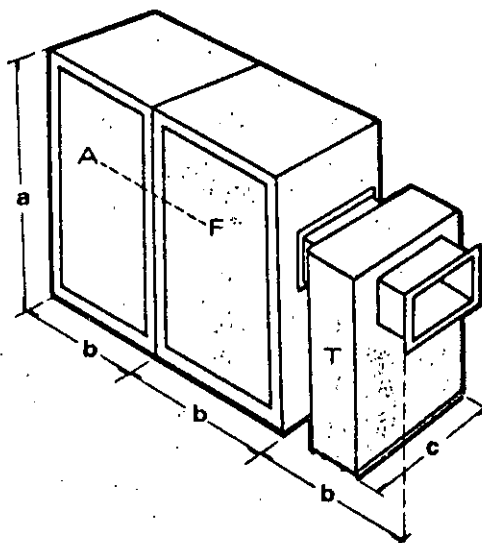
CAPACIDADES: Las capacidades de las subestaciones que fabricamos de una manera normal, son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750 y 1000 kva. Estas son con un solo transformador, sin embargo pueden combinarse varios transformadores en una sola subestación, haciéndola de capacidad mayor con el equipo estándar.

TABLA No. 1.—COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA.

COMPONENTE.	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cía. de Luz.	Apartarrayos Mufa Pasamuros.	A
VERIFICACION DE MEDIDORES.	Para poder comprobar, a solicitud del Cliente, los Medidores sin interrumpir el servicio.	Aparatos de Medición. Transformadores de Potencial y Corriente.	B
INTERRUPTOR.	Interruptor en Aire, apertura con carga, fusibles de A.C.I., Operación manual.	Interruptor en Aceite. Operación Eléctrica. Operación por relevadores.	C
DESCONECTADORES.	Desconectador en aire, tripolar, operación manual.	Cuchillas desconectoras, operación por pértiga.	D
FUSIBLES.	Fusibles de alta capacidad interruptiva (ACI). Operación manual por pértiga.	Fusibles de baja capacidad interruptiva. Operación por pértiga.	E
ESPACIO.	Gabinete que se deja libre para futura ampliación o permitir una adecuada separación de los transformadores.	Especificar el equipo.	F
TRANSFORMADOR.	Trifásico, enfriamiento por aceite, 4 derivaciones de 2.5%, elevación de temperatura 55/40°C a 1000 M.S.N.M. Ductos laterales.	Tipo Seco. Contactos para señales. Ventilación forzada.	T

TABLA No. 2.—DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES.

GABINETE	DIMENSIONES EN CENTIMETROS					
	2.4 a 15 KV.			HASTA 25 KV.		
	a ALTO	b ANCHO	c FONDO	a ALTO	b ANCHO	c FONDO
A	240	110 / 150	120 / 150	260	200	200
B	240	150 / 150	120 / 150	260	150	200
C	240	130 / 150	120 / 150	260	150	200
D	240	110 / 150	120 / 150	260	150	200
E	240	110 / 150	120 / 150	260	150	200
F	240	Variable	120	260	Variable	200
T	TRANSFORMADORES.					
45-112.5 KVA MAXIMO	150	145	145	200	150	170
150-500 KVA MAXIMO	170	160	225	200	170	240
750-1000 KVA MAXIMO	180	180	260	230	190	260



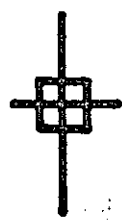
3.—SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES.

ACOMETIDAS:

Por medio de mufa.



Por medio de pasamuros.



Por medio de tubo

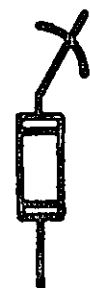


INTERRUPTORES:

Interruptor sin fusibles

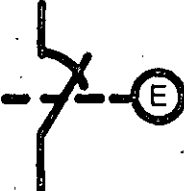
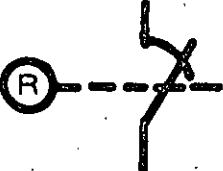






Interruptor con fusibles



Fusibles solos



<p>Operación eléctrica</p>	
<p>Operación por relevador</p>	
<p>DESCONECTOR O CUCHILLAS DESCONECTORAS.</p>	
<p style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center;">MEDICIONES</p>	
<p>Equipo de Medición de la Cía. de Luz</p>	
<p>Wattmetro</p>	
<p>Wattorímetro (Medidor)</p>	



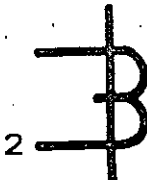
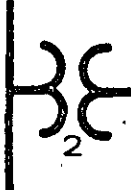
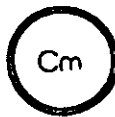
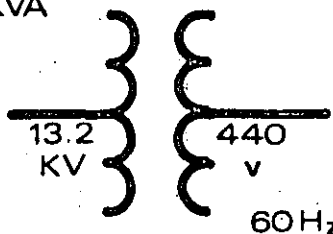
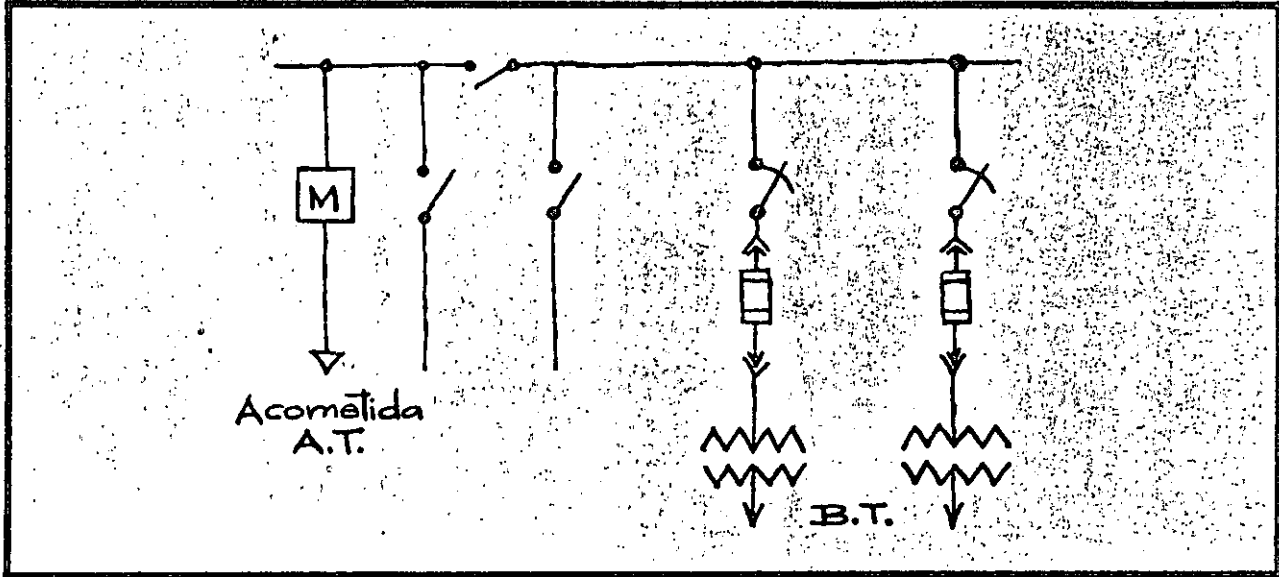
<p>Ampémetro</p>	
<p>Vóltmetro</p>	
<p>Transformador de Corriente (El número indica la cantidad de transformadores)</p>	
<p>Transformador de Potencial (El número indica la cantidad de transformadores)</p>	
<p>Conmutador.</p>	
<p style="text-align: center;">TRANSFORMACION.</p>	
<p>Transformador de Distribución o de Potencia. (Los números indican sus principales características)</p>	<p>500 KVA</p> 

TABLA No. 3.—CARACTERISTICAS ELECTRICAS
PRINCIPALES DE LAS
SUBESTACIONES NORMALES.

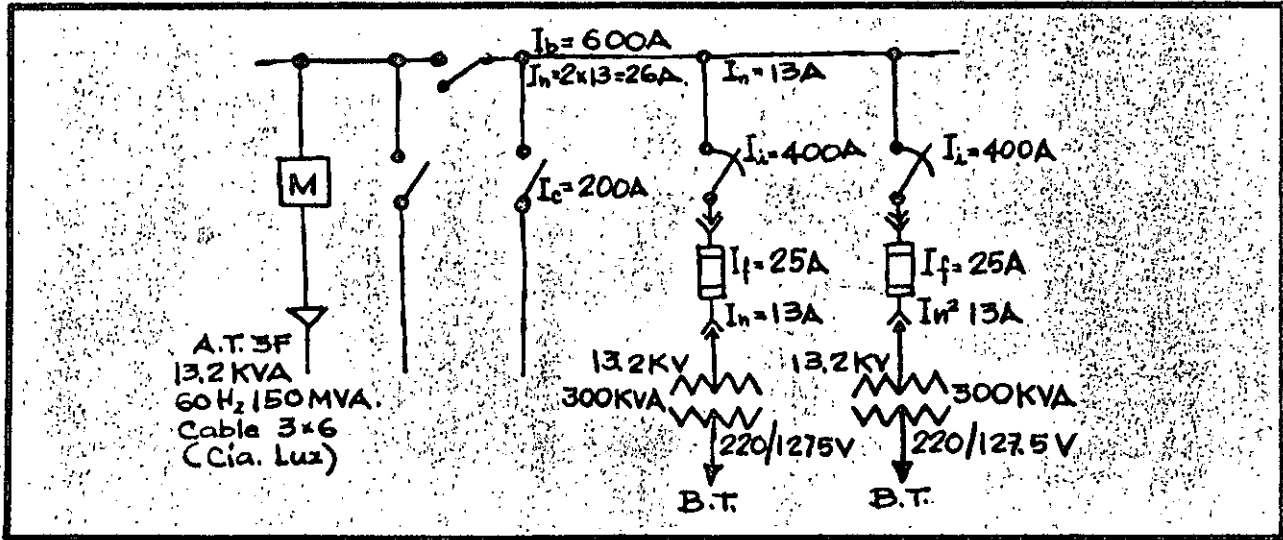
TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
50	2.4	13	100	25	400
	4.16	11	100	25	
	6	5	150	10	
	13.2	2	150	6	
	23	1	1000	4	
75	2.4	18	100	40	400
	4.16	10	100	25	
	6	7	150	16	
	13.2	3	150	6	
	23	2	1000	4	
112.5	2.4	27	100	63	400
	4.16	16	100	40	
	6	11	150	25	
	13.2	5	150	10	
	23	3	1000	6	
150	2.4	36	100	63	400
	4.16	21	100	40	
	6	15	150	40	
	13.2	7	150	16	
	23	4	1000	10	
225	2.4	54	100	100	400
	4.16	31	100	63	
	6	22	150	40	
	13.2	10	150	25	
	23	6	1000	16	
300	2.4	72	100	100	600
	4.16	42	100	100	
	6	29	150	63	
	13.2	13	150	25	
	23	8	1000	16	
500	6	48	150	100	600
	13.2	22	150	40	
	23	13	1000	25	
750	6	72	150	100	600
	13.2	33	150	63	
	23	19	1000	40	
1000	6	96	150	160	600
	13.2	44	150	100	
	23	25	1000	63	

4.—COMO DISEÑAR UNA SUBESTACION UNITARIA.

1°—Haga un diagrama unifilar sencillo de la subestación tal como la tenga pensada.



2°—Ponga en el diagrama los datos de suministro de la Cia de Luz y los valores normales del equipo (Ver Tabla No. 3).

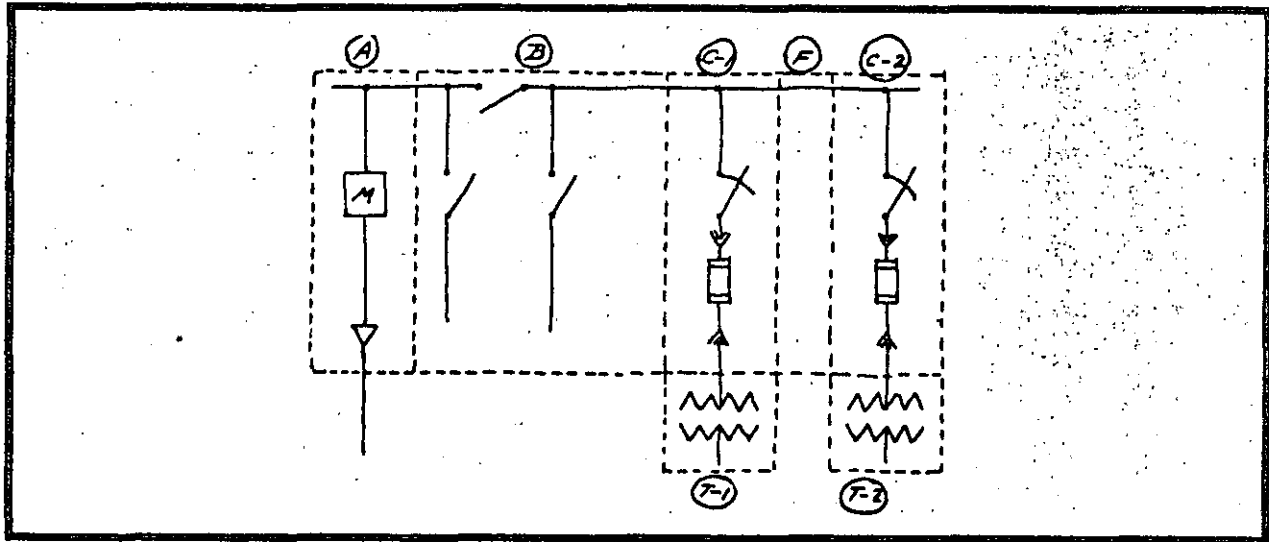


La capacidad de las cuchillas, de las barras y de los interruptores, son generalmente bastante más grandes que las corrientes normales, para asegurar, según su construcción (separación entre fases y aisladores), que los esfuerzos me-

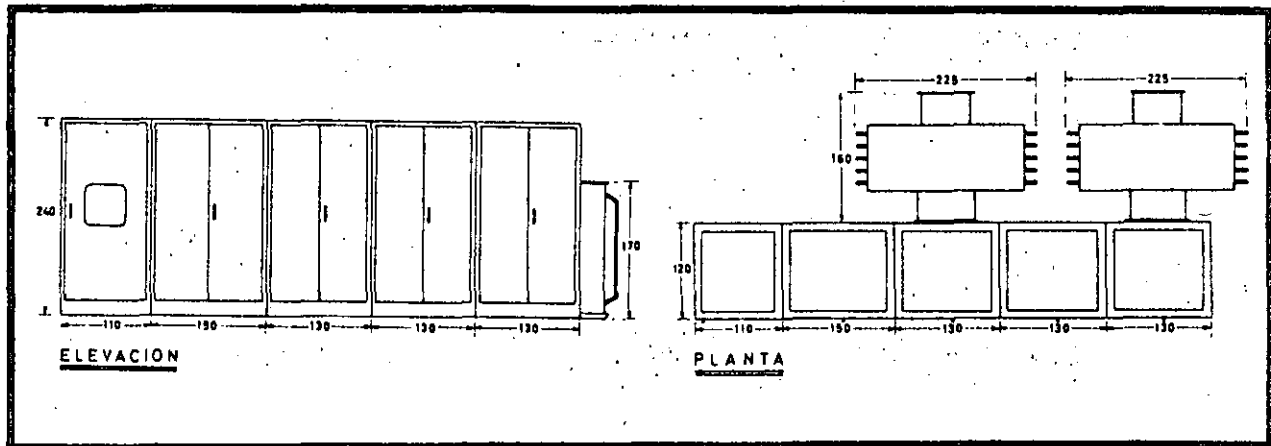
cánicos no serán perjudiciales en caso de cortos circuitos. La capacidad de los desconectores generalmente es de 200A., la de los interruptores de 400A. y de las barras de 400, 600 ó 1200A. según el tamaño de la subestación.

3°—Elija el gabinete normal para cada componente de la subestación, encerrando con rectángulos cada grupo (Ver Tabla No. 1).

Póngase una letra y un número, si el mismo equipo se repite. En nuestro ejemplo sería A, B, C-1, F, C-2, T-1, T-2.



4°—Con los elementos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según la Tabla No. 2.



5°—Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que en determinados casos son útiles. Entre otros, se encuentran los instrumentos de medición, la operación eléctrica y disparo automático con diversos relevadores de los interruptores. Los apartarrayos son útiles en subestaciones a la intemperie, cuando

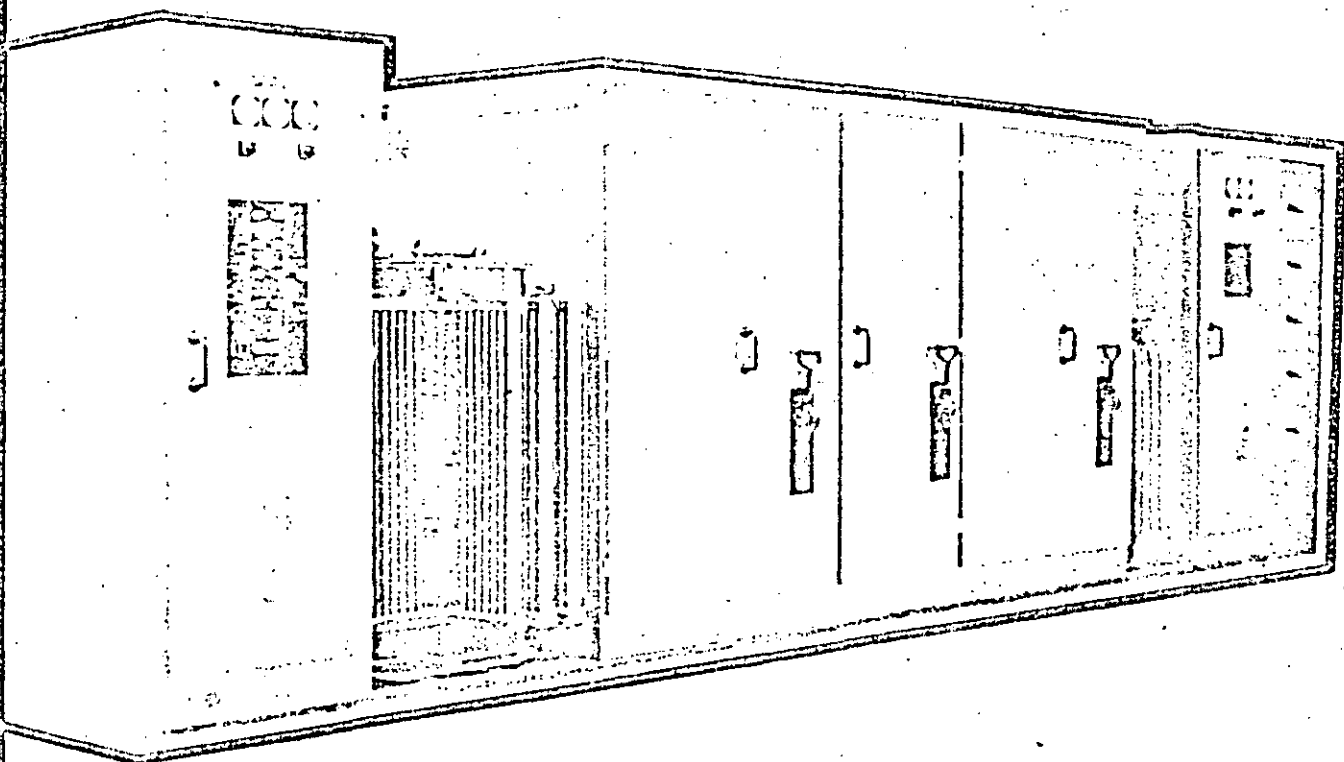
la Cia. de Luz no los pone en su poste de acometida. En la tabla No. 1, está el equipo opcional, correspondiendo a la sección de la subestación en que generalmente se instalan. Cuando se instalan instrumentos de medición en la sección de Verificación de Medidores, lo normal es que ya no se pongan las cuchillas de prueba.

XERO COPY

XERO COPY

XERO COPY

XERO COPY



DOS MANERAS MAS BARATAS DE OBTENER ENERGIA ELECTRICA MAS BARATA EN SU INDUSTRIA O EN SU EDIFICIO.

21

I.- Las compañías suministradoras tienen dos tarifas: una a baja tensión; tarifa no. 2 Servicio general hasta 40 kw. de carga conectada o la tarifa no. 3 Para servicio general para más de 40 kw. de carga conectada.

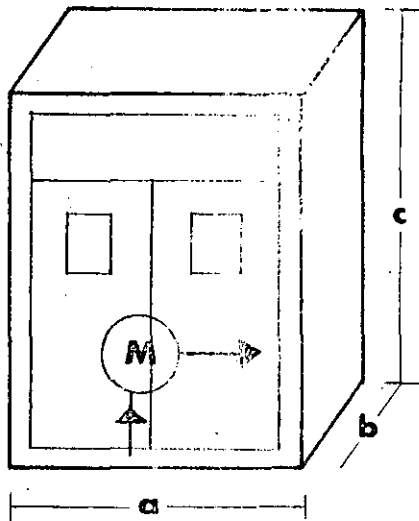
Y la otra a alta tensión que puede ser la tarifa no. 8 hasta 4500 kw. y la tarifa no. 12 para servicios de 5000 kw. o más a tensiones de 66 kv. o superiores.

II.- Manteniendo en sus instalaciones un factor de potencia igual o mayor de 85%.

Si este factor que mide mensualmente la compañía suministradora es menor, le cobrará al usuario un sobrecargo que resulta de dividir 85% entre el factor de potencia medido; el cociente aunque sea mayor de 7 como máximo será esta cantidad la que multiplique al costo de la factura. Para librarnos de este recargo se necesita instalar un banco de capacitores.

Las tarifas generales de las compañías suministradoras ya sea que las soliciten a las mismas o se adquiriera el diario oficial del 15 de noviembre de 1976; también recomendamos al solicitar un nuevo servicio o aumento de carga aparte del costo de la obra eléctrica que realizan las compañías suministradoras hay que pagar una cantidad por el llamado regimen de cuotas que varía según las zonas del país (I, II, III) y la tarifa que se aplique al servicio.

SECCION I-MEDICION.-



GABINETE .-

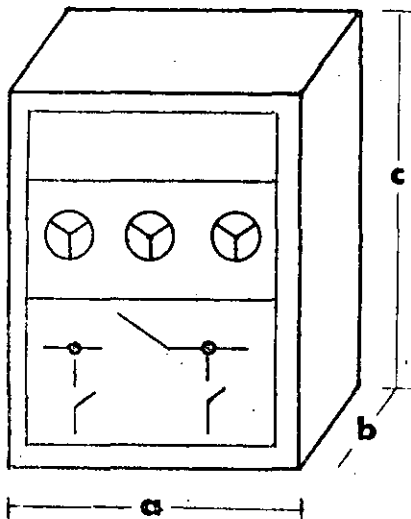
Esta sección denominada MEDICION, está destinada a alojar el equipo de medición en alta tensión de la compañía suministradora de energía eléctrica. Esta sección es la que recibe la acometida y la tomamos como punto de partida para definir el SENTIDO de la subestación denominandolas IZQUIERDAS ó DERECHAS cuando -- las subsecuentes secciones se vayan adosando al costado izquierdo de ésta sección ó viceversa en el segundo caso.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	200	200	260
34.5	280	280	300

EQUIPO.-

Este gabinete se suministra vacío de fábrica con objeto de alojar el equipo de medición -- indicando anteriormente y unicamente se proporcionan las zapatas en los buses de las fases y barra de tierra para poder efectuar -- las conexiones correspondientes.

SECCION II- VERIFICACIONES.-

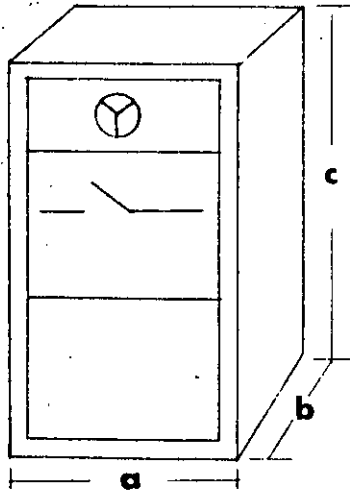


GABINETE.-

Esta sección denominada VERIFICACION, está destinada a alojar el equipo que permite a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas de su equipo de medición sin tener necesidad de interrumpir el servicio al usuario.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	280	280	300

SECCION II-C.- CUCHILLA



EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con tres juegos de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga montadas y conectadas de acuerdo con el diagrama unifilar.

GABINETE.-

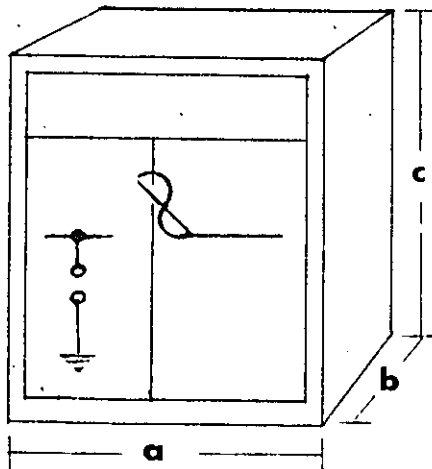
Esta sección denominada CUCHILLAS, está destinada a alojar el equipo de desconexión que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas a su equipo de medición pero no cesariamente con la interrupción del servicio.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	50	150	240
25	50	200	260
34.5	150	280	300

EQUIPOS.-

Esta sección se suministra de fábrica con un juego de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

SECCION III-S.- INTERRUPTOR



GABINETE.-

Esta sección denominada INTERRUPTOR, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión.

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	280	280	300

Tres apartarrayos tipo autoválvula
 Un Seccionador en aire baja carga, tripolar operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva con mecanismo de disparo en los tres polos automáticamente al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca SIEMENS, tipo H251.

SECCION III-D.- INTERRUPTOR

GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando unicamente el tipo de seccionador, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

Tres apartarrayos tipo autoválvula

Un seccionador en aire bajo carga, tipo autoneumático, tripolar de operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva, con mecanismo de disparo automático en los tres polos al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca DELLE, tipo RF6 ó similar.

SECCION III-M. INTERRUPTOR

GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando unicamente en el equipo de protección el cual UNICAMENTE se puede ofrecer para las subestaciones en 25 KV, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

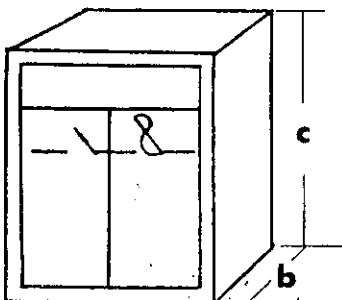
EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Tres apartarrayos tipo autoválvula

Un interruptor en volumen reducido de aceite montaje fijo, marca MECOSA, fabricado bajo licencia de MAGRINI M.S.M., tipo 20MG/750/800, con 750 MVA de capacidad interruptiva a voltaje nominal, 800 amperes con mando tipo B-14 manual, provisto de dos relés tipo SA de la capacidad adecuada, con disparo voluntario con bobina de envío de corriente ó disparo automático con bobina de no voltaje, completo con palanca de operación.

SECCION IV-CUCHILLAS-FUSIBLES



GABINETE.-

Esta sección denominada CUCHILLAS-FUSIBLES, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión para circuitos derivados siempre y cuando exista un interruptor general.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	200	280	300

EQUIPO.-

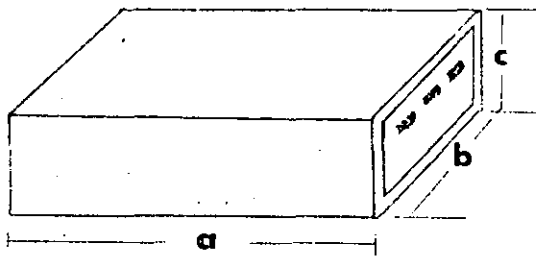
Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Un juego de cuchillas tripolares, de operación en grupo sin carga

Tres bases portafusibles, unipolares, con sus respectivos fusibles de alta capacidad interruptiva.

(Fusible mayor de 50 AMP. consultar a M.E.C.S.A.)

SECCION V-A.- ELECTRODUCTO AEREO



GABINETE.-

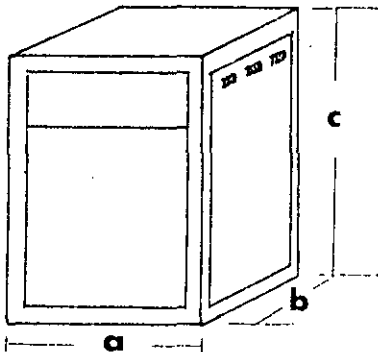
Esta sección denominada ELECTRODUCTO AEREO, está destinada a interconectar secciones que estén acopladas a otros equipos que por tener un ancho mayor que la sección impiden el acoplamiento directo.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	85	45
25	X	100	50
34.5	X	160	100

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

SECCION V-P.- ELECTRODUCTO DE PISO



GABINETE.-

Esta sección denominada ELECTRODUCTO DE PISO, tiene la misma función que la sección anterior, excepto que, con la variante de que es autosoportada directamente sobre el piso y sus dimensiones de fondo y altura coinciden con las de las secciones a las cuales va acoplada.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	150	240
25	X	200	260
34.5	X	280	300

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

COMBINACIONES USUALES DE LAS SECCIONES

Las Subestaciones marca MECSA, están formadas por la combinación de las secciones descritas anteriormente de acuerdo con las necesidades particulares de cada cliente.

Con objeto de poder identificar las subestaciones de acuerdo con las combinaciones más usuales de las secciones, se han establecido nomenclaturas formadas también por una combinación de dígitos y letras en la siguiente forma:

- ① Los primeros dígitos indican el voltaje nominal de operación de la subestación por la cual únicamente pueden ser: 15, 25 ó 34.5
- ② La siguiente letra nos indica el sentido de la subestación, según vayan aumentando las secciones a partir de la acometida, ya sea hacia la izquierda ó hacia la derecha, por lo cual ésta letra únicamente puede ser I ó D respectivamente.
- ③ El (los) siguiente (s) dígito (s) nos indica el número de secciones de — que se compone la subestación.
- ④ La siguiente letra nos indica si la subestación es NORMAL o ESPECIAL, de MEDICION, VERIFICACION e INTERRUPTOR, siendo la ESPECIAL la que constituida por cualquier otra combinación, por lo que ésta letra únicamente puede ser N ó E.

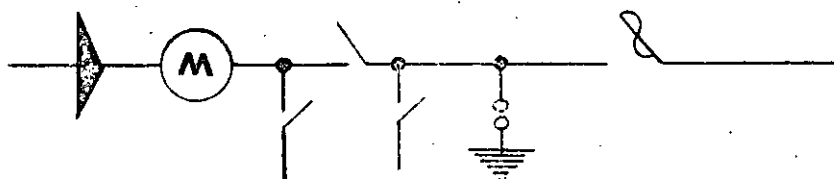


DIAGRAMA UNIFILAR

- ⑤ Las letras finales nos indican el tipo de servicio de la subestación, que únicamente puede ser INTERIOR ó EXTERIOR, por lo que, éstas letras serán SI ó SE según el caso.

Como ejemplo ilustrativo de lo anteriormente descrito, vamos a identificar una subestación normal para 25 KV, con 3 secciones, con sentido-derecho para servicio exterior:

25	D	3	N	SE
①	②	③	④	⑤

11

TABLA DE SELECCION DE FUSIBLES Y RELEVADORES

SECCIONADOR CON FUSIBLES SIEMENS					RUPTO FUSIBLES MARCA "DELLE"						INTERRUPTOR "MECSA".	
POTENCIA NOMINAL SUB-EST.	TENSION DE SERVICIO 13.2 KV	CAPACIDAD INTERRUPTIVA S.	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV.	CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.	TENSION DE SERVICIO 13.2KV CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 20/23 KV, CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 13.2 KV 20/23 KV	
K.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-C.I.S.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-C.I.S.	AMP-RELE	AMP-RELE
100	16	1000	16	1000	10/14	10	500	6.3/10	63	1000	5/10	5/10
125	25	1000	25	1000	16/22.4	16	500	10/13	10	1000	5/10	5/10
150	25	1000	25	1000	16/19.2	16	500	16/25.6	16	1000	5/10	5/10
200	25	1000	25	1000	16/25.6	16	500	16/25.6	16	1000	10/20	5/10
250	25	1000	25	1000	20/28	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
300	40	1000	25	1000	20/28	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
400	40	1000	25	1000	25/37.5	25	500	20/26	20	1000	20/40	10/20
500	40	1000	40	1000	32/44.8	32	500	20/32	20	1000	20/40	10/20
600	63	1000	40	1000	32/44.8	32	500	25/40	25	1000	20/40	20/40
750	63	1000	63	1000	40/56	40	500	32/51.2	32	1000	40/80	20/40
1000	100	1000	63	1000	63/88.2	63	500	40/64	40	1000	40/80	20/40
1250	100	1000	63	1000	80/112	80	500	50/65	50	1000	40/80	40/80
1600	160	1000	100	1000	100/150	100	500	63/100.8	63	1000	80/160	40/80

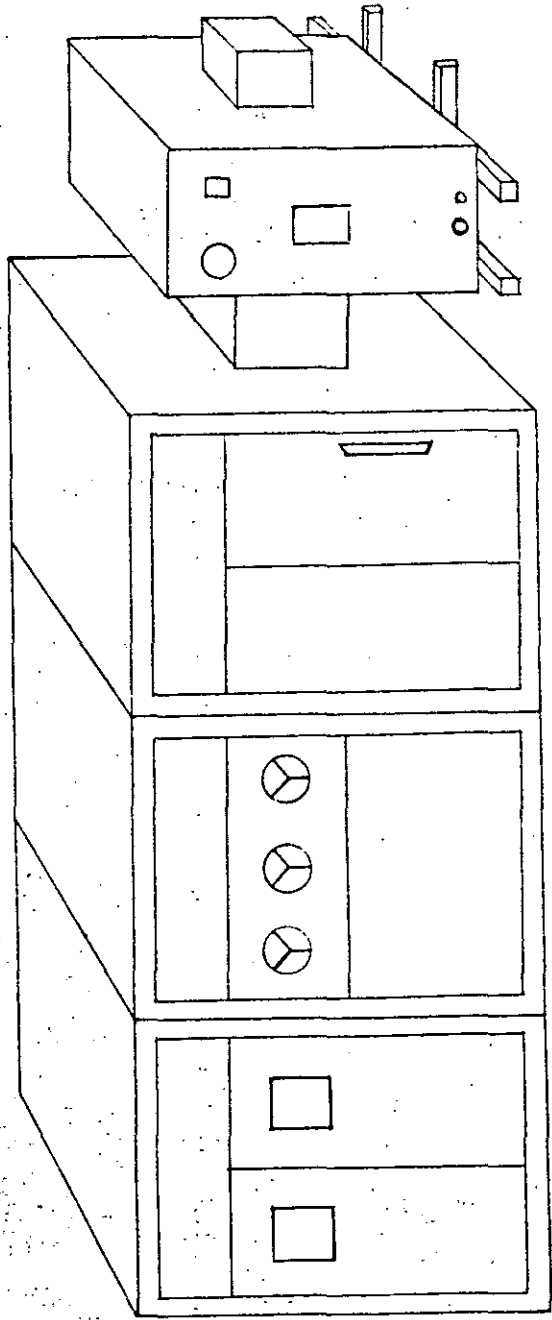
NOTAS:

- 1.- El seccionador SIEMENS no lleva relevadores de sobrecorriente primarios, solo tres fusibles con C.I.S., de 1000 MVA
- 2.- El portafusible DELLE lleva tres relevadores primarios de sobrecorriente y tres fusibles con C.I.S., de 500 MVA ó 1000 MVA
- 3.- El interruptor en bajo volumen de aceite MECSA, lleva dos ó tres relevadores primarios de sobrecorriente, no necesita fusibles, ya que no los requiere para su operación, se surte con una bobina de apertura a control remoto ó una bobina de apertura por bajo voltaje a tensiones 127/220/254/440 volts.
También se puede surtir totalmente automático (consultar precio) 20MG/750 MVA simétricos, 800 Amps.nominales

C.I.S. - Capacidad interruptiva Simétrica

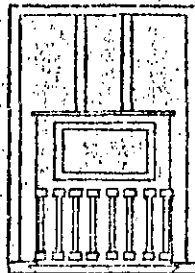
Interruptor "MECSA" Interruptor en bajo volumen de aceite tipo 20MG/750 MVA simétricos, 800 Amps. nominales.

27

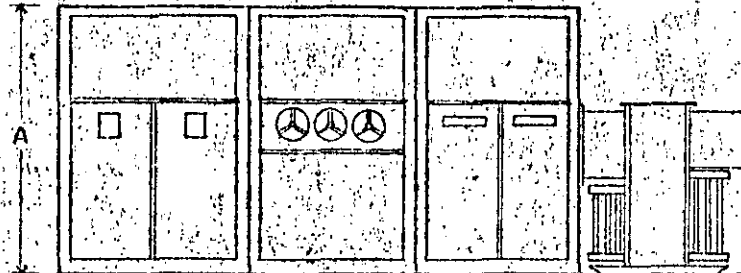


SECTION I SECTION II SECTION III TRANSFORMADOR

G A B I N E T E S

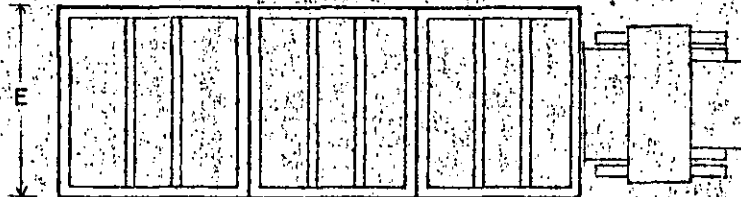


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

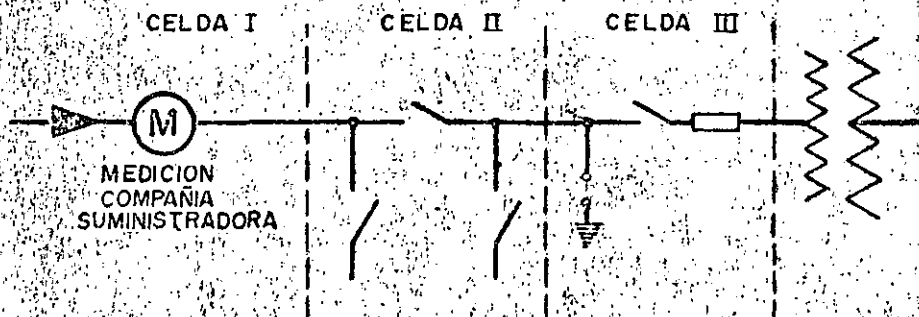
FRENTE



B C D

PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3NTLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

IZQUIERDA - DERECHA

COLINEAL

000 30

G A B I N E T E S

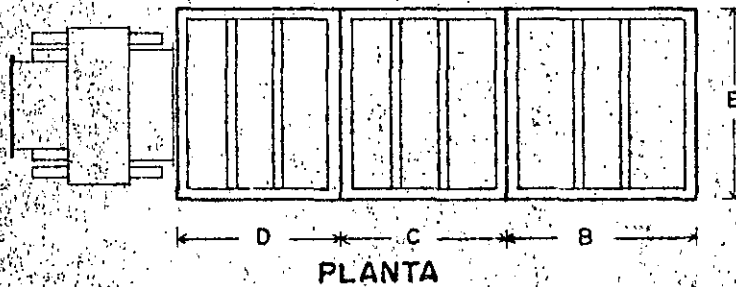
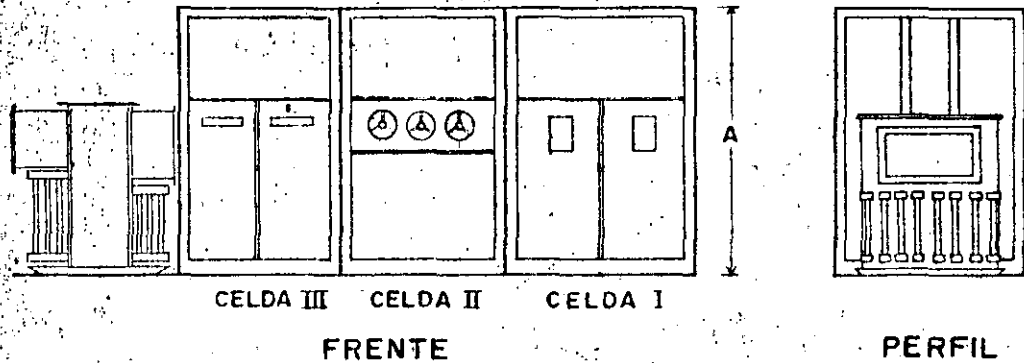
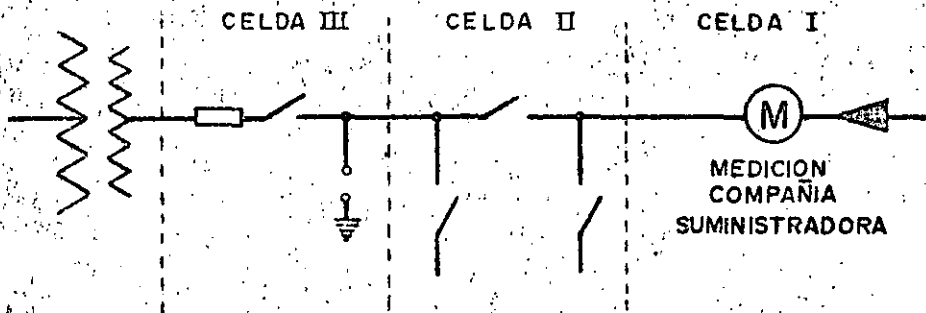


DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3NTLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

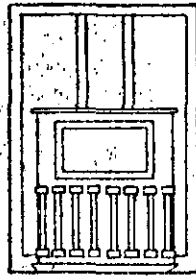
TRANSFORMADOR

INTERIOR

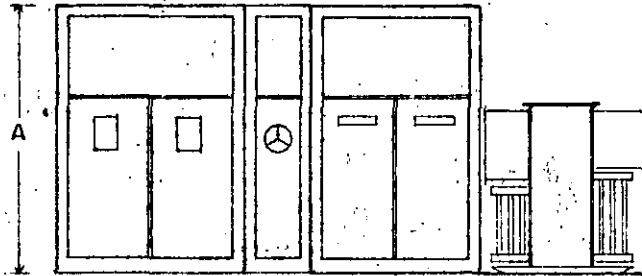
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEAL

31
G A B I N E T E S

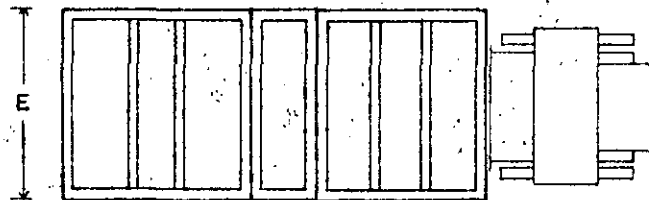


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

FRENTE

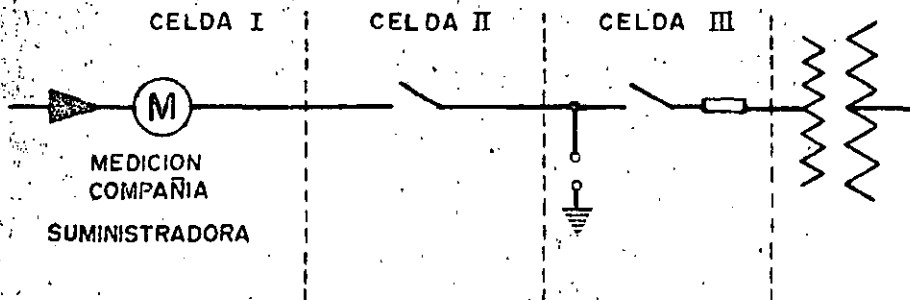


B C D

PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3E TL SI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

IZQUIERDA — DERECHA

COLINEAL

32
G A B I N E T E S

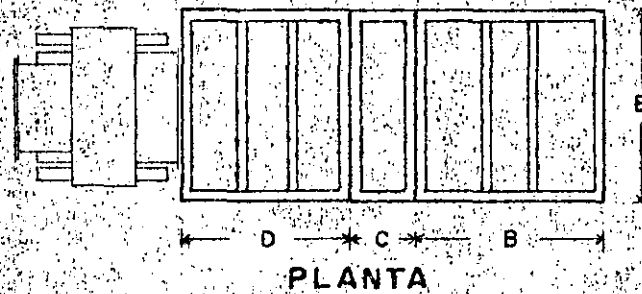
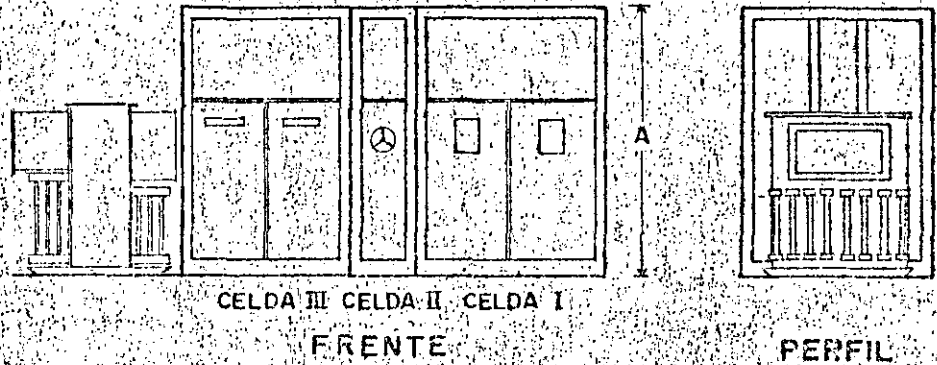
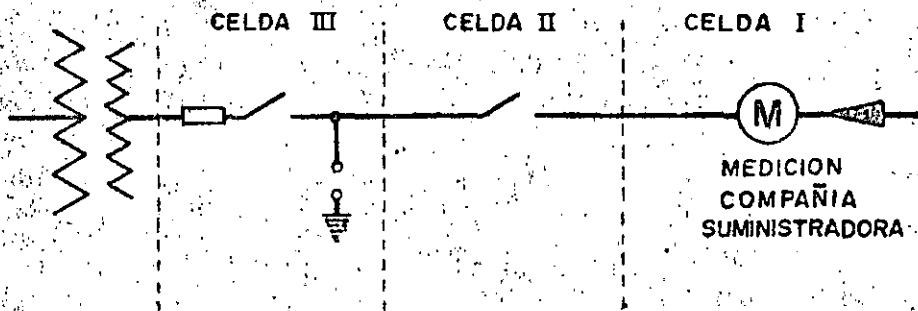


DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3ETLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

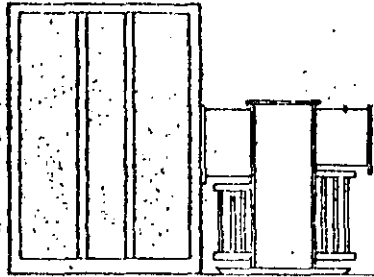
TRANSFORMADOR

INTERIOR

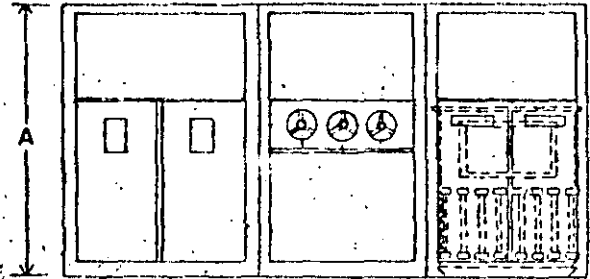
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEAL

33
G A B I N E T E S

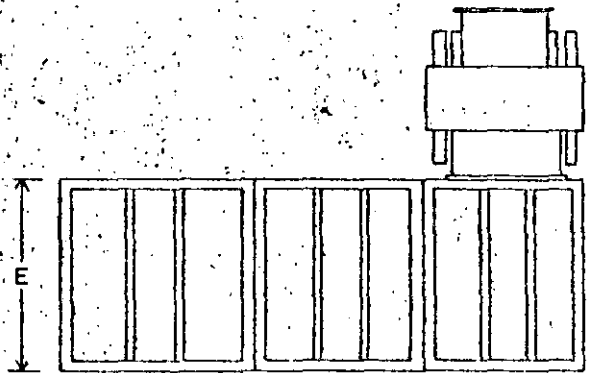


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

FRENTE

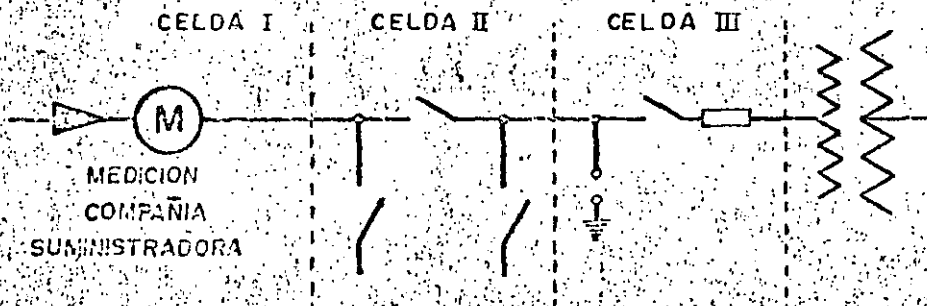


B C D

PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * IDNTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

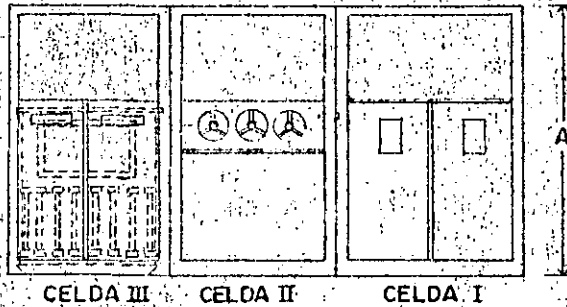
TRANSFORMADOR

INTERIOR

IZQUIERDA — DERECHA

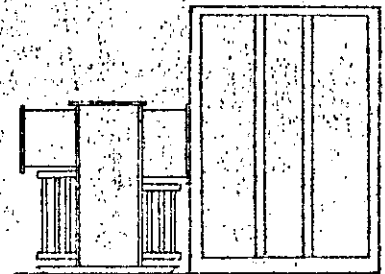
POSTERIOR

34
G A B I N E T E S

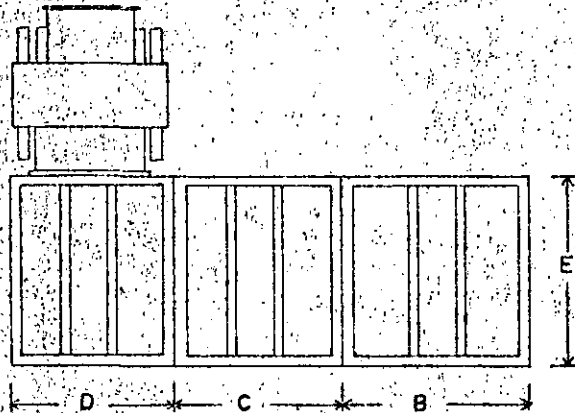


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



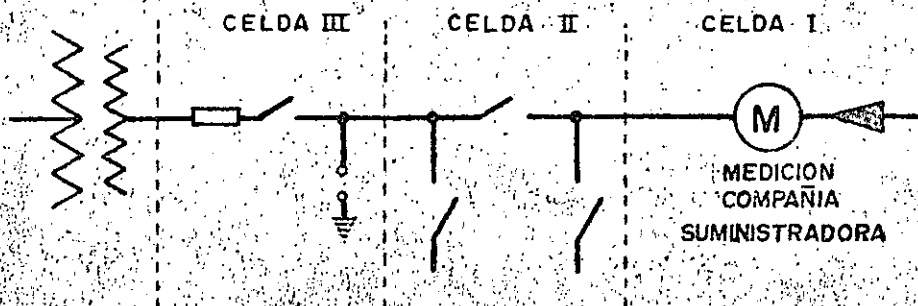
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * D13NTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

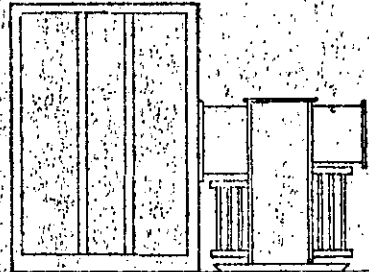
TRANSFORMADOR

INTERIOR

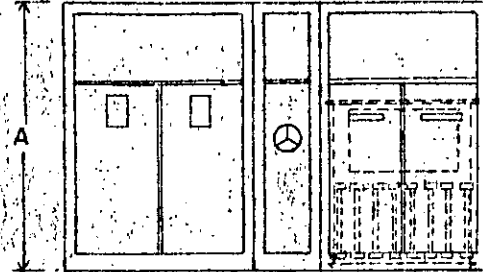
DERECHA — IZQUIERDA

POSTERIOR

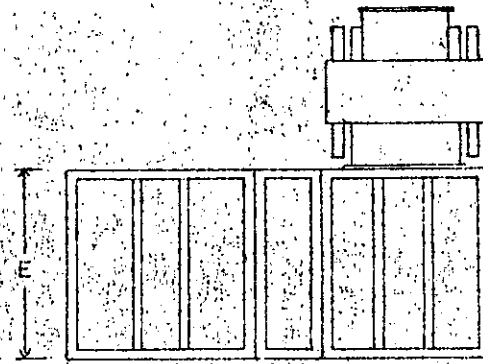
35
G A B I N E T E S



PERFIL



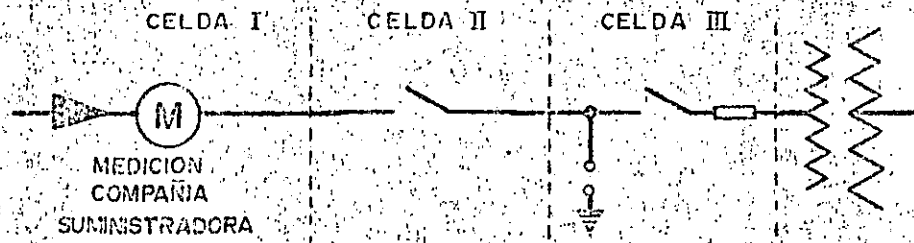
CELDA I CELDA II CELDA III
FRETE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3ETPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

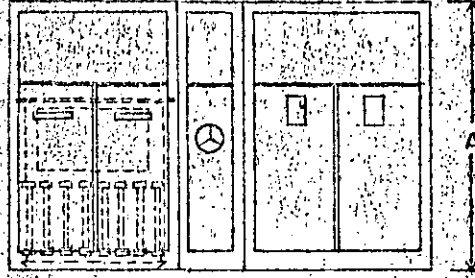
INTERIOR

IZQUIERDA -- DERECHA

POSTERIOR

36

G A B I N E T E S

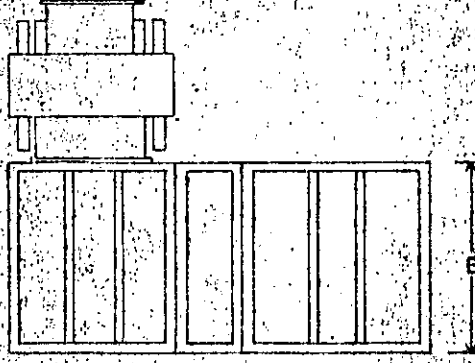


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



PERFIL

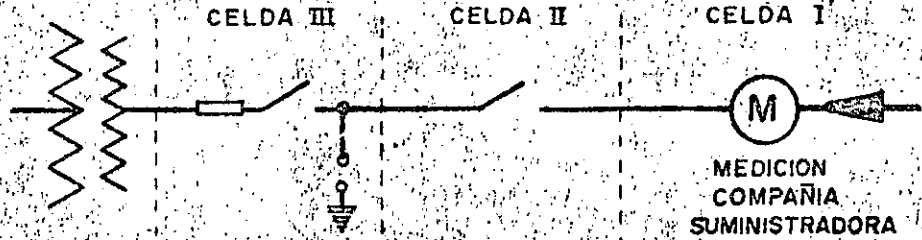


D C B

PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



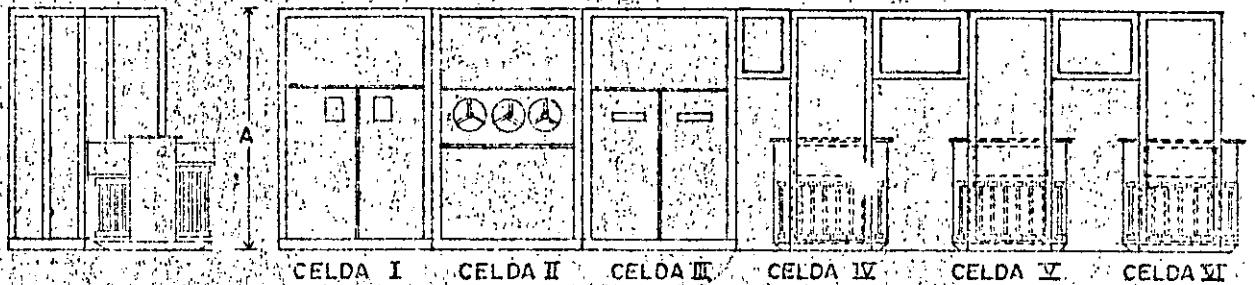
* SE ANOTAN LOS KV. NOMINALES

MODELO * DI3ETPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

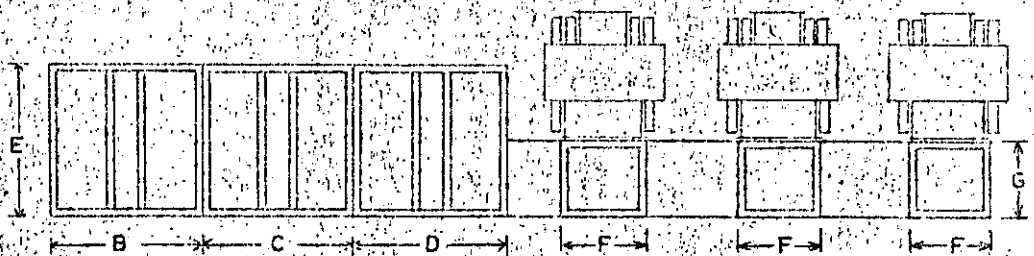
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

G A B I N E T E S



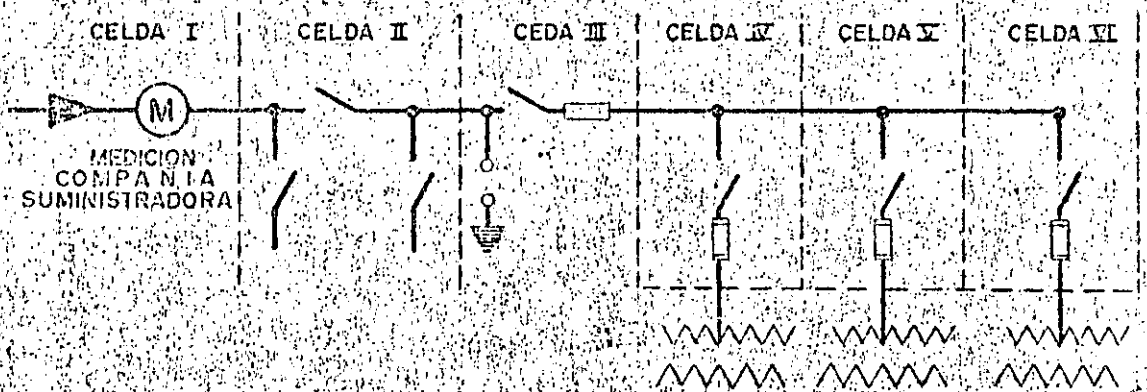
PERFIL

FRENTE



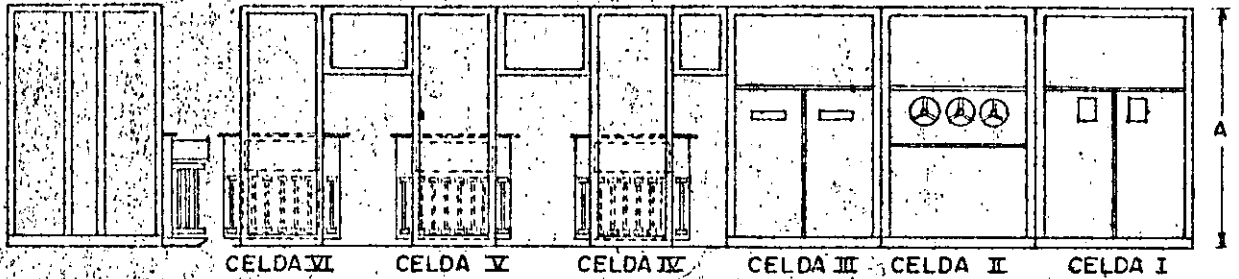
PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



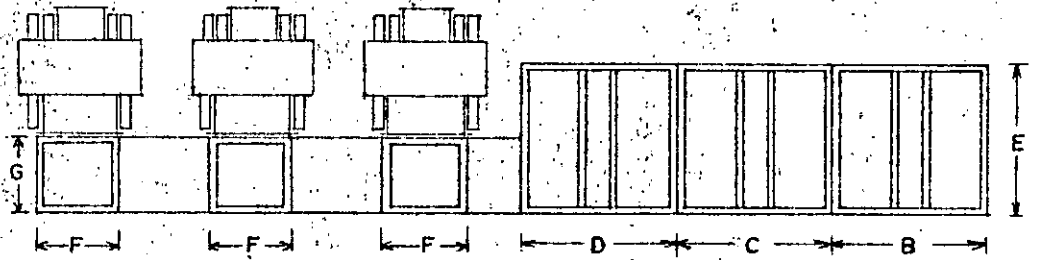
MODELO * ID3N3TLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTERIOR	IZQUIERDA - DERECHA	COLINEALES

38
G A B I N E T E S



PERFIL

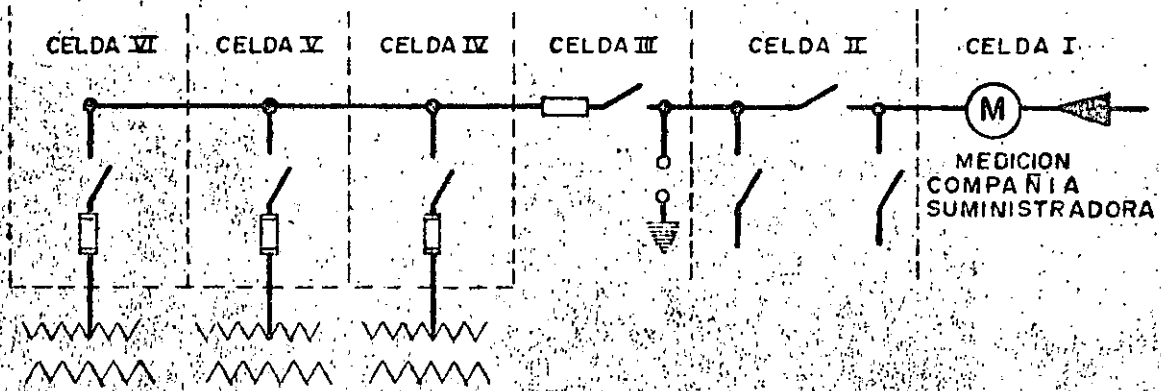
FRETE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR

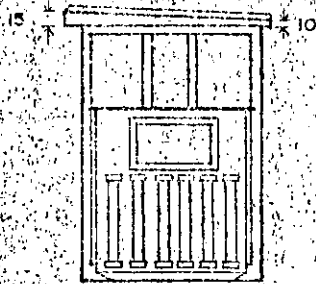


MODELO * D13N3TLSI

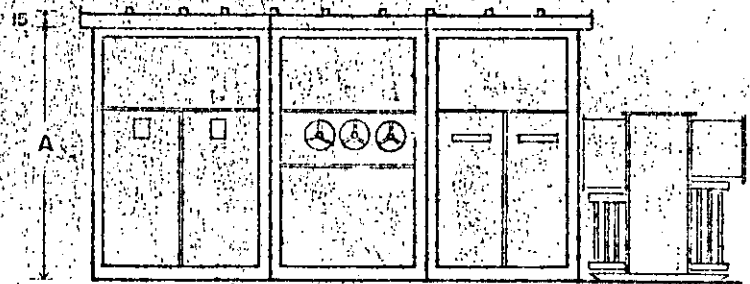
ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3, 4 y 5

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTERIOR	DERECHA - IZQUIERDA	COLINEALES

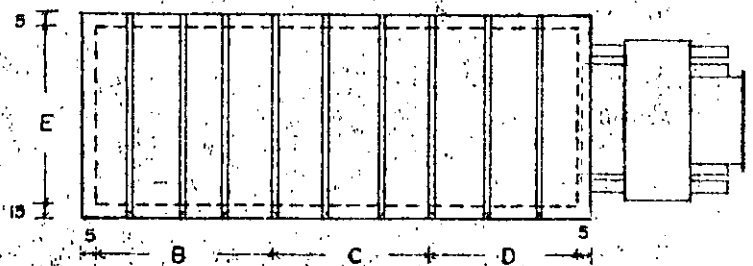
39
G A B I N E T E S



PERFIL

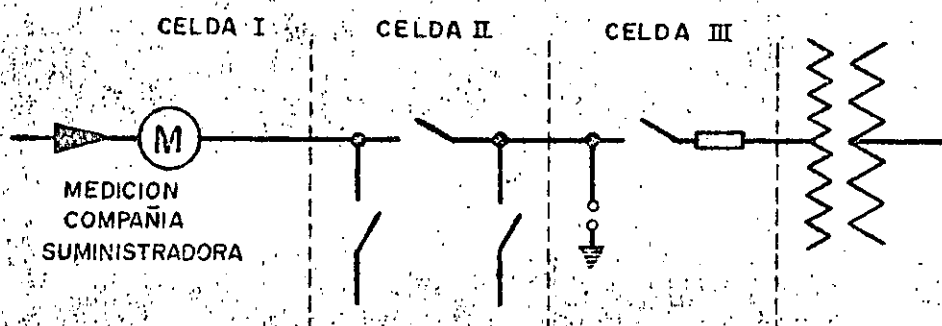


CELDA I CELDA II CELDA III
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3NTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

COLINEAL

40
G A B I N E T E S

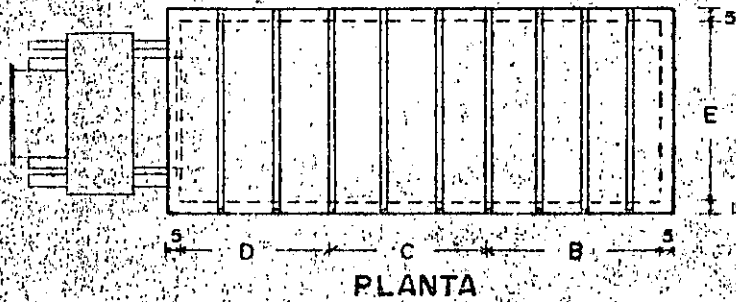
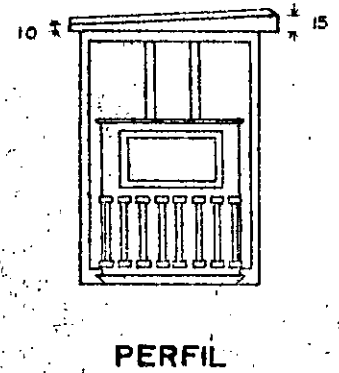
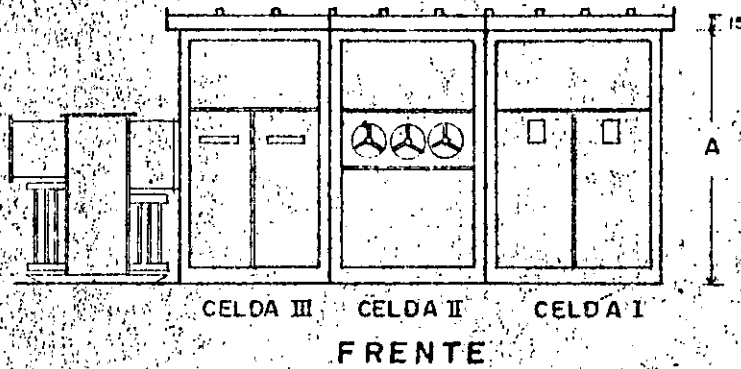
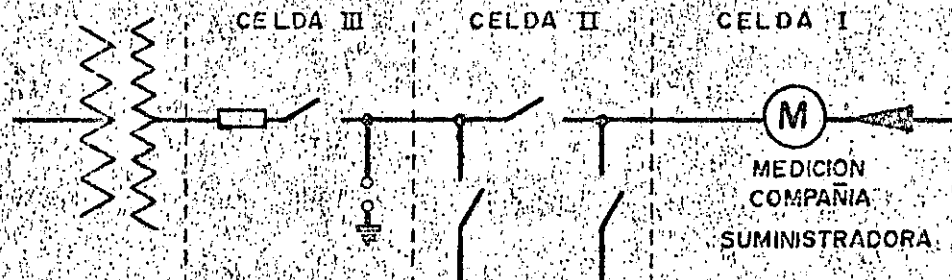


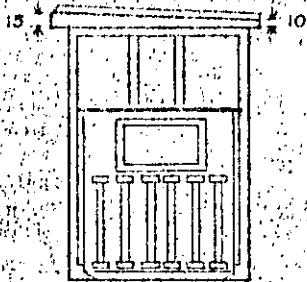
DIAGRAMA UNIFILAR



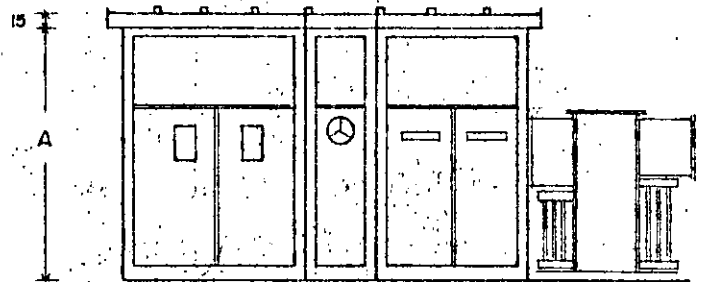
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO	DI3NTLSE	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR	
INTEMPERIE	DERECHA—IZQUIERDA	COLINEAL	

41
G A B I N E T E S

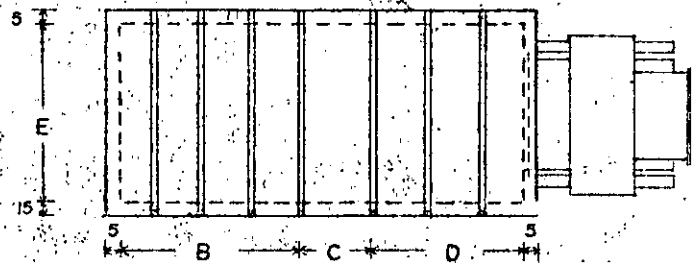


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

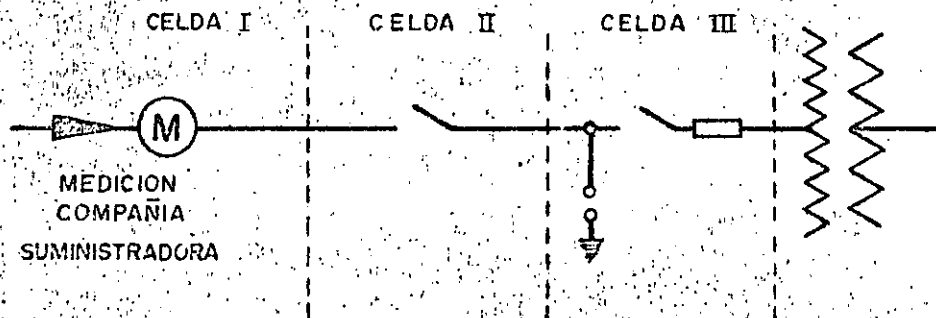
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

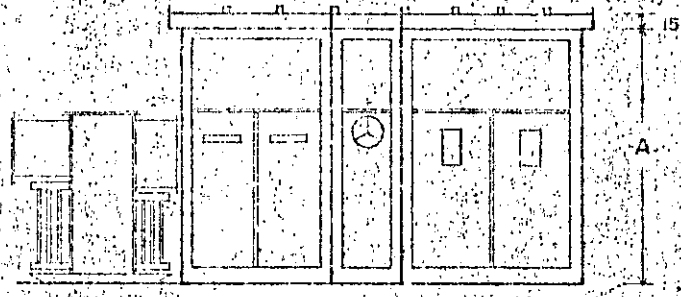
TRANSFORMADOR

INTERPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

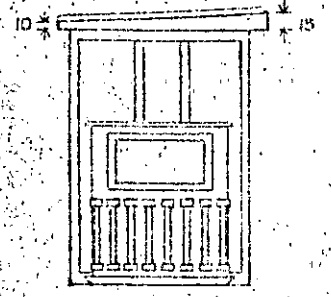
COLINEAL

C A B I N E T E S



CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



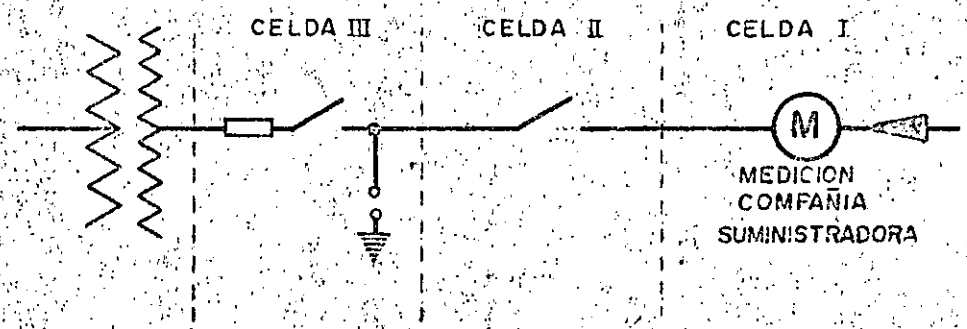
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

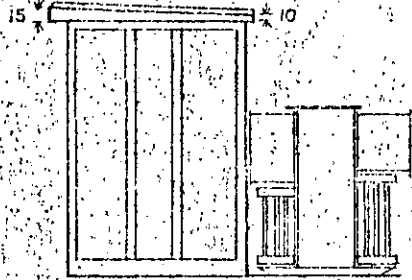
INTERPERIE

DERECHA - IZQUIERDA

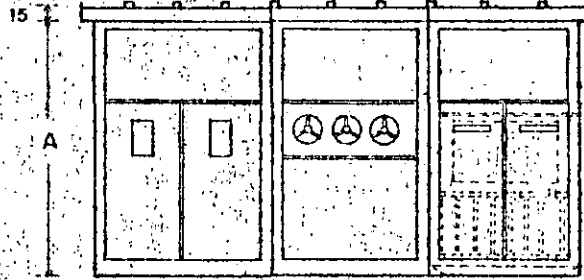
COLINEAL

G A B I N E T E S

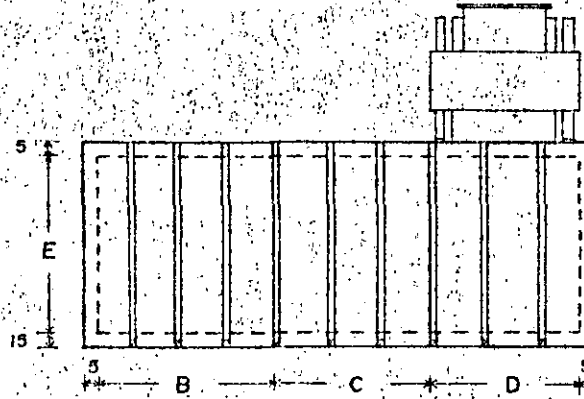
43



PERFIL



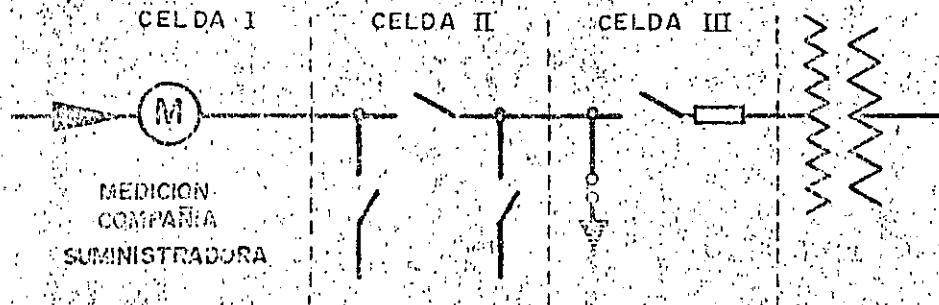
CELDA I CELDA II CELDA III
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO ID3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

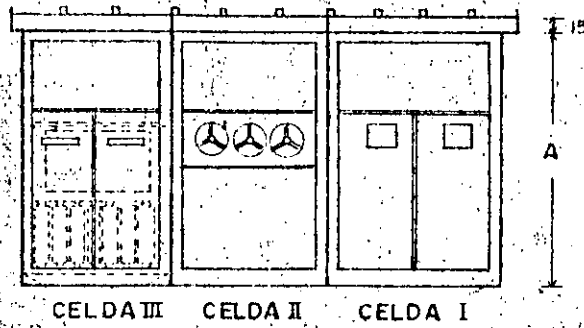
INTERFERENCIA

IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

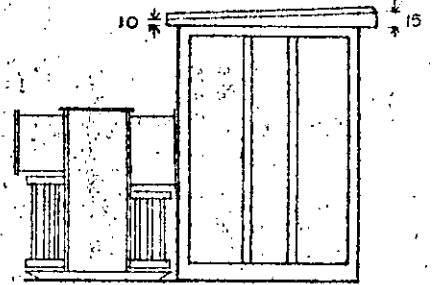
GABINETES

44

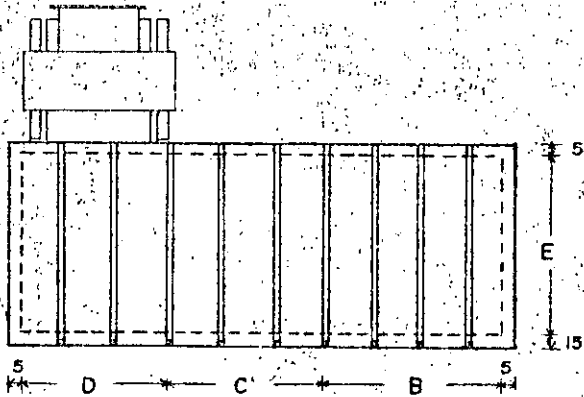


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



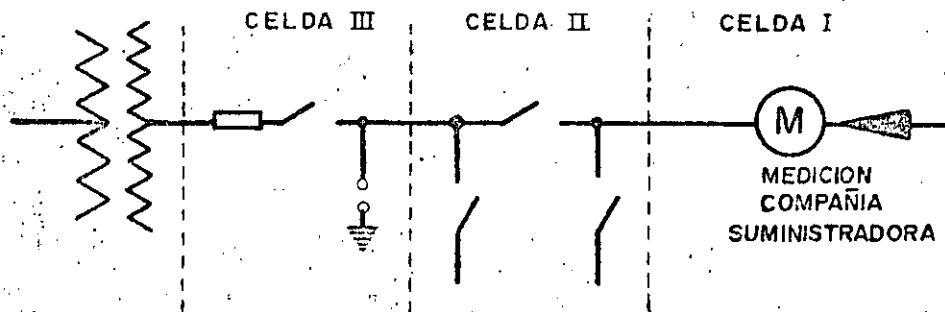
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES.

MODELO * DI3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

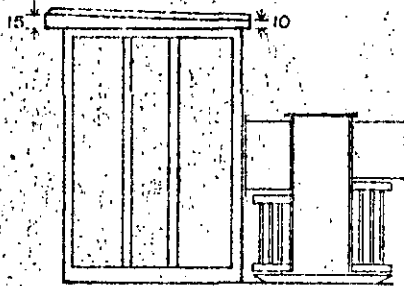
INTEMPERIE

DERECHA — IZQUIERDA

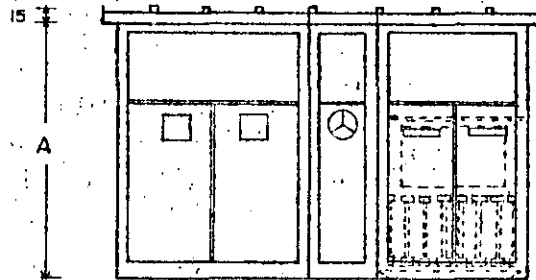
POSTERIOR

G A B I N E T E S

45

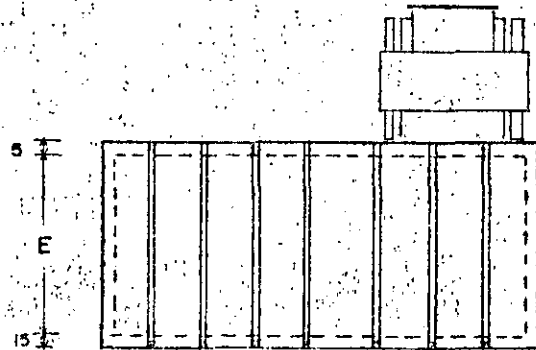


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

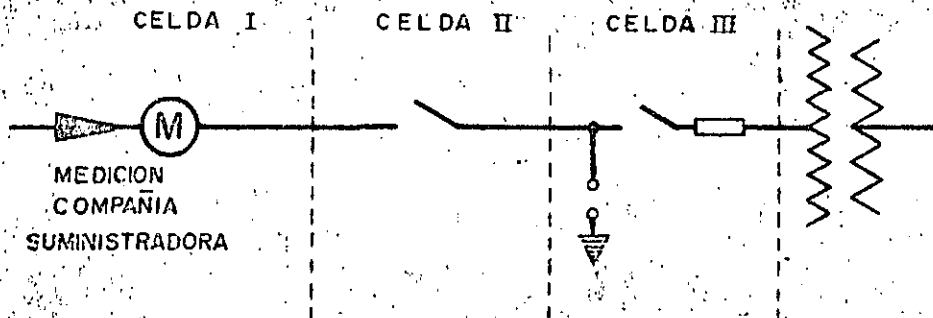
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

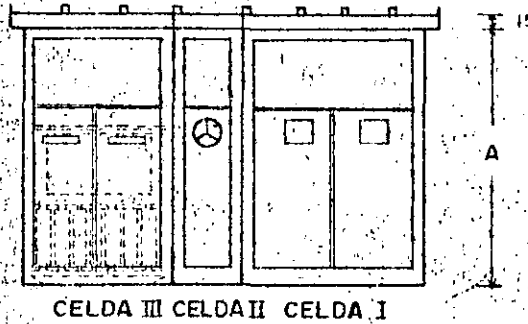
INTEMPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

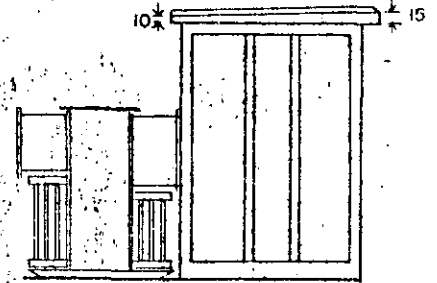
G A B I N E T E S

46

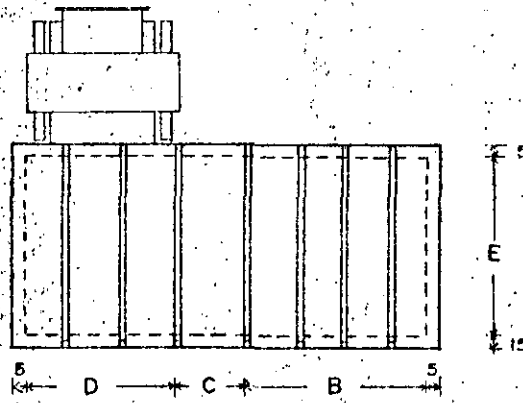


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



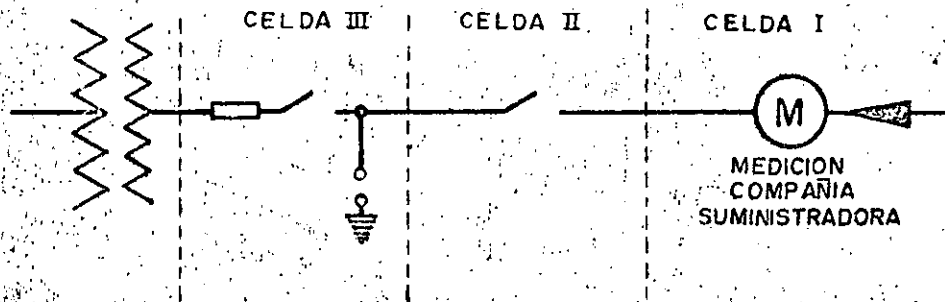
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR.



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

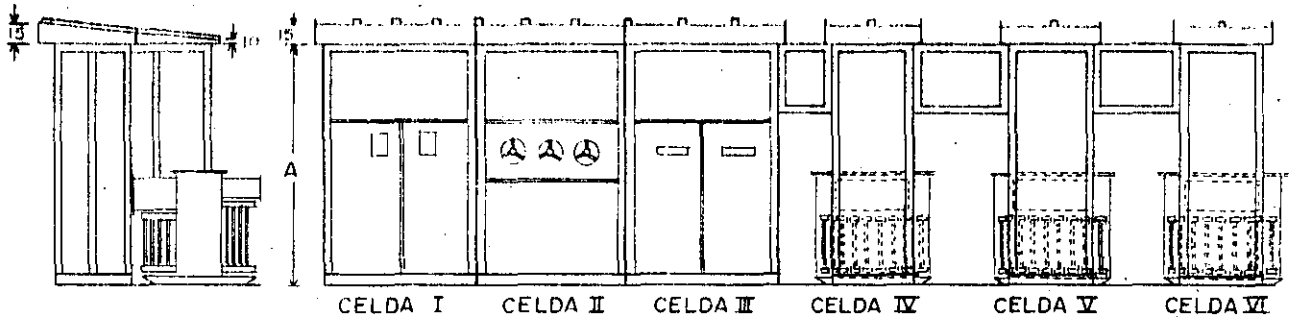
INTemperie

DERECHA — IZQUIERDA

POSTERIOR

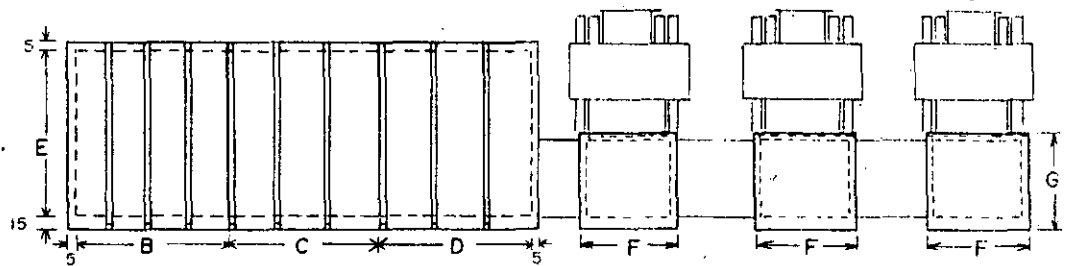
G A B I N E T E S

47



PERFIL

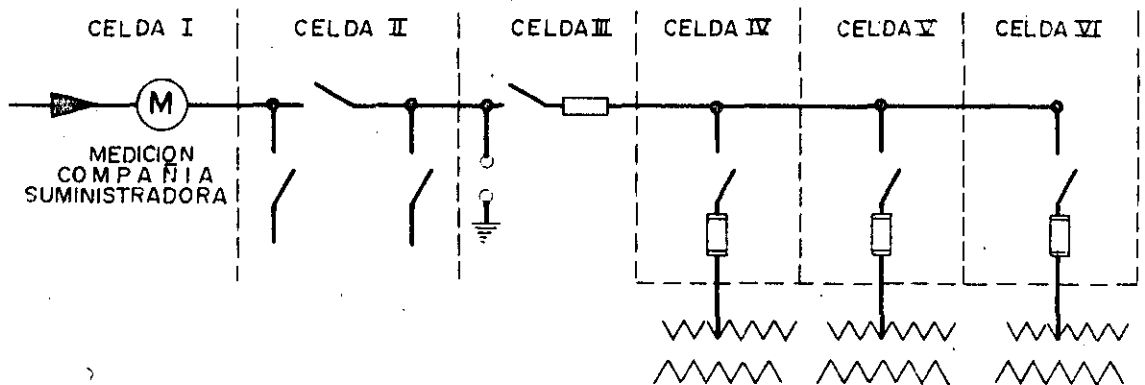
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3NTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

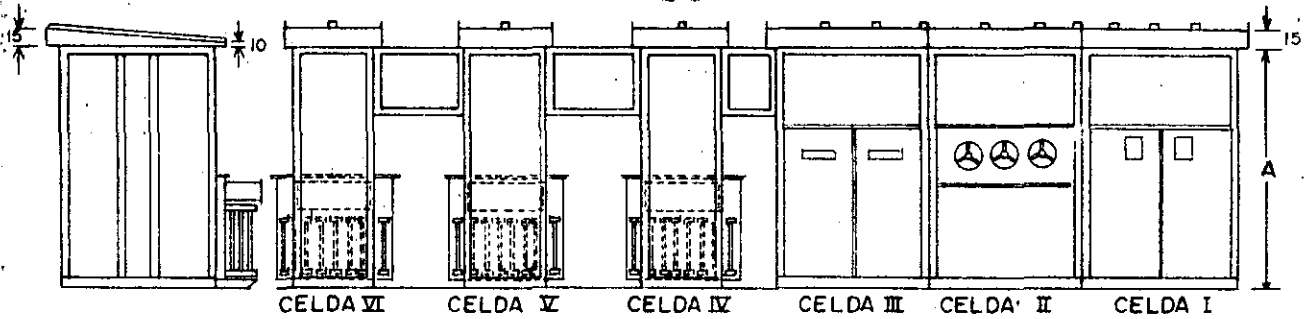
INTEMPERIE

IZQUIERDA --- DERECHA

COLINEALES

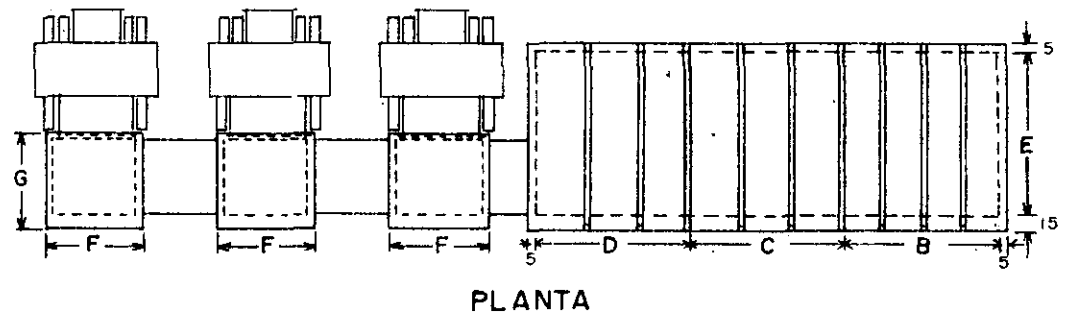
G A B I N E T E S

48



PERFIL

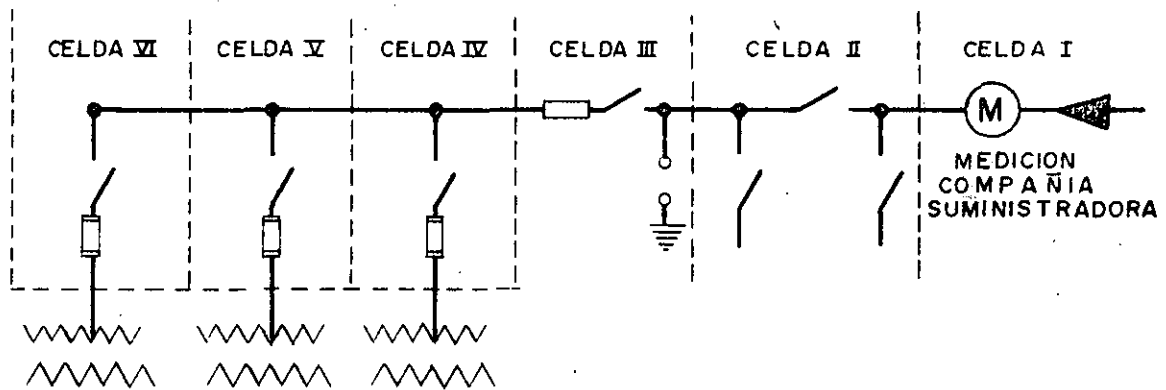
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3N3TLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

INTEMPERIE

DERECHA - IZQUIERDA

COLINEALES

MEMORIA DESCRIPTIVA

GABINETE

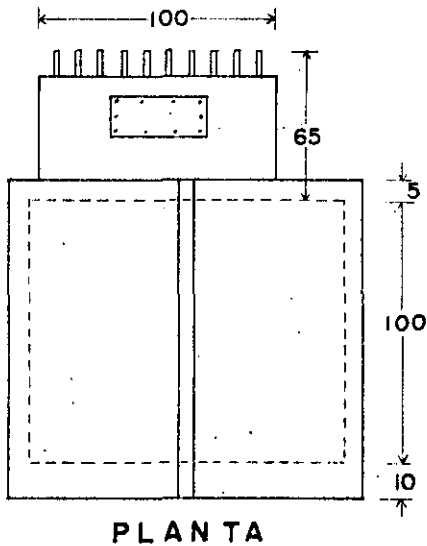
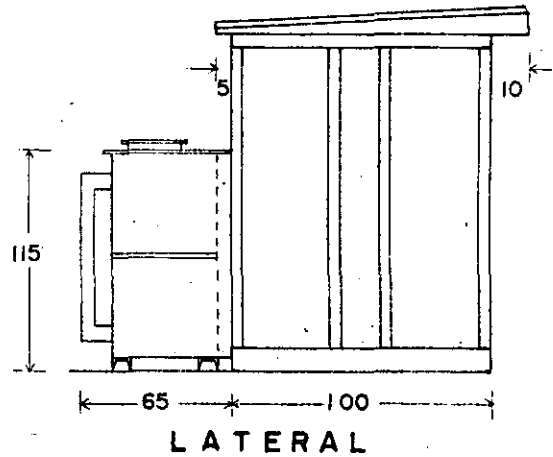
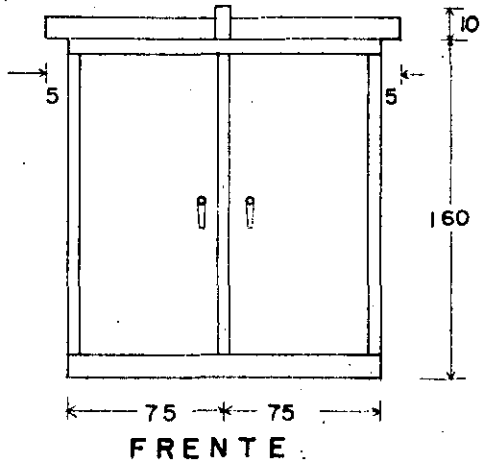
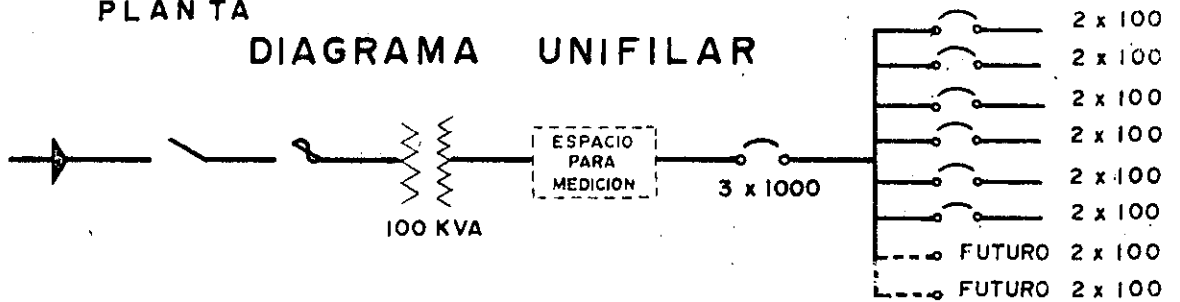


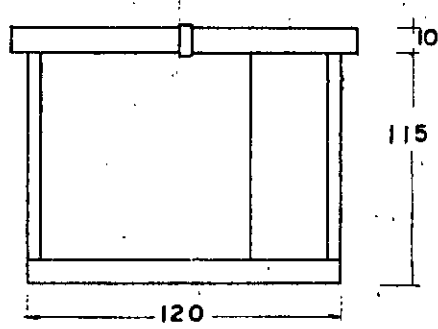
DIAGRAMA UNIFILAR



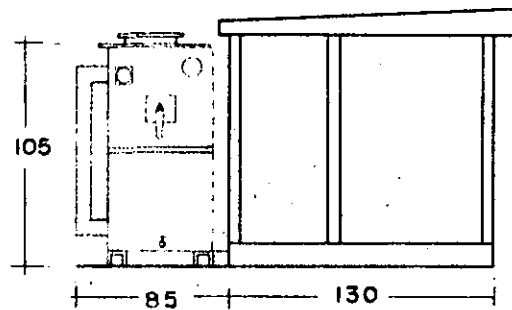
MODELO "MECSAPAQ 100"		ACOTACIONES EN CENTIMETROS
SERVICIO		TRANSFORMADOR
INTEMPERIE		POSTERIOR

MEMORIA DESCRIPTIVA

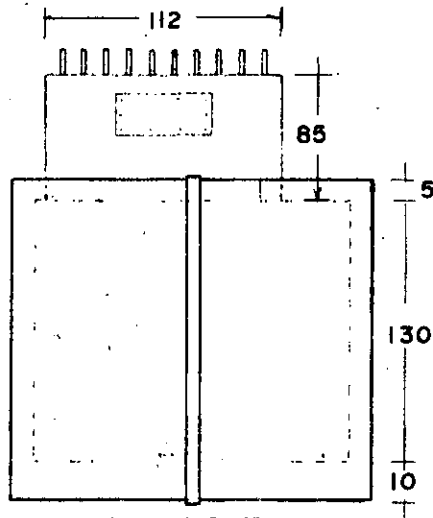
50



FRENTE



LATERAL



PLANTA

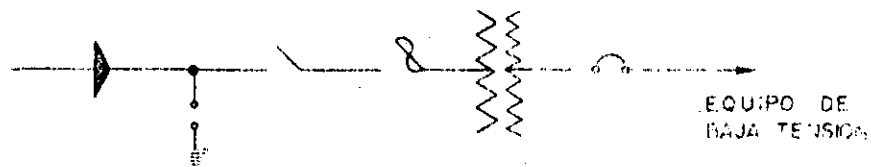
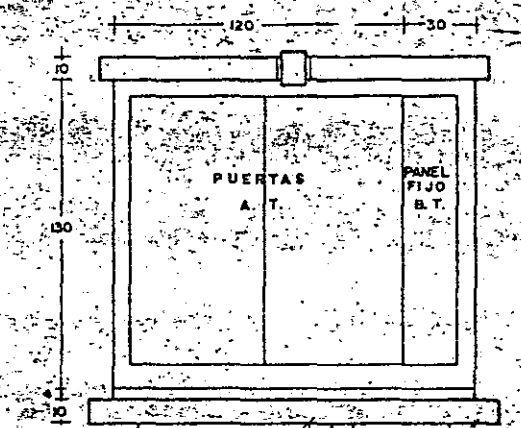
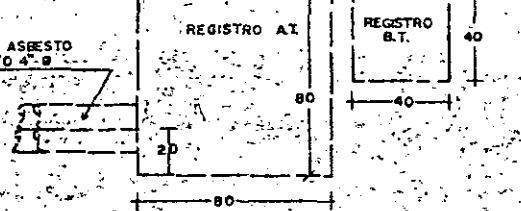


DIAGRAMA UNIFILAR

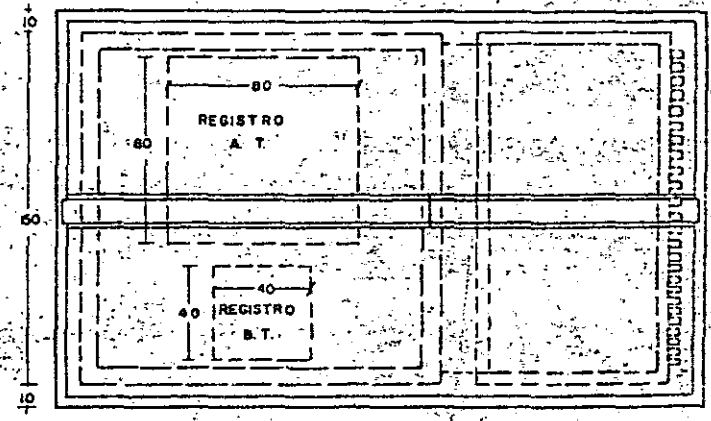
MODELO MECSAPAQ		ACOTACIONES EN CENTIMETROS
SERVICIO		TRANSFORMADOR
INTEMPERIE		POSTERIOR



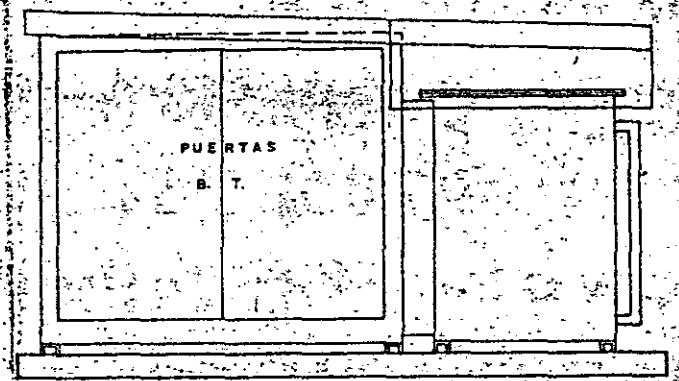
4 TUBOS DE ASBESTO
CEMENTO 3" O 4" Ø



ELEVACION FRONTAL



PLANTA



ELEVACION LATERAL

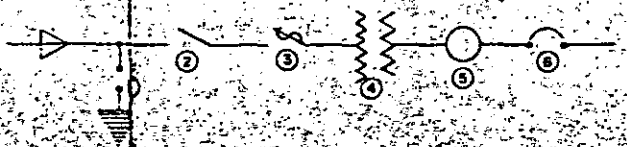


DIAGRAMA UNIFILAR

DIMENSIONES DE 'X' Y CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

KVA	X	TERMOMAGNETICO
150	76	3x600A
75	69	3x300A
50	70	3x200A
45	69	3x200A
30	67	3x125A

* ACOT. EN "Cr."

MATERIAL Y EQUIPO

1. APARTARRAYOS PARA 25 KV
2. JUEGO DE CUCHILLAS TRIPOLARES OPERACION EN GRUPO SIN CARGA 25 KV 400 AMPERES
3. FUSIBLES MARCA SIEMENS 20/23KV
4. TRANSFORMADOR MARCA MECSA 20/25 KV 220/127 VOLTS
5. EQUIPO DE MEDICION EN BAJA TENSION
6. TERMOMAGNETICO



SUBESTACION MECSAPA Q
R - 25 KV

P.G. - 170
12 / X / 72

51

TABLA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD MAXIMA EN AMPERES POR FASE A QUE DEBEN SUJETARSE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION PARA LIBERAR DE SOBRECARGAS EL CIRCUITO PRIMARIO DE BANCOS TRIFASICOS DE TRANSFORMACION.

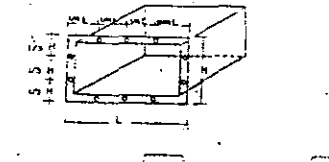
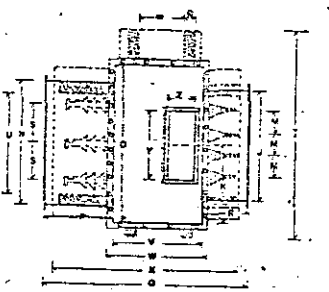
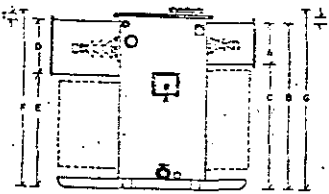
V.A. del BCO	2 400 volts.		4 160 volts.		6 900 volts.		11 500 volts.		13 200 volts.		22 000 volts.		33 000 volts.		44 000 volts.	
	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.
5	1.08	3	0.63	1.5	0.38	1	0.23	1	0.20	1						
5	1.80	3	1.04	2	0.63	1.5	0.38	1	0.33	1	0.20	1				
	2.17	5	1.25	3	0.75	1.5	0.45	1	0.39	1	0.24	1	0.16	1		
	2.41	5	1.39	3	0.84	2	0.50	1	0.44	1	0.26	1	0.17	1		
	3.61	7	2.08	5	1.26	3	0.75	1.5	0.66	1.5	0.39	1	0.26	1	0.20	1
5	5.41	10	3.12	7	1.88	5	1.13	2	0.98	2	0.59	1.5	0.39	1	0.30	1
	6.01	15	3.47	7	2.09	5	1.26	3	1.09	2	0.66	1.5	0.44	1	0.33	1
	7.22	15	4.16	10	2.51	5	1.51	3	1.31	3	0.79	2	0.52	1	0.39	1
5	9.02	15	5.20	10	3.14	7	1.88	5	1.64	5	0.98	2	0.66	1.5	0.49	1
	10.83	20	6.25	15	3.77	7	2.26	5	1.97	5	1.19	3	0.79	2	0.59	1.5
	12.03	25	6.94	15	4.18	10	2.51	5	2.19	5	1.31	3	0.87	2	0.66	1.5
	18.04	30	10.41	20	6.28	10	3.77	7	3.28	7	1.97	5	1.31	3	0.98	2
0	24.06	40	13.88	25	8.37	15	5.02	10	4.37	10	2.62	5	1.75	5	1.31	3
2.5	27.06	40	15.61	25	9.41	15	5.65	10	4.92	10	2.95	7	1.97	5	1.48	3
0	36.08	50	20.82	30	12.55	20	7.53	15	6.56	15	3.94	7	2.62	5	1.97	5
0	48.11	65	27.76	40	16.73	25	10.04	20	8.75	15	5.25	10	3.50	7	2.62	5
	54.13	80	31.23	50	18.83	30	11.29	20	9.84	20	5.90	10	3.94	7	2.95	7
0	72.17	100	41.64	65	25.10	40	15.06	25	13.12	20	7.87	15	5.25	10	3.94	7
0			62.45	80	37.65	50	22.59	30	19.68	30	11.81	20	7.87	15	5.90	10
0			69.40	100	41.84	65	25.10	40	21.87	40	13.12	20	8.75	15	5.56	15
0					57.74	80	34.64	40	30.18	50	18.11	30	12.07	20	9.05	15
0					62.76	80	37.65	50	32.80	50	19.68	30	13.12	20	9.84	20
0							50.20	65	43.74	65	26.24	40	17.50	25	13.12	20
500							75.31	100	65.61	100	39.36	50	26.24	40	19.68	30
000											52.49	65	35.00	50	26.24	40

P.C. = AMPERES A PLENA CARGA DEL BANCO DE TRANSFORMACION.
 D. = AMPERES DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION.

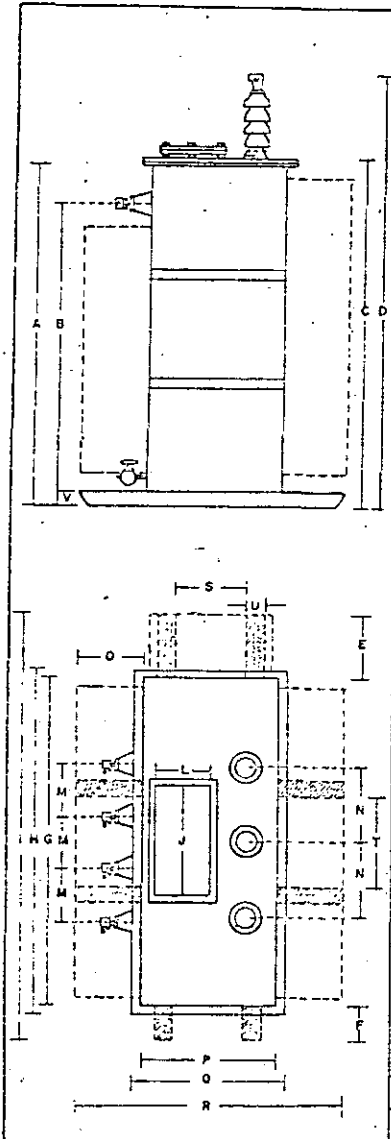
PARA BANCOS CUYA CORRIENTE PRIMARIA SEA SUPERIOR A LAS INDICADAS EN ESTA TABLA, LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CORRESPONDIENTES, DEBERAN SUJETARSE AL 125 % DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL PROPIO BANCO COMO MAXIMO.

DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 Hz CON GARGANTAS LATERALES EN AT. y BT.

MANUFACTURAS ELECTRICAS S.A.



K. V. A.	150				200				250				300				500				750				1000			
E. V.	132	23/20	13.2	23/20	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2	23/20	13.2
CONEXION	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA
DERIVACIONES	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%	214/23%
VOLTS	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127	220/127
CONEXION	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA
A	20	20	26	30	36	36	36	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
B	121	133	147	147	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133
C	101	111	83	121	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
D	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
E	87	87	83	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
F	126	140	122	140	140	139	140	139	140	139	140	139	140	139	140	139	140	139	140	139	140	139	140	139	140	139	140	139
G	130	144	126	144	144	143	144	143	144	143	144	143	144	143	144	143	144	143	144	143	144	143	144	143	144	143	144	143
H	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423	81 AT 2031 423
I	128	130	144	150	150	149	150	149	150	149	150	149	150	149	150	149	150	149	150	149	150	149	150	149	150	149	150	149
J	32	32	34	32	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
K	36	36	38	36	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
L	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823	47 AT 8231 823
M	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
N	78	82	78	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
O	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
P	100	127	116	122	122	121	122	121	122	121	122	121	122	121	122	121	122	121	122	121	122	121	122	121	122	121	122	121
Q	32	41	32	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
R	105	113	113	124	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122
S	22	22	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
T	22	24	22	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
U	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
V	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
W	45	42	33	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
X	13	10	17	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Y	48	30	49	32	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Z	525	607	569	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623
AA	71	71	73	97	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
BB	37	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
CC	15	15	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
DE ACEITE	3.80	97.0	4.80	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3	87.3
PESO APROX. Kg	17.00	17.00	14.50	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00



DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 HZ. TIPO TANQUE RECTANGULAR

MANUFACTURAS ELECTRICAS CAMARENA S. A.

KVA	200	225	250	300	500
KV	23/20	13.2	13.2	13.2	23/20
CONEXION	DELTA DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA
DERIVACIONES	± 2.5/2.67%	± 2.5%	± 2.5%	± 2.5%	± 2.5/2.67%
VOLTS	440/234	220/127	440/220/127	440/220/127	440/220/127
CONEXION	ESTRELLA ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA
A	131	123	124	134	148
B	119	111	112	122	133
C	133	125	126	136	150
D	173.5	158	157	167	190.5
E	14	14	14	23	36
F	14	14	14	14	14
G	116	118	116	123	144
H	126.5	120.5	124.8	133.8	154.5
I	144	146	144	160	196
J	58	40	45	45	50
K	58	29	58	61.5	72
L	17	16	15	18	22
M	14	10	14	15	18
N	33	24	24	25	34
O	23	0	28	28	38
P	52	51	52	52	60
Q	62.5	61	62.5	62.5	70.5
R	90	77	98	90	136
S	20		20	20	28
T	52	50	52	59	72
U	6	6	6	6	6
V	6	6	6	8	8
LITROS DE ACEITE	990	510	530	630	1008
PESO APROX. EN KG	1900	1550	1680	2000	3100

DIMENSIONES EN CENTIMETROS APROXIMADAS



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE GENERACION

ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA

MARZO, 1985

I PLANTAS ELECTROGENAS1.- SU UTILIZACION

De acuerdo con la forma de operar de las plantas eléctricas, éstas pueden dividirse en tres grupos:

- a) Plantas de Emergencia
- b) Plantas de Servicio Continuo
- c) Sistemas de Servicio Ininterrumpible de Potencia (UPS)

a) PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

Como su nombre lo indica, el suministro de energía eléctrica en algunos casos, es indispensable para afrontar condiciones de falla y peligro, ya sea porque se pierda o dañe una producción determinada o porque se pongan en peligro vidas, otros bienes, etc.

En el caso de hospitales u otras aplicaciones en que se amenaza la vida humana, pueden considerarse las plantas de emergencia como un Salvavidas. De aquí la importancia de poner una gran atención no solo a la buena selección, adquisición e instalación de la misma, sino mantener con gran acuciosidad y esmero todas las características que aseguren su buena operación.

Una planta de emergencia esta diseñada para operar durante períodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energía eléctrica, se hace cargo de la demanda normal y solamente al fallar ésta, se requiere un sustituto para algunas cargas y, por consiguiente, en lugares con buen suministro eléctrico, una planta de emergencia llega a operar solo unas cuantas horas por año, aún sumándole los tiempos de ejercitación semanal que se aconsejan.

13-XI-79

En otras ocasiones, la operación es más intensa, pero aún así, el diseño de una planta de emergencia es básicamente diferente a la de servicio continuo.

b) PLANTAS DE SERVICIO CONTINUO

En términos generales, las plantas de servicio continuo, son aquellas que suministran energía eléctrica para:

- a) venta y distribución del fluido
- b) accionar equipos eléctricos particulares en lugares donde no existe el suministro público o éste es deficiente, insuficiente o de diferentes características a las que requieren.

Para las primeras que se citan, generalmente se requieren estudios y características muy especiales y complejos, ya que la venta y distribución de energía, están sujetos a una serie de normas y requerimientos gubernamentales para asegurar, no solo la continuidad y suficiencia del servicio, sino la buena calidad del mismo y detalles que en el presente estudio sería imposible agotar, sin embargo, al describir las segundas, se esbozan algunas características y estudios que, para el primer caso sería necesario ampliar.

Una planta de servicio continuo es aquella en que la operación de la misma se requiere por un período largo, ya sea a plena carga o parcialmente y, dependiendo de esto, las condiciones del calentamiento y desgaste del motor primo, así como, el consumo y aprovechamiento de combustible o energía mecánica, deben estudiarse en forma particular.

Aquí las características COSTO DE GENERACION/KILO WATT-HORA, tiene una influencia importante en la selección del equipo.

El costo de generación depende del costo de combustibles, vapor, etc., que se consuman y del costo de operación, mantenimiento, reparación, así como, de la amortización del equipo; por lo que, un balance entre éstos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.

c) SISTEMA DE SERVICIO ININTERRUMPIBLE DE POTENCIA (UPS)

Este es un sistema de generación eléctrica de servicio constante que combina las características de una planta de emergencia y sistema normal de suministro eléctrico.

El objetivo principal de estos sistemas es que, en ningún momento desaparezca el suministro eléctrico en la carga, aún cuando falle la fuente que los abastece.

Estos requerimientos generalmente se presentan en cargas menores muy especiales como: instrumental médico, aeropuertos, computadoras, plantas químicas, comunicaciones, etc.

Existen varias formas de hacerlo, dependiendo de la capacidad principalmente:

- a) CA - CD dependiente de batería (alumbrado de emergencia).
- b) Sistema de M - G con volante.
- c) Sistema M - G volante y motor primo.
- d) Conversión - Batería - Inversión.
- e) Generación Continua, con suministro Normal como Emergencia.

Posteriormente se analizan estos sistemas con mas detalle.

2.- COMPONENTES

UNA PLANTA ELECTRICA, consta de las siguientes partes principales:

- a) Motor primo,

- b) Generador,
- c) Controles e Interruptor General,
- d) Interruptor de Transferencia o doble tiro (Planta de Emergencia) y
- e) Accesorios.

- a) El Motor Primo puede ser cualquier elemento que entregue energía mecánica adecuada al generador, pero entre los principales, para el presente trabajo, consideramos los siguientes con fines de emergencia:

Motor a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

- b) El Generador Eléctrico es, generalmente, un alternador de 2, 4 ó 6 polos, dependiendo de la velocidad es cogida para la mejor operación del motor primo.

En motores a gasolina, con potencias relativamente bajas, comunmente se usa una velocidad de operación de 3000 a 3600 RPM (50 ó 60 Hz, respectivamente), o sea la velocidad síncrona correspondiente a un generador de 2 polos.

En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

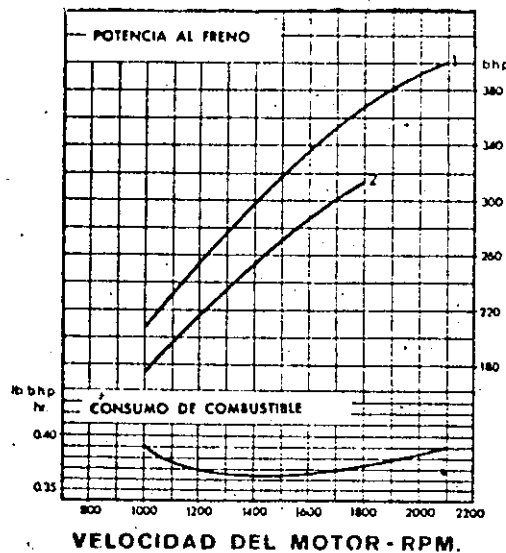
La potencia en este último caso, es relativamente alta.

En aplicación para equipos de aviación, generalmente se usa frecuencia de 400 Hz o sean 24000 RPM con 2 polos, 12000 RPM con generadores de 4 polos, 8000 con 6 polos, etc.

Esto permite el uso de equipo mas compacto.

En aplicaciones de motor diesel, la velocidad común es de 1500 - 1800 RPM o sean 4 polos en el generador, pero para aplicaciones de servicio continuo, se recomienda el uso de generadores de 6 u 8 polos, o sean 1000 - 1200 RPM ó 750 - 900 RPM respectivamente, para que el desgaste de sus elementos se reduzca en proporción y la vida útil de la máquina se prolongue. Esto, sin embargo, repercute en una pérdida casi linealmente proporcional de la potencia del motor.

CARACTERISTICAS DE MOTORES



Por lo mismo, debe tenerse especial cuidado en la selección del equipo, para que corresponda a la mejor inversión, de acuerdo con su aplicación.

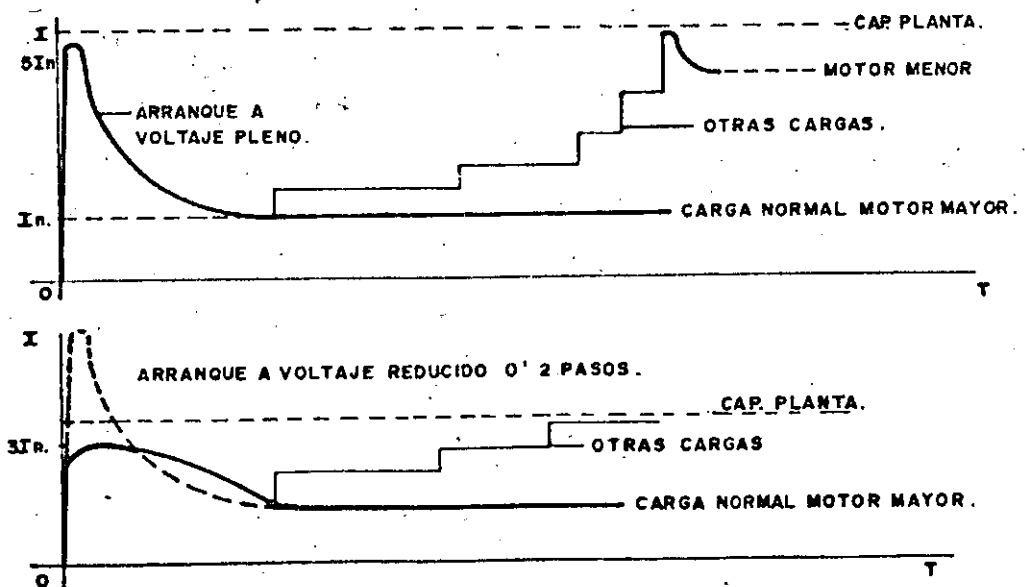
También cabe señalar que, a igualdad de velocidad, la potencia que se le puede sacar a una máquina en servicio continuo es entre 85% y 90% de la correspondiente a aplicaciones de emergencia o con cargas intermitentes, dado que, el calentamiento y desgaste por períodos prolongados, reduce considerablemente la vida del motor.

En el caso de motores a gas, su selección depende de la potencia, y de otras características, pudiendo usarse motores de ciclo Otto, o sea, con encendido eléctrico por bujías o de ciclo Diesel, o sea, enriqueciendo la mezcla aire - combustible, en cuyo caso, el encendido sigue haciéndose con la inyección de combustible líquido en la cabeza de los cilindros.

3.- SELECCION

El punto de partida para seleccionar un motor de combustión interna, es definir la potencia útil que se va a necesitar y en las circunstancias y condiciones del lugar de trabajo.

La potencia eléctrica que necesitaremos, a su vez, es la suma de las cargas totales, más la correspondiente al arranque de motores, dependiendo ésto, del tipo de arrancador empleado y del propio motor, el cual toma aproximadamente 5 veces la corriente nominal, según el tipo.



8

Una vez analizado el valor y la secuencia de arranque de los motores mas grandes, se verá cual es la potencia requerida en el generador y la que comercialmente se fabrica.

Para evaluar la potencia en la flecha a partir de la potencia eléctrica (en los cables de salida), debe considerarse la eficiencia del generador, que generalmente está entre 95% y 85% y esto ya nos puede llevar a calcular la potencia requerida en la flecha del motor.

$$HP = \frac{KW}{0.85 \times 0.746}$$

A su vez, la potencia en HP en la flecha del motor puede calcularse partiendo de las curvas de comportamiento del motor y a la velocidad en que va a trabajar.

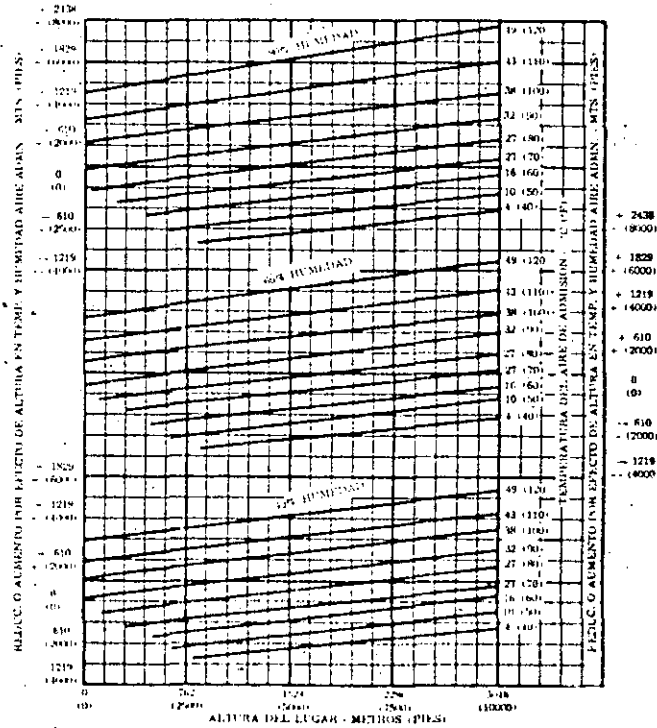
A esto deberán deducirse las pérdidas por altitud en el lugar de trabajo a razón de aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m., si es de aspiración natural, o menos, si tiene la ayuda de un turboalimentador compensador, en cuyo caso puede reducirse esta pérdida, según su propio diseño.

A esta potencia todavía deben hacerse deducciones por:

- Consumo en HP del ventilador,
- Pérdidas en el escape,
- Pérdidas en bombas y ventiladores u otros equipos auxiliares, como: Radiador, intercambiador de calor, torre de enfriamiento, etc.,
- Pérdida por temperatura ambiente.
- Arriba de 15°C se pierden aproximadamente 1% por cada 6°C.

La humedad relativa del aire influye igualmente teniendo que recurrirse a tablas de comportamiento para su ajuste:

GRAFICA QUE ILUSTR LA CORRECCION PARA LA ALTURA EN EL LUGAR DE PRUEBA PARA OBTENER LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE DE ADMISION



GENERADOR

En cuanto al generador, el primer punto de partida es escoger la capacidad en KVA del generador, de acuerdo con la frecuencia necesaria y la velocidad y potencia en KW correspondientes del motor de combustión interna.

Generalmente el factor de potencia es 0.8, que es el diseño normal.

También es necesario conocer la altitud de trabajo, ya que a mayor altitud se pierde ventilación, o sea, disipación del calor motivado por las pérdidas, y por lo tanto, disponibilidad de potencia efectiva.

Cabe mencionar, que a un factor de potencia menor de 0.8, -- puede sobrecargarse el generador sin que el motor se "siente"

Ejemplo:

	HP	KW	KVA	FP	I A	INT	% Carga Eléctrica	% Efecto Joule
Normal	112	75	93	0.8	245	250	100	100
Bajo FP	112	75	114	0.66	296	300	121	147
Bajo FP	112	75	136	0.55	349	350	142	203

Con FP bajo, siendo igual la potencia mecánica del motor (112 HP), la carga reactiva, provoca en el generador un calenta--- miento en sus devanados de 147% y 203% ó sea un peligro inmi--- nente de quemarlos.

El FP bajo debe detectarse y corregirse en su caso pero indivi--- dualmente en cada motor o carga que tenga bajo FP y no en --- conjunto para que nunca se tenga un FP adelantado.

INTERRUPTOR

Desde luego, para evitar el problema de sobre carga, el Inte--- rruptor debe ser escogido de acuerdo con la carga máxima jus--- ta del generador a $FP = 0.8$

Aqui la protección contra circuito corto, debe revisarse única--- mente para la capacidad interruptiva, de acuerdo con la impe--- dancia del sistema.

CONTROLES

Los controles de la planta pueden ser muy sencillos o llegar --- a un grado de sofisticación exagerado; pero nos limitamos a --- tomar en cuenta lo recomendable:

11

Primeramente deben considerarse Voltmetro, Ampermetro y Frecuencímetro, como unidades elementales para conocer el funcionamiento del equipo y los límites dentro de los cuales puede trabajar, tanto la máquina generadora como el equipo eléctrico que alimenta.

Un Wattmetro no es indispensable si la máquina trabaja individualmente, pero es esencial si se va a poner a trabajar en paralelo con otra máquina o con la red de suministro.

Para operación en paralelo de máquinas, se requiere además, una serie de dispositivos automáticos o manuales para sincronización como: ménsula con sincronoscopio o luces de sincronización, voltmetros dobles, frecuencímetros dobles y, de preferencia, control remoto de velocidad de motores diesel y de interruptores generales.

El Contador de Horas es necesario para llevar un control de mantenimiento del equipo.

Para la protección del motor primo, es necesario contar con indicadores visuales de presión de aceite, temperatura de la máquina y carga de baterías, pero mejor aún, es contar con dispositivos automáticos de paro del motor por falla, o sea, cuando la temperatura del motor o la presión del aceite están fuera de sus límites recomendables, éstos deben actuar y dejar alguna indicación de la causa y, de ser necesario, también sonar una alarma.

En máquinas de arranque y paro automático, además de lo anterior, es necesario un dispositivo programador de arranques de la marcha con intervalos de 4 ó 5 segundos, para evitar que la batería se descargue o se dañe antes de lograr el arranque.

En estos casos es necesario contar con un relé de tiempo para diferir el inicio de arranque cuando falla el suministro eléctrico momentáneamente y vuelve normal.

Entre 3 y 5 segundos es tiempo suficiente para cerciorarse de ello, pero en casos especiales puede disminuirse o aumentarse.

El control que ordena el arranque de la planta de emergencia es un relé sensitivo de voltaje, preferentemente trifásico, con ajustes generalmente a 80% y 120% del voltaje normal.

Para el paro de la máquina, cuando el suministro normal ha regresado, se requiere también un relé de tiempo para diferir el retorno de la carga al servicio normal y ésto puede hacerse en dos formas:

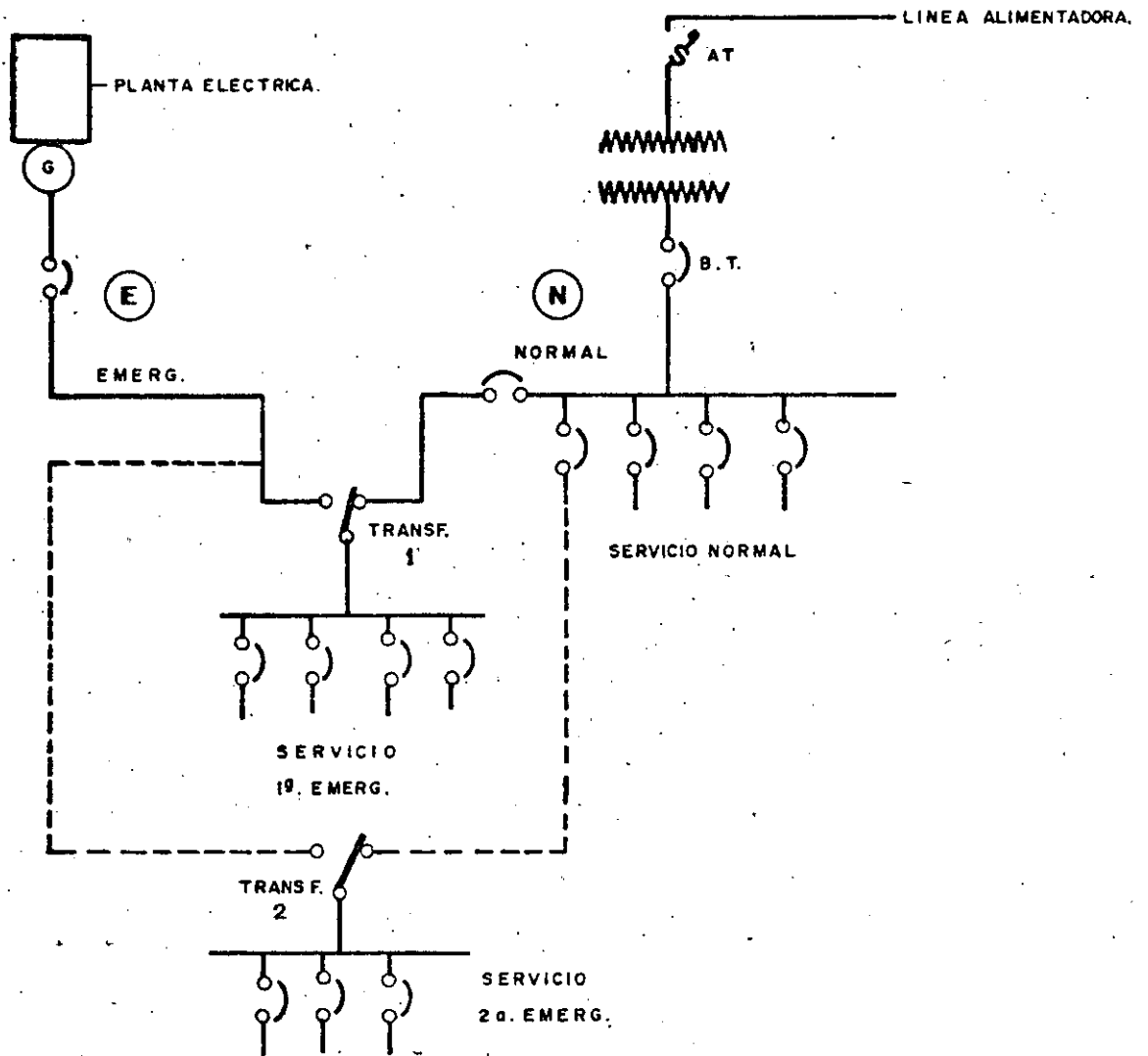
- 1a. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y pare al momento de hacerlo.

Esto, además asegura que en una operación corta, la batería alcance a recargarse, si es que no existe cargador adicional, sino únicamente mantenedor de carga.

- 2a. Dejar que la máquina trabaje con carga los mismos 1 a 10 minutos aproximadamente, haga la transferencia de ésta y siga en vacío otros 3 ó 5 minutos para enfriar el motor primo, principalmente cuando la carga es de 60% o más de la capacidad.

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA O DOBLE TIRO

Quando una carga eléctrica se alimenta alternadamente de un suministro Normal o de Emergencia, si falla el Normal, es indispensable contar con un medio de conexión fácil, pero que, al mismo tiempo, asegure que nunca se conecte la planta de emergencia al sistema alimentador, pues puede resultar altamente peligroso para los linieros cuando la línea de suministro este siendo reparada o para el equipo por quedar en circuito corto o fuera de sincronía.



Si una planta de emergencia tiene sistema automático de arranque y paro, no se concibe que el doble tiro sea manual y por consiguiente es necesario un Interruptor Automático de Transferencia que reconozca siempre una alimentación preferente.

Existen muchos diseños de Interruptores de Transferencia, pero cabe señalar que es muy necesario escoger un equipo confiable y que requiera un mantenimiento mínimo,

pues el 100% del tiempo permanece en uso, alimentado por servicio Normal o por Emergencia.

El tiempo de transferencia automática debe ser muy corto (alrededor de 0.5 segs.) pero no menor de 8 Hz (0.13 segs.) entre abrir un circuito y cerrar el otro, para evitar un circuito corto.

ACCESORIOS

Entre los accesorios se puede hablar de muchos equipos, pero los principales son:

- Radiador o intercambiador de calor.
- Silenciador que absorba el máximo de ruido, pero que no resuene a la velocidad normal ni provoque una contrapresión (aproximadamente 4-6" agua).
- Tubo flexible para absorber las vibraciones entre la máquina y el silenciador.
- Tubo o codo de escape con protección contra lluvia.
- Protección antichispa para lugares peligrosos.
- Bases flexibles para que no se transmitan las vibraciones al piso o estructura.
- Tanque de dfa con nivel, válvulas de paso y desfogue, respiración y válvula de flotador (en su caso).
- Bomba de traseigo.
- Batería y cables de capacidades adecuadas.
- Cargador de batería o mantenedor.
- Reloj programador para ejercitación semanal.
- Interruptores para ejercitación y mantenimiento, con o sin carga.

- Precalentadores de aire y agua.

Como se vé, la selección de un equipo para generación eléctrica de servicio continuo o emergencia, no debe dejarse en manos inexpertas y es de aconsejarse que se haga un estudio para cada caso, ya que puede considerarse que las plantas son como un traje a la medida.

Noviembre de 1982

Centro de Educación Continua.

Ing. Sergio Ordóñez Lezama.

16

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 1.

Cuando se desea una buena calidad del servicio eléctrico, la caída de tensión durante el arranque de motores debe restringirse a 5% o menos, más de 5%, principalmente en alumbrado incandescente, es un grave inconveniente, aunque sea poco frecuente.

En donde las fluctuaciones de luz no sean importantes puede tolerarse hasta un 25% de caída de voltaje durante el arranque de un motor, más allá de este límite, cuando hay otros arrancadores y/o contactores magnéticos y relés de bajo voltaje, podrían desconectarse con menos del 75% del voltaje de suministro.

En donde el arranque de un motor grande es el único factor para tomarse en cuenta, puede tolerarse hasta 40% de caída de voltaje.

Los tamaños de motores en HP anotados en la tabla anterior, están basados en motores código F, que toman una corriente de arranque de 5.5 veces la corriente de trabajo a plena carga.

Al arrancar por medio de compensador, debe tomarse en cuenta que el par motor se reduce a 64% con la derivación de 80% y a 42% con la derivación de 64%. Asegúrese de que estos pares son suficientes para arrancar la carga.

La potencia en HP anotada en la columna de "Arranque con Resistencia" supone que posiblemente el motor no arranca hasta que toda la resistencia este fuera y que el voltaje del generador se ha restablecido antes de comenzar a girar el motor.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 2.

MOTORES DE FASE PARTIDA. Toman una corriente muy alta durante el arranque. Multiplíquense por dos los valores de carga de arranque de Tabla dos.

MOTORES DE TIPO CAPACITOR. Auméntense en 25% los valores de KVA y corriente de arranque de la Tabla dos.

MOTORES TRIFASICOS. Para motores del tipo de Alto Par de Arranque, redúzcanse en 25% los valores de KVA y corriente de la Tabla dos.

MOTORES CON ROTOR DEVANADO. Los KVA de arranque son únicamente de 30 a 50% mayores que los KVA de trabajo normal.

Los valores de corriente y los KVA de arranque de la Tabla dos, son para arranque directo sobre la línea (Voltaje completo).

En donde se usa resistencia de arranque o compensador, los KVA de arranque son de 50% o menos de los indicados en la tabla.

FORMULO:

Ing. Ordóñez.

Vo. Bo. DEPTO.

APROBO:

Ing. Sergio Ordóñez Lezama.

Substituye a la(s) hoja(s) _____ de fecha _____

GENERADORES COMPACTOS.		TABLA 1. POTENCIA EN HP DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER UNA DETERMINADA C. DE VOLT.											
		5% DE CAIDA DE VOLTAJE.				25% DE CAIDA DE VOLTAJE.				40% DE CAIDA DE VOLTAJE.			
		ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA
			80%	65%			80%	65%			80%	65%	
KVA.	KW.												
3.75	3	—	—	—	—	—	1	1.5	—	1	1.5	2	—
6.25	5	—	—	—	1	1	2	2	1	2	2	3	1
9.4	7.5	—	—	—	2	1.5	2	3	2	2	3	5	2
12.5	10.0	—	—	—	2	1.5	3	3	2	3	5	7.5	2
19.7	15	—	—	1	3	3	3	5	3	3	5	12.5	3
26.0	20	—	—	1.5	5	3	5	10	5	5	10	15	5
31.3	25	1	1.5	2	5	5	7.5	10	5	7.5	12.5	15	5
37.5	30	1	1.5	2	7.5	5	10	15	7.5	10	15	20	7.5
50	40	1.5	2	3	10	7.5	12.5	20	10	12.5	20	30	10
62.5	50	2	3	3	12.5	10	15	25	12.5	15	25	30	12.5
75	60	2	3	5	15	12.5	20	25	15	20	30	40	15
93.8	75	3	3	5	20	15	20	30	20	25	30	50	20
125	100	3	5	7.5	25	20	30	40	25	30	50	75	25
156	125	5	7.5	10	30	25	40	60	30	40	60	75	30
187	150	5	7.5	12.5	40	30	50	75	40	50	75	100	40

TABLA 2. CORRIENTE Y POTENCIA APROX. QUE TOMAN LOS MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE-ARDILLA.									
POTENCIA EN HP	CARGA DURANTE EL TRABAJO.				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO				
	KW A PLENA CARGA	KVA A PLENA CARGA	AMPERES A PLENA CARGA		MOTOR MONOFASICO TIPO DE REPULSION E INDUCCION		MOTOR TRIFASICO TIPO DE ARRANQUE NORMAL Y KVA NORMALES DE ARRANQUE		
			MOTOR MONOFASICO	MOTOR TRIFASICO	KVA.	AMPRS.	KVA.	AMPRS.	
	1/2	.5	.8	3.5	21	2.8	12.5	7.7	20
1	1.0	1.4	6.5	3.7	4.5	20	12.6	33	
2	1.9	2.4	11.0	6.3	9.0	41	17.0	45	
3	2.8	3.7	17.0	9.7	12.5	56			
5	4.5	6.0	27	15.6	20.0	90	29.6	78	
7 1/2	6.6	8.1	37	21	28.0	140	43	112	
10	8.8	11.0	50	29	37.0	167	55	144	
15	13.0	15.0		39			83	220	
20	17.2	20.0		52			110	290	
25	21.4	24.5		64			135	352	
30	25.5	29.0		78			160	420	
40	33.8	39.4		103			217	570	
50	42.2	47.8		128			264	690	
60	50.0	59.3		156			326	850	
75	62.5	71.0		188			390	1020	
100	83.0	93.0		244			511	1340	

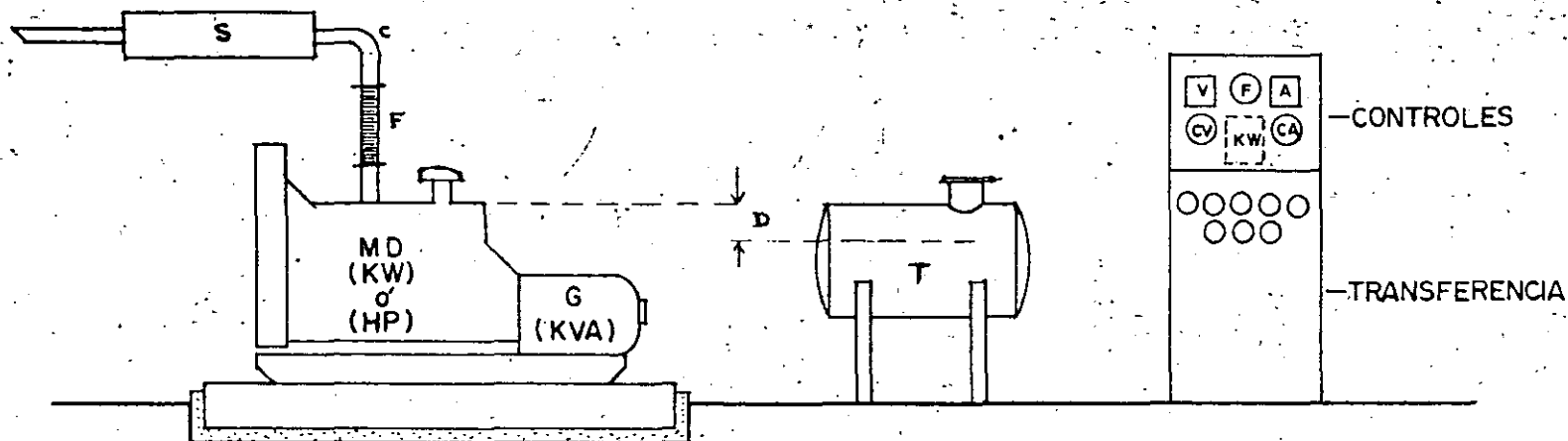
NOTA. LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 2. SON PARA 220V. PARA 115V. LOS AMPERES SERAN EL DOBLE Y PARA 440V. SERAN LA MITAD DE LOS INDICADOS.

FORMULO:

Va. Bn. DEPTO.

APROBO:

[Handwritten signature]



		HP.	KW.	KVA.	FP.	I (Amp)	INT. (Amp)	Carga Elect. %	Efecto Joule %
0-MSNM	NORMAL	112	75	93	0.8	245	250	100	100
	BAJO FP	112	75	114	0.66	296	300	121	147
	BAJO FP	112	75	136	0.55	349	350	142	203

2250-MSNM

86 60 75 196.5 200
 Mismo Motor Generador 75%

CAPACIDAD EN SERVICIO CONTINUO = 85 - 90% DE EMERGENCIA.

CAPACIDAD CON TURBO ≈ 10 a 25% MAS QUE CON ASPIRACION NATURAL, Y PERDIDA POR ALTITUD MENOR.

A.L.

821130

K-454 - I

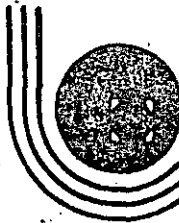
f. 840913

PISA

PROYECTOS INDUSTRIALES, S. A.

MONTERREY 89-303 TELS. 533-62-69
 MEXICO 7, D. F. 514-37-58

INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS
 FABRICACION DE TABLEROS SUBESTACIONES
 UNITARIAS CONVERTIDORES DE FRECUENCIA
 CONTROLES Y PLA



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUMINISTROS DE ENERGIA
ELECTRICA

MARZO, 1985

S U M I N I S T R O

D E

E N E R G I A E L É C T R I C A

CURSO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
PARA EDIFICIOS

U N A M - M A R Z O 1985.

SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

INTRODUCCION

1. DESCRIPCION DE LAS REDES DE DISTRIBUCION
 - 1.1 SISTEMA AEREO
 - 1.2 SISTEMA SUBTERRANEO
 - 1.2.1 RED AUTOMATICA
 - 1.2.2 RED RADIAL
 - 1.3 SISTEMA MIXTO
2. ACOMETIDAS
 - 2.1 ACOMETIDAS EN A. T. (23 KV)
 - 2.1.1 ACOMETIDAS EN AT (23 KV DE 20 KW A 200 KW DE DEMANDA)
 - 2.1.2 ACOMETIDA EN AT (23 KV DE MAS DE 200 KW DE DEMANDA)
 - 2.2 ACOMETIDAS EN B.T.
 - 2.2.1 DE LINEA AEREA
 - 2.2.2 DE CABLE SUBTERRANEO
 - 2.3 ACOMETIDAS EN B.T. DE 35 KW A 95 KW DE DEMANDA PROBABLE.
 - 2.3.1 DE LINEA AEREA
 - 2.3.2 DE CABLE SUBTERRANEO
 - 2.4 ACOMETIDAS EN B.T. DE MAS DE 95 KW DE DEMANDA PROBABLE
3. LOCALES PARA CABINETES 23 KV

- 3.1 PARA GABINETES TIPO EXTERIOR
- 3.2 PARA GABINETES TIPO INTERIOR
- 4. LOCALES PARA S.E. EN INTERIOR DE EDIFICIOS
- 4.1 REQUISITOS QUE DEBERA PRESENTAR EL SOLICITANTE DEL SERVICIO.
- 4.2 UBICACION DEL LOCAL
- 4.2.1 CONSTRUCCION DEL LOCAL
- 5. BOVEDAS PARA EQUIPOS SUMERGIBLES

INTRODUCCION

4

Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., tiene normalizadas las siguientes tensiones de distribución: 23 y 6 KV (por desaparecer) para mediana tensión y 220/127 volts en baja -- tensión. La energía proviene de los anillos de 85 y 230 KV que rodean el Área Metropolitana y las S.E.'s conectadas directamente a dichos anillos, como se muestra en la figura 1.

DESCRIPCION DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

I.1 SISTEMA AEREO :

Las redes aéreas que se realizan montando sobre posteria los transformadores, conductores primarios y secundarios equipos de protección y seccionamiento, se localizan por lo general en las guarniciones, conservando las distancias a edificios y alturas reglamentarias. En zonas urbanas con más de 5 -- MVA/km² de densidad de carga, presentan un congestionamiento tal que va encontrando limitaciones fuertes en la vía pública lo cual representa una restricción al enfrentarla a las potencias por alimentar que están en continuo crecimiento.

Las redes aéreas son muy vulnerables a contingencias físicas (choques de vehículos y cuerpos extraños) y a los agentes atmosféricos (rayos, granizo, lluvia, polvos, sales, etc.), lo que hace necesario dotarlos de un mayor número de elementos -- automáticos de protección, para aumentar su eficiencia, redundando en un mayor costo adicional.

Tienen la ventaja de ser accesibles para la reparación fallas, para ampliaciones y modificaciones en zonas sujetas a cambios urbanos. Son de tipo radial; este tipo de instalación se muestra en la figura 2.

Los Sistemas Subterráneos presentan una exposición muy reducida a fallas en comparación con las aéreas, ofreciendo un servicio de alta confiabilidad y un alto grado de continuidad. Se utilizan en zonas urbanas de más de 5 MVA/Km², ya que su costo es elevado. No presentan un obstáculo a las restricciones estéticas al ocupar la vía pública.

En caso de fallas, el tiempo de reposición del servicio es mayor que en el aéreo por estar las instalaciones ocultas. En la figura 3, se muestra un plano de la ciudad de México, D. F., donde se indican la zona aérea y la subterránea, con densidades de 5 hasta 40 MVA/Km².

Las redes subterráneas se dividen por su operación en: Radiales y Automáticas. En las primeras se pueden dar servicios tanto en A.T. como en B.T. En las segundas solamente se proporcionan servicios en B.T.

En la figura 4, se muestran las zonas de las diferentes redes subterráneas existentes y por construirse, tanto de operación radial como automática.

1.2.1

RED AUTOMÁTICA

La Red Automática es un sistema con dos estructuras diferentes la red primaria que es de tipo radial simple o en derivación múltiple, constituida con alimentadores primarios imbricados y conectados con el mismo banco de la S.E. de potencia. La red secundaria que es de tipo de operación en paralelo, forman de una malla solidamente unida, ver figura 5.

1.2.2

RED RADIAL

Se emplean fundamentalmente dos tipos de estructura en la red

primaria: Anillo Abierto (Figura 6 y 7) y alimentadores selectivos (Figura 8), ambos en seccionamiento. La red secundaria es del tipo de operación radial simple (Figura 9) para la estructura de anillo abierto y radial con amarre (Figura 10) para alimentadores selectivos.

1.3 SISTEMA MIXTO

Este sistema es una mezcla de los dos anteriores, siendo aérea la red de A.T. y la B.T. en Cable Subterráneo (Figura 11).

2. ACOMETIDAS

Se define como acometida (aérea o subterránea), los conductores que ligan la red de distribución del sistema de suministro, con el punto en que se conecta el servicio a la instalación de un usuario. Se le llama también línea de servicio. De acuerdo con las disposiciones de la Ley de la Industria -- Eléctrica y su Reglamento, señalados en el Capítulo II, artículo 11o., Párrafo 2o., en ningún caso el suministrador estará obligado a realizar la instalación de equipos limitadores o de medición en distancias superiores a 5 (cinco) metros de la entrada oficial, medidos paralelamente al piso.

2.1 ACOMETIDAS EN A. T. (23 KV)

2.1.1 ACOMETIDAS EN A. T. DE 20 KM A 200 KM DE DEMANDA.

Una acometida en A. T. puede derivarse de una línea aérea o de un cable subterráneo. En el primer caso la acometida se hará con cable subterráneo, bajando de una línea aérea hasta la S.E. del usuario, según se muestra en la figura 12 y haciendo la medición en el lado de B.T. de su S.E. El segundo

se proporcionará en las zonas de redes radiales, para lo cual el usuario deberá proporcionar un cuarto donde se instalará un gabinete, como se muestra en la figura 13, haciendose también la medición en el lado de B.T. de su S. E.

2.1.2.. ACOMETIDA EN A.T. DE MAS DE 200 KW DE DEMANDA

En este caso, también se puede hacer la acometida desde una línea aérea o de un cable subterráneo, en forma similar a la del inciso anterior, la única diferencia que existe con la anterior, es que la medición se realiza directamente en el lado de A.T., como se observa en las figuras 14 y 15.

2.2. ACOMETIDAS EN B. T.

Este tipo de acometida puede ser de línea aérea o de cable subterráneo.

2.2.1. DE LINEA AEREA

A continuación se muestran los tipos de acometida que se tienen dentro de este sistema.

Las acometidas B-1 y CA-1, se proporcionan a Servicios hasta de 4 kw de carga total instalada, ver figuras 16 y 17.

Las acometidas B-2 y CA-2, se proporcionan a Servicios que van de 4.1 a 8 kw de carga instalada, ver figuras 18 y 19. Las

acometidas B-3 y CA-3, se proporcionan a Servicios de 8.1 kw de carga instalada y hasta 35 kw de demanda, ver fig. 20 y 21

Se hace notar que hasta 24 kw de demanda estimada, se utilizan 3 wathorímetros para la medición y de 25 kw en adelante se instala un equipo de medición de baja tensión polifásico (Equi

po MBP), el cual permite medir en los servicios trifásicos - de baja tensión, el consumo en kWh, KVAHR y la demanda máxima en kW.

2.2.2. DE CABLES SUBTERRANEOS

En las figuras 22 y 23 se muestran este tipo de acometidas - también en este caso se hará la medición con 3 watthorímetros hasta 24 kw de demanda y de 25 kw en adelante se utilizará - equipo MBP.

2.3. ACOMETIDAS EN B:T. DE 35 a 95 KW DE DEMANDA PROBABLE.

Este tipo de acometidas puede ser de línea aérea o de cable - subterráneo.

2.3.1. DE LINEA AEREA

En las figuras 24, 25 y 26 se muestran este tipo de acometida

2.3.2. DE CABLE SUBTERRANEO

En las figuras 27 y 28 se muestran este tipo de acometidas.

- Notas: 1) Si la Red de Distribución esta sobrecargada se le solicitará al interesado local para S.E.
- 2) Tanto para línea aérea, como de cable subterráneo se instalará en estos casos equipo MBP.
 - 3) Los equipos de medición de energía eléctrica deberán localizarse a no más de 5 m. de la entrada oficial - del edificio, medidos paralelamente al piso.
 - 4) El usuario deberá construir un registro de 60 cm. x 60 cm. de profundidad e instalar 2 ductos de 10.16 -

cm. de diámetro interior entre el registro y la banqueta, - hasta 20 cm. después del paramento, ver figura 29.

2.4. ACOMETIDAS EN B.T. DE MAS DE 95 KW DE DEMANDA PROBABLE.

Para este tipo de servicios se solicitará invariablemente - local para S.E., tanto en zona de línea aérea, como en zona de cables subterráneos.

3. LOCALES PARA GABINETES 23 KV.

En la zona donde se ubican Redes Subterráneas con Alimentadores Selectivos o en Anillo Abierto, se requiere de un Gabinete de Seccionamiento y Protección (como ya se mostró en las figs. 13 y 15), para proporcionar los servicios en 23 KV. - Por tal motivo, se solicitará al usuario un espacio para la instalación del Gabinete mencionado. En él, se construirá - una trinchera (fig. 30) de la cual saldrán 8 ductos de asbesto cemento de 7.62 cm. (3") de diámetro interior (que permitirán la entrada y salida de la red de A. T.) y 4 ductos de asbesto cemento de 7.62 Cm. (3") de diámetro interior que se utilizarán en la acometida al servicio propiamente dicho. - En cada caso, se elaborarán especificaciones para las obras civiles a construir.

3.1. PARA GABINETES TIPO EXTERIOR

En la fig. 31 se muestra el área de 4.00 M x 3.00 M que se requiere para instalar, el Gabinete de Seccionamiento y Protección, requerido para proporcionar el servicio en 23 KV. Debe quedar con entrada directa de la calle, para permitir - al personal de los Departamentos de Cables Subterráneos hacer maniobras para operación y mantenimiento, y en un área que no

represente peligro para el equipo o en caso contrario, se deberá proporcionar la protección adecuada por medio de una barda o de una alambrada. El Gabinete es propiedad de Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., y únicamente su personal podrá operarlo.

PARA GABINETES TIPO INTERIOR

En la fig. 32 se muestra un local de 4.00 M x 3.00 M x 2.50 m. de altura que se requiere para alojar el Gabinete de Seccionamiento y Protección. Este local tendrá entrada directamente de la calle y las únicas comunicaciones con el resto del edificio, serán la instalación eléctrica para B. T. y la acometida en 23 KV.

LOCALES PARA S. E. EN INTERIOR DE EDIFICIOS.

En servicios que requieren local para S. E. en interior de edificios, deberán llenarse ciertos requisitos que la Compañía de Luz proporcionará a cada usuario. Es conveniente que el usuario solicite asesoría con tiempo a CLFC.

REQUISITOS QUE DEBERA PRESENTAR EL SOLICITANTE DEL SERVICIO.

El solicitante deberá entregar a la CLFC un juego de copias de planos en planta y elevación escala 1:200 y un detalle en escala 1:50, indicando las vías de acceso, que deberán ser libres desde el exterior hasta la puerta de la S.E., con objeto de que CLFC pueda hacer maniobras con su equipo a instalar.

En las figuras 33, 34, 35 y 36 se muestran las probables ubicaciones de los locales, de acuerdo con el tipo de construcción del edificio.

Es necesario que dicho local colinde con el parámetro de la calle o vía pública y de preferencia tan próximo a la entrada principal como sea posible.

Cuando el local se seleccione en lugar diferente de lo antes expuesto, será motivo de un estudio especial.

4.2.1.

CONSTRUCCION DEL LOCAL

El local se construirá de concreto armado (de acuerdo con las especificaciones que tiene CLFC), con losa inferior para soportar 6 ton/m^2 de carga rodante y losa superior con resistencia suficiente para fijar estructuras y accesorios necesarios para soportar los cables de instalación.

Para la construcción del local, CLFC proporciona plano de la O.C. indicando a detalle las características del local (puerta de acceso, ventilación, drenaje, iluminación, etc.).

5.

BOVEDAS PARA EQUIPOS SUMERGIBLES

En las figuras 37, 38 y 39 se muestran los diferentes arreglos de S.E. en bóveda, cuando no se tiene posibilidad de contar con un local en el interior del edificio. Debido a que se utiliza equipo sumergible, el costo se incrementa en forma considerable. El costo de esta bóveda corre por cuenta del usuario. Los equipos de medición de energía eléctrica se colocarán en un local próximo a la S.E., según se muestra en la figura 40 o en un local cercano a la entrada principal y a no más de 5 m. del paramento.

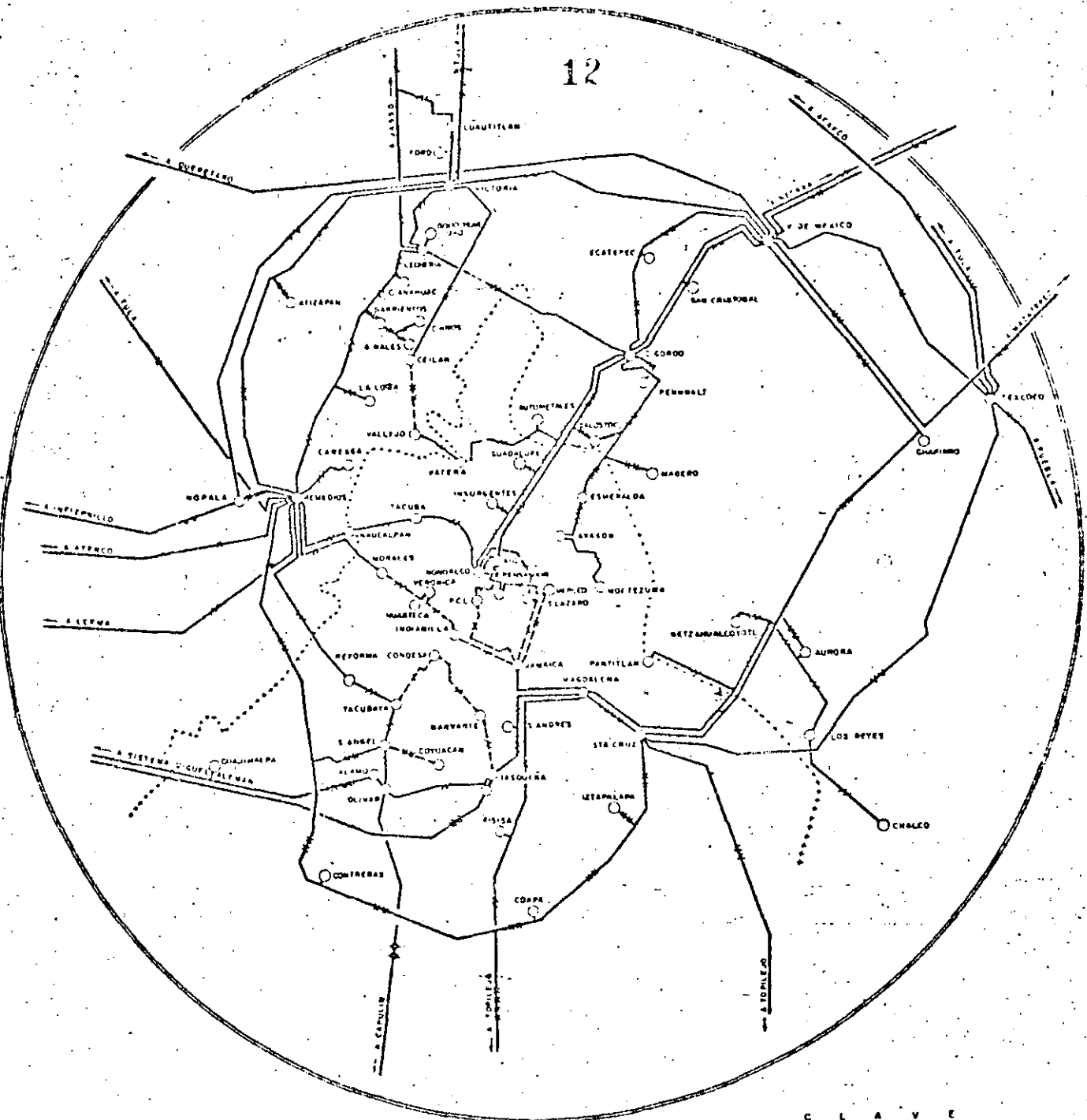
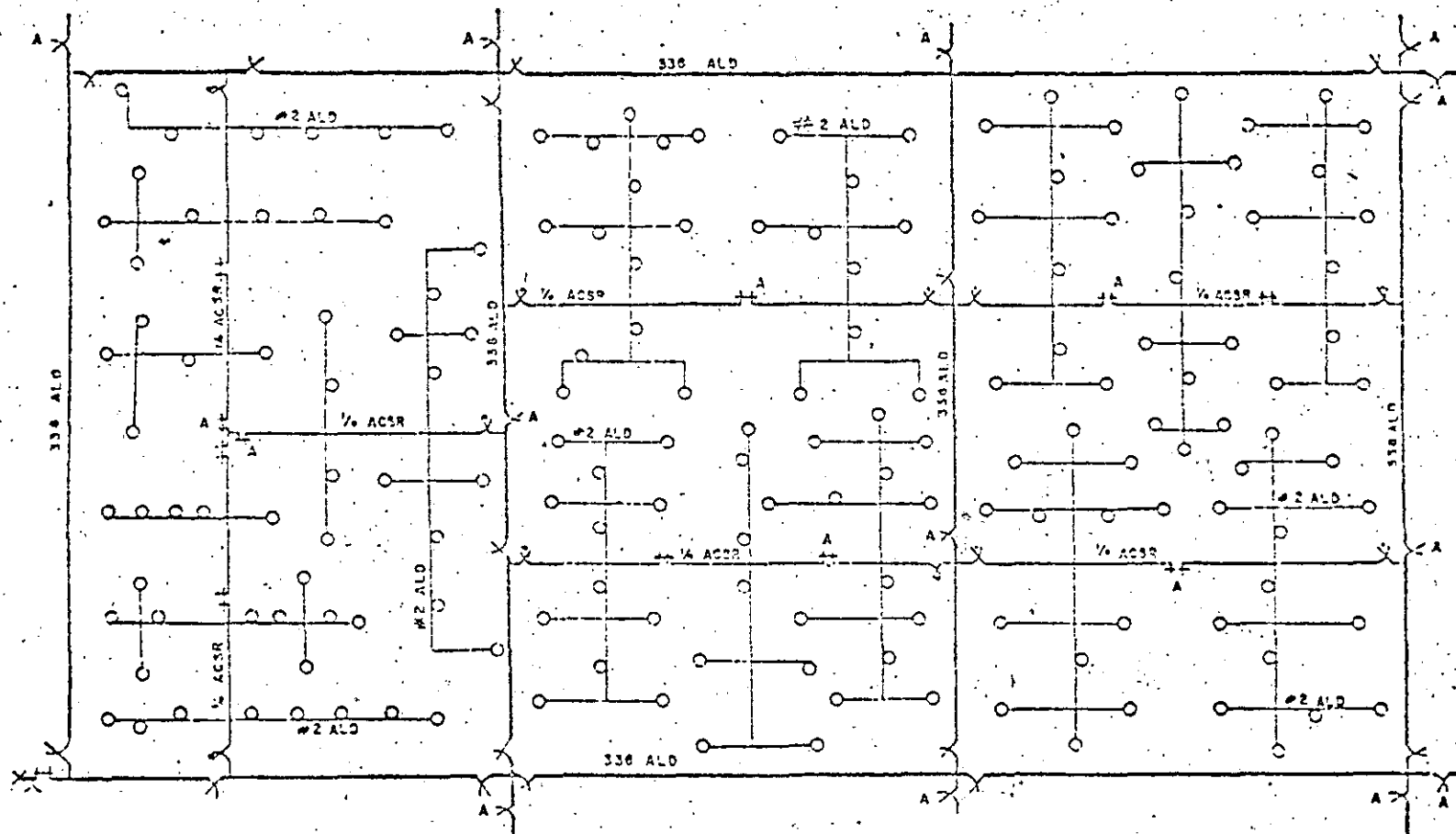


FIG. 1

C L A V E

- SUBESTACION
- 400 KV
- 230 KV
- 150 KV
- 85 KV
- 40 KV
- 44 KV
- - - - - CABLE SUBTERRANEO



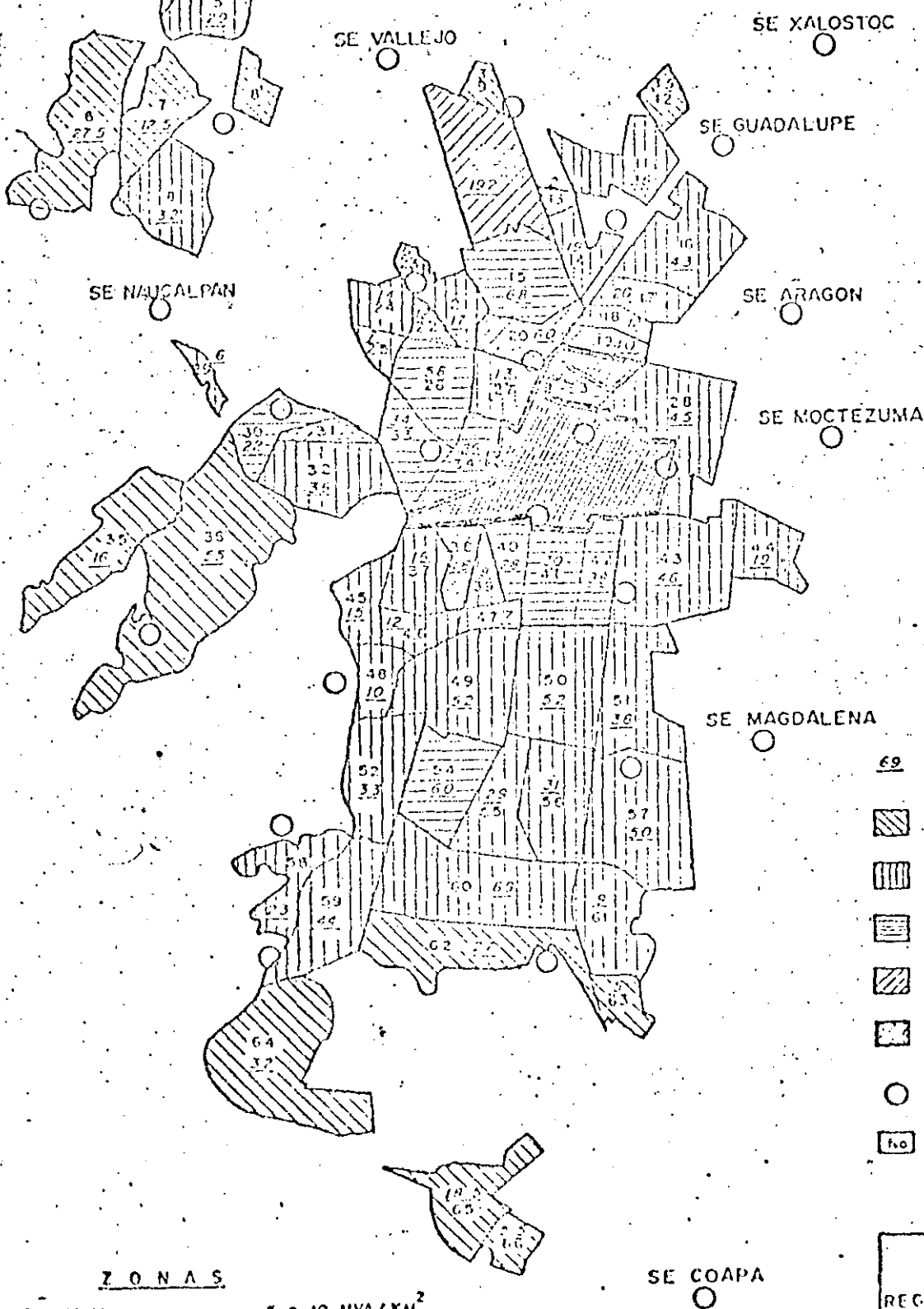
ESTRUCTURA DE LA RED AEREA DE 23 KV

- X INTERRUPTOR EN AIRE, CAPACIDAD NOMINAL 600 AMPERES,
1 CAMARA DE EXTINCION (OPERACION MANUAL)
- X INTERRUPTOR EN AIRE, CAPACIDAD NOMINAL 400 AMPERES,
1 CAMARA DE EXTINCION (OPERACION MANUAL)
- CUCHILLAS DE NAVAJA PARA ABRIR SIN CARGA (OPERACION MANUAL)
- X JUEGO DE TERMINALES MONOFASICAS DE 23 KV.
- ^ JUEGO DE PARARRAYOS DE 23 KV.
- O TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
- A INTERRUPTORES Y CUCHILLAS NORMALMENTE ABIERTAS

FIGURA Nº 2



600
570
540
510
480
500
420
390
360
330
300



- 69 CAPACIDAD INSTALADA (MVA)
- 5 MVA / KM²
- 10 MVA / KM²
- 20 MVA / KM²
- 40 MVA / KM²
- ZONA DE CABLES
- SIMBOLOS
- SE'S DE POTENCIA
- IDENTIFICACION DE AREA

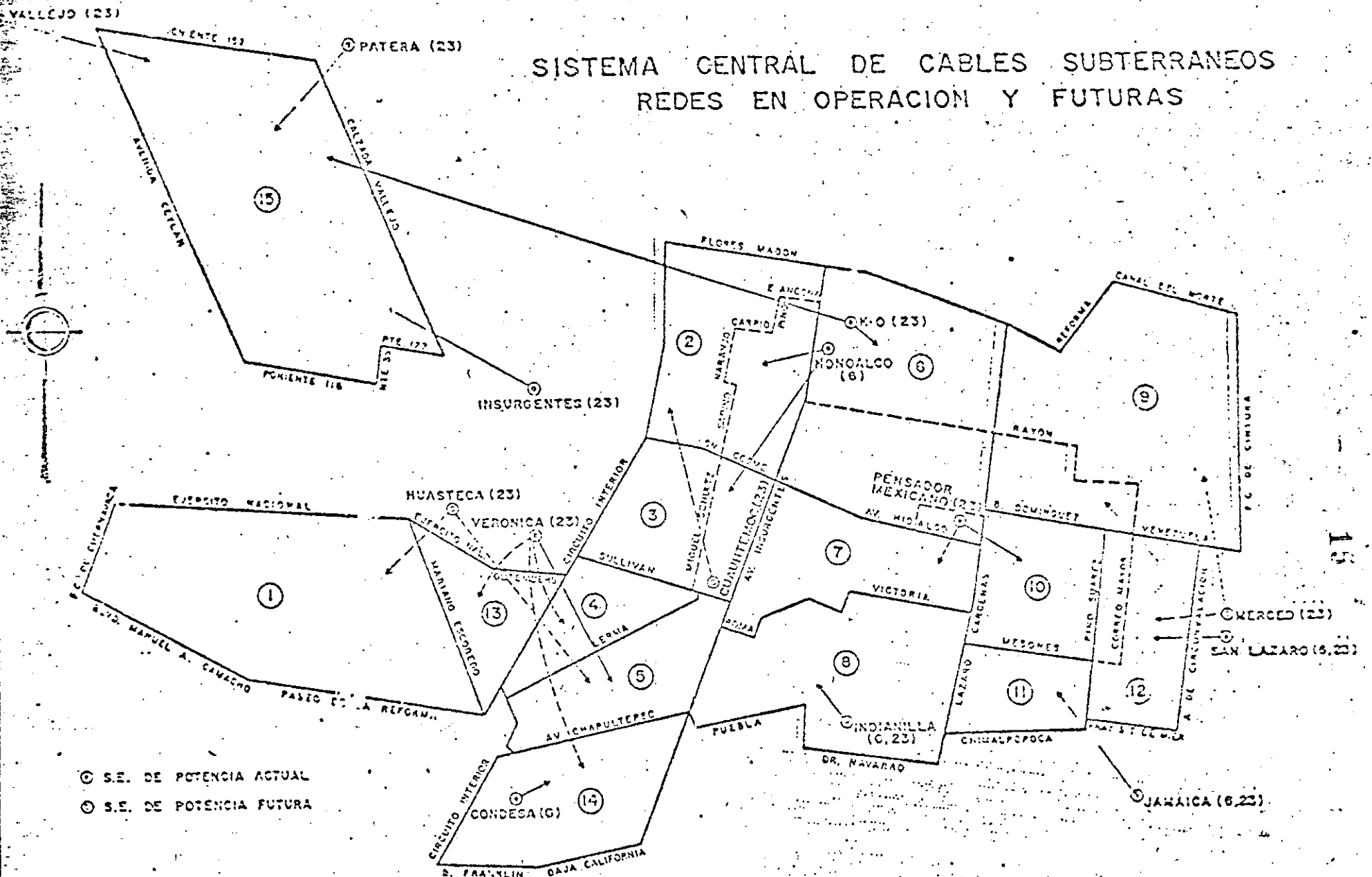
ZONAS

RESIDENCIAL	5 o 10 MVA / KM ²
RESIDENCIAL - COMERCIAL	10 o 20 MVA / KM ²
RESIDENCIAL - INDUSTRIAL	20 o 40 MVA / KM ²
INDUSTRIAL	40 MVA / KM ² o MAS

FIGURA N° 3

REGIONALIZACION DE ZONAS
 POR DENSIDAD DE CARGA
 A DIC - 1983
 ESTUDIO DE DEBES
 Esc. 1:50000 ABRIL 1983

SISTEMA CENTRAL DE CABLES SUBTERRANEOS REDES EN OPERACION Y FUTURAS

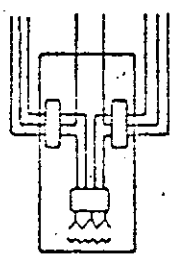
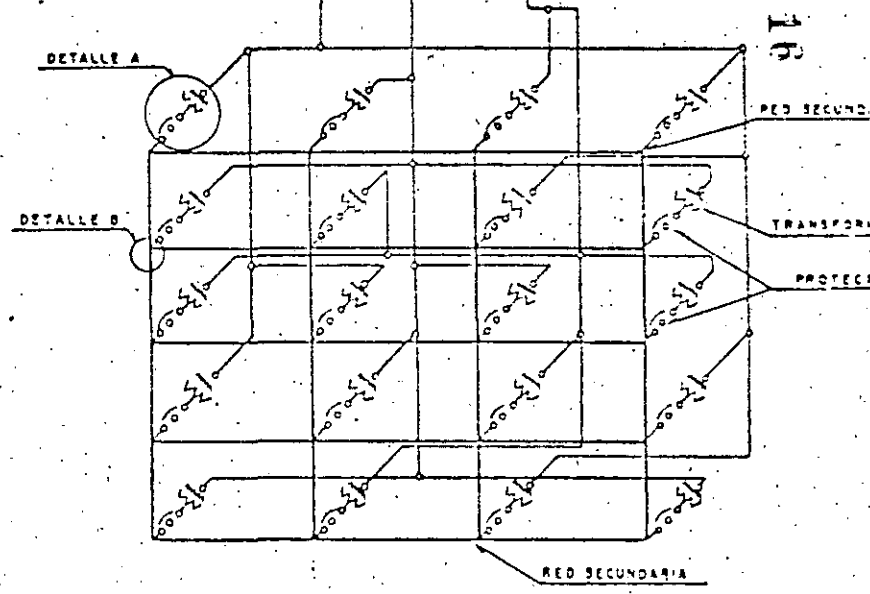
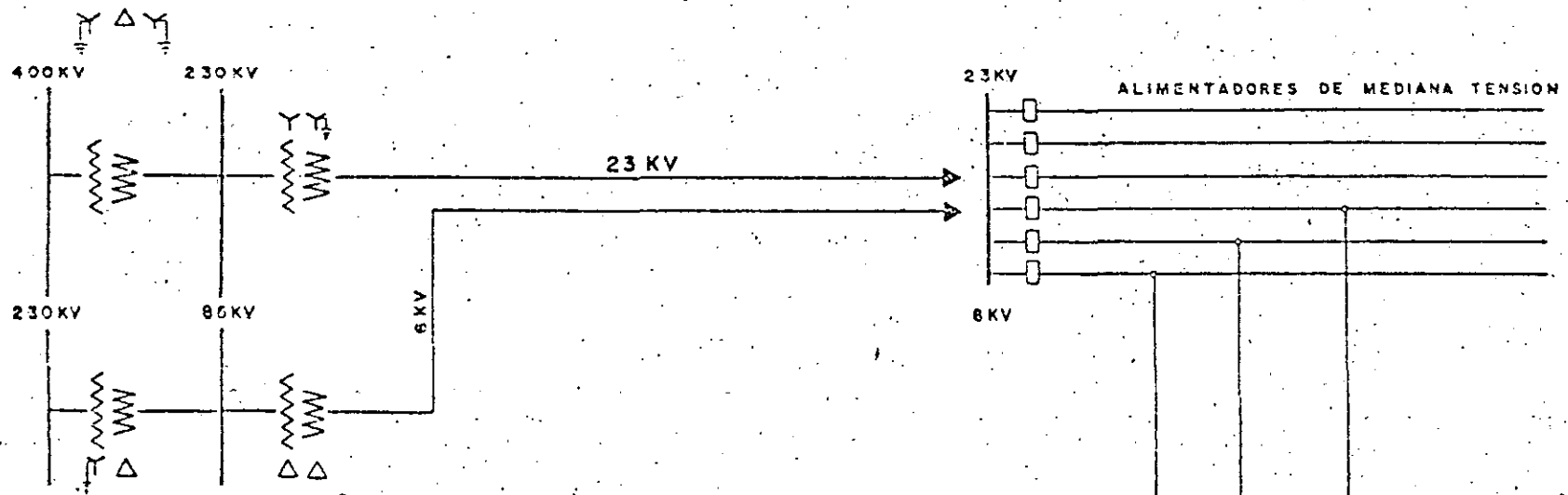


⊙ S.E. DE POTENCIA ACTUAL
⊙ S.E. DE POTENCIA FUTURA

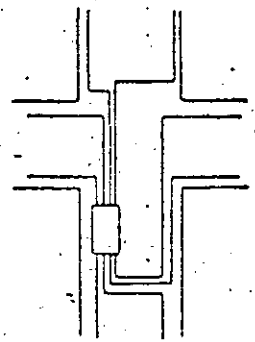
REDES

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1 FUTOPÁ RED POLANCO 23 KV | 6 RED INDIANILLA 23 KV |
| 2 FUTURA RED SANTA MARÍA 23 KV | 9 FUTURA RED MORELOS 23 KV |
| 3 FUTURA RED SAN RAFAEL 23 KV | 10 RED AUTOMÁTICA CENTRAL 23 KV |
| 4 FUTURA RED CHAHTENOC 23 KV | 11 RED AUTOMÁTICA JAMAICA 6 KV |
| 5 RED AUTOMÁTICA VERÓNICA 23 KV | 12 FUTURA RED AUTOMÁTICA MERCED 23 KV |
| 6 FUTURA RED BUENAVISTA 23 KV | 13 FUTURA RED ANZURES 23 KV |
| 7 RED AUTOMÁTICA REFORMA 23 KV | 14 FUTURA RED CONDESA 23 KV |

FIG. 4



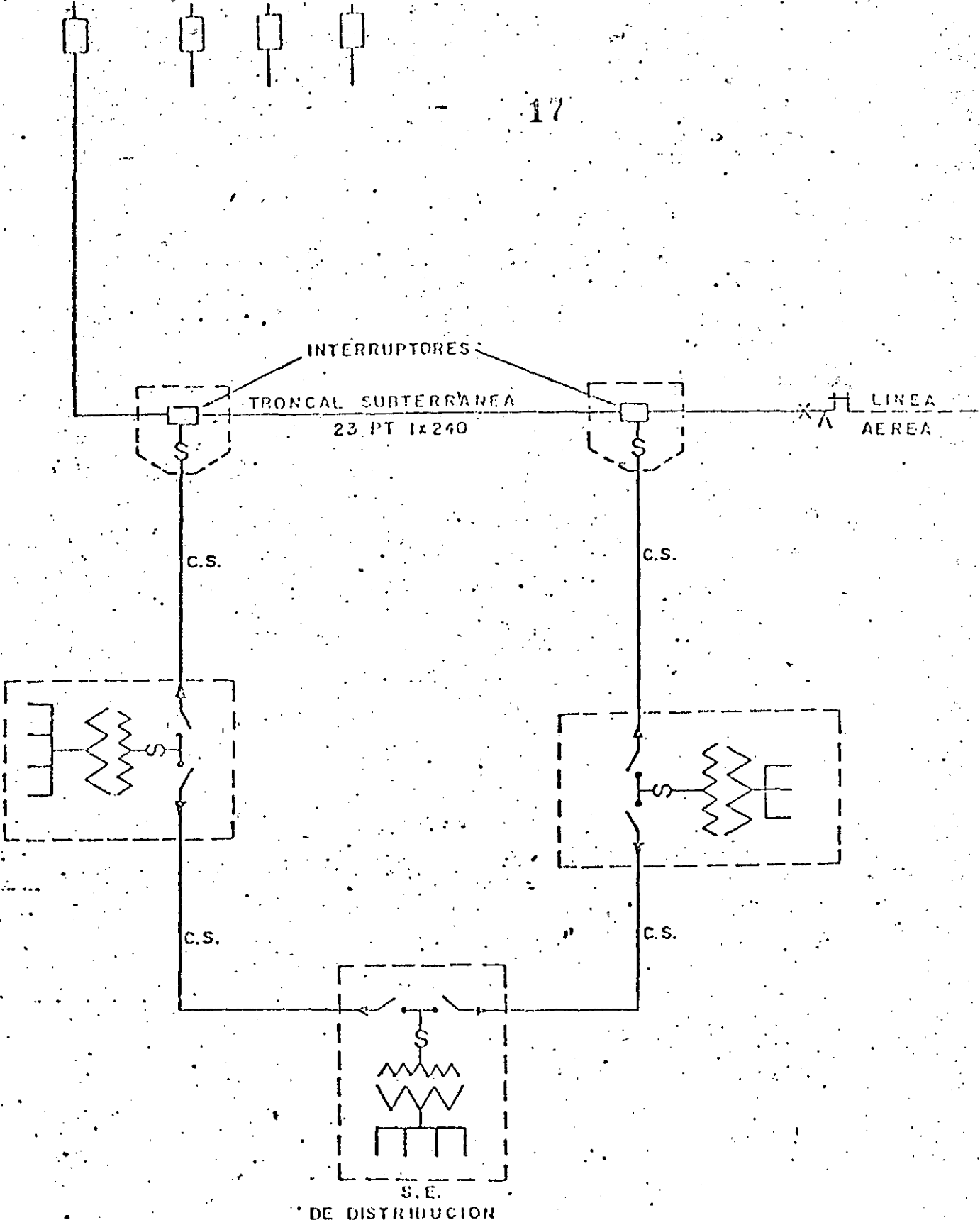
DETALLE A



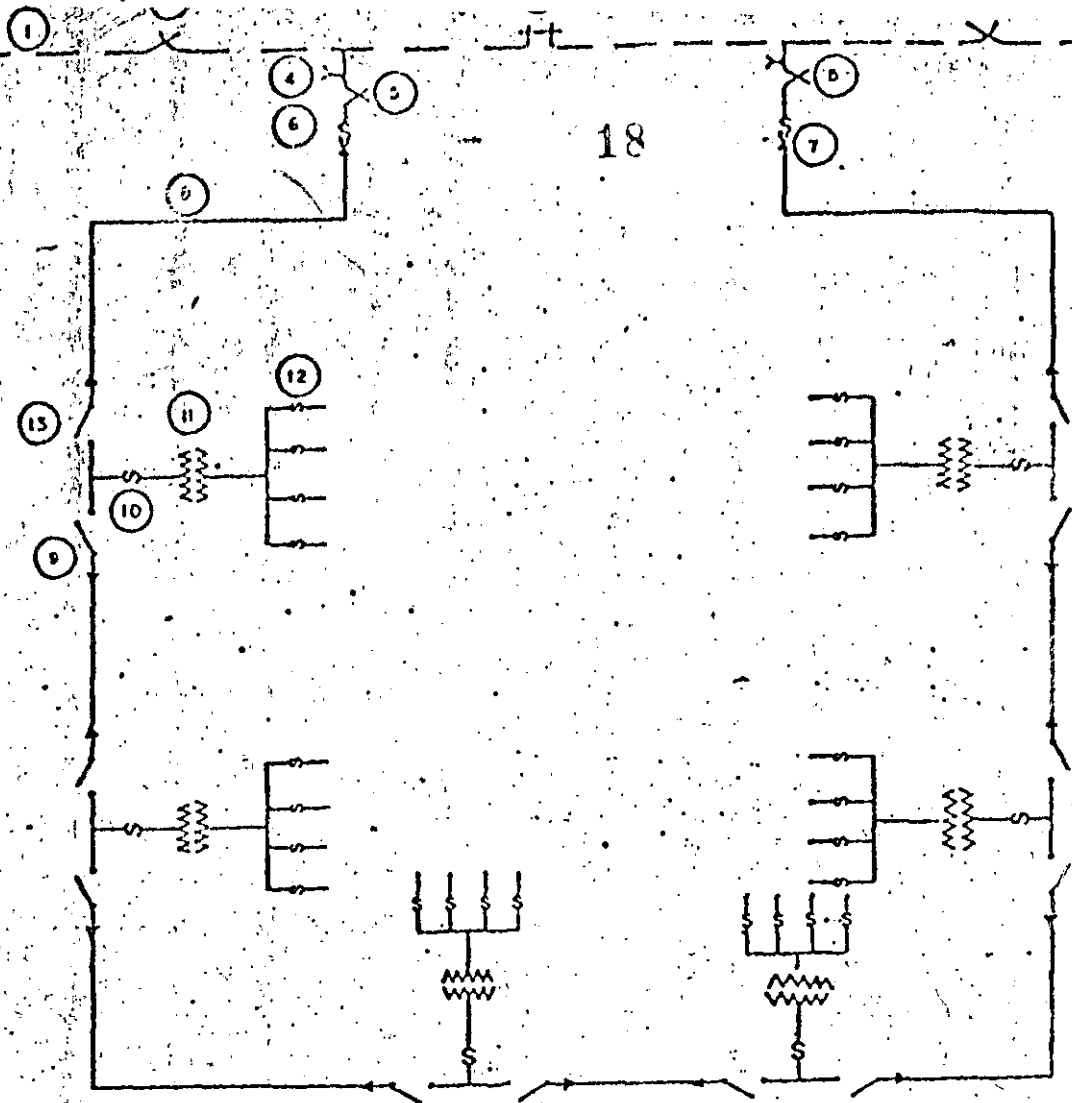
DETALLE B

COMPANIA DE LUZ Y FZA DEL CENTRO S A
 EN LIQUIDACION
 SISTEMA DE DISTRIBUCION EN
 RED AUTOMATICA

FIGURA No. 5



COMPANIA DE LUZ Y FZA DEL CENTRO S.A.
EN LIQUIDACION
DERIVACION DE UNA TRONCAL SUBTERRANEA
PARA UNA ESTRUCTURA EN ANILLO ABIERTO
FIGURA No. 6

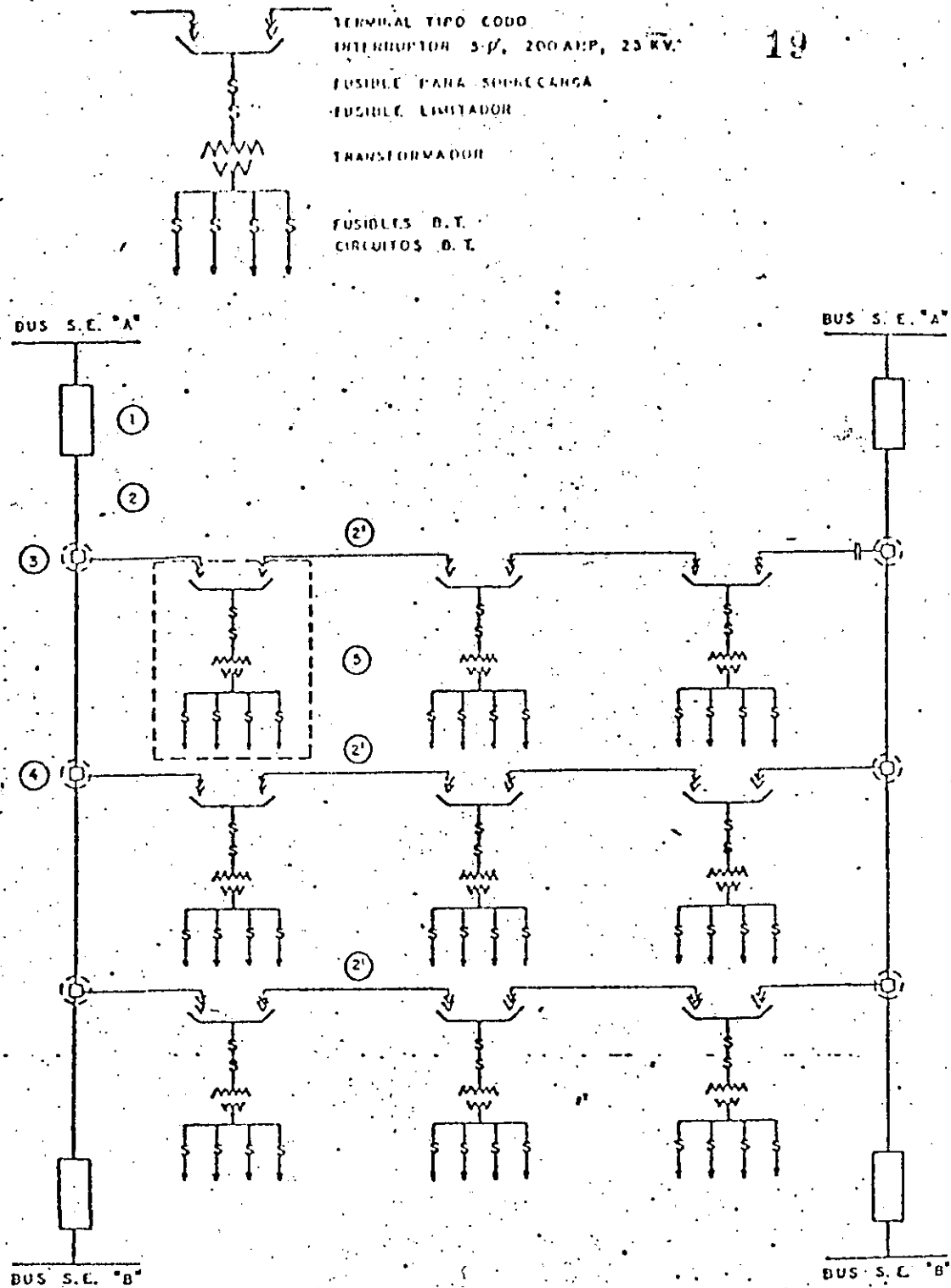


- ① LINEA AEREA
- ② INTERRUPTOR EN AIRE PARA ABRIR CON CARGA
- ③ CUCHILLAS DE NAVAJA
- ④ PARARRAYOS
- ⑤ INTERRUPTOR EN AIRE PARA ABRIR CON CARGA
- ⑥ CORTACIRCUITOS FUSIBLE
- ⑦ TERMINAL
- ⑧ CABLE UNIPOLAR DE AISLAMIENTO SECO
- ⑨ TERMINAL
- ⑩ CORTACIRCUITOS FUSIBLE
- ⑪ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
- ⑫ BUS Y CIRCUITOS B.T.
- ⑬ CUCHILLAS DE NAVAJA

COMPANIA DE LUZ Y FZA. DEL CENTRO SA.

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA
EN ANILLO ABIERTO

FIGURA No 7

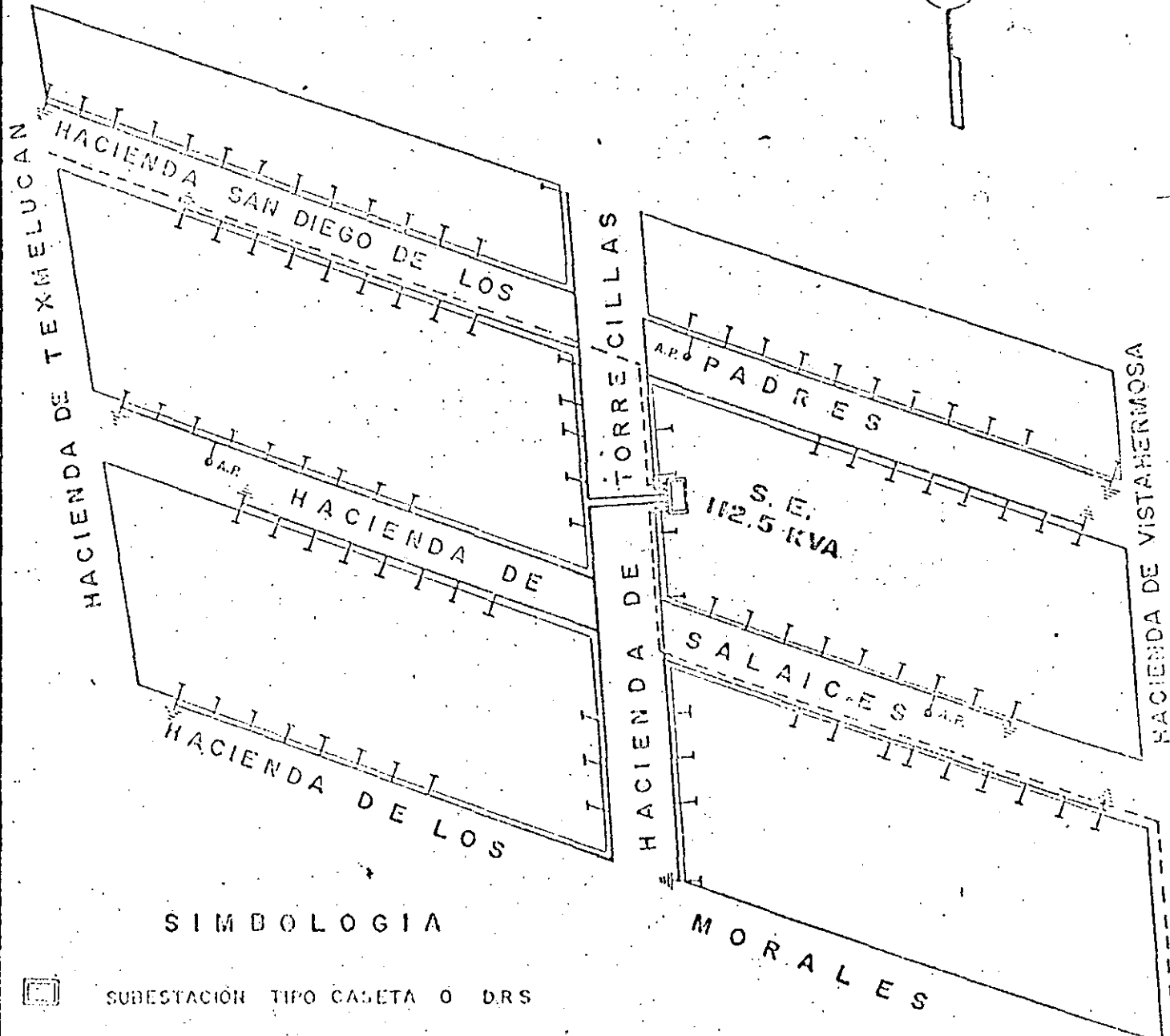


- ① INTERRUPTOR EN LA S.E. DE POTENCIA
- ② CABLE 25PZ ②' CABLE 25TC
- ③ INTERRUPTOR TRIPOLAR PARA OPERACION CON CARGA
- ④ DERIVACION DE TRES VIAS DE TIPO MODULAR

COMPANIA DE LUZ Y FZA. DEL CENTRO S.A.
 EN LIQUIDACION
 ESQUEMA DE UNA RED DE ALIMENTADORES SELECTIVOS

FIGURA No. 8

RED DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA
SECUNDARIA RADIAL SIMPLE



SIMBOLOGIA





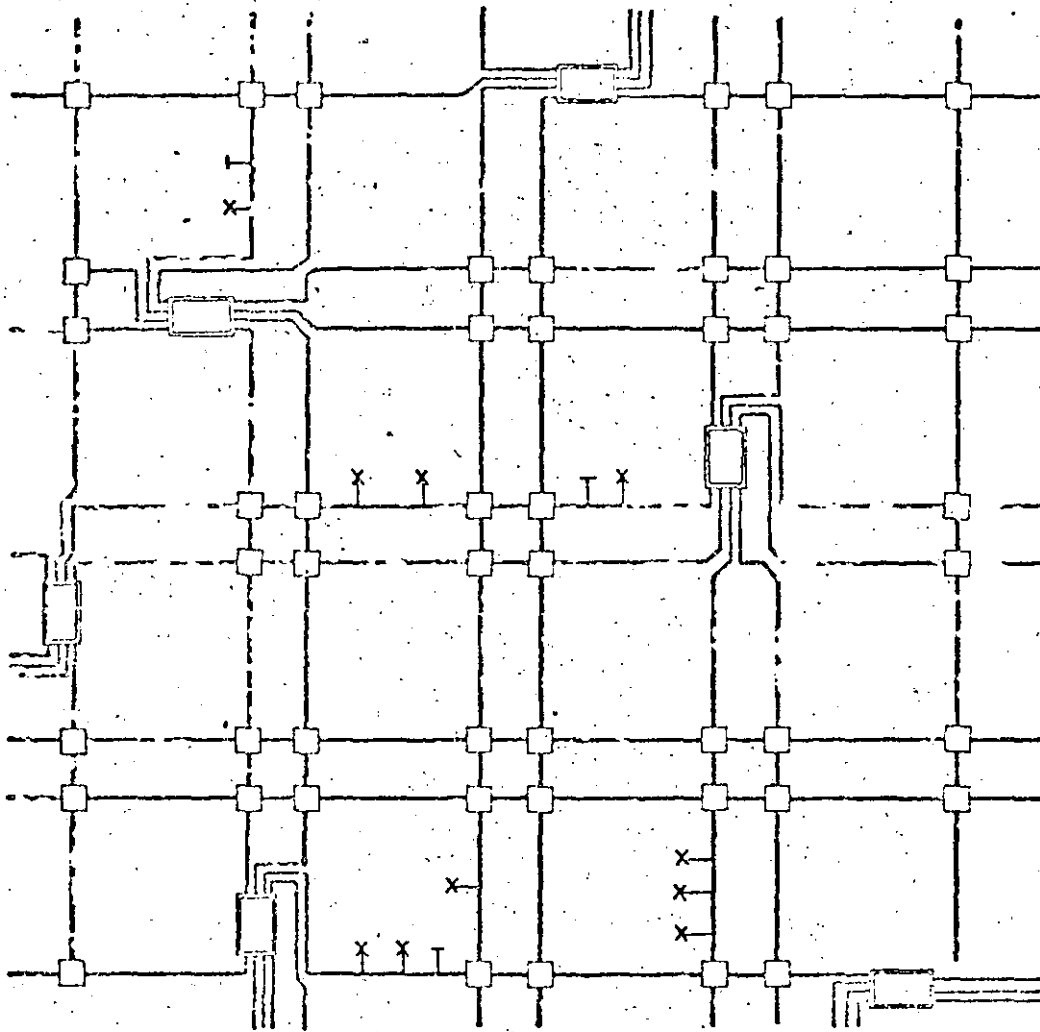
-  SUBESTACION TIPO CAJETA O DRS
-  CABLE SUBTERRANEO PARA 23,000 VOLTS
-  CABLE SUBTERRANEO DE BAJA TENSION Y ACOMETIDAS
-  TIERRA: VARILLA COPPERWELD 15.9 mm Ø Y. 3048 mm LONG.

Fig. 9

RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA RADIAL CON AMARRES

21



SIMBOLOGIA




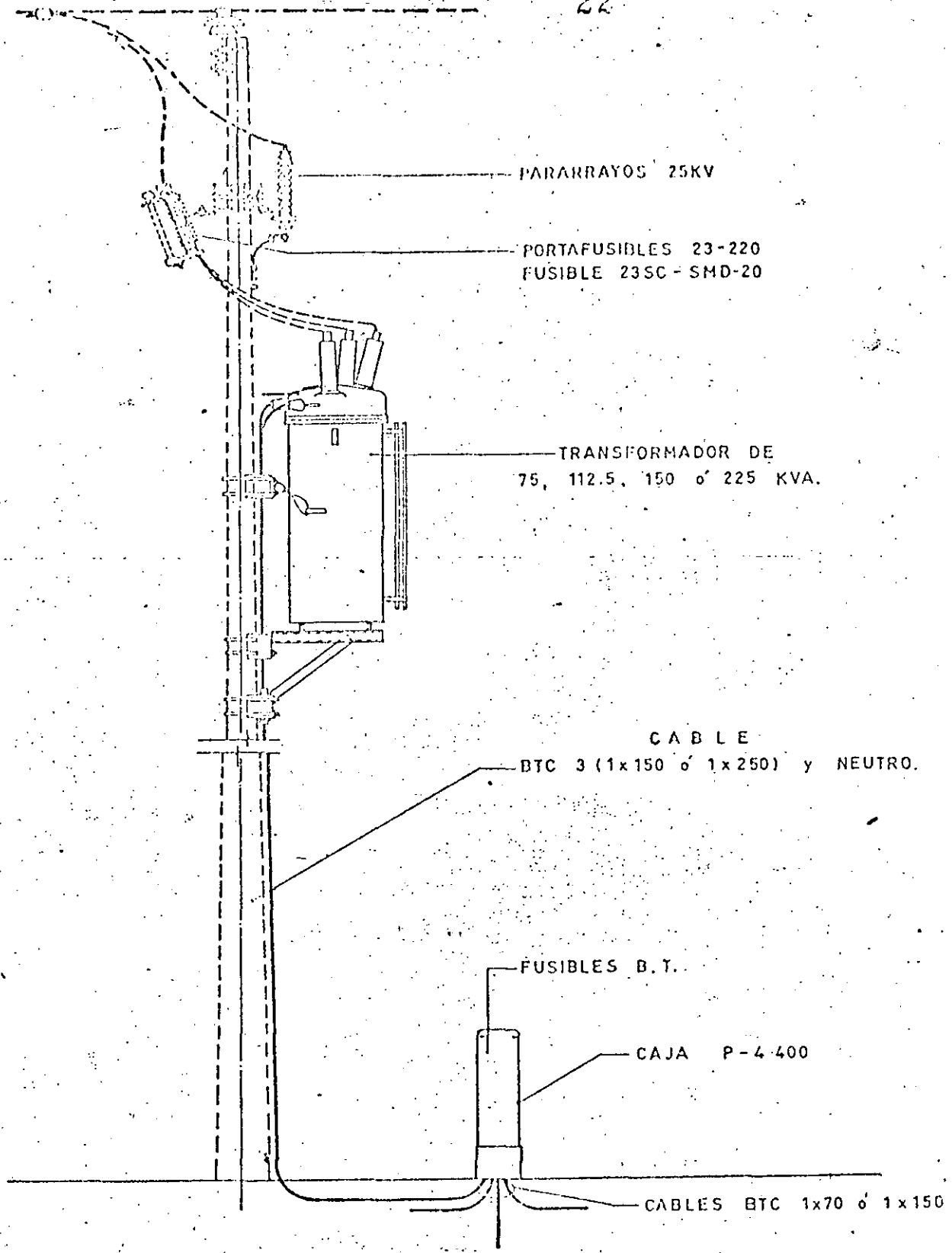
-  BOVEDA O SUBESTACION PARA TRANSFORMADORES.
-  CAJA TIPO ESQUINA (ELEMENTO DE SECCIONAMIENTO).
-  CABLE DE BAJA TENSION Y ACOMETIDAS.

Fig. 10



PARARRAYOS 25KV

PORTAFUSIBLES 23-220
FUSIBLE 23SC-SMD-20

TRANSFORMADOR DE
75, 112.5, 150 ó 225 KVA.

CABLE

BTC 3 (1x150 ó 1x250) y NEUTRO.

FUSIBLES B.T.

CAJA P-4-400

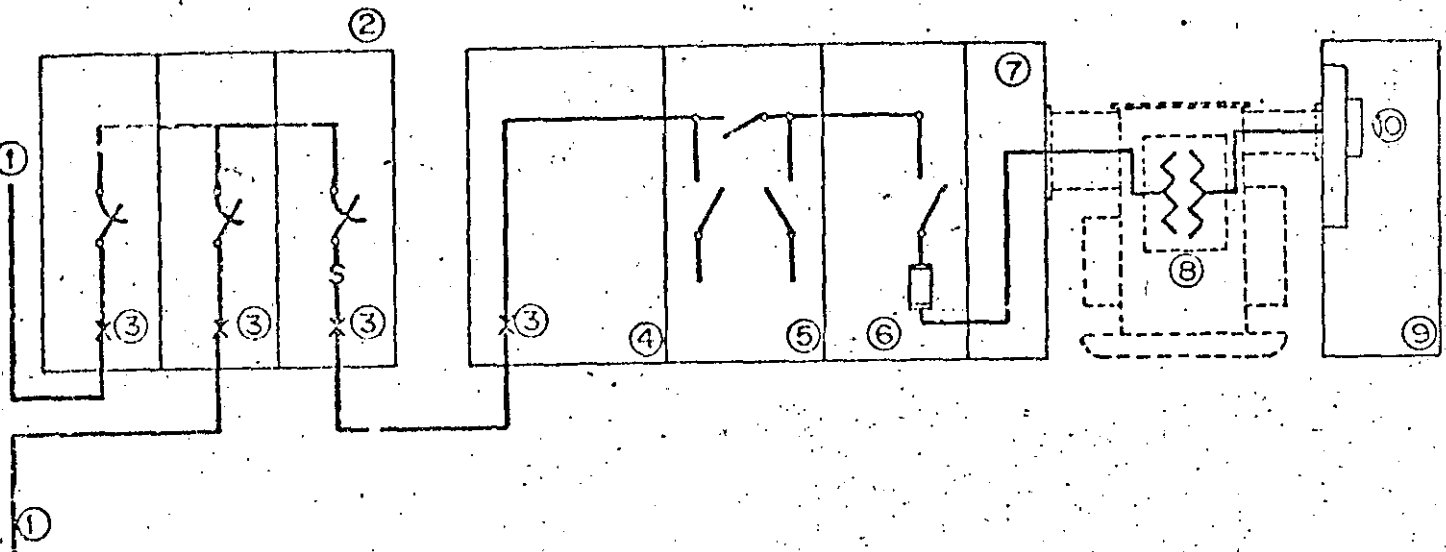
CABLES BTC 1x70 ó 1x150

MONTAJE DE SUBESTACION
PARA RED MIXTA

FIG. II

SERVICIO EN AT CON MEDICION EN
EL LADO DE BAJA TENSION DEL
TRANSFORMADOR DEL CLIENTE
CON DERIVACION DE RED
SUBTERRANEA RADIAL

23

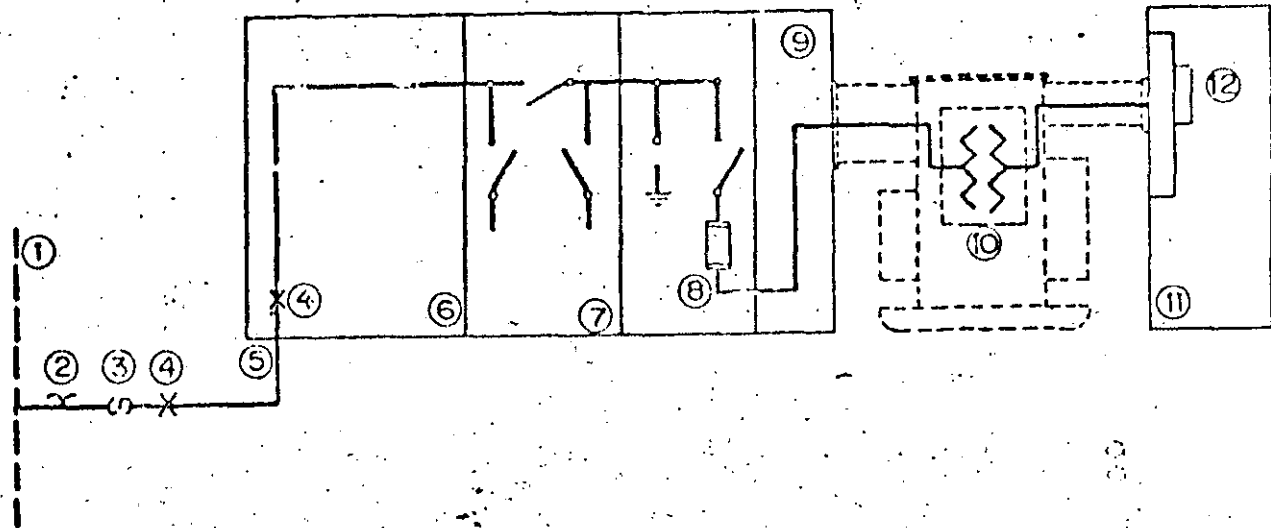


- ① - Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ② - Gabinete 23 KV, servicio interior con 2 juegos de interruptores en aire de 400 Amp. y un juego de Rupto fusibles, con fusibles limitadores de corriente, instalado dentro de un local independiente de la subestación del cliente.
- ③ - Terminal 23 KV, tipo interior.
- ④ - Sección para acometida de la Cía. suministradora.
- ⑤ - Sección de cuchillos de prueba.
- ⑥ - Sección para interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑦ - Sección de acoplamiento.
- ⑧ - Transformador trifásico del cliente.
- ⑨ - Sección de baja tensión.
- ⑩ - Equipo de medición de baja tensión de la Cía. suministradora.

Fig. 13

SERVICIO EN A.T. CON MEDICION EN
EL LADO DE BAJA TENSION DEL
TRANSFORMADOR DEL CLIENTE
CON DERIVACION DE RED AEREA

24

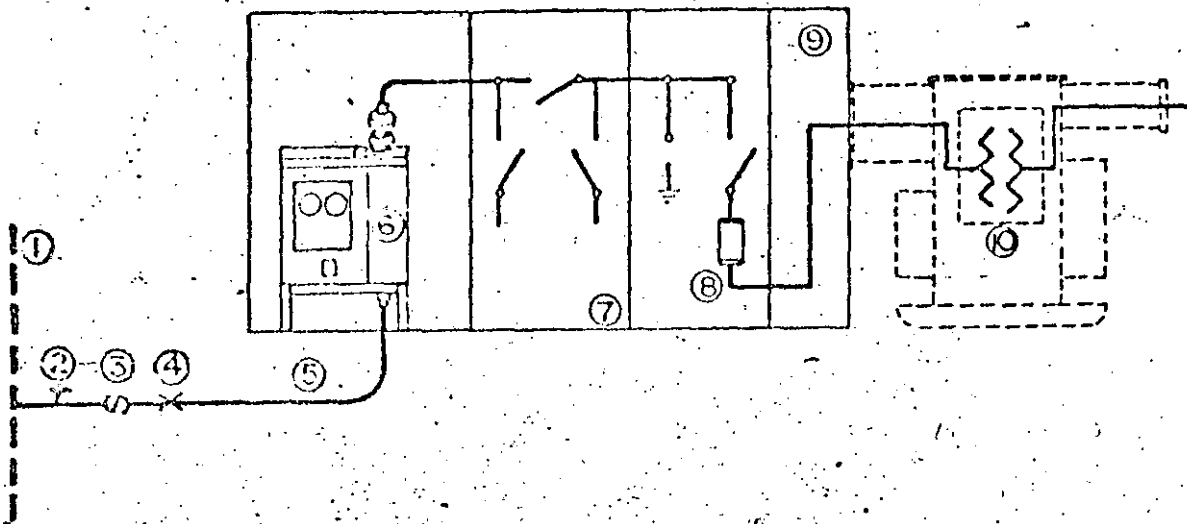


- ① - Línea aérea 23,000 Volts.
- ② - Pararrayos 23 KV, tipo distribución.
- ③ - Portafusibles 23 KV 200 Amp.
- ④ - Terminal 23 KV.
- ⑤ - Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ⑥ - Sección para acomoda de la Cía. suministradora.
- ⑦ - Sección de cuchillas de prueba.
- ⑧ - Sección para Interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑨ - Sección de acoplamiento.
- ⑩ - Transformador trifásico del cliente.
- ⑪ - Sección de baja tensión.
- ⑫ - Equipo de medición de baja tensión de la Cía. suministradora.

Fig. 12

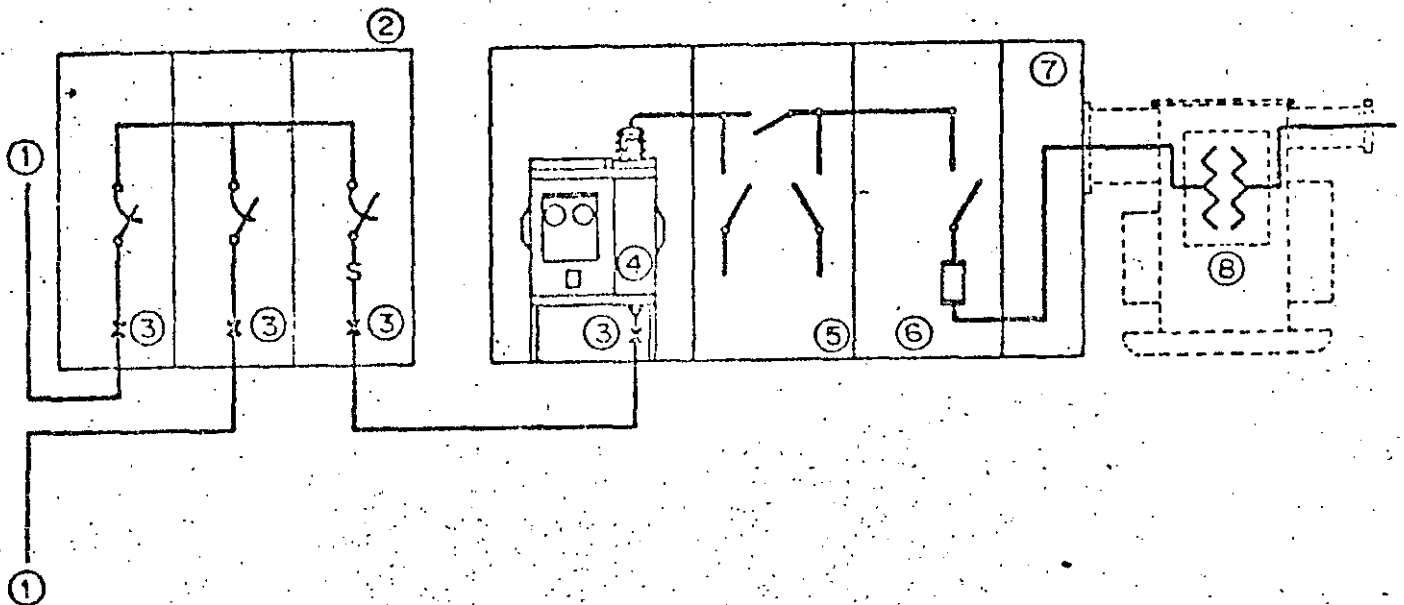
SERVICIO EN A.T. (23 KV) CON MEDICION EN
 EL LADO DE ALTA TENSION DEL
 TRANSFORMADOR DEL CLIENTE
 CON DERIVACION DE RED AEREA

25



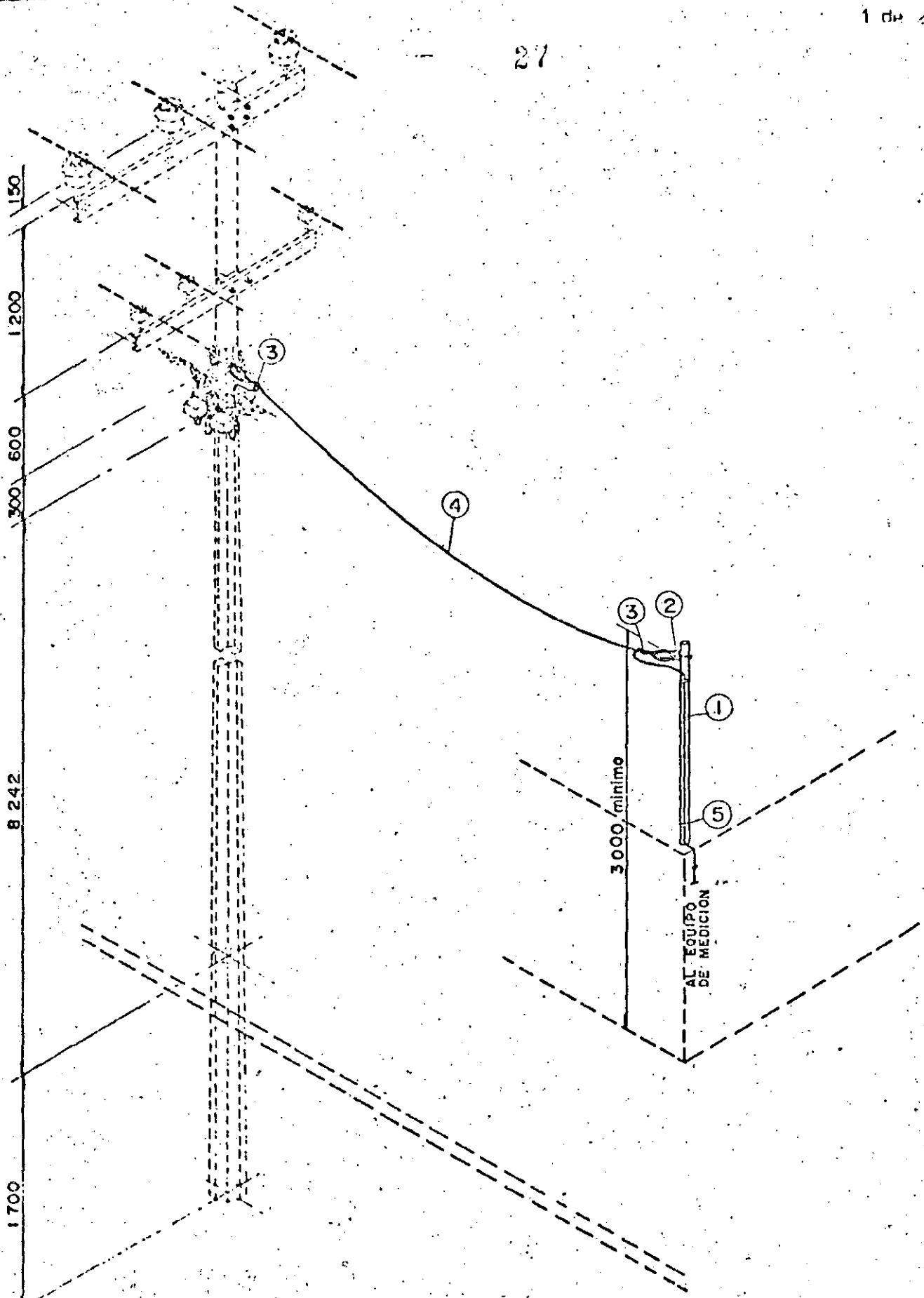
- ① Línea aérea 23,000 Volts.
- ② Pararrayos 23 KV, tipo distribución
- ③ Portafusibles 23KV 200 Amp.
- ④ Terminal 23 KV, tipo Exterior
- ⑤ Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ⑥ Equipo de medición en 23,000 Volts (MTS 23)
- ⑦ Sección de cuchillas de prueba.
- ⑧ Sección para interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑨ Sección de acoplamiento.
- ⑩ Transformador trifásico del cliente.

SERVICIO EN A.T. (23KV) CON MEDICION EN
EL LADO DE ALTA TENSION DEL
TRANSFORMADOR DEL CLIENTE
CON DERIVACION DE RED
SUBTERRANEA RADIAL



- ① Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ② Gabinete 23 KV, servicio interior con 2 juegos de interruptores en aire de 400 Amp. y un juego de Rupto fusibles, con fusibles limitadores de corriente, instalado dentro de un local independiente de la subestación del cliente.
- ③ Terminal 23 KV, tipo interior.
- ④ Equipo de medición en 23,000 Volts. (MTS 23)
- ⑤ Sección de cuchillas de prueba.
- ⑥ Sección para interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑦ Sección de acoplamiento.
- ⑧ Transformador trifásico del cliente.

27



Acotaciones en mm

FIGURA N° 16

ACOMETIDA B 1

MONTAJE
4.0221

28

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	MATERIAL	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CM 1	2.0418	Pza	1
3	Remate CCE 12 ó 10	2.0415	Pza	2
4	Cable CCE 12 ó 10	2.0216	m	
5	Grapas CM 5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

* Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte CM 1 sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

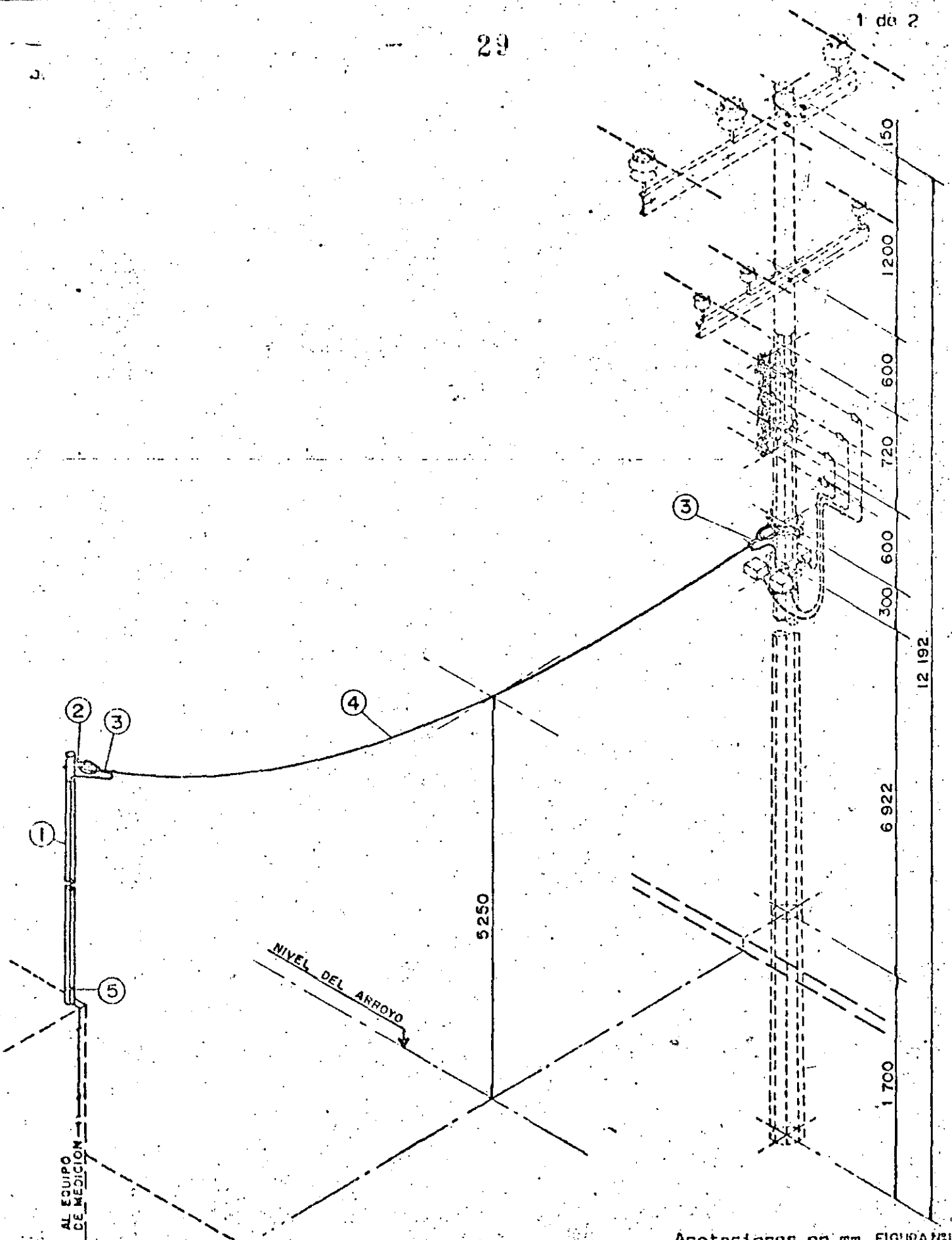
APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 4 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.
1 = Servicio a 1 fase.

CM



MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro	- - - -	m	
2	Soporte CM1	2.0418	Pza	1
3	Remate CCE	2.0416	Pza	2
4	Cable CCE	2.0216	m	-
5	Grupas CMS	2.0407	Pza	8

* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del CCE al cruzar al arroyo sea de 5250 mm.

APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm de diámetro con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 4 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

- CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.
- 1 = Servicio a una fase.

31

CM

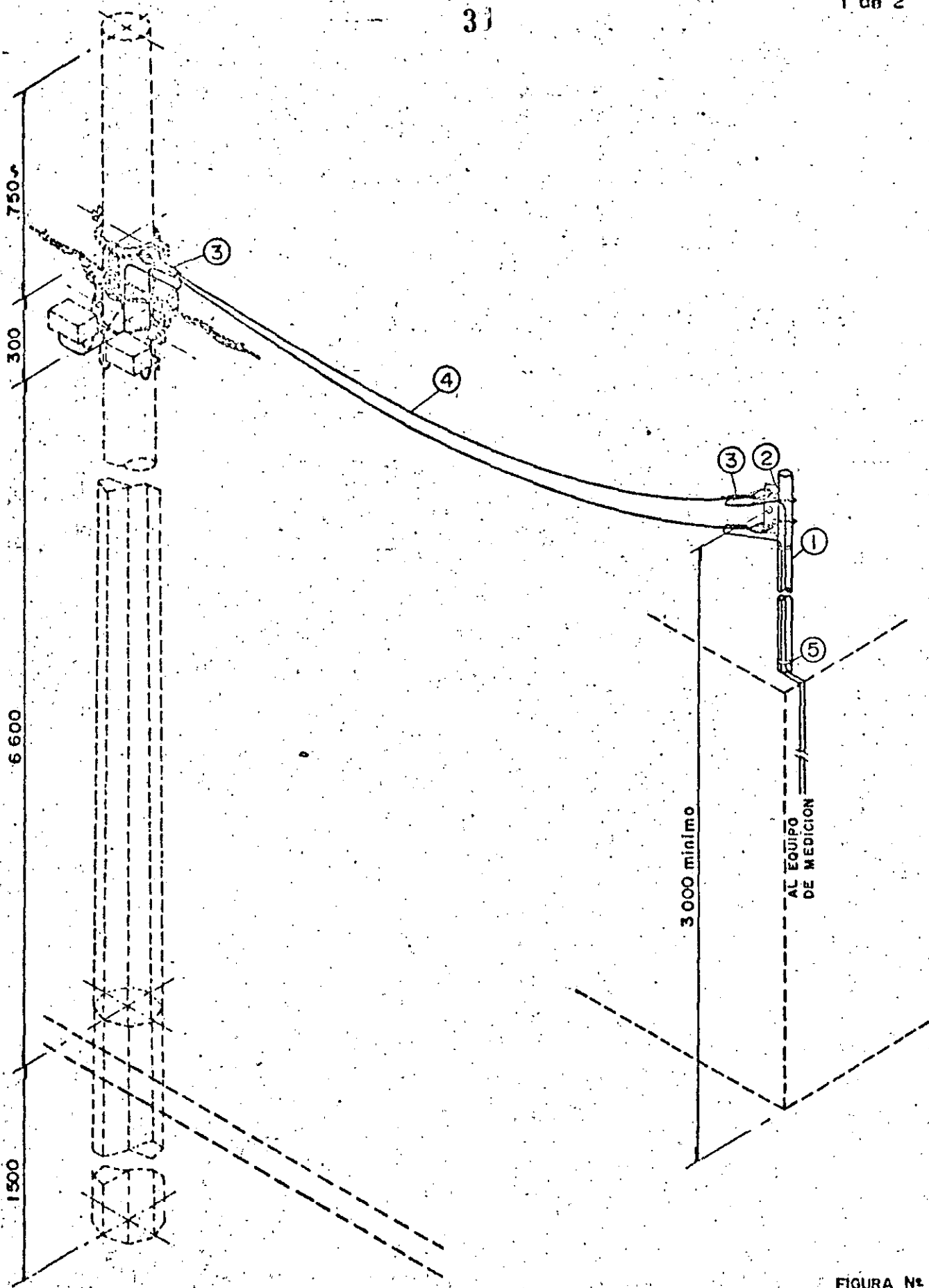


FIGURA N° 18

ACOMETIDA B 2

NORMAS LYF
MONTAJE
4.0222

32

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE 12 6 10	2.0416	Pza	4
4	Cable CCE 12 6 4	2.0216	m	
5	Grapas CM5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

* Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte CM1 sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y - - comerciales con carga total instalada hasta de 8 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.
2 = Servicio a 2 fases.

33

1 de 2

CM

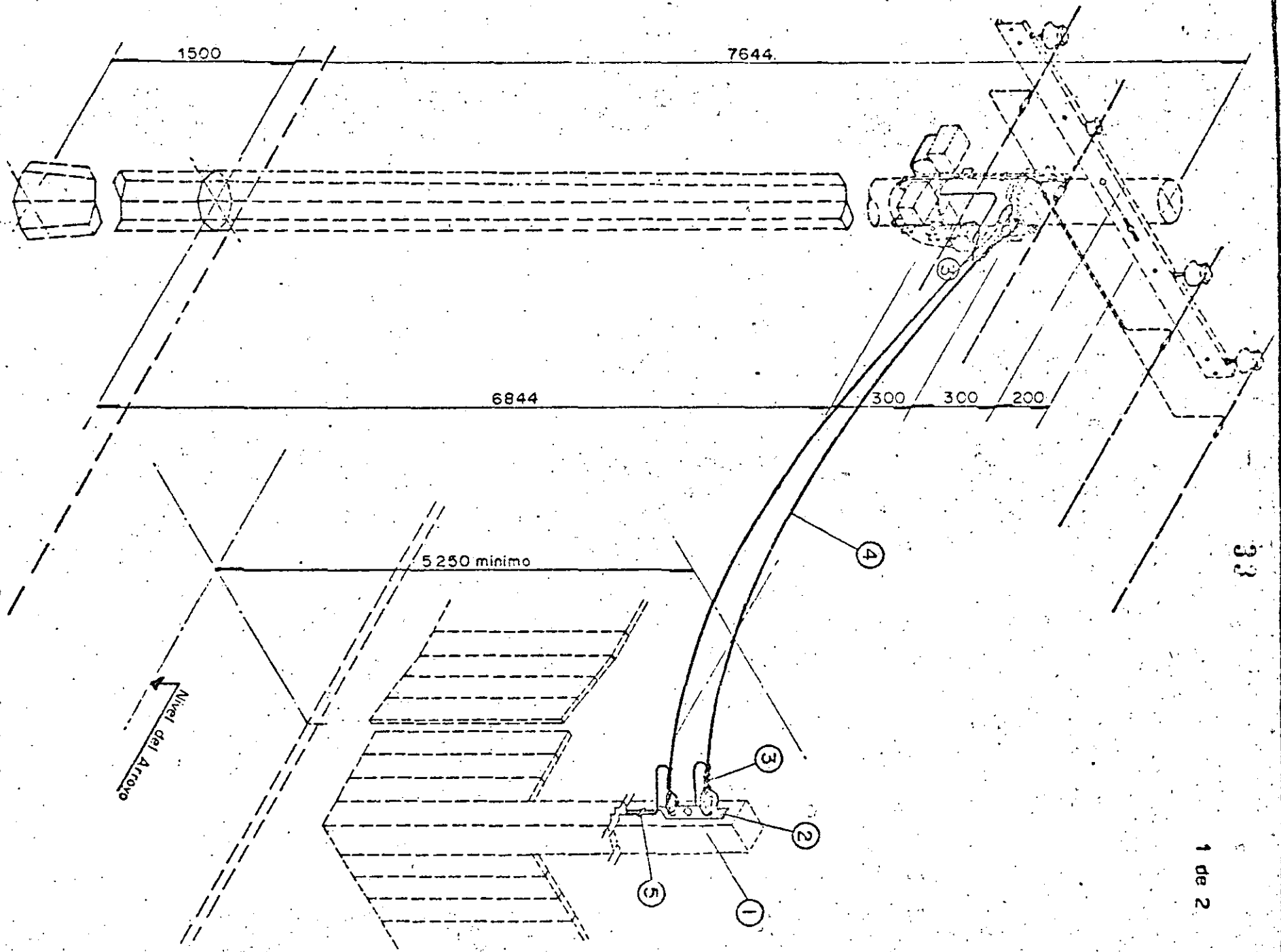


FIGURA N° 10

Acotaciones en mm.

A. 0. 211

ACOMETIDA CA 2

NORMAS LYF
MONTAJE
4.0225

34

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Polín de 100 x 100 mm	- - - -	m	
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE	2.0416	Pza	4
4	Cable CCE	2.0216	m	-
5	Grapas CM3	2.0407	Pza	3

* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del cable CCE al cruzar el arroyo sea de 5250 mm.

APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un polín de 100 x 100 mm con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 8 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.
2 = Servicio a dos fases.

35

1 de 2

CM

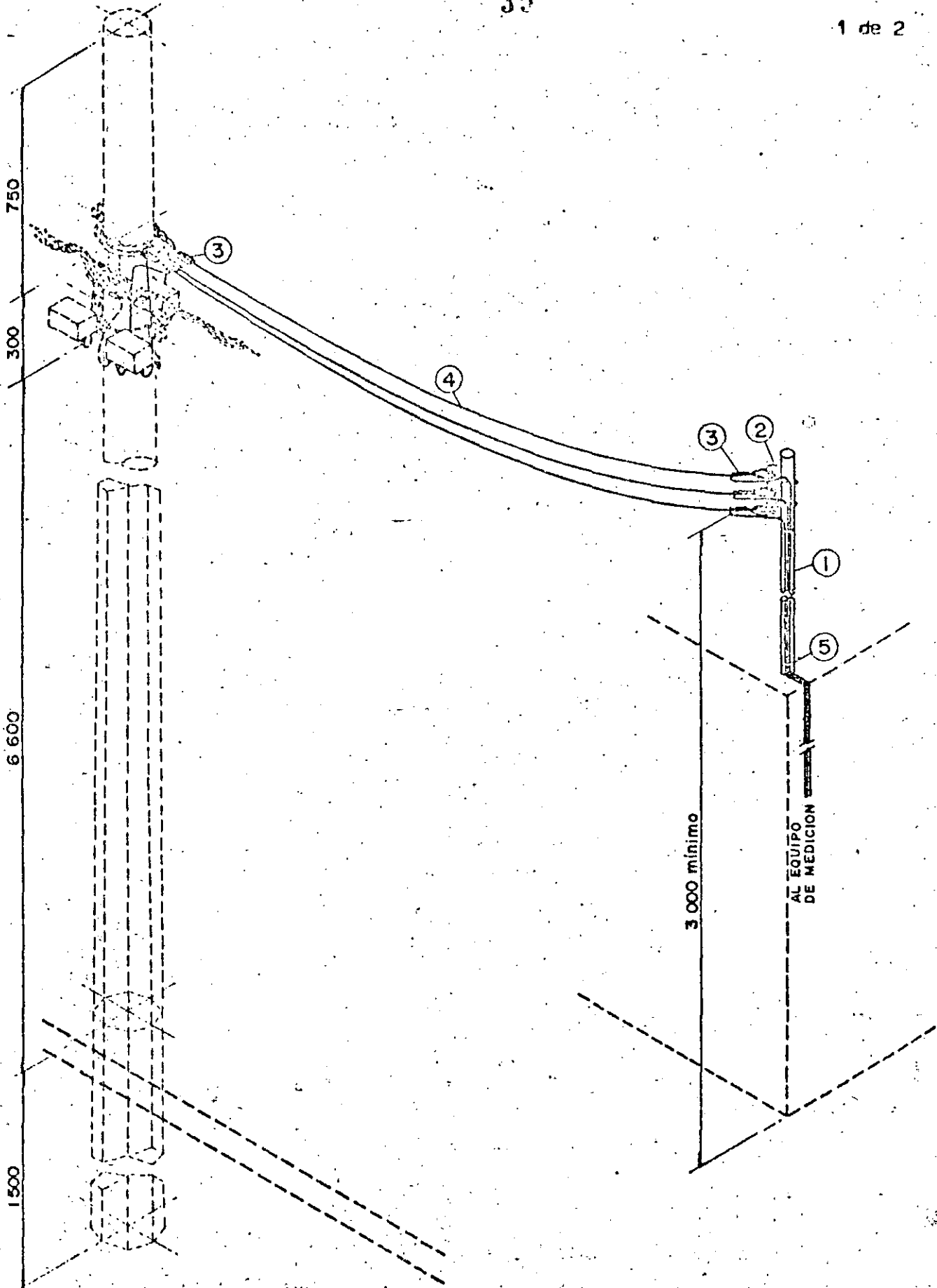


FIGURA N° 20

Acotaciones en mm.

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE 4, 6, 10 ó 12	2.0416	Pza	6
4	Cable CCE 4, 6, 10 ó 12	2.0216	m	-
5	Grapas CMS (encadenadas)	2.0407	Pza	8

* Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado - por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte - CM3 sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto - ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galva- nizado de 38 mm de diámetro con soporte CM3 y remates CCE. Alimenta uno o varios servicios domésticos, comerciales e industrias pequeñas con carga total instala- da hasta de 35 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

- B = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.
- 3 = Servicio a 3 fases.

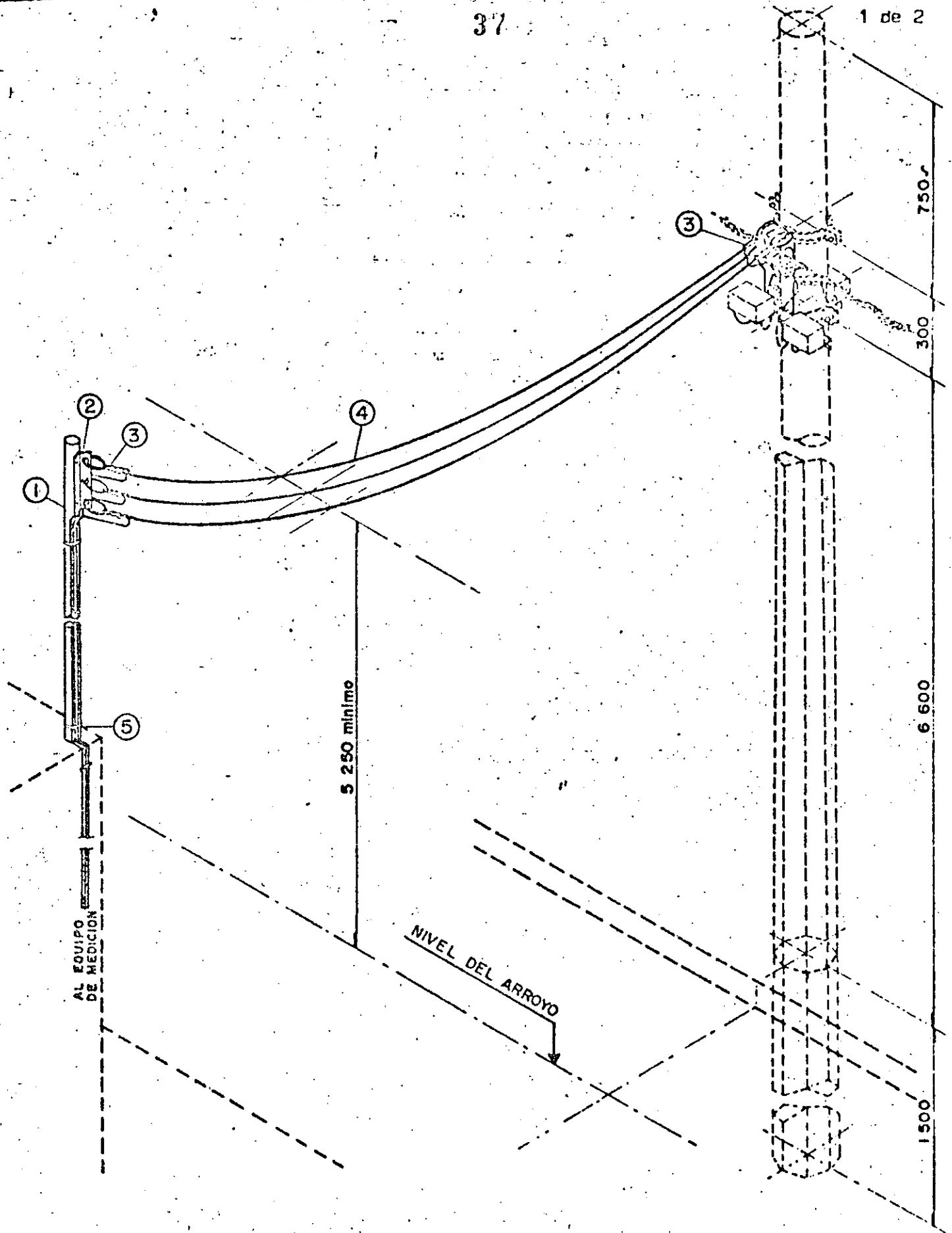


FIGURA N° 21

Anotaciones en mm.

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	*
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE 4, 6, 10 ó 12	2.0416	Pza	6
4	Cable CCE	2.0216	m	-
5	Grapas CM5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del cable CCE al cruzar el arroyo sea de 5250 mm.

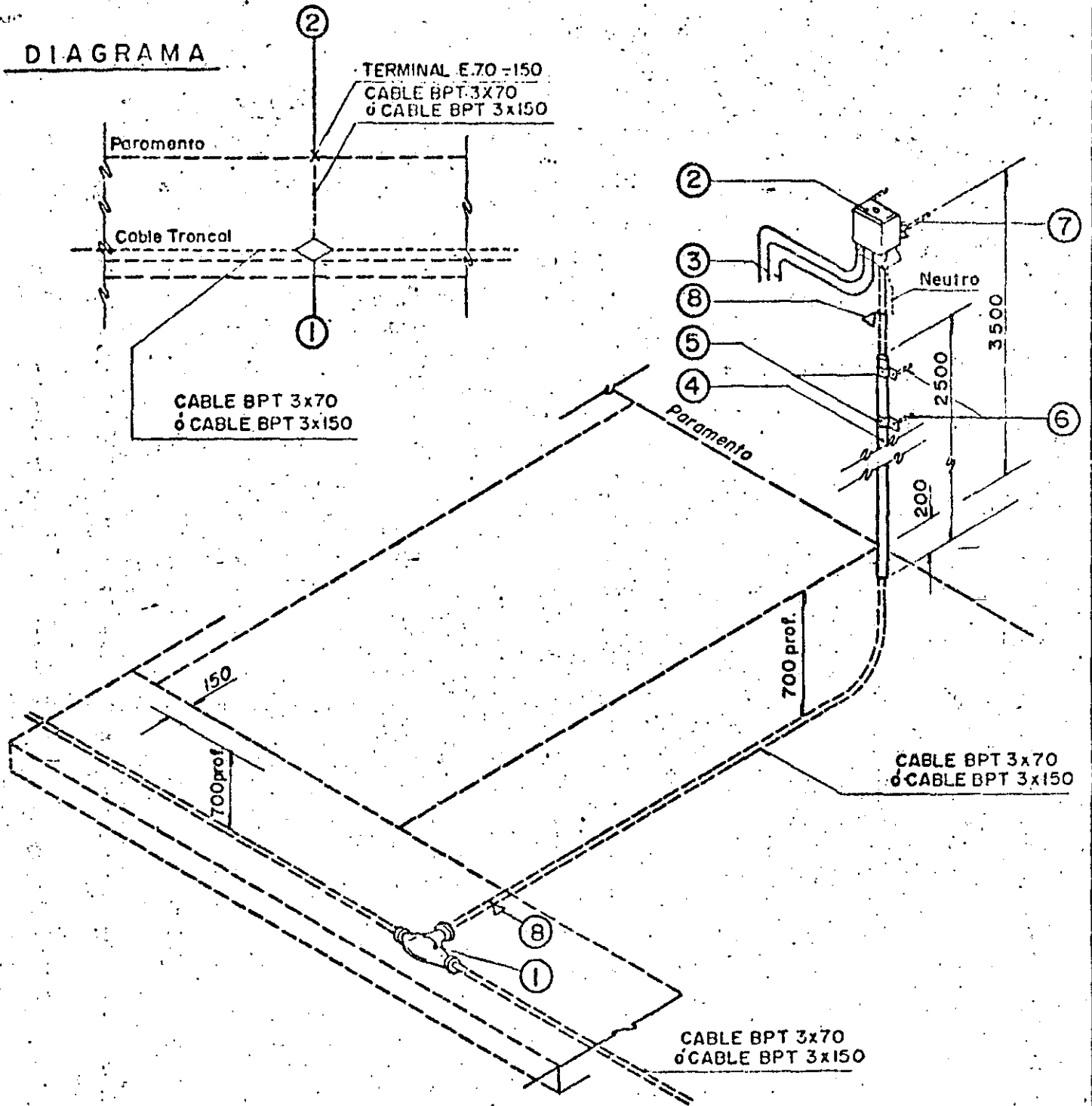
APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm de diámetro con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 35 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.

3 = Servicio a tres fases.



Esc. 1:30

Acotaciones en mm

MATERIAL: (en 2 de 2)

APLICACION:

Empalmar y proteger los extremos de cable de acometida 3 x 70 ó 3 x 150 entre cable de alimentación o troncal de igual o mayor sección BPT 3 x 70 ó BPT 3 x 150 y muro o soporte al exterior, en lugar de la acometida.

FIGURA Nº 22

ACOMETIDA BPT 70-150 CABLE-E

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0161

40

2 de 2

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Mufa T 150	2.0050	Pza	1
	Aislantes y Auxiliares Mufa T 150	2.0196	Jgo	1
2	Terminal E 70 - 150	2.0287	Pza	1
	Aislantes y Auxiliares Terminal E 70-150	2.0222	Jgo	1
3	Cable BTC 1x70	2.0041	m	3
4	Tubo Protector PVC 2560	2.0292	Pza	1
5	Abrazadera Tubo P-PVC 50	2.0235	Pza	2
6	Tornillo Máq 9.5x50	2.0187	Pza	4
7	Tornillo Máq 12.7x100	2.0187	Pza	2
8	Placa Identificación Cable B	2.0027	Pza	2

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Baja tensión

P = Papel plomo, aislamiento papel cubierta plomo del cable.

T = Termoplástico, cubierta exterior del cable

70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección de los conductores del cable.

E = Exterior, terminal exterior en el lugar de la acometida.

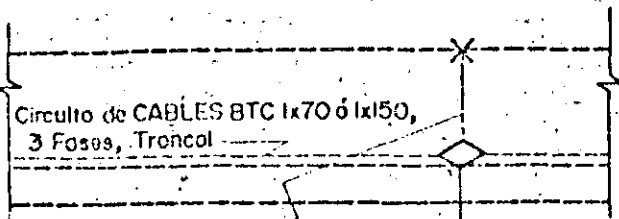
ACOMETIDA BTC 70-150 CABLE-E

NORMAS L Y P
MONTAJE
4.0165

1 de 2

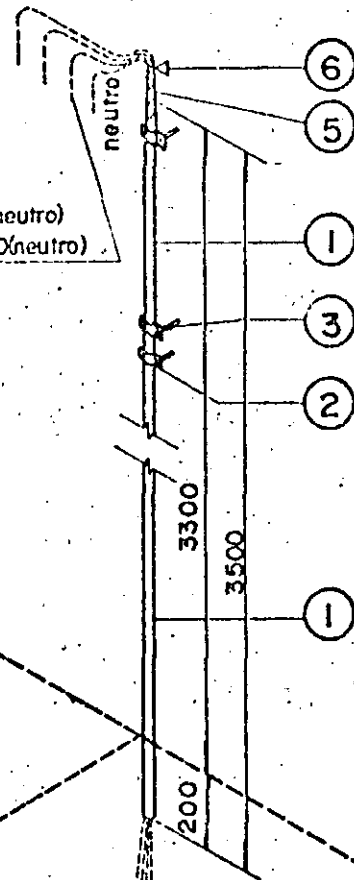
DIAGRAMA

4

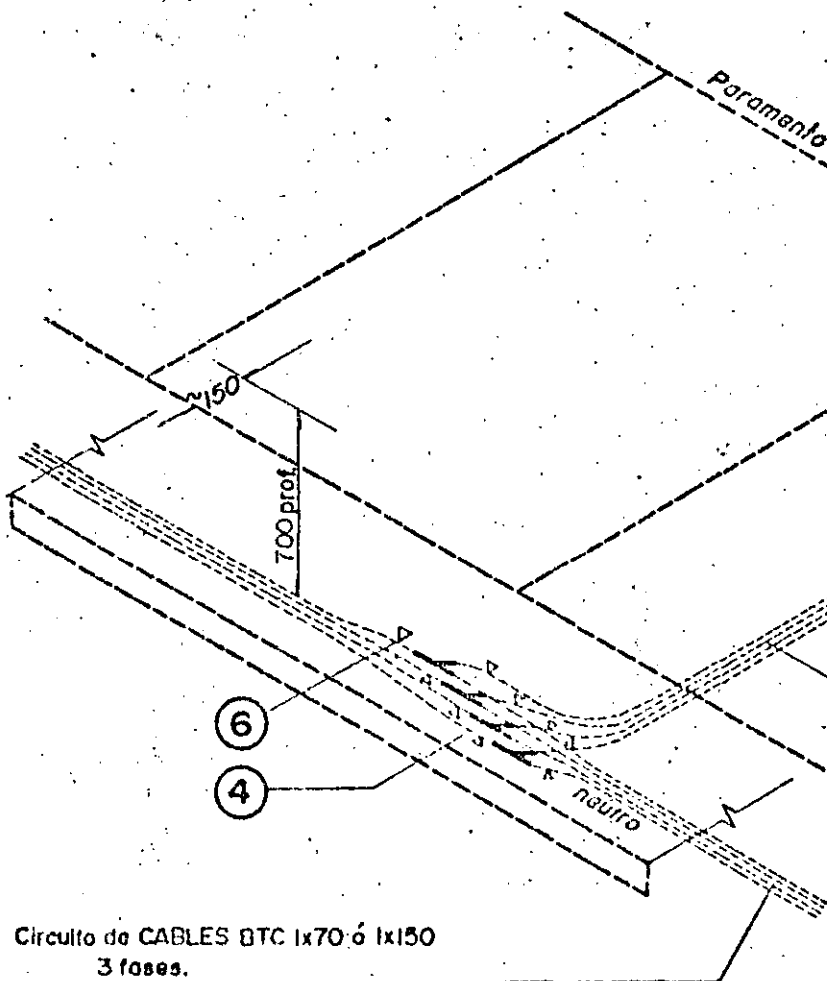


4

3 CABLES BTC 1x70 y 1 CABLE BTC 1x35 (neutro)
3 CABLES BTC 1x150 y 1 CABLE BTC 1x70 (neutro)



ó 3 CABLES BTC 1x70 y 1 CABLE BTC 1x35 (neutro)
ó 3 CABLES BTC 1x150 y 1 CABLE BTC 1x70 (neutro)



Circuito de CABLES BTC 1x70 ó 1x150
3 fosas.

MATERIAL:

(En 2 de 2)

FIGURA N° 23

Acotaciones en mm

CS

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

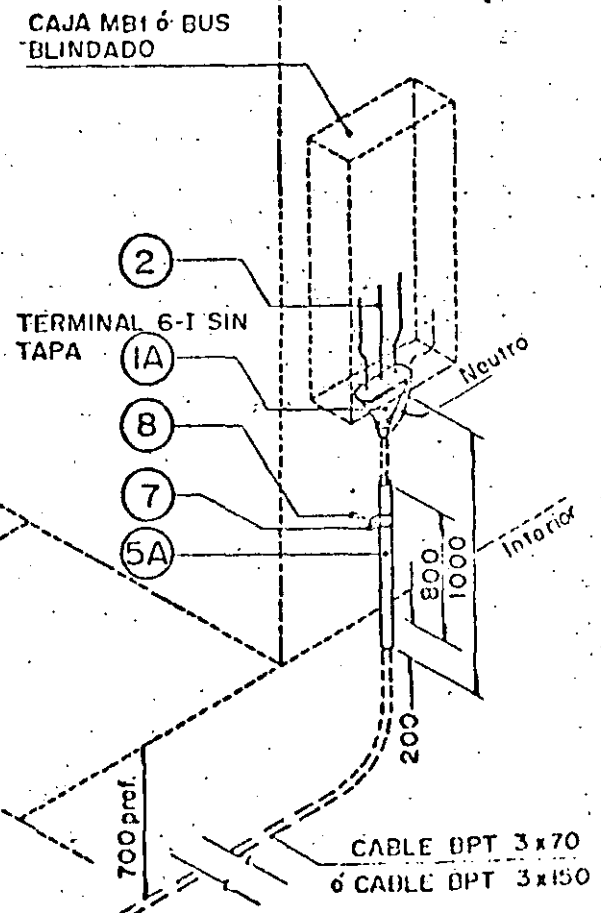
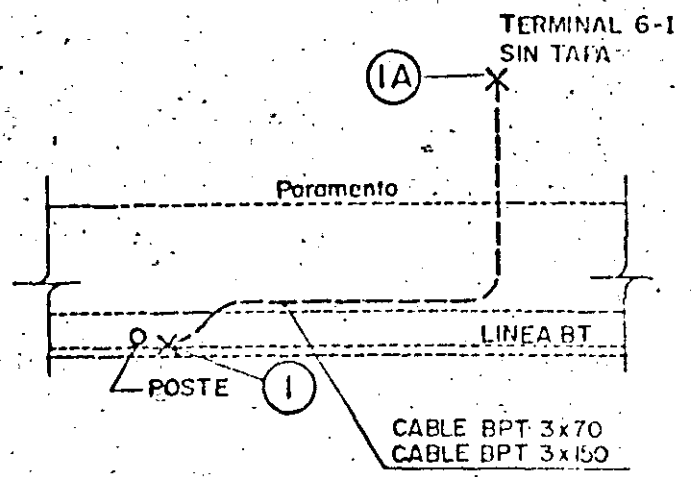
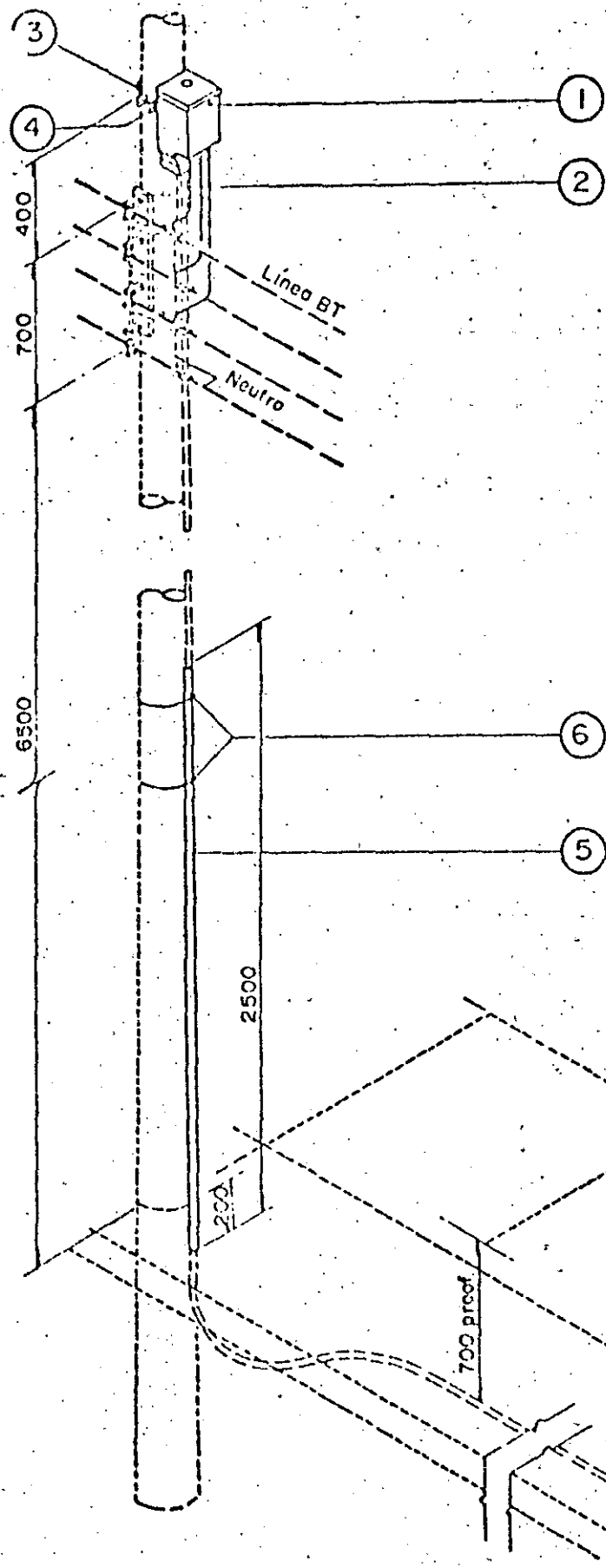
Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo Protector PVC 2060	2.0292	Pza	2
2	Abrazadera Tubo P-PVC 60	2.0235	Pza	3
3	Tornillo M4q 9.5 x 60	2.0187	Pza	6
4	Unión Y BTC 70-70 (ó 150-70)	2.0203	Jgo	4
5	Cinta Selladora	2.0086	m	6
6	Placa Identificación Cable B	2.0027	Pza	12

APLICACION:

Proteger los dos extremos de un circuito trifásico de cables de acometida BTC -- 1x70 ó 1x150 entre un circuito principal o troncal de cables de igual o mayor -- sección BTC 1x70 ó 1x150 y muro o soporte al exterior en el lugar de la acometida.

CLAVE DEL NOMBRE:

- B = Baja tensión
- TC = Termofijo, polietileno cadena cruzada, aislamiento de los cables
- 70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección del conductor de los cables
- E = Exterior, terminación exterior en el lugar de la acometida.



MATERIAL:
(En orden aproximado de colocación)

CANT.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Terminal E 70-150	2.0287	Pza	1
	Aislantes y Auxiliares Terminal E70-150	2.0222	Jgo	1
15	Terminal SI sin tapa	2.0289	Pza	1
	Aislantes y Auxiliares Terminal SI sin tapa	2.0224	Jgo	1
2	Cable BTC 1x70	2.0041	m	5
3	Soporte Terminal BE 6	2.0280	Pza	1
4	Tornillo Mán 9.5x50	2.0187	Pza	2
5	Tubo Protector PVC 2500	2.0292	Pza	1
5	Tubo Protector PVC 2050	2.0292	Pza	1
5	Alambre Fe galv. 10	2.0297	m	5
7	Abrazadera Tubo P-PVC 50	2.0235	Pza	2
8	Tornillo Mán 9.5x50	2.0187	Pza	4

APLICACION:

Terminar y proteger los dos extremos de cable de acometida EPT 3x70 ó 3x150 en poste con línea de alimentación SI y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida. La terminal SI sin tapa se coloca preferentemente en caja PE 1 ó 3/5 Blindado.

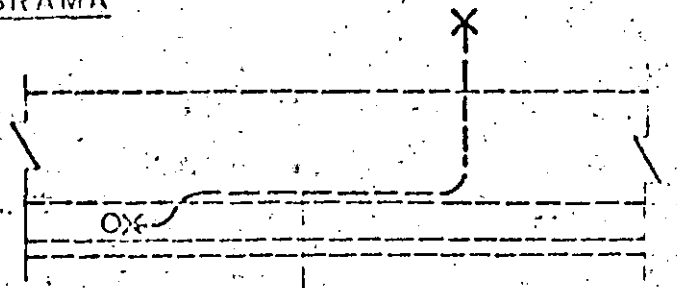
CLAVE DEL NOMBRE:

- B = Baja tensión
- P = Papel plomo, aislamiento papel cubierta plomo del cable
- I = Termoplástico, cubierta exterior del cable
- 70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección de los conductores de los cables
- I = Interior, terminal interior en el lugar de la acometida.

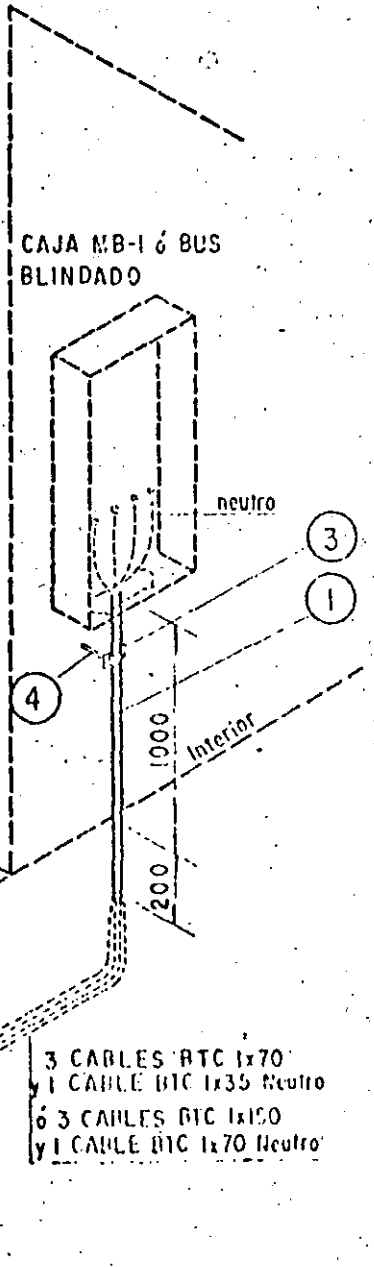
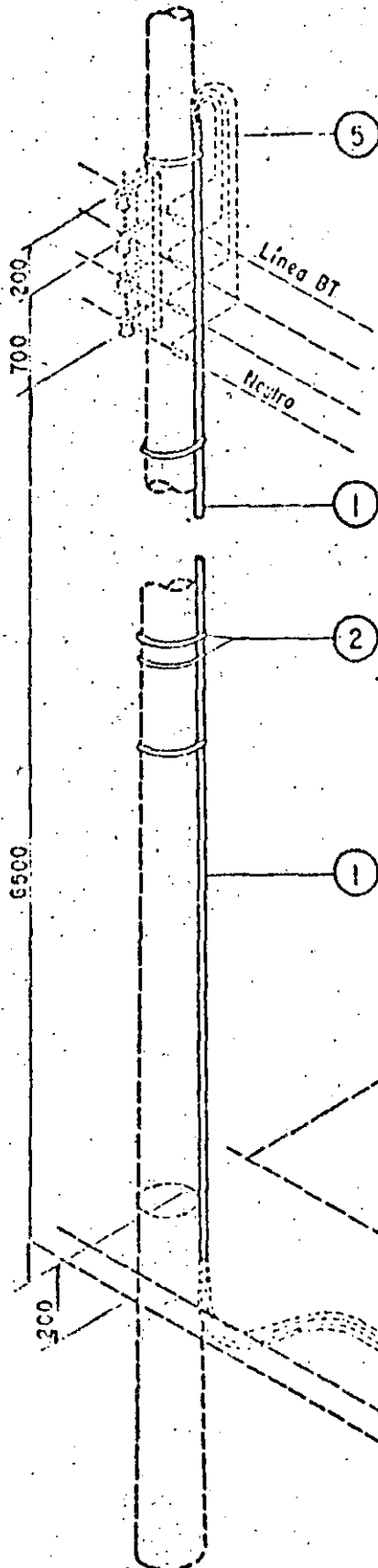
45

1 de 2

DIAGRAMA



3 CABLES BTC 1x70 y 1 CABLE BTC 1x35 Neutro
ó 3 CABLES BTC 1x50 y 1 CABLE BTC 1x70 Neutro



3 CABLES BTC 1x70
y 1 CABLE BTC 1x35 Neutro
ó 3 CABLES BTC 1x50
y 1 CABLE BTC 1x70 Neutro

46

2 de 2

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo protector PVC 2050	2.0292	Pza.	5
2	Alambre Fe. Galvanizado 10	2.0297	m	12
3	Abrazadora tubo P - PVC 60	2.0235	Pza.	2
4	Tornillo Máq. 9.5 x 60	2.0187	Pza.	4
5	Cinta Selladora	2.0025	m	12

APLICACION:

Proteger los dos extremos de un circuito de 3 fases de cables de acometida BTC 1 x 70 ó 1 x 150 entre poste con línea de alimentación BT y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida. Los cables de acometida se colocan preferentemente en caja MS - 1 ó Bus blindado.

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Baja tensión

TC = Termofijo polietileno cadena cruzada aislamiento de los cables.

70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección del conductor de los cables

I = Interior, terminación interior en el lugar de la acometida.

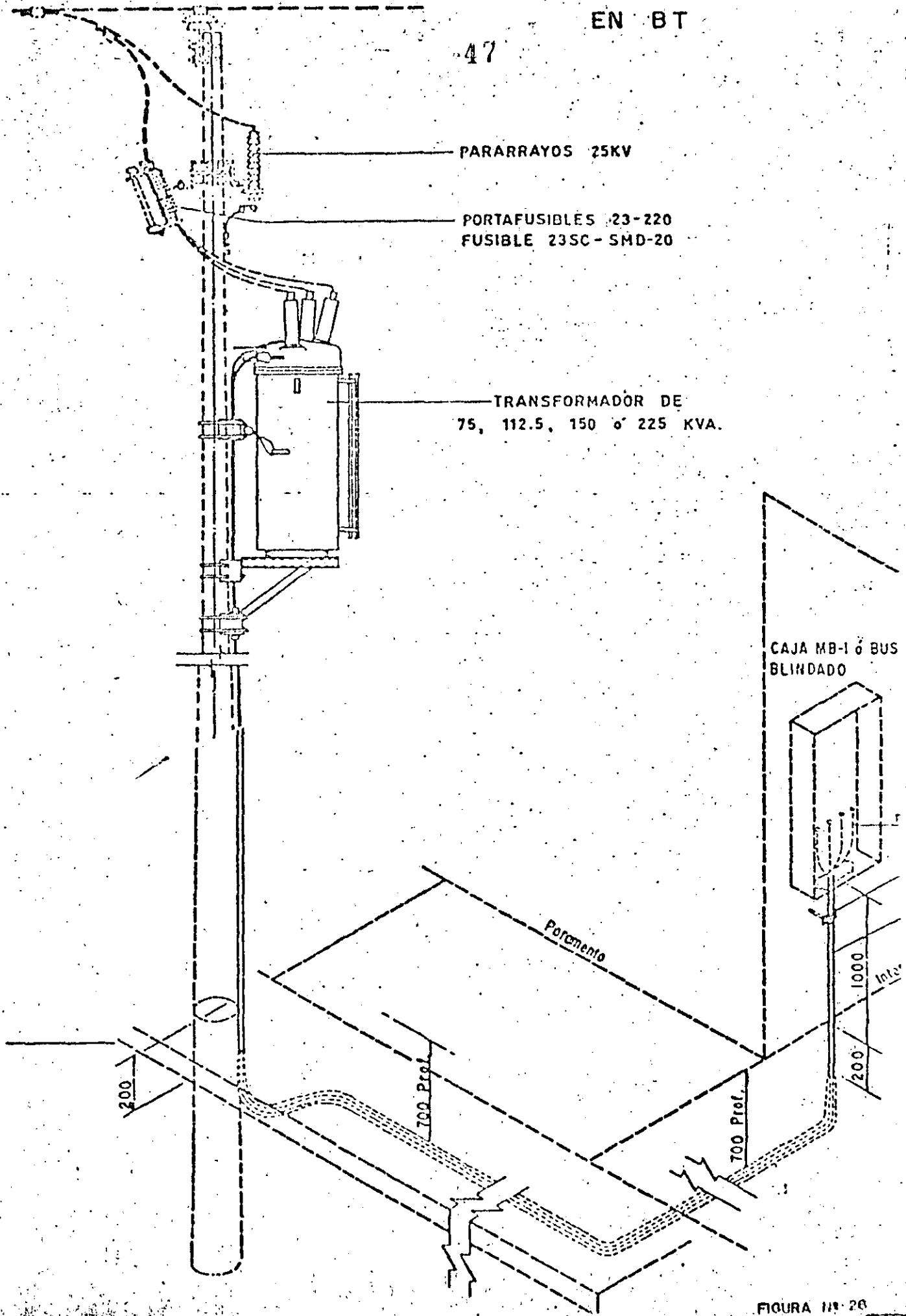
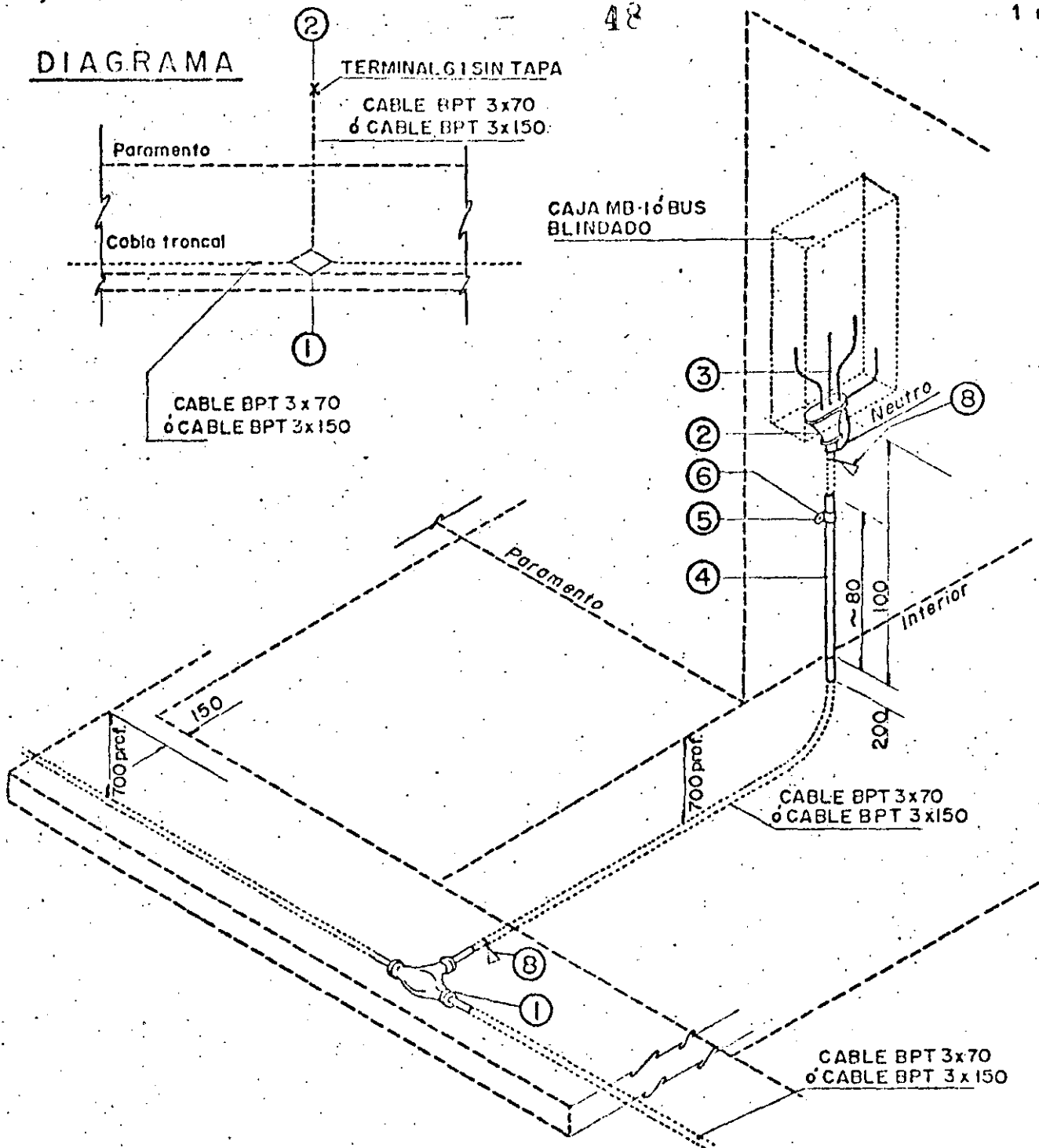


FIGURA 118-20

48

DIAGRAMA



Esc. 1:30

Acotaciones en mm

MATERIAL: (en 2 de 2)

APLICACION:

Empalmar y proteger los extremos de cable de acometida BPT 3 x 70 ó 3 x 150 entre cable de alimentación o troncal de igual o mayor sección BPT 3 x 70 ó 3 x 150 y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida.
La terminal 6I sin tapa del cable de acometida, se coloca preferentemente en caja MB-1 ó en Bus Blindado.

FIGURA N° 27

CS

ACOMETIDA BPT 70-150 CABLE - I

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0162

49

2 de 2

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

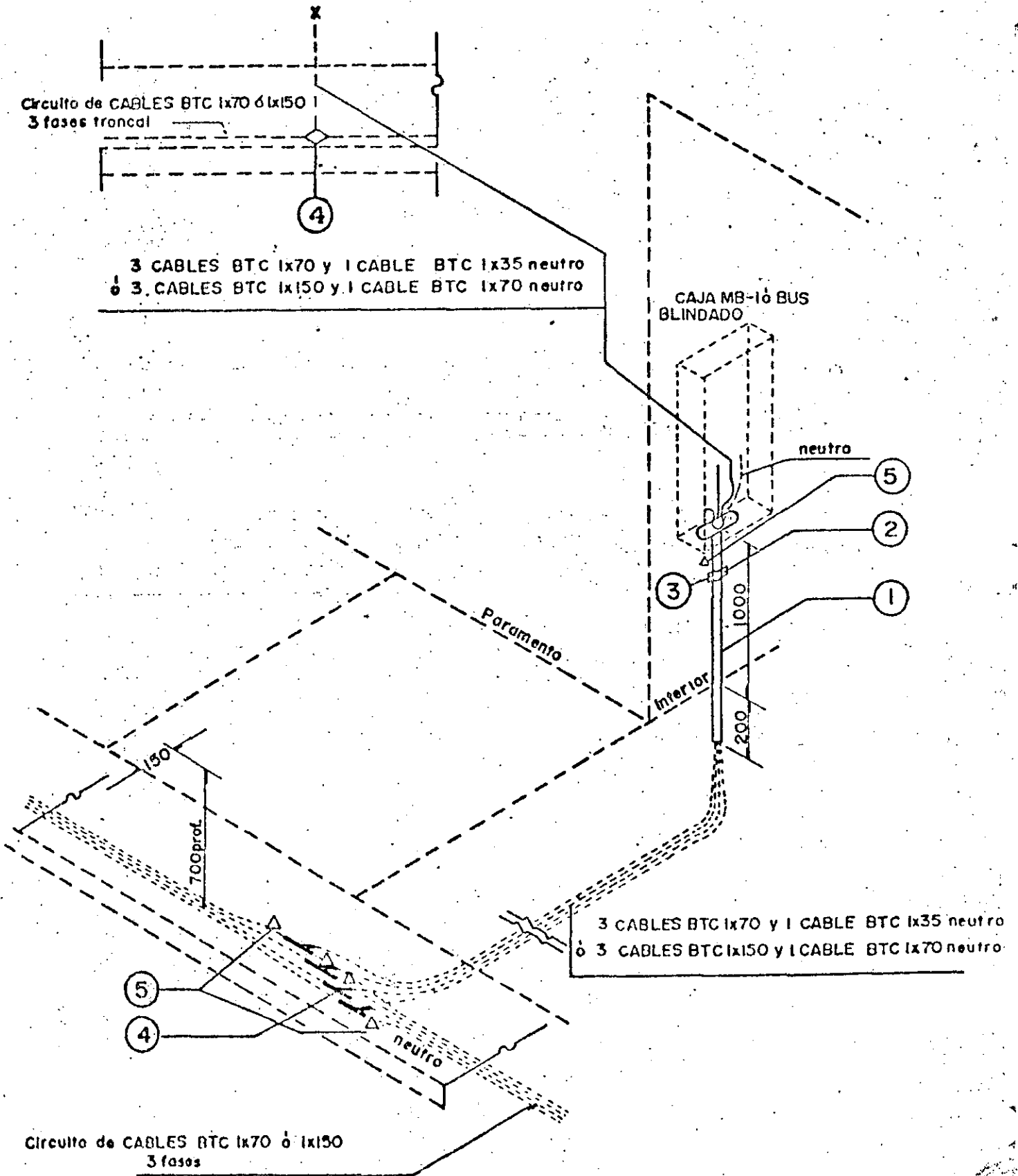
Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Mufa T 150	2.0050	Pza	1
	Aislantes y Auxiliares Mufa T 150	2.0195	Jgo	1
2	Terminal SI sin tapa	2.0289	Pza	1
	Aislantes y Auxiliares Terminal SI sin tapa	2.0224	Jgo	1
3	Cable BTC 1x70	2.0041	m	4
4	Tubo Protector PVC 2530	2.0292	Pza	1
5	Abrazadera Tubo P-PVC 60	2.0236	Pza	2
6	Tornillo Mán 9.5x60	2.0187	Pza	4
8	Placa Identificación Cable B	2.0027	Pza	2

CLAVE DEL NOMBRE:

- B = Baja tensión
- P = Papel, plomo aislamiento papel cubierta plomo del cable
- T = Termoplástico, cubierta exterior del cable
- 70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección de los conductores del cable
- I = Interior, Terminal interior en el lugar de la acometida.

CS

DIAGRAMA



ACOMETIDA BTC 70-150 CABLE - I

MONTAJE
4.01.67

51

2 de 2

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo Protector PVC 2060	2.0292	Pza	1
2	Abrazadera tubo P-PVC 60	2.0236	Pza	1
3	Tornillo Maq 9.5 x 60	2.0187	Pza	2
4	Unión Y BTC 1x70-70 (ó 150-70)	2.0203	Jgo	4
5	Placa Identificación Cable B	2.0027	Pza	12

APLICACION:

Proteger los dos extremos de un circuito trifásico de cables de acometida BTC - 1x70 ó 1x150 entre un circuito principal o troncal de cables de igual o mayor sección BTC 1x70 ó 1x150 y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida.

Los cables de acometida se colocan preferentemente en caja MB-1 o bus blindado.

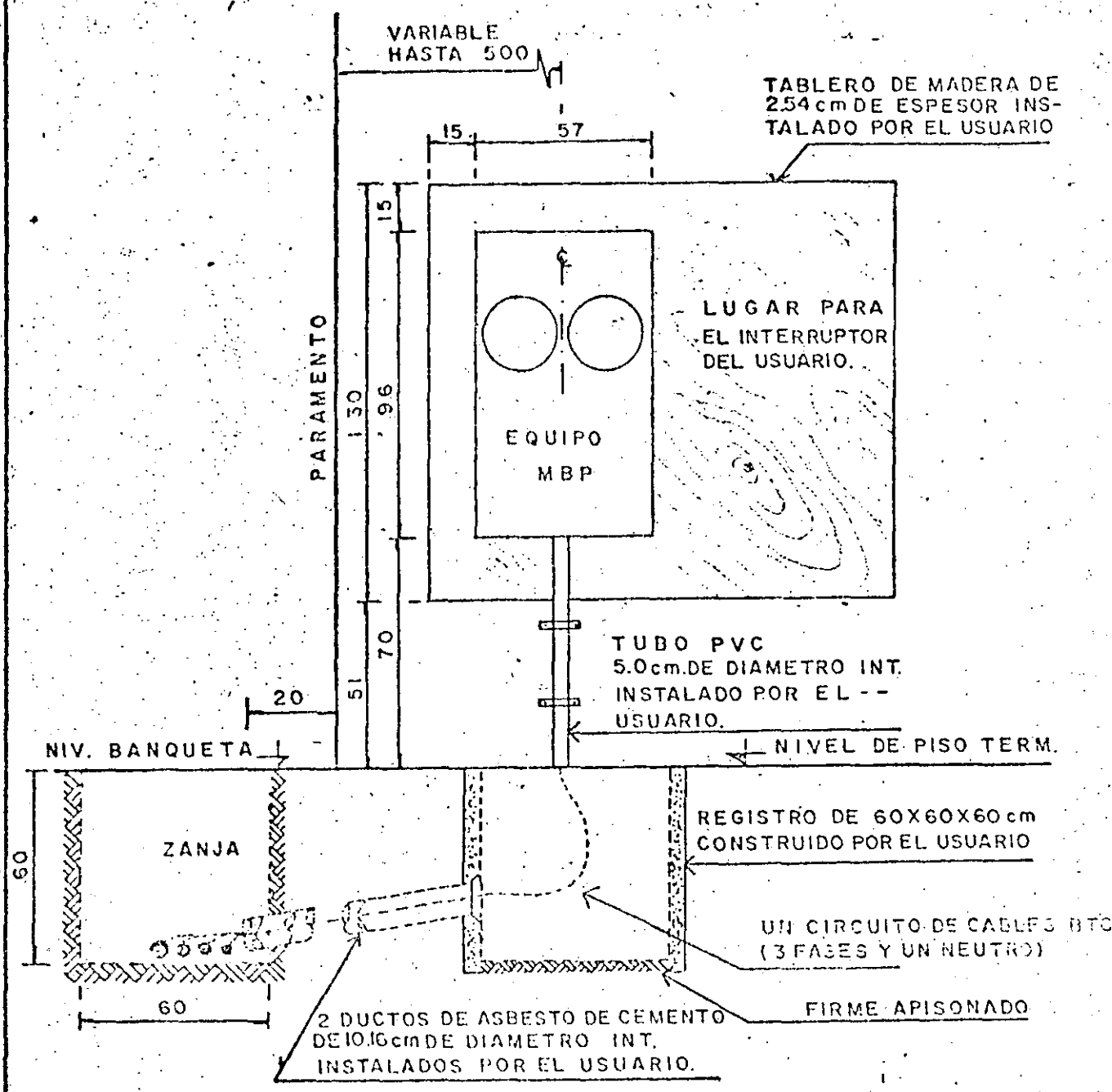
CLAVE DEL NOMBRE:

B = Baja tensión

TC = Termofijo cadena cruzada aislamiento de los cables

70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección del conductor de los cables

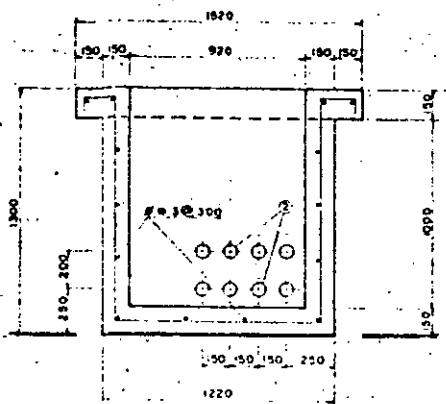
I = Interior terminación interior en el lugar de la acometida.



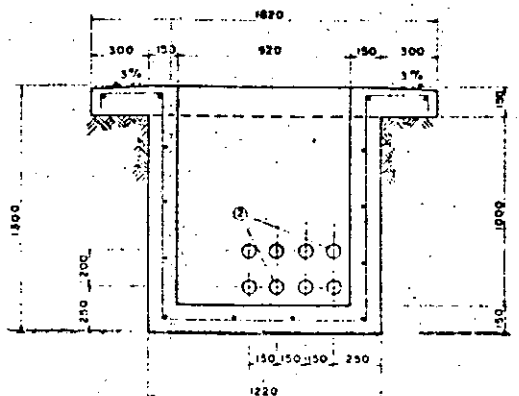
ACOTACION EN: cm.

FIG. 29
 ACOMETIDA SUBTERRANEA
 A SERVICIO TRIFASICO, BT

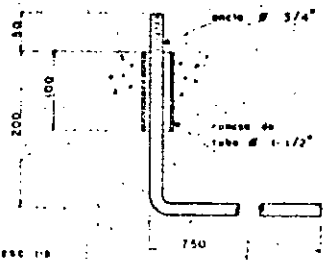
53



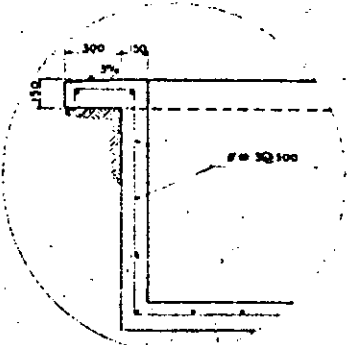
CORTE B-B



CORTE B-B
(PARA CIMENTACION INTEMPERIE)



DETALLE DE ANCLAJE



DETALLE "C"
(PARA CIMENTACION INTEMPERIE)

REFERENCIAS:

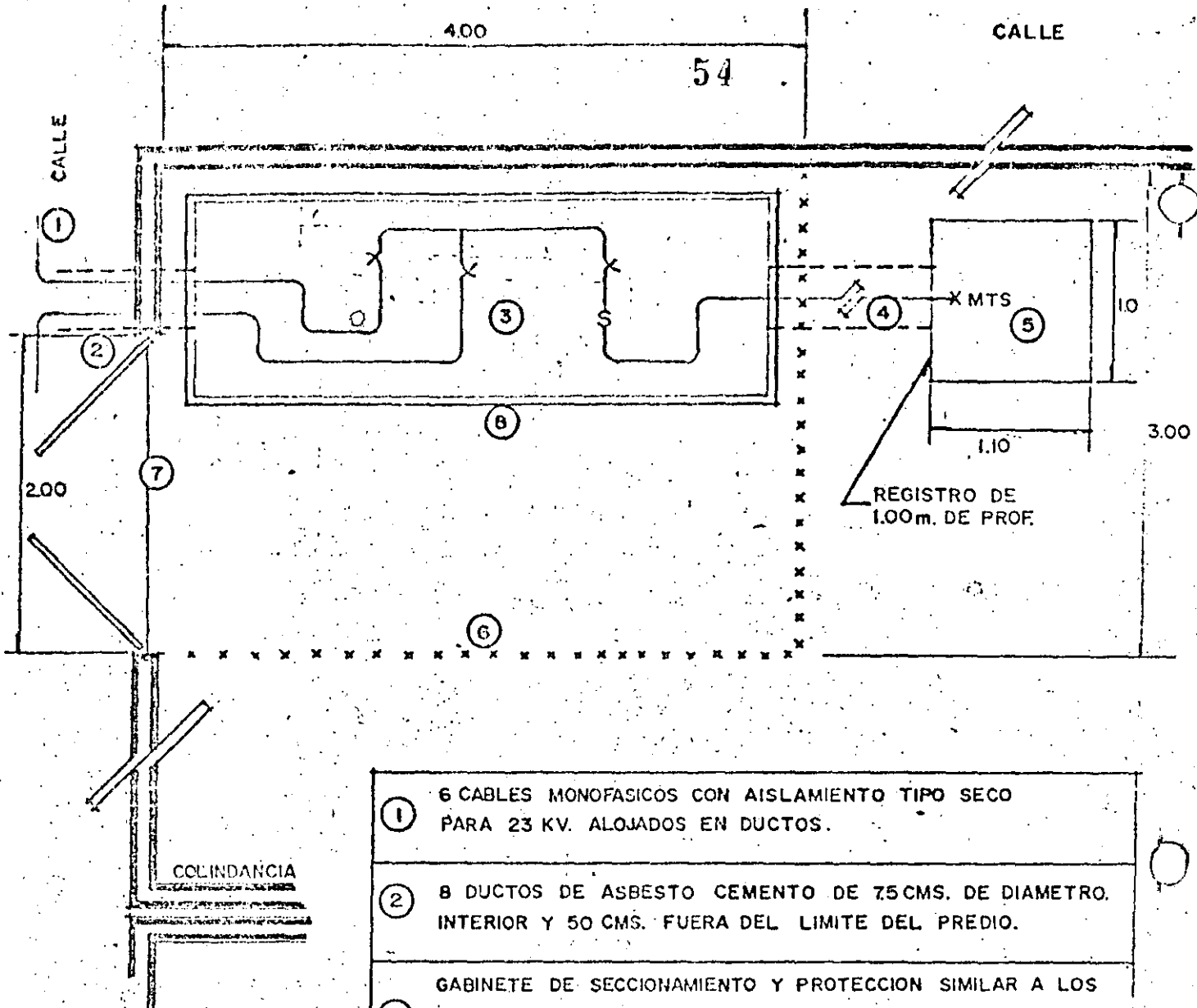
- 1- VARILLA DE TIERRA
- 2- DUCTOS R-75

NOTAS:

- CONCRETO $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO $f_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$
- CONCRETO CON DURO RECA INTEGRAL AL 2%
- DEJAR AHOGADAS DURANTE EL COLAGO LAS TIERRAS (ver norma L y P 2,920 ultima revision)
- ESTE PLANO ES PARA UN GABINETE DE TRES MODULOS, PAR CADA MODULO ADICIONAL AUMENTAR 1220MM DE LARGO Y TRES DUCTOS A-75
- ACOTACIONES EN MM

FIG. 30

COMPAÑIA DE LUZ Y ENERGIA DEL CENTRO S.A.	
CIMENTACION PARA GABINETES M-23-1.	
FECHA	FIRMA
DIST-N-476	



- | | |
|---|---|
| ① | 6 CABLES MONOFASICOS CON AISLAMIENTO TIPO SECO PARA 23 KV. ALOJADOS EN DUCTOS. |
| ② | 8 DUCTOS DE ASBESTO CEMENTO DE 75 CMS. DE DIAMETRO. INTERIOR Y 50 CMS. FUERA DEL LIMITE DEL PREDIO. |
| ③ | GABINETE DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCION SIMILAR A LOS INDICADOS EN LAS FIGURAS 13 Y 15, DE 3.60 MTS. DE LARGO, 1.22 DE ANCHO Y 2.20 MTS. DE ALTO. |
| ④ | 3 CABLES MONOFASICOS CON AISLAMIENTO TIPO SECO PARA 23 KV. QUE CONECTARAN AL GABINETE CON EL EQUIPO DE MEDICION EN 23 KV. |
| ⑤ | EQUIPO DE MEDICION EN 23 KV. |
| ⑥ | CERCA DE MALLA CICLONICA (OPCIONAL). |
| ⑦ | ENTRADA PRINCIPAL QUE OSTENTA EL N° OFICIAL. |
| ⑧ | CIMENTACION PARA GABINETE DE 3 SECCIONES PLANO DIST-N-476 (FIG. 26). |

FIG. 31

AREA PARA LA INSTALACION DE UN GABINETE DE TRES SECCIONES TIPO EXTERIOR.

ACOTACIONES EN: m.

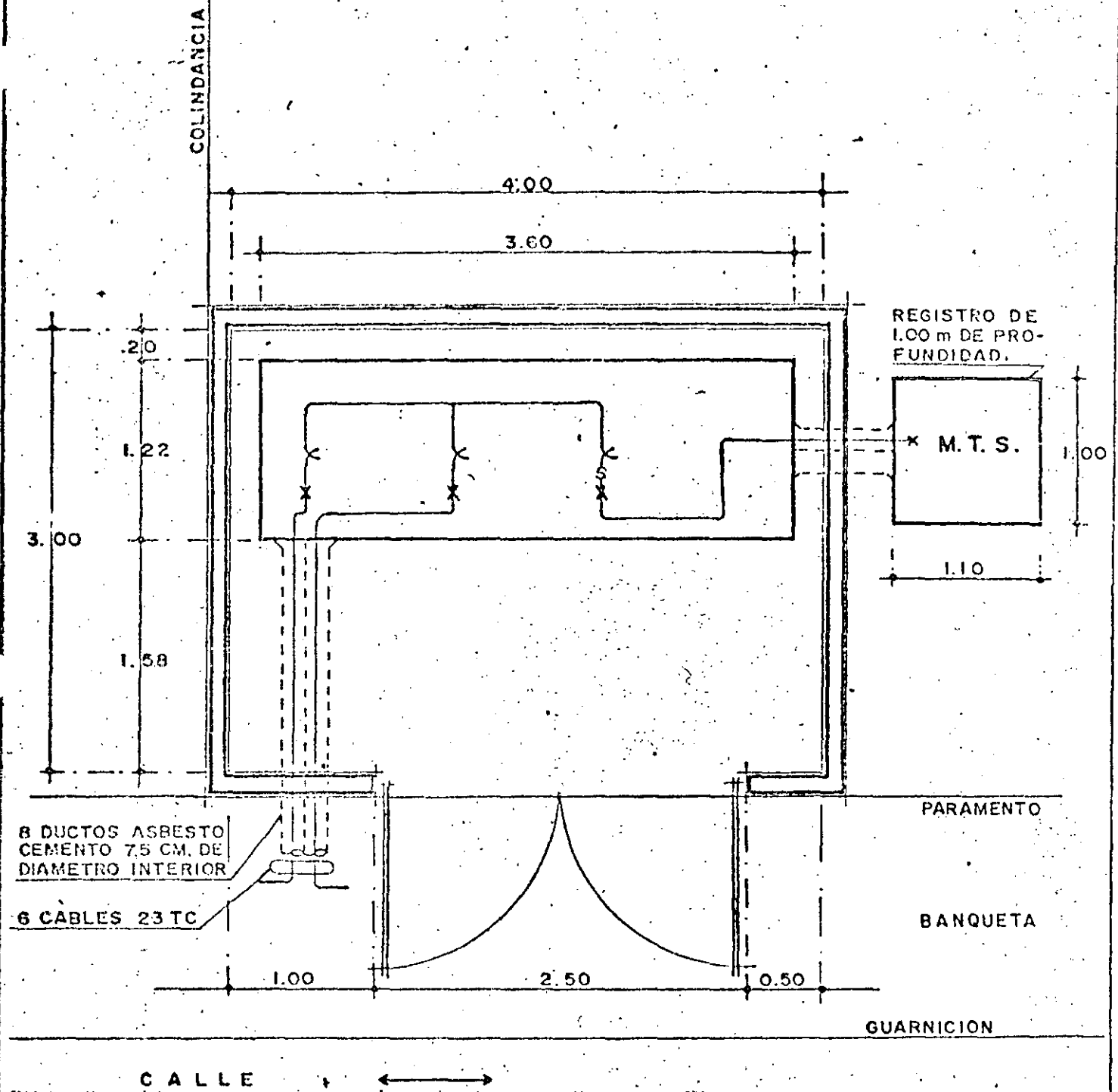


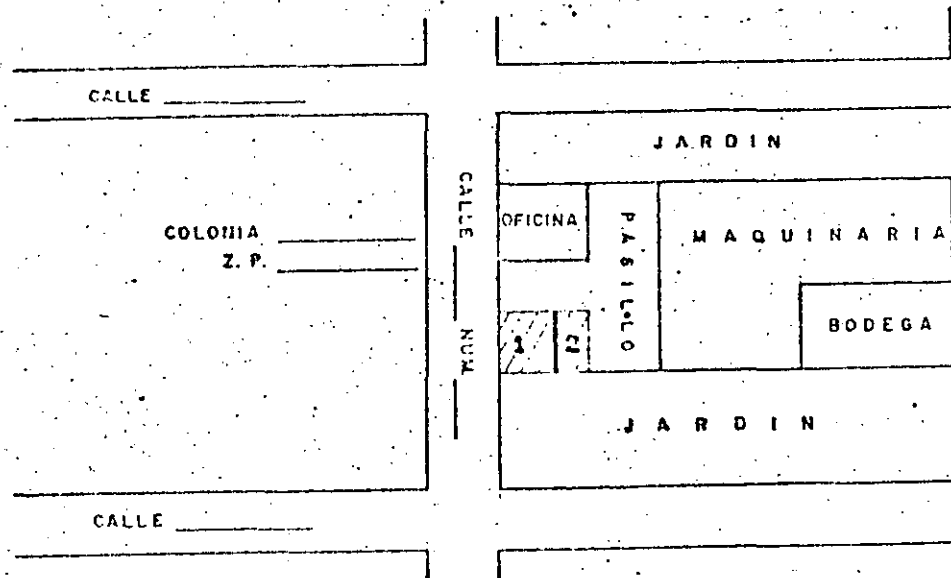
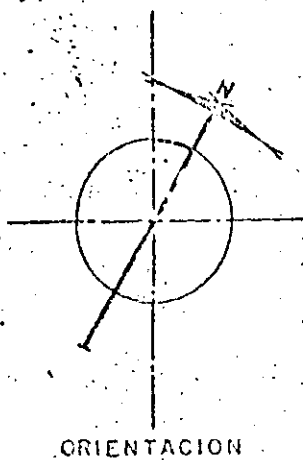
FIG.32

LOCAL PARA GABINETE 23 KV
3 SECCIONES TIPO INTERIOR

ACOTACIONES EN: m

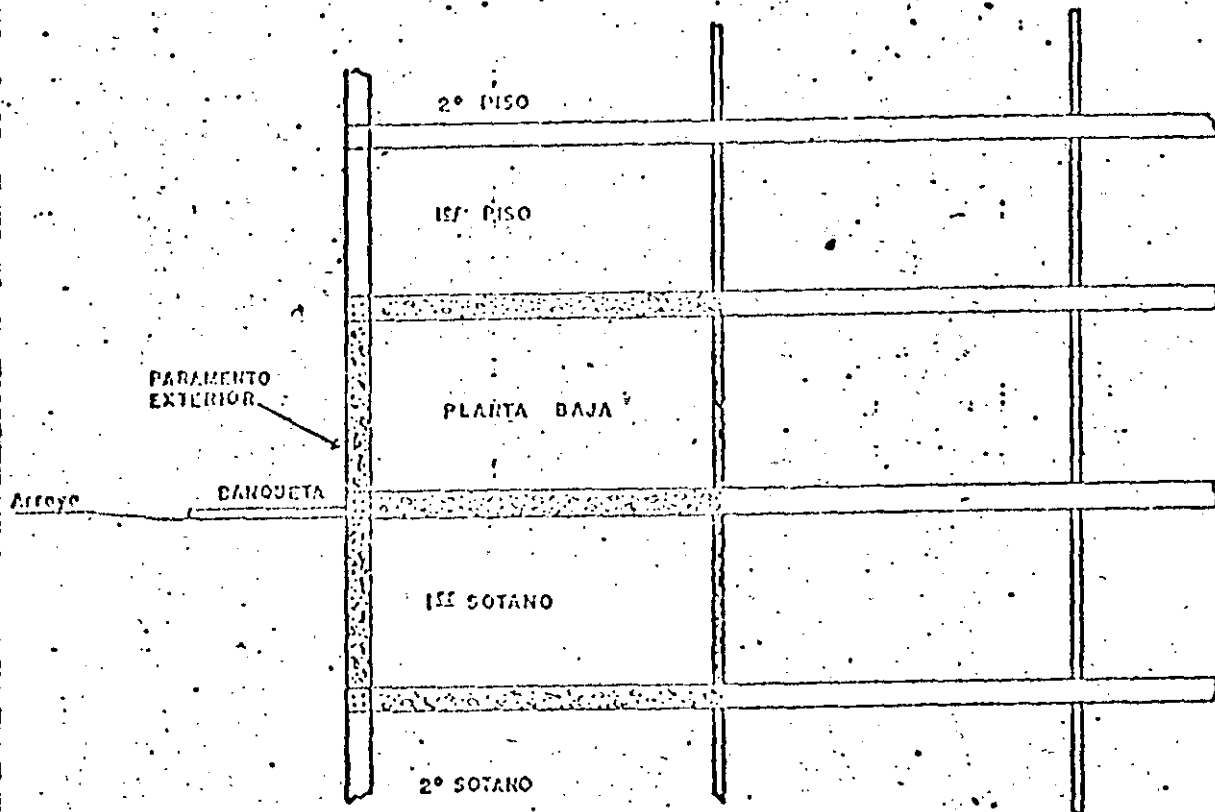
56

LOCALIZACION DE SUBESTACION Y EQUIPO DE MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA



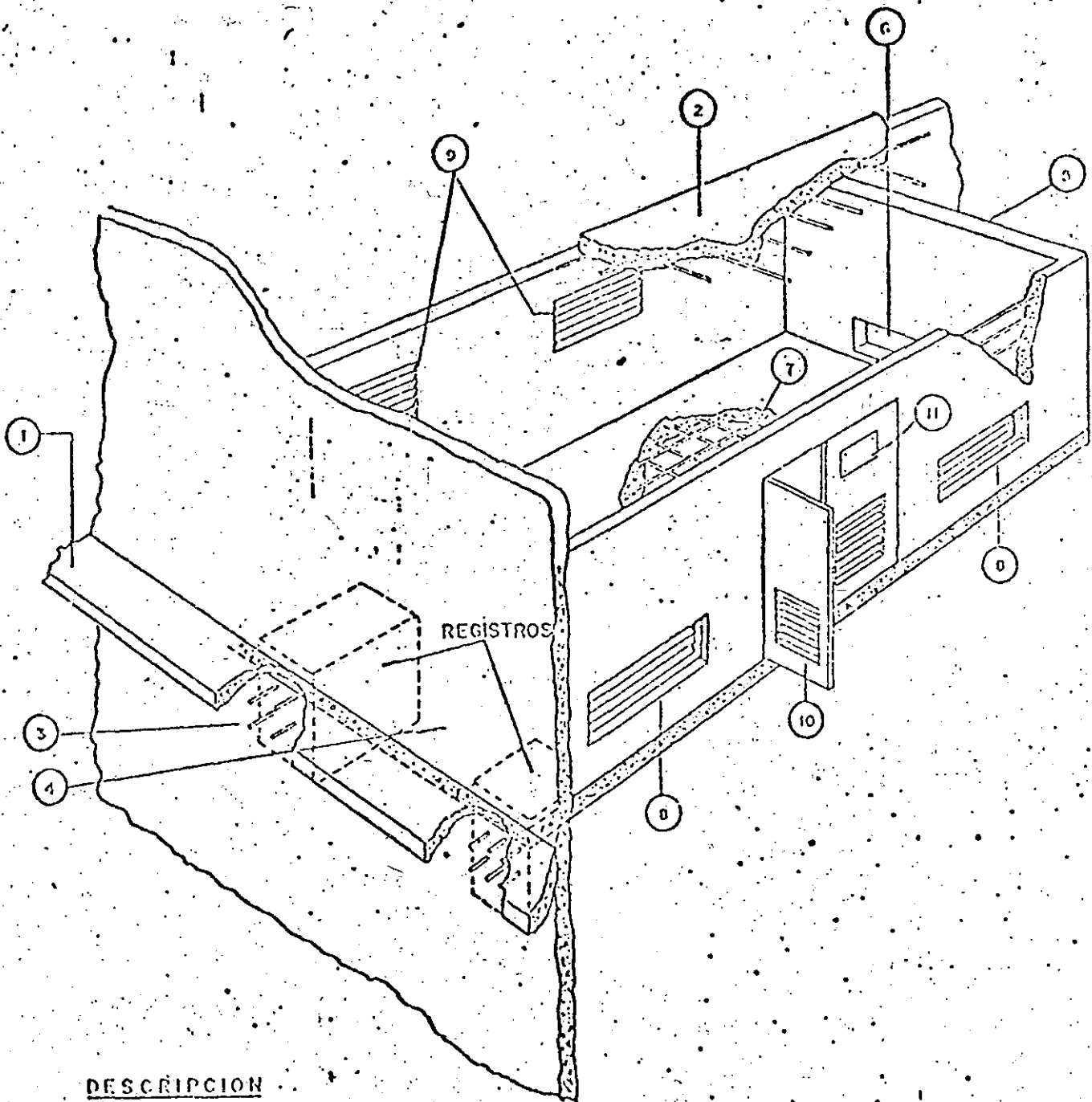
- 1- LOCAL PARA S.E.
- 2- LOCAL PARA EQUIPO DE MEDICION, E INTERRUPTORES O INTERRUPTOR DEL USUARIO.

FIG.33



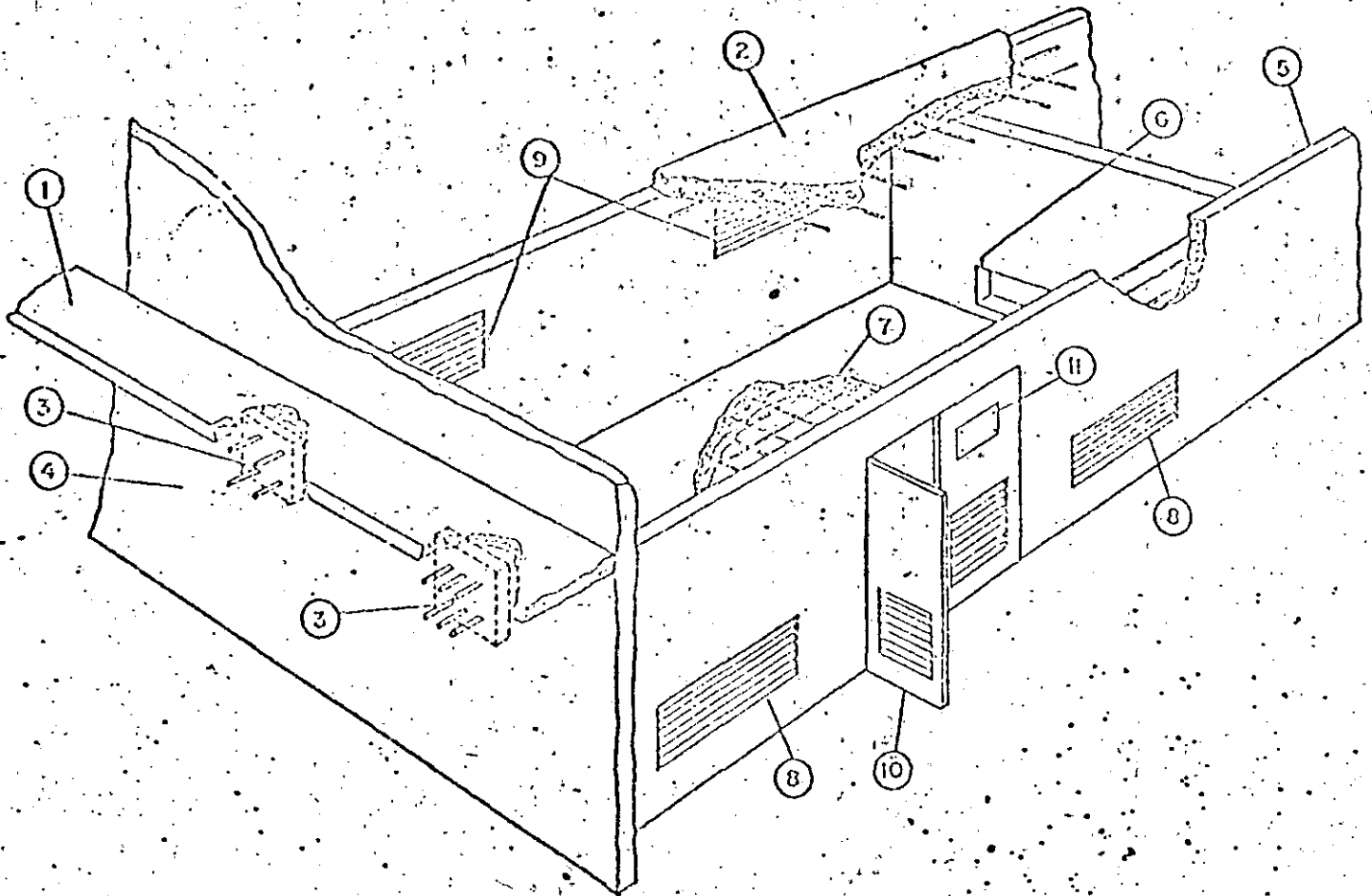
ALTERNATIVA 1--LOCALIZACION EN LA PLANTA BAJA DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

ALTERNATIVA 2--LOCALIZACION EN EL 1er SOTANO DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.



DESCRIPCION

- 1 DARQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 BANCO DE DUCTOS
- 4 MUÑO DEL PAVIMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LEYENDA (PELIGRO ALTA TENSION)



DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 BANCO DE DUCTOS
- 4 MURO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LEYENDA (PELIGRO ALTA TENSION)

FIG. 36

60

1 de 3

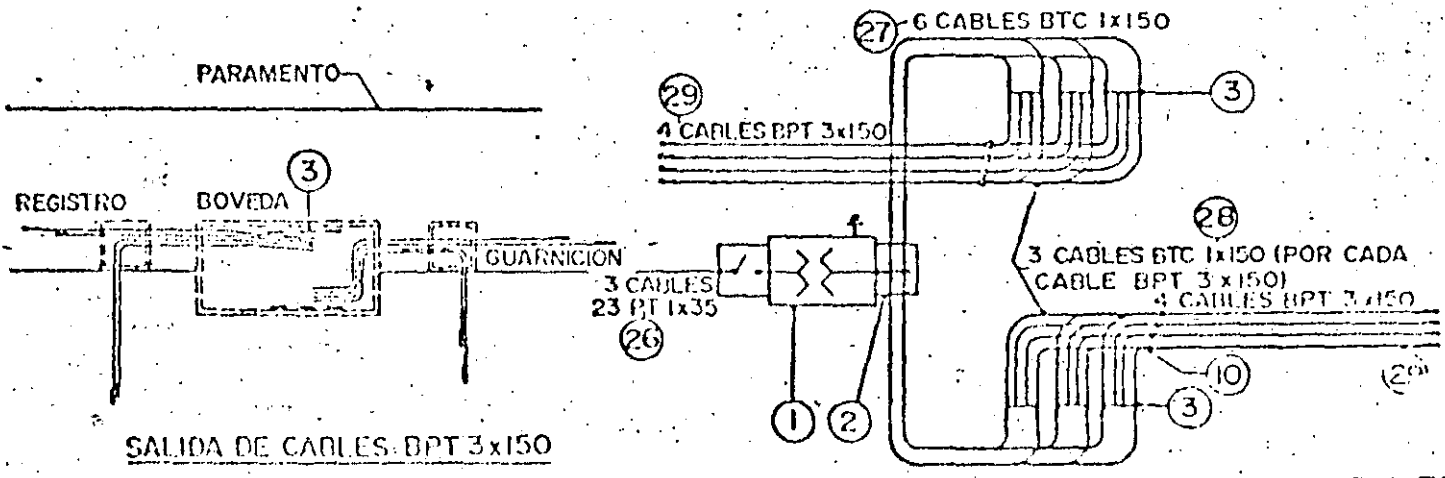
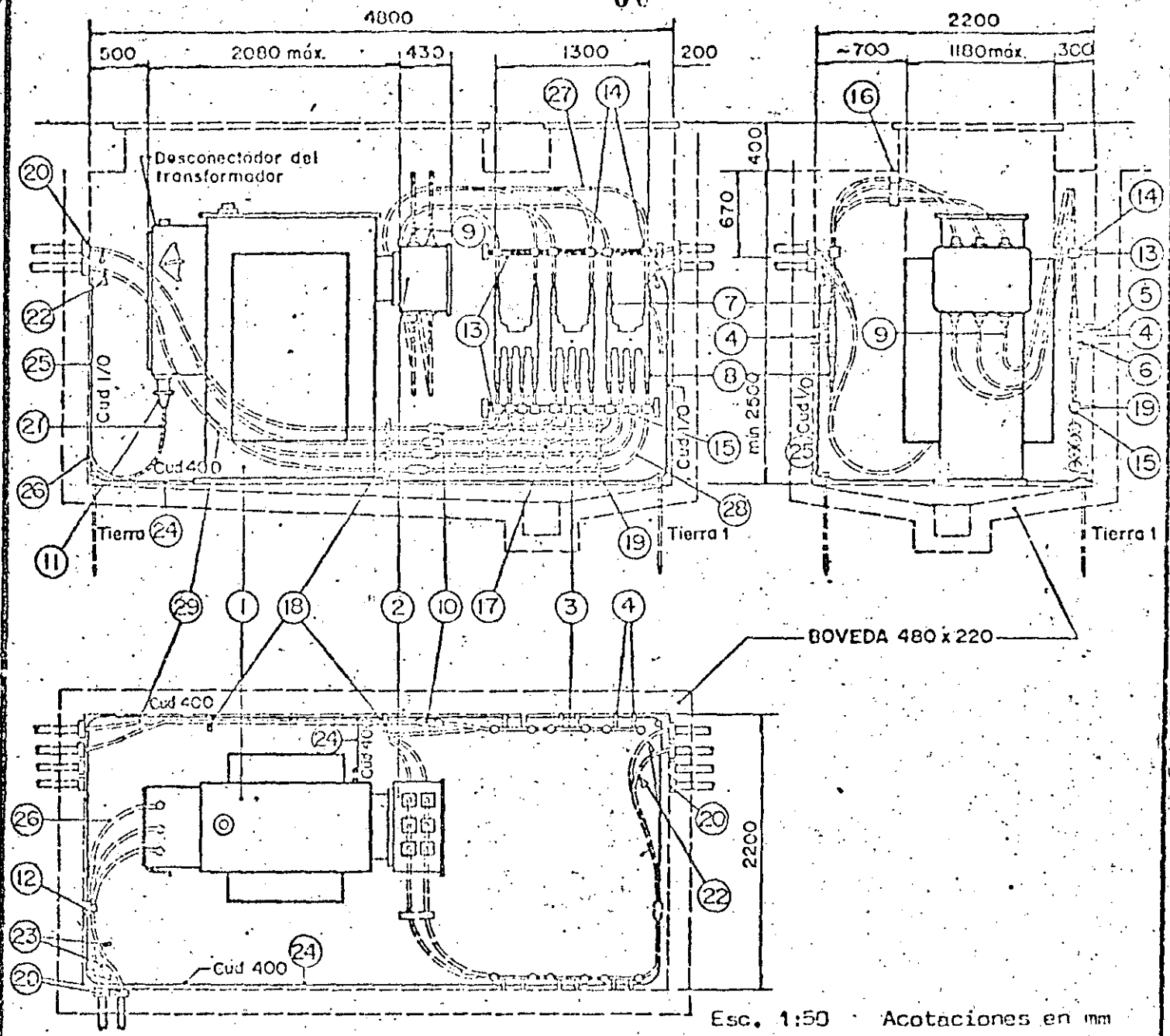
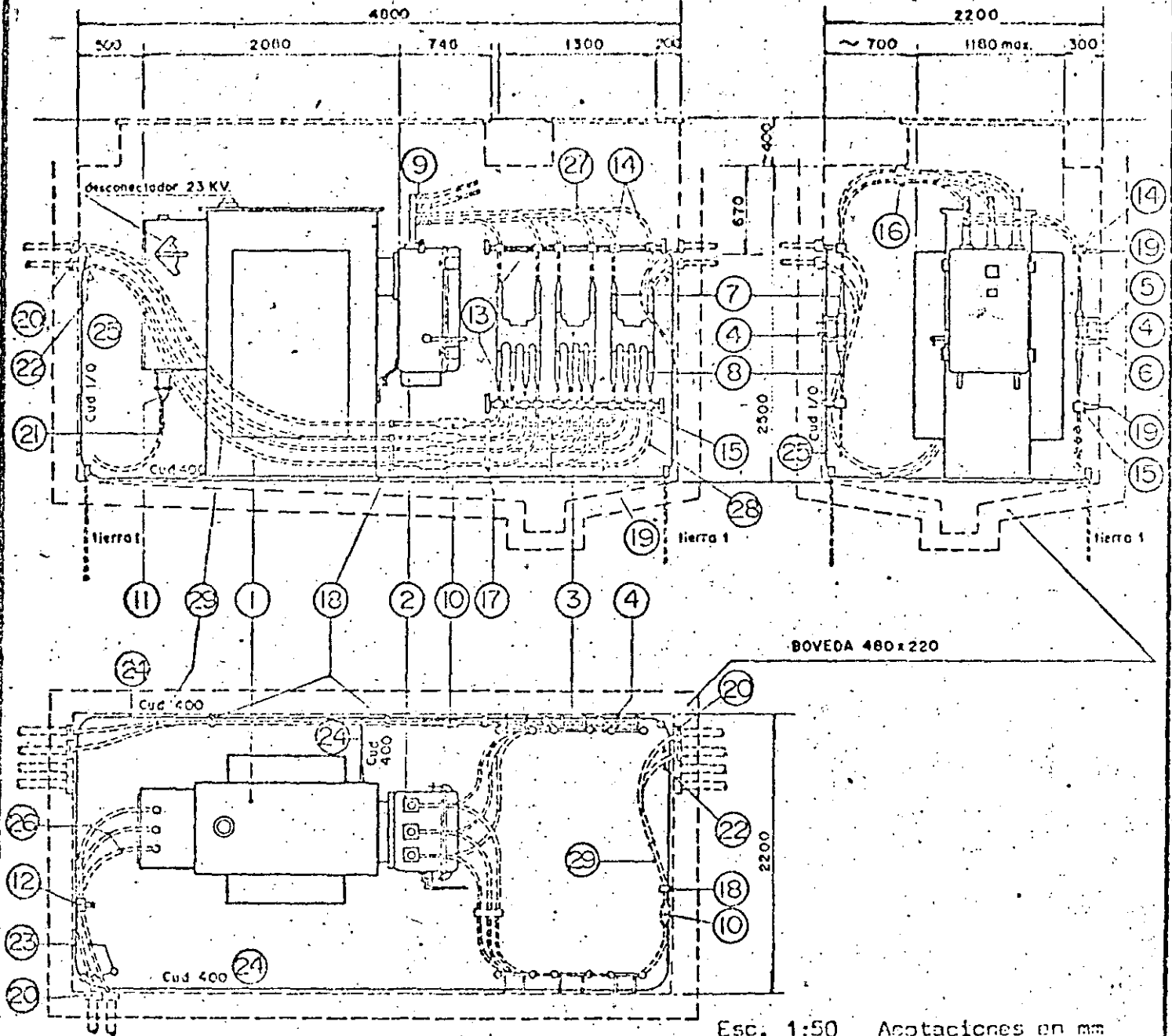


DIAGRAMA UNIFILAR DE LA S.E. FIG. 37

61



Esc. 1:50 Aceptaciones en mm

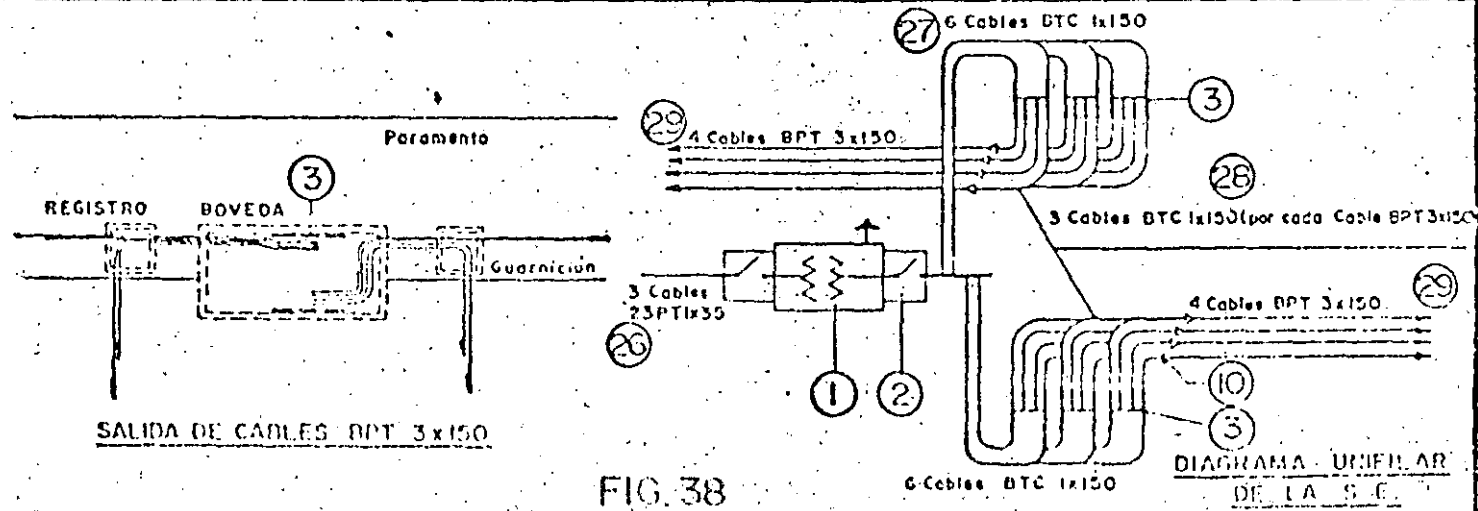


FIG. 38

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA S.E.

S.E. BOVEDA DCS-23-BT-300 a 750 RAD

NORMAS E.Y.
MONTAJE
4.0252

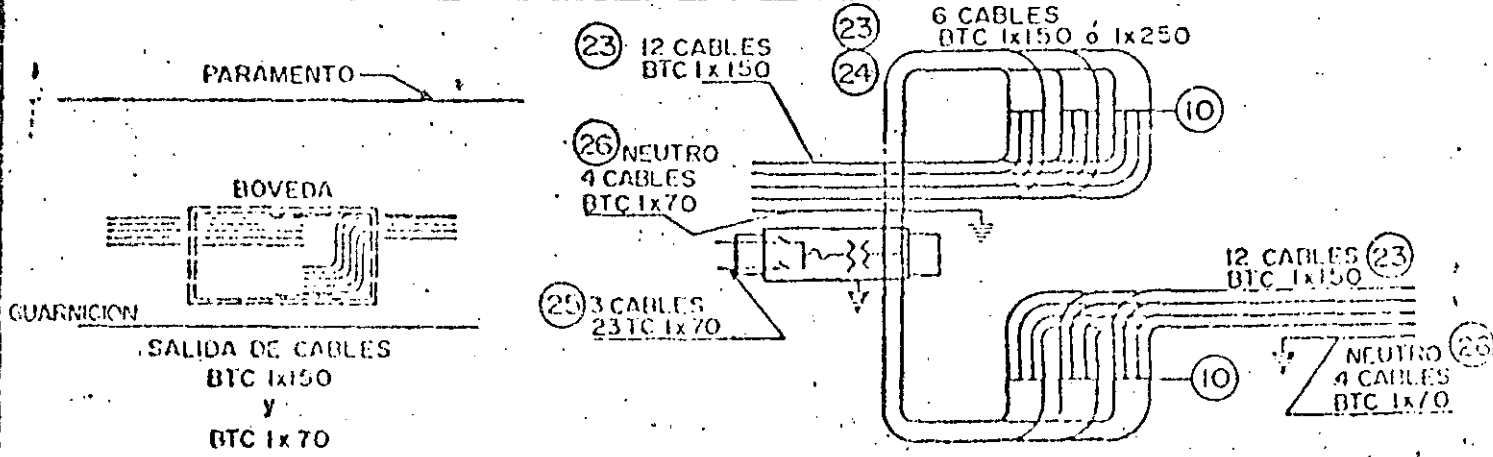
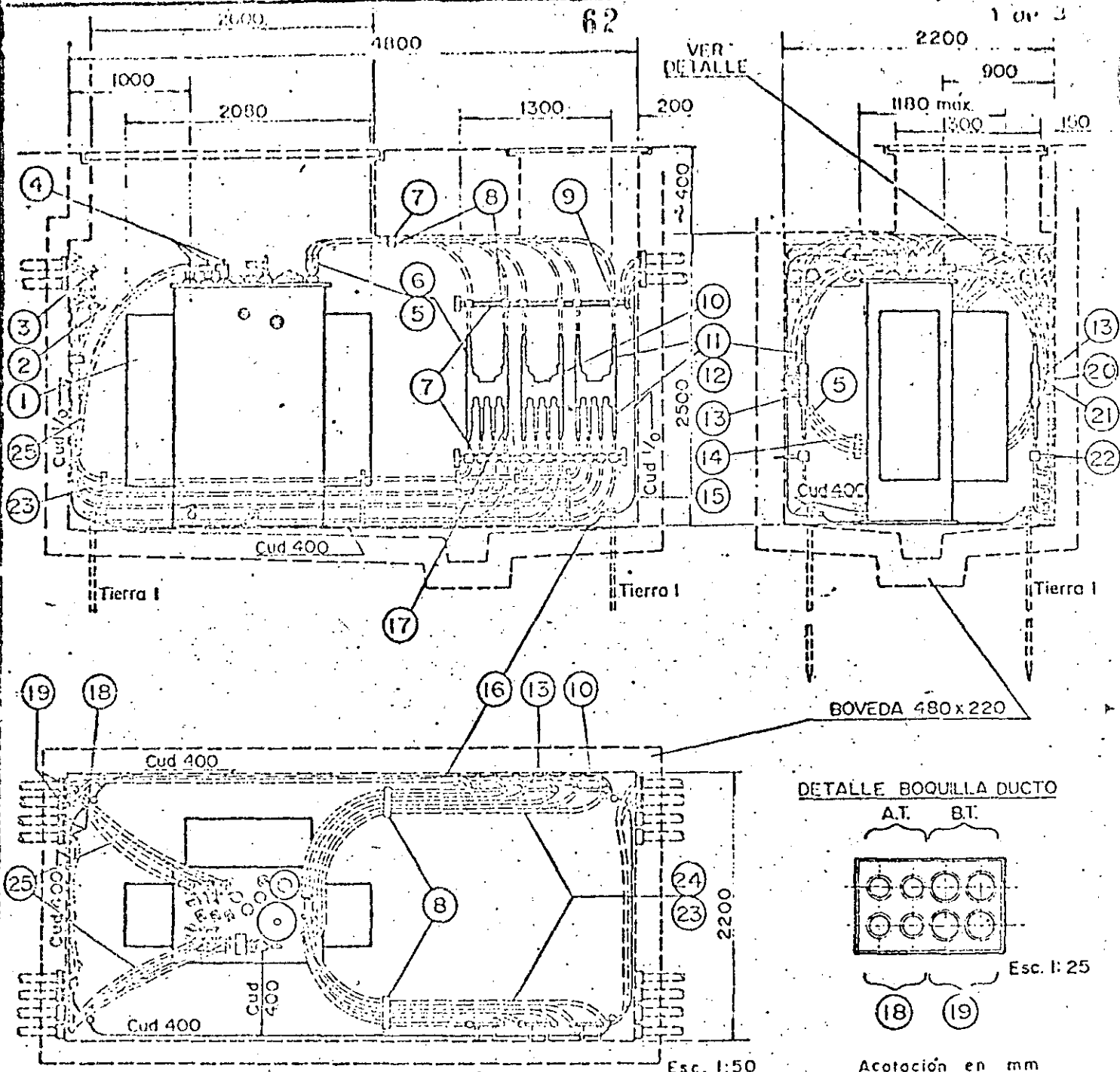
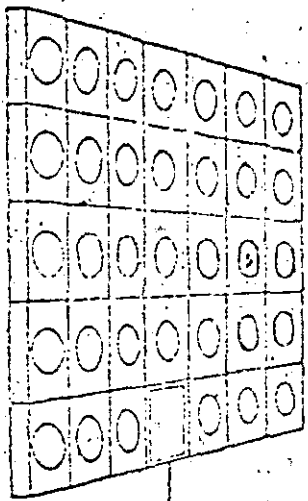


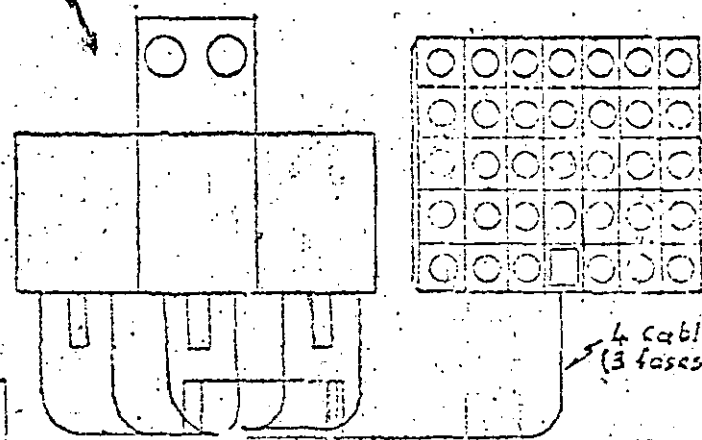
DIAGRAMA UNIFILAR DE LA S.E.

FIG. 39

63



EQUIPO FS-2MP: Consta de bus blindado de fases separadas y dos medidores polifásicos.



4 cables monofásicos B.T. (3 fases y un neutro)

4 cables monofásicos B.T. (3 fases y un neutro)

Detalle del área de medición anexa al local de la subestación.

FIG. 40

INFORMACION Y TRAMITACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA EN CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

INTRODUCCION

En términos del Artículo No. 7 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la prestación del servicio público de energía eléctrica que corresponde a la nación, está a cargo de Comisión Federal de Electricidad.

Para cumplir con el propósito de dicha prestación dentro de su estructura orgánica, la CFE cuenta con la Subdirección de Operación a través de la cual se atienden los asuntos relacionados con la generación, conducción, transformación, distribución y venta de energía eléctrica. La Gerencia de Distribución dependiente de la Subdirección de Operación, es la encargada de establecer las políticas y normas generales en materia de distribución y comercialización de la energía eléctrica en el territorio nacional, así como las relativas a electrificación rural, con base en los lineamientos señalados por la Dirección General y la Subdirección de Operación.

Para cumplir con la tarea de distribución y comercializar la energía, la Comisión Federal de Electricidad cuenta con 12 Divisiones de Distribución en el interior del país y Cfa. de Luz y Fuerza del Centro, S.A. (en liquidación), en la parte central del país.

Dentro de la estructura que comprende la organización de la Cfa. de Luz y Fuerza del Centro, S.A., se han designado a la Gerencia Comercial las funciones que a continuación se mencionan.

FUNCIONES DE LA GERENCIA COMERCIAL

La Gerencia Comercial se encarga de las relaciones directas con todos los consumidores de energía eléctrica, que suman 3'038,809 al 31 de diciembre de 1983 en la zona que sirve la Empresa. En la Gerencia Comercial, se atienden los siguientes aspectos:

- Celebración de contratos de energía eléctrica.
- Conexiones y desconexiones.
- Lectura de medidores.
- Cobranza a consumidores.
- Cancelación de contratos.
- Aclaraciones sobre adeudos y consumos.
- Quejas acerca del servicio.
- Mantenimiento de las instalaciones de servicio.
- Electrificación de unidades habitacionales en el lado de alimentación de baja tensión.
- Asignación y cobro de aportaciones por nuevos servicios (Solicitudes de Presupuesto).
- Recuperación de adeudos de clientes morosos.
- Atención de solicitudes de servicios nuevos o ampliaciones.
- Cobro de reconexiones.
- Adiestramiento del personal operativo y administrativo.
- Estadística de consumidores.
- Estudios tarifarios.
- Análisis de costos.
- Interpretación de tarifas.
- Contratos especiales.
- Relaciones con público y autoridades en todo lo relacionado con los servicios y la venta de energía eléctrica.

Las ramas de atención al público en que se divide la Gerencia Comercial son:

- Subgerencia Comercial de Sucursales.
- Subgerencia Comercial de Agencias Foráneas.
- Subgerencia Comercial de Cuentas Especiales.

A continuación se describen las funciones particulares de las Subgerencias que tienen relación con el usuario y/o solicitante.

SUBGERENCIA COMERCIAL DE SUCURSALES

La Subgerencia Comercial de Sucursales, tiene a su cargo todas las funciones para la atención de los servicios ordinarios, que se suministran en baja tensión en la mayor parte del Distrito Federal y parte del Estado de México.

La Sección de Sucursales tiene a su cargo las funciones administrativas de atención a los usuarios para su contratación, conexión, desconexión, toma de lectura, facturación y cobranza de consumos, para ello cuenta con 28 sucursales divididas en cuatro sectores, cada una de las sucursales, de acuerdo con la zona en la que está situada, atiende determinado número de consumidores.

SUBGERENCIA COMERCIAL DE AGENCIAS FORANEAS

La Subgerencia Comercial de Agencias Foráneas atiende todo lo relacionado con los servicios suministrados a los consumidores ordinarios, en baja tensión principalmente, en las zonas foráneas del D.F. y en los estados de México, Hidalgo, Morales, Guerrero, Puebla, Michoacán y Tlaxcala. Esto se efectúa por medio de 48 agencias foráneas, 9 oficinas de contratos, lecturas y cobros y las unidades comerciales de los departamentos de Toluca y Pachuca.

Esta Subgerencia tiene asignada la atención de consumidores en más de 1120 localidades entre las que se encuentran algunas ciudades como las de Cuernavaca, Toluca y Pachuca, pueblos y otros centros de población.

SUBGERENCIA COMERCIAL DE CUENTAS ESPECIALES.

La Subgerencia Comercial de Cuentas Especiales consta de dos secciones: la Sección de Cuentas Especiales y la Sección de Presupuestos a Consumidores. En esta Subgerencia se realizan las labores tendientes a la atención de los servicios de todos aquellos usuarios a quienes la Compañía estima que debe dar un tratamiento especial por presentar características diferentes a la mayoría. En este grupo se encuentran incluidos los servicios importantes en baja tensión, todos los servicios que se suministran en alta tensión industriales y comerciales y todos aquellos que se suministran al gobierno, a las empresas y organismos descentralizados y que suman en total 26,354.

La Sección de Presupuestos a Consumidores tiene a su cargo la tramitación de solicitudes de presupuestos, gestiones de cobro, de aportaciones, contratos, conexiones y desconexiones, cortes y todo lo relacionado con los usuarios en este aspecto.

La Sección de Cuentas Especiales se encarga de los trabajos de toma de lecturas, cobranza, facturación y de la elaboración de los datos básicos para la contabilidad que se ejecuta en forma mecanizada en el Departamento de Máquinas Electrónicas y Procedimientos.

ACUERDO DE SECOFI QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LA APROBACION DE LOS PROYECTOS E INSTALACIONES PARA EL USO DE ENERGIA ELECTRICA.

ARTICULO 2º PARRAFO III.- INMUEBLES Y AREAS PELIGROSAS:

Para fines de aplicación del acuerdo y en tanto SECOFI establece la lista oficial de substancias sólidas, líquidas ó gaseosas facilmente inflamables, se empleará la siguiente:

- 1.- ALCOHOL, THINER, AGUARRAS Y OTROS SOLVENTES.
- 2.- HILADOS Y TEJIDOS EN GENERAL.
- 3.- ACEITES Y GRASAS ANIMALES, VEGETALES Ó MINERALES.
- 4.- VINOS Y LICORES.
- 5.- CIGARROS Y PUROS.
- 6.- MADERA Y ARTICULOS DE MADERA
- 7.- POLVORA Y OTROS EXPLOSIVOS
- 8.- PRODUCTOS DE CARTON, PAPEL Y CELULOSA
- 9.- PRODUCTOS DE HULE
- 10.- RESINAS
- 11.- ART. DE BELLEZA.
- 12.- PERFUMES
- 13.- ALGODON, BORRA, LANA Y OTRAS FIBRAS ANIMALES O VEGETALES
- 14.- ACUMULADORES
- 15.- CARBON
- 16.- GASOLINA, DIESEL, PETROLEO Y OTROS HIDROCARBUROS
- 17.- GAS COMBUSTIBLE
- 18.- GASES INDUSTRIALES
- 19.- PELICULAS FOTOGRAFICAS
- 20.- ARTICULOS DE PLASTICO Y POLIETILENO
- 21.- BARNICES, PINTURAS Y PEGAMENTOS
- 22.- CERILLOS

PROYECTOS E INSTALACIONES QUE NO REQUIEREN
APROBACION DE LA DIRECCION DE ELECTRICIDAD
(SECOFI) PARA SU CONTRATACION.

- 1.- INDUSTRIAS CON CARGA INSTALADA MENOR DE 20 KW. NO INCLUIDAS EN LISTADO DE INMUEBLES Y AREAS PELIGROSAS.
- 2.- CASAS HABITACION INDIVIDUALES.
- 3.- BARES Y CANTINAS 1 Y 2Ø
- 4.- EDIFICIOS NUEVOS CON CARGA INSTALADA HASTA 8 KW.
- 5.- SOLICITUD INDIVIDUAL EN EDIFICIO YA ELECTRIFICADO Y QUE NO CONTRATE TODO EL EDIFICIO.
- 6.- ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES 1 Y 2Ø
- 7.- GALERIAS Y SALAS DE EXPOSICION 1 Y 2Ø
- 8.- GIMNASIOS Y CENTROS DEPORTIVOS 1 Y 2Ø
- 9.- RESTAURANTES Y CAFES 1 Y 2Ø
- 10.- SERVICIO TEMPORAL (30 DIAS, TARIFA 7) EN BAJA TENSION O PROVISIONAL (MAS DE 30 DIAS, EN TARIFA GRAL) PARA OBRA.
- 11.- ALUMBRADO PUBLICO EN B.T.
- 12.- BOMBEO AGUAS POTABLES 6 NEGRAS B.T.
- 13.- RIEGO AGRICOLA EN B. T.
- 14.- REFORMAS DE CONTRATO DE LOS SERVICIOS MENCIONADOS EN LOS PUNTOS 1 AL 13 y CONSERVANDO LAS CARACTERISTICAS INDICADAS EN CADA PUNTO.

Trámites

SP's

Fraccionamientos y Servicios dentro de Fraccionamiento de reciente electrificación.

Conjuntos

- Comerciales
- Industriales
- Habitacionales
- Turísticos

Servicio Temporal

Servicios de 34.5 Kv ó. más

Servicios para edificios de oficinas y/o Departamentos con más de 20 KW.

Servicios con doble alimentación.

Colonias, Barrios o Pueblos.

Servicios en B.T. o A.T.

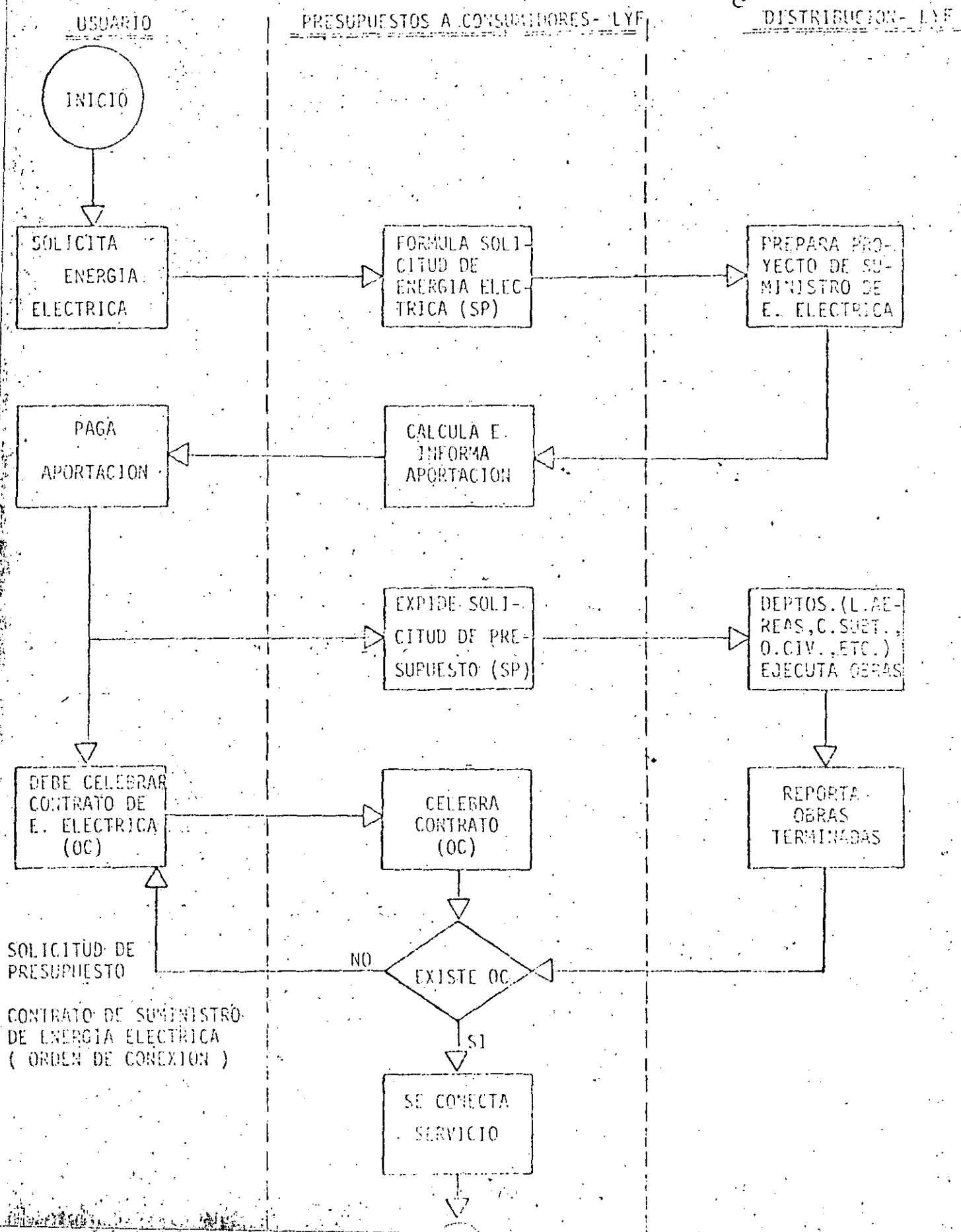
Relocalización de instalaciones

OC's

Servicios que no requieran autorización de SECOFI, ni trabajos adicionales a la acometida.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ATENCION DE SOLICITUDES DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA PARA CARGAS MAYORES DE 20 KW.

8



INSTRUCTIVO
SOLICITUD DE PRESUPUESTO
(SP)

9

DATOS QUE DEBERAN PROPORCIONAR LOS INTERESADOS AL SOLICITAR SERVICIOS INDIVIDUALES DE ENERGIA ELECTRICA PARA CARGAS - - MAYORES DE 20 KW.

Presentar escrito u oficio del interesado o su representante legal (original y dos copias) dirigido a Compañía de Luz y - Fuerza del Centro, S.A., Av. Melchor Ocampo No. 171-7º piso, Col. Tlaxpana, México, D.F., C.P. 11379, At'n. Presupuestos a Consumidores, indicando lo siguiente:

- 1.- Nombre ó Razón Social.
- 2.- Domicilio (calle, número oficial, calles transversales, Colonia, Delegación ó Municipio y Entidad Federativa, Código Postal), anexar 3 croquis de localización.
- 3.- Actividad ó Giro (oficinas, fábrica de - - - - -, fundición, etc.).
- 4.- Tensión deseada (baja tensión 220/127 V ó alta tensión 20/23 KV.)
- 5.- Relación detallada de la carga total según ejemplo del anexo 1 y tabla anexo 2.
- 6.- Si existe actualmente servicio de energía eléctrica en el domicilio indicar:
Nombre
Número de Cuenta
Número de OC
Carga (KW)
Demanda (KW)
Anexando copias del contrato y último recibo.
- 7.- Nombre y teléfono de la persona que los representará en el trámite de solicitud.

8.- Nombre y teléfono de la persona que atenderá al personal de proyectos de esta Compañía en el domicilio del servicio para recibir las indicaciones relacionadas con su solicitud.

NOTA:- Para servicios en baja tensión con cargas mayores de 100 KW, adjuntar carta compromiso según anexo 3.

- Para servicios en alta tensión, proporcionar dos copias heliográficas del plano de la subestación con sus características técnicas y su localización dentro del predio.

- Cubrir depósito de \$ 50,000.00 + IVA.

EJEMPLO DE RELACION DETALLADA DE CARGA

ALTA TENSION

1 Subestación tipo compacta de 300 KVA 20/23 KV 60 C.P.S.

BAJA TENSION

Alumbrado

50 focos incandescentes de 60 w c/u	=	3000 w	
50 lámparas fluorescentes de 2 x 40 w c/u	=	5000 w *	
50 lámparas fluorescentes de 2 x 74 w c/u	=	9250 w *	
10 lámparas vapor de sodio de 150 c/u	=	1875 w *	
			19125 w

CONTACTOS

80 contactos de oficina de 180 w c/u	=	14400 w	
5 contactos trifásicos de 300 w c/u	=	1500 w	
			15900 w

SALIDAS ESPECIALES

5 calefactores resistivos de 150 w c/u	=	750 w	
2 copiadoras de 1500 w c/u	=	3000 w	
1 horno eléctrico de 1500 w	=	1500 w	
1 aparato de rayos X de 5 KVA	=	4250 w	
			9500 w

FUERZA

5 motores monofásicos de $\frac{1}{4}$ C.P.	=	1465 w	
3 motores monofásicos de $\frac{1}{2}$ C.P.	=	1581 w	
2 motores trifásicos de 1.0 C.P.	=	1906 w	
1 motor trifásico de 5.0 C.P.	=	4490 w	
			9442 w
	S u m a		53967 w
	Carga Total		54 Kw
	Demanda 80%		44 Kw

* Incluye 25% adicional por operar con reactor.

CAPACIDAD
H.P.

CAPACIDAD
Monof. Kwatts.

CAPACIDAD
Trif. Kwatts.

KW/HP

12

CAPACIDAD H.P.	CAPACIDAD Monof. Kwatts.	CAPACIDAD Trif. Kwatts.	KW/HP
1/20 = 0.0500	0.060		1.200
1/16 = 0.0625	0.080		1.280
1/8 = 0.1250	0.150		1.200
1/6 = 0.1666	0.202		1.212
1/5 = 0.20000	0.233		1.165
0.25	0.293	0.264	1.172 - 1.056
0.33	0.395	0.355	1.197 - 1.075
0.50	0.527	0.507	1.054 - 1.014
0.67	0.700	0.668	1.044 - 0.997
0.75	0.780	0.740	1.040 - 0.986
1.00	0.993	0.953	0.993 - 0.953
1.25	1.236	1.190	0.988 - 0.952
1.50	1.480	1.418	0.986 - 0.945
1.75	1.620	1.622	0.925 - 0.926
2.00	1.935	1.844	0.967 - 0.922
2.25	2.168	2.067	0.963 - 0.918
2.50	2.390	2.290	0.956 - 0.916
2.75	2.574	2.503	0.936 - 0.910
3.00	2.766	2.726	0.922 - 0.908
3.25		2.959	0.910
3.50		3.182	0.909
3.75		3.415	0.910
4.00		3.618	0.904
4.25		3.840	0.903
4.50		4.074	0.905
4.75		4.266	0.898
5.00		4.490	0.898
5.50		4.945	0.899
6.00		5.390	0.898
6.50		5.836	0.897
7.00		6.293	0.899
7.50		6.577	0.877
8.00		7.022	0.877
8.50		7.458	0.877
9.00		7.894	0.877
9.50		8.340	0.877
10.00		8.674	0.867
11.00		9.535	0.867
12.00		10.407	0.867
13.00		11.278	0.867
14.00		12.140	0.867
15.00		12.860	0.857
16.00		13.720	0.857
20.00		16.953	0.847
25.00		21.188	0.847
30.00		24.725	0.824
40.00		32.609	0.815
50.00		40.756	0.815

Para determinar la capacidad en kwatts para motores con más de 50 caballos de potencia, multiplíquense los caballos de potencia por

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
SUBGERENCIA COMERCIAL DE CUENTAS ESPECIALES
MELCHOR OCAMPO No. 171-7º PISO, COL. TLAXPANA
MEXICO, D.F., C.P. 11379

Por medio del presente, aceptamos proporcionar una superficie mínima de aprox. 4 m x 4m, y por 2.80 m de altura cuyas dimensiones exactas se precisarán al elaborar el proyecto correspondiente para la instalación de una subestación propiedad de esa Compañía en el predio que ocupa el edificio ubicado en

Asimismo estamos de acuerdo en que una vez que se haya preparado el proyecto para el suministro de energía eléctrica, firmaremos el convenio que normará la utilización de la superficie y construcción para la S.E.

A t e n t a m e n t e

Nombre:
Cargo:

INSTRUCTIVOSOLICITUD DE PRESUPUESTO
(-SP-)

DATOS QUE DEBERAN PROPORCIONAR LOS INTERESADOS AL SOLICITAR SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA, PARA EDIFICIOS DE OFICINAS O DEPARTAMENTOS EN CONDOMINIO O RENTA, CON CARGAS MAYORES DE 20 KW.

Presentar escrito u oficio del interesado o su representante legal (original y 2 copias), dirigido a Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., Av. Melchor Ocampo - # 171-7º piso Col. Tlaxpana México, D.F., C. P. 11379, At'n: Presupuestos a Consumidores, indicando lo siguiente:

- 1.- NOMBRE o RAZON SOCIAL.
- 2.- DOMICILIO (Calle, número oficial calles transversales, colonia, delegación o municipio y entidad federativa, código postal), anejar 3 croquis de localización en tamaño carta.
- 3.- GIRO (Edificio de oficinas, locales comerciales, consultorios, departamentos).
- 4.- Número de niveles, describiendo uso y la superficie en m² de cada uno, según anexo 1.
- 5.- Relación detallada de la carga de cada servicio según anexos 2, 3 y 5.
- 6.- Nombre y teléfono de la persona que los representará en el trámite de solicitud.
- 7.- Nombre y teléfono de la persona que atenderá al personal de proyectos de esta Compañía, en el domicilio del servicio para recibir las indicaciones relacionadas con su solicitud.

NOTA: Proporcionar 3 copias heliográficas de los planos siguientes:

Corte vertical.

Planta, en la que se indique el lugar destinado a la concentración de medidores y subestación en su caso.

Para cargas mayores de 100 KW adjuntar carta compromiso según anexo 4.

DEPOSITO: De 1 a 100 servicios \$ 50,000.00 + IVA
Más de 100 servicios \$ 500.00 + IVA por cada servicio.

A N E X O 1

EJEMPLO:

No. de Niveles	DESCRIPCION	U S O
5	Niveles de estacionamiento con 1200 m ² de superficie c/u.	Estacionamiento
1	Nivel de Planta Baja con 1000 m ² de superficie	Acceso
1	Nivel de Mezzanine con 1000 m ² de superficie	Recepción
12	Niveles tipo con 1000 m ² de superficie c/u	Oficinas
1	Nivel de Pent House con 500 m ² de superficie	Oficina

Total de Niveles 20

EJEMPLO EDIFICIO DE OFICINAS:

RELACION DETALLADA DE CARGA

I.- Servicio del edificio:

3 elevadores de 20 C.P. c/u	50.859	Kw
120 focos de 75 w c/u	9.000	Kw
50 lámparas fluorescentes de 2 x 74 w c/u	9.250	Kw*
2 bombas de 2 C.P. c/u	3.688	Kw
Sub - Total	72.797	Kw

II.- 24 oficinas tipo (2 oficinas por nivel) cada oficina con:

40 lámparas fluorescentes de 2 x 74 w c/u	7.400	Kw
20 contactos de oficina de 180 w c/u	3.600	Kw
1 contacto trifásicos de 300 w c/u	0.300	Kw
(24 oficinas) Sub - Total	11.300	Kw
	271.200	Kw

III.- Oficina Pent House con:

50 lámparas fluorescentes de 2 x 74 w c/u	9.250	Kw
30 contactos de oficina de 180 w c/u	5.400	Kw
2 contactos trifásicos de 300 w c/u	0.600	Kw
Sub - Total	15.250	Kw
S u m a	368.497	Kw

Carga Total del Edificio 369 Kw

Demanda probable 80% 296 Kw

* Incluye 25% adicional por operar con reactor.

EJEMPLO EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS:

RELACION DETALLADA DE CARGA

I.- Servicio del edificio:			
1 elevador de 15 C.P.		12.860	Kw
25 focos de 75 w c/u		1.875	Kw
20 lámparas Fluorescentes de 2 x 74 w c/u		3.700	Kw *
2 bombas de 1.5 C.P. c/u		2.836	Kw
15 contactos de 180 w c/u		2.700	Kw
	Sub - Total	23.971	Kw
II.- Departamentos tipo, 4 departamentos por nivel pisos 1, 2 y 3, cada departamento con:			
12 focos de 75 w c/u		0.900	Kw
11 contactos de 180 w c/u		1.980	Kw
		2.880	Kw
	12 Deptos.	Sub - Total	34.560 Kw
III.- Departamentos tipo, 2 departamentos por nivel pisos 5 y 6, cada departamento con:			
18 focos de 75 w c/u		1.350	Kw
15 contactos de 180 w c/u		2.700	Kw
		4.050	Kw
	4 Deptos.	Sub - Total	16.200 Kw
IV.- 1 departamento Pent House piso 7 con:			
25 focos de 75 w c/u		1.875	Kw
22 contactos de 180 w c/u		3.960	Kw
2 salidas especiales de 3000 w c/u		6.000	Kw
		11.835	Kw
	Sub - Total	11.835	Kw
	S u m a	86.566	Kw
	Carga Total	87	Kw
	Demanda 80%	70	Kw

* Incluye 25% adicional por operar con reactores

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
SUBGERENCIA COMERCIAL DE CUENTAS ESPECIALES
MELCHOR OCAMPO No. 171, 7o Piso
COL. XITLAPANA
MEXICO, D.F. C.P. 11379

Por medio del presente, aceptamos proporcionar una superficie mínima de aprox. 4 m x 4 m y por 2.80 m de altura cuyas dimensiones exactas se precisarán al elaborar el proyecto correspondiente para la instalación de una subestación propiedad de esa Compañía en el predio que ocupa el edificio ubicado en -

Asimismo estamos de acuerdo en que una vez que se haya preparado el proyecto para el suministro de energía eléctrica, firmaremos el convenio que normará la utilización de la superficie y construcción para la S.E.

A t e n t a m e n t e ,

Nombre :

Cargo :

H.P.	Monof. Kwatts.	Trif. Kwatts.
1/20 = 0.0500	0.060	1.200
1/16 = 0.0625	0.080	1.280
1/8 = 0.1250	0.150	1.200
1/6 = 0.1666	0.202	1.212
1/5 = 0.20000	0.233	1.165
0.25	0.293	0.264 - 1.172 - 1.056
0.33	0.395	0.355 - 1.197 - 1.075
0.50	0.527	0.507 - 1.054 - 1.014
0.67	0.700	0.668 - 1.044 - 0.997
0.75	0.780	0.740 - 1.040 - 0.986
1.00	0.993	0.953 - 0.993 - 0.953
1.25	1.236	1.190 - 0.988 - 0.952
1.50	1.480	1.418 - 0.986 - 0.945
1.75	1.620	1.622 - 0.925 - 0.926
2.00	1.935	1.844 - 0.967 - 0.922
2.25	2.168	2.067 - 0.963 - 0.918
2.50	2.390	2.290 - 0.956 - 0.916
2.75	2.574	2.503 - 9.936 - 0.910
3.00	2.766	2.726 - 0.922 - 0.908
3.25		2.959 - 0.910
3.50		3.182 - 0.909
3.75		3.415 - 0.910
4.00		3.618 - 0.904
4.25		3.840 - 0.903
4.50		4.074 - 0.905
4.75		4.266 - 0.898
5.00		4.490 - 0.898
5.50		4.945 - 0.899
6.00		5.390 - 0.898
6.50		5.836 - 0.897
7.00		6.293 - 0.899
7.50		6.577 - 0.877
8.00		7.022 - 0.877
8.50		7.458 - 0.877
9.00		7.894 - 0.877
9.50		8.340 - 0.877
10.00		8.674 - 0.867
11.00		9.535 - 0.867
12.00		10.407 - 0.867
13.00		11.278 - 0.867
14.00		12.140 - 0.867
15.00		12.860 - 0.857
16.00		13.720 - 0.857
20.00		16.953 - 0.847
25.00		21.188 - 0.847
30.00		24.725 - 0.824
40.00		32.609 - 0.815
50.00		40.756 - 0.815

Para determinar la capacidad en Kwatts para motores con más de 50 caballos de potencia, multiplíquense los caballos de potencia por

GGG/ERA² lbs.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicarseles ninguna otra tarifa.

1-A

Doméstico para Localidades con Clima muy Cálido

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda, en localidades con clima muy cálido. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicarseles ninguna otra tarifa.

2

General hasta 25 Kw de Demanda

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 (veinticinco) Kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

3

General para más de 25kw. de Demanda

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demandas de más de 25 (veinticinco) Kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

4

Para Molinos de Nixtamal y Tortillerías

Esta tarifa sólo se aplicará para el servicio en baja tensión a molinos de nixtamal y tortillerías oficialmente autorizados. Se permitirá para alumbrado en los locales de los mismos hasta un máximo de 40 (cuarenta) watts por cada Kilowatt de capacidad instalada en motores o, cuando no haya éstos o sean de reducida capacidad hasta un máximo de 200 (doscientos) watts.

- 5 Para Alumbrado Público. Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio de alumbrado de calles, plazas, parques y jardines públicos, así como el servicio a semáforos.
- 6 Para Bombeo de Aguas Potables o Negras. Esta tarifa se aplicará al suministro de energía eléctrica para servicio público de bombeo de aguas potables o negras.
- 7 Temporal. Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía temporalmente a cualquier uso, exclusivamente donde y cuando la capacidad de las instalaciones del suministrador lo permitan, y éste tenga líneas de distribución adecuadas para dar el servicio.
- 8 General en Alta Tensión. Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía en alta tensión a cualquier uso, con demanda inicial de 20 (veinte) kilowatts o más.
- 9 Para Bombeo de Agua para Riego Agrícola. Esta tarifa se aplicará exclusivamente a los servicios en alta o baja tensión, que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalado el equipo de bombeo.
- 10 En Alta Tensión para Reventa. Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en alta tensión para venderla al público.
- 11 En Alta Tensión para Explotación y Beneficio de Minerales. Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en alta tensión para explotación y beneficio de minerales, con una demanda superior a 20 (veinte) kilowatts.

General para 5000 KW o más de Demanda a Tensiones de 66 KVo Superiores.

23

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, con una demanda inicial de 5000 (cinco mil) kilowatts o más, suministrados a tensiones de 66 (sesenta y seis) -- kilovolts superiores.

MEDICION EN C.I.P.C.

(26)

EQUIPOS	B.T.	A.T.	CARGAS CONECTADAS EN KW
1 WRM 2 WRM 3 WRM	DIRECTA		HASTA 4 KW HASTA 8 KW HASTA 40 KW
MSF 150/5 MSF 300/5 MSF 600/5 MSF 1000/5 MSF 2000/5	INDIRECTA		HASTA 50 KW HASTA 100 KW HASTA 200 KW HASTA 330 KW HASTA 660 KW
PS-2MF 150/5 ↓ ↓ PS-2MF 2000/5	INDIRECTA D.E. fuera del equipo		HASTA 50 KW ↓ HASTA 660 KW
MT-23 5/5 MT-23 15/5 MT-23 50/5 MT-23 150/5 MT-23 300/5 MT-23 600/5		INDIRECTA	HASTA 166 KW HASTA 497 KW HASTA 1660 KW HASTA 4970 KW HASTA 9840 KW HASTA 19680 KW
MTS-23 5/5 ↓ ↓ MTS-23 600/5		INDIRECTA	HASTA 166 KW ↓ HASTA 19680 KW

CONCENTRACION M 55

(28)

NORMAS LY
MONTAJE
4.0241

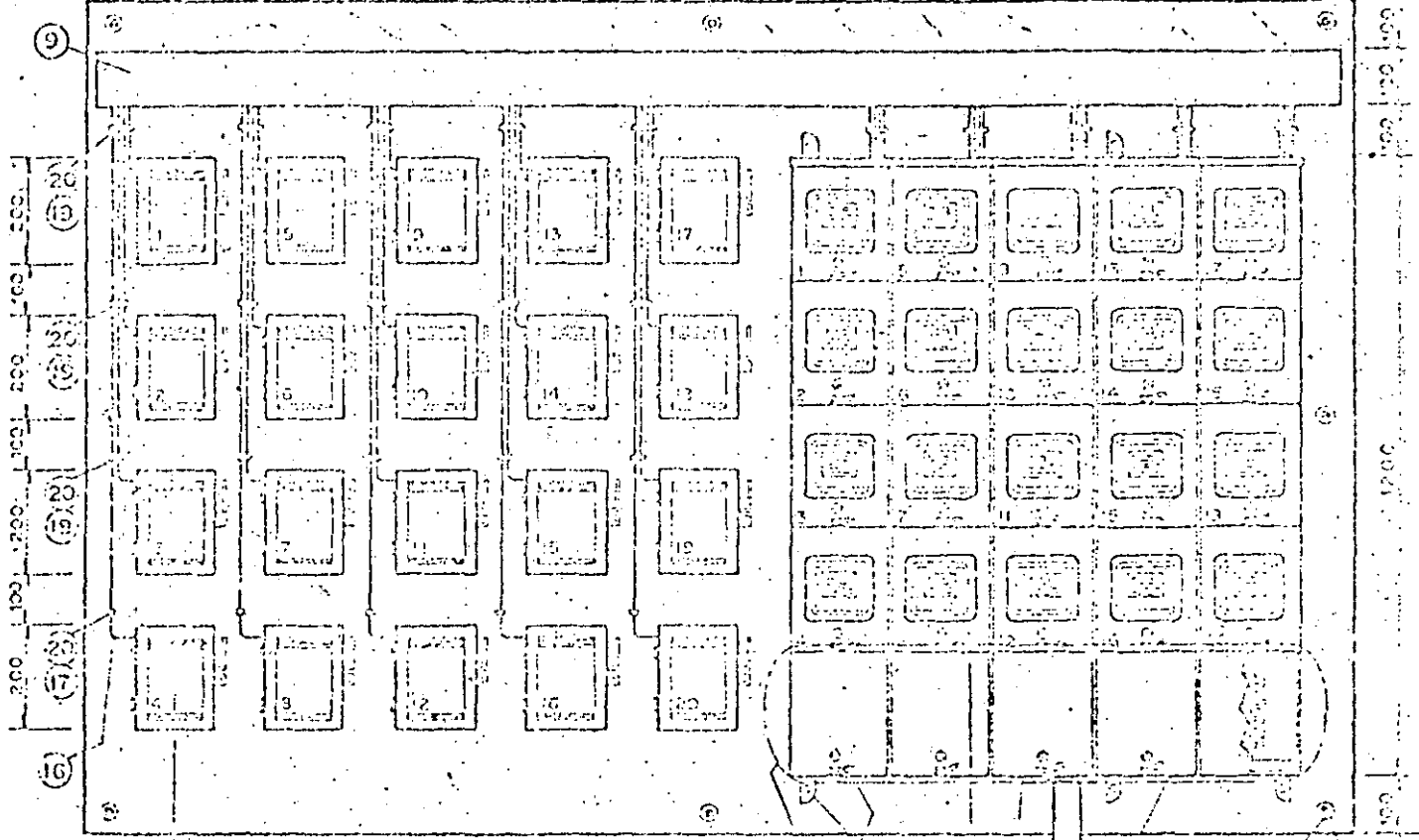
26

1 de 2

2400

244

1200 1175 1150 1125 1100 1075 1050 1025 1000 975 950 925 900

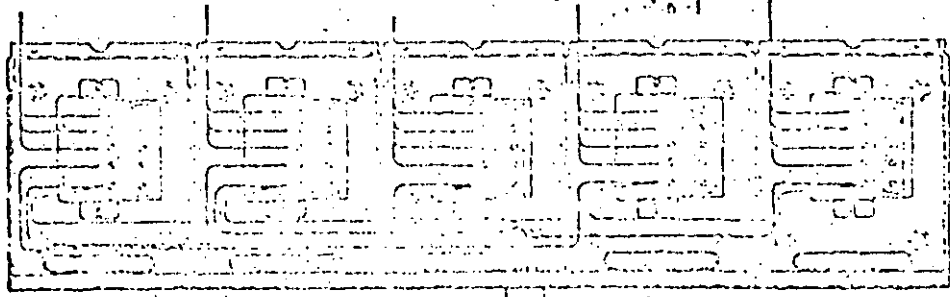


VER DETALLE "A"

(15) (14) (13) (12) (11) (10) (9) (8) (7) (6) (5)

NIVEL PISO

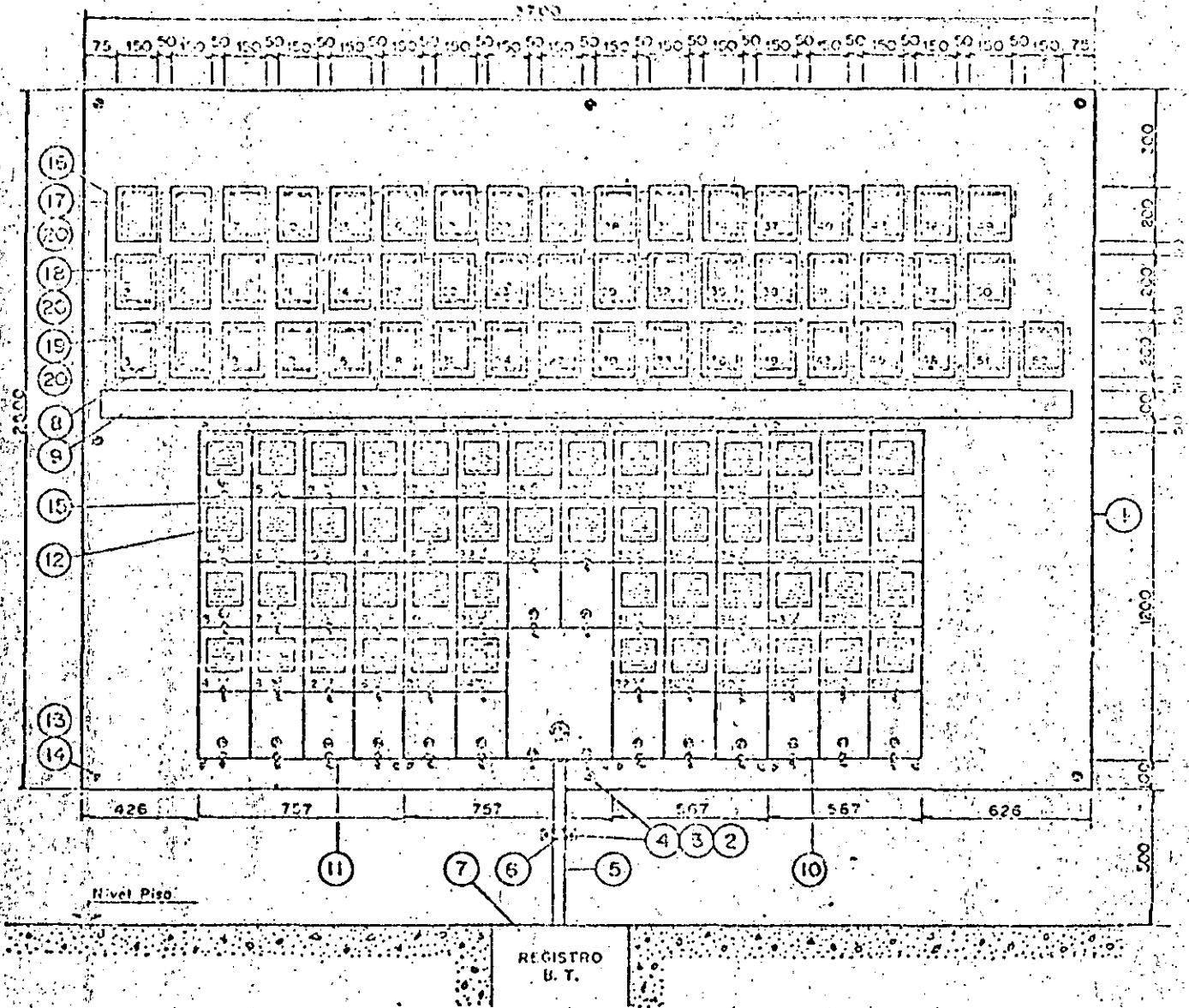
REGISTRO
B. T.

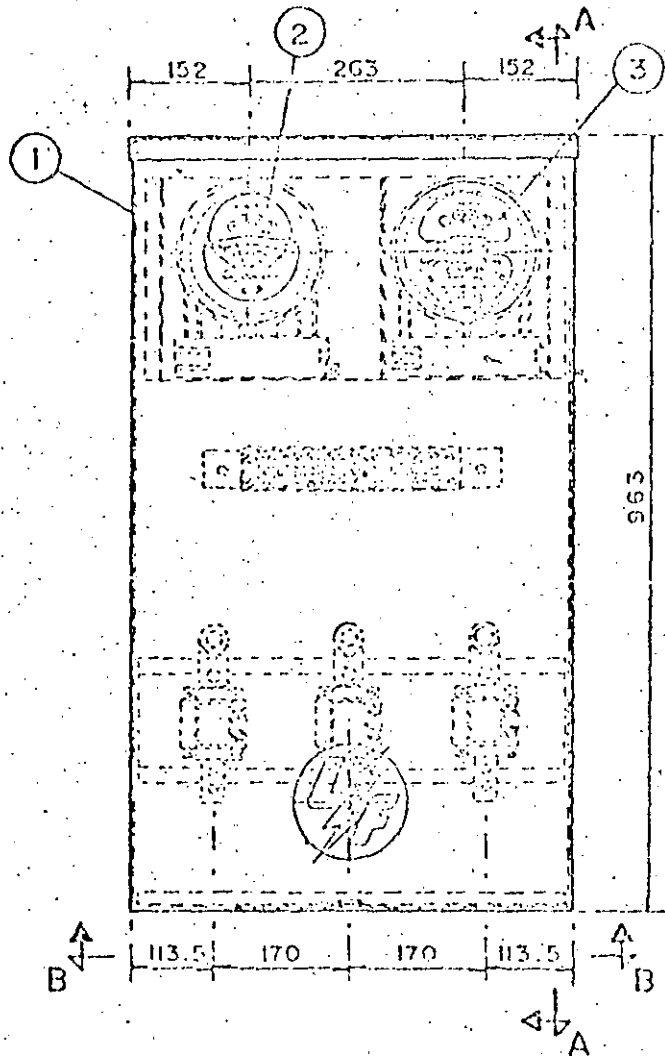
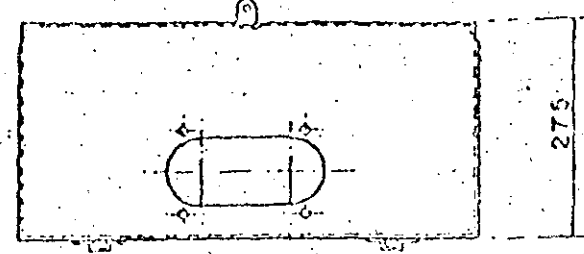
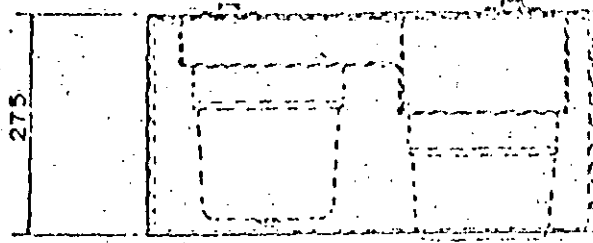


CORRIENTE TIERRA

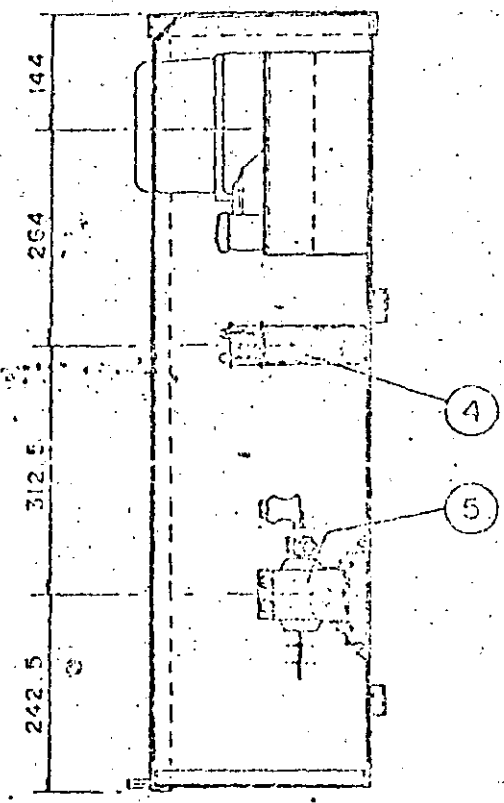
DETALLE "A"
(SIN TAPA)

27





VISTA B-B



CORTE A-A

Anotaciones en m

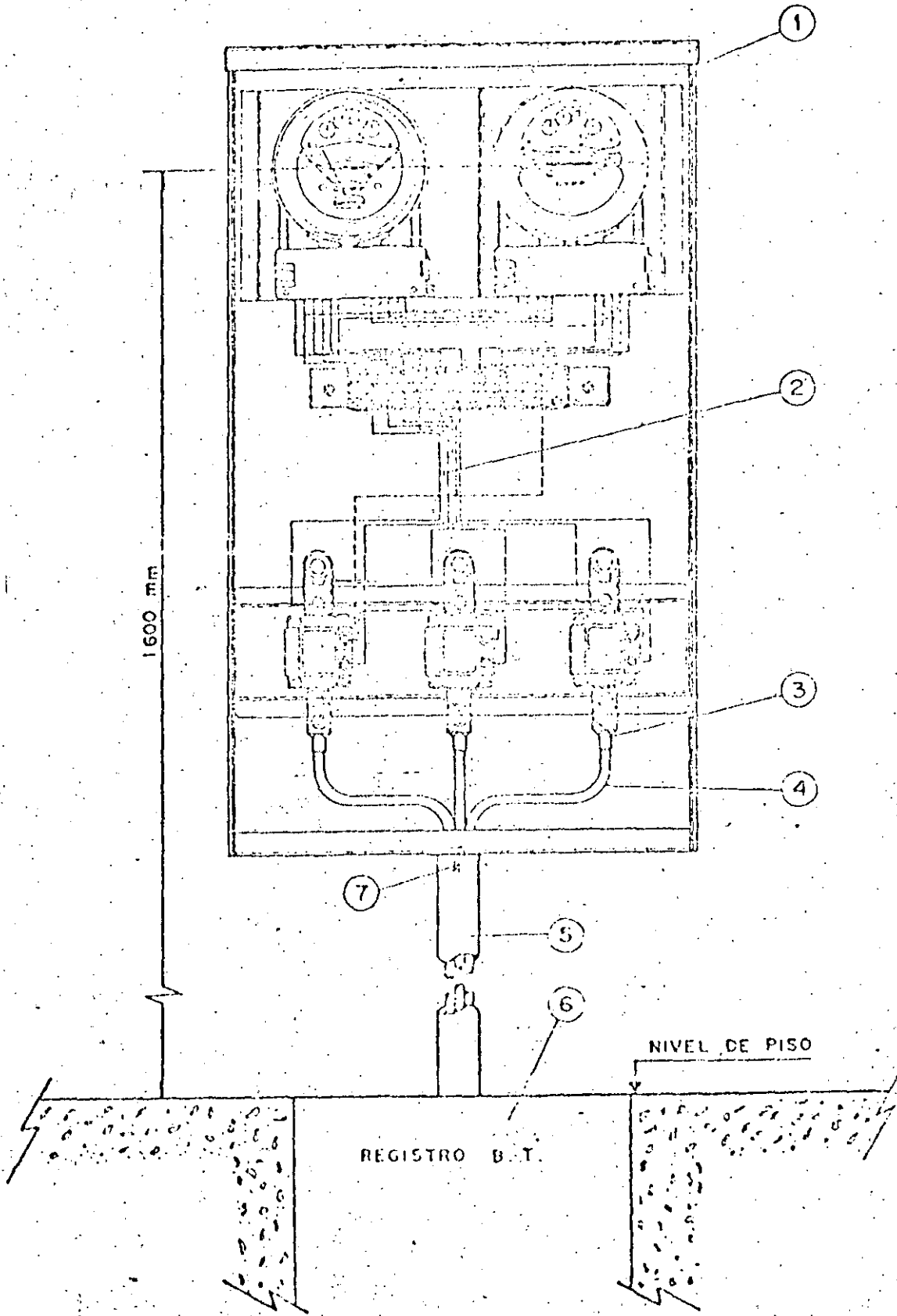
MATERIALES

REF.	CANTIDAD	NOMBRE
1	1	Caja VBP
2	1	Galvanómetro - Galvanómetro 93.5 x 48 (Norma Lyf 2.0053)
3	1	Vanorímetro 3 x 10 (Norma Lyf 2.0055)
4	1	Bobina VT P10 BT (Norma Lyf 2.0056)
5	3	Transformador de corriente Norma Lyf (2.0045)

USO:

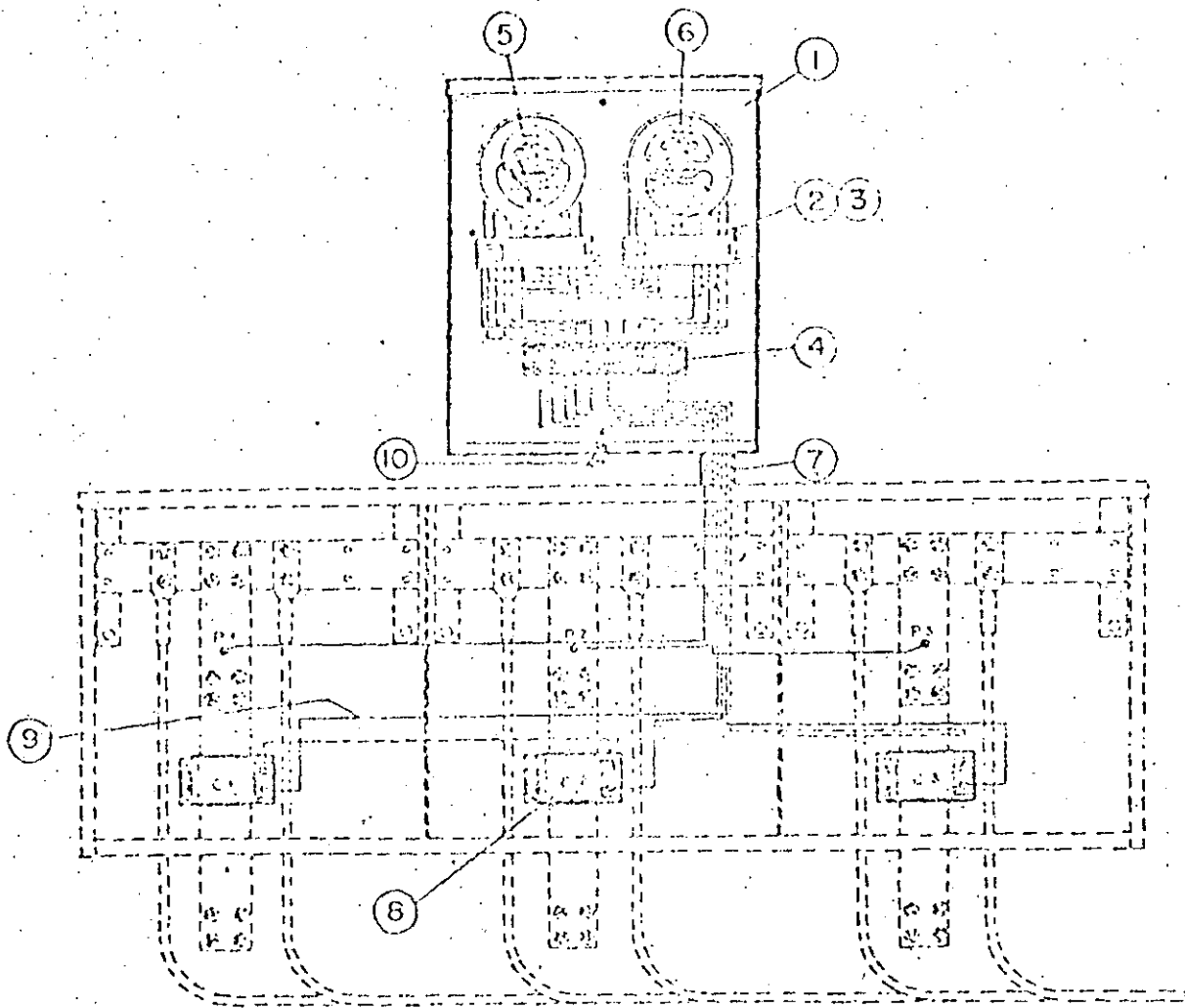
Fijado a muro interior o exterior mediante 4 tornillos cabeza de 9.5 x 401.5 (3/8" x 6") permite venir en servicios trifásicos de BT el consumo en Kw, Kw/h y la demanda máxima en Kw.

29



30

1 de 2



MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma Lyf	Unidad	Cantidad
1	Caja 2MP	2.0352	Pza	1
2	Tornillo madera 14 x 3 cg C/roldana de 5.3 mm	2.0443	Pza	2
3	Taquete Nylon 10	2.0003	Pza	2
4	Tablilla RIP 10 BT	2.0474	Pza	1
5	2.0053	Pza	1	
5	Voltmetro 3 x 10	2.0055	Pza	1
7	Tubo PVC		m	3.10
8	Transformador de corriente 6V	2.0449	Pza	3
9	Alambre Cuf 14, Cuf 14 A, R, C, V, H, B	2.0338	m.	-
10	Bello plero A	2.0250	Pza	1

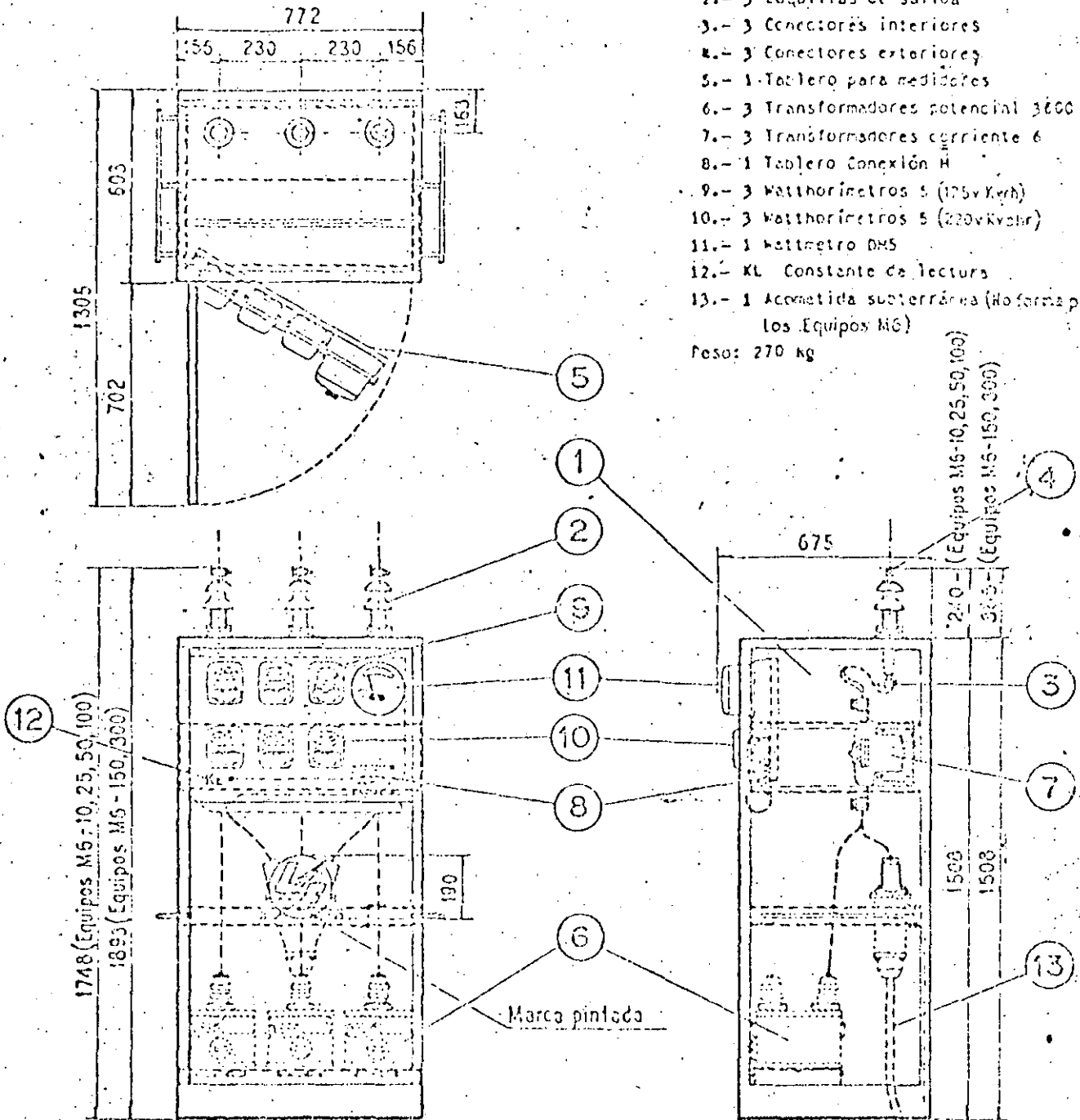
EQUIPOS M6

(27) NORMA LY F
2.4350.20
Sep 67

31

- 1.- 1 Gabinete M6
- 2.- 3 Boquillas de salida
- 3.- 3 Conectores interiores
- 4.- 3 Conectores exteriores
- 5.- 1 Tablero para medidores
- 6.- 3 Transformadores potencial 3000
- 7.- 3 Transformadores corriente 6
- 8.- 1 Tablero Conexión H
- 9.- 3 Watthorímetros 5 (125v Kwh)
- 10.- 3 Watthorímetros 5 (220v Kwhr)
- 11.- 1 Wattmetro DMS
- 12.- XL Constante de lectura
- 13.- 1 Acometida subterránea (No forma parte de los Equipos M6)

Peso: 270 Kg



ECC. 1:20

lecturas en m

USO: En servicios de 6 kv trifásicos para los consumos en kWh, kvarh y la demanda máxima en kW según tabla, se coloca sobre el piso en interior y se alimenta con acometida subterránea según tabla. Las conexiones del Equipo - M6 a las bocanillas del consumidor se realizan en grupo o Norma M.F. 2.4100.20 y 3.4100.20.

NOMBRE	Corriente máxima permanente Amp	Transformadores de corriente	Acometida de cable (3 x 125)
EQUIPO M6 - 10	10	6- 10	3 x 35
EQUIPO M6 - 25	25	6- 25	3 x 35
EQUIPO M6 - 50	50	6- 50	3 x 35
EQUIPO M6 - 100	100	6- 100	3 x 70
EQUIPO M6 - 150	150	6- 150	3 x 70
EQUIPO M6 - 300	300	6- 300	3 x 200

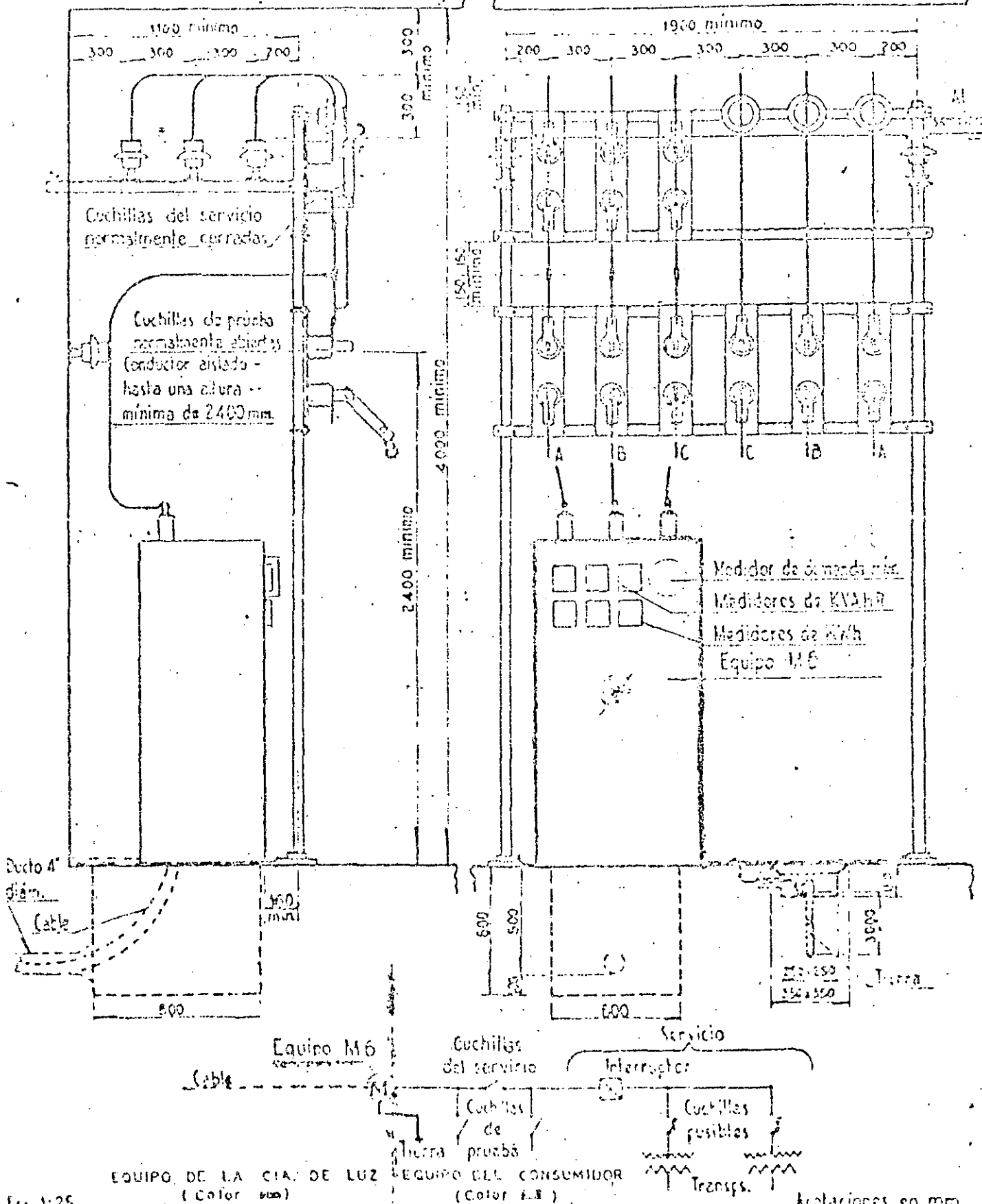
Referencias: Plano DISTRIBUCION N°227 Ay3; Norma M.F. 2.5010

Clave del nombre:

M = Medición en 400 volts
10, 25, 50, 100, 150 y 300 = Capacidad en amperes.

EQUIPO M6 Y CUCHILLAS DE PRUEBA (35) NORMAS ILL
 DESCUBIERTAS EN INTERIOR, PARA SERVICIOS DE 6000V 3.4100.00
 CM

32



Esc. 1:25

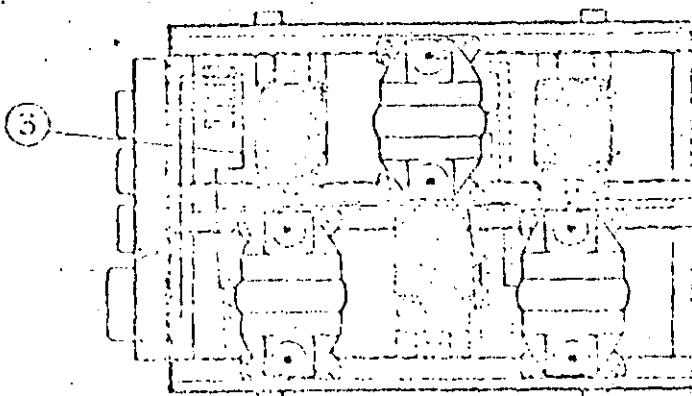
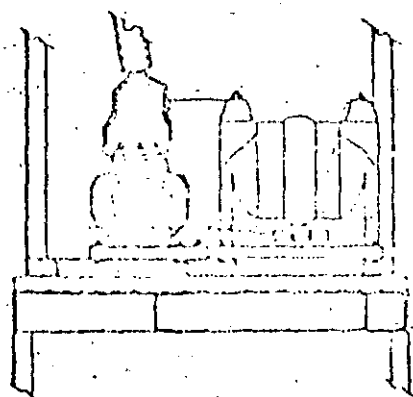
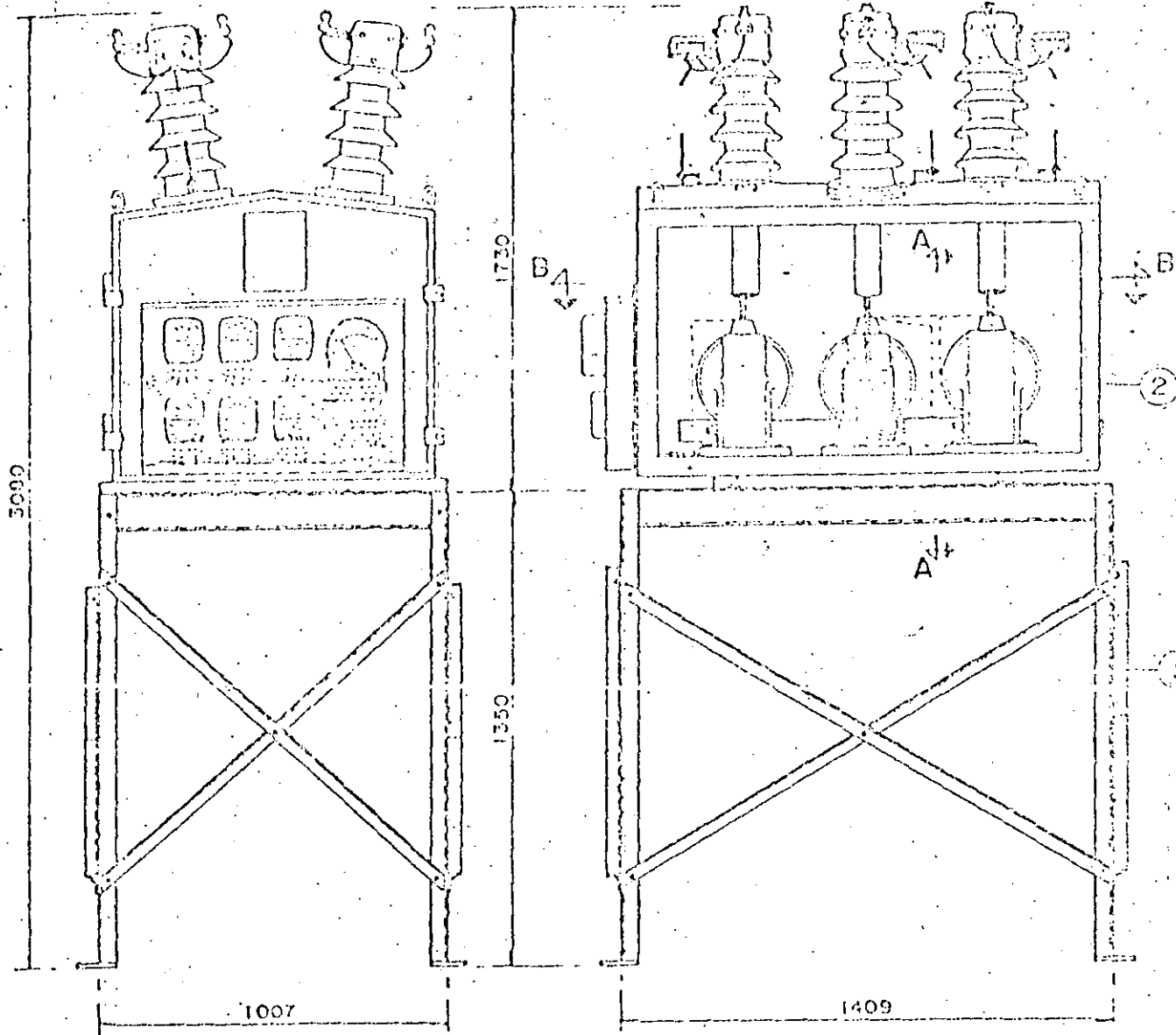
115-0PM 11-54 Rev VII 61

EQUIPO DE LA CIA. DE LUZ EQUIPO DEL CONSUMIDOR
 (Color rojo) (Color azul)

Aislaciones en mm.

33

1 de 2



EQUIPO MT 20 Y CUCHILLAS DE PRUEBA CUBIERTAS EN INTERIOR PARA SERVICIOS DE 20 000 V.

NORMA LYF
3.4100.70
Feb. 66

34

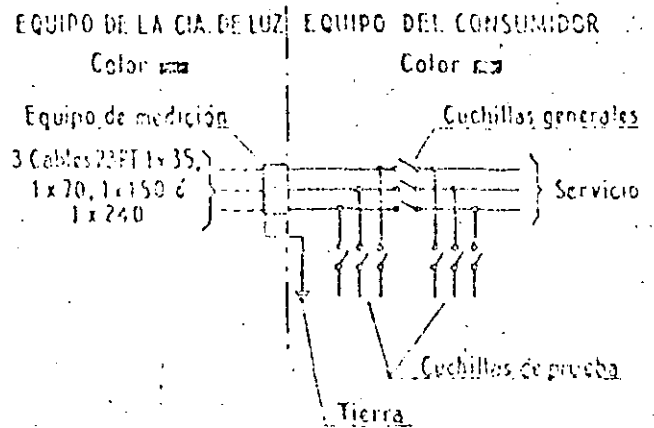
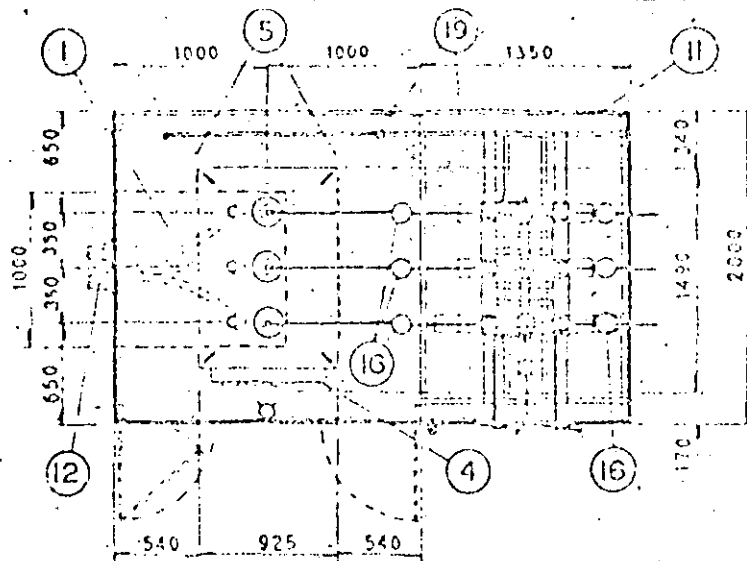
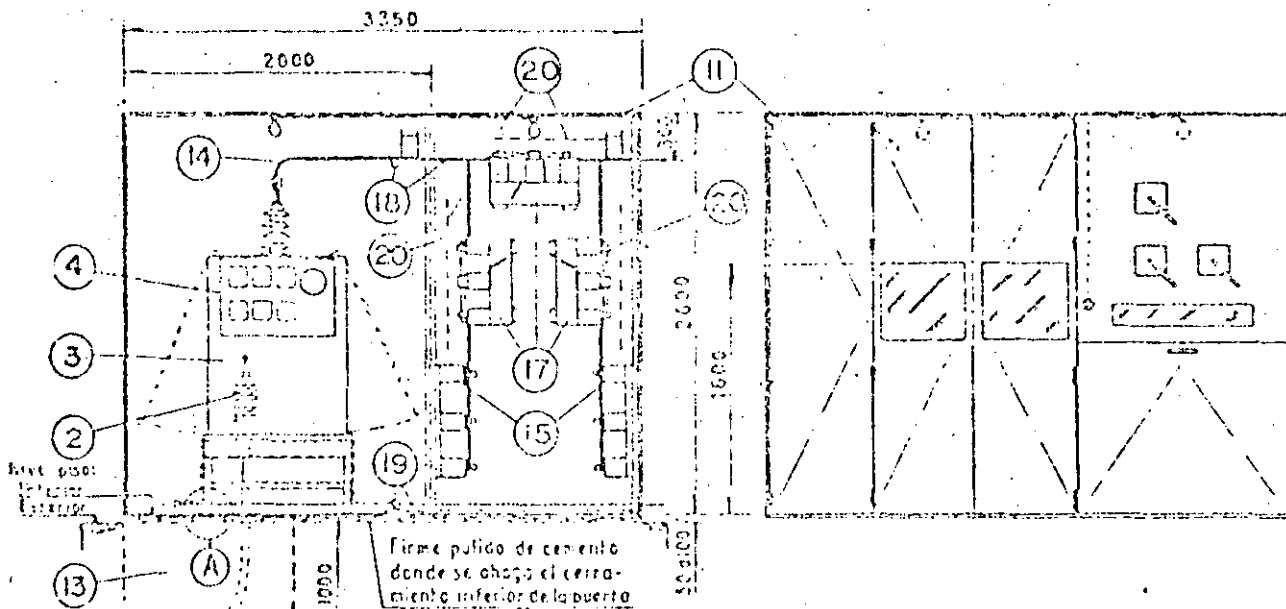
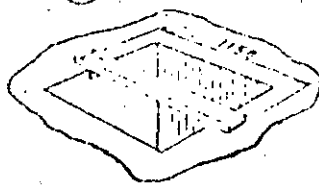
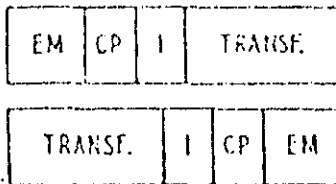


DIAGRAMA TRIFILAR DE CONEXIONES



DESARROLLOS FACTIBLES
DE LA S.E.



DETALLE A

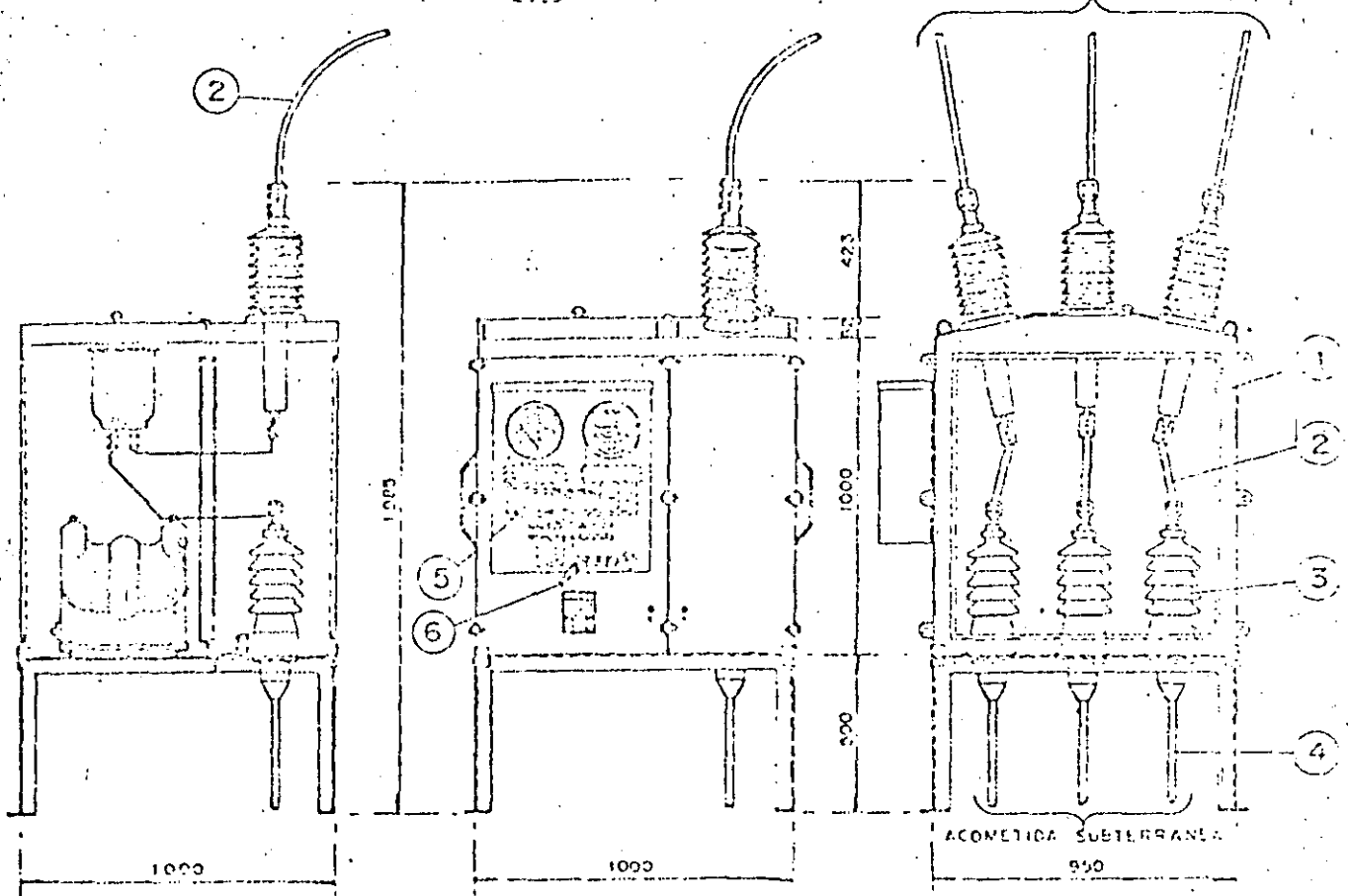
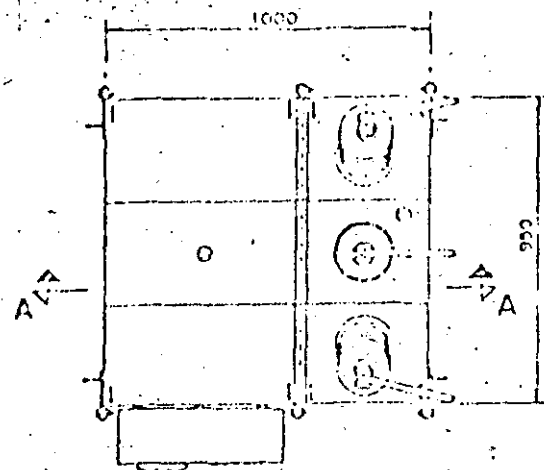
Esc. 1:50; Acotaciones en mm

EQUIPO DE LA CIA. DE LUZ			
Nº	Cant.	Nombre	Nº Norma
1	3	Cables 22FT 1x 35, 1x 70, 1x 150 & 1x 240	
2	3	Terminales 2.1250	2.9180.45
3	1	Equipo MT20 con	2.4310.45
	1	Estructura n.º 350	2.4515.10
4	1	Caja N.º 18	2.2007.55
5	2	Alambre Cuc 2 (Tierra)	2.0700.15
6	1.15	Canal hierro ligero de 150 mm con 2 topes de S. pulc. (DETALLE A)	

EQUIPO DEL CONSUMIDOR			
Nº	Cant.	Nombre	Nº Norma
11	1	Gabinete cerrado con alumbrado para la instalación del Equipo MT20 y Cuchillas	
12	2	Yfas Ductos A5 con Boquilla ducto A5	
13	1	Registro de 1.10x1.00x1.00 m sin tapa	
14	3.60	Alambre Cuc 1/0 a 4/0	
15	6	Aisladores soporte 20 kv con conectores mecánicos para conectar el equipo de comprobación de medidores	
16	6	Aisladores soporte 20 kv	
17	9	Cuchillas 20 kv 200 Amp con movimiento de interrupción paralelo a la base	
18		Bases de solera cobre electrolítico 6.2x4.4 cm con conectores mecánicos	
19		Barra tierra de solera cobre 6.3x3.1 cm con conectores mecánicos	
20		Barrares aislantes nicrole 6.3mm grado Nomo XX	

35

1 de 2



CORTE A-A

VISTA SIN TAPA

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Equipo MTS 23	2.0477	Pza	1
2	Cable Cuf 270 G 230	2.0112	m	10
	terminales 2X 1 x 230 G 230 1 x 2400	2.0019	Pza	3
4	Cable 43 PT 1 x 55 G 1 x 70 G 1 x 150 G 1x260	2.0005	m	-
5	Alambre Cuf 14, Cuf 100, 4, 2, V, 5, B,	2.0378	m	-
6	Sello de plomo A	2.0251	Pza	1



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

INSTALACIONES ESPECIALES

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA

MARZO, 1985

INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES

INTRODUCCION:

EL FIN ÚLTIMO DE TODA OBRA QUE SE PROYECTA Y REALIZA, ES PRESTAR UN SERVICIO EFICAZ Y EFICIENTE. ESTAS METAS SÓLO PUEDEN ALCANZARSE MEDIANTE EL EQUILIBRIO DE TODOS LOS COMPONENTES, SISTEMAS Y SUBSISTEMAS QUE INTEGRAN EL CONJUNTO Y LO HACEN FUNCIONAL Y ECONÓMICO A LO LARGO DE SU VIDA ÚTIL.

LOS SISTEMAS DE "COMUNICACIONES AUDIO VISUALES", (ASÍ DENOMINADOS EN FORMA GENÉRICA) FORMAN PARTE DE ESE CONJUNTO Y DEBEN PLANEARSE OPORTUNAMENTE CON UNA ADECUADA VISIÓN DEL FUTURO, HABIDA CUENTA DE LA NATURAL VARIACIÓN Y EXPANSIÓN DE DEMANDAS Y NECESIDADES, Y DEL ACELERADO PROGRESO TECNOLÓGICO QUE ESTAMOS VIVIENDO.

EN ESTA SESIÓN, HABREMOS DE CUBRIR LOS ASPECTOS BÁSICOS DE PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ESTE TIPO, QUE CON MAYOR FRECUENCIA SE PRESENTAN EN LOS EDIFICIOS, CUYA IMPORTANCIA NO PUEDE SOSLAYARSE YA QUE CONSTITUYEN LOS "SENTIDOS" QUE PERMITEN LA OPERACIÓN EFICAZ DEL CONJUNTO.

LAS INSTALACIONES MÁS COMUNES EN EDIFICIOS SON:

1.- INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN:

- A) TELEFÓNICAS Y DE INTERCOMUNICACIÓN
EXTERNAS
INTERNAS
- B) ELECTROACÚSTICAS (SONORIZACIÓN)
- C) DE TELEVISIÓN
 - ANTENAS COMUNALES
 - CIRCUITO CERRADO
- D) DE SEÑALIZACIÓN.

2.- ALARMAS

- A) CONTRA INCENDIO
- B) CONTRA ROBOS Y ASALTOS

1.- INSTALACIONES DE COMUNICACION:

CONSIDERACIONES GENERALES

EN PRIMERA INSTANCIA Y DE ACUERDO CON LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO, DEBE PROCEDERSE A LA DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES PRESENTES Y FUTURAS PARA TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIÓN QUE PUEDEN INTERVENIR, A FIN DE NO INCURRIR EN DUPLICIDADES U OMISIONES;

EN MUCHOS CASOS EL ESTUDIO INTEGRAL DE NECESIDADES, PUEDE MOSTRAR QUE ES POSIBLE RESOLVER CONJUNTAMENTE LAS INSTALACIONES DE TELÉFONOS E INTERCOMUNICACIÓN YA QUE AMBOS EN ESENCIA SON PARA COMUNICACIÓN, Y SE DIFERENCIAN SOLAMENTE EN QUE LAS PRIMERAS, TRADICIONALMENTE SE HAN CONCEPTUADO COMO INSTALACIONES PARA COMUNICACIÓN EXTERNA AL EDIFICIO O UNIDAD FÍSICA Y LAS SEGUNDAS COMO INSTALACIONES SÓLO PARA SERVICIO INTERIOR.

LA REALIDAD ES QUE EN MUCHAS OCASIONES, AMBOS SERVICIOS PUEDEN RESOLVERSE CON UN SÓLO SISTEMA.

EN OTRAS OCASIONES, ES INDISPENSABLE MEZCLAR O INTERCONECTAR SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIÓN INTERNA CON ELECTROACÚSTICOS PARA VOCEO, O CON CIRCUITOS DE TELEVISIÓN, ETC.

EN OTRAS PALABRAS, ES CADA DÍA MAS CIERTO QUE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN, ALARMA Y CONTROL DEBEN SER DISEÑADOS Y EJECUTADOS INTEGRALMENTE PARA CADA CASO ESPECÍFICO Y QUE EN UN FUTURO PRÓXIMO DEBERÉMOS TRATAR CON SISTEMAS CENTRALIZADOS Y COMPUTARIZADOS.

EN NUESTRO MEDIO AÚN EXISTE UNA GRAN RESISTENCIA A ESTAS SOLUCIONES INTEGRALES, DEBIDO A LA INTERVENCIÓN CASI OBLIGADA

DE DIVERSAS EMPRESAS PROVEEDORAS, CONSTRUCTORAS, Y OPERADORAS DE LOS SISTEMAS QUE POR RAZONES DE CONVENIENCIA O LIMITACIÓN TÉCNICA NO FACILITAN LAS SOLUCIONES Y ENTORPECEN CON NORMAS RÍGIDAS LA POSIBILIDAD DE MEJORES SOLUCIONES. ESTAS LIMITACIONES SÓLO SE EVITAN CUANDO EL DIRECTOR DEL PROYECTO CUENTA CON CONOCIMIENTOS TÉCNICOS Y REGLAMENTARIOS SUFICIENTEMENTE AMPLIOS QUE LO REVISTAN DE LA CAPACIDAD NEGOCIADORA NECESARIA PARA LOGRAR LAS MEJORES SOLUCIONES.

DADO QUE SE TRATA DE RESOLVER INTEGRALMENTE, SE DEBEN DETERMINAR LAS NECESIDADES Y ALCANCES DE LOS SERVICIOS, PARA POSTERIORMENTE PROCEDER A ESTUDIAR LAS SOLUCIONES APLICABLES.

LA DETERMINACIÓN CORRECTA DE LAS NECESIDADES SIGNIFICA CONOCER: USO DEL EDIFICIO, USOS ESPECÍFICOS POR ÁREAS, DENSIDAD DE POBLACIÓN FIJA Y FLOTANTE, TIPO DE SERVICIO QUE PRESTARÁ CADA ÁREA O DEPENDENCIA, CONDICIONES RESTRICTIVAS Y DE SEGURIDAD, ÁREAS DE ALTO RIESGO, ETC.

CON ESE CONOCIMIENTO, Y EN FUNCIÓN DE LOS PROGRAMAS ARQUITECTÓNICOS DEFINIDOS, Y DEL ESQUEMA ORGÁNICO DE LA EMPRESA O ENTIDAD, SE PREPARA UN CUESTIONARIO O MATRIZ QUE PERMITA CONSIGNAR LAS NECESIDADES DE CADA ÁREA. (EJEMPLO).

COMUNICACIONES

ALARMAS

A R E A	SÚP. m ²	EXT.	INTER I	SONIDO S	CCTV TV	ROBO AR	INCENDIO AI	OBSERV.
1) DIREC. GRAL.	100	21	1 VA	FM	MONIT.	SI	SI	
SECRETARIA	30	25	- -	FM		--	--	
AUXILIAR	20	1E	1 VA	--		--	--	
2) OFNA. ADMVA.	50	1E	1 VA	FM	CAM.	--	--	
CAJA	20	1E1L	- -	--		SI	SI	
CONTAB.	200	5E1L	- -	--		SI	SI	
3) DEPTO. TÉCNICO	30	1L1E	1 VA	MIC	CAM.	--	--	
OF. A1	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF. A2	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF. A3	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	

ESTA MATRIZ, DEBIDAMENTE DISEÑADA CON SUS CLAVES, SUS OBSERVACIONES Y NOTAS, PERMITIRÁ PASAR MEDIANTE DIAGRAMAS SIMPLES DE FLECHAS, BLOQUE, ETC., A LA SOLUCIÓN MÁS FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS.

DE ESTAS SOLUCIONES ESQUEMÁTICAS, SE PROCEDERÍA A PREPARAR PLANOS PRELIMINARES EN LOS QUE DEBEN UBICARSE CON LA SIMBOLOGÍA RESPECTIVA, TODOS LOS SERVICIOS REQUERIDOS, PROCEDIENDO A LA PROPOSICIÓN DE TRAYECTORIAS DE CANALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN MÁS FUNCIONALES, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES SIGUIENTES:

- 1.- LA DISTRIBUCIÓN DEBE HACERSE EN FORMA ESCALONADA Y RADIAL. CADA PUNTO EXTREMO DE DISTRIBUCIÓN, NO DEBE EXCEDER DE 10 SERVICIOS, EN EL CASO DE SERVICIOS TELEFÓNICOS.
- 2.- LA CANALIZACIÓN SE ORIGINA EN EL SITIO ELEGIDO PARA LA CONCENTRACIÓN DE LOS SERVICIOS, O SEA EN EL "DISTRIBUIDOR", Y DE AQUÍ SE RAMIFICA AL O LOS EDIFICIOS Y SALE HACIA EL EXTERIOR PARA HACER EL ENLACE CORRESPONDIENTE.
- 3.- PARA SERVICIOS TELEFÓNICOS, Y PREFERENTEMENTE EN TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIONES, DEBEN EXISTIR SIEMPRE EN LAS INSTALACIONES PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN DOBLE CAPACIDAD DE CANALIZACIÓN, DE MANERA TAL QUE SIEMPRE SEA POSIBLE Y EXPEDITA LA INTRODUCCIÓN DE CABLES PARA SUSTITUCIÓN DE OTROS DAÑADOS. DE HECHO EN ALGUNOS CASOS DEBE DEJARSE UNA DOBLE TUBERÍA.

CANALIZACIONES INTERIORES

LOS DIÁMETROS MÍNIMOS A EMPLEAR EN CANALIZACIONES DE TIPO TELEFÓNICO, SON:

EN TUBERÍAS PRIMARIAS VERTICALES U HORIZONTALES, CUYA FUNCIÓN ES INTERCONECTAR REGISTROS DE DISTRIBUCIÓN, LOS DIÁMETROS MÍNIMOS DEBEN SER:

10 - 30 PARES	25 MM
40 - 50 PARES	32 MM
70 - 80 PARES	38 MM
100 - 150 PARES	50 MM
200 - 300 PARES	76 MM

EN TUBERÍAS HORIZONTALES SECUNDARIAS:

1 A 2 PARES	13 MM
3 A 6 PARES	19 MM
7 A 10 PARES	25 MM

CUANDO SE ESTIME QUE EN ESTAS MISMAS CANALIZACIONES DEBERÁN INTRODUCIRSE LÍNEAS PARA SERVICIOS INTERSECRETARIALES, ES INDISPENSABLE QUE LAS TUBERÍAS SEAN DE 25 MM. O DE 32 MM.

LOS REGISTROS DE MURO Y SEGÚN SUS DIMENSIONES Y APLICACIÓN, SE CLASIFICAN COMO SIGUE, Y DEBEN SER ROBUSTOS (LÁMINA No. 18 USG) CON PUERTAS EMBISAGRADAS, CIERRE SENCILLO Y CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CMS. DE ESPESOR; PARA LA COLOCACIÓN DE TERMINALES.

DIMENSIONES (CMS)	USO EN LINEAS DE TIPO	NUM. DE PARES EN	
		PLINTOS	EMPALME
56 x 56 x 13	PRINCIPAL	80	600
56 x 28 x 13	PRINCIPAL	40	200
30 x 30 x 13	SECUNDARIA	20	- -
28 x 28 x 13	SECUNDARIA	20	- -
20 x 20 x 13	SECUNDARIA	10	- -
15 x 15 x 13	DE PASO	10	- -
60 x 60 x 60	ACOMETIDAS EN BANQUETAS	--	100
80 x 80 x 80		--	200

NO DEBEN EXTENDERSE TUBERÍAS A MÁS DE 20 M. SIN REGISTROS, NI DEBE HACER MÁS DE 2 CURVAS ENTRE REGISTROS.

LOS REGISTROS DE MURO DEBEN COLOCARSE EN ÁREAS PÚBLICAS A UN ALTURA ENTRE 20 Y 100 CMS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO, PARA FACILITAR SU ACCESO Y ATENCIÓN.

VER GRÁFICAS (1) AL (8) QUE ILUSTRAN SOLUCIONES TÍPICAS DE ALIMENTACIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN, CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS Y LA SIMBOLOGÍA.

CANALIZACIONES DE RED EXTERIOR O URBANA.

ESTAS SE HACEN PREFERENTEMENTE BAJO BANQUETAS POR QUEDAR MÁS ACCESIBLES Y SUJETAS A CARGAS MENORES. LAS CEPAS SE EXCAVAN CON LAS PROFUNDIDADES MÍNIMAS SIGUIENTES:

1, 2 Y 4 VÍAS	55 CMS. ANCHO X 100 CMS. PROF.
6 Y 8 VÍAS	75 CMS. ANCHO X 115 CMS. PROF.
10, 12 Y 16 VÍAS	100 CMS. ANCHO X 115 CMS. PROF.

PARA LOGRAR UN NIVEL UNIFORME, A PESAR DE LOS CRUCES DE CABLES, - DEBE REFERIRSE LA PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL ARROYO, Y LA PENDIENTE DE 1% MÍNIMO DEBE DARSE HACIA LOS POZOS EN FORMA ALTERNADA.

EN LAS CURVAS NO DEBEN EXCEDERSE DEL 1% DE LA TANGENTE, Y NO DEBE EXISTIR MÁS DE UNA ENTRE REGISTROS O POZOS.

PARA LIBRAR OBSTÁCULOS QUE SE ENCUENTREN AL MISMO NIVEL GENERAL DE LA DUCTERÍA, DEBEN PROFUNDIZARSE LOS REGISTROS O POZOS CORRESPONDIENTES AL TRAMO Y BAJAR EL NIVEL DE TODO EL TRAMO UNIFORMEMENTE, RESPETANDO LA PENDIENTE YA INDICADA.

LA DISTANCIA NORMAL ENTRE POZOS ES DE 50 A 110 M, PERO NO DEBE EXCEDER ESTA ÚLTIMA.

LOS DUCTOS DEBEN ASENTARSE SOBRE UNA CAMA DE ARENA O TIERRA SUAVE SIN PIEDRAS DE 5 CMS. DE ESPESOR, PREVIO APISONAMIENTO DEL FONDO DE LA CEPA, PARA OBTENER UN TENDIDO UNIFORMEMENTE SOPORTADO Y PERFECTAMENTE ALINEADO TANTO HORIZONTAL COMO VERTICALMENTE. CON EL AUXILIO DEL HILO, SE HACEN VERIFICACIONES EN EL TRAMO MÁS LARGO POSIBLE, PERO NUNCA MENOR DE 20 M.

LOS DUCTOS DEBEN ESTAR LIMPIOS INTERIORMENTE Y SE COLOCAN PONIENDO UNA PEQUEÑA PLANTILLA DE MEZCLA EN LA JUNTA, POSTERIORMENTE SE JUNTEA LA UNIÓN CON MEZCLA DE CEMENTO.

LA CORRECTA ALINEACIÓN SE VERIFICA MEDIANTE LOS "BASTONES", CILINDROS DE MADERA CON REGATONES DE METAL DE 87 MM. DE DIÁMETRO Y 30 CMS. DE LONGITUD QUE TIENE UN BASTÓN DE MADERA DE 1.35 M. DE LARGO CON UN TOPOE QUE ASEGURA SU CENTRADO EN LA JUNTA. ESTOS "BASTONES" DEBEN PERMANECER EN LA JUNTA HASTA TERMINAR SU UNIÓN CON LA MEZCLA DE CEMENTO, PARA ASEGURAR QUE LA UNIÓN QUEDE LIMPIA.

AL TERMINAR UN TRAMO DE CANALIZACIÓN, SE VERIFICA LA CONTINUIDAD DE CADA VÍA MEDIANTE UN "CILINDRO MENSAJERO" FABRICADO DE TUBO DE ACERO DE 85 MM. DE DIÁMETRO Y 25 CMS. DE LARGO CON BORDES REDONDEADOS, QUE DEBE TENER ARGOLLAS EN CADA EXTREMO.

ESTE CILINDRO SE PASA DE POZO A POZO CON UN CABLE ROBUSTO Y DEBE ATARSE EN AMBOS LADOS PARA EL CASO DE FALLA DEL CABLE.

LOS POZOS PUEDEN SER DE DOS, TRES O CUATRO BOQUILLAS Y SU CONSTRUCCIÓN SE ILUSTRÁ EN LAS GRÁFICAS 10, 11 Y 12, PUDIENDO SER NECESARIOS POZOS DE FIGURA ESPECIAL QUE EN ESENCIA SE DESARROLLAN CON EL MISMO CRITERIO CONSTRUCTIVO.

EKD ES UN CABLE CON AISLAMIENTO DE PVC Y FORRO DE PLOMO, PARA USOS ESPECIALES (ENTRE PLANTA Y DISTRIBUIDOR EN CENTRALES) Y SE FABRICA EN 100, 200 Y 300 PARES CALIBRE 26 AWG.

ASP ES UN CABLE SIMILAR AL EKE, CON UN CABLE DE ACERO INTEGRADO AL FORRO QUE SIRVE PARA SOPORTARLO EN LÍNEAS AÉREAS. SE CONSTRUYE EN CALIBRE 26 AWG DE 10 A 100 PARES, EN CALIBRE 24 DE 10 A 50 PARES Y EN CALIBRE 22 DE 10 A 50 PARES.

EL CÓDIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACIÓN Y LA CONSTRUCCIÓN, SE ILUSTRA EN LA GRÁFICA (9):

LA INSTALACIÓN DE CABLES TELEFÓNICOS DEBE HACERSE CON GRAN CUIDADO, EVITANDO FRICCIONES Y TENSIONES EXCESIVAS QUE PUEDEN DETERIORAR EL FORRO O ROMPER HILOS, ESTA ES LA RAZÓN POR LA QUE LAS CANALIZACIONES SIEMPRE PARECEN EXAGERADAS EN SECCIÓN.

EN LA DISTRIBUCIÓN, SE USAN LOS CABLES MULTIPARES PARA LÍNEAS PRINCIPALES EN LAS QUE EL NÚMERO DE SERVICIOS A CONDUCIR LO JUSTIFICA, EN LA DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS A LOS APARATOS INDIVIDUALES, SE UTILIZA: UN CONDUCTOR TORZAL EN 2 Ó 3 HILOS CALIBRE 22 AWG DENOMINADO "JUMPER" PARA TUBERÍAS CONDUIT O BIEN UN CORDÓN PARALELO DE 2 Ó 3 HILOS CUANDO SE TRATA DE INSTALACIONES EXPUESTAS O MURALES.

EN LOS REGISTROS GENERALES A QUE YA HEMOS HECHO REFERENCIA, SE INSTALAN TABLILLAS TERMINALES DENOMINADAS PLINTOS QUE CUENTAN CON UNA PATA POSTERIOR PARA SOLDAR Y DOS TORNILLOS FRONTALES PARA PUNTEAR. EN ESTOS PLINTOS SE LLEVA A CABO LA DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS Y PERMITEN HACER LAS PRUEBAS DE LÍNEAS.

LOS POZOS COMO SE INDICA EN LA GRÁFICA 10 PUEDEN SER DE TRES TAMAÑOS Y SU USO ES EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE VÍAS QUE RECIBE:

CHICÓ:	2 VÍAS
MEDIANO:	4 A 8 VÍAS
GRANDE:	MÁS DE 8 VÍAS

CABLEADOS TELEFONICOS:

ESTA CLASE DE CABLEADOS SE APLICAN TANTO EN LAS INSTALACIONES TELEFÓNICAS COMO EN UNA GRAN MAYORÍA DE LAS DE INTERCOMUNICACIÓN.

DE HECHO, DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO TODO SISTEMA QUE USE CONMUTACIÓN Y RECEPTORES TRANSMISORES QUE OPEREN BAJO PRINCIPIOS DE TELEFONÍA ES UN SISTEMA TELEFÓNICO. EXISTEN EN EL MERCADO NUMEROSOS EQUIPOS QUE INCORPORAN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS, COMO SON AMPLIFICADORES, FILTROS, BLOQUEADORES ETC., ESTOS TAMBIÉN SE ENLAZAN MEDIANTE CABLEADOS DEL TIPO TELEFÓNICO.

LOS CABLEADOS PUEDEN SER EXPUESTOS O VISIBLES O BIEN OCULTOS, POR TANTO SE CUENTA CON CABLES CUYA CONSTRUCCIÓN ES DIFERENTE ENTRE SI Y AD-HOC AL SERVICIO QUE DEBEN PRESTAR.

LOS TIPOS MÁS USUALES SON:

EKI CON FORRO DE PVC GRIS, PARA USO INTERIOR EN EDIFICIOS, EN CANALIZACIONES Y EVENTUALMENTE EXPUESTO, SU CONSTRUCCIÓN ES MULTIFILAR DE ALAMBRES AISLADOS CON PVC, ARREGLADOS EN PARES IDENTIFICABLES, EN CALIBRE 26 AWG (0.40 MM), EN 10, 20, 30, 50, 70 Y 100 PARES.

EKE CON FORROS DE POLIETILENO NEGRO, PARA USO EN EXTERIORES Y DE MISMAS CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN ELÉCTRICAS QUE EL EKI, PERO TAMBIÉN SE CONSTRUYE EN CALIBRE 24 AWG (0.51 MM) EN 150, 200 Y 300 PARES.

AUDICION AL AIRE LIBRE

LA POTENCIA ACÚSTICA DE LA VOZ HUMANA ES MUY PEQUEÑA EN UNA CONVERSACIÓN NORMAL, LA VOZ MASCULINA TIENE UNA POTENCIA MEDIA DE 34 UW Y LA FEMENINA DE 19 UW. SI TODOS LOS HABITANTES DEL DISTRITO FEDERAL (10 MILLONES) HABLARÁN AL MISMO TIEMPO, PRODUCIRÍAN SOLO UNA POTENCIA ACÚSTICA DE UNOS 250 W. LO QUE EXPLICA QUE LA INTELEGIBILIDAD AL AIRE LIBRE SEA YA DEFECTUOSA A UNOS CUANTOS METROS DE DISTANCIA. EL SONIDO PROPORCIONADO POR EL SISTEMA DE SONIDO, DEBE ESTAR DIRIGIDO ADECUADAMENTE POR DOS RAZONES PRINCIPALES:

- A) EL MICRÓFONO O LOS MICRÓFONOS NO DEBEN CAPTAR EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, PUES DE LO CONTRARIO SE PROVOCA UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA.
PUEDE RESONAR TAMBIÉN A CIERTAS FRECUENCIAS O INCLUSO PUEDE OSCILAR TODO EL SISTEMA A UNA FRECUENCIA DETERMINADA EMITIENDO ENTONCES UN SILBIDO CONTINUO.
- B) EL SISTEMA DE SONIDO NO DEBE CAUSAR MOLESTIAS EN LAS ZONAS VECINAS. ESTO IMPONE TAMBIÉN UN LÍMITE A LA POTENCIA DE SALIDA.

AUDICIONES EN LOCALES GRANDES

EN UNA SALA DE GRANDES DIMENSIONES LA DEBILIDAD DE LA VOZ HUMANA - ES CAUSA DE LA MALA INTELEGIBILIDAD MAS ALLÁ DE CIERTAS DISTANCIAS, LO MISMO QUE CUANDO SE HABLA AL AIRE LIBRE, DEBE TENERSE EN CUENTA QUE LAS FRECUENCIAS ALTAS, QUE SON LAS QUE MAS CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD, SUFREN UNA ABSORCIÓN CONSIDERABLEMENTE MAYOR QUE LAS NOTAS GRAVES QUE CONTRIBUYEN A LA POTENCIA SONORA, PERO NO A LA INTELEGIBILIDAD. CONSECUENTEMENTE A CIERTA DISTANCIA DEL ORADOR, EXISTE UN DESEQUILIBRIO CRECIENTE ENTRE LA PARTE ALTA Y BAJA DEL ESPECTRO SONORO, CON NOTABLE PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. LAS NOTAS GRAVES DARÁN LA SENSACIÓN DE QUE LA VOZ LLEGA CON INTEN-

CANALIZACIONES PARA OTRAS INSTALACIONES ESPECIALES.

EN EL CASO DE INSTALACIONES PARA SONIDO, T.V. ALARMAS, ETC., NO EXISTEN NORMAS DE CANALIZACIÓN DEFINIDAS, PERO LOS CRITERIOS A SEGUIR SON CONSISTENTES CON LOS YA EXPUESTOS.

11

- 1) DEBE ASEGURARSE LA PROTECCIÓN DEL CABLE O CONDUCTOR ALOJADO.
- 2) DEBE PERMITIR LA FÁCIL INTRODUCCIÓN O EXTRACCIÓN SIN QUE SUFRA DAÑOS.
- 3) DEBE SER ESTANCO A LA HUMEDAD, POLVO, ROEDORES, ETC.
- 4) LA INSTALACIÓN DEBE RESOLVERSE TOMANDO EN CUENTA LOS RIESGOS A QUE ESTA EXPUESTA LA CANALIZACIÓN, COMO SON CARGAS MECÁNICAS, GOLPES, INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA ETC.
- 5) CUANDO SE TIENE DUDA RAZONABLE DE LA COMPATIBILIDAD DE INSTALACIONES, O POR OTRA CAUSA, LA CONSULTA AL ESPECIALISTA ES INDISPENSABLE.
- 6) DEBEN EVITARSE LAS TRAYECTORIAS TORTUOSAS Y POCO CLARAS Y LOS REGISTROS DEBEN SER SÓLIDOS, AMPLIOS Y ACCESIBLES YA QUE TODAS LAS INSTALACIONES ESPECIALES REQUIEREN ALGÚN TIPO DE ACCESORIOS EN LOS REGISTROS ADEMÁS DE LAS TABLILLAS DE TERMINALES, COMO SON: DERIVADORES, AMPLIFICADORES, TRANSFORMADORES DE IMPEDANCIA, RELEVADORES AUXILIARES ETC.
- 7) EL DIMENSIONAMIENTO DEBE HACERSE CON EL CONOCIMIENTO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE CABLES QUE SE EMPLEAN.

SIDAD SUFICIENTE, PERO LA DEBILIDAD DE LAS NOTAS AGUDAS, HARÁN QUE LA VOZ SEA ININTELEGIBLE, DE AQUÍ, QUE LA FUNCIÓN DEL SISTEMA DE SONIDO NO ES SIMPLEMENTE AMPLIFICAR EL SONIDO, SINO TAMBIÉN, CONSERVAR LA RELACIÓN CORRECTA DEL ESPECTRO SONORO, EN LA ZONA OCUPADA POR EL AUDITORIO. EL SISTEMA DE ALTAVOCES DEBE TENER, POR LO TANTO, CARACTERÍSTICAS DIRECCIONALES ADECUADAS PARA HACER LLEGAR EL SONIDO A LOS LUGARES QUE LO NECESITAN Y TAMBIÉN, COMO HEMOS DICHO ANTERIORMENTE, PARA EVITAR QUE EL SONIDO LLEGUE A LOS MÍCRÓFONOS.

AUDICION EN LOCALES REVERBERANTES.

SE DICE QUE UN LOCAL REÚNE BUENAS CONDICIONES ACÚSTICAS, CUANDO LOS ASISTENTES A UNA CONFERENCIA, A UN CONCIERTO, O A UNA SESIÓN DE CINE SONORO, RECIBEN CON PERFECTA NITIDEZ LA PALABRA Y LA MÚSICA, O SI SE TRATA DE UNA MASA CORAL COMO MÚSICA DE ORGANO, CUANDO EL AUDITORIO SE SIENTE IMPRESIONADO POR LA PLÉNITUD DEL SONIDO Y POR LA MAJESTUOSIDAD DE SU CONJUNTO.

EL ÉCO Y LA RESONANCIA SE ORIGINAN DEL MISMO MODO, LAS ONDAS PROCEDENTES DE UN FOCO O MANANTIAL SONORO SE PROPAGAN EN LÍNEA RECTA EN TODAS DIRECCIONES, CON FRENTE ESFÉRICO Y EN EL MOMENTO EN QUE ALCANZAN A UNA PERSONA PRODUCEN EN SU OÍDO CIERTA SENSACIÓN. SI SE TRATA DE LOCALES CERRADOS, LAS ONDAS SONORAS LLEGAN NO SÓLO A LAS PERSONAS SINO TAMBIÉN A LAS PAREDES, TECHO Y PISO, LOS QUE LAS REFLEJAN Y LAS HACEN LLEGAR DE NUEVO AL AUDITORIO.

CUANDO ENTRE LA LLEGADA DE LA ONDA DIRECTA Y DE LA PRIMERA ONDA REFLEJADA, EXISTE UN INTERVALO DE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO O MÁS (50 MILISEGUNDOS), SE PERCIBEN DOS SENSACIONES SUCESIVAS COMO SI SE TRATARA DE DOS SONIDOS, ESTE FENÓMENO RECIBE EL NOMBRE DE ECO. EN CAMBIO, DEBIDO A LA ESTRUCTURA DEL OÍDO HUMANO, CUANDO ENTRE DOS ONDAS SUCESIVAS NO TRANSCURRE NI UN VEINTEAVO DE SEGUNDO, SE OYE COMO UN SÓLO SONIDO PROLONGADO, POR ESTA RAZÓN, SE DICE QUE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO ES EL PODER DE SEPARACIÓN DEL OÍDO HUMANO.

EL CONJUNTO DE TODAS LAS SENSACIONES PERCIBIDAS POR EL OÍDO EN UN LOCAL CERRADO PROCEDENTES DE UNA ONDA DIRECTA Y ENTRE LAS CUALES NO HAYA UN INTERVALO MAYOR DE 50 MILISEGUNDOS, CONSTITUYE LA REVERBERACIÓN. ÉSTA SE MIDE POR SU DURACIÓN QUE ES EL "TIEMPO DE REVERBERACIÓN".

LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE ES DE APROX. 340 M. POR SEG., 50 MILISEGUNDOS CORRESPONDEN A 17 M APROXIMADAMENTE. PARA EVITAR LA FORMACIÓN DEL ECO, LAS DIMENSIONES DE LA SALA Y POR TANTO DEL CAMINO A RECORRER POR LAS ONDAS SONORAS HAN DE SER TALES QUE NO DEBE HABER MAS DE 17 M ENTRE FRENTE DE LA ONDA DIRECTA Y LA PRIMERA ONDA REFLEJADA. SI BIEN, LA REVERBERACIÓN ES DESEABLE PARA LA AUDICIÓN DE LA MÚSICA, RESULTA PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA, YA QUE EL SONIDO INDIRECTO O SONIDO REVERBERANTE TIENE UN NIVEL DE INTENSIDAD, PRÁCTICAMENTE IGUAL A TODOS LOS PUNTOS DE LA SALA. EN LA FIGURA A Y B SE REPRESENTA EL SONIDO REVERBERANTE POR LA RECTA HORIZONTAL. EL SONIDO INDIRECTO ES ININTELEGIBLE, EL SONIDO DIRECTO DE LA VOZ DEL ORADOR SE DEBILITA RÁPIDAMENTE CON LA DISTANCIA (LA CURVA Pd) Y MÁS ALLÁ DE UNA CIERTA DISTANCIA ES YA INFERIOR AL INDIRECTO, EN LAS PRIMERAS FILAS DE LA SALA PUEDE ENTENDERSE PERFECTAMENTE LO QUE DICE EL ORADOR, NO ASÍ EN LAS FILAS DE MÁS ATRÁS. LOS ALTAVOCES DEL SISTEMA DE SONIDO DEBEN TENER UNA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL, DE MANERA QUE EL SONIDO VAYA HACIA LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA Y LO MENOS POSIBLE HACIA LAS SUPERFICIES REFLEJANTES (TECHO Y PAREDES). EL SONIDO DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO ES ABSORBIDO CASI TOTALMENTE POR EL PÚBLICO, LAS BUTACAS, ALFOMBRAS, ETC. DE ESTE MODO SE CONSIGUE QUE EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES REFUERZEN EL NIVEL ÚTIL EN LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA, SIN ELEVAR APRECIABLEMENTE EL NIVEL DE REVERBERACIÓN.

AUDICION EN UN AMBIENTE RUIDOSO.

LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA PUEDE SER AFECTADA EN GRAN MEDIDA POR EL NIVEL DE RUIDO, ESPECIALMENTE POR LAS COMPONENTES ESPECTRALES DEL RUIDO QUE CUBREN LA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA Y -

PARTICULARMENTE EN LAS NOTAS ALTAS QUE SON LAS QUE CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD. EL SISTEMA DE SONIDO DEBE POR TANTO, REFORZAR ESTA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA DE MODO QUE SUPEREN EL RUIDO AMBIENTE Y RESTAUREN LA INTELEGIBILIDAD.

SEGUN LAS CONSIDERACIONES QUE PRECEDEN PODEMOS RESUMIR LOS REQUISITOS DE UN SISTEMA DE SONIDO COMO SIGUE:

- A) EL MICRÓFONO DEBE CAPTAR EL MÍNIMO POSIBLE DE SONIDO PROVENIENTE DE LOS ALTAVOCES Y DE SONIDO INTERFERENTE, REVERBERACIÓN Y RUIDO.
- B) LOS ALTAVOCES DEBEN DIRIGIR EL SONIDO HACIA LOS LUGARES DONDE SE NECESITA, Y EXCLUIRLO EN OTROS LUGARES, TALES COMO DONDE SE ENCUENTRA EL MICRÓFONO Y LAS SUPERFICIES DURAS, ALTAMENTE REFLEJANTES DEL SONIDO.
- C) LAS CARACTERÍSTICAS DE FRECUENCIA DEL SISTEMA DEBE ESTAR ADAPTADA A LAS CIRCUNSTANCIAS PARA OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS. LA MAYORÍA DE LAS VECES SE REQUIERE LA ATENUACIÓN DE LAS NOTAS GRAVES QUE FAVORECEN LA REVERBERACIÓN. UNA RESPUESTA DE FRECUENCIA PLANA NO ES POR TANTO UNA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE UN SISTEMA DE SONIDO.

EL ORADOR Y EL AUDITORIO.

EN EL CIRCUITO ORADOR-AUDITORIO, INTERVIENEN CUATRO ELEMENTOS PRINCIPALES:

- ORADOR
- EL MICRÓFONO
- EL AMPLIFICADOR
- LOS ALTAVOCES

EL ORADOR

LAS CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ORADOR TOCANTES A LA INTELIGIBILIDAD SON: UNA BUENA ARTICULACIÓN, UN NIVEL MEDIO DE INTENSIDAD DE VOZ LO MAS CONSTANTE POSIBLE Y UN RITMO APROPIADO. EL SISTEMA DE SONIDO PUEDE ELEVAR EL NIVEL DE INTENSIDAD DE UN ORADOR CON POCA VOZ - Y MANTENERLO CONSTANTE DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, PERO NO PUEDE MEJORAR LA ARTICULACIÓN NI EL RITMO DEL ORADOR, HAY QUE SUBRAYAR, - QUE EL SISTEMA DE SONIDO AYUDA AL ORADOR A HACERSE ENTENDER BAJO CIRCUNSTANCIAS DESFAVORABLES AJENAS A SU CONTROL, PERO NO ES PANACEA PARA LOS MALOS ORADORES, POR OTRA PARTE, HABLAR ANTE EL MICRÓFONO EXIGE UNA CIERTA DISCIPLINA DEL ORADOR, ESTE DEBE TENER EN CUENTA QUE LAS VARIACIONES DE LA DISTANCIA ENTRE ÉL Y EL MICRÓFONO A CAUSA DE SUS MOVIMIENTOS, PRODUCIRÁN VARIACIONES MUY MARCADAS EN EL NIVEL DE SALIDA. OTRO PUNTO IMPORTANTE ES QUE EL SISTEMA ESTÁ DISEÑADO E INSTALADO DE MODO QUE SÓLO LLEGUE AL MICRÓFONO LA VOZ DEL ORADOR Y NO EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, EL ORADOR APENAS DEBERÁ OIRLOS PERO ESO NO DEBE DE INDUCIRLE A HABLAR DEMASIADO ALTO, - CANSANDOSE SIN NECESIDAD, E INCOMODANDO INCLUSO A LOS OYENTES. SI SE TRATA DE UN LOCUTOR QUE HABLA DENTRO DE UNA CABINA CERRADA, ÉSTA CABINA NO DEBE TENER UN AMORTIGUAMIENTO ACÚSTICO EXCESIVO, ES DECIR PAREDES DEMASIADO ABSORBENTES, EL LOCUTOR SE OIRÁ ASÍ MISMO DEBILMENTE Y DE MODO NATURAL TENDERÍA A HABLAR DEMASIADO FUERTE.

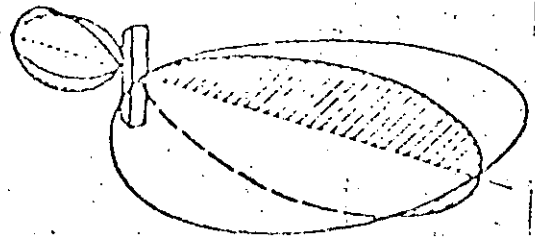
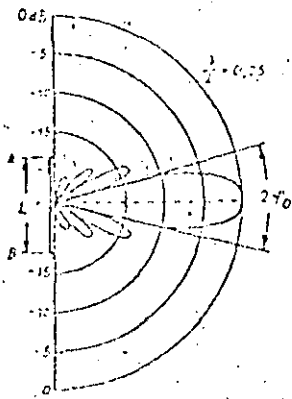
POR OTRA PARTE, UNA CABINA DEMASIADO REVERBERANTE ES MUY PERJUDICIAL PARA LA INTELIGIBILIDAD, PUES ESTA REVERBERACIÓN ES AMPLIFICADA EN UNIÓN CON LA SEÑAL Y ES DIRIGIDA POR LOS ALTAVOCES HACIA - LOS LUGARES DONDE ES MENOS DESEABLE, OTRO TANTO PUEDE DECIRSE DE LOS RUIDOS, LA CABINA DEBE ESTAR AISLADA CONTRA LOS RUIDOS DEL EXTERIOR.

EL MICROFONO

TODA VARIACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE LOCUTOR Y EL MICRÓFONO HACE VARIAR LA POTENCIA DE SALIDA DEL SISTEMA COMO LO INDICAMOS ANTERIO.

MENTE, LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO PEQUEÑA SON MENOS IMPORTANTES, PUEDEN SER NEUTRALIZADOS POR UN LIMITADOR DE VOLUMEN EN EL AMPLIFICADOR, MÁS DIFÍCIL ES CONTRARESTAR LOS EFECTOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO GRANDE, ES POR ESO QUE EN LOS TEATROS CON UN ESCENARIO MUY GRANDE EN EL QUE LOS ACTORES HAN DE HABLAR A VECES MUY LEJOS DEL MICRÓFONO, PLANTEAN UNO DE LOS PROBLEMAS ELECTROACÚSTICOS MÁS DIFÍCILES, PORQUÉ ADEMÁS DE LA VOZ DEL LOCUTOR, EL MICRÓFONO CAPTA EL SONIDO REVERBERANTE (LO QUE IMPLICA SIEMPRE UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA) Y EL RUIDO AMBIENTE. LA RELACIÓN ENTRE EL SONIDO ÚTIL Y EL SONIDO REVERBERANTE DISMINUYE A MEDIDA QUE EL LOCUTOR SE ALEJA DEL MICRÓFONO, ADEMÁS, EL SONIDO PERJUDICIAL CAPTADO POR EL MICRÓFONO, ES AMPLIFICADO POR EL SISTEMA Y DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO, CON LO QUE AUMENTA EL EFECTO INTERFERENTE. TODO ESTO OBLIGA A USAR MICRÓFONOS DIRECCIONALES, LOS MÁS EFICACES SON LOS DE CARACTERÍSTICAS HIPERCARDIODE, SU SENSIBILIDAD EN LA DIRECCIÓN PRIVILEGIADA ES DE 6 DB MAYOR QUE LA SENSIBILIDAD MEDIA PARA EL SONIDO DIFUSO Y SU SENSIBILIDAD MEDIA ES DE 12 DB MAYOR EN EL SEMIESPACIO ANTERIOR (FRENTE) QUE EN EL POSTERIOR (AUDITORIO) SI SE DESEA UN EFECTO DIRECCIONAL MÁS PRONUNCIADO, HA DE EMPLEARSE UNA COLUMNA DE MICRÓFONO, ES DECIR, UN GRUPO DE MICRÓFONOS IGUALES ALINEADOS VERTICALMENTE. EN LA FIG. C SE REPRESENTA LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL TÍPICA DE UNA COLUMNA DE MICRÓFONOS EN EL PLANO DE SIMETRÍA LONGITUDINAL, ESTE DIAGRAMA ES TAMBIÉN VÁLIDO PARA UNA COLUMNA DE ALTAVOCES. COMO SE VE EXISTE UN LÓBULO PRINCIPAL EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LA COLUMNA, EL SEMI-ÁNGULO DE ABERTURA θ_1 DE ESTE LÓBULO ES TANTO MENOR CUANTO MÁS LARGA ES LA COLUMNA, Y CUANTO MENOR ES LA LONGITUD DE ONDA. EL DIAGRAMA DE LA FIGURA CORRESPONDE A UNA LONGITUD DE ONDA IGUAL A 0.25 DE LONGITUD DE LA COLUMNA, LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL EN EL PLANO PERPENDICULAR A LA COLUMNA ES LA QUE CORRESPONDE A UN SÓLO MICRÓFONO, ASÍ PUES UNA FORMA DE AUMENTAR LA INMUNIDAD DEL SISTEMA DE SONIDO AL RUIDO Y A LA REVERBERACIÓN, ES EMPLEAR EN VEZ DE UN MICRÓFONO AISLADO UNA COLUMNA VERTICAL CUYO PLANO MEDIO SE HAYA A LA ALTURA DE LAS CABEZAS DE LOS ACTORES.

CUANDO SE HA DE HABLAR EN UN LOCAL MUY RUIDOSO, POR EJEMPLO UNA SALA DE MÁQUINAS, PUEDE RECURRIRSE A OTRO ARTIFICIO. LOS MICRÓFONOS HIPERCARDIOIDES Y LOS DE TIPO DENOMINADO DE GRADIENTE DE PRESIÓN, TIENEN LA PROPIEDAD DE QUE SU SENSIBILIDAD PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS AUMENTA AL DISMINUIR LA DISTANCIA ENTRE EL MICRÓFONO Y LA FUENTE DE SONIDO. SI EL LOCUTOR HABLA MUY CERCA DEL MICRÓFONO Y MEDIANTE UN FILTRO ELÉCTRICO O ACÚSTICO, SE ASEGURA LA RESPUESTA PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS Y EL RESULTADO SERÁ UNA CURVA PLANA, PERO PARA EL RUIDO QUE PROCEDE DE DISTANCIAS MAYORES, LA CURVA CAERÁ BRUSCAMENTE EN LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE SON PRECISAMENTE LAS PREDOMINANTES EN EL RUIDO. LOS MICRÓFONOS BASADOS EN ESTE PRINCIPIO, SE LLAMAN SUPRESORES DE RUIDO Y PERMITEN OBTENER BUENA INTELEGIBILIDAD E INCLUSO CON UN NIVEL DE RUIDO DE 115 DB.



Patrones de radiación de una columna y de un micrófono.

CURVA DE RESPUESTA

SE HA DICHO YA EN LA PRIMERA PARTE DE ESTAS NOTAS QUE LA CURVA DE RESPUESTA MÁS ADECUADA PARA UN SISTEMA DE SONIDO NO ES PRECISAMENTE LA PLANA, POR DIVERSAS RAZONES SE REQUIERE SIEMPRE UNA MAYOR O MENOR ATENUACIÓN DE LAS FRECUENCIAS BAJAS. UNA PRIMERA RAZÓN PARA HACERLO ASÍ, ES QUE LA INTELEGIBILIDAD DEPENDE PRINCIPALMENTE DE CIERTOS GRUPOS DE FRECUENCIAS ALTAS.

DE UNA MANERA CUANTITATIVA APROXIMADA PODEMOS DECIR QUE LA PARTE DEL ESPECTRO POR DEBAJO DE LOS 600 HZ PROPORCIONA SOLAMENTE UN 25% DE LA INTELEGIBILIDAD, AUNQUE CONTRIBUYE CON UN 70% A LA POTENCIA SONORA TOTAL.

QUE LA PARTE COMPRENDIDA ENTRE 600 Y 7000 HZ PROPORCIONA EL 75% DE LA INTELEGIBILIDAD AUNQUE SÓLO APORTA UN 30% DE LA POTENCIA. UNA SEGUNDA RAZÓN QUE YA HEMOS CITADO, ES QUE LAS FRECUENCIAS BAJAS - SON MENOS ABSORVIDAS POR EL AIRE QUE LAS ALTAS, COMO RESULTADO, A MEDIDA QUE AUMENTA LA DISTANCIA ENTRE LOS OYENTES Y LOS ALTAVOCES, LAS FRECUENCIAS BAJAS VAN PREDOMINANDO SOBRE LAS ALTAS CON PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. UNA TERCERA RAZÓN ES QUE LA REVERBERACIÓN ESTÁ INTEGRADA PRINCIPALMENTE POR FRECUENCIAS BAJAS, ÉSTO SE DEBE EN PARTE A LO QUE ACABAMOS DE DECIR SU MENOR ABSORCIÓN EN EL AIRE, PERO SOBRE TODO A QUE LAS PROPIEDADES DIRECCIONALES DE LOS ALTAVOCES, COLUMNAS, BOCINAS, ETC., SON MUCHO MENOS PRONUNCIADAS PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE PARA LAS ALTAS, POR CONSIGUIENTE - LAS FRECUENCIAS ALTAS SON DIRIGIDAS CORRECTAMENTE HACIA EL AUDITORIO, PERO LAS BAJAS SON IRRADIADAS PRACTICAMENTE EN TODAS DIRECCIONES DANDO ASÍ LUGAR A LA REVERBERACIÓN.

ALTAVOCES.

UN REQUISITO INDISPENSABLE PARA QUE EL SISTEMA DE SONIDO DE BUENOS RESULTADOS, ES QUE EL PÚBLICO NO PUEDA LOCALIZAR ACÚSTICAMENTE LOS ALTAVOCES, ES DECIR, QUE EN CUALQUIER LUGAR DEL AUDITORIO SE TENGA LA SENSACIÓN DE QUE EL SONIDO PROCEDE DEL ESCENARIO, Y NO DEL TECHO U OTRO LUGAR DONDE SE HALLE UN ALTAVOZ CERCANO. SI LOS ALTAVOCES PUEDEN COLOCARSE CERCA DEL ORADOR LA DIFERENCIA DE DIRECCIÓN SERÁ IMPERCEPTIBLE PARA EL PÚBLICO O DICHO DE OTRO MODO PREDOMINARÁ LA IMPRESIÓN VISUAL QUE TIENDE A LOCALIZAR EL SONIDO EN EL ORADOR, PERO EL PELIGRO DE LA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA IMPIDE COLOCAR EL ALTAVOZ DEMASIADO CERCA DEL MICRÓFONO A MENOS QUE SEA DE ESCASA POTENCIA. CUANDO UN ALTAVOZ ESTÁ SITUADO A DISTANCIA CONSIDERABLE DEL ORADOR ES NECESARIO, HACER IMPERCEPTIBLE SU PRESENCIA POR OTROS MEDIOS.

SE HA COMPROBADO QUE EL OÍDO ESTABLECE LA POSICIÓN DE UNA FUENTE SONORA POR EL PRIMER ESTIMULO QUE RECIBE, DICHO DE OTRO MODO, SI DESPUÉS DE UN PRIMER SONIDO EL OÍDO RECIBE OTROS SONIDOS IGUALES PROCEDENTES DE OTRAS DIRECCIONES, CONFUNDIRÁ ESTÁ SEGUNDA DIRECCIÓN CON LA PRIMERA, INCLUSO, CUANDO EL SONIDO ES POTENTE (AFECTO JAS), SIN EMBARGO ESTE FENÓMENO OCURRE SOLAMENTE ENTRE CIERTOS LÍMITES. SI EL SEGUNDO SONIDO SUPERA AL PRIMERO EN MÁS DE DIEZ FONOS EL OÍDO LO PERCIBIRÁ DISTINTAMENTE.

EXISTE UNA RELACIÓN ENTRE EL RETARDO Y LA INTENSIDAD PERMISIBLE, LA SITUACIÓN MAS FAVORABLE SE CONSIGUE CUANDO EL RETARDO ESTÁ COMPRENDIDO ENTRE LOS 10 Y 25 MILISEGUNDOS, ENTONCES ES PERMISIBLE UNA DIFERENCIA DE INTENSIDAD DE HASTA 10 FONOS A FAVOR DEL SEGUNDO SONIDO.

ESTE RETARDO PUEDE OBTENERSE DE UN MODO NATURAL, POR LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEL SONIDO DEL ALTAVOZ Y POR LA VOZ DEL LOCUTOR. PARA LOGRAR EL RETARDO DE 10 O MÁS MILISEGUNDOS LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEBE DE SER DE 3.5 M O MÁS. ESTE SISTEMA ES FÁCIL Y CÓMODO CUANDO SÓLO SE EMPLEA UN ALTAVOZ O UNA COLUMNA.

SISTEMAS DE SONIDOOBJETIVO DEL SISTEMA Y DETERMINACIÓN DE NECESIDADES:

UN SISTEMA DE SONIDO COMERCIAL, ES AQUÉL QUE SE APLICA A INSTITUCIONES COMO HOTELES, RESTAURANTES, BARES, HOSPITALES, EDIFICIOS DE OFICINAS, ETC., CUYOS OBJETIVOS PRIMORDIALES SON:

- I MÚSICA DE FONDO
- II LLAMADAS A PERSONAL (VOCEO)
- III AMBOS

DE LO ANTERIOR SE PUEDE CONCLUIR QUE EL SISTEMA NO REQUIERE FORZOSAMENTE ALTA FIDELIDAD, POR LO QUE ES MAS SUFICIENTE CONTAR CON UN EQUIPO CAPAZ DE REPRODUCIR AUDIO FRECUENCIAS DEL ORDEN DE 45 A 14000 HERTZ CON MENOS DE 1% DE DISTORSIÓN TOTAL, A UN NIVEL NORMAL DE OPERACIÓN.

UN EQUIPO COMERCIAL, DEBE SER SENCILLO DENTRO DE LO POSIBLE, PARA QUE SU OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SEAN RELATIVAMENTE SIMPLES EN FUNCIÓN DEL PERSONAL DISPONIBLE, Y DEBE SER ROBUSTO YA QUE POR LO GENERAL OPERA ENTRE 8 Y 16 HORAS DIARIAS CONTINUAS Y EVENTUALMENTE RECIBE TRATOS INCONVENIENTES.

POR LO GENERAL, LOS SISTEMAS NO SON TAN SIMPLES COMO EN OCASIONES PARECEN Y DEBEN RESOLVERSE EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN POR ZONAS COMO SON.

NO TODAS LAS ÁREAS REQUIEREN EL MISMO HORARIO DE SERVICIOS, POR LO QUE DEBEN PREVEERSE CANALES O INTERRUPTORES PARA MANEJARLOS INDEPENDIENTEMENTE.

ES POSIBLE QUE SE REQUIERAN PROGRAMAS MUSICALES O VOCEO DIFERENTES EN CADA ZONA, LO QUE OBLIGA A PREVEER AMPLIFICADORES SEPARADOS.

CUANDO EN CIERTA ÁREA SE REQUIEREN AMBOS SERVICIOS, ES IMPORTANTE DECIDIR SI EL VOCEO SE SUPERPONDRÁ A LA MÚSICA DE FONDO A UN NIVEL MAYOR, O SI AL EFECTUAR LLAMADAS, DEBERÁ CORTARSE LA MÚSICA DE FONDO PARA DAR MAYOR INTELIGIBILIDAD A LAS PALABRAS, EN ESTE ÚLTIMO CASO SE REQUERIRÁ UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE, ACTUADO MEDIANTE EL BOTÓN OPERADOR DEL MICRÓFONO DE VOCEO.

LA PRÁCTICA USUAL EN UN SISTEMA COMERCIAL CON MÁS DE 10 BOCINAS, (POR DECIR UNA CIFRA) ES DISTRIBUIR LA SALIDA DE AUDIO, MEDIANTE EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, (70 Ó 100 VOLTS.) SALIDA DE LA QUE ESTÁN DOTADOS LOS AMPLIFICADORES COMERCIALES. ESTO PERMITE EVITAR COMPLICADAS CONEXIONES SERIE-PARALELO ENTRE LAS BOCINAS, PARA IGUALAR IMPEDANCIAS ENTRE EL AMPLIFICADOR Y ESTAS.

EN EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, LA CONEXIÓN DE BOCINAS SE HACE EN PARALELO APLICANDO TRANSFORMADORES DE LÍNEA (PRIMARIO A 70/100 V Y SECUNDARIO EN 4, 8 Ó 16 AHMS) Y ESTO SIMPLIFICA ENORMEMENTE LOS ALAMBRADOS.

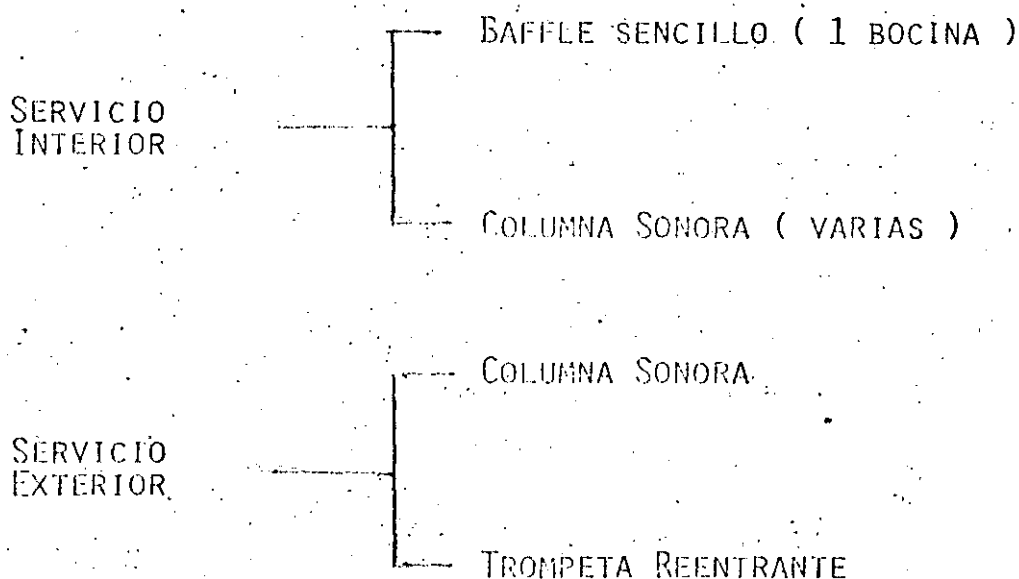
NÓ OBSTANTE SIEMPRE ES POSIBLE QUE UN TRANSFORMADOR O UN RAMAL DE LA LÍNEA PUEDA SUFRIR UN "CORTO CIRCUITO", ESTO CONDUCE A QUE GRAN PARTE DE LA ENERGÍA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR, SE PERDERÍA Y EL VOLUMEN DE TODAS LAS BOCINAS CONECTADAS A ÉSTE SE ANULARÍA. COMO ES DE COMPRENDERSE ES MUY DÍFICIL DETERMINAR CUAL TRANSFORMADOR SE PUSO EN "CORTO CIRCUITO" O A QUÉ RAMAL OCURRIÓ ESTE, POR ELLO ES DEFINITIVAMENTE NECESARIO DIVIDIR EL SISTEMA DE CIRCUITOS RAZONADOS QUE TERMINADOS EN TABLILLAS DE CONEXIÓN O EN UN TABLERO DE INTERRUPTORES, PERMITAN DETECTAR FÁCILMENTE LA FALLA Y AISLARLA SIN AFECTAR TODO EL SISTEMA.

ADICIONALMENTE EN LOCALES CUYAS CONDICIONES ACÚSTICAS SON CRÍTICAS, COMO SON, IGLESIAS, AUDITORIOS, GIMNASIOS, ETC., ES NECESARIO CONTAR

CON CIRCUITOS DE BOCINAS, ARREGLADOS EN TAL FORMA, QUE SEAN SUSCEPTIBLES DE PONER EN OPERACIÓN SOLAMENTE AQUELLAS BOCINAS QUE SIRVEN A LAS ZONAS OCUPADAS POR EL PÚBLICO, A FIN DE ELIMINAR AL MÁXIMO - LOS PROBLEMAS DE REVERBERACIÓN.

SELECCION DE EQUIPO

CLASIFICACIÓN DE BOCINAS Y CAJAS ACÚSTICAS (ALTAVOCES), SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN Y SERVICIO:



SE INDICÓ QUE LA RESPUESTA IDEAL SERÍA ENTRE 45 Y 14000 HERTZ, ESTO DEPENDERÁ DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA BOCINA COMO SON DIÁMETRO DEL CONO, DIÁMETRO DE LA BOBINA DE VOZ, RELACIÓN ENTRE LOS ANTERIORES DIÁMETROS, DENSIDAD DEL FLUJO MAGNÉTICO DEL IMÁN PERMANENTE, ETC., EN REALIDAD DEPENDE DE APLICAR UNA BOCINA DE BUENA CALIDAD Y BUEN DISEÑO, LO QUE SE PODRÁ LOGRAR SI SE RECURRE A FABRICANTES DE PRESTIGIO Y SE REVISAN ESPECIFICACIONES MÍNIMAS.

DESDE LUEGO, ADICIONALMENTE A LA BOCINA EMPLEADA, ES DEFINITIVA LA INFLUENCIA DEL BAFFLE O CAJA ACÚSTICA, DESGRACIADAMENTE LOS BAFFLES MÁS EFICIENTES RESULTAN EXTREMADAMENTE VOLUMINOSOS Y NO SON APLICA-

CABLES EN LA GENERALIDAD DE LAS INSTALACIONES, ESTO OBLIGA A EMPLEAR BAFFLES DE DIMENSIONES LIMITADAS POR LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN, LO QUE TIENE COMO CONSECUENCIA UNA REDUCCIÓN IMPORTANTE EN LA EFICIENCIA DEL CONJUNTO, Y SIGNIFICA QUE SE DEBERÁN USAR BOCINAS CON UNA POTENCIA DE SALIDA DE APROXIMADAMENTE 5 VECES MAYOR QUE LA POTENCIA ACÚSTICA NECESARIA.

EN EL CASO PARTICULAR DE EMPLEAR TROMPETAS REENTRANTES, POR SU CONSTRUCCIÓN SE DEBE ACEPTAR UNA RESPUESTA DE FRECUENCIAS DEL ORDEN - DE 160-9000 HERTZ, QUE NO ES APROPIADA PARA REPRODUCCIONES MUSICALES PERO ADECUADA PARA VOCEO.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA, INDEPENDIEMENTE DEL ASPECTO ESTÉTICO, DEBE SER ROBUSTA Y CON SUS PARTES RÍGIDAMENTE UNIDAS, DE LO CONTRARIO SE TENDRÁN VIBRACIONES INDESEABLES Y MOLESTAS.

PARA EL CÁLCULO DE POTENCIA SE DEBEN CONSIDERAR VARIOS ASPECTOS INTERDEPENDIENTES QUE SON:

ALTAVOZ: ESTA COMPUESTO POR LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, POR LA CAJA ACÚSTICA Y ACCESORIOS.

~~-----~~ NIVEL DE RUIDO AMBIENTE DEL LOCAL A SONORIZAR.

EN RELACIÓN CON LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, LA POTENCIA INDICADA POR EL FABRICANTE, ES LA POTENCIA NOMINAL, LO QUE SIGNIFICA POTENCIA NETA DE CONSUMO DE LA BOCINA, QUE SE DENOMINA "POTENCIA DE AUDIO" CUYA UNIDAD ES EL AUDIO-WATT.

COMO SE COMPRENDERÁ, NO TODA ESTA POTENCIA SE TRANSFORMARÁ EN "POTENCIA ACÚSTICA" QUE ES AQUELLA POTENCIA TRANSMITIDA AL AIRE A FRECUENCIAS AUDIBLES, YA QUE DEPENDERÁ DE LA EFICIENCIA DE LA BOCINA, QUE ES DEL ORDEN DE 5 A 15%.

ADICIONALMENTE SE DEBERÁ TOMAR EN CUENTA LA CAJA ACÚSTICA, QUE COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE TAMBIÉN ACARREA PÉRDIDAS:

A PARTIR DE LAS CONSIDERACIONES HECHAS, Y DEL NIVEL DEL RUIDO AMBIENTE, SE HAN PREPARADO LAS SIGUIENTES FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA OBTENER $P_T =$ "POTENCIA NOMINAL" EN WATTS DEL TOTAL DE BOCINAS NECESARIAS.

SERVICIO INTERIOR: CON BAFFLES CONVENCIONALES O COLUMNAS SONORAS .

$$P_T = \frac{KV}{100}$$

EN QUE:

V = VOLUMEN DEL LOCAL EN M^3 .

K = CONSTANTE QUE VALE:

5 PARA RUIDO AMBIENTE BAJO

8 PARA RUIDO AMBIENTE MEDIO

12 PARA RUIDO AMBIENTE ALTO

POTENCIA POR BOCINA: $= \frac{P_T}{\text{NUM. DE BOCINAS.}}$

CUANDO SE COLOCAN ALTOPARLANTES EN EL TECHO, EN EL CASO DE LOCALES DE NO MÁS DE 4 M. DE ALTURA, LA DISTANCIA ENTRE ALTOPARLANTES PARA LOGRAR LA MEJOR DISTRIBUCIÓN SE OBTIENE APROXIMADAMENTE COMO SIGUE:

$$D = 2.4 (H - 1.5)$$

EN QUE: D = SEPARACIÓN ENTRE BOCINAS EN M.

H = ALTURA DEL LOCAL EN M.

SERVICIO EXTERIOR:

USANDO TROMPETAS REENTRANTES SE TIENE:

$P_{T60} = 0.4 D$ (TROMPETA CON RADIACIÓN A 60°)

$P_{T30} = 0.2 D$ (TROMPETA CON RADIACIÓN A 30°)

EN QUE:

D = DISTANCIA EN METROS AL OYENTE INTERMEDIO. (PROFUNDIDAD).

P = POTENCIA NOMINAL DE CADA TROMPETA EN WATTS.

EN CUANTO AL NÚM. DE TROMPETAS A UTILIZAR, SE OBTIENE

$$N_{60} = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{Y} \quad N_{30} = \frac{F}{0.54 D}$$

EN QUE:

F = FRENTE EN METROS QUE SE PRETENDE CUBRIR.

CUANDO SE USAN TROMPETAS, SE DEBE CONSIDERAR Y MUY ESPECIALMENTE CUANDO SE APLICAN CON RADIACIÓN A 30°, QUE DEBEN ESTAR A CIERTA DISTANCIA DEL OYENTE MÁS PRÓXIMO, PARA EVITAR QUE ESTE RECIBA DEMASIADA INTENSIDAD, ESTO SE RESUELVE ELEVANDO LA TROMPETA SOBRE EL NIVEL DEL AUDITORIO, E INCLINÁNDOLA ADECUADAMENTE, CON UNA TENDENCIA A OBTENER UNA DISTANCIA UNIFORME CON RESPECTO A TODO EL AUDITORIO. CASO MUY PARECIDO A LA FORMA EN QUE SE APLICA UN REFLECTOR DE ALUMBRADO.

LA TROMPETA REENTRANTE SE DEBE USAR CUANDO SE TRATA DE OBTENER GRAN PENETRACIÓN, O SEA LOGRAR ALCANCES PROFUNDOS.

TAMBIÉN ES APLICABLE PARA NIVELES DE ALTO RUIDO AMBIENTE.

EN EL CASO EN QUE SE APLICAN COLUMNAS SONORAS, TANTO EN INTERIORES COMO EXTERIORES,

SE TIENE QUE:

$$P_t = 0.8 D$$

$$N = \frac{F}{2D}$$

EL MONTAJE DE UNA COLUMNA, DEBE SER RELATIVAMENTE BAJO Y DIRIGIDO, YA QUE LA RADIACIÓN ES APROXIMADAMENTE DE 130° EN ÁNGULO HORIZONTAL Y 40° EN EL ÁNGULO VERTICAL.

ADICIONALMENTE, LA COLUMNA NO POSEE GRAN PENETRACIÓN, POR LO QUE NO SE RECOMIENDA PARA CUBRIR DISTANCIAS MAYORES DE 30 M.

AL SELECCIONAR UNA COLUMNA, SE DEBEN VERIFICAR CIERTAS CONDICIONES COMO SON:

- LAS BOCINAS QUE LA CONSTITUYEN DEBEN QUEDAR LO MÁS PRÓXIMAS POSIBLES ENTRE SÍ.
- GABINETE RÍGIDO QUE NO VIBRE POR LA PRESIÓN ACÚSTICA.
- ACABADO ADECUADO PARA EL USO, ESPECIALMENTE PARA LA INTemperie, EN QUE DEBE SOPORTAR LLUVIAS, POLVO, ETC.

FASEADO DE BOCINAS:

PARA ACLARAR ESTE CONCEPTO, DEBEMOS CONSIDERAR, QUE EL SONIDO ES UNA VIBRACIÓN QUE SE TRASMITE AL MEDIO AMBIENTE Y QUE COMO TODA ONDA VIBRATORIA TIENE MÁXIMOS Y MÍNIMOS. SI EN UN MISMO INSTANTE UNA BOCINA EMITIERA UN IMPULSO POSITIVO, EN TANTO QUE OTRA DENTRO DEL MISMO LOCAL EMITIERA UN IMPULSO NEGATIVO. OBTIVAMENTE SE ESTARÍAN CONTRARRESTANDO Y ESTO ES TOTALMENTE INDESEABLE, DE AQUI LA NECESIDAD DE CONECTAR TODAS LAS BOCINAS CON IDÉNTICA POLARIDAD. ESTA OPERACIÓN SE LLAMA "FASEADO DE BOCINAS", PARA OBTENER UN TRABAJO ADITIVO.

EN OTRAS OCASIONES ES POR EL CONTRARIO, NECESARIO QUE OPEREN EN OPOSICIÓN, COMO CUANDO SE INSTALAN FRENTE A FRENTE LOGRANDO ASÍ UN EFECTO ADITIVO.

CONTROLES DE VOLUMEN Y SELECTORES

CONTROLES DE VOLUMEN:

EN OCASIONES, ES NECESARIO CONTROLAR EL VOLUMEN DE SONIDO POR ÁREAS O LOCALES INDIVIDUALES, YA QUE LAS CARACTERÍSTICAS ENTRE ELLOS EN CUANTO A PERSONAL QUE LOS OCUPA, ACÚSTICA DEL LOCAL, ETC., PRESENTAN UN PANORAMA DEMASIADO HETEROGÉNEO PARA ADMITIR SÓLO UN CONTROL DE VOLUMEN CENTRAL. ESTO SE RESUELVE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CONTROLES DE VOLUMEN, QUE EN ESENCIA SON POTENCIÓMETROS QUE GOBIERNAN LA ENTRADA DE ENERGÍA A LA BOCINA.

LA FORMA DE APLICARLOS PUEDE SER VARIADA, Y EN OCASIONES SE TORNA COMPLEJA, POR LO QUE SOLAMENTE MENCIONARÉ APLICACIONES TÍPICAS.

EL CONTROL PUEDE INSTALARSE:

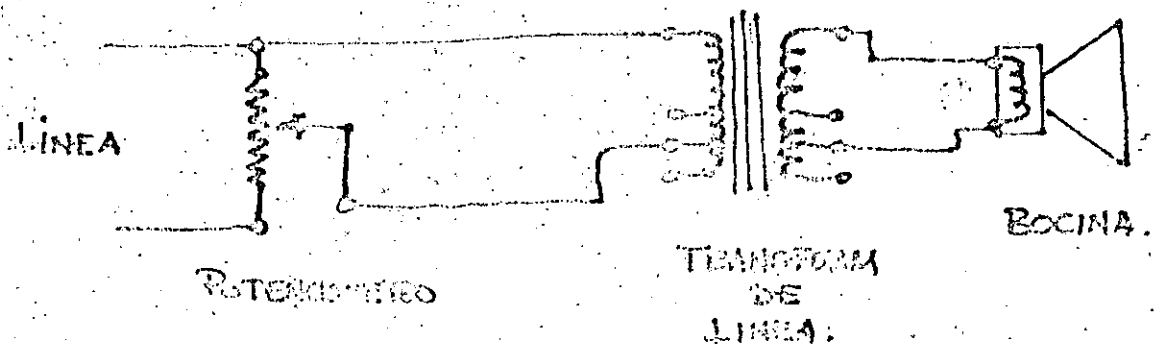
- A) EN LA CAJA ACÚSTICA MISMA CON OPERACIÓN INTERNA O EXTERNA EN FUNCIÓN DE SI EL AJUSTE QUE SE PRETENDE, ES EVENTUAL O CONTINUO.
- B) EN ALGÚN PUNTO DEL LOCAL PARA QUE EL USUARIO CONTROLE UNA O VARIAS BOCINAS A VOLUNTAD.
- C) VARIOS EN UN TABLERO DE CONTROL LOCALIZADO ESTRATÉGICAMENTE, PARA DESDE ESE PUNTO CONTROLAR VARIAS ÁREAS PÚBLICAS.

EL CONTROL DEBERÁ SER CAPAZ DE MANEJAR LA POTENCIA QUE DEMANDARÁN LAS BOCINAS CONTROLADAS. ESTA POTENCIA SE ESPECIFICA EN WATTS, PERO DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE SE REFIERE A WATTS CONTINUOS O SEA VALOR RMS QUE ES EL CASO DEL AUDIO.

NORMALMENTE ES ACEPTABLE APLICAR UN POTENCIÓMETRO, POR EJEMPLO DE 4 WATTS PARA EL MANEJO DE 4 BOCINAS DE 5 WATTS SIN PROBLEMAS.

DE SER DE PRIMERA CALIDAD, TIPO DE ALAMBRE, ROBUSTO Y CON UNA BUENA SOLUCIÓN MECÁNICA, YA QUE ES UN DISPOSITIVO DE USO CONTINUO Y DIARIO EN MUCHOS CASOS.

CONEXION TIPICA:



RESISTENCIA OHMICA:

EL VALOR DEBE SELECCIONARSE A PARTIR DEL NÚMERO DE CONTROLES EN PARALELO CONECTADOS A UN MISMO AMPLIFICADOR, YA QUE SIGNIFICARÁN CARGA.

ESTE CÁLCULO ES DE VITAL IMPORTANCIA, YA QUE DE QUEDAR CORTO EL VALOR; HABRÁ PÉRDIDAS ENORMES DE ENERGÍA EN DETRIMENTO DEL AMPLIFICADOR Y DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA Y DE QUEDAR EXCEDIDO EN EL VALOR, NO SE TENDRÁ CONTROL SOBRE LAS BOCINAS.

EN CONCRETO, LO IDEAL SERÁ IGUALAR AL MÁXIMO LA IMPEDANCIA DEL CIRCUITO CON LA DEL AMPLIFICADOR QUE LO ALIMENTA.

PARA LOGRARLO ES NECESARIO EFECTUAR UN CÁLCULO DE CIRCUITOS EN PARALELO A PARTIR DE LA IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR.

EN SISTEMAS A VOLTAJE CONSTANTE (70 VOLTS Ó 100 VOLTS) ES APLICABLE LA SIGUIENTE FÓRMULA EMPÍRICA:

$$R_p = \frac{NpZ}{4}$$

EN QUE:

R_p = RESISTENCIA DEL POTENCIÓMETRO EN OHMS.

Np = NÚMERO DE POTENCIÓMETROS.

Z = IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR EN OHMS.
(VARÍA ENTRE 90 Y 120 OHMS).

INSTALACIONES DE T.V. CIRCUITO CERRADO.

SU DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PUEDEN SER DE MUY VARIABLE COMPLEJIDAD EN FUNCIÓN DEL SERVICIO QUE SE PRETENDE DEBAN PRESTAR Y DE LA DIMENSIÓN DEL SISTEMA.

LAS APLICACIONES USUALES SON: VIGILANCIA, SUPERVISIÓN INDUSTRIAL, EDUCACIÓN, PUBLICIDAD, INFORMACIÓN ETC.

ESTOS SISTEMAS ESTAN CONSTITUIDOS BÁSICAMENTE DE CÁMARAS QUE GENERAN LAS SEÑALES DE VIDEO Y DE AUDIO QUE EN OCASIONES SE INCORPORAN, Y DE UNA UNIDAD RECEPTORA LIGADOS POR UN CABLE COAXIAL, DE NO MÁS DE 300 M. SI SE PRETENDIERA AUMENTAR LA DISTANCIA O BIEN INCREMENTAR LOS RECEPTORES O MONITORES, TENDRÍAN QUE USARSE AMPLIFICADORES PARA COMPENSAR LAS PÉRDIDAS EN LA SEÑAL.

PUEDEN TENERSE SISTEMAS COMPLEJOS CON VARIAS CÁMARAS Y RECEPTORES, CONMUTACIÓN, AUDIO Y VIDEO COMBINADOS ETC., SER BLANCO Y NEGRO O COLOR, Y DE MUY DIVERSAS CUALIDADES SEGÚN EL CASO.

TAMBIÉN ES COMÚN TENER ACCESORIOS ESPECIALES, COMO MONTAJE DE CONTROL REMOTO CON MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL, ROTARIO O DE TRANSLACIÓN.

TODO LO ANTERIOR REQUIERE DE CUIDADOSA PLANEACIÓN POR EL ESPECIALISTA Y DE ELLA HABRÁN DE DERIVARSE LAS PREPARACIONES QUE DEBEN DEJARSE EN EL EDIFICIO, CANALIZACIONES, SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL, APOYOS, TIERRAS, PROTECCIONES, CABINAS DE CONTROL ETC.

SEÑALIZACIÓN E INFORMACION

EN UNA GRAN CANTIDAD DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS LAS INSTALACIONES DE SEÑALIZACIÓN SON DE IMPORTANCIA, POR EJEMPLO:

TIENDAS DE DEPARTAMENTOS: REQUIEREN LLAMADAS AUDIO VISUALES PARA PERSONAL EJECUTIVO O ADMINISTRATIVO CUYA UBICACIÓN FÍSICA NO ES PERMANENTE DENTRO DEL EDIFICIO.





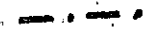



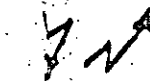








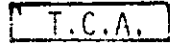






AEROPUERTOS: REQUIEREN EL MISMO SERVICIO CITADO, MÁS LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO COMO SON LOS TABLEROS DE VUELOS.

INSTALACIONES DEPORTIVAS: EMPLEAN LOS SISTEMAS CITADOS, MÁS OTROS PARA CONTROL DE EVENTOS, COMO ES EL CRONOMETRAJE.

COMO SE HA DICHO, EL OPORTUNO CONOCIMIENTO DE LAS NECESIDADES Y LA COORDINACIÓN CUIDADOSA CON LOS RESPONSABLES DE ESTAS ESPECIALIDADES, ES LA ÚNICA FORMA DE ASEGURAR INSTALACIONES O PREPARACIONES ADECUADAS QUE PERMITAN LA FÁCIL INSTALACIÓN DE CABLEADOS Y EQUIPOS Y SU CONSERVACIÓN.

NO ES POSIBLE ENTRAR EN EL DETALLE DE ESTAS INSTALACIONES, PERO BASTA CON DECIR QUE TODAS SE DESARROLLAN BAJO PRINCIPIOS MÁS O MENOS COMUNES Y QUE UTILIZAN AL IGUAL CANALIZACIONES QUE SE RIGEN CON NORMAS PARECIDAS A LAS YA CITADAS Y UTILIZAN CONDUCTORES CUYAS CARACTERÍSTICAS SE ENCUENTRAN EN LOS CARTÁLOGOS DE CABLES PARA TELECOMUNICACIONES, PARA ELECTRÓNICA Y PARA FUERZA, CON LO QUE ES POSIBLE DIMENSIONAR LAS CANALIZACIONES.

S I M B O L O G I A

	TUBERÍA DE 19 MM DE DIÁMETRO		REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.16 USG 150x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA 1.5 CM. (600 PARES).
	TUBERÍA DE 13 MM DE DIÁMETRO		REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 80x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (300 PARES)
	TUBERÍA DE 25 MM DE DIÁMETRO		SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO EN MURO PISO
	TUBERÍA DE 38 MM DE DIÁMETRO		SALIDA PARA TELÉFONO EXTENSIÓN DE CONMUTADOR EN PISO O MURO.
	TUBERÍA HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO. LA TUBERÍA SE DEBERÁ INDICAR SI ES POR PISO, LOSA O MURO Y DE QUE MATERIAL.		SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL PILOTO EN PISO O MURO.
	DUCTO DE P.V.C AHOGADO EN CONCRETO.		SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL SUPEDITADO, EN PISO O MURO.
	REGISTRO DE TABIQUE DE (X) DIMENSIONES CON POZO DE ABSORCIÓN AL FONDO.		SALIDA PARA TELÉFONO DE EXTENSIÓN EN PISO O MURO.
	POZO DE VISITA DE CONCRETO ARMADO DE (X) DIMENSIONES.		SALIDA PARA TELÉFONO PÚBLICO EN MURO.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 28x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.		CONMUTADOR AUTOMÁTICO TELEFÓNICO TIPO (X) Y (Y) EXTENSIONES.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.		RECTIFICADOR DE CORRIENTE.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x56x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.		BANCO DE BATERIAS.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 70x56x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (100 PARES).		
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG 100x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM (400 PARES).		

VENTANAS, CERCAS, ETC.

- FOTOELÉCTRICOS QUE OPERAN AL INTERRUMPIRSE EN HAZ LUMINOSO, SIMPLE O COMPLEJO, EN LUZ VISIBLE O INFRARROJA, O BIEN POR ALTERACIÓN DE UN CAMPO LUMINOSO.
- ULTRASÓNICOS, QUE OPERAN BAJO EL PRINCIPIO DE QUE UNA ONDA SÓNICA PERMANENTE, SE ALTERA CUANDO UN OBJETO SE MUEVE DENTRO DE SU CAMPO. (30 KHZ).
- DE MICROONDAS QUE OPERAN BAJO UN PRINCIPIO SIMILAR, CON LA ÚNICA DIFERENCIA DE QUE NO SE APOYA EN LA PRESIÓN CAUSADA POR LA ONDA SÓNICA, SINO EN LA DEFORMACIÓN DE LA MICROONDA (10,000 MHZ.) POR EFECTO DOPPLER.
- DE PROXIMIDAD QUE DETECTAN A UNA PERSONA U OBJETO POR LA VARIACIÓN DEL CAMPO CAPACITIVO.
- Y LAS ALARMAS MANUALES.

CONTRA INCENDIO:

- MANUALES: POR OPERADOR
- TÉRMICOS, QUE PERCIBEN LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.

POR OTRA PARTE, LOS PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE ESTOS SISTEMAS DEBEN SER CONOCIDOS POR EL INSTALADOR A EFECTO DE QUE ESTÉ EN CAPACIDAD DE INTERPRETAR APROPIADAMENTE LOS PROYECTOS DEL ESPECIALISTA Y AUXILIARLO EN LA SOLUCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA, ES DECIR EN DETERMINAR TRAYECTORIAS, LOCALIZACIÓN DE REGISTROS Y CONTROLES, TOMANDO EN CUENTA LOS POSIBLES PROBLEMAS DE INTERFERENCIA O INCOMPATIBILIDAD CON LOS OTROS SISTEMAS QUE INTEGRAN EL EDIFICIO O CONJUNTO.

ALARMAS (INSTALACIONES DE SEGURIDAD)

LA FUNCIÓN DE UNA ALARMA, SEA CONTRA ROBO O INCENDIO U OTRA, ES DAR AVISO DE UNA ANOMALÍA Y EVENTUALMENTE PONER EN SERVICIO DISPOSITIVOS O SISTEMAS QUE LA SUPRIMAN.

PARA LOGRARLO, EXISTEN UN SINÚMERO DE ELEMENTOS DETECTORES DE ESA ANOMALÍA O FALLA, LOS QUE DEBIDAMENTE SELECCIONADOS Y LOCALIZADOS E INTERCONECTADOS ENVÍAN SEÑALES A UNO O MÁS TABLEROS RECEPTORES, EN LOS QUE DICHA SEÑAL SE INTERPRETA Y ACTIVA SEÑALES AUDIBLES Y VISUALES PARA INFORMAR DEL HECHO AL PERSONAL A CARGO, Y TAMBIÉN - COMO SE DIJO; PARA ACTIVAR LOS SISTEMAS RESTRICTORES. ESTOS SISTEMAS TAMBIÉN PUEDEN ACTUAR SOBRE CENTRALES EXTERNAS AL EDIFICIO.

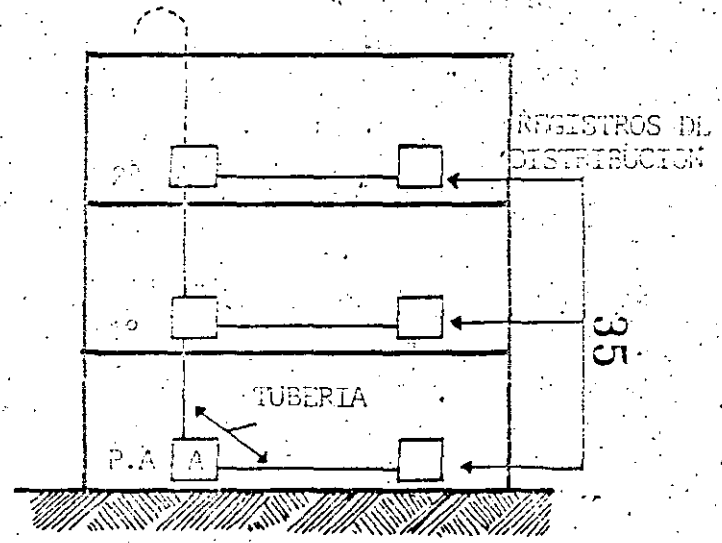
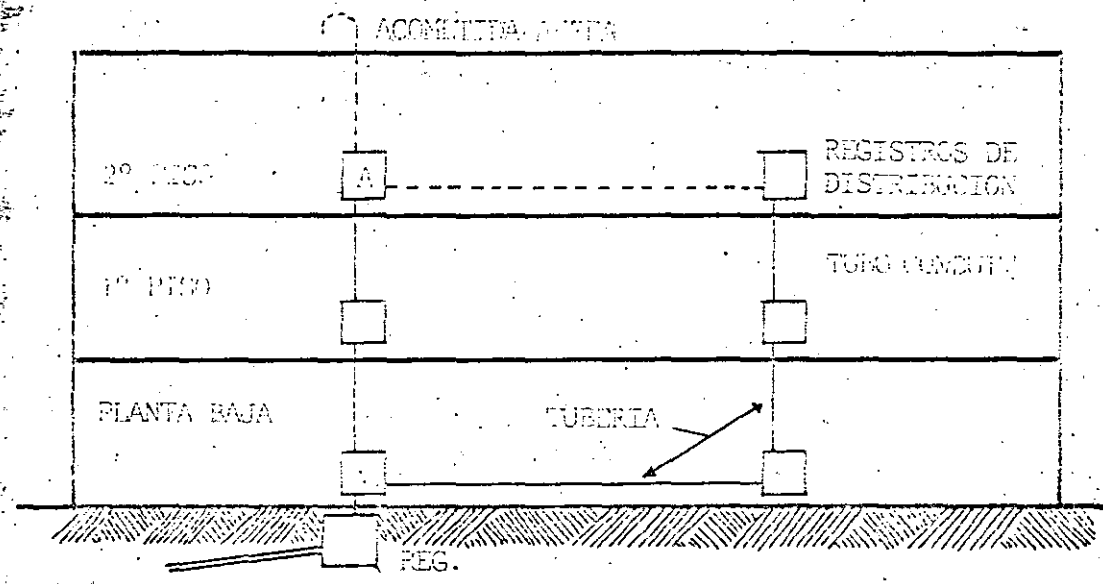
LOS DISPOSITIVOS SE ENLAZAN A TRAVÉS DE CONDUCTORES CONVENCIONALES O ESPECIALES, DEBIDAMENTE PROTEGIDOS POR CANALIZACIONES QUE SIEMPRE SON INDEPENDIENTES DE OTROS SISTEMAS, Y LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DEBE OTORGARLE GRAN CONFIABILIDAD, TANTA QUE INCLUSIVE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN SON ESPECIALMENTE SELECCIONADAS Y A VECES DUPLICADAS Y CON SISTEMAS DE APOYO EN EMERGENCIA.

LOS DISPOSITIVOS DETECTORES MÁS USUALES SON:

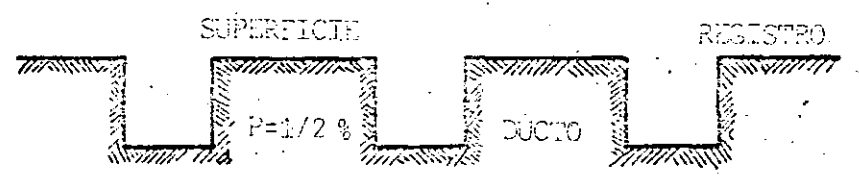
CONTRA ROBO:

- ELECTROMÉCANICOS CON INTERRUPTORES QUE SE INSTALAN EN PUERTAS,

CANALIZACIONES VERTICALES		
Nº. DE PARES	DIANETRO DE TUBERIA	
10 - 30	25 mm	
40 - 50	32 "	
70 - 80	30 "	
100 - 150	50 "	
200 - 300	70 "	

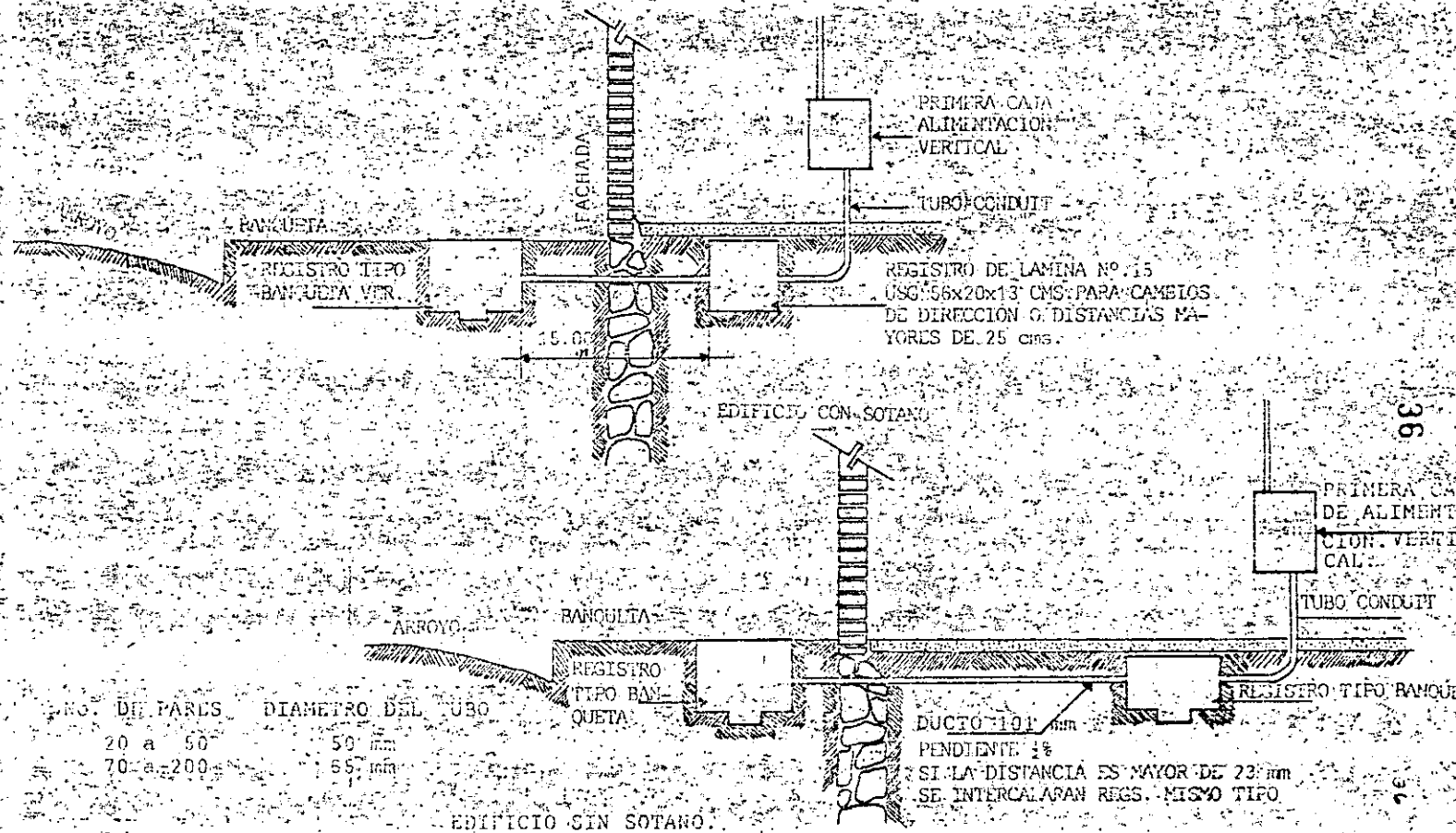


DUCTO PARA ENLACE DE ACOMETIDA SUBTERRANEA.



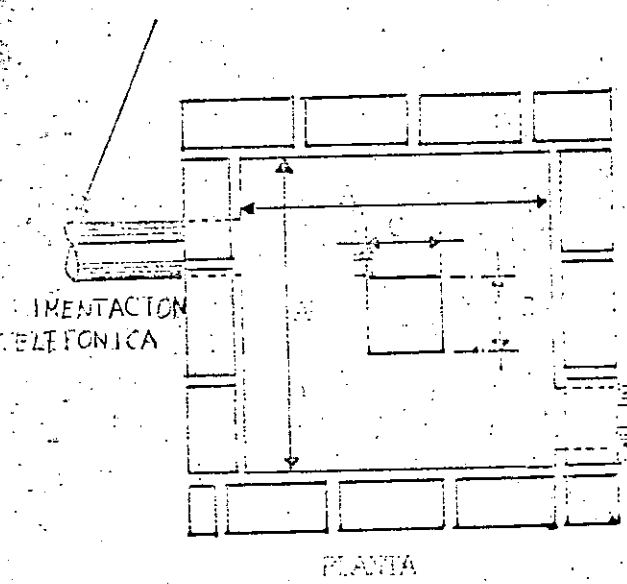
DISPOSICION CORRECTA DE LA PENDIENTE EN DUCTOS

TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS - DIFERENTES FORMAS DE INSTALACION

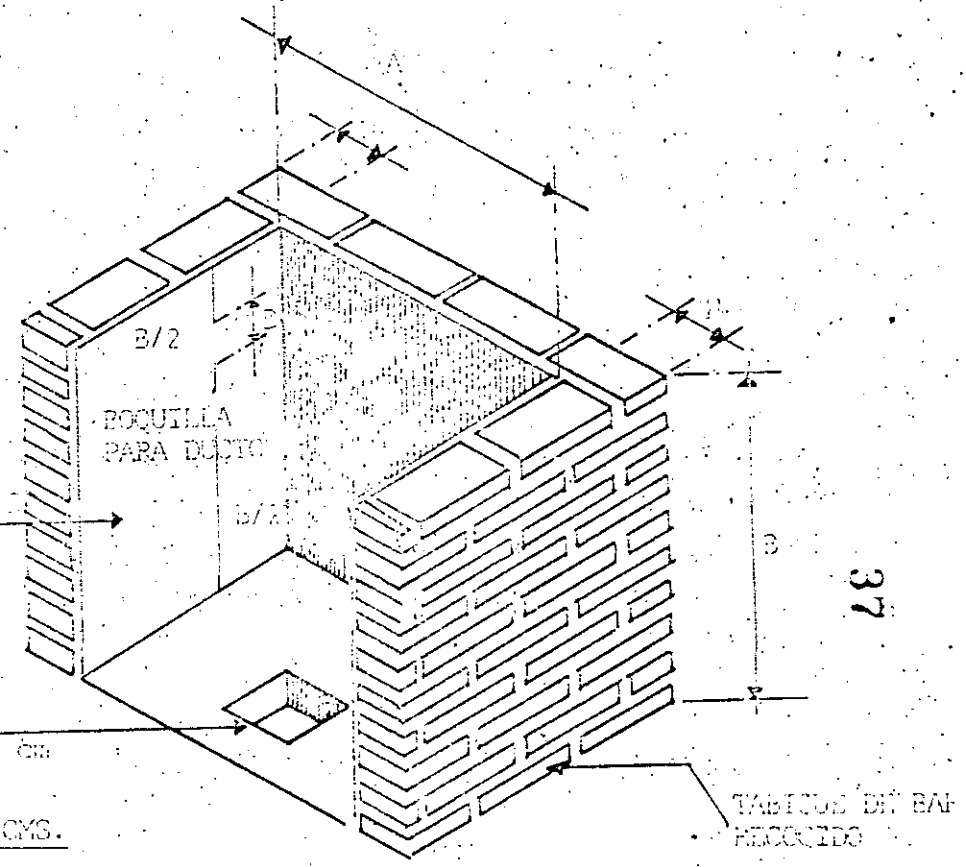


DETALLE DE ACQUETIDA TELEFONICA

NOTA. SE CONSTRUIRA A UNA DISTANCIA DE 30 CM DEL PARAMETRO EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION.



EL REGISTRO GRANDE ES PARA ACOMETIDA DE 200 PARES



REGISTRO	A	B*	C	D	SIMBOLO
CHICO	600	600	200	130	1
GRANDE	800	800	200	150	2

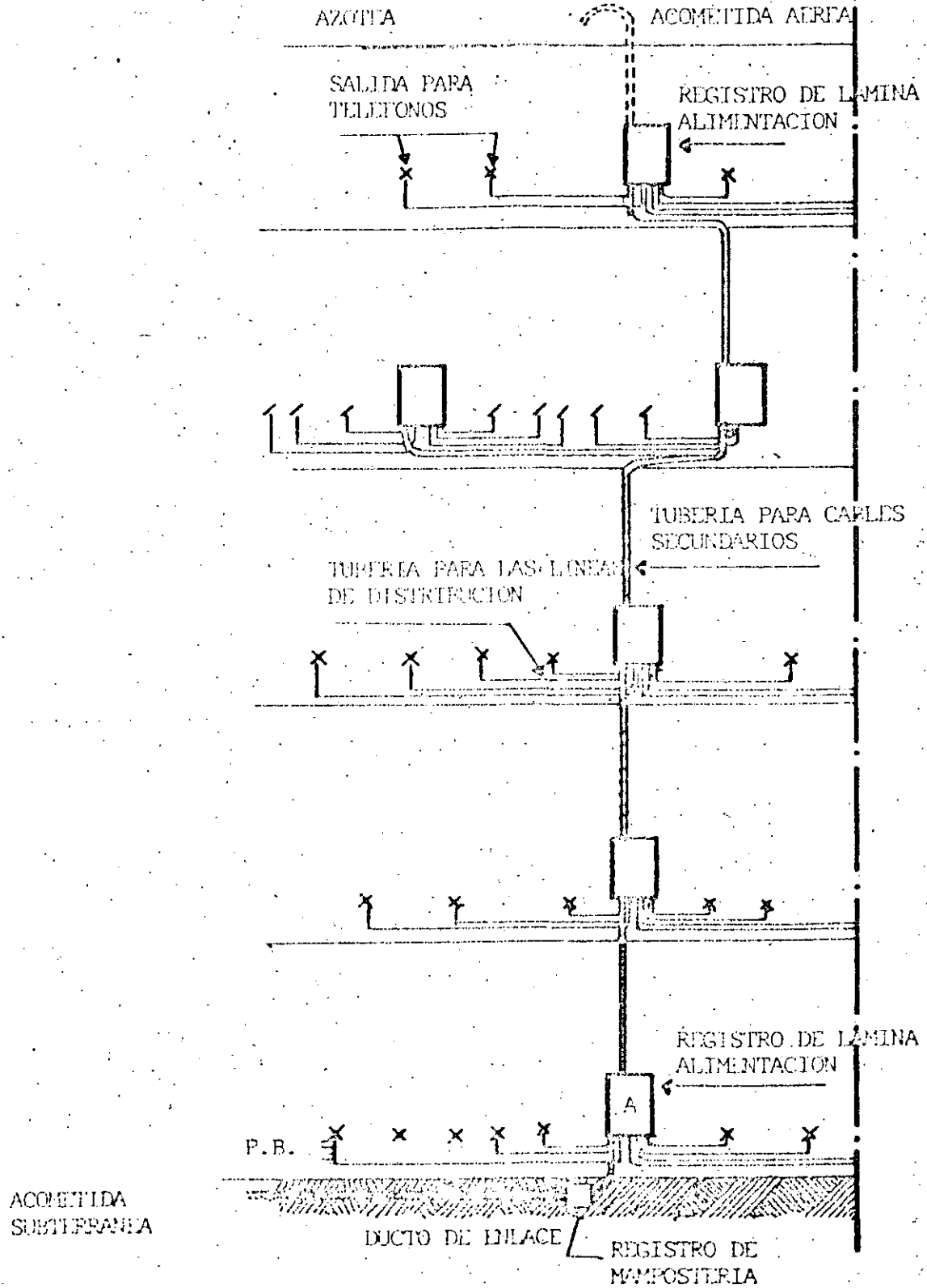
* LA PROFUNDIDAD "B" PUEDE SER MAYOR DEPENDIENDO DE LA PUNCIÓN DEL DUCTO DE ALIMENTACION.

DETALLE DE REGISTRO DE MANPOSTERIA (DE BANQUETA)

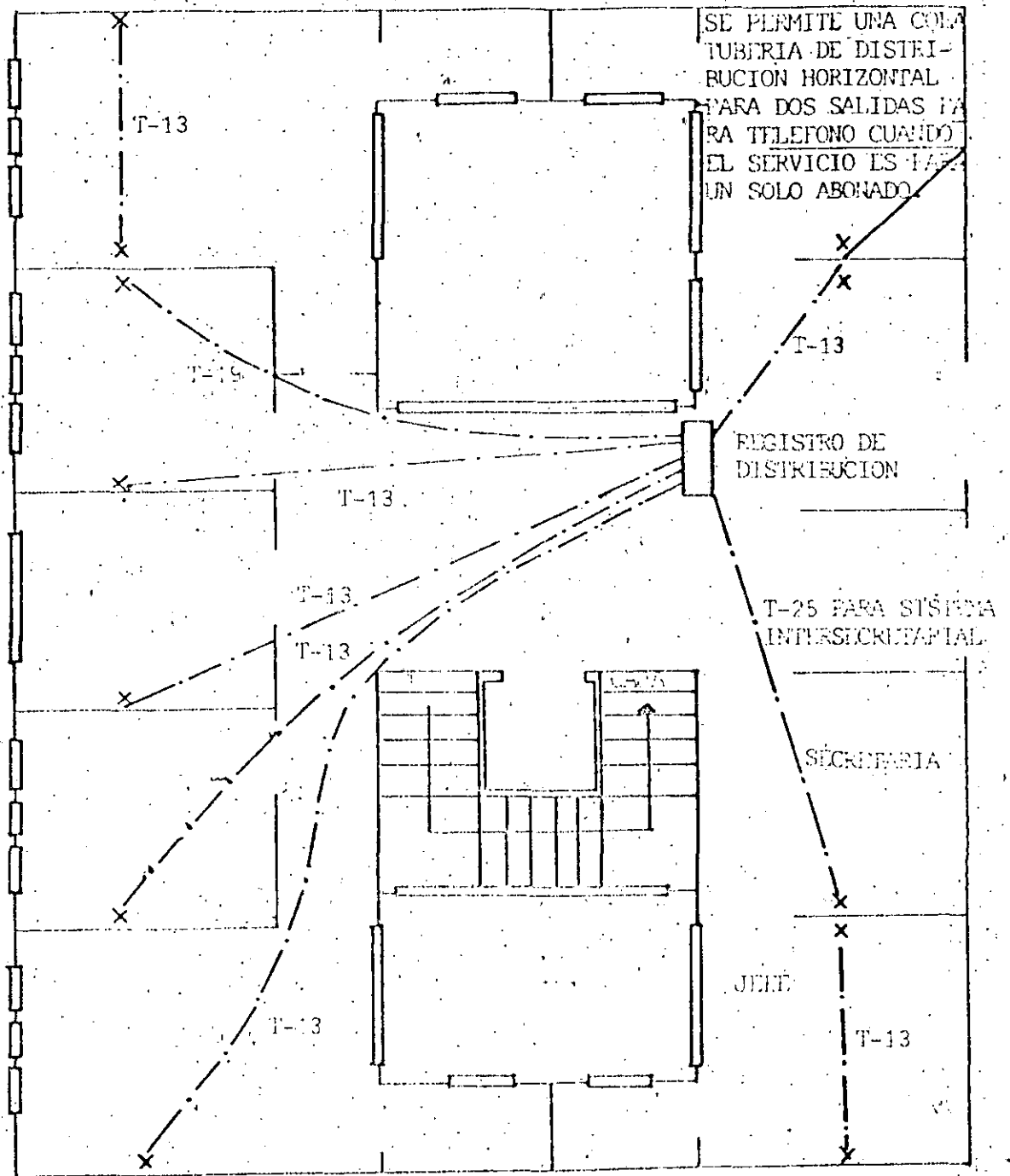
37

37

3

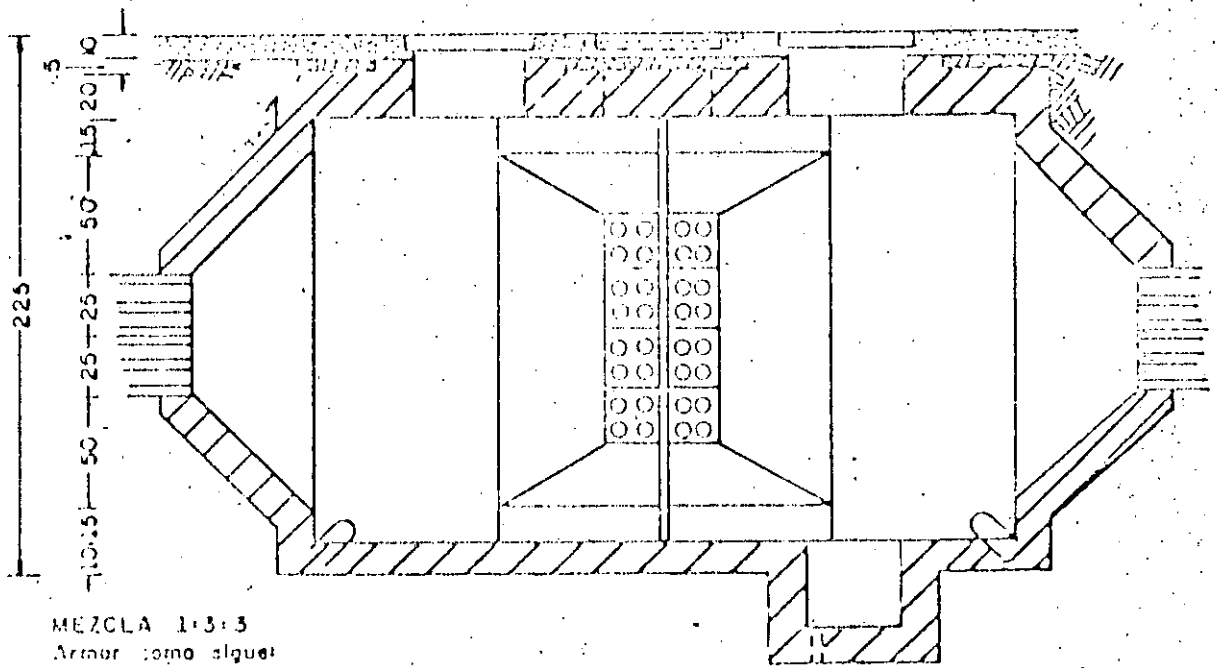
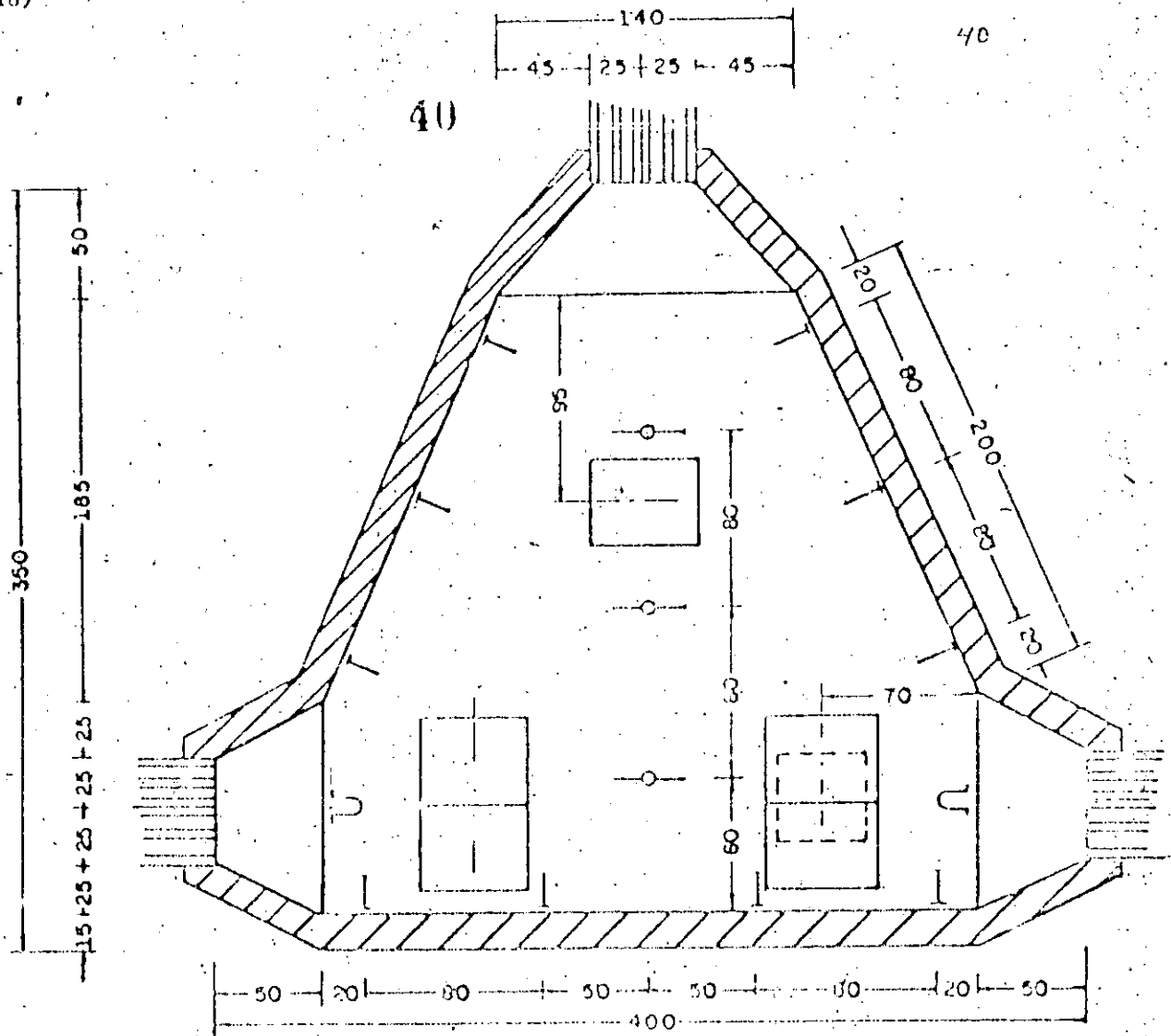


TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS



CANALIZACIONES HORIZONTALES	
m ² DE LINEAS	DIAMETRO DE TUBO
1 - 2	13 mm
3 - 6	19 mm
7 - 8	25 mm
9 - 10	32 mm

TUBERIA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION HORIZONTAL EN UNA SOLA PLANTA



MEZCLA 1:3:3
 Armar como sigue:
 Bóveda 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.
 Pared 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.
 Piso 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.
 Acolocaciones en centímetros.




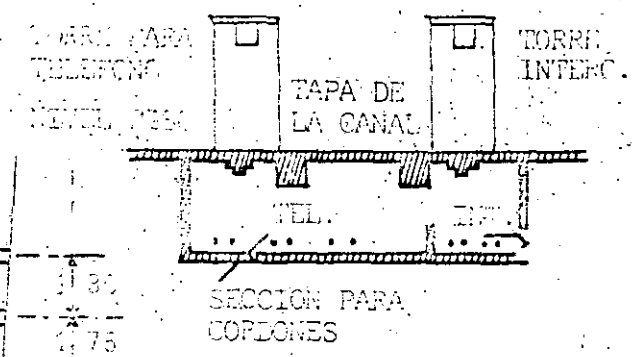
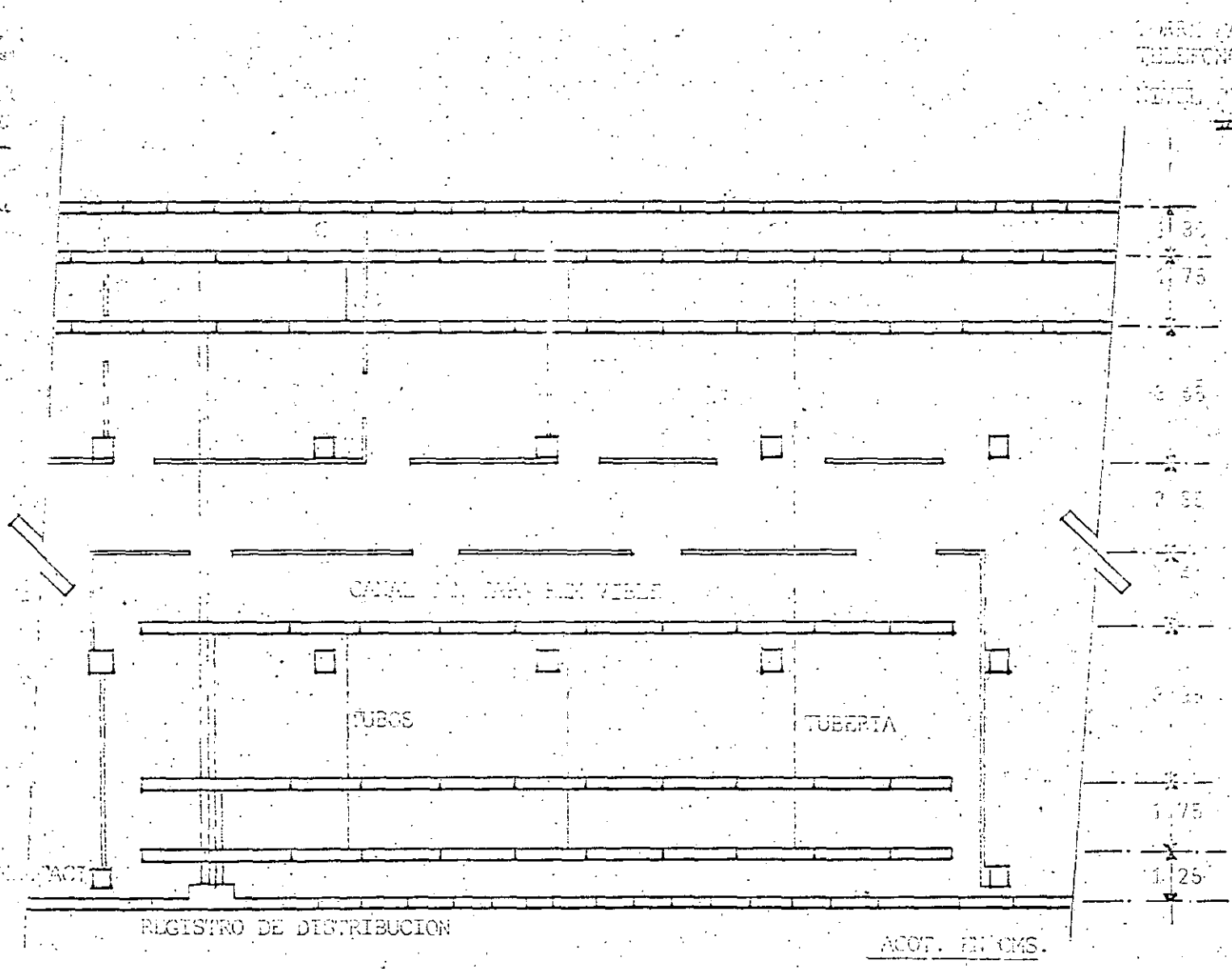
SÍMBOLOS
 Estación
 Soporte
 Tubo y accesorios

FIG. 14



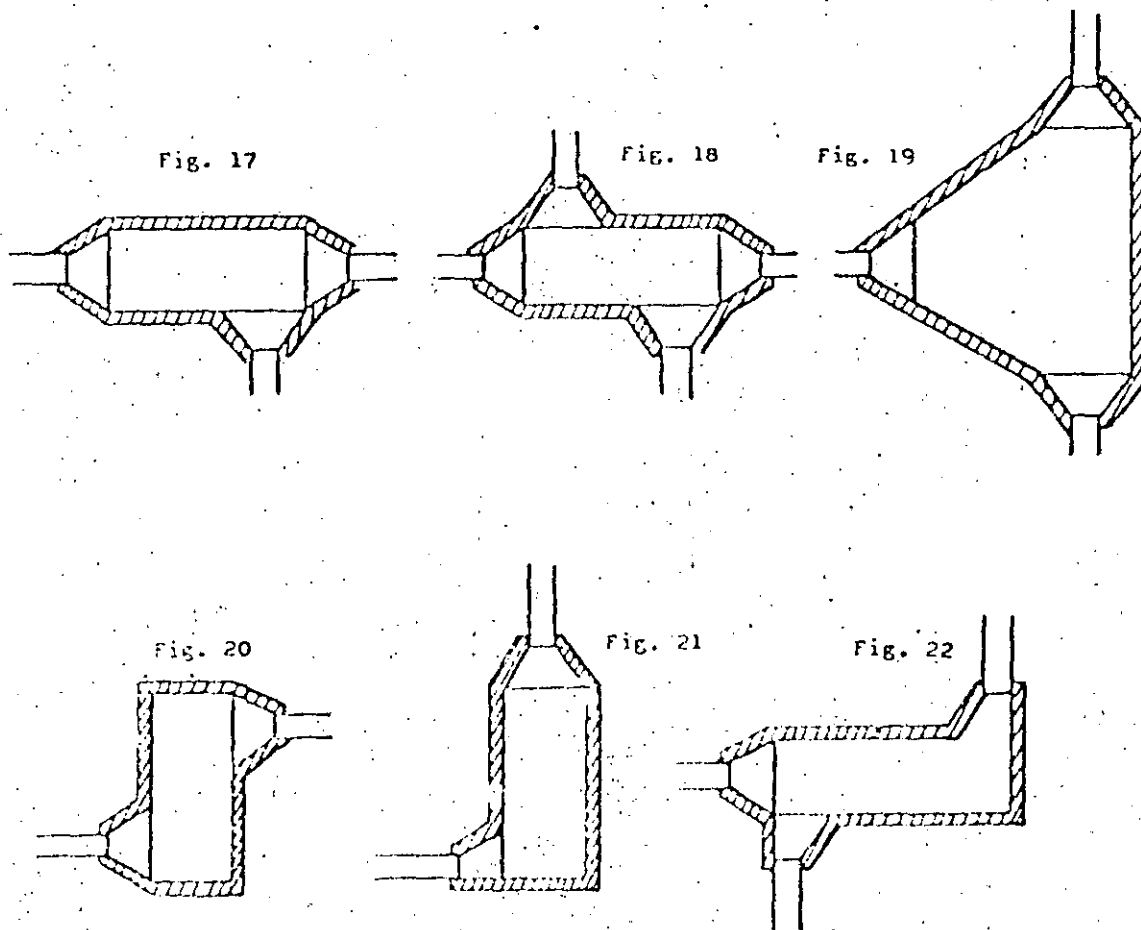
42

42

SISTEMAS DE CANALES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL.

El pozo mostrado en la Fig. 12 sólo es aplicable a canalización en línea recta y sin bifurcaciones.

Para los lugares en que se desvíe de la línea recta, se bifurque la canalización o se instale una caja de distribución, se deberá solicitar de Teléfonos de México, S.A. (Dirección de Operación) la información sobre forma y dimensiones de los pozos especiales tales como: Figs. 17 a 22.



CAJAS DE DISTRIBUCION

Túnel entre pozo y cajas - Este no debe exceder de un metro de longitud. Si por alguna circunstancia la distancia entre la caja y el pozo es mayor de un metro, pero menor de 10 metros, se construirá un trazo de canalización de IV-vías y un pozo chico frente a la caja de distribución.

Ubicación: Las cajas de distribución se deben colocar a un mínimo de 5 metros del parámetro de la esquina y se buscará un lugar que además de ser seguro (observese el tránsito de vehículos y peatones), no sea un estorbo físico o estético.

FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS
(EN CABLES EXISTENTES, 45P Y 6P)

CANTIDAD DE LOS PARES EN EL GRUPO	NÚMERO DEL GRUPO	COLORES DE LOS HILOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO
1	10	1 AZUL
11	20	2 AMARILLO
21	30	3 ROJO
31	40	4 VERDE
41	50	5 NARANJA
51	60	6 BLANCO - AZUL
61	70	7 BLANCO - AMARILLO
71	80	8 BLANCO - ROJO
81	90	9 BLANCO - VERDE
91	100	10 BLANCO - NARANJA
101	110	11 NEGRO - AZUL
111	120	12 NEGRO - AMARILLO
121	130	13 NEGRO - ROJO
131	140	14 NEGRO - VERDE
141	150	15 NEGRO - NARANJA
151	160	16 GRIS - AZUL
161	170	17 GRIS - AMARILLO
171	180	18 GRIS - ROJO
181	190	19 GRIS - VERDE
191	200	20 GRIS - NARANJA
201	210	21 MORADO - AZUL
211	220	22 MORADO - AMARILLO
221	230	23 MORADO - ROJO
231	240	24 MORADO - VERDE
241	250	25 MORADO - NARANJA
251	260	26 MARRON - AZUL
261	270	27 MARRON - AMARILLO
271	280	28 MARRON - ROJO
281	290	29 MARRON - VERDE
291	300	30 MARRON - NARANJA



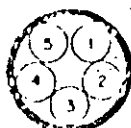

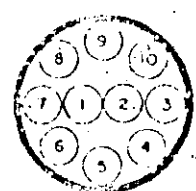
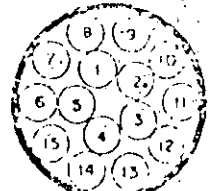
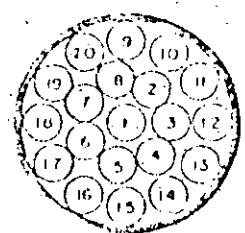
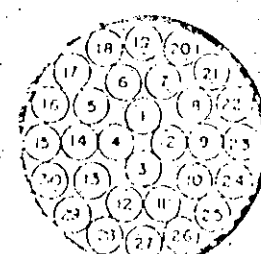
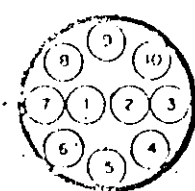
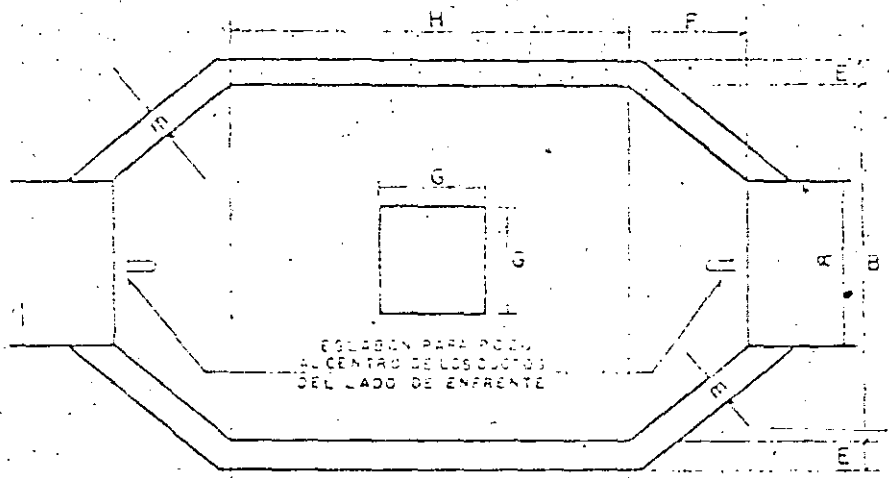
 20 PARES 2 GRUPOS DE 10	 30 PARES 3 GRUPOS DE 10
 50 PARES 5 GRUPOS DE 10	 70 PARES 7 GRUPOS DE 10
 100 PARES 10 GRUPOS DE 10	 150 PARES 15 GRUPOS DE 10
 200 PARES 20 GRUPOS DE 10	 300 PARES 30 GRUPOS DE 10

FIG. 20 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS PARES

PAR	COLORES DEL AISLAMIENTO QUE IDENTIFICAN AL PAR DENTRO DEL CABLE
1	BLANCO - AZUL
2	BLANCO - AMARILLO
3	BLANCO - ROJO
4	BLANCO - VERDE
5	BLANCO - NARANJA
6	NEGRO - AZUL
7	NEGRO - AMARILLO
8	NEGRO - ROJO
9	NEGRO - VERDE
10	NEGRO - NARANJA



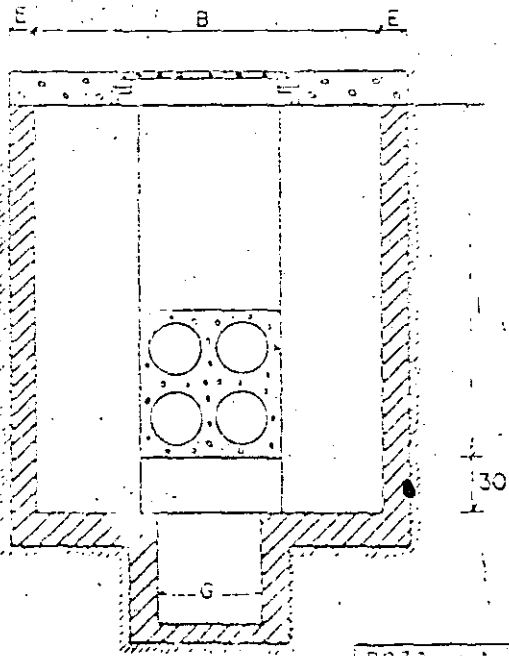
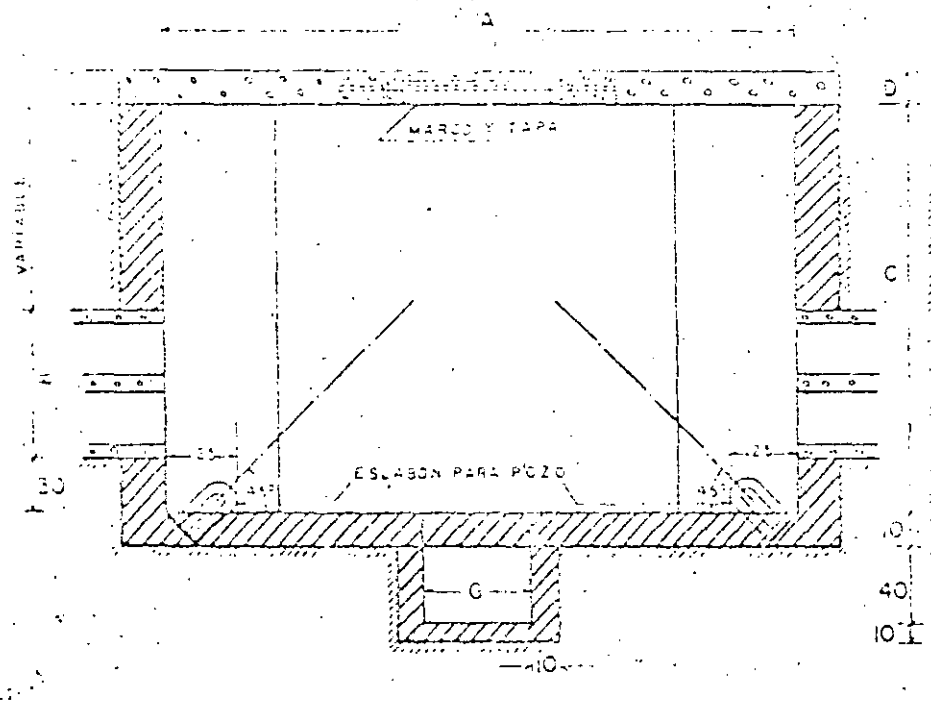


POZOS EN ARROYO — La bóveda será armada para todos los pozos con varilla de 1/2", emparrillado de 10X10, gancho de 10.
 Los muros de pozo grande serán armados con varilla de 1/2", emparrillado 25 X 40, gancho de 10 (Vertical 25 y horizontal 40)

POZOS EN BANQUETA — La bóveda de pozo grande será armada con varilla de 3/8", emparrillado 10 X 10 gancho de 10, muros emparrillados 25 X 40

MARCOS Y TAPAS — a) En banqueta Marco No. Standard ___ 13 423
 Tapá " " _____ 13 728
 b) En arroyo Marco " " _____ 13 422
 Tapá de fierro _____ 13 728

NOTA — Las dimensiones están dadas en centímetros



B = ANCHO O ALTO DE LA SECCION DE DUCTOS
 2 VIAS 145 X 245
 4 VIAS 245 X 245

FIG. 1A 1B 564627

POZO	A	B	C	D	E	F	G	H	I
CHICO	160	80	120	20	10	40	50	60	90
MECIANO	240	120	120	20	15	60	50	120	90
GRANDE	300	150	150	20	20	75	50	150	120

G-10

45

45

BOLETIN TECNICO
 EPIDEMIOLOGIA
 PAFINA 7
 1964

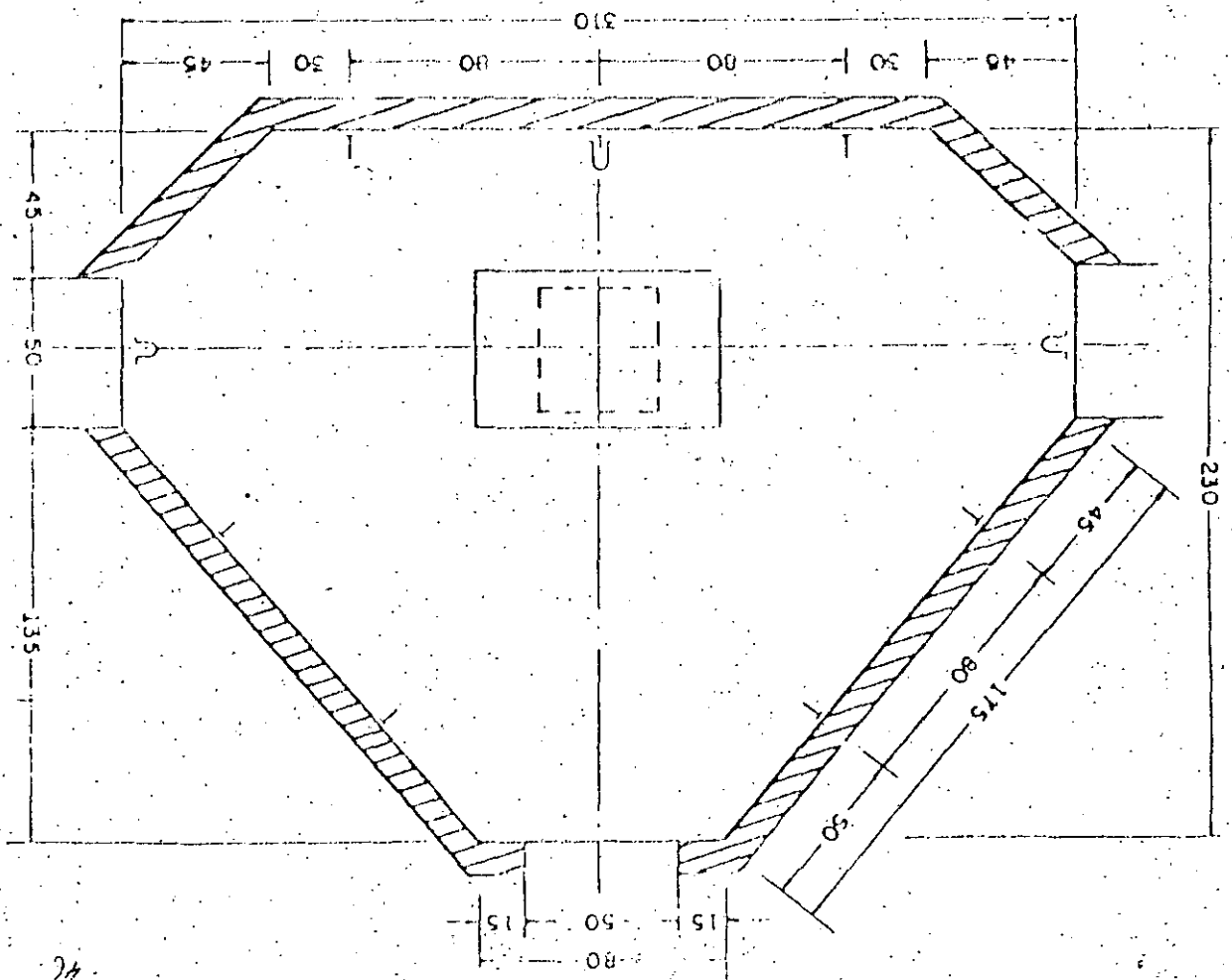
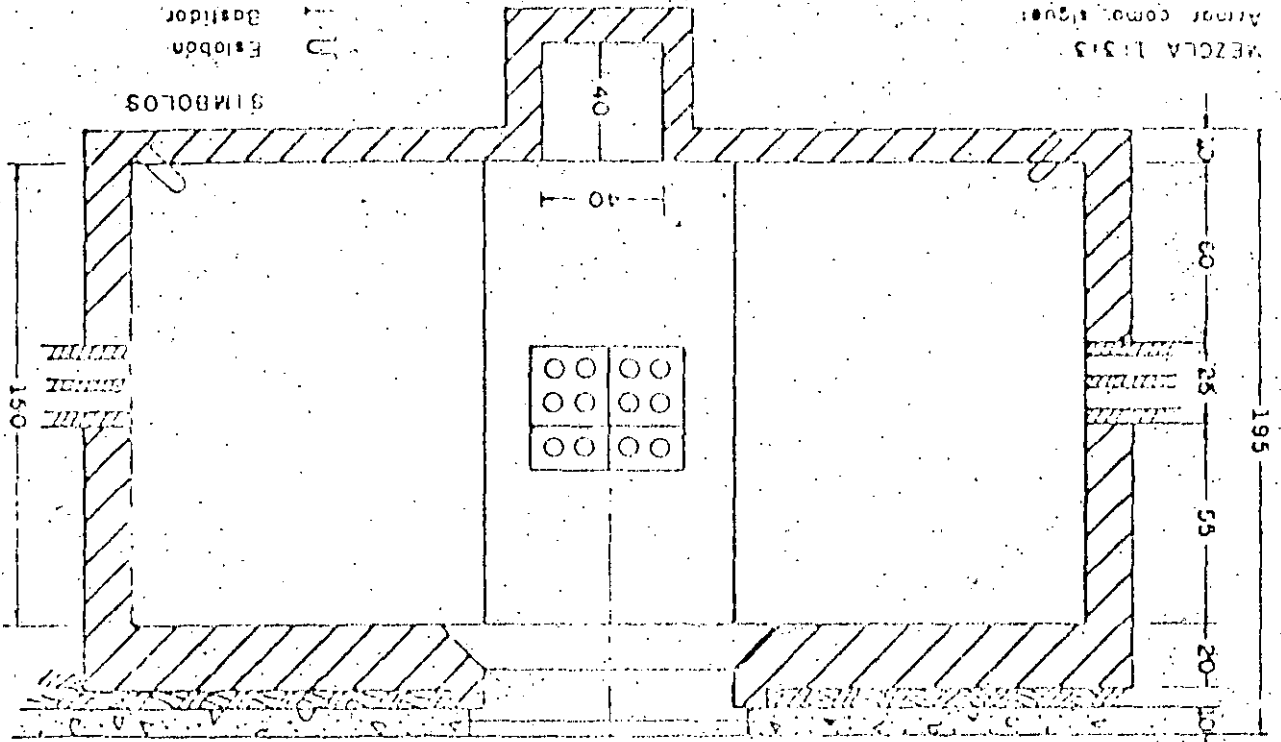
FIG. 13

Mediciones en centímetros

MEZCLA 1:3:3
 Arroz como ligante
 Paredes 10 x 10 cm. con varilla 1.27 cm.
 Paredes 20 x 20 cm. con varilla 1.27 cm.
 Piso 20 x 20 cm. con varilla 1.27 cm.

Eslobo
 Basidor

SÍMBOLOS



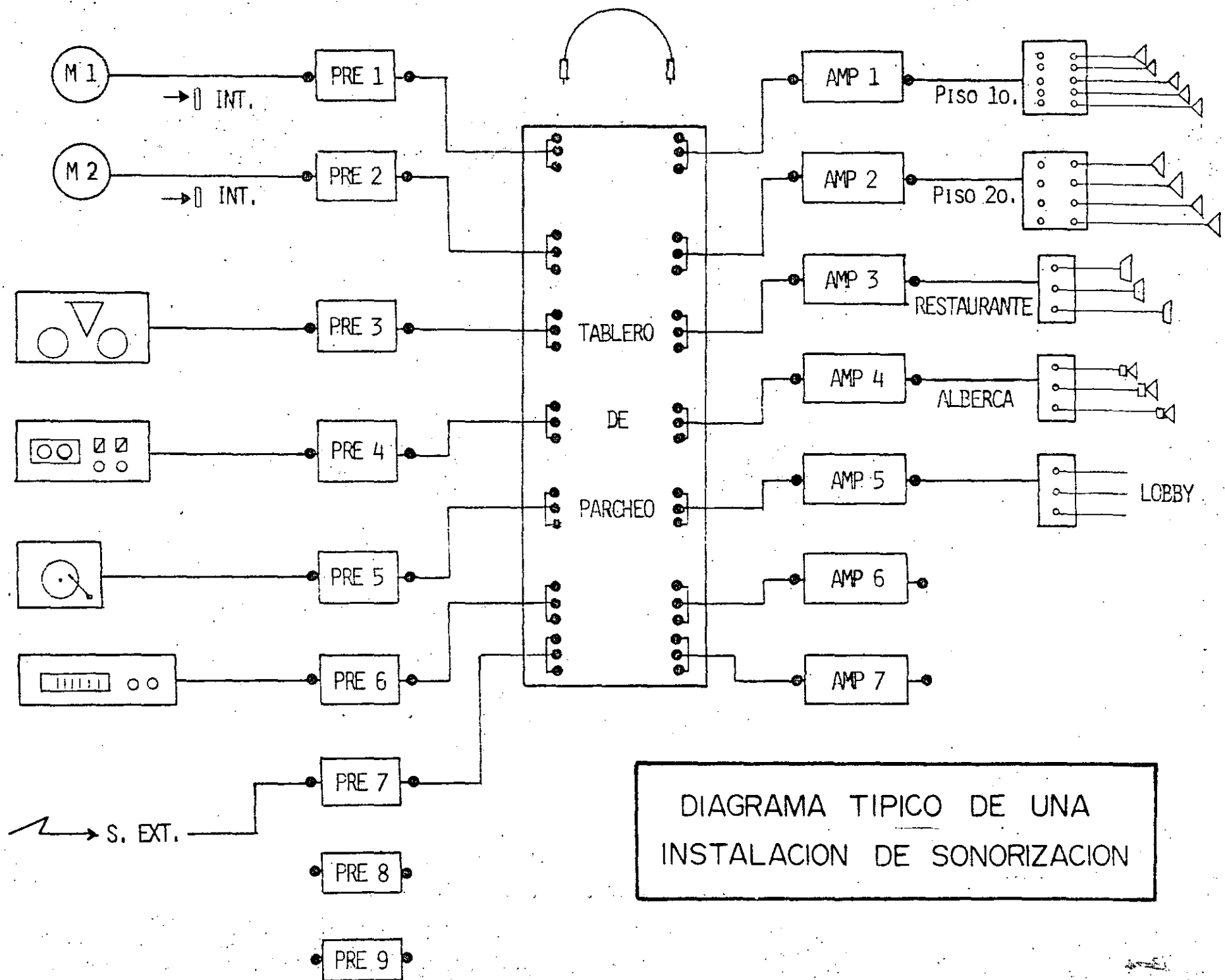
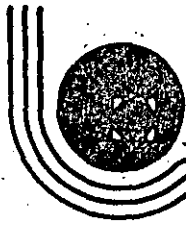


DIAGRAMA TIPICO DE UNA
 INSTALACION DE SONORIZACION



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PARARRAYOS

MARZO, 1985

SISTEMAS de PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

RAYO o DESCARGA ATMOSFERICA:-

DESCARGA de ELECTRICIDAD ESTATICA
QUE SE HA CONCENTRADO EN UNA
NUBE.

MANIFESTACIONES:-

LUMINOSA : RELAMPAGO

SONORA : TRUENO

EFFECTOS :-

DAÑOS a PERSONAS y COSAS

EFFECTOS TERMICOS

$$W = I^2 R$$

EFFECTOS DINAMICOS

(CAMPO MAGNETICO)

FORMACION DE LA CONCENTRACION
DE CARGA EN LA ATMOSFERA



ACUMULACION DE PARTICULAS DE
AGUA QUE SE HAN CARGADO
ELECTROSTATICAMENTE

TURBULENCIA
ATMOSFERICA

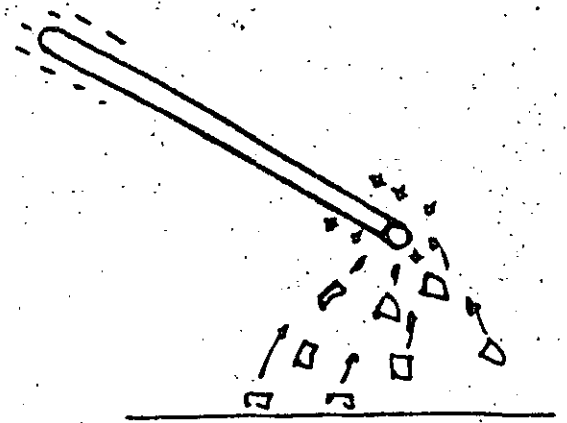
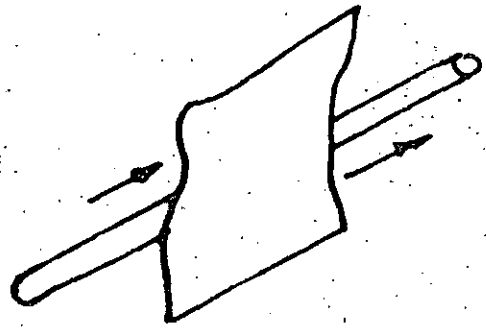
MOVIMIENTO

FRICCION
MUTUA

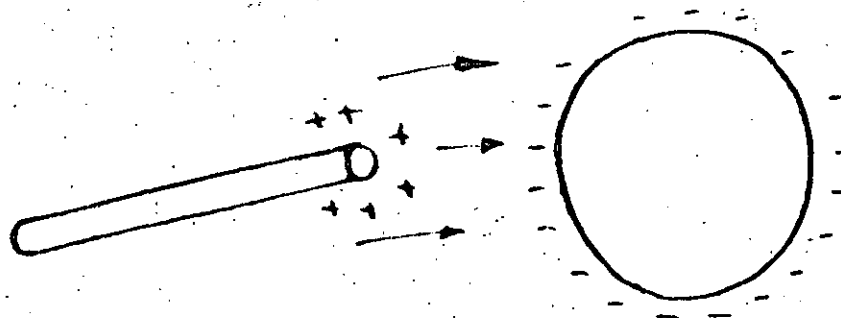
PARTICULAS DE
AGUA CARGADAS

MECANISMOS DE FORMACION DE CARGA ELECTROSTATICA:-

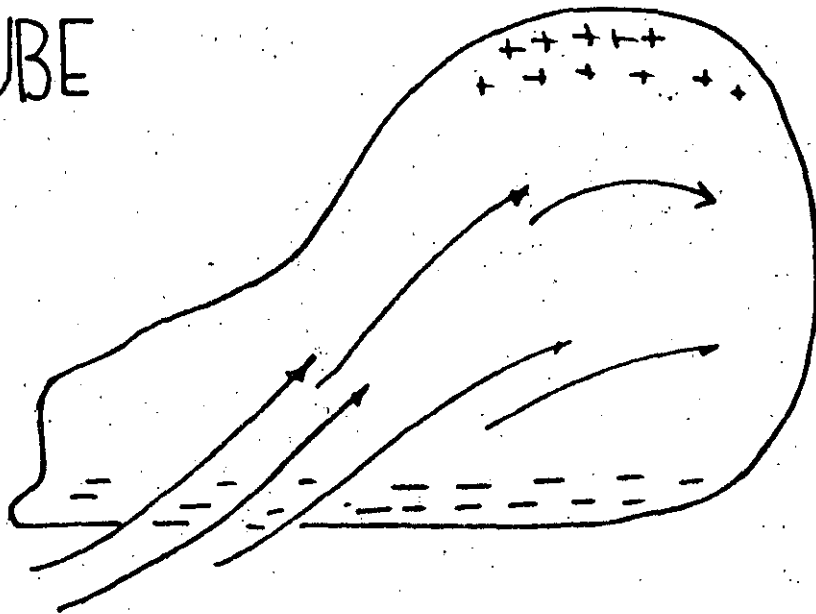
FRICCION :-



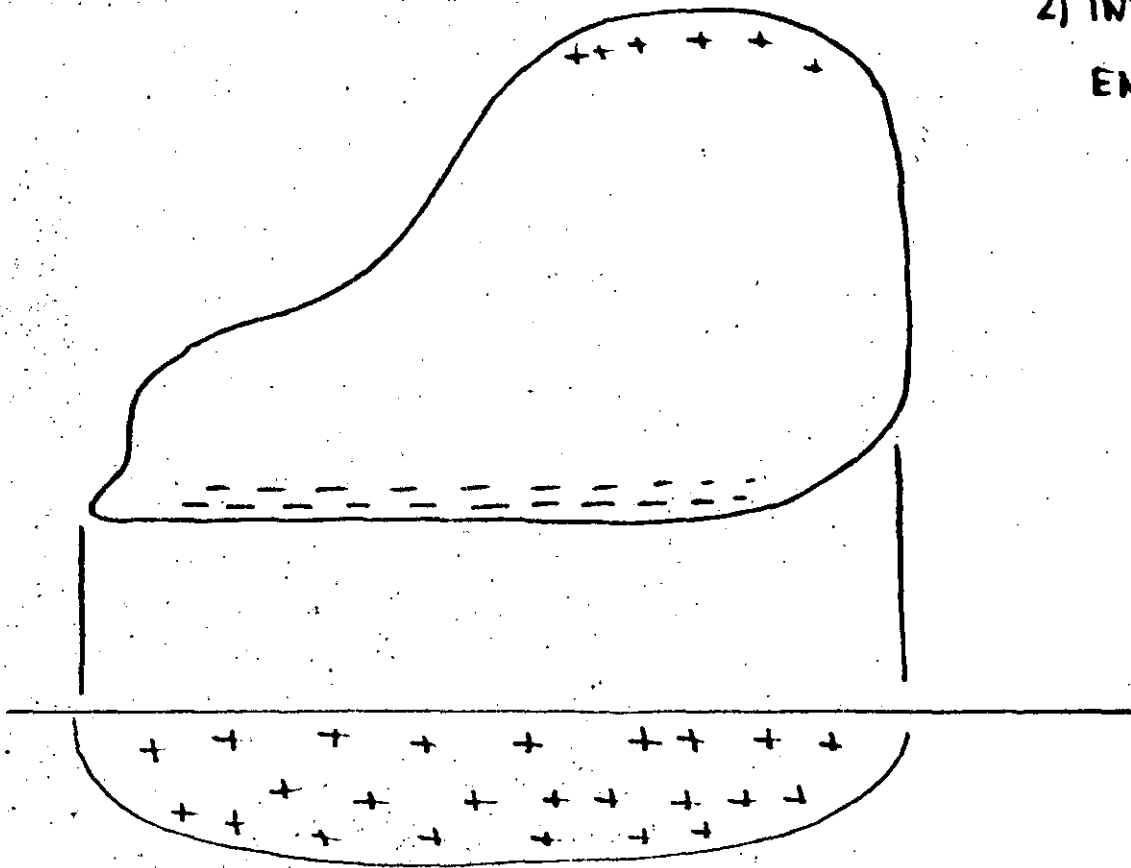
INDUCCION



CARGAS EN UNA NUBE

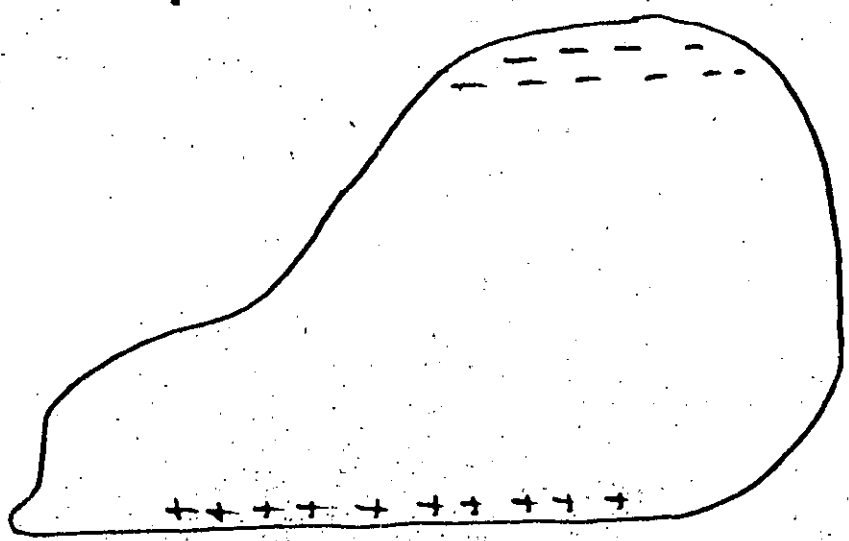
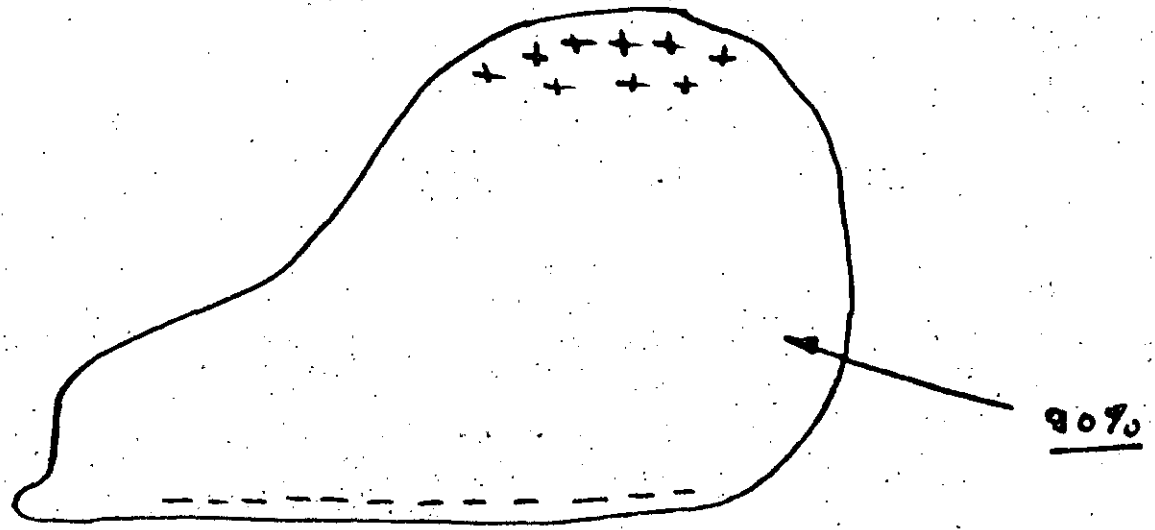
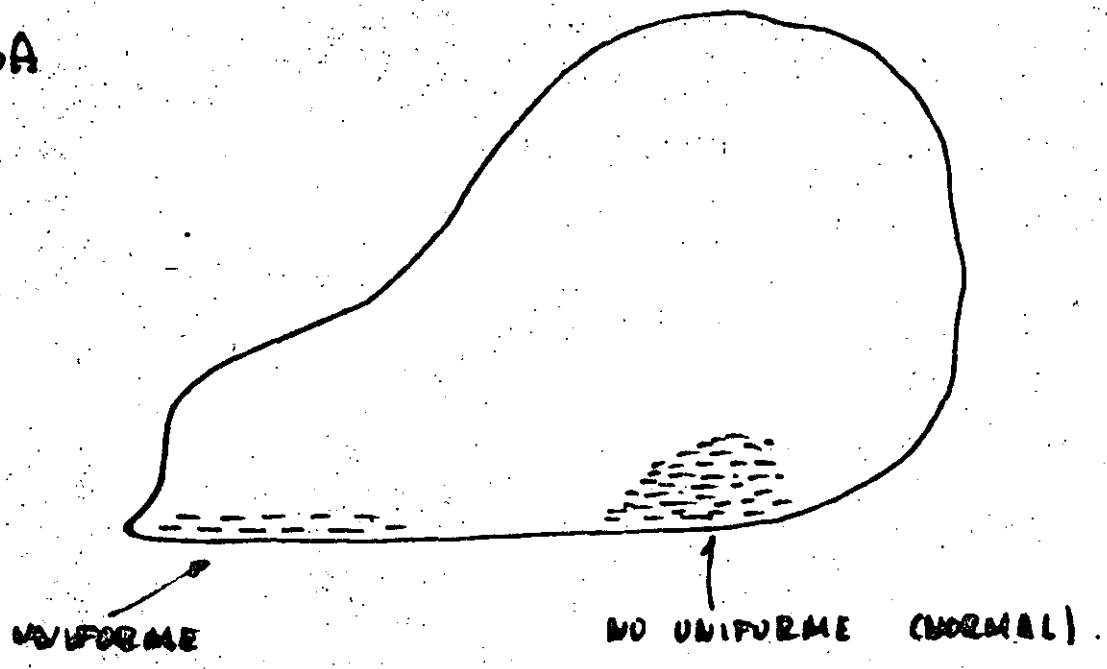


1) EN LA NUBE



2) INDUCIDA EN TIERRA

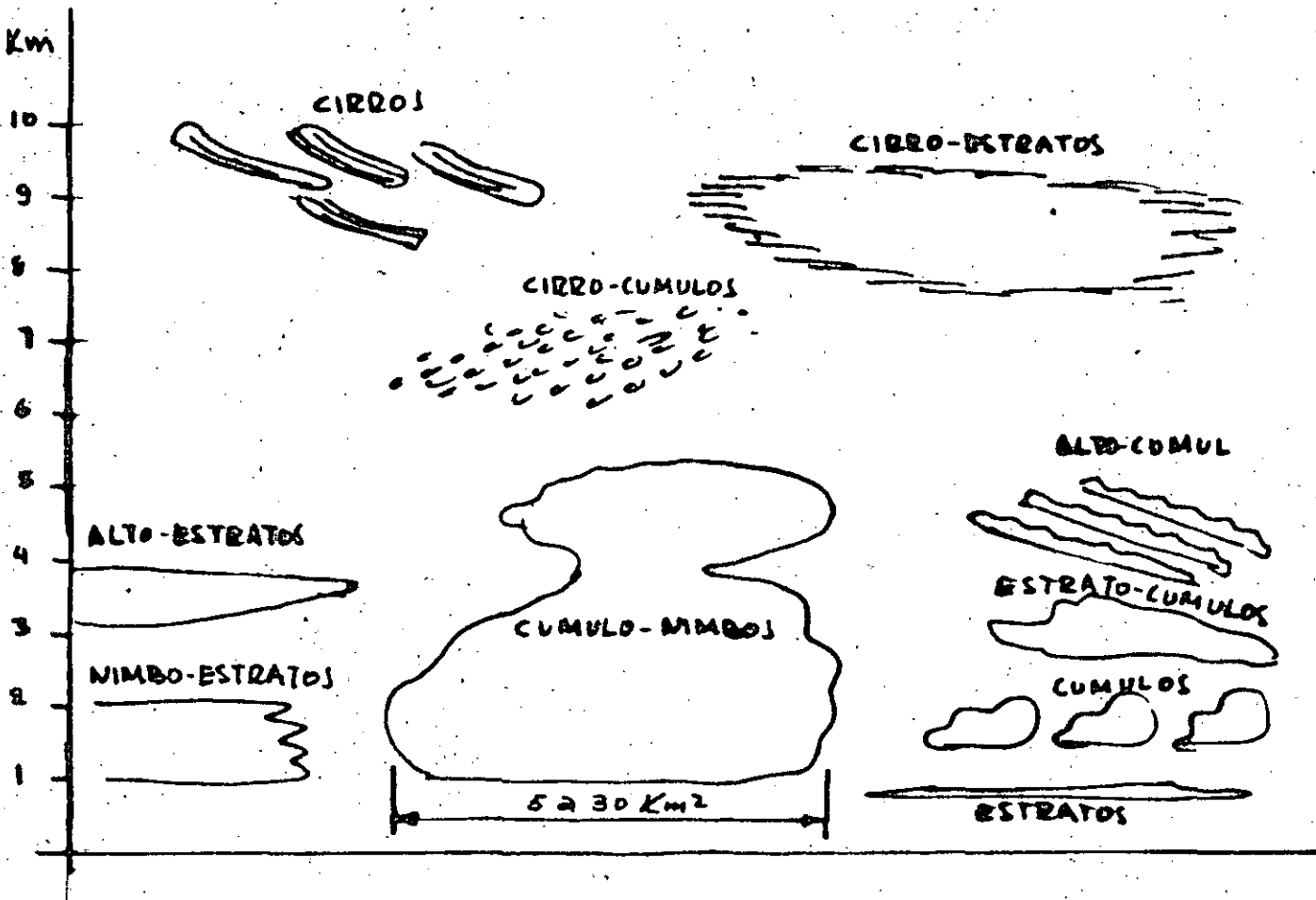
TIPOS DE CARGA



NUBES QUE
ORIGINAN
DESCARGAS



- CUMULOS
- CUMULO-NIMBOS

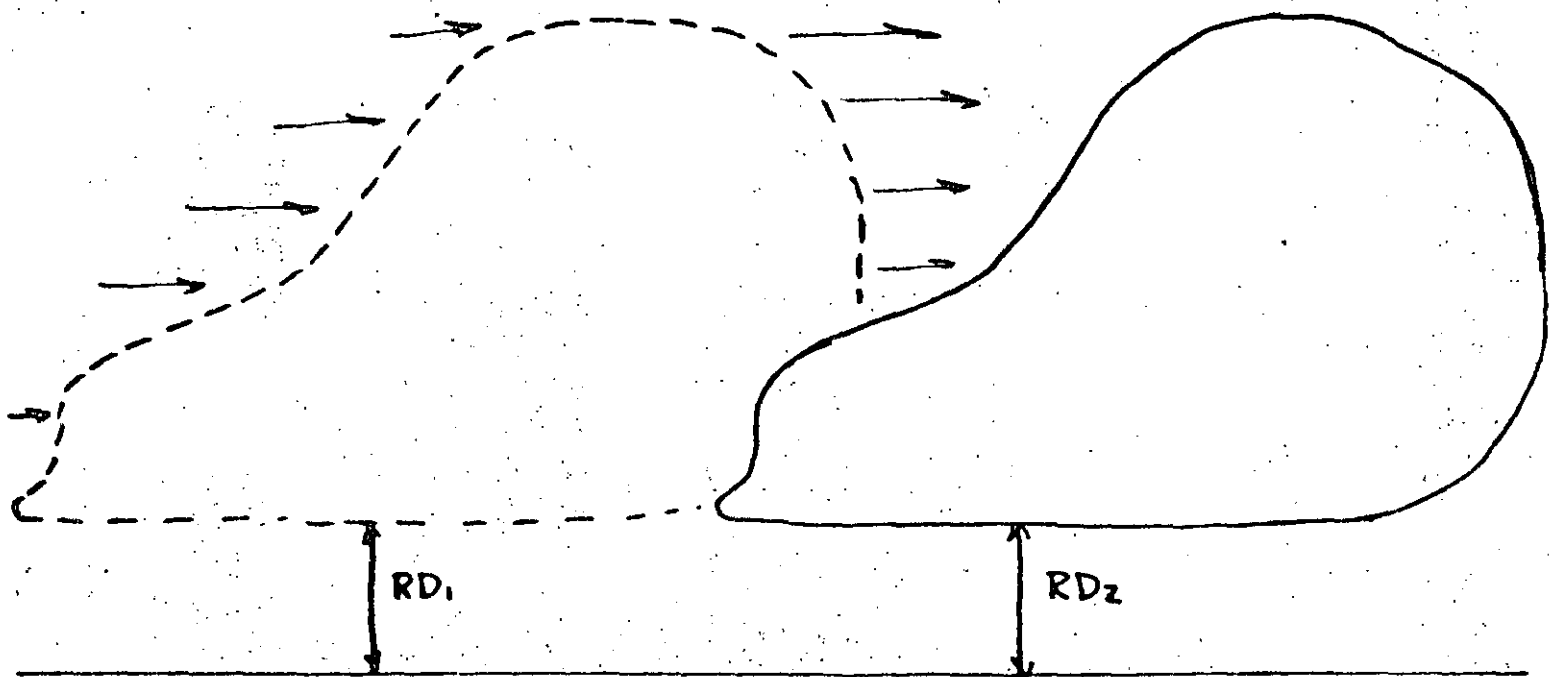
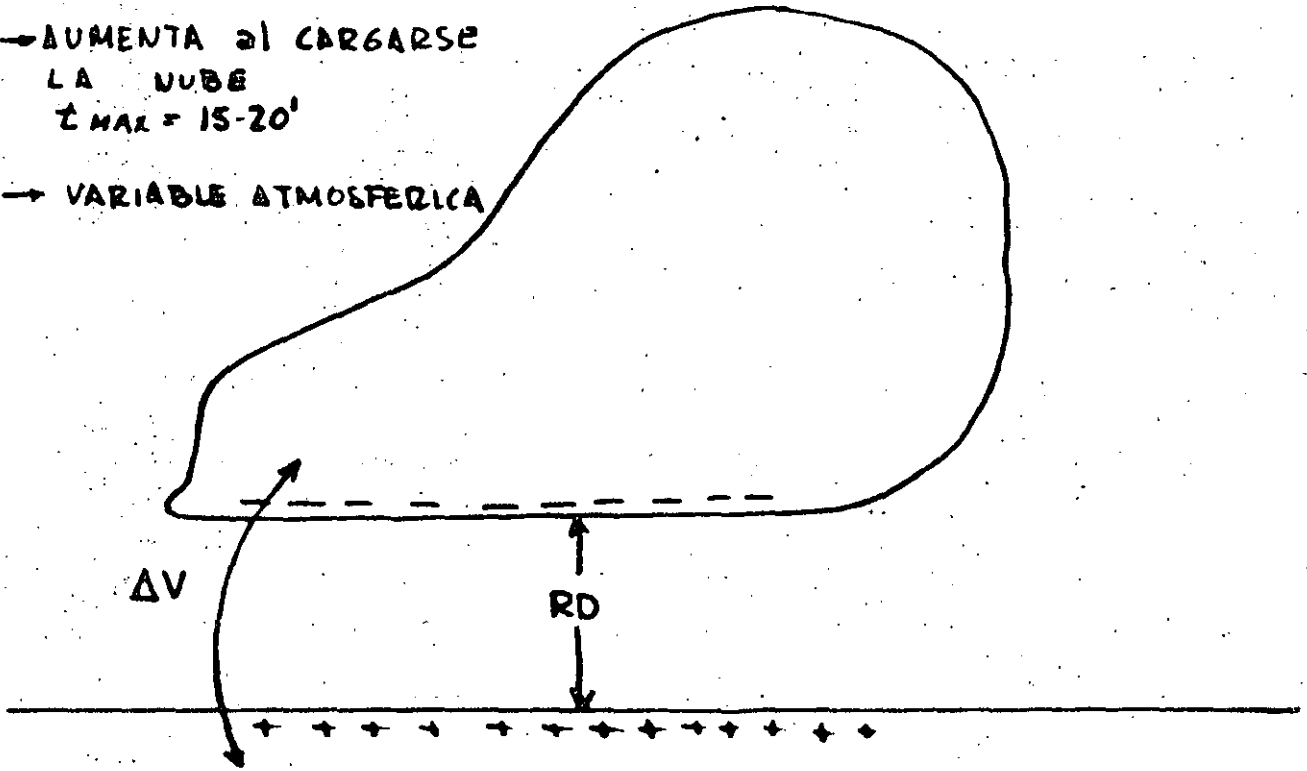


¿CUANDO OCURRE LA DESCARGA?

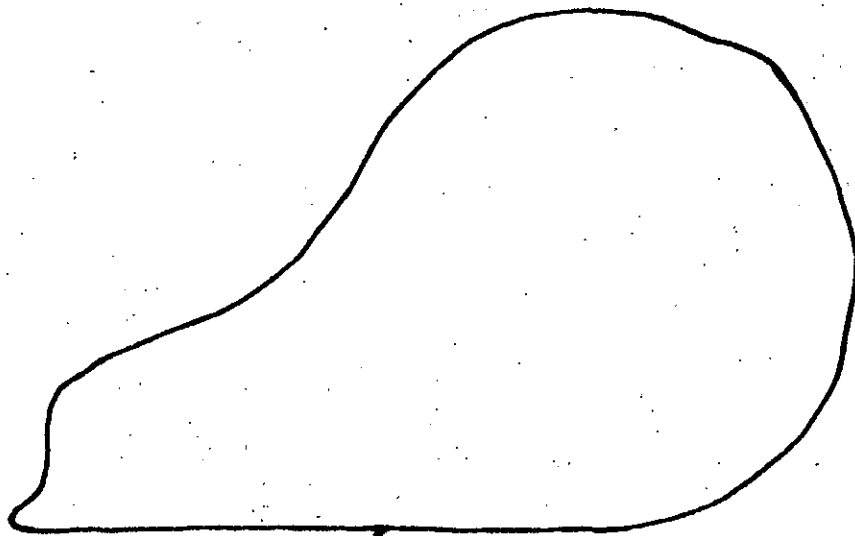
$RD < \Delta V \Rightarrow$ DESCARGA.

$\Delta V \rightarrow$ AUMENTA al CARGARSE LA NUBE
 $z_{MAX} = 15-20'$

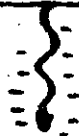
$RD \rightarrow$ VARIABLE ATMOSFERICA



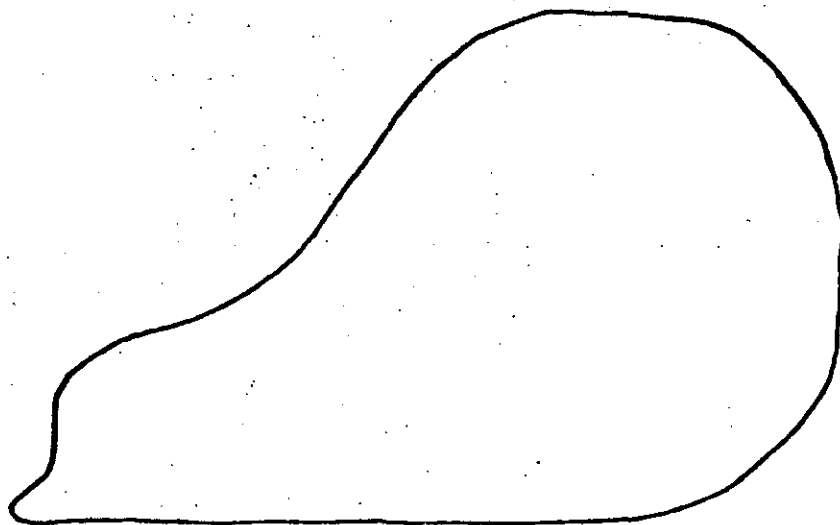
$RD_1 \neq RD_2$



RAYO "PILOTO"
PRIMARIO



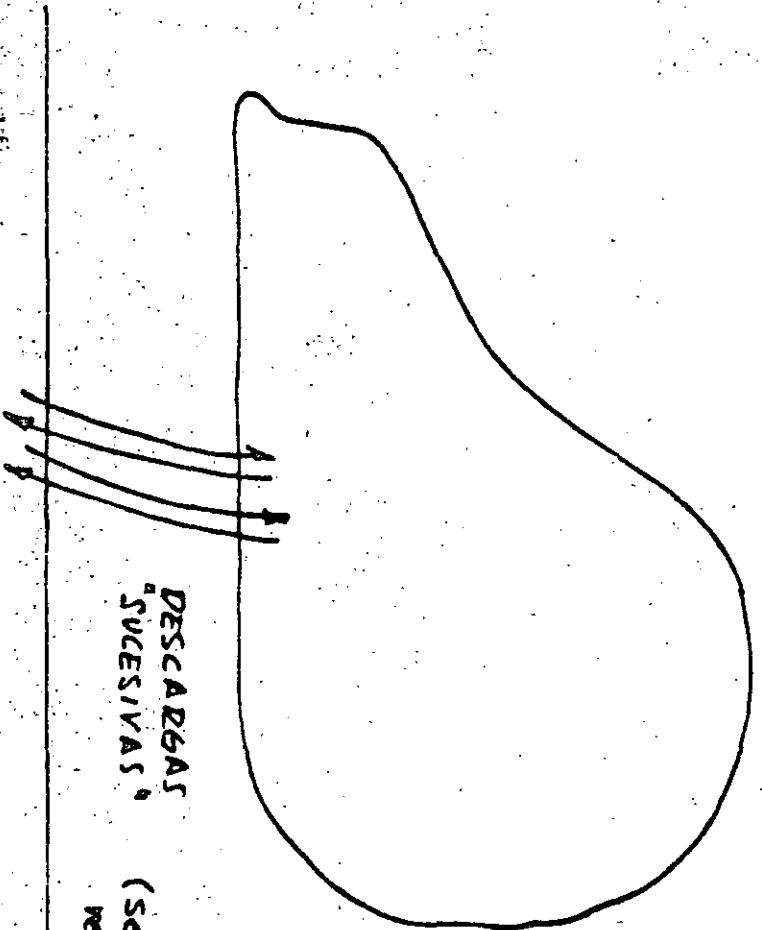
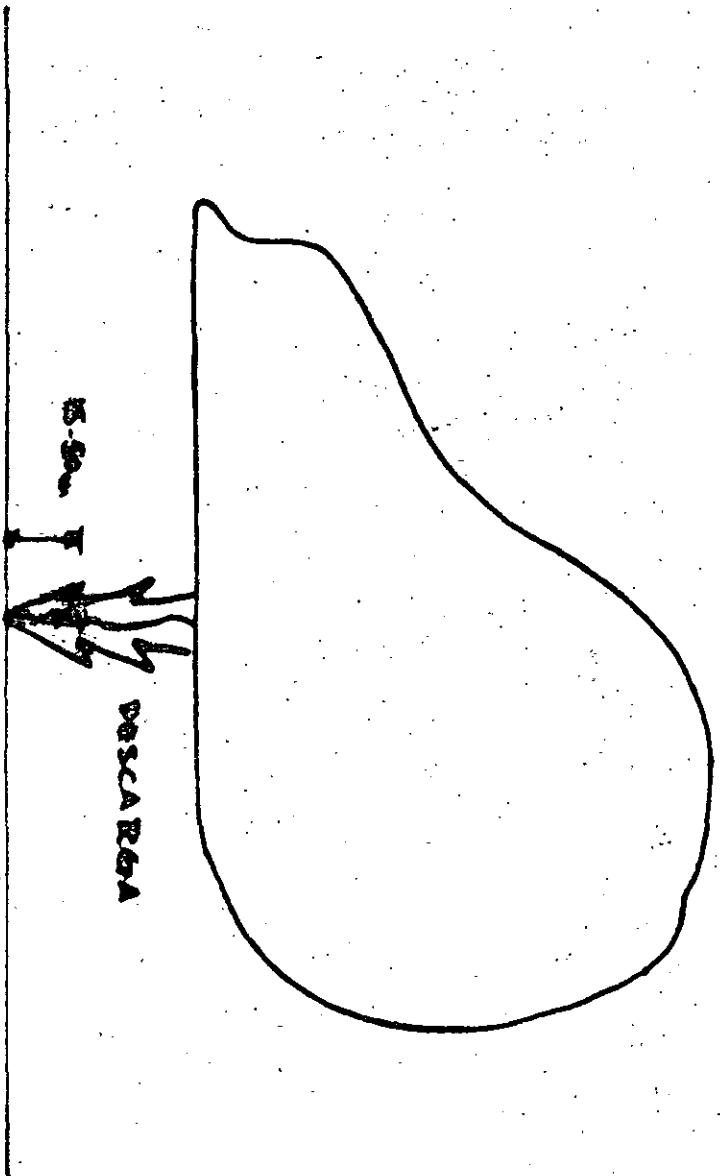
$V_{MAX} = 10\ 000\ \text{km/seg}$ → PULSOS
 $\bar{V} = 100 - 300\ \text{km/seg}$



$\Delta - \Delta V$



PILOTO SECUNDARIO



(See how ligado a
register 42)

MAGNITUDES de UNA DESCARGA

VARIABLES

- INTENSIDAD DE CORRIENTE → 10-20 KA
- DIFERENCIA DE POTENCIAL → 100-600KV
- DURACION Y NUMERO → FUNCION N° DESCARGAS
50% - 1 sola, 20% > 10
- ENERGIA

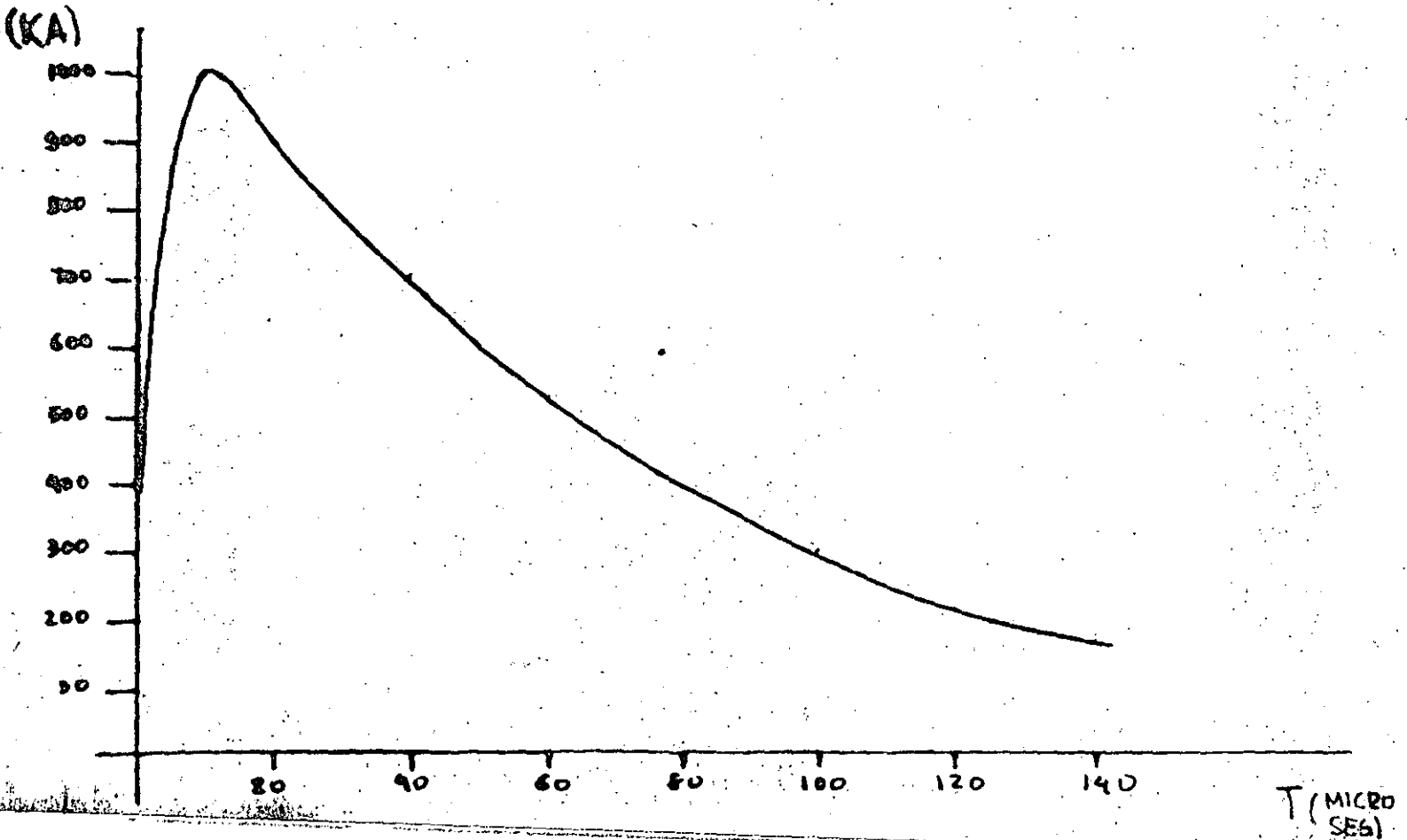
↳ CADA DESCARGA MAX. 100 CULOMBIOS

↓
20 KWH

↓
COMO TBS CORTO

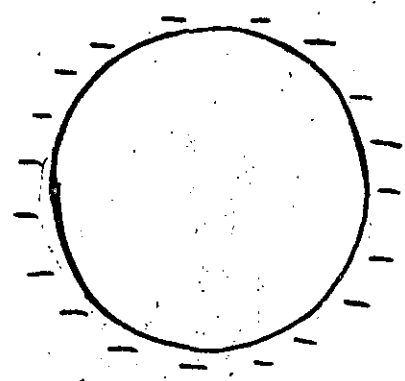
↓
POTENCIA DEL
ORDEN DE 1000'S KW.

ONDA CONVENCIONAL



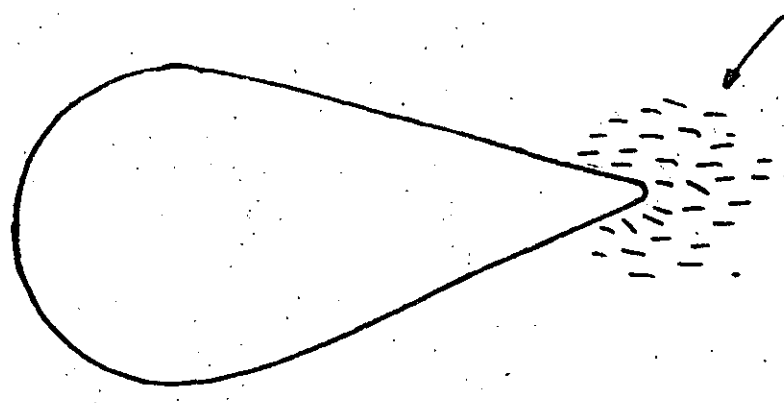
PROPIEDAD DE LAS CARGAS ELECTROSTATICAS :-

VOLUMEN UNIFORME
SIN ARISTAS
→

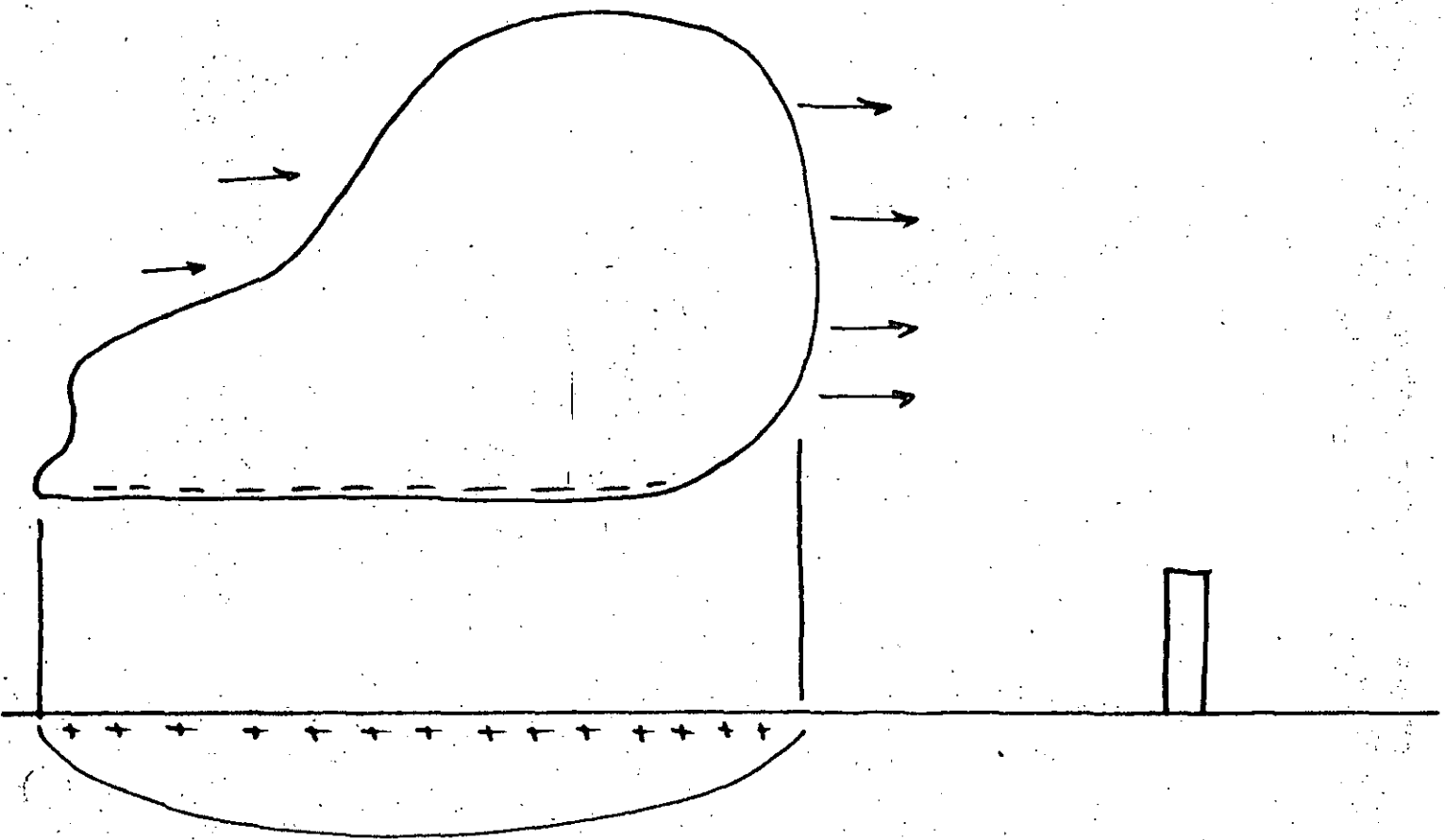


DISTRIBUCION UNIFORME

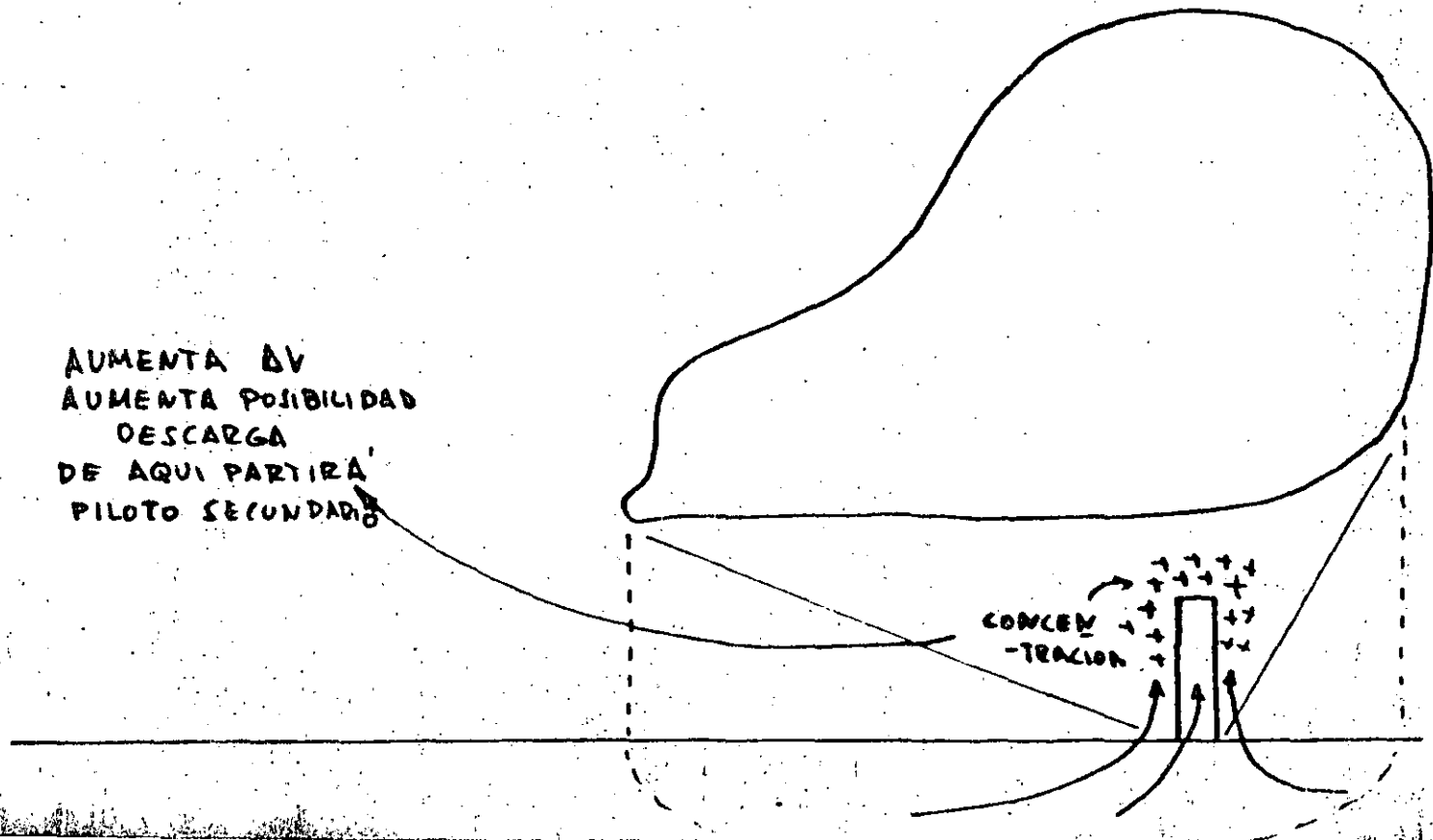
VOLUMEN NO UNIFORME



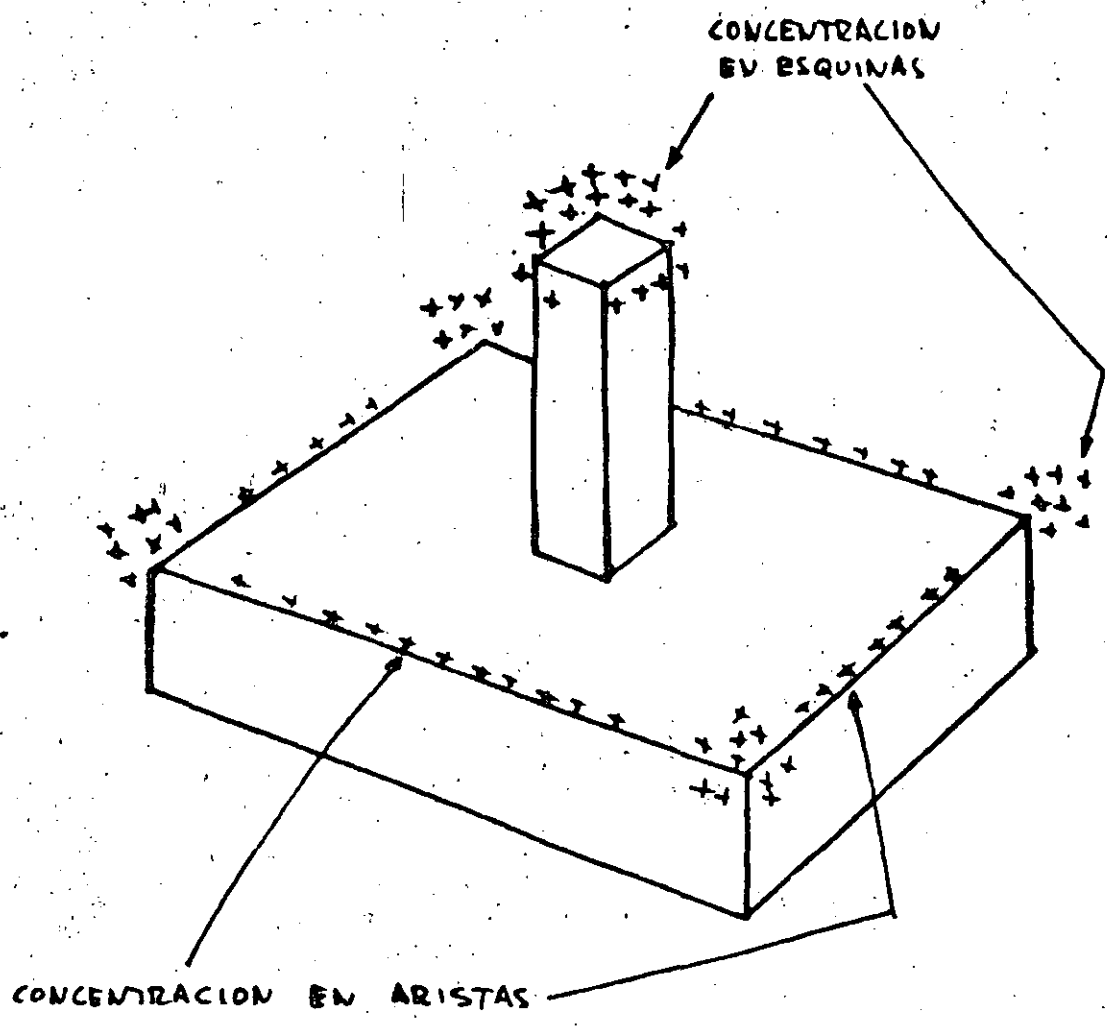
CONCENTRACION



AUMENTA ΔV
AUMENTA POSIBILIDAD
DESCARGA
DE AQUI PARTIRA
PILOTO SECUNDARIO



CONCENTRACION
- TRACION



ANALISIS DE LOS SISTEMAS

PROPOSITO DE UN SISTEMA DE PROTECCION

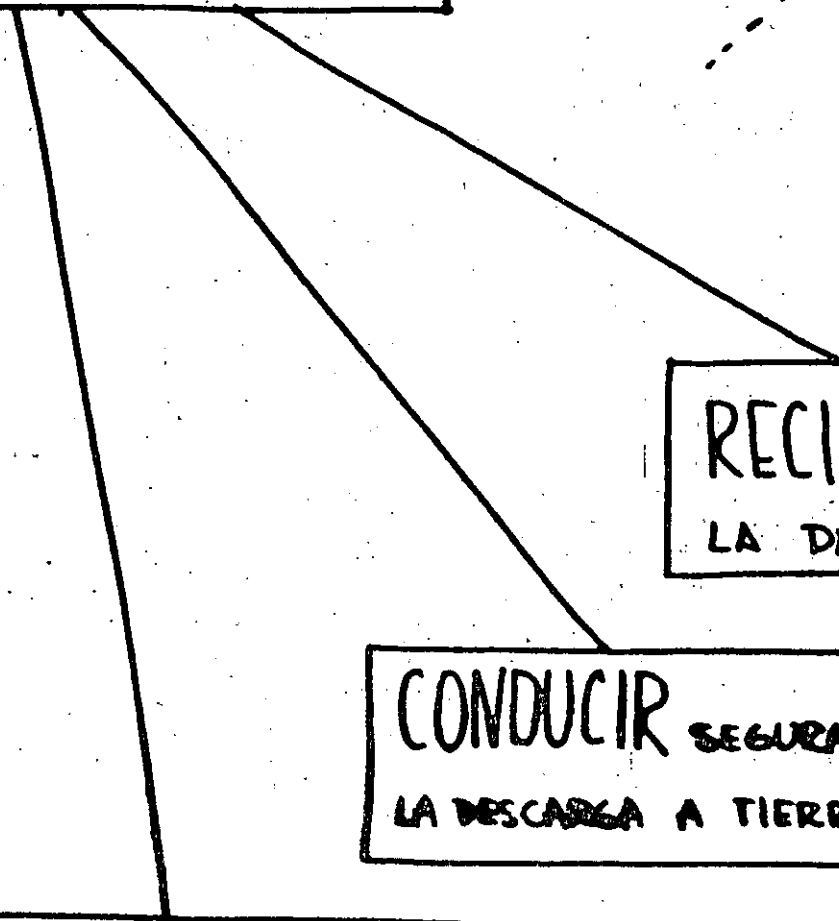
EVITAR LA DESCARGA

(?)

RECIBIR SEGURAMENTE LA DESCARGA

CONducIR SEGURAMENTE LA DESCARGA A TIERRA

DISIPAR LA ENERGIA DE LA DESCARGA EN TIERRA



ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE PROTECCION

① - RECEPTOR (PUNTAS).

② - CONDUCTOR (RED DE CABLES).

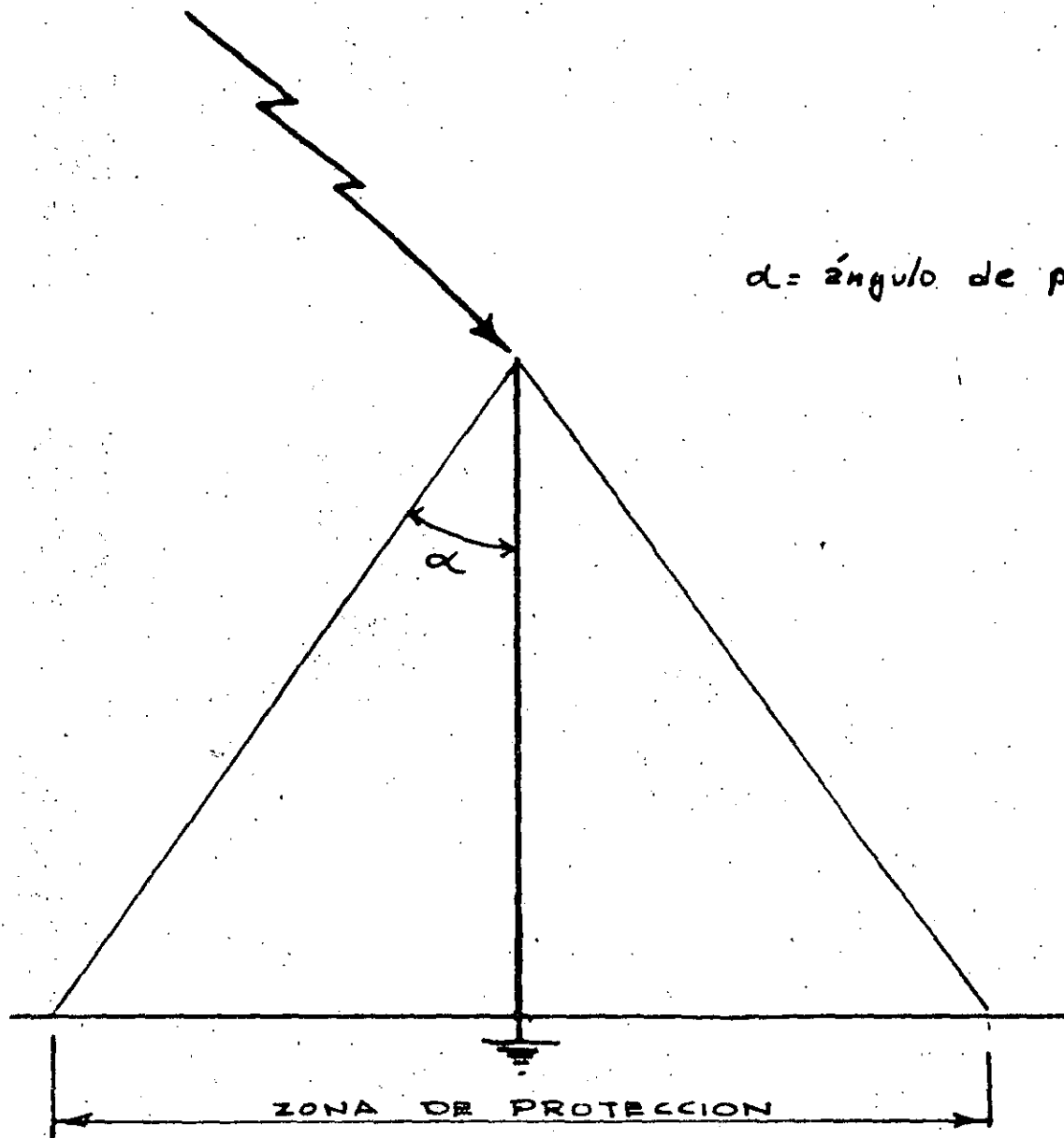
③ - DISPERSOR (ELECTRODOS DE TIERRA).

DIFERENTES SISTEMAS



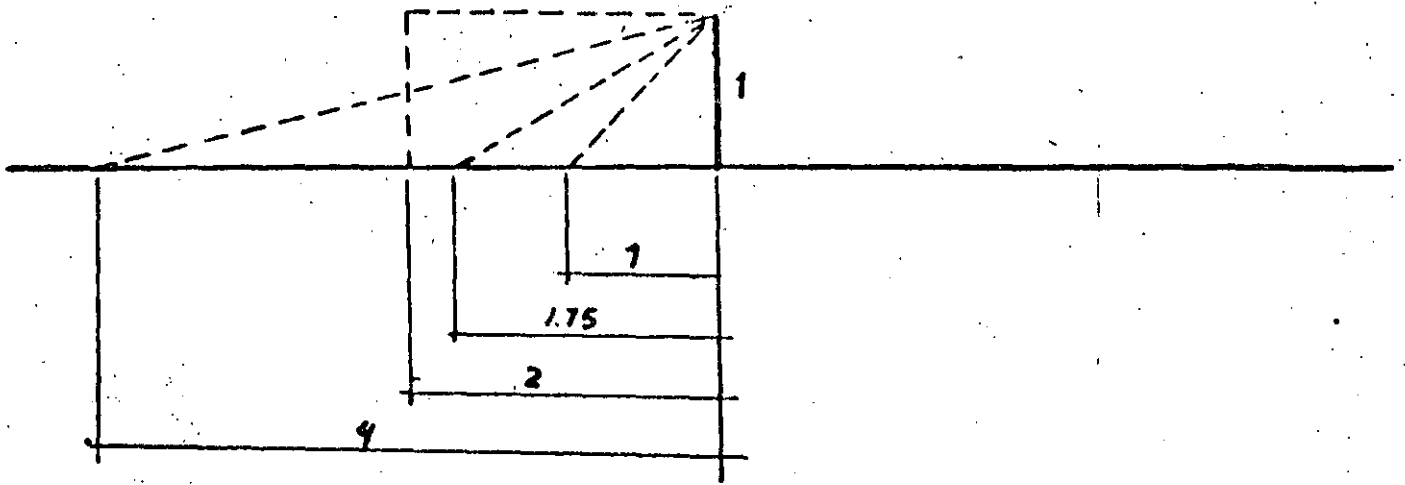
DIFERENTE UTILIZACION DE
LOS ELEMENTOS 1) 2) 3)

SISTEMA FRANKLIN



α = ángulo de protección

EN DESUSO EN LA
REGLAMENTACION U.L.
Y NFPA PARA EDIFICIOS.



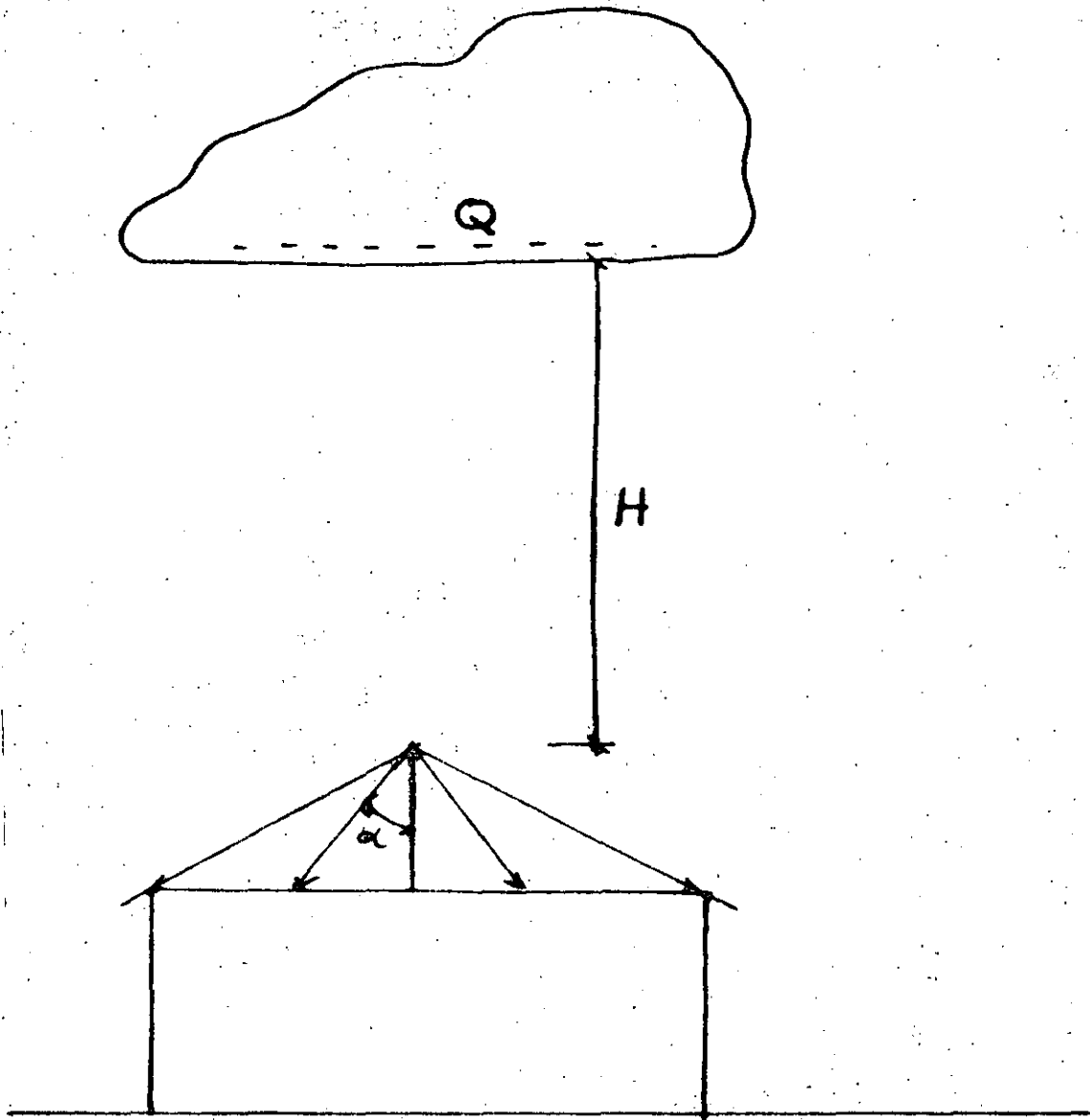
1875 - COM. PARIS = 1.75

1823 - GAY LUSSAC = CILINDRO = 2

1881 - ADAMS = 1

1923 - PEEK = 2-4

1945 - L.P.C. = 1 (limitado)



$$\alpha = f(H, Q)$$

NO PERMITE SEGURIDAD
EN EL DISEÑO.

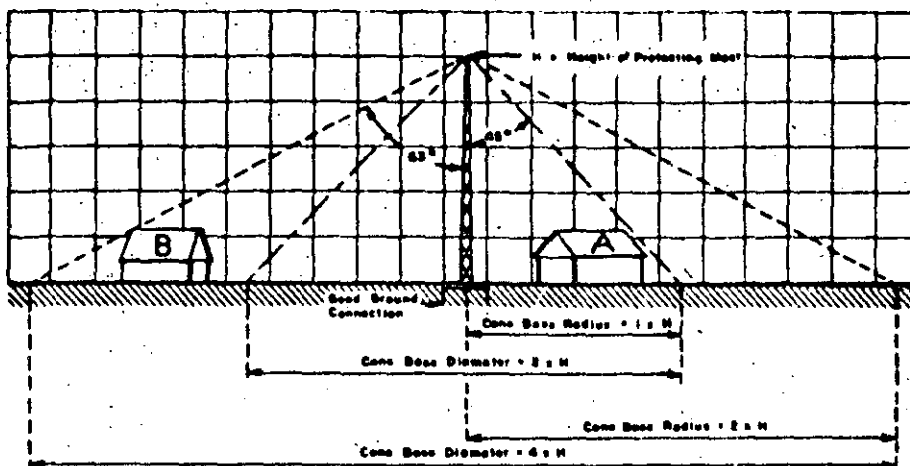


Fig. 10. Illustration of "cone-of-protection" or "angle of shielding." Building "A" located within a 1 to 1 (radius to height) cone, or 45-degree angle of shielding, will be protected against practically all strokes. Building "B" within 2 to 1 cone, about 63-degree angle, will be protected against the majority of strokes, but may be hit occasionally.

upward from the points at the instant just preceding a lightning stroke, thereby raising the effective height to the point where the upward streamer intercepts the stroke.

However, the basic principle of cone-of-protection is not foolproof and there can be rare cases where lightning will hit within even a conservative cone. An example of flagrant violation of the principle was a recorded stroke that hit the side of the Empire State Building 50 feet below the top.

A high tree, close to your house, may provide some cone-of-protection or shielding of your house from direct stroke, if the house is well within the tree's cone-of-protection. However, this is not a happy relationship, because a stroke to the tree could shatter it, with the possibility of heavy limbs falling through the house; or the stroke may come part way down the tree and then sidelfash to the house, causing as much lightning damage to the house as if it were directly hit. Lightning rods extending from the tree's topmost branches to driven ground electrodes at the tree's base will protect the tree against shattering, but sidelfash may still occur from the rodged tree to the house, particularly if grounded metallic systems in the house present a better path to earth. Furthermore, severe gales, or even high winds that accompany violent thunder storms, often uproot trees or break off major portions or limbs, and may thereby remove or destroy any shielding effects from the tree. Therefore, where high trees close to a house present conspicuous and likely targets for lightning, the safest practice is to apply a lightning conductor to the tree to prevent lightning from shattering the tree, in addition to a lightning rod system on the house for the real and durable protection against either sidelfashes or direct

hits. In any case, the lightning rod grounds around the base of the tree should be bonded by underground conductor extending to reliable grounds and metallic bodies, such as water pipes, well casings, heating system piping or ducts, sewer pipes, etc., that are available at or within the house.

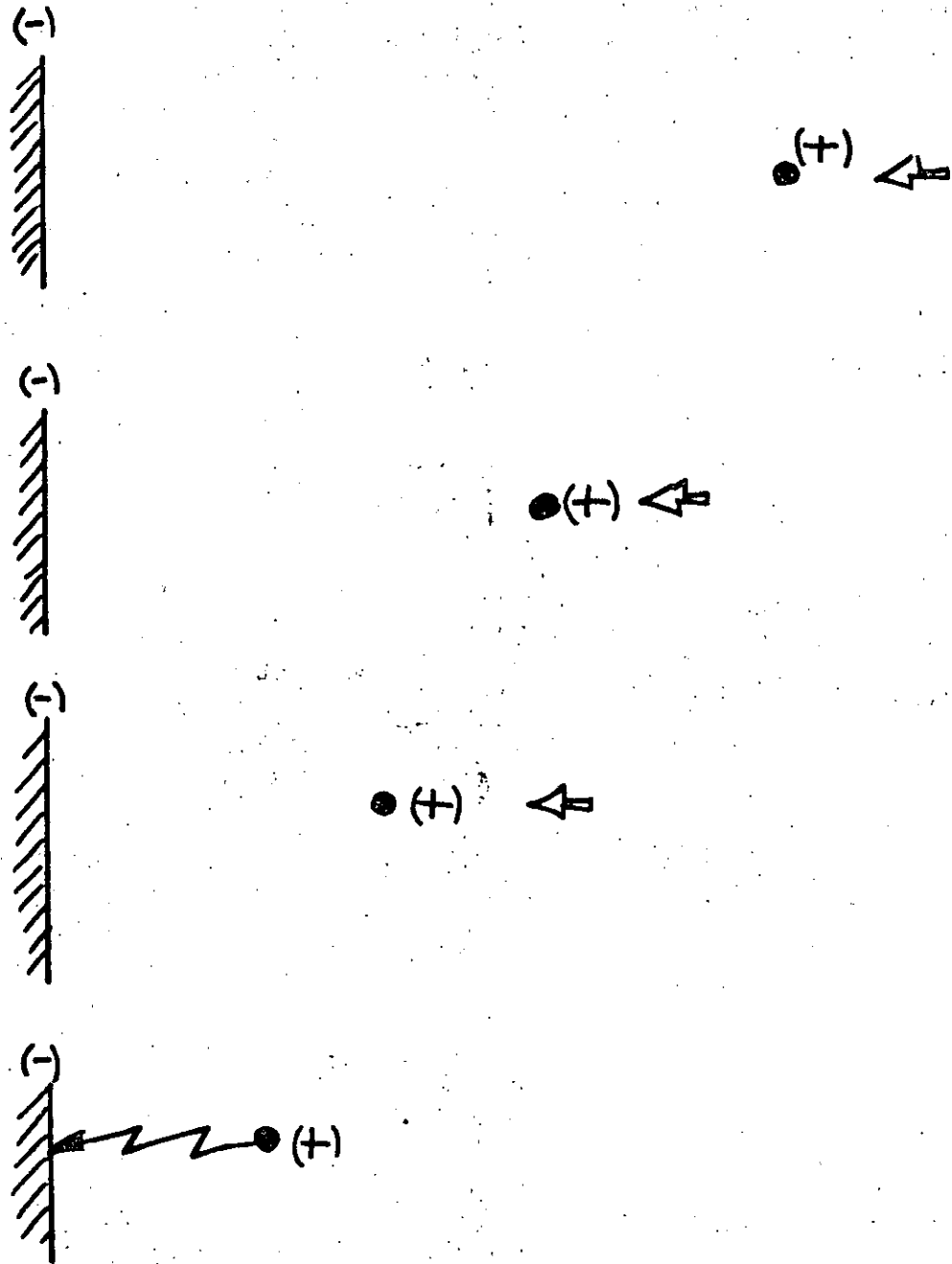
Lightning is just as likely to strike buildings of wood, masonry, or steel; or masts, poles, or trees of any kind, that present comparable height and exposure. However, as the stroke leader approaches earth, the charges in the earth rush into the area directly beneath the downward leader, often causing sufficient concentration of earth charges to produce upward streamers several feet long extending from the tops of earthly objects, and the object that happens to have the highest streamer formation may become the point that is struck. See Fig. 3. This is why "air terminal points" are used as the uppermost extensions of lightning rods. The points aid the formation of upward streamers that "pilot" the stroke to the rodding system.

Altogether, the many variables and influences make it difficult to forecast accurately when, how often, and where lightning will hit your neighborhood or your property. The difference in density of rainfall may affect where and what lightning may strike in your neighborhood. Storms vary from year to year and it may require many years to indicate true probabilities. For example, the Empire State building was hit as few as 3 times in 1939, as many as 48 times in 1947, but averaged 23 hits per year over 11 consecutive years. Therefore, any appraisal of what, when, and where lightning will strike, must be based largely on the foregoing facts about lightning and its behavior, but recognizing the pertinent variables.

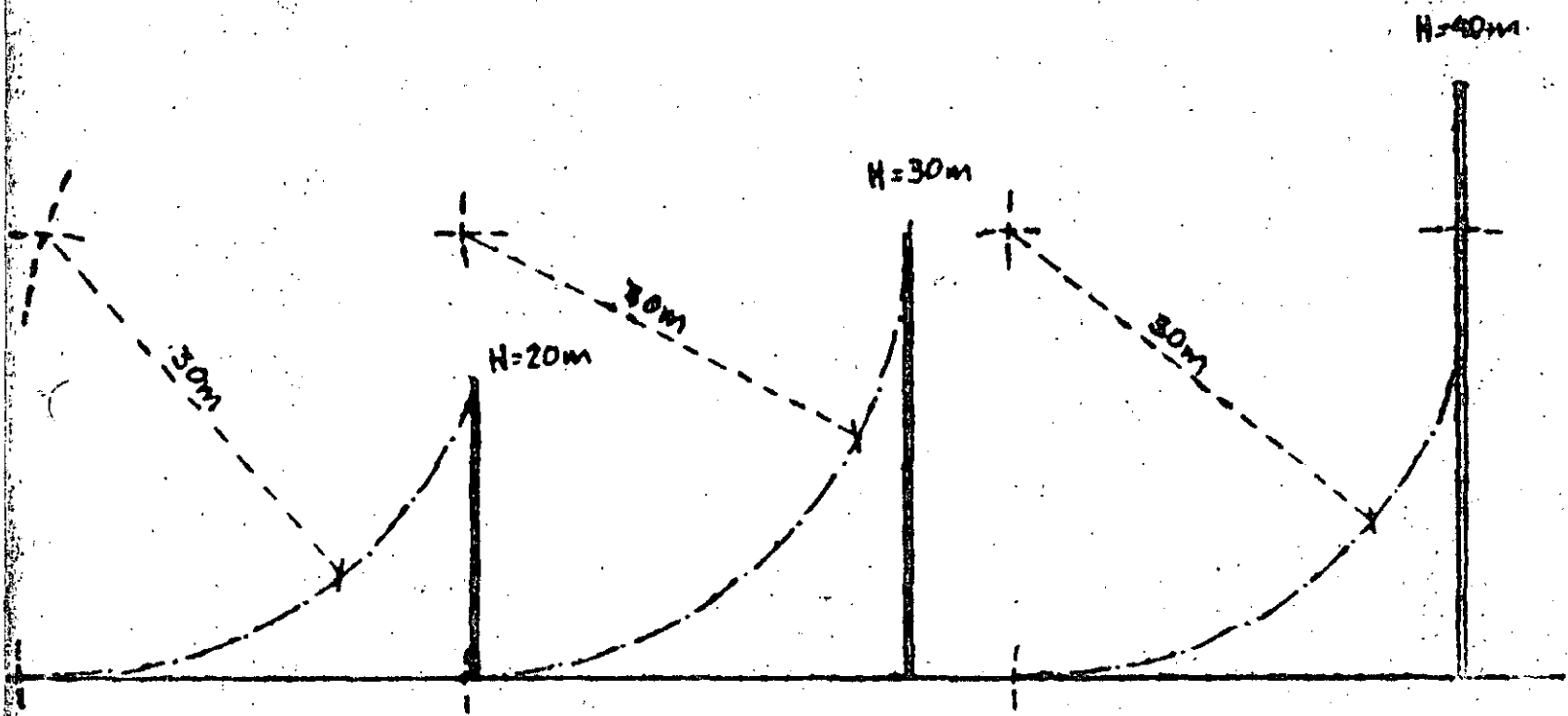
It is well to be familiar with the typical happenings and events that can occur within the few millionths of a second when lightning strikes. Indeed, our knowledge of lightning's "modus operandi" in its furious assault is the only basis on which we can plan effective defense or exercise intelligent precautions against it.

When lightning strikes, its compelling objective is to complete a path to ground, or to metallic or conducting objects that are in contact with ground. Remember, the lightning stroke of thousands, or tens of thousands, of amperes is a reuniting of electric charges in the earth beneath the storm cloud, with the opposite electric charges in the cloud. Therefore, the path of a lightning stroke is not completed by hitting the top of a house, but must continue on — the gigantic spark boring through any non-conducting materials — until it reaches earth, or an adequate conducting path to earth.

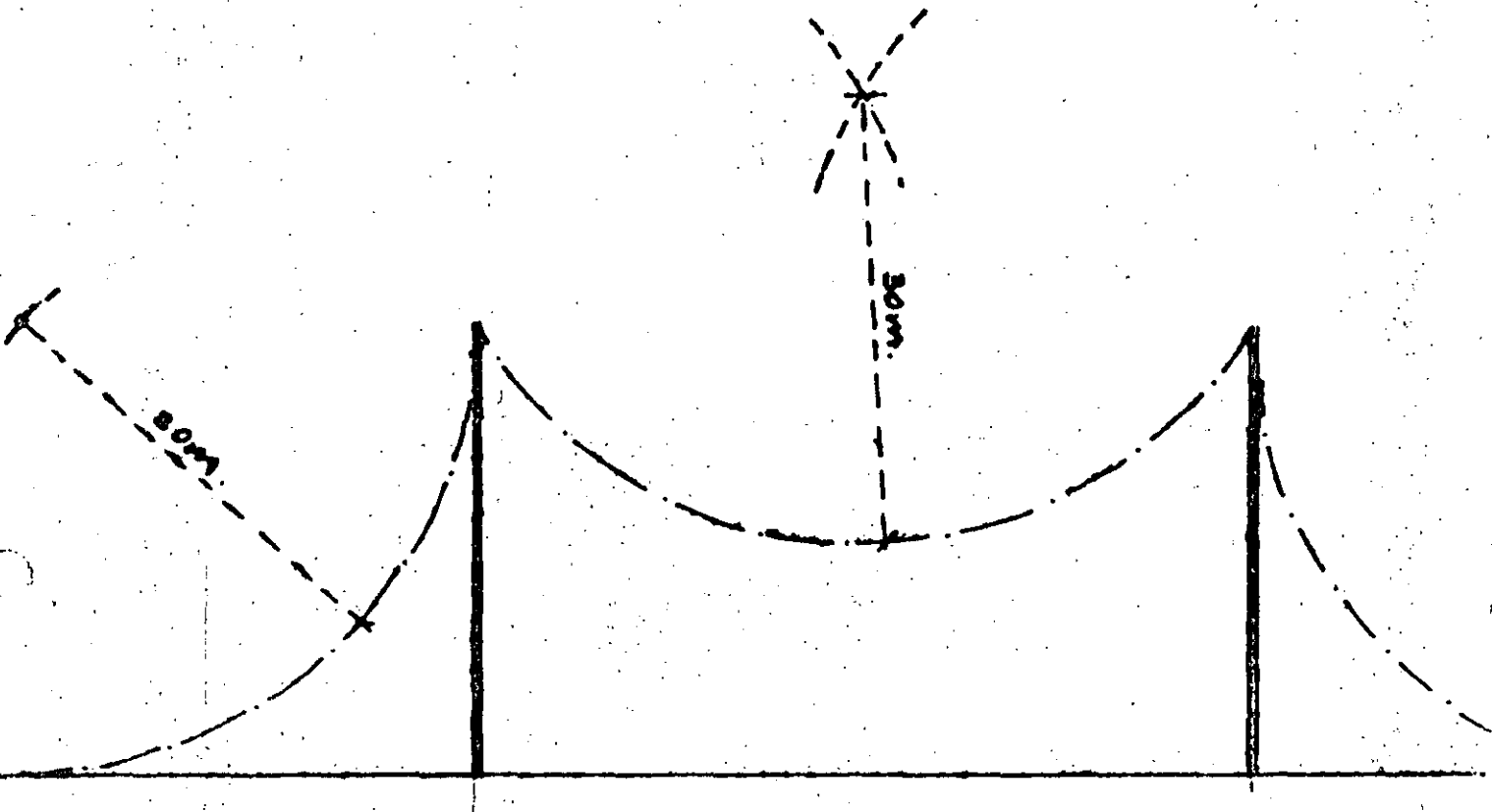
For example, lightning hits a chimney, follows part way down the non-conducting soot path inside the chimney, then bangs through the masonry and 8 feet across floor joists to a BX cable of the house wiring, and then follows the conducting cable to its ground connection in the basement. But the stroke's fireworks and explosive shattering force prevails throughout the soot path until it reaches the metallic conductor; and therefore, the chimney may receive a shattered gash down to a sizable hole opened through it where the stroke took off for the BX; and the joists, or the floor above, or the ceiling below can be splintered or wrecked between the chimney and the BX. A BX cable may conduct some strokes without damaging much of the cable, but in many cases, the copper conductors within the steel armor will totally disappear by volatilizing to a gas. Another example; lightning hits the ridge of a corner window, then shatters its course through 20 feet of ceilings, walls, or floors to the top of a shower bath fixture which happens to be the nearest grounded metallic object in the house to the stricken point. The explosive force through the free path of the stroke, from the gable to the shower bath, can leave a shambles of splintered materials. Again, — lightning hits the ridge of a house having no wiring, plumbing, or water pipes; and so the stroke crashes through the building from top to bottom; but, because there was no metallic connection to earth, the stroke bored through the earth, 1 to 2 feet under sod, for a distance of 155 feet, and punc-



DISTANCIA de ARQUEO



ALTURA vs DISTANCIA de ARQUEO



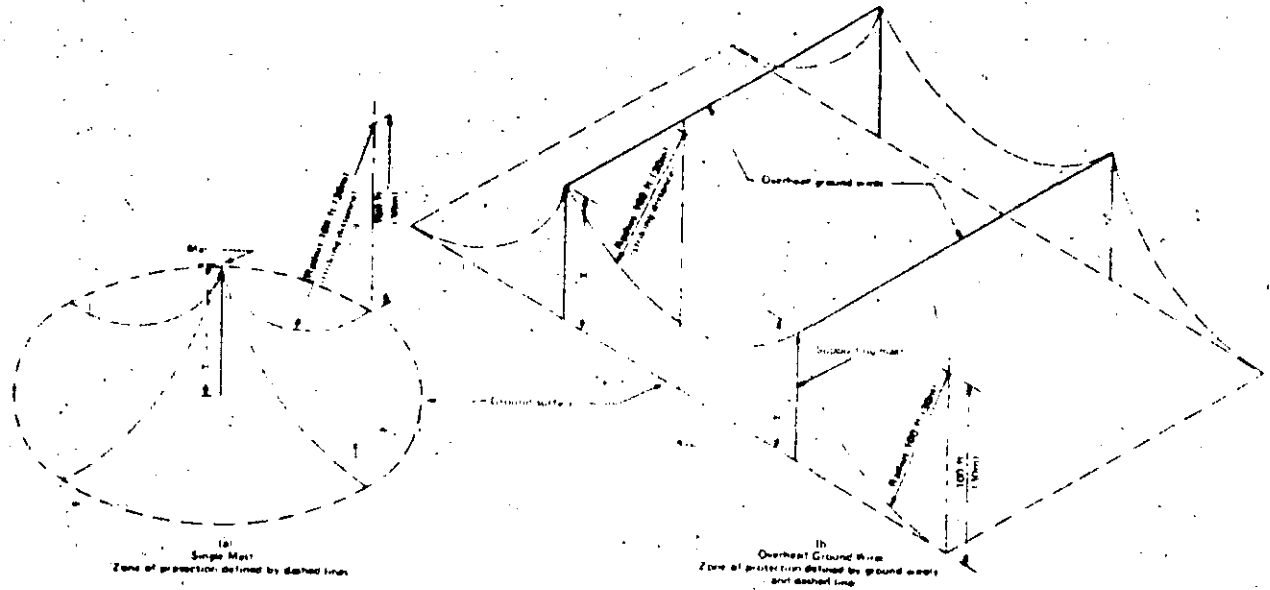


Figure 6-3.3.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).

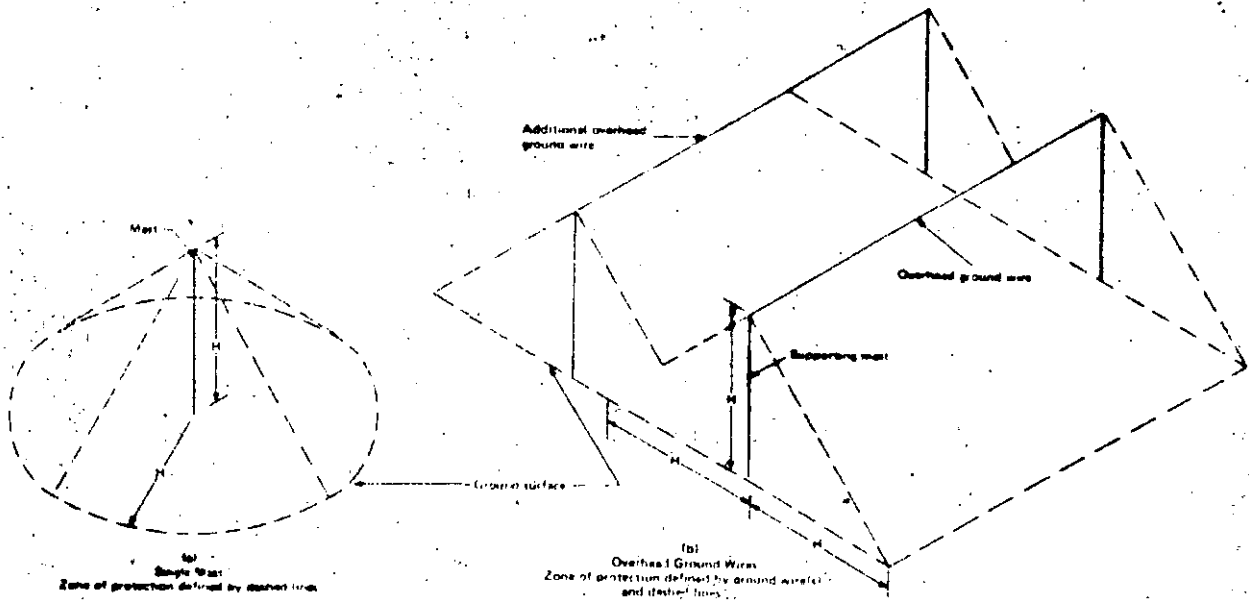
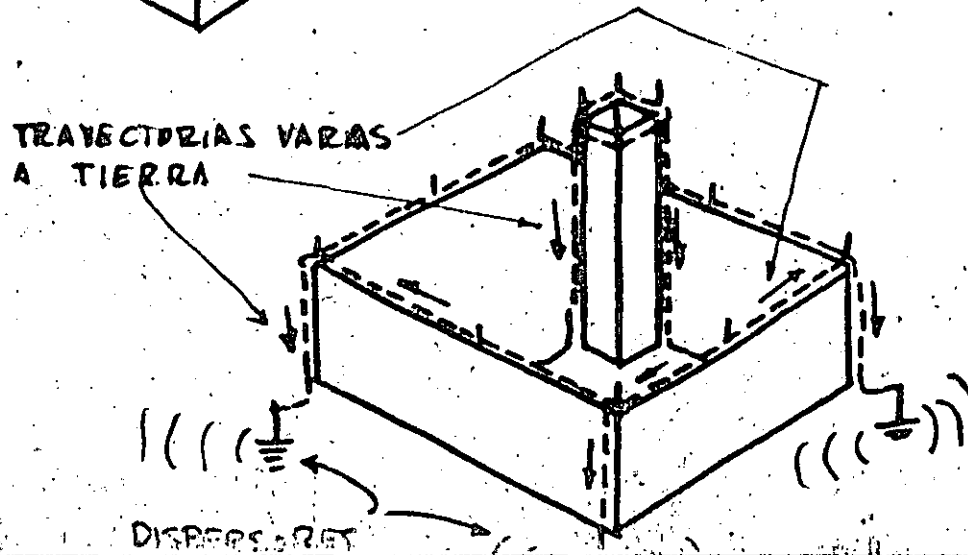
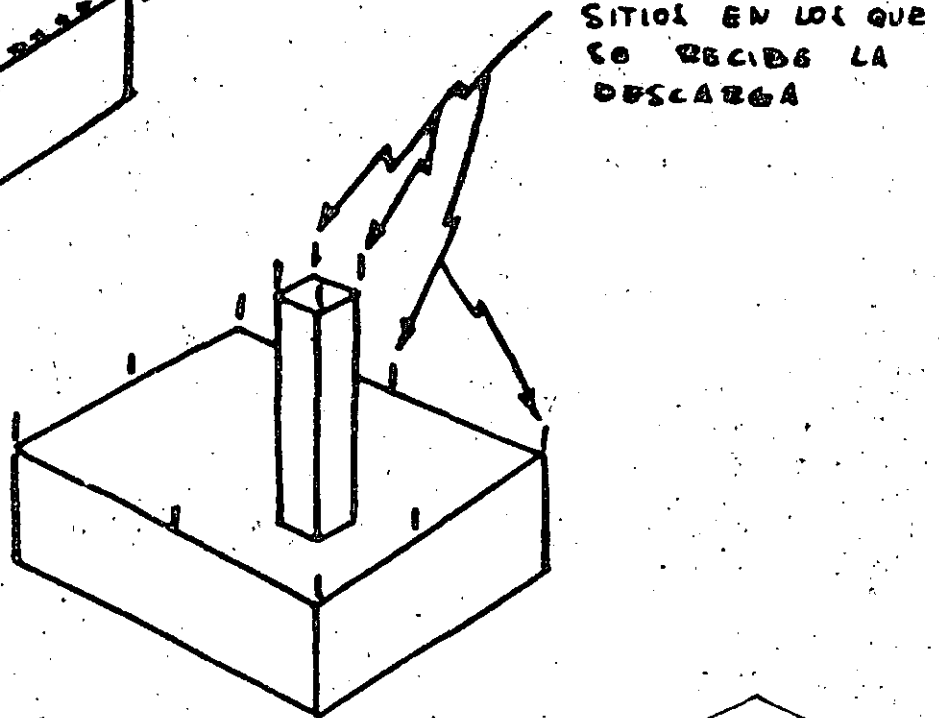
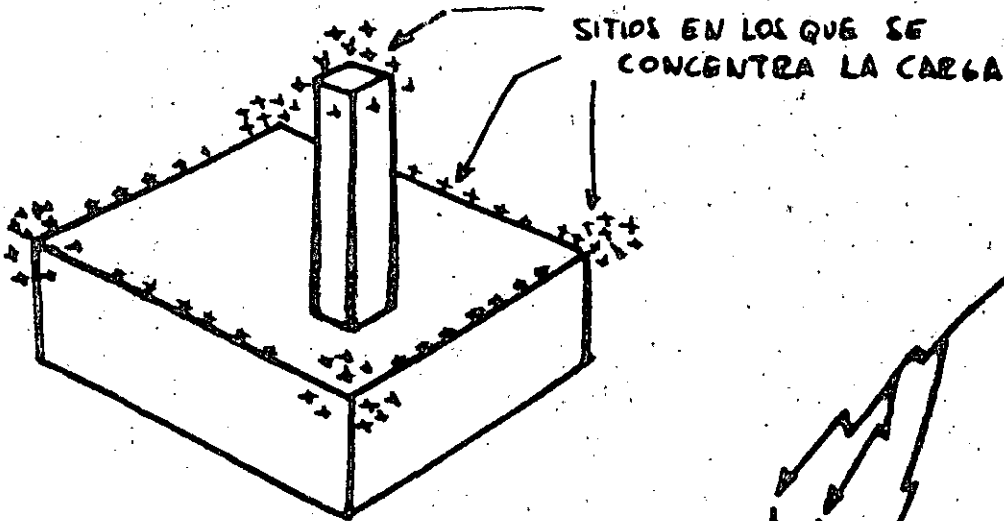


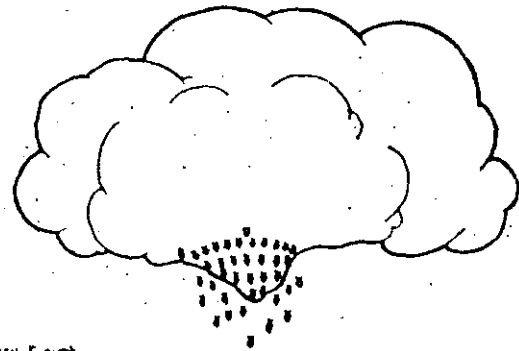
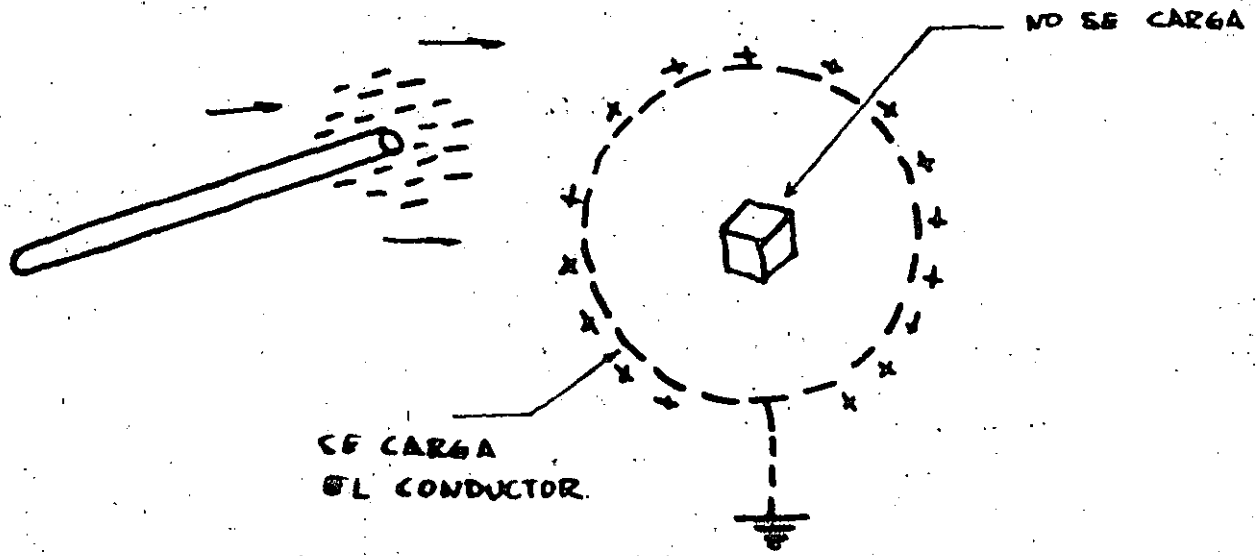
Figure 6-3.3.1. Zone of Protection for Mast Height "H" Not Exceeding 50 Feet (15m).

SISTEMA FARADAY :-

- PRINCIPIO:
- ELEMENTOS RECEPTORES EN LOS SITIOS DE CONCENTRACION ELECTROSTATICO.
 - BLINDAJE ELECTROSTATICO



• BLINDAJE ELECTROSTATICO

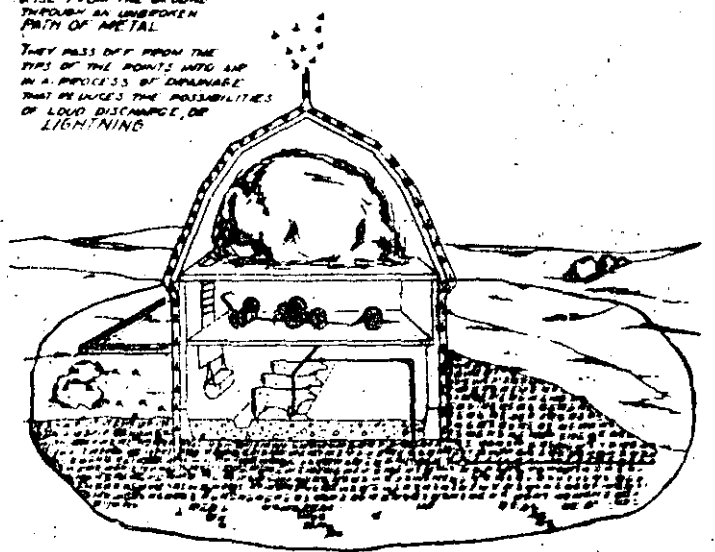
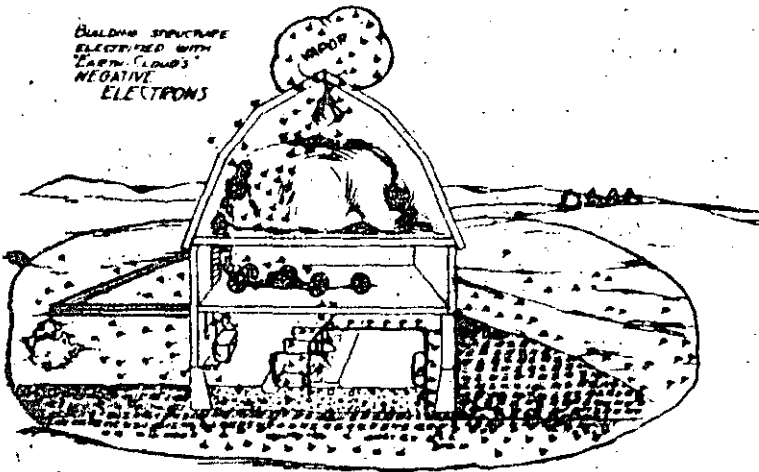


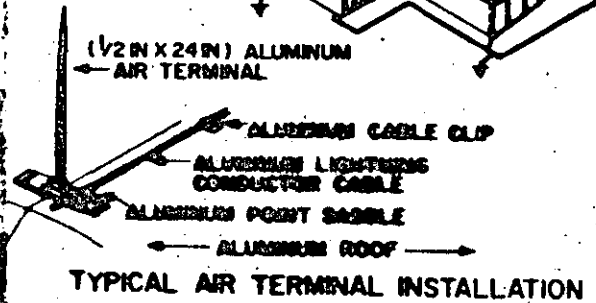
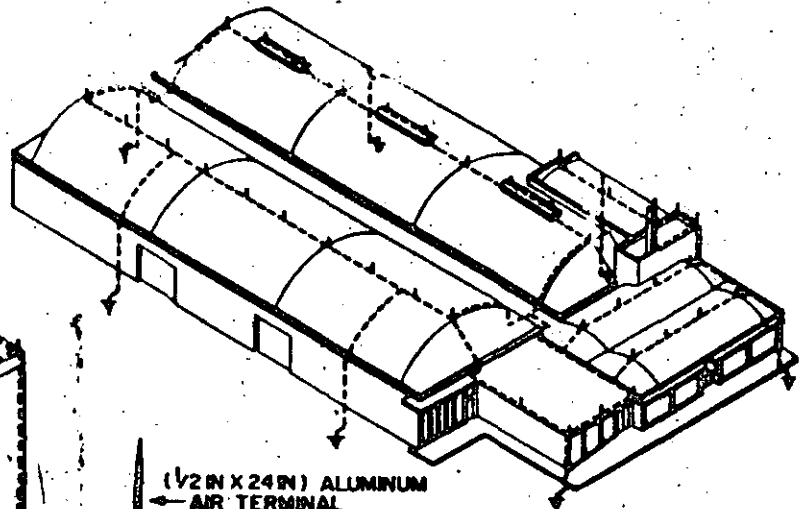
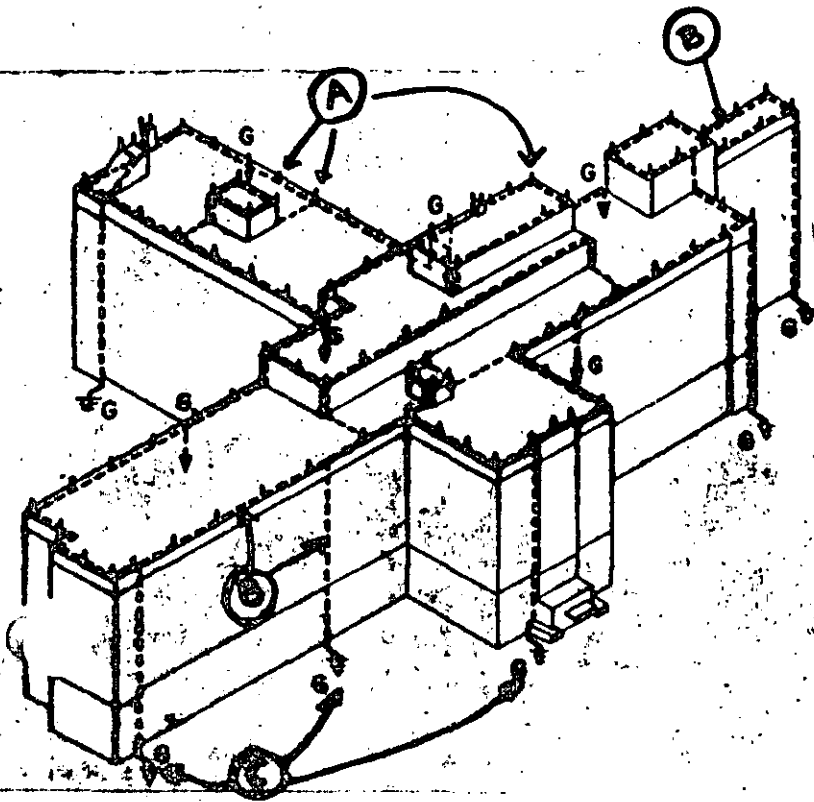
GAP BETWEEN "Sky-Cloud" AND "Earth-Cloud"

EARTH-CLOUDS NEGATIVE ELECTRONS RISE FROM THE GROUND THROUGH AN UNBROKEN PATH OF METAL

THEY PASS OFF FROM THE TIPS OF THE POINTS INTO AIR IN A PROCESS OF IMPANARE THAT PRELUDES THE POSSIBILITY OF LOUD DISCHARGE, OR LIGHTNING

BUILDING STRUCTURE ELECTRIFIED WITH "EARTH-CLOUDS" NEGATIVE ELECTRONS





VENTAJAS:-

• SEGURIDAD

• REGLAMENTADO → (1904).

• EXPERIMENTADO (1904-~~1980~~)

• NORMALIZADO :

• UNDERWRITER'S LABORATORIES

↳ UL96A

• NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

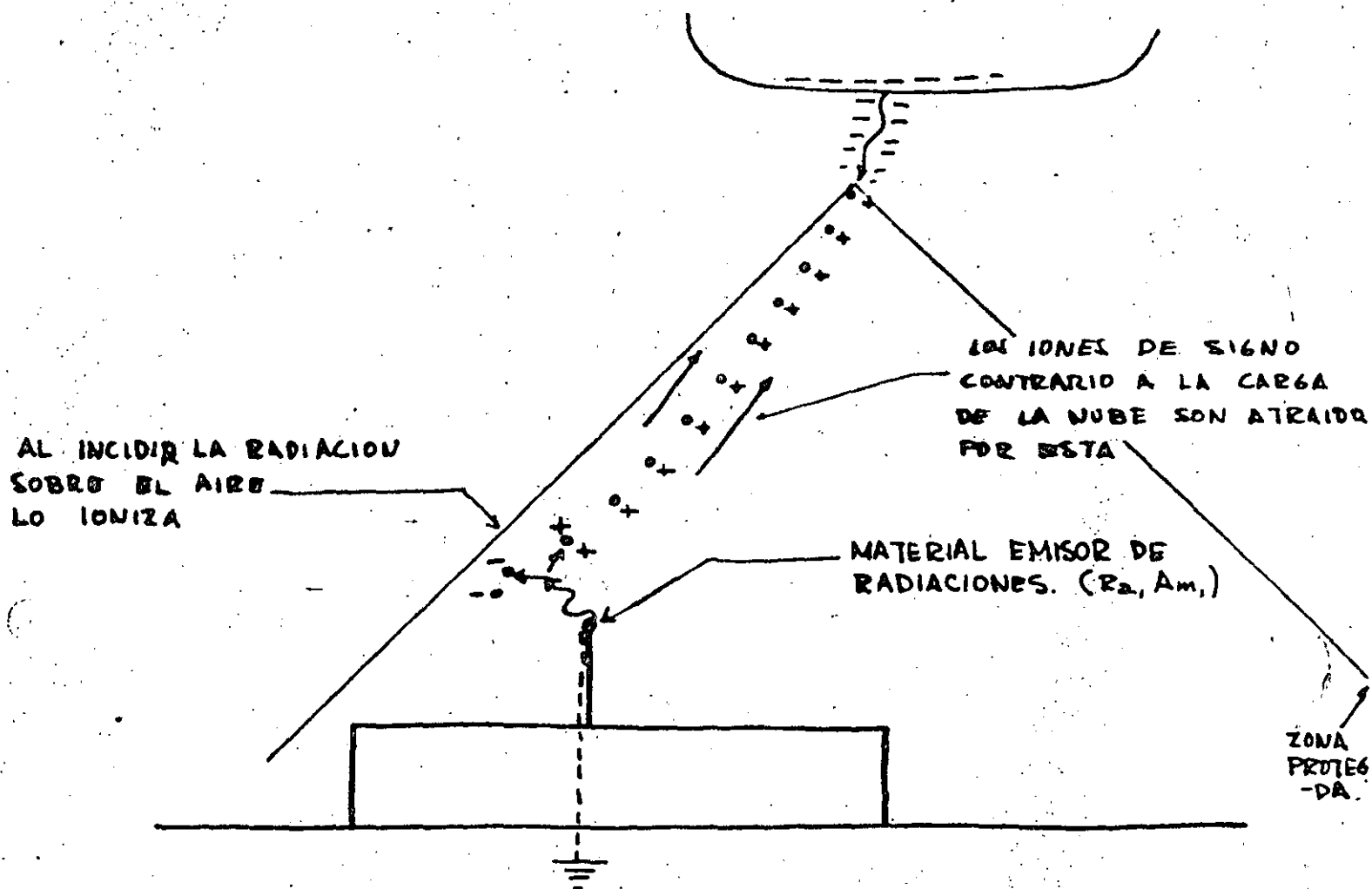
↳ NFPA-78

• ANSI.

• IEEE

SISTEMA RADIOACTIVO

28



VENTAJAS: SENCILLEZ INSTALACION

DESVENTAJAS: USO MATERIAL PELIGROSO (RADIACION-CONTAMINACION)

↳ RESTRINGIDO EN MEXICO.

FOUNDED 1884

Underwriters' Laboratories, Inc.
For Service - Not for Profit

SPONSORED BY
National Board of Fire Underwriters



Installation Requirements

MASTER LABELED LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS

UL 96A
Eighth Edition

JUNE, 1963

FPA
78

ANSI/NFPA 78
1977
An American
National
Standard

LIGHTNING PROTECTION CODE 1977



NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

1190 27th Albany Avenue, Boston, MA 02210

SISTEMAS DE PROTECCION

VS

30

DESCARGAS ATMOSFERICAS

INSTALACION

DE ACUERDO CON
MPPA-78
UL96A

ELEMENTOS de ANALISIS:-

- 1 - UBICACION de PUNTAS
- 2 - TRAYECTORIA de CONDUCTORES
- 3 - UBICACION de ELECTRODOS de TIERRA
- 4 - CONEXIONES ADICIONALES
- 5 - SISTEMAS de INSTALACION
- 6 - ESPECIFICACION de MATERIALES.

UBICACION PUNTAS :

- LOCALIZACION
- ESPACIAMIENTO
- ALTURA

31

LOCALIZACION - SITIOS DE INCIDENCIA DEBIDO A CONCENTRACION DE CARGA EN BLOCS :-

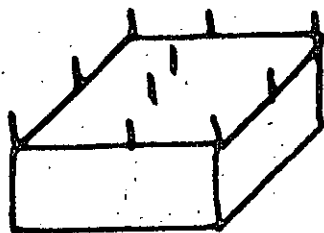
- ESQUINAS
- ARISTAS

• EN LA SUPERFICIE DE LA AZOTE

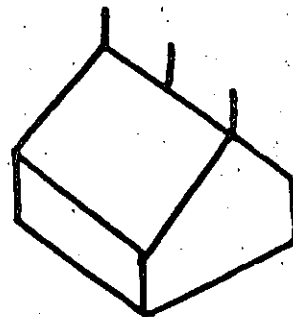
FUNCION DEL TIPO O FORMA DEL TECHO

CASIFICACION DE TECHOS:-

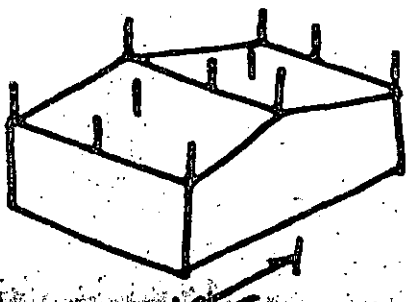
1) PLANO



2) INCLINADO



2) PENDIENTE LIGERA



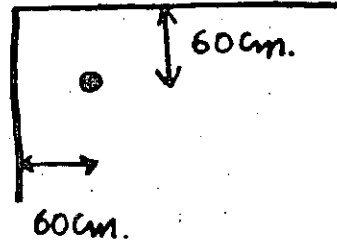
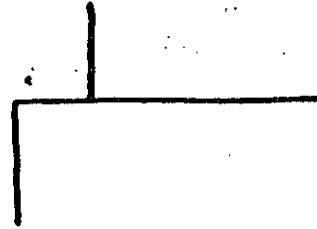
CONDICIONES:

$S < 12m$ y PENDIENTE $\leq \frac{1}{8}$

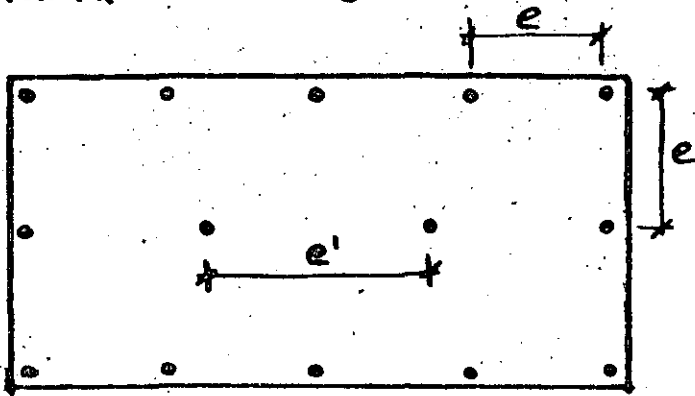
$S > 12m$ y PENDIENTE $\leq \frac{1}{4}$

ESPACIAMIENTO PUNTAS

DEL LIMITE DEL CONTORNO:



ENTRE PUNTAS



$e \leq 6m$ HASTA ALTURAS DE PUNTA DE 60cm.

$e \leq 7.62m$ HASTA ALTURA DE PUNTA MAS DE 60cm.

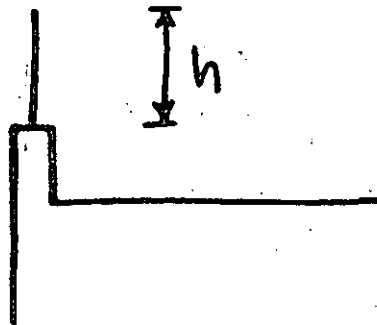
$e' \leq 15m$.

ALTURA PUNTAS

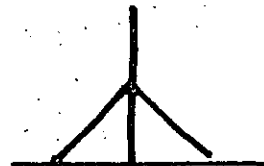
h:

$$90cm > h > 25cm$$

DEL OBJETO O
CONTORNO PROTEGIDO



$h > 60cm \rightarrow$ TRIDIE



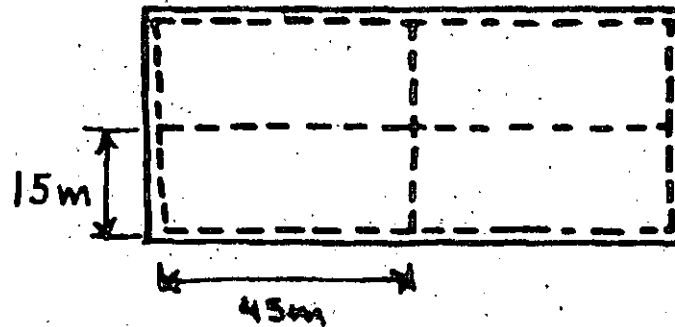
TRAYECTORIA CONDUCTORES :-

33

HORIZONTALES

CONDICIONES :-

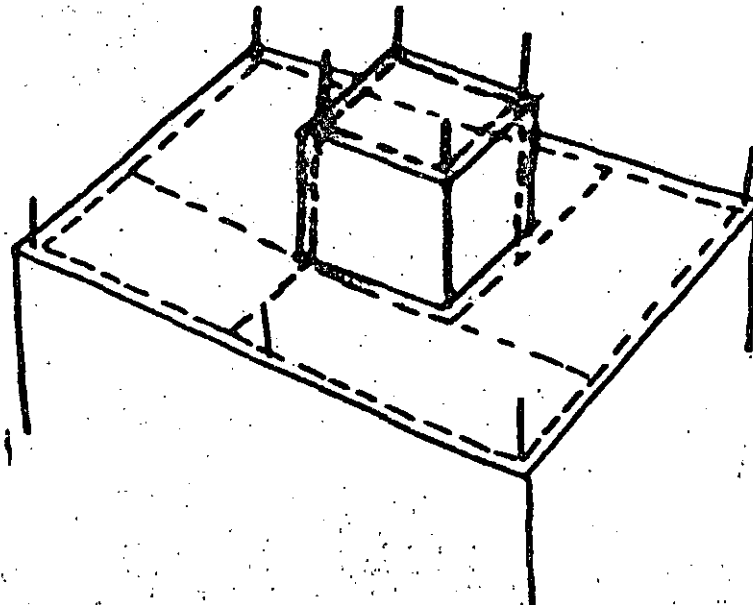
- 1) RED CERRADA QUE INTERCONECTA PUNTAS
- 2) 2 TRAYECTORIAS DIRECTAS A TIERRA (SIN CURVAS -ASCENDENTES, DESDE CADA PUNTA
- 3) RADIO CURVATURA MINIMA = 20 CM.
- 4) ESTABLECER REDES INTERIORES CERRADAS DE DIMENSIONES MAXIMAS 15x45M.



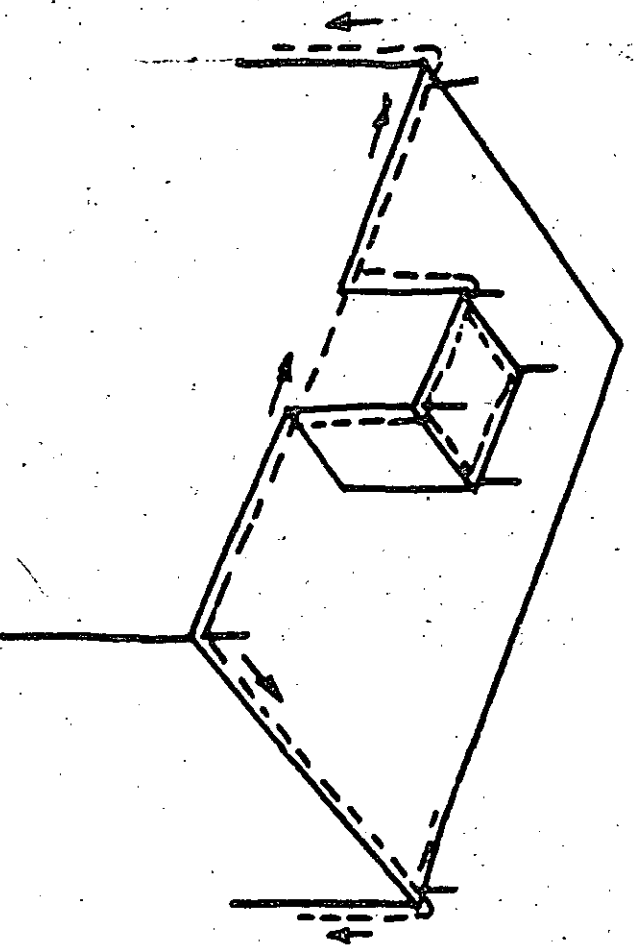
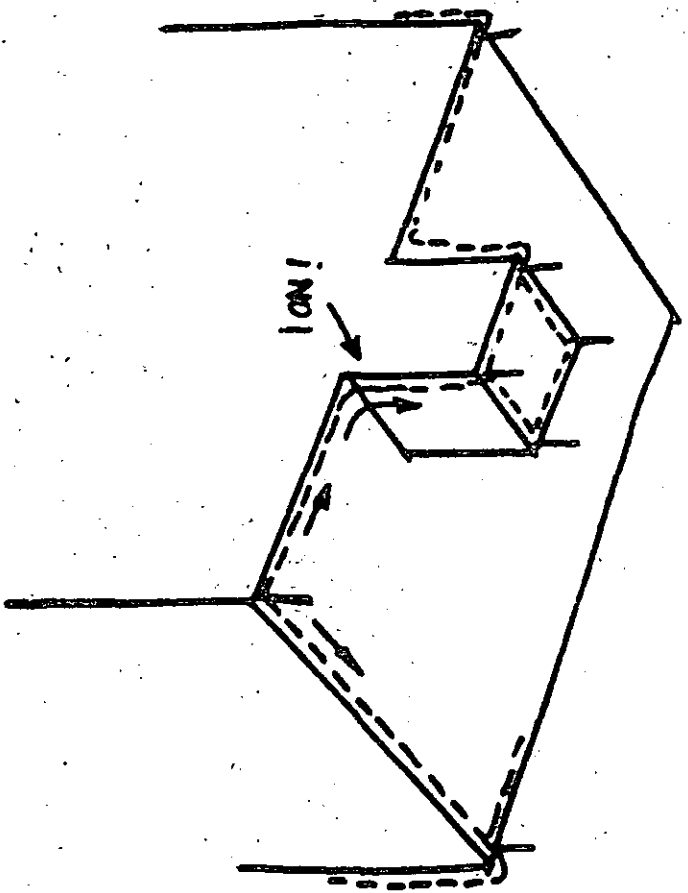
- 5) SECCION: CADA 90 CM.

EJEMPLOS :

RED CERRADA



2) TRAYECTORIA DOBLE



TRAYECTORIA CONDUCTORES.

• VERTICALES:

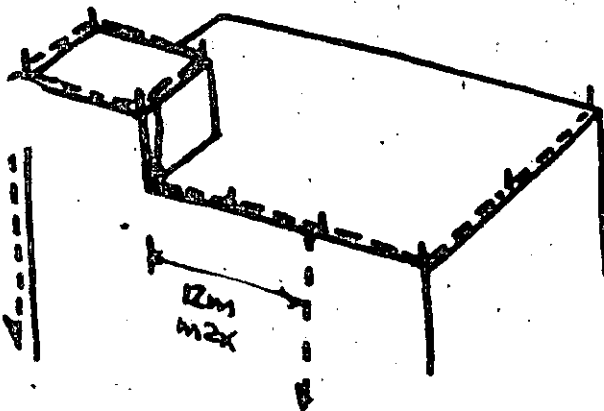
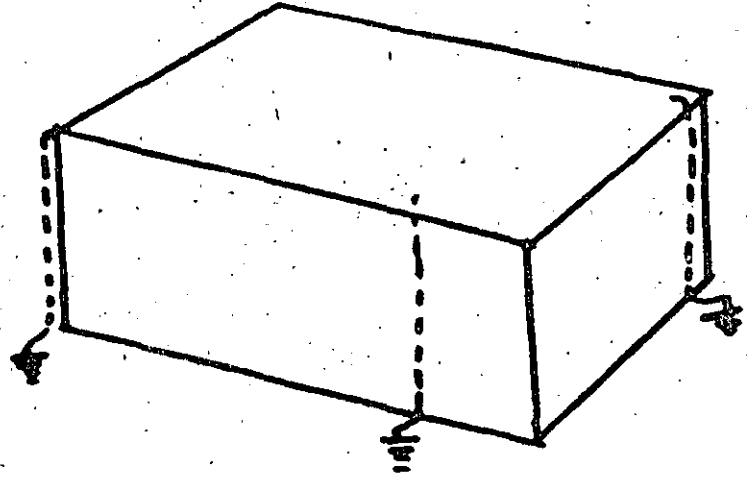
35

CONECTAN RED HORIZONTAL A TIERRA

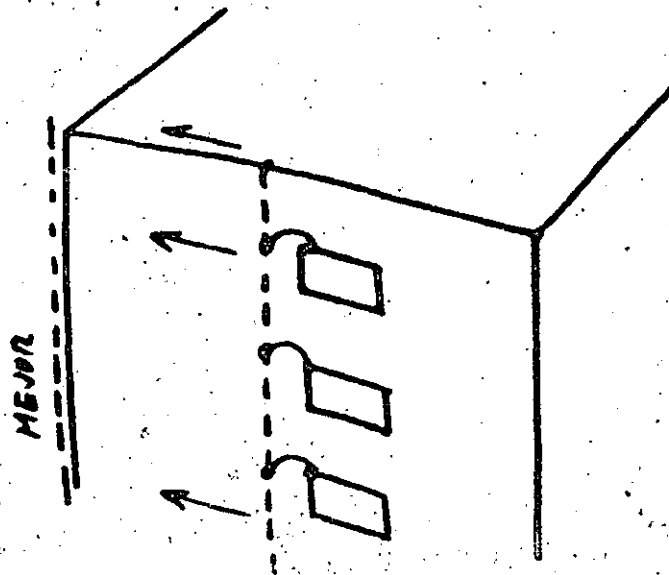
LOCALIZACION:

• CERCA UBICACION TIERRAS

• TRAYECTORIAS DIRECTAS



• UBICACION CUERPOS METALICOS



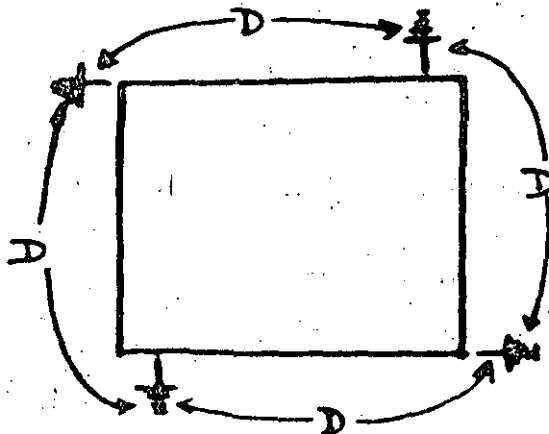
CONEXIONES A TIERRA

OBJETIVO:

- PERMITIR QUE LA CONCENTRACION DE CARGA PREVIA A LA DESCARGA, QUE OCURRE EN EL TERRENO, TENGA ACCESO A LOS CONDUCTORES VERTICALES PARA FLUIR HASTA LAS PUNTAS.
- DISIPAR LA CORRIENTE DE LA DESCARGA EN EL TERRENO.

CONDICIONES:

1) ESPACIAMIENTO UNIFORME

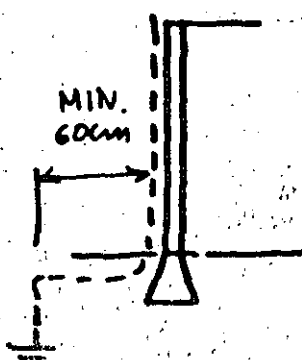
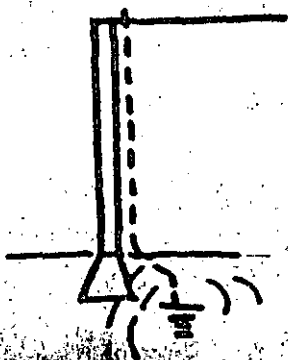


2) DISIPACION FACIL

↳ NECESARIO: BAJA RESISTENCIA EN CONEXION.

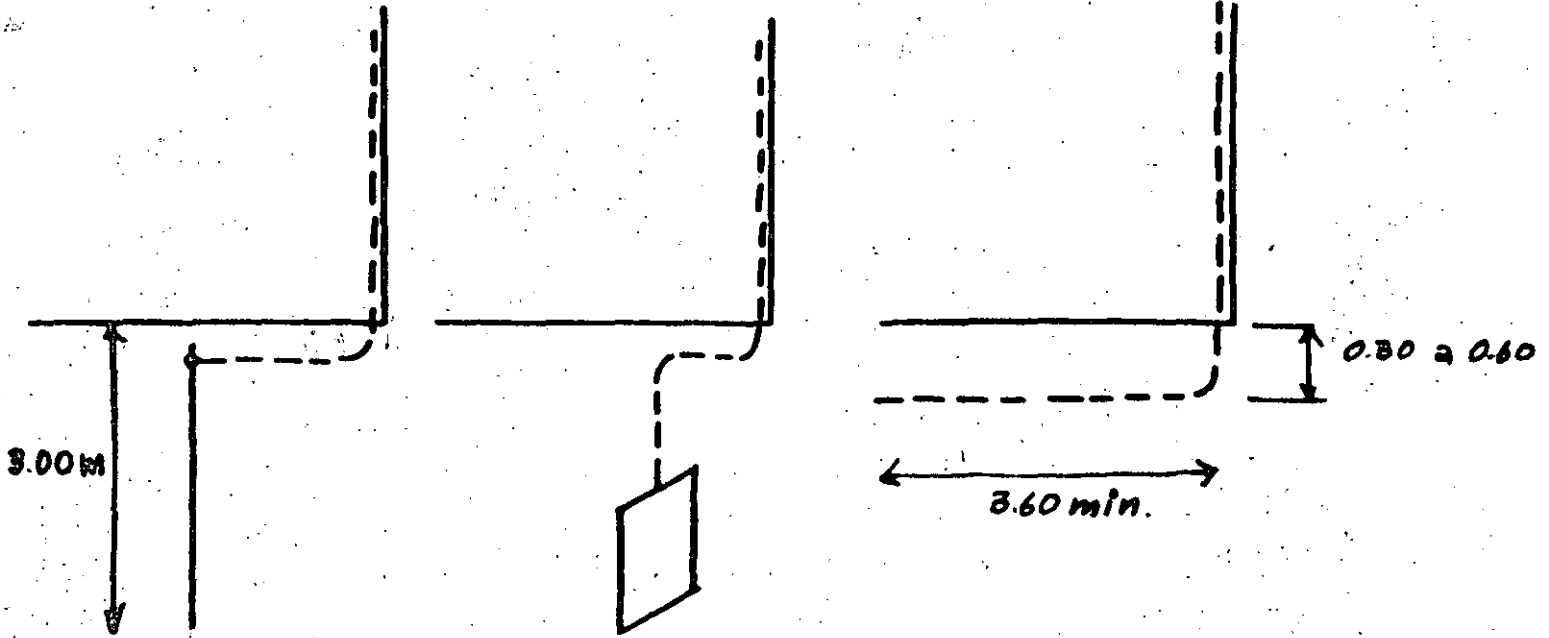
↳ UL: 50Ω

SIN OBSTACULOS CERCANOS:

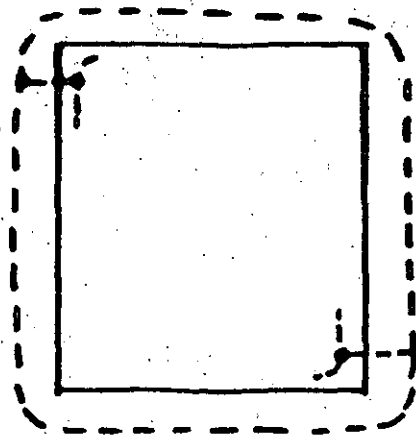


MEDIOS de CONEXION a TIERRA:

37



CONDICIONES CRITICAS: →

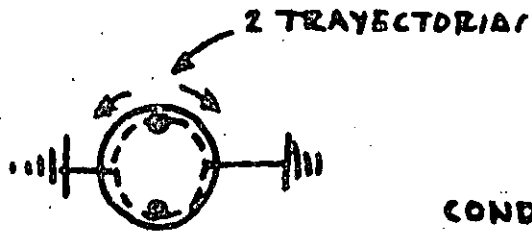


CANTIDAD Y UBICACION TIERRAS

ES FUNCION DEL PERIMETRO PROTEGIDO

MINIMO → 2

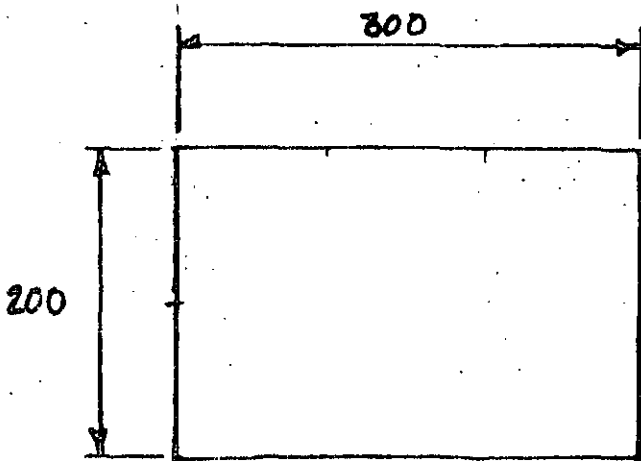
HASTA PERIMETRO DE 75 m.



CONDICION:
OPUESTAS

MAS DE 75 m: → 1 TIERRA ADICIONAL POR CADA 30 m. EXTRAS DE PERIMETRO

EJEMPLO:-



$$\text{LONG: } 200 + 200 + 300 + 300 = 1000 \text{ m}$$

Nº TIERRAS:-

2 PARA 75 m.

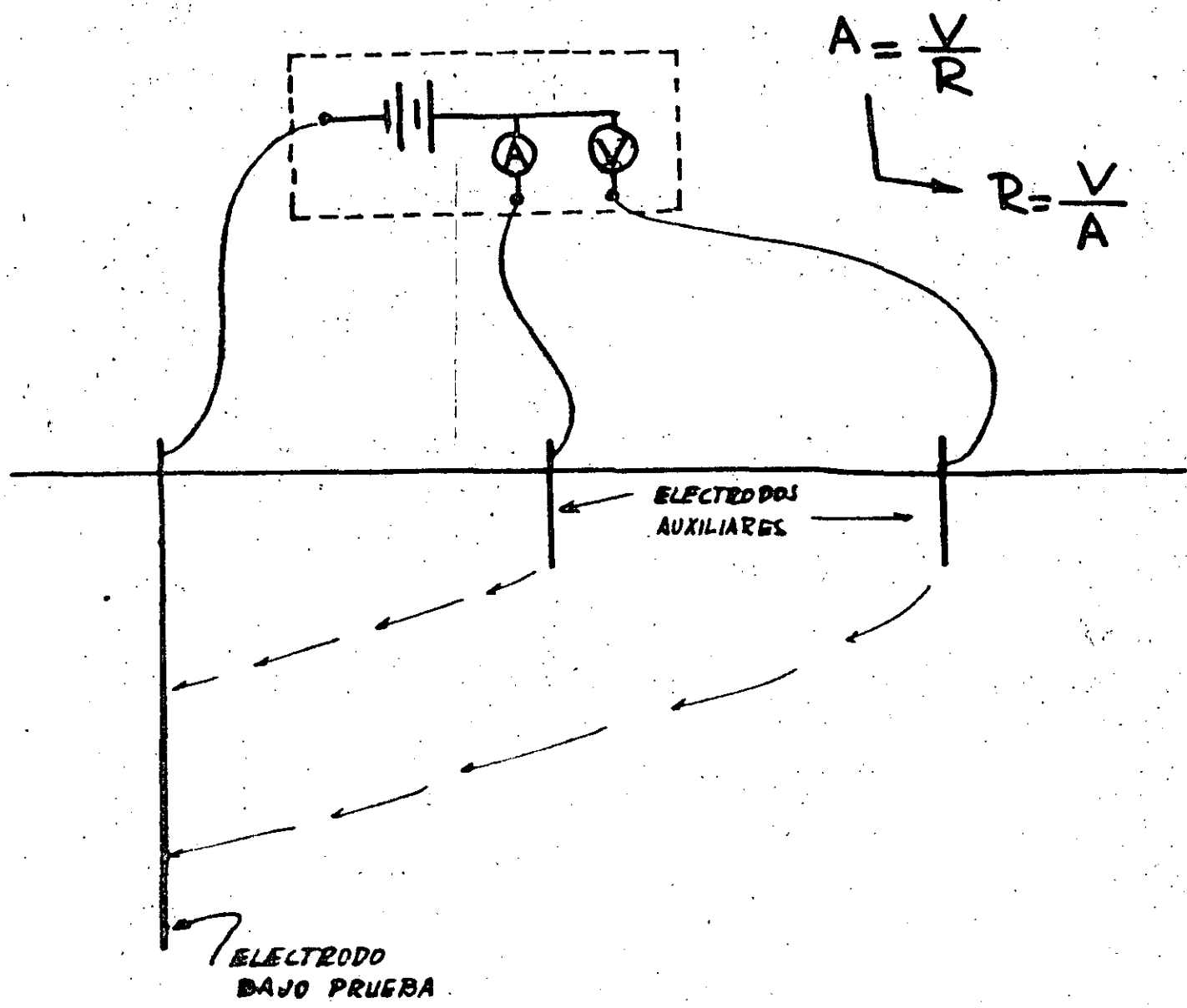
PARA EL RESTO:

$$31 = \frac{1000 - 75}{30}$$

33 TIERRAS

UNIFORMEMENTE
ESPACIADAS.

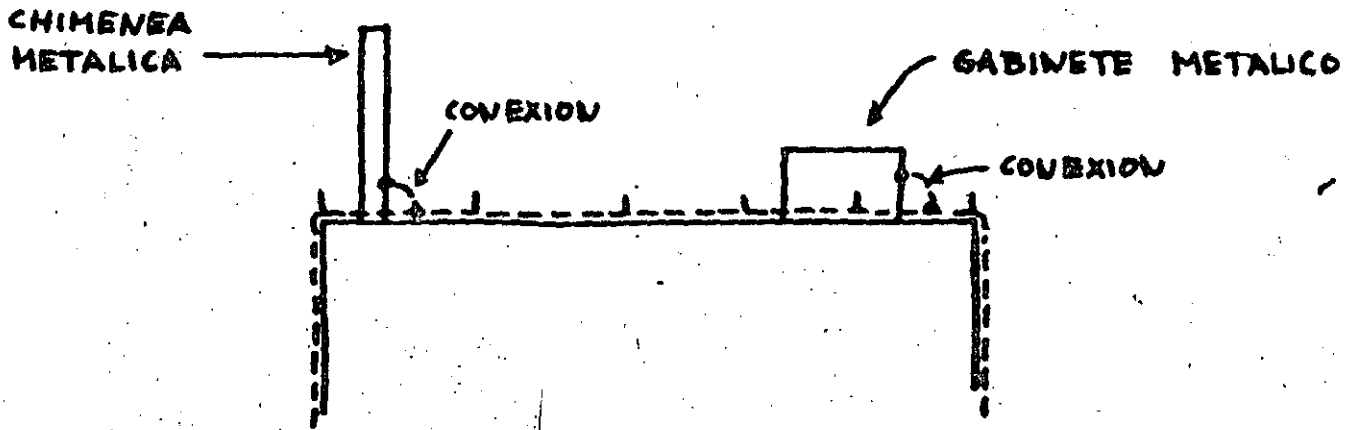
MEDICION RESISTENCIA a TIERRA



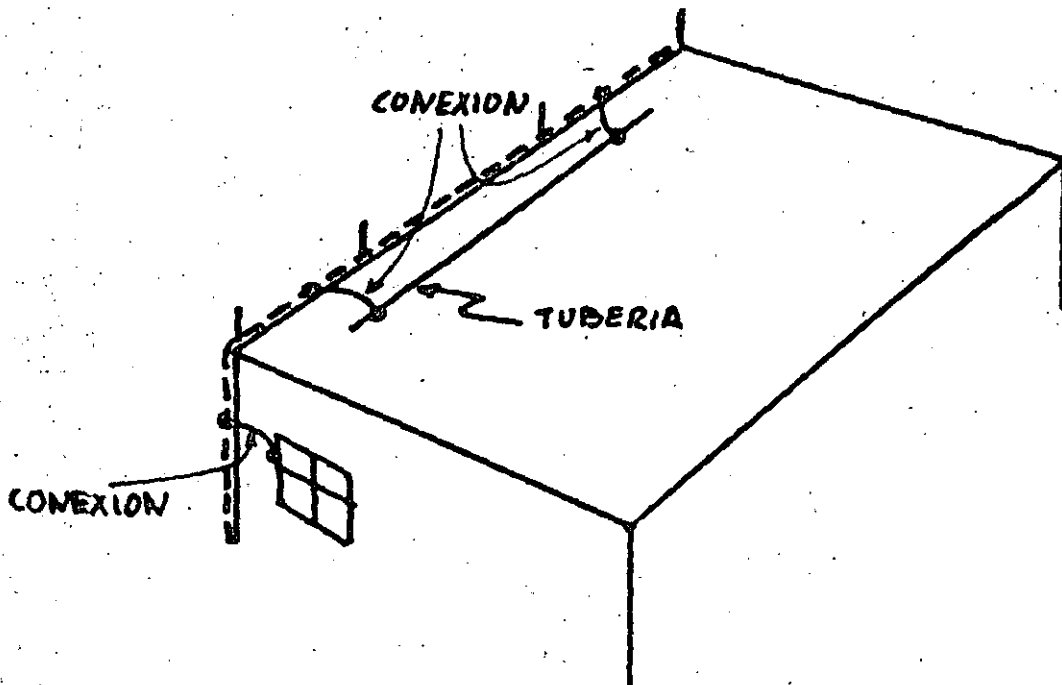
CONEXIONES ADICIONALES

40

-) CUERPOS METALICOS QUE PUEBAN RECIBIR UNA DESCARGA DIRECTA.



-) CUERPOS METALICOS CERCANOS AL SISTEMA (MENOS DE 1.80m) EN LOS QUE, AL CIRCULAR UNA CORRIENTE POR ESTE, SE ORIGINE EN ELLOS UNA ΔV INDUCIDA QUE PUEBA MOTIVAR UNA "DESCARGA LATERAL".



INTERCONEXIONES

41

• CON SISTEMAS PUESTOS A TIERRA

- ELECTRICOS
- COMUNICACIONES
- TUBERIAS

AGUA
GASES

CONDICION: ELECTRODOS INDEPENDIENTES

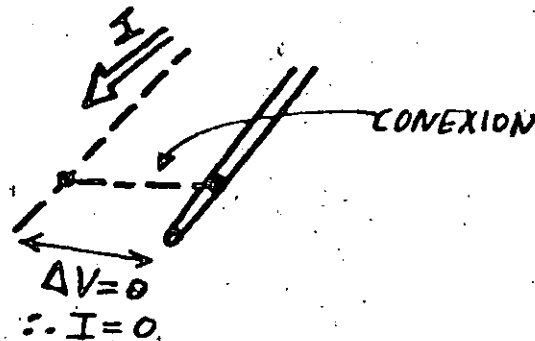
INSTALACIONES ELECTRICAS:

ROIE ART-

OBJETIVO:

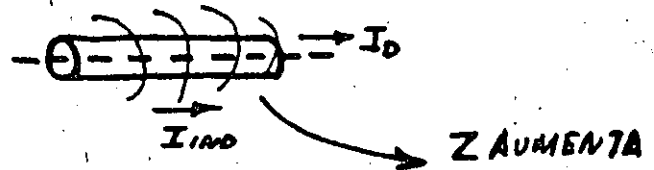
MISMO POTENCIAL A TIERRA

ANULAR POSIBILIDAD DESCARGA LATERAL



SISTEMAS de INSTALACION

- APARENTE (PREFERIBLE)
- OCULTO (DUCTOS NO METALICOS)



- ESTRUCTURALES

↳ CONDUCTIVIDAD TOTAL GARANTIZADA

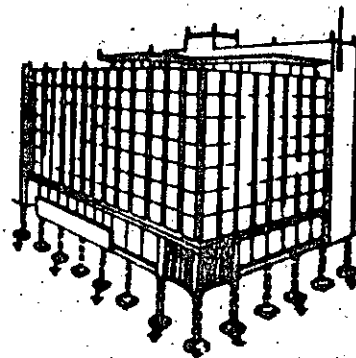


Fig. 2. Steel building: Steel framing in tall buildings should be connected to air terminals. This type of structure requires special lightning protection.

MATERIALES

↳ DENTRO NORMAS ESPECIFICAS "U.L."

↓
TIPO DE CONDUCTOR: FUNCION DE ALTURA

↙ DE 22.86m (75') EN ADELANTE, MAYOR CALIBRE

A-09-03

43

UL 96

STANDA

**LIGHTNING
PROTECTION
COMPONENTS**



**UNDERWRITERS
LABORATORIES
INC.**

TABLE OF CONTENTS

Foreword 4

General 5

 1. Scope 5

 1A. Glossary 5

 2. Units of Measurement 5

Construction 5

 Class I Components 5

 3. General 5

 4. Air Terminals 5

 5. Air Terminal Base Supports 6

 6. Braces 6

 7. Chimney Bands 6

 8. Conductors 6

 9. Connector Fittings 8

 10. Bimetallic Connectors 8

 11. Water-Pipe Connectors 8

 12. Ground-Rod Clamps 8

 13. Bonding Plates 8

 14. Clips and Fasteners 8

 15. Ground Electrodes 9

 Class II Components 9

 16. General 9

 17. Air Terminals 9

 18. Conductors 9

 19. Bonding Plates 9

 Class II Modified Components 9

 20. General 9

 21. Air Terminals 10

 22. Air-Terminal Supports 10

 23. Conductors 10

 24. Connector Fittings 10

 25. Bonding Plates 10

 26. Reserved For Future Use 10

Performance 10

 27. Security of Components 10

Marking 10

 28. General 10

**Replaces page 3 dated February 17, 1977*

14.6. The metal bands of a tile surface fastener shall have a thickness of not less than 0.051 inch (1.3 mm), a width of not less than 1 inch (25.4 mm), and shall be made of a material that is as resistant to corrosion as copper.

14.7. A slate fastener shall comply with the dimensional and material requirements in paragraph 14.6.

15. Ground Electrodes

15.1. Soil conditions determine to a great extent the type of ground electrodes that may be used for a given installation. The requirements for plate electrodes are presented in this section. Rod and pipe electrodes are covered in the Standard for Grounding and Bonding Equipment, UL 467.

15.2. A copper plate electrode shall have a thickness of not less than 0.032 inch (0.81 mm) and a minimum surface contact area of not less than 2 square feet (0.186 m²).

15.3. A plate electrode of iron or steel shall have a thickness of not less than 1/4 inch (5.4 mm) and a surface contact area of not less than 2 square feet (0.186 m²).

CLASS II COMPONENTS

16. General

16.1. Class II components shall comply with the requirements in paragraphs 4.3, 4.5, 4.6, 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 8.2, and Sections 7, 9, 12, 14, 15, and 17-19.

17. Air Terminals

17.1. A Class II air terminal shall be made of copper, copper alloy, or aluminum and shall be of solid construction.

17.2. The minimum diameter of a Class II air terminal shall be 1/2 inch (12.7 mm) if of copper and 5/8 inch (15.9 mm) if of aluminum. The minimum diameter is to be determined as described in footnote^a to Table 1.1.

17.3. An air terminal shall be at least 10 inches (254 mm) long.

17.4. An air terminal shall be provided with at least five full threads for attachment to the base support. The major diameter of the thread shall be equal to or greater than the minimum diameter of the air terminal.

18. Conductors

18.1. A Class II conductor shall be a cable made of copper or aluminum and shall comply with the requirements in Table 18.1.

19. Bonding Plates

19.1. A Class II bonding plate shall have a surface contact area of not less than 8 square inches [52 square centimeters (cm²)] for structural steel buildings or 3 square inches (19 cm²) for other Class II structures and shall comply with the material and dimensional requirements for Class I bonding plates.

Revised paragraph 19.1 effective January 2, 1978

19.2. A connector fitting shall be provided as a part of each bonding plate.

CLASS II MODIFIED COMPONENTS

20. General

20.1. Class II modified components shall comply with the requirements in paragraphs 4.5, 4.6, 5.2, 5.4, 5.5, 9.2, 9.4, 14.4, 20.2 and Sections 11-13, 15, 19, and 21-25.

Revised paragraph 20.1 effective January 2, 1978

TABLE 18.1
MINIMUM ACCEPTABLE REQUIREMENTS FOR CLASS II CONDUCTORS

Material	Minimum Strand Size, AWG	Weight		Area	
		Pounds/Foot	Grams/Meter	Circular Mils	cm ²
Copper	10	0.375	688	118,000	63
Aluminum	12	0.160	303	102,000	67

Revised Table 18.1 effective January 2, 1978

^aReplaces page 9 dated February 17, 1977

TABLE 8.1
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS OF CLASS I MAIN CONDUCTORS^a

Type of Conductor	Material	
	Copper	Aluminum
Cable		
Strand diameter	0.045 inch (1.15 mm)	0.064 inch (1.63 mm)
Weight	0.187 pound/foot (278 gram/meter)	0.095 pound/foot (141 gram/meter)
Area	07,400 circular mils (29 mm ²)	98,600 circular mils (50 mm ²)
Solid strip		
Thickness	0.051 inch (1.30 mm)	0.080 inch (2.03 mm)
Width ^b	1 inch (25.4 mm)	1 inch (25.4 mm)
Solid rod		
Weight	0.187 pound/foot (278 gram/meter)	0.095 pound/foot (141 gram/meter)

^a Main conductors are intended to be used as the main lightning conductor in addition to being used for the interconnection of metal bodies of conductance.

^b This is the minimum width for a strip without perforations. If perforated, the minimum acceptable width is to be increased by the diameter of the perforations.

Revised Table 8.1 effective January 2, 1978

TABLE 8.2
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS OF SECONDARY CONDUCTORS^a

Type of Conductor	Material	
	Copper	Aluminum
Cable		
Strand diameter	0.045 inch (1.15 mm)	0.064 inch (1.63 mm)
Number of strands	14	10
Solid strip		
Thickness	0.051 inch (1.3 mm)	0.064 inch (1.63 mm)
Width ^b	1/2 inch (12.7 mm)	1/2 inch (12.7 mm)
Solid rod		
Diameter	0.182 inch (4.61 mm)	0.204 inch (5.18 mm)

^a Secondary conductors are intended to be used for the interconnection of metal bodies of inductance.

^b This is the minimum width for a strip without perforations. If perforated, the minimum acceptable width is to be increased by the diameter of the perforations.

Revised Table 8.2 effective January 8, 1978

*Replaces page 7 dated February 17, 1977

TABLE 9.1
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS
OF CONNECTOR FITTINGS

Material	Construction	Thickness, Inch (mm)	Number	
			Full Threads	Bolt Size
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch-20
	Stamped	0.064 (1.63)	-	
Aluminum	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch-20
	Stamped	0.102 (2.59)	-	

TABLE 5.1
MINIMUM ACCEPTABLE THICKNESS OF
AIR TERMINAL BASE SUPPORTS

Material	Construction	Thickness, Inch (mm)
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4)
	Stamped	0.061 (1.55)
Aluminum	Cast	3/32 (2.4)
	Stamped	0.097 (2.48)

TABLE 9.1
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS
OF CONNECTOR FITTINGS

Material	Construction	Thickness, Inch (mm)	Number	
			Full Threads	Bolt Size
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch 20
	Stamped	0.064 (1.63)	-	
Aluminum	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch 20
	Stamped	0.102 (2.59)	-	

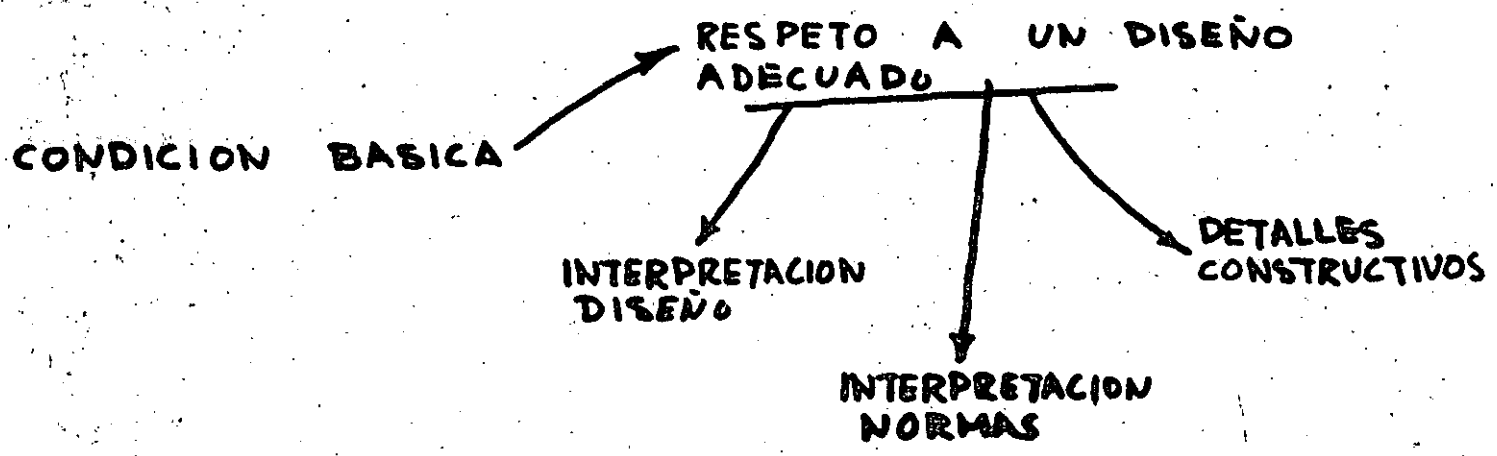
TABLE 4.1
MINIMUM ACCEPTABLE AIR TERMINAL DIMENSIONS

Material	Construction	Diameter, ^a Inch (mm)	Base End Thread Diameter, Inch (mm)	Wall Thickness, Inch (mm)	Cross-Sectional Area, ^a Square Inch (mm ²)
Copper and copper alloy	Solid	3/8 (9.5)	3/8 (9.5)	-	0.110 (71)
	Tubular	5/8 (15.9)	1/2 (12.7)	0.032 (0.81)	-
Aluminum	Solid	1/2 (12.7)	1/2 (12.7)	-	0.193 (126)
	Tubular	5/8 (15.9)	1/2 (12.7)	0.064 (1.63)	-

^aThe minimum diameter and minimum cross-sectional area are to be determined by measurements taken at various points along the axis of the air terminal for a distance not to exceed 50 percent of the total length of the air terminal, measured from the threaded or base end and exclusive of the threaded portion or adapter of a tubular air terminal.

Revised Table 4.1 effective January 2, 1978

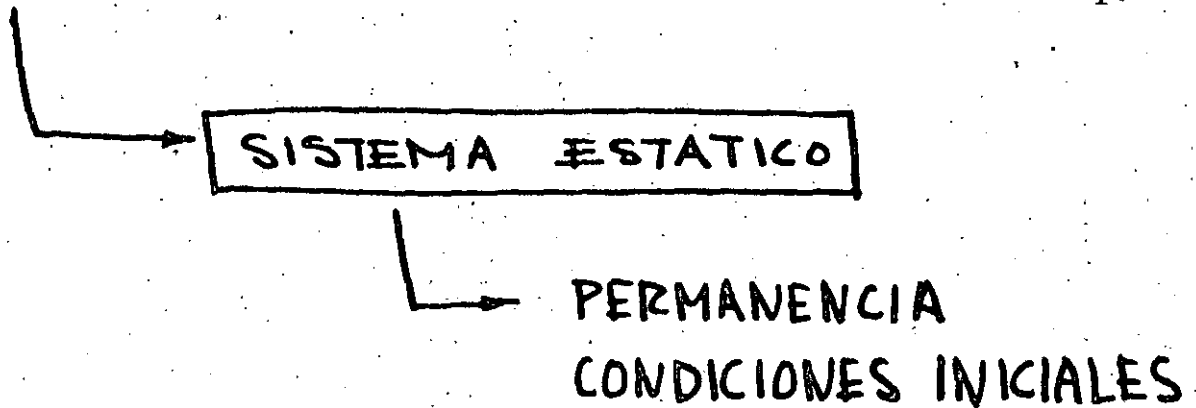
INSTALACION DEL SISTEMA



OPERACIONES A DESARROLLAR:

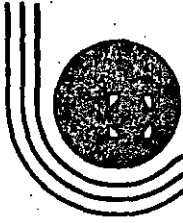
- I) LOCALIZACION PUNTAS {
 - h = +0.85
 - SEP. PERIM = 0.60
 - SEP. % PTAS = 6.00
- II) FIJACION CONDUCTORES Y PUNTAS → RESISTENTE A AMBIENTE
- III) RECORRIDO CONDUCTORES → TRAYECTORIA DIRECTA
CAMBIO DIRECCION
- IV) FIJACION CONDUCTORES {
 - TENSADO
 - SEPARACION
 - RESISTENCIA AL AMBIENTE
 LOCALIZACION OMB. TIERRAS
 PROTECCION VS DAÑO MECANICO
- V) CONEXIONES → • MINIMAS • MECANICAS O FUNDIDAS (NO SOLDADURA)
- VI) POSICION ELECTRODOS TIERRA = {
 - DISTRIBUCION UNIFORME
 - FUERA CIMENTACION
 - TERRENO BAJA RESISTENCIA
- VII) INSTALACION ELECTRODOS:
 - BUEN CONTACTO
 - MEDIO P/ PRUEBA
- VIII) CONEXIONES ADICIONALES
 - ANALISIS: {
 - ELEMENTOS ALTOS
 - ELEMENTOS CERLANOS
- IX) PRUEBAS: -
 - CONTINUIDAD
 - RIGIDEZ MECANICA
 - RESISTENCIA A TIERRA

MANTENIMIENTO



REVISION PERIODICA (MIN. ANUAL)

- 1) MODIFICACIONES ARQUITECTONICAS AZOTEA
- 2) CONEXION ELEMENTOS METALICOS QUE SE HAYAN AUMENTADO
- 3) CONTINUIDAD ELECTRICA
- 4) MEDICION RESISTENCIA a TIERRA.
- 5) RIGIDEZ MECANICA.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

REPRESENTACION DE UNA INSTALACION ELECTRICA

PLANOS

CARACTERISTICAS DE LOS MISMOS PARA LA C. F. E.

MARZO, 1985

EL PROYECTO ELECTRICO.

- IMPORTANCIA.
- DISCUSION DE CRITERIOS.
- ANALISIS Y ESTUDIOS DE CARGAS.
- CALCULOS.
 - ILUMINACION.
 - ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS.
 - TABLEROS Y PROTECCIONES.
 - SISTEMAS DE TIERRAS.
 - CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.

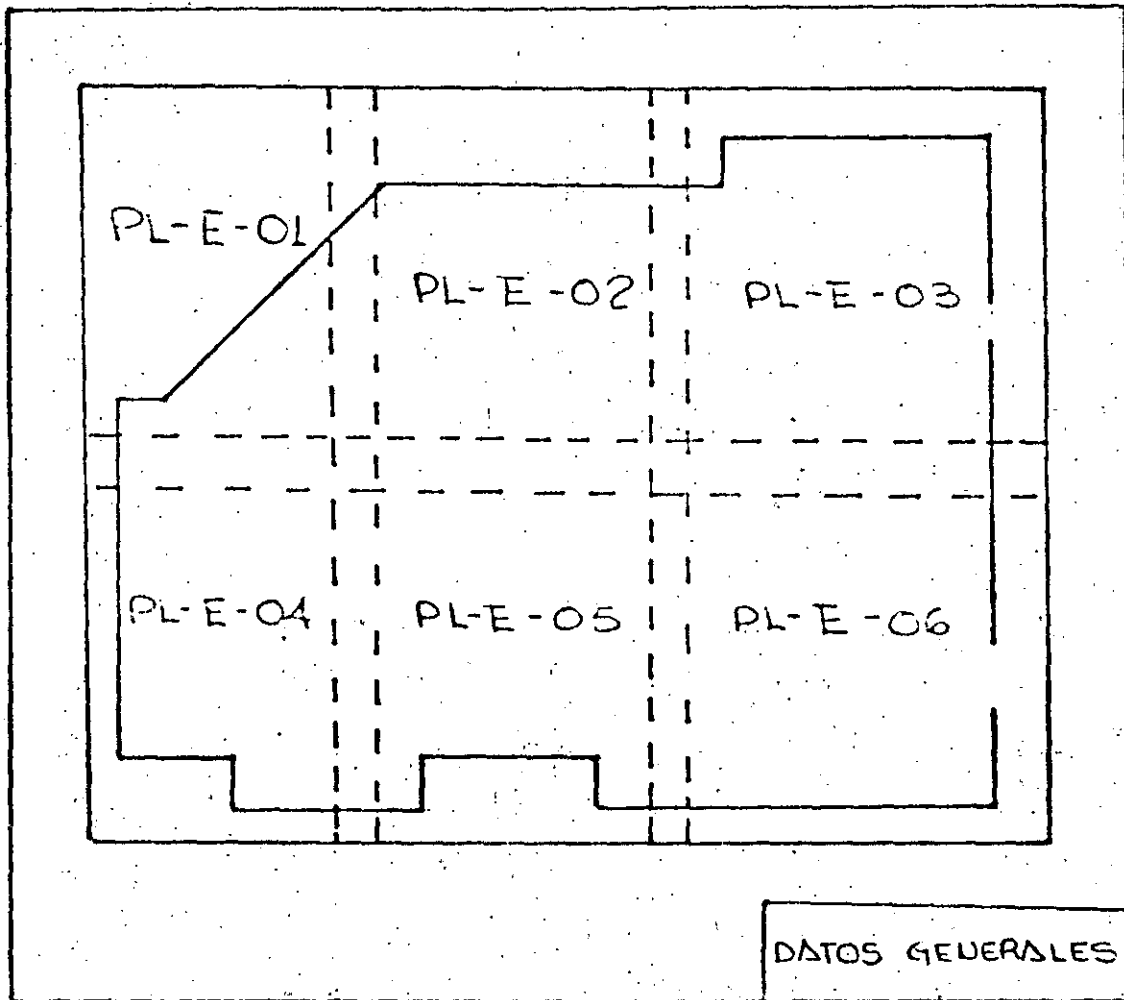
- PLANOS
- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y, EQUIPOS, Y DE CONSTRUCCION.

- INTERVENCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

GENERALES.

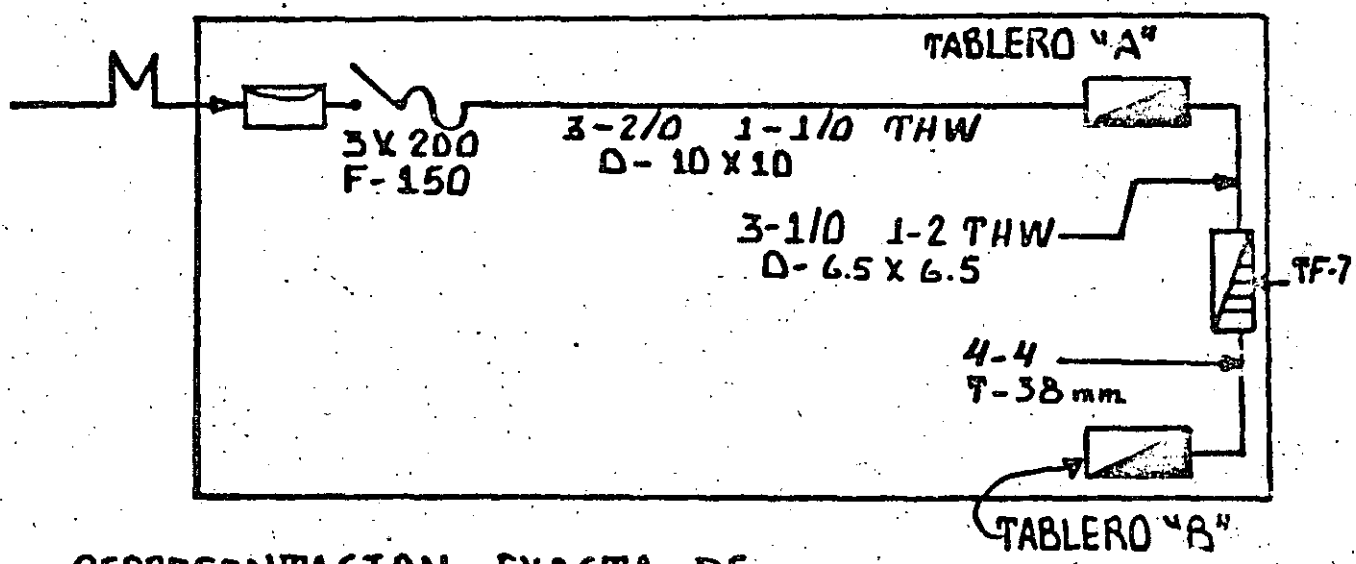
2

PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA.

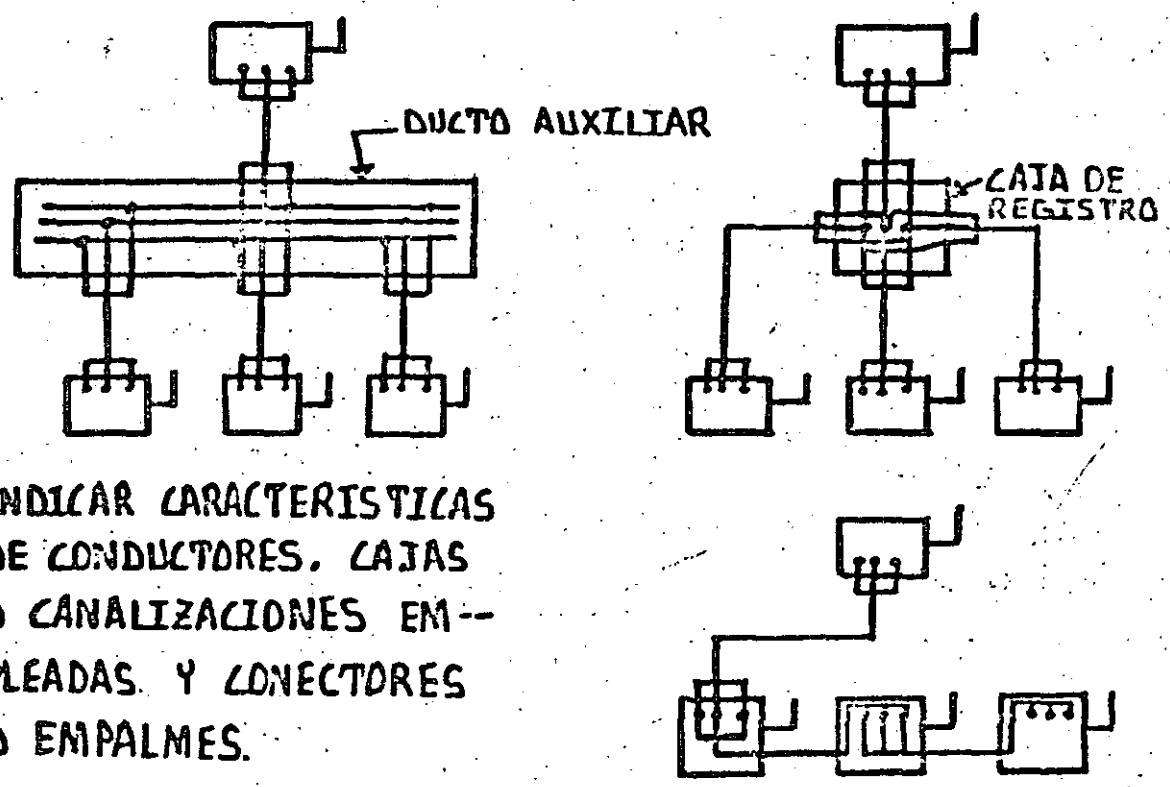


- CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES.
- ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS.
(INCLUIRLAS EN CADA PLANO Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE).

LOCALIZACION DE ALOMETIDA Y TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES.



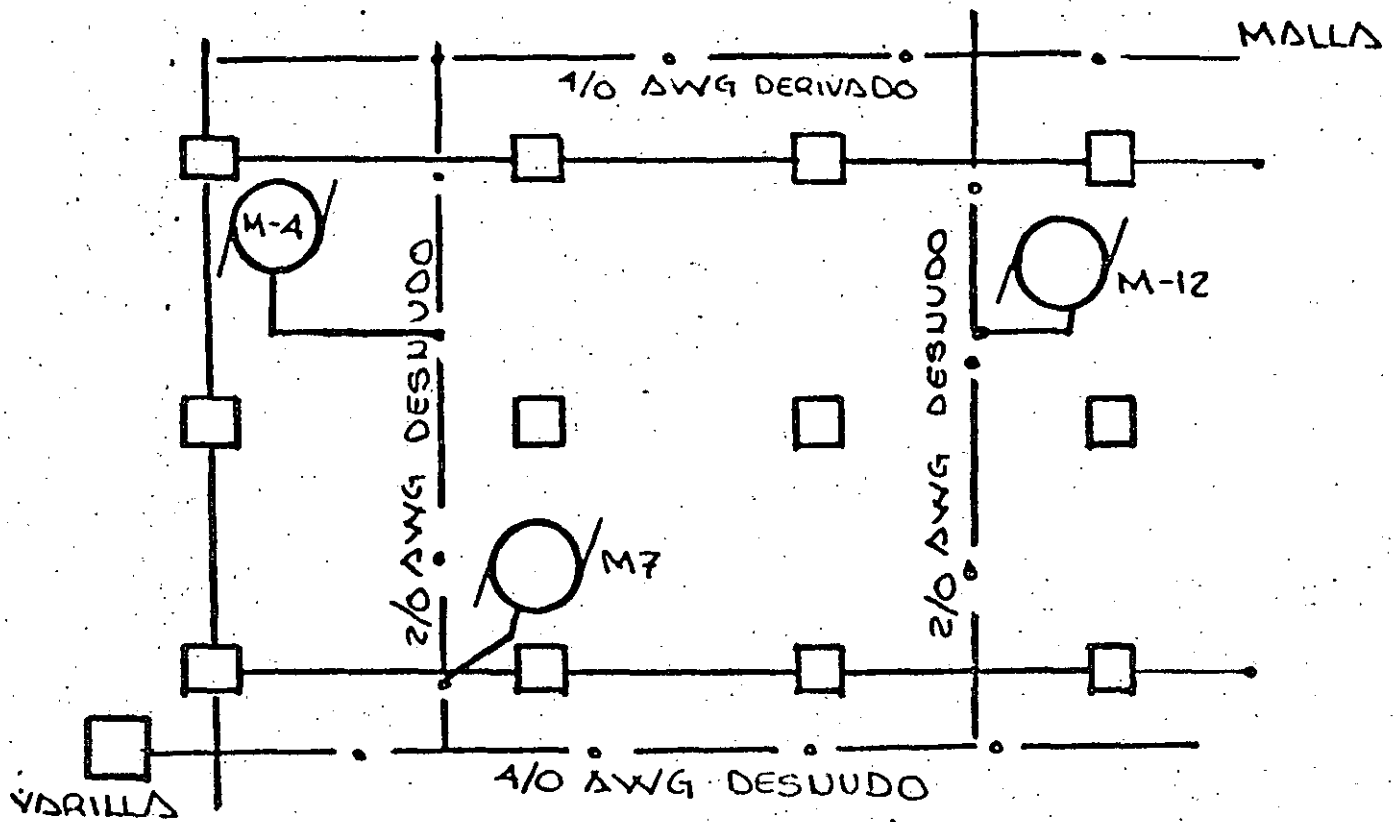
REPRESENTACION EXACTA DE CONCENTRACION DE INTERRUPTORES



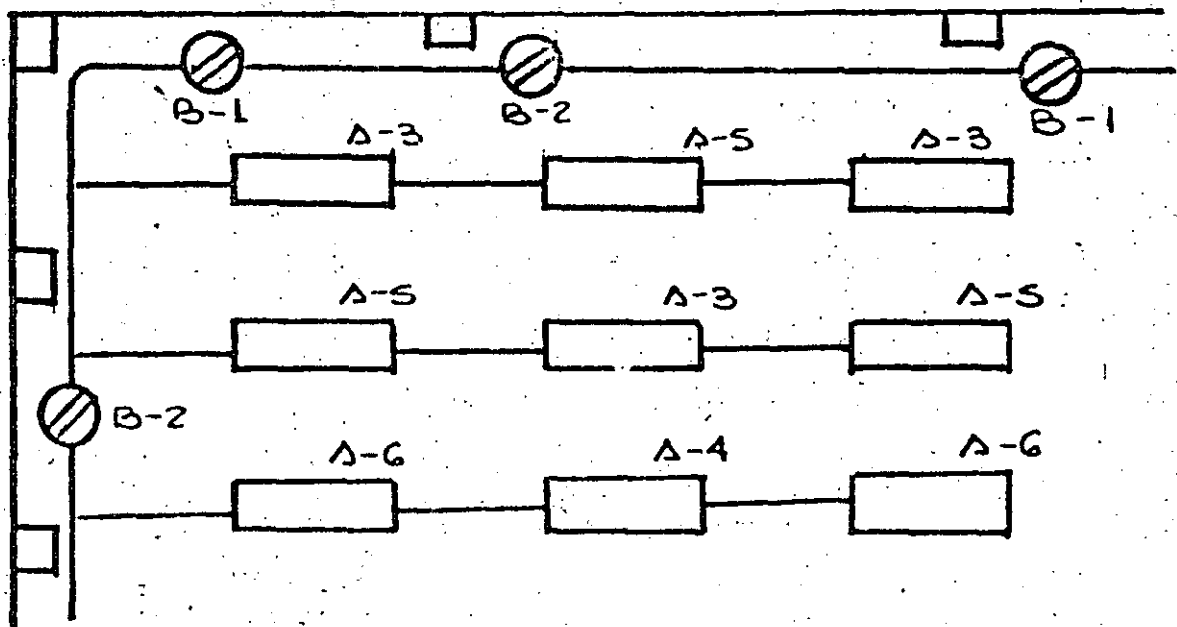
INDICAR CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES, CAJAS O CANALIZACIONES EMPLEADAS Y CONECTORES O EMPALMES.

- LOCALIZACION Y DISPOSICION DEL SISTEMA DE TIERRAS.
CALIBRE DE CONDUCTORES.

4

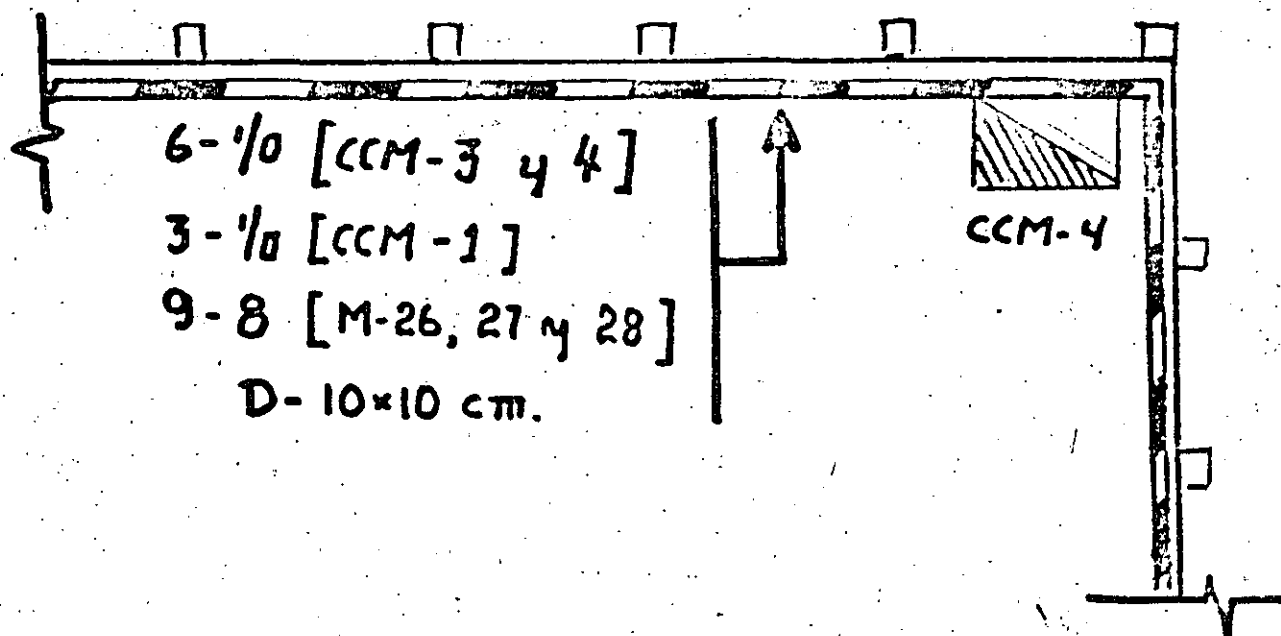


- IDENTIFICACION DE LUMBRERAS Y CONTACTOS.-

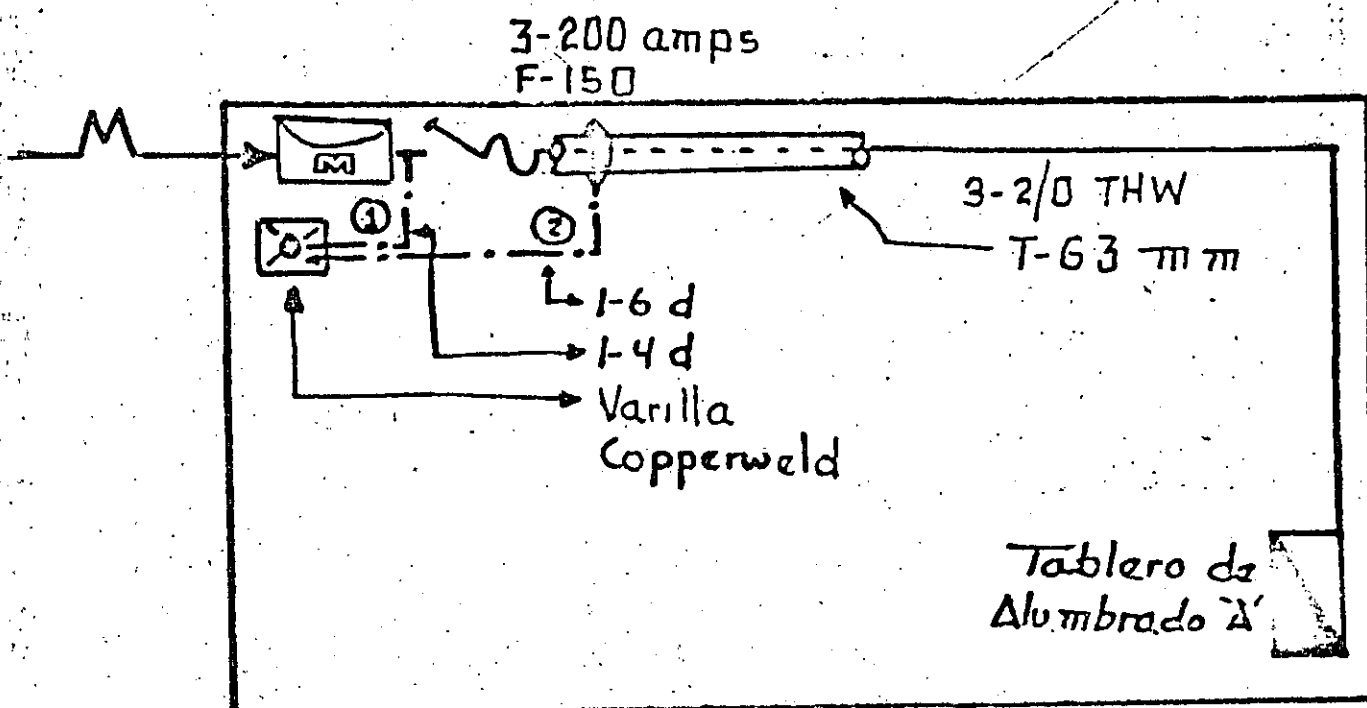


ALUMBRADO PROCEDENTE DEL TABLERO A.
CONTACTOS PROCEDENTES DEL TABLERO B.

IDENTIFICACION DE CIRCUITOS EN VISTAS FISICAS

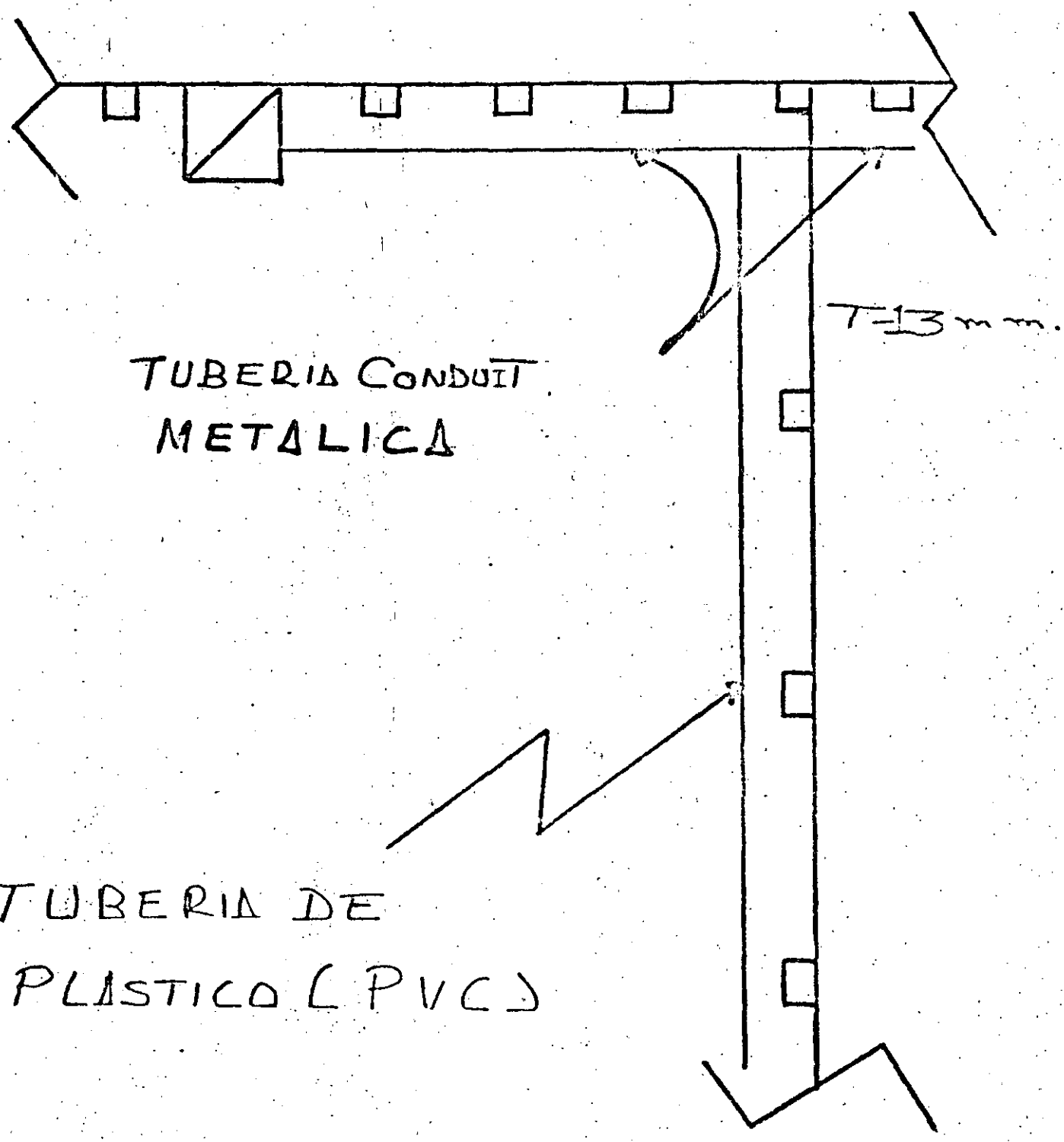


UBICACION DEL ELECTRODO Y LAS CONEXIONES A TIERRA



- ① CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA
- ② PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS, TABLEROS, CARCAZAS Y CUBIERTAS DE EQUIPO ELECTRICO

TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA

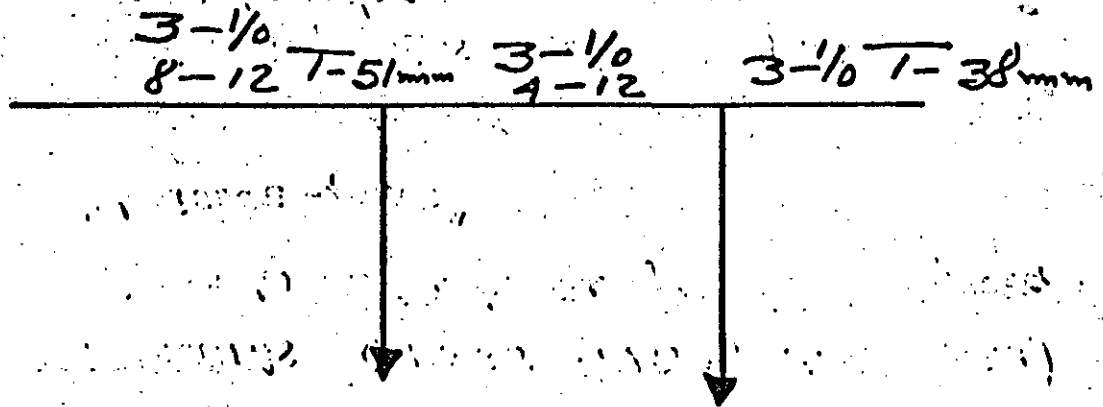


TUBERIA CONDUIT
METALICA

TUBERIA DE
PLASTICO (PVC)

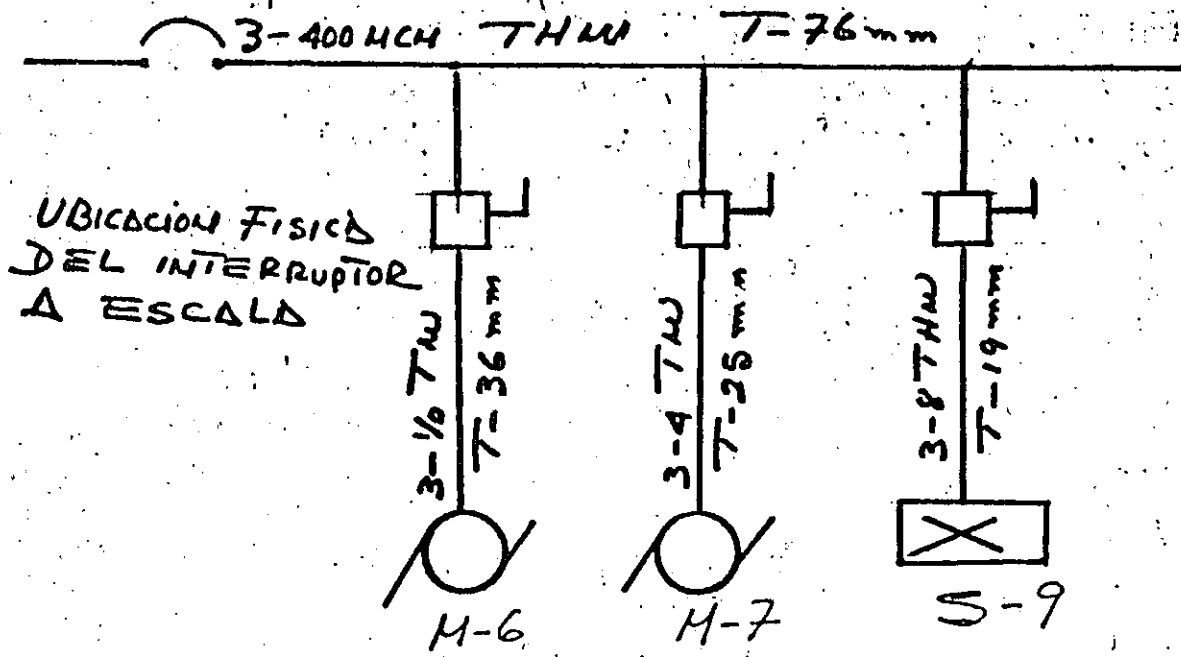
T=13mm.

NUMERO Y CALIBRE DE CONDUCTORES EN CADA TRAMO DE CANALIZACION.



LOCALIZACION DE INTERRUPTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.

ALIMENTADOR CON CORROS DISTRI-
BUIDOS



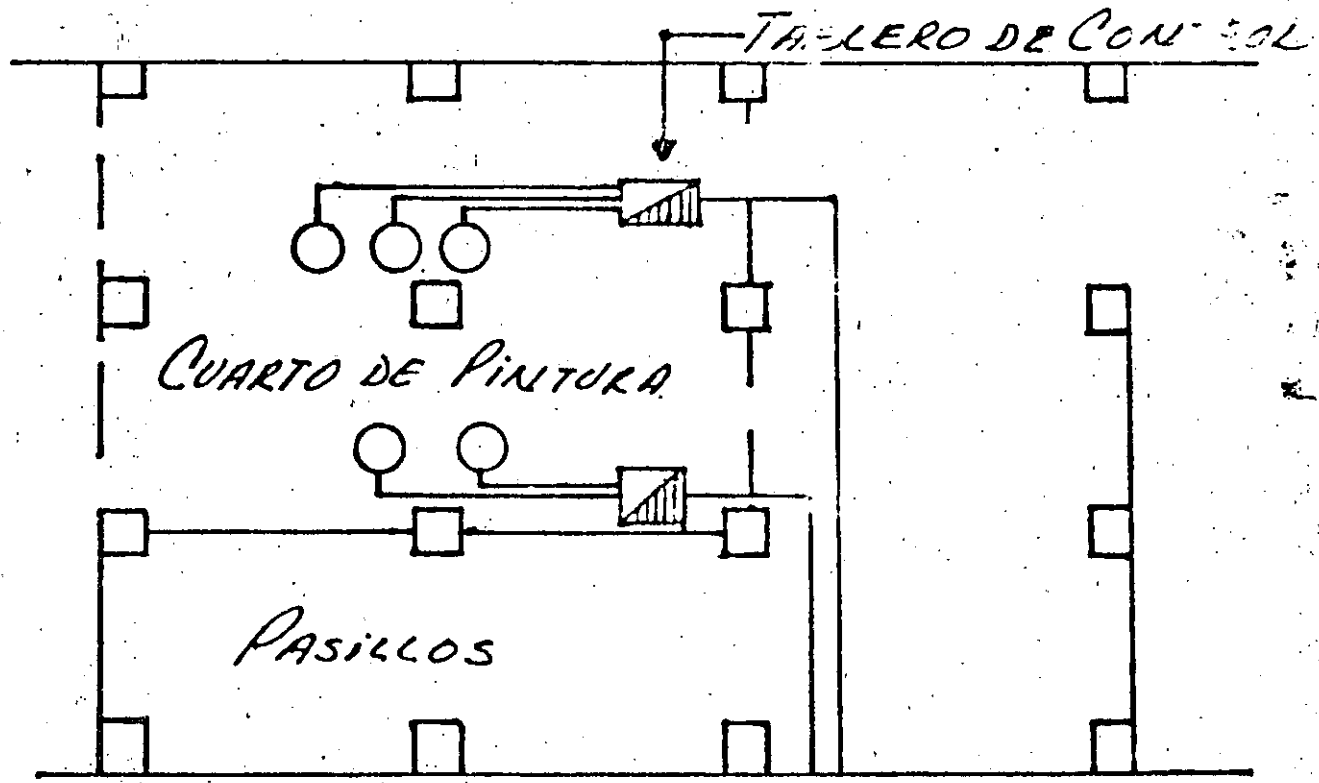
TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES ESPECIFICAR LUGAR DE EMPLEO

— CUADRO DE MATERIALES —

CONDUCTORES	THW, TW, VINANE-900
-------------	---------------------

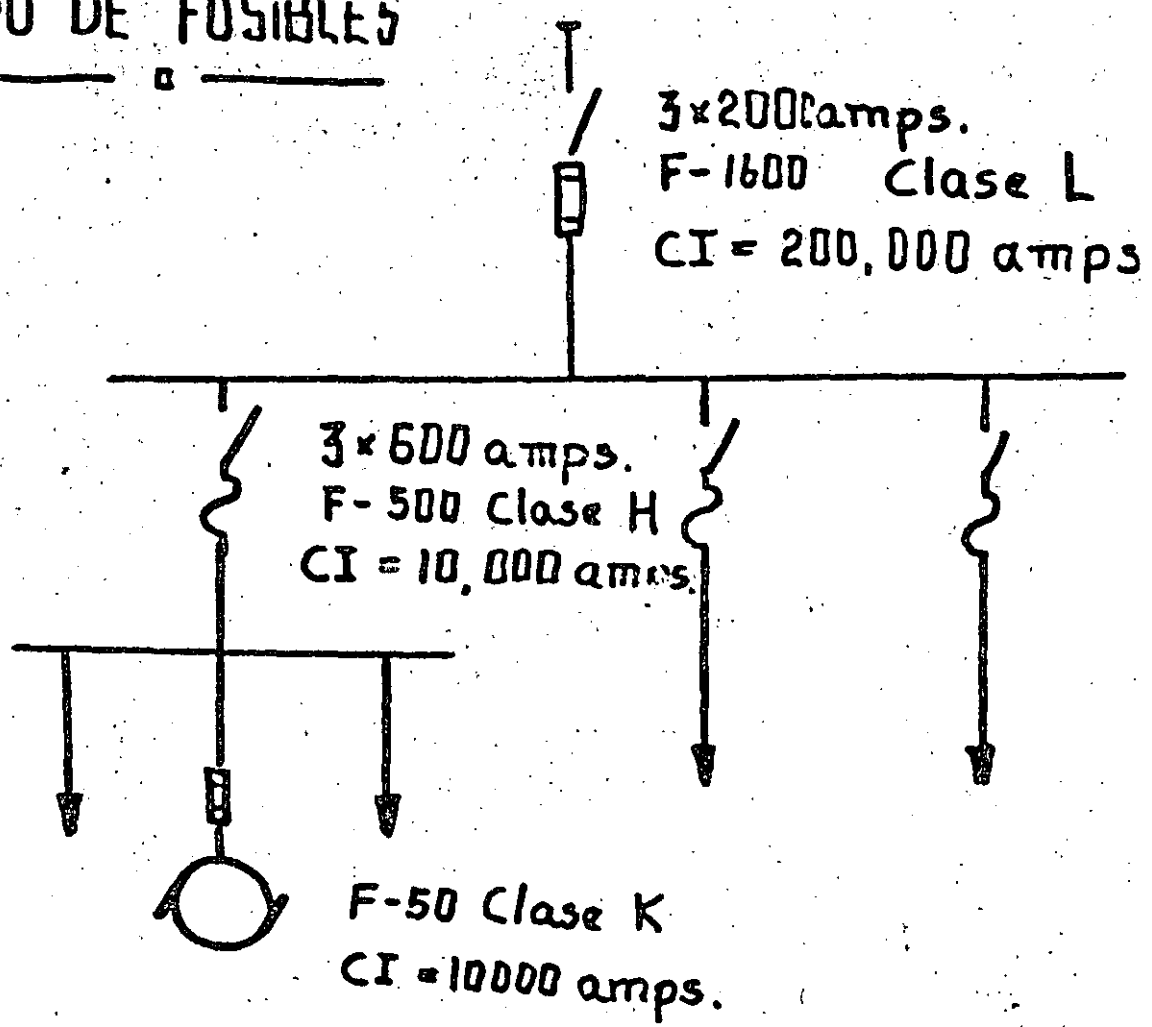
¿EN QUÉ PARTES SE UTILIZO CADA UNO?

DELIMITACIÓN DE AREAS PELIGROSAS



LÍNEA PUNTEADA DELIMITA ÁREA
CON AMBIENTE PELIGROSO.

TIPO DE FUSIBLES



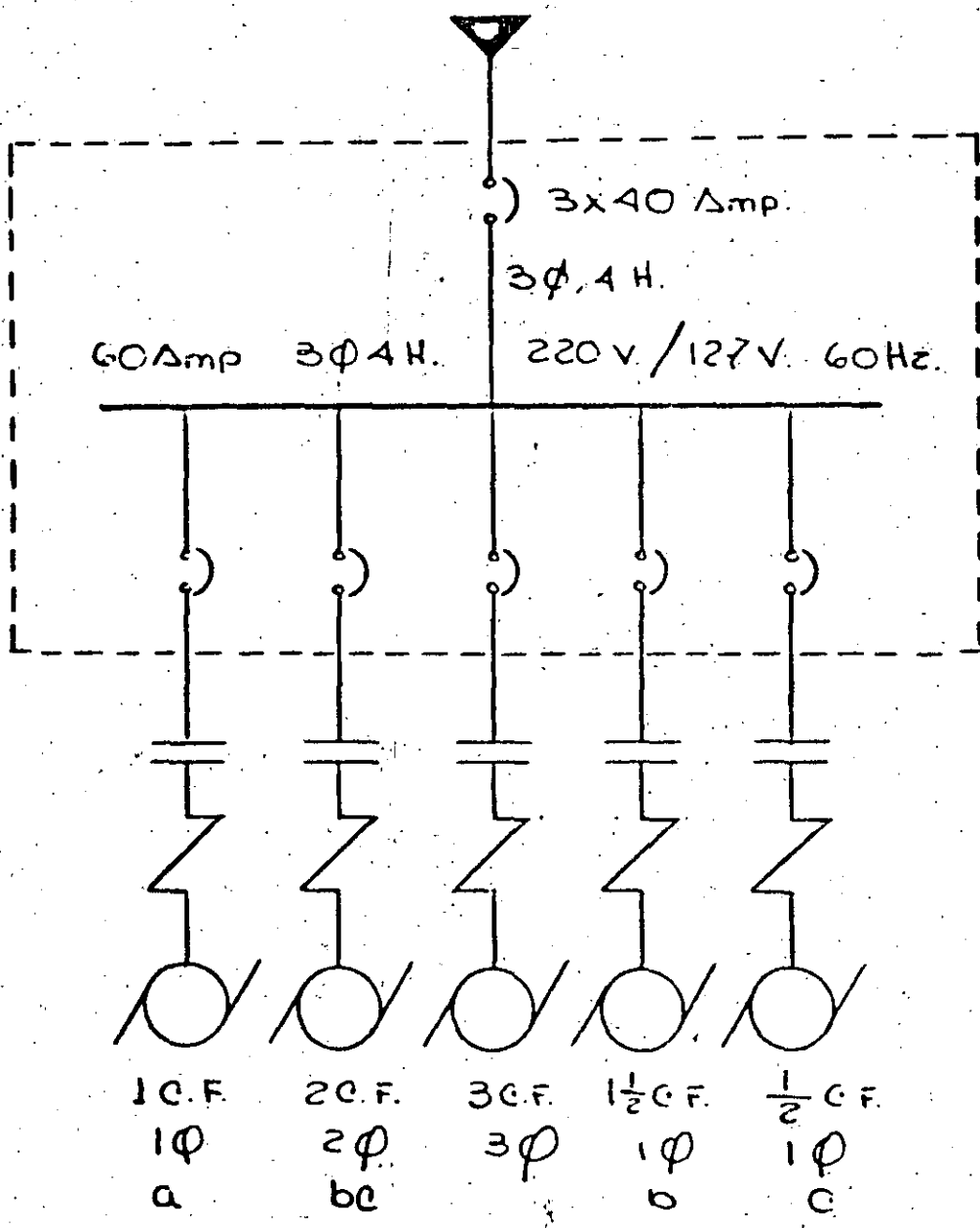
- Clase L - Fusibles limitadores de Corriente
- Clase H - Fusibles Convencionales
- Clase K - Fusibles con Retardo de tiempo

INCLUIR REGIMEN DE TRABAJO Y TIPO DE SERVICIO DE MOTORES

IDENTIFICACION	APLICACION	TIPO DE SERVICIO	REGIMEN DE CARGA
M-7	COMPRESOR	INTERMITENTE	15 min
M-19	BOMBA	VARIABLE	60 min
M-62	VALVULAS	CORTO TIEMPO	5 min

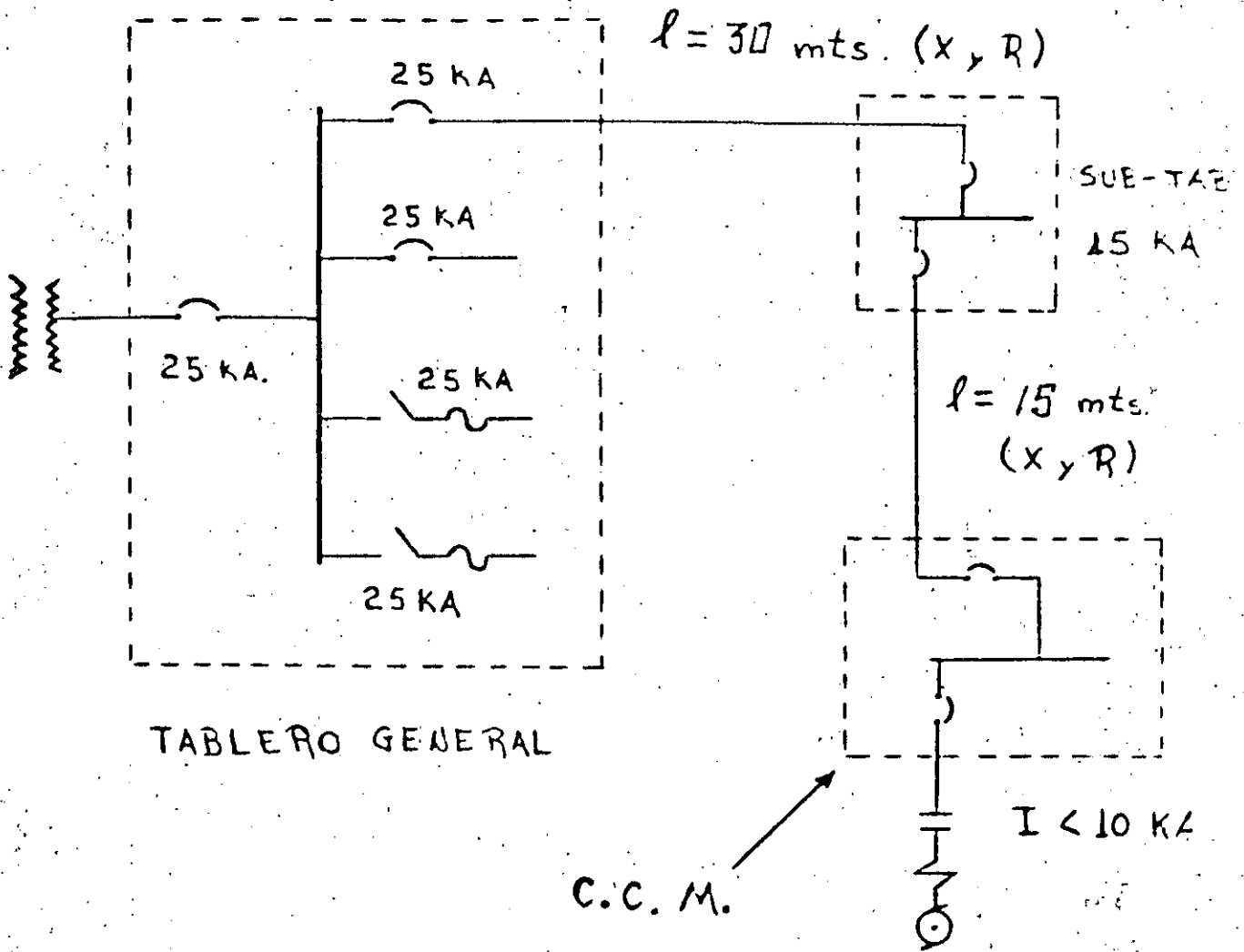
DEBEN DEFINIRSE A QUE FASE ESTAN CONECTADOS LAS CARGAS BIFASICAS O MONOFASICAS.

EJEMPLO :



OBJETIVOS :

- DIMENSIONAR ADECUADAMENTE EL NEUTRO
- FACILITAR EL BALANCEO.



CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LAS DIFERENTES PROTECCIONES

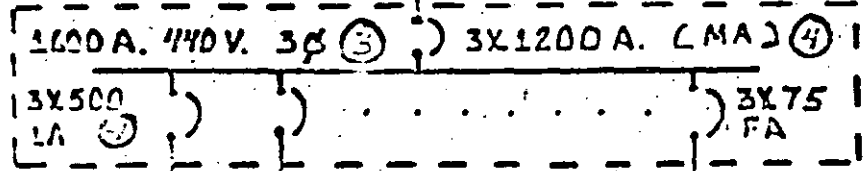
DIAGRAMA UNIFILAR DE BAJA TENSION

TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION (5)

800 KVA OA
 $Z = 6.5\%$
 440/254 V.

GARRA 1600A. 440V. 3Ø

(2)
 6m.



ALIM-1 (3)

ALIM-2 (6)

ALIM-12

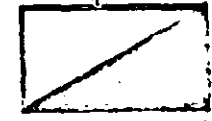
- (1) 6-300 MCM THW
1-400 MCM N
- (3) CARROLA - 40 CMS.

- (7) 4-2 THW
- (5) T-51mm.

440 V.

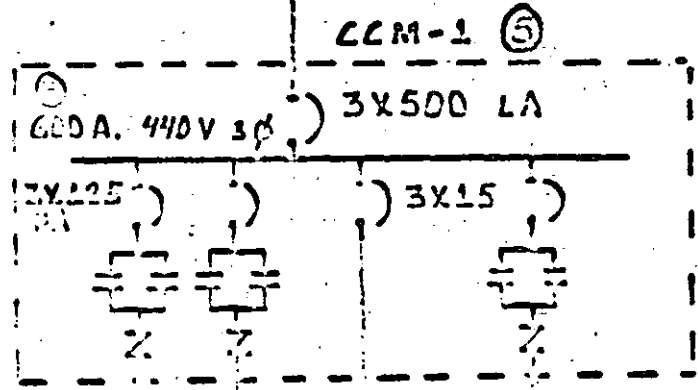
(2) 45 KVA A
 $Z = 3\%$
 220/127 V.

- (7) 4-1/0 THW
- (6) D-6.5x6.5

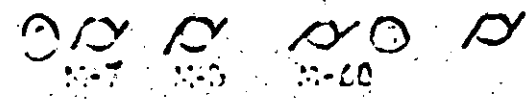
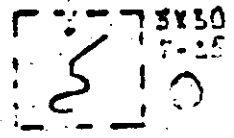


TABLERO DE ALUMBRADO "A"

(5)



(7) 3-6



MEMORIAS DE CALCULO

DEBEN INCLUIR:

- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS PARA MOTORES.
- CALCULO DE CONDUCTORES PARA ALIMENTADORES.
- CALCULO DE CAIDAS DE TENSION EN LA INSTALACION
- CALCULO DE PROTECCIONES
 - CONTRA SOBRECARGA EN MOTORES.
 - CONTRA SOBRECORRIENTE EN CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
 - CONTRA CORTO CIRCUITO EN ALIMENTADORES

MEMORIAS DE CALCULO

CONTINUACION

→ CALCULO DE CORTO CIRCUITO

- EN EL TABLERO GENERAL.
- EN LOS TABLEROS DERIVADOS.
- EN MOTORES O APARATOS CERCANOS (< 15 mts) DE LA SUBESTACION

→ CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE TIERRAS. CALCULO DE LA RED.

→ CALCULO DE BANCOS DE CAPACITORES.

→ CALCULOS PARA APARATOS O EQUIPOS ESPECIALES.

MEMORIA DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y DE CONSTRUCCION

DEBEN CONTENER ESPECIFICACIONES DE :

- LUMINARIOS, LAMPARAS, CONTACTOS Y APAGADORES
- MOTORES, TIPOS DE PROTECCIONES, ARRANCADORES Y OBSERVACIONES SOBRE EL CONTROL.
- CONDUCTORES Y SUS AISLAMIENTOS
- CANALIZACIONES. DIMENSIONES, TIPOS, MATERIALES Y RECOBRIMIENTOS.
- TABLEROS. TIPOS, MATERIALES Y CAPACIDAD
- CAJAS DE CONEXION, CHALUPAS, ETC.
- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TIERRAS. TIPOS, MATERIALES Y DIMENSIONES.
- METODOS Y PRACTICAS DE INSTALACION
- DESCRIPCION DE PRUEBAS PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.

El proyecto Eléctrico.

De acuerdo al Artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de fecha 22 de diciembre de 1975, la ejecución de cualquier obra e instalación eléctrica debe estar basada en los planos previamente elaborados, mismos que deben satisfacer los requisitos de seguridad establecidos en las Normas Técnicas del Reglamento de Instalaciones Eléctricas; asimismo es importante señalar que los planos, las memorias de cálculo correspondientes y demás información que forme parte integral del proyecto eléctrico en cuestión, deben estar supervisados y firmados por las personas registradas y autorizadas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial para fungir como responsables.

La razón primordial de tomar como base en la construcción de las instalaciones eléctricas un proyecto previamente elaborado, es que éste contiene todos los criterios y datos necesarios que cubrirá la instalación eléctrica por ejecutarse.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas, se deben principalmente a la poca importancia que se le da al proyecto eléctrico, ya que al no considerar en éste todos los aspectos y características del medio en que opera el equipo, la naturaleza de las cargas, el tipo de servicio a que se destinará y otras consideraciones importantes, genera el desconocimiento de lo que se va a construir, obligándose a tomar en la etapa constructiva, soluciones que no son las más idóneas desde los puntos de vista de funcionalidad, seguridad y economía.

Por otra parte, es recomendable que en el proyecto se especifiquen equipos, aparatos y materiales de buena calidad, utilizando aquellos que cuenten con autorización oficial para comercializarse, ya que esto garantiza una operación más confiable y protege al responsable contra posibles reclamaciones derivadas de las fallas intrínsecas imputables a equipos, aparatos y materiales.

Por lo tanto, es necesario que el proyecto cuente con toda la información para llevar a cabo la obra. Un proyecto completo presenta las siguientes ventajas:

- Evita los errores de interpretación durante la etapa de construcción.
- Facilita los mantenimientos futuros.
- Simplifica las ampliaciones o las remodelaciones.
- Evita confusiones en la revisión oficial y por consecuencia, agiliza dicha revisión.

- Evita que al responsable se le hagan observaciones que puedan originar, de acuerdo a la importancia de las fallas, la negativa al refrendo de su registro o cancelación del mismo por parte de la SEPAFIN.
- Facilita la elaboración de presupuestos.

Es pertinente aclarar además, que los requisitos y puntos que aquí se exigen, son los mínimos a cumplir para la presentación de proyectos, mismos que son considerados normalmente en la etapa de proyecto y que son base inclusive para el presupuesto de la instalación.

II. - Los proyectos eléctricos que solicite la Secretaría para su revisión y aprobación en su caso, deben satisfacer los puntos siguientes:

1. - Planos:

- a). - Deben incluir cada uno, la firma autógrafa del responsable del proyecto, su número de registro así como su nombre completo.
- b). - Deben incluir un cuadro de referencia donde se indiquen los datos del inciso b) de la hoja de información.
- c). - Debe procurarse dejar un espacio adecuado para inscribir los sellos y firmas por parte de la SEPAFIN.
- d). - Los dibujos y detalles que integran los planos deben dimensionarse adecuadamente de forma que sea fácil su revisión y que el tamaño del plano no sea excesivo ni muy reducido. Deben marcarse todas las escalas de dibujo que se utilicen.
- e). - Las cantidades o datos que aparezcan en los planos deberán estar especificados en el sistema métrico decimal y acompañados de su unidad respectiva.
- f). - Debe entregarse una sola heliografía de cada uno de los planos.
- g). - Debe incluirse una relación de los símbolos y abreviaturas utilizados a lo largo del proyecto.
- h). - Debe incluirse en croquis de localización de la instalación. En caso de que dicha instalación no pueda dibujarse con suficiente detalle en un solo plano, deberá existir un croquis o plano que muestre la correspondencia entre los diversos planos que se envíen.
- i). - Debe coincidir lo indicado en diagrama unifilar con lo especificado en vistas de planta, detalles, listas de cargas, etc.
- j). - Notas alusivas a determinados puntos que el proyectista considere necesario aclarar para evitar confusiones.

NOTA. - Pueden presentarse cédulas de información que substituyan a los planos, cuando así se desee, mismas que deben contener toda la información vertida en los planos.

2. - Memorias de Cálculo.

- a). - Deben utilizarse de preferencia, hojas cuadrículadas y -- estar escritas en letra de molde procurando que ésta sea legible.
- b). - Debe enviarse un solo tanto de la memoria.
- c). - Debe indicarse el método utilizado y el desarrollo del procedimiento de cálculo debe ser ordenado.

3. - Instalaciones en baja tensión.

Los planos de baja tensión deben contener lo siguiente:

- 3.1. - Diagrama Unifilar General.
- 3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.
- 3.3. - Cuadro de Características de Motores.
- 3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

3.1. - Diagrama Unifilar General.

El diagrama unifilar debe reproducir fielmente el esquema o arreglo eléctrico de la distribución interna de las instalaciones del usuario desde la acometida (o el secundario del transformador), hasta cada uno de los equipos de que se constituya dicha instalación; mostrando claramente, la localización eléctrica de centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, etc.; alimentadores y circuitos derivados (excepto aquellos controlados desde tableros de alumbrado). Debe contener además los siguientes datos:

- a). - El tipo y valor de cada una de las protecciones de los alimentadores y subalimentadores.
- b). - El calibre y tipo de material y aislamiento de los conductores activos y neutros de alimentadores y subalimentadores.
- c). - Tipo y dimensiones de la canalización empleada en los circuitos alimentadores y subalimentadores.

3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.

Debe hacerse un cuadro de cargas por cada tablero de alumbrado y contactos que exista. Debe incluirse su identificación, la tensión a la que opera, el número de fases e hilos -

que comprende y el valor de la protección general del tablero o la capacidad de sus zapatas; el tipo de material y aislamiento de los conductores de los circuitos derivados. -- Además debe contener cuando menos los siguientes datos:

- a). - La carga en Watts servida por cada circuito.
- b). - Cuando se realicen degradaciones en los conductores de circuitos derivados, debe indicarse también el calibre más pequeño utilizado en el circuito.
- c). - El valor de la protección de cada circuito derivado.

3.3. - Cuadro de Características de Motores.

Deben enlistarse en este cuadro, todos aquellos motores que comprenda la instalación. El cuadro debe contener como mínimo los siguientes datos para cada uno de los motores.

- a). - Capacidad de motor.
- b). - Corriente nominal a plena carga.
- c). - Tensión nominal de trabajo.
- d). - Número de fases.
- e). - Calibre, material y tipo de aislamiento del conductor del circuito derivado que lo alimenta (activos y neutros).
- f). - Tipo y valor de la protección contra sobrecarga.
- g). - Tipo y capacidad del interruptor. Si se utilizan fusibles anotarse la capacidad del elemento fusible o el ajuste si se trata de un interruptor ajustable.
- h). - Capacidad del arrancador y tipo de arranque (tensión plena o tensión reducida).

3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

- a). - Localización del punto de la acometida y del tablero o tableros generales de distribución.

- b). - Localización de centros de control de motores, tableros de fuerza, de alumbrado y concentraciones de interruptores.
- c). - Trayectoria horizontal y vertical (cuando ésta exceda de 4 metros) de alimentadores y circuitos derivados tanto de fuerza como de alumbrado. Las citadas trayectorias deben acompañarse de los siguientes datos, cuidando que éstos se inscriban de tal forma que no existan confusiones al identificar dichas trayectorias:
 - c.1. - Identificación de los alimentadores y circuitos de ri va do s.
 - c.2. - Número y calibres de los conductores (activos y neutros), que los forman y tipo de aislamiento.
 - c.3. - Tipo y dimensiones de la canalización empleada.
- d). - Localización de motores y aparatos abastecidos desde circuitos derivados. Asimismo deben indicarse la localización de los arrancadores y de los medios de desconexión.
- e). - Localización de contactos y unidades de alumbrado, incluyendo sus controladores.
- f). - Ubicación de registros.

Di en el diseño de la instalación eléctrica existen puntos que den lugar a diferentes interpretaciones, es necesario detallar la información sobre el particular; tal es el caso por ejemplo de alimentaciones de concentración de interruptores, derivaciones de alimentadores principales, etc.

4.- SUBESTACIONES:

El proyecto de subestaciones deberá constar de planos que contengan — vistas físicas de las mismas con las especificaciones de materiales y equipo como a continuación se marca:

4.1.- Subestaciones Compactas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contar con lo siguiente:

a).- Vistas Físicas:

Debe localizarse la subestación en el predio del usuario, así como el lugar donde se realiza la acometida.

Debe mostrarse el arreglo interno del equipo eléctrico que integra la subestación cuando existan dos o más transformadores. Asimismo, localizar el o los transformadores.

Debe mostrarse convenientemente la localización e instalación de los electrodos del sistema de tierras, del conductor de — puesta a tierra de cubiertas metálicas y de los conductores — que compongan la red de tierras.

Debe mostrarse el lugar donde se localiza el drenaje, los extinguidores, los accesos al local, las tarimas aislantes que haya y las unidades de alumbrado normal y de emergencia que — el proyecto incluya.

Debe mostrarse también (excepto lo referente a la acometida — del servicio), la localización e instalación de cables en ductos, los registros y las vueltas o cocas que los cables efectúan en su recorrido. También deberá indicarse la forma en que se atarrazan las pantallas electrostáticas de los cables que se incluyan.

-Indicar claramente la interconexión realizada entre el interruptor de alta tensión y el primario del transformador, incluyendo sus medios soporte y terminales en su caso.

b).- Especificaciones:

Debe indicarse el tipo de apartarrayos utilizado y su tensión nominal de operación.

Debe indicarse el o los tipos de interruptores utilizados, corriente nominal en amperes, su calibración o ajuste del disparo y la capacidad interruptiva simétrica de los mismos.

Cuando se utilicen fusibles, debe indicarse si son de expulsión ó no, si son limitadores de corriente o son de potencia y si son del tipo indicador, así como el valor del elemento fusible y el valor de su capacidad interruptiva.

Debe anotarse adicionalmente la capacidad de corto circuito disponible en el punto de suministro, consultando para el efecto al Organismo Administrador.

Debe indicarse el tipo y dimensiones de los electrodos de tierra, el calibre de los conductores de la red de tierras, el calibre del conductor, o dimensiones de la barra utilizada para aterrizarse las cubiertas u otras partes metálicas de la subestación y las características de los conectores empleados para realizar las conexiones necesarias del sistema de tierras, incluyendo si son del tipo soldable o atornillado.

La marca y el número de registro del arreglo o paquete de la subestación.

- Debe señalarse la existencia de enclaves que impiden operar con carga los desconectores y abrir las puertas de los gabinetes cuando existan partes energizadas.
- Indicar las características del conductor que interconecta el interruptor en alta tensión con el primario del transformador, incluyendo las correspondientes a soportes, medios de sujeción y terminales en su caso.
- Deben anotarse las características completas del o los transformadores.

A. 2.- Subestaciones abiertas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contener los siguientes puntos:

a).- Vistas físicas:

Debe indicarse el arreglo de los elementos de la subestación indicando las distancias entre partes activas entre sí y partes activas y tierra; además de altura de montaje de cuchillas, interruptores, apartarrayos, postes, etc.

La vista de planta, elevación y detalles de la subestación, deben mostrar con claridad, la acometida del servicio, subidas y bajadas de conductores, cruzamientos, entre líneas, mufas, instalación de aisladores de suspensión, de alfiler, de tensores y retenidas, etc.,

- Debe mostrarse la ubicación de electrodos y conductores tanto de puesta a tierra de cubiertas metálicas así como de los que compongan la red de tierras.
- Deben indicarse las dimensiones y características del material de construcción de los locales, incluyendo su ventilación, medio de acceso, localización de drenaje, extintores y tarimas - aislantes cuando se trate de subestaciones interiores. Cuando se instalen cercas metálicas en las subestaciones tipo exterior, deberá mostrarse la conexión al sistema de tierras.
- Debe indicarse la localización del alumbrado normal y de emergencia.

b).- Especificaciones:

- Deben tomarse en consideración los puntos enumerados para las subestaciones compactas, en este renglón de Especificaciones, excepto en lo referente a la Marca y Registro de la subestación y en lo relativo a enclaves de gabinetes.

Además, deben indicarse los siguientes puntos:

- Tipo y mecanismos de operación de desconectores o interruptores.
- Material, tipo y tensión de operación de los aisladores utilizados.
- Material y dimensiones de las barras o conductores de alta tensión.
- Características de capacitores y sus medios de desconexión y puesta a tierra.

Bajo este rubro quedan comprendidas todas aquellas instalaciones, aparatos o equipos eléctricos que a continuación se señalan:

5.1. - Canalizaciones: Conduit y cable flexible. Conduit no metálico. Charolas. Electroductos.

5.2. - Equipos Especiales: Capacitores. Equipo Electrolítico. Equipo de Rayos X. Equipo de Procesamiento de Datos. Grúas y Montacargas. Motores y -- otras máquinas de corriente directa. Plantas Generadoras. Soldadoras. Transformadores de -- distribución en baja tensión.

5.3. - Lugares Especiales: Albercas y Fuentes. Gasolineras. Hangares. Hospitales y -- Clínicas. Instalaciones a la intemperie y en lugares húmedos o mojados. Centros de reunión Pública. Lugares peligrosos.

5.4. - Sistema de Tierras.

5.5. - Capacidad Interruptiva: Cálculos de circuito-corto.

5.1. - Canalizaciones.

a). - Conduit Flexible.

En los locales en donde se utilice este tipo de canalizaciones es necesario indicar el uso al que dicho local está destinado; además, cuando la conexión a tierra se requiera y se utilice las características del puente de continuidad eléctrica así como las de los conectores empleados.

b). - Cable Flexible.

Cuando se usen cables o cordones flexibles deberán indicarse el tipo de aislamiento y forros.

c). - Conduit no metálico.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas, además deberá indicarse el calibre del conductor de continuidad eléctrica a tierra así como los tipos de conectores utilizados para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente de los aparatos eléctricos. Debe indicarse además el material en que el tubo de polietileno queda embutido o ahogado, mostrando adicionalmente un detalle de la instalación de este tipo de tubo o notas suficientemente claras sobre el particular.

d). - Charolas.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas; además, deberán mostrarse los detalles necesarios que ilustren los siguientes puntos o bien, deben existir notas aclaratorias sobre el particular.

- Las dimensiones y alturas de montaje de las charolas.
- La disposición de los conductores en la charola.
- El paso a través de muros o techos, así como las dimensiones, características y espaciamiento de soportes cubiertas.

e). - Electroductos.

Es necesario indicar las áreas en donde se utilice esta canalización; precisando si se trata de atmósferas peligrosas con polvo, húmedas, corrosivas, etc., además, deben mostrarse los detalles o notas que se consideren necesarias para ilustrar este punto.

- La instalación de los ductos: altura, dimensiones, características de soportes y cubiertas, así como tipo de los interruptores para las derivaciones que en su caso se realicen.
- Las extensiones a través de muros, pisos o techos.
- La interconexión con tableros, centros de control de motores y máquinas.
- Dimensiones y características de las reducciones de tamaño de dichos electroductos.
- Su capacidad nominal en amperes.

5. 2.- Equipos Especiales.

a). - Capacitores.

Quando se utilicen capacitores de potencia con objeto de corregir el factor de potencia de la instalación, deberán indicarse los siguientes datos:

- 27 (12)
- Capacidad total reactiva en KVAR.
 - Frecuencia nominal de operación.
 - Tipo de dispositivo de descarga a tierra.
 - Tipo de ventilación utilizada en el local donde se ubican los capacitores.
 - Tipo de impregnante / la anotación si es o no combustible.
 - Características del medio de desconexión y protección contra sobrecorriente.

Todos los equipos especiales mencionados en esta parte, deben indicarse cuando menos en el diagrama unifilar general y en las vistas físicas de la instalación; además deben incluirse todos los datos que exige el "Cuadro de Características de Motores" que les sean aplicables.

b). - Equipo Electroilítico.

Deben indicarse las características a las que opera el equipo -- electroilítico (tensión en CD y corriente nominal); asimismo, deben incluirse las características y dimensiones de barras y otros conductores alimentadores, así como detalles de montaje y soporte de barras, cordones, etc.

c). - Equipos de Rayos X.

Debe indicarse el tipo de ambiente donde se instalen, la tensión de alimentación, si son del tipo portátil o fijo y características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente.

d). - Equipo de Procesamiento de Datos.

Debe indicarse el tipo de ambiente en que dicho equipo se instale y la frecuencia a la que opera; además deben incluirse las características de las conexiones utilizadas para asegurar la continuidad eléctrica a tierra de las partes metálicas de dicho equipo.

e). - Grúas y Montecargas.

Debe ilustrarse la forma en que los motores de grúa son abastecidos desde los alimentadores, incluyendo las características de aisladores, troleys, cordones, etc.

Por otra parte debe indicarse la forma en que los carriles o rieles de las grúas están aterrizadas, así como las cargas de motores y otras partes metálicas relacionadas con la grúa (ver requisitos en el punto 4 "Sistema de Tierras").

dor de la planta.

- Características y localización de conexiones a tierra / -
electrodos como lo marca el punto No. 4 "Sistema de --
Tierras".

h. - Soldadoras.

Debe indicarse el tipo de cada una de las soldadoras que -
incluya la instalación, así como su ciclo o régimen de trabajo y la - - -
corriente nominal primaria de las soldadoras. En caso de soldadoras -
portátiles debe indicarse el tipo de cable o cordón utilizado, así como -
las características del aterrizado de las partes metálicas no conducto--
ras de corriente de la soldadora.

i. - Transformadores.

Estas disposiciones son aplicables exclusivamente a los -
transformadores de distribución en baja tensión, tales como aquellos -
que reducen la tensión de 440/220-127 Volts.

Debe indicarse lo siguiente:

- La relación de transformación o en su lugar las tensiones
primarias y secundarias.
- El tipo y valor de las protecciones contra sobrecorriente
en el lado primario y en el lado secundario.
- La capacidad en KVA del transformador y su número de -
fases.
- El tipo de enfriamiento.
- El lugar donde se localizan y sus características de mon-
taje.
- El tipo de conexión interna.

Donde se requiera la conexión a tierra, deben indicarse -
los datos marcados en el punto No. 4 "Sistema de Tierras".

5. 3. - Lugares Especiales.

Las anotaciones e indicaciones que se incluyen en esta pa-
te, deben realizarse de preferencia en las vistas físicas del proyecto o -
dentro

de notas convenientemente indicadas en los planos.

a). - Albercas o Fuentes.

Debe indicarse todo el equipo eléctrico instalado y relacionado con las albercas o fuentes, tales como alumbrado exterior, alumbrado subacuático, contactos, bombas y otros aparatos eléctricos.

Debe indicarse el tipo de canalización empleada para cada uno de los circuitos derivados, el calibre del conductor de puesta a tierra para las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico y la forma de puesta a tierra de la parrilla, escaleras, trampolines metálicos de la alberca o fuente.

Asimismo, deben detallarse la instalación de la unidad de alumbrado y su gabinete dentro de albercas y fuentes, así como las características de los conductores que trabajaran sumergidos.

b). - Gasolineras.

Los planos deberán mostrar en conjunto, la localización de todas las áreas que integran la instalación; además deberá mostrarse en detalle, la localización de las zonas donde se encuentran los tanques de almacenamiento de las bombas así como la ubicación de drenaje y los surtidores.

Deberán indicarse las características de los equipos eléctricos instalados, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada y la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

c). - Hangares.

Los planos deberán mostrar en conjunto todas las instalaciones que intervienen en el hangar; además debe delimitarse claramente el área ocupada por el hangar, así como los pozos o depresiones del terreno. Deberán indicar asimismo, la altura mínima con respecto al piso terminado, del equipo eléctrico y salidas (incluyendo cajas de conexiones); el tipo de conductores que alimentan equipo portátil; las características de los equipos eléctricos ubicadas en el hangar, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada, la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

d). - Hospitales y Clínicas.

En hospitales y locales similares cuya finalidad sea la --

asistencia médica, se deberá incluir una descripción clara y completa del sistema de emergencia incluyendo su fuente de alimentación.

Deberán indicarse las características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico y de otras partes metálicas de dispositivos o aparatos que requieran dicha conexión.

Deberán anotarse las características eléctricas del equipo instalado en quirófanos, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada, la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

e). - Instalaciones a la Intemperie y en Lugares Húmedos o Mojados.

Deben anotarse las características de todos los equipos eléctricos que se encuentren en áreas exteriores a la intemperie o en áreas interiores en lugares húmedos o mojados.

Anotar también el tipo de envolvente, cubierta o carcasa de luminarias, motores y otros equipos, así como la existencia de cajas selladas (condulets), tipo de canalización y tipo de aislamiento de los conductores. Deberán anotarse las características del sistema de tierras de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico localizado en estas zonas.

f). - Centros de Reunión Pública.

Deberá precisarse el uso al que se destinan los lugares de reunión pública (cines, teatros, auditoriums, salas deportivas, etc.)

Deberán indicarse la localización y características de los siguientes equipos, dispositivos y sistemas:

- Las luces y otros equipos eléctricos sobre el escenario, tales como motores de telones, etc.
- Las luces de señalización de salidas, entradas y otros accesos; así como las luces de posición de asientos, pasillos, etc.
- Los reguladores de iluminación (Dimmers)
- Los proyectores, el equipo asociado con ellos, las canalizaciones sobre el local de proyección y las características de construcción de dicho local.

f). - Motores y Otras Máquinas de corriente directa.

Debe indicarse lo siguiente:

- Tensión entre hilos y entre hilos y neutro (en caso de existir éste último).
- Tipo del motor (se refiere a su conexión interna: serie, paralelo, compuesto, etc.)
- Medio de control de la velocidad; en caso de máquinas que bajo ciertas condiciones puedan desbocarse (motores-serie), debe indicarse el tipo de la protección contra sobrevelocidad.
- Cuando se requiera la conexión a tierra, deberán cumplirse los requerimientos del punto 4 "Sistema de Tierras".

Además de lo anterior, deben incluirse los datos completos de los sistemas de fuerza y alumbrado abastecidos por corriente directa, indicando si proceden de generadores separados, de grupos motor-generador o de rectificadores estáticos e incluyendo las características de estos equipos.

g). - Plantas Generadoras.

Los planos de este tipo de instalaciones deben reunir los siguientes puntos:

- La localización, dimensiones, material y otras características generales del lugar donde se instale la planta.
- Capacidad en KW, factor de potencia nominal, tensión entre fases, número de fases y frecuencia de los generadores.
- Tipo y características generales de los primo-motores.
- Tipos y características generales de las protecciones de los generadores contra sobrecarga, sobrecorriente, sobrevelocidad y sobretemperatura.
- Localización, trayectorias, dimensiones y características de ductos, tubos, cables y conductores relacionados con las plantas.
- Tipo y capacidad de los interruptores de transferencia.
- Características misceláneas tales como: tipo de combustible, capacidad y localización de tanques de almacenamiento, localización de drenaje, extintores, alumbrado normal y de emergencia, características del basamento de la planta, localización y características de escape de gases y silenciamiento y por último, características de operación del arranque.

- Los aparatos y dispositivos eléctricos localizados en camerinos, bodegas de películas, almacenes de vestuario y utilería y locales similares.
- Las conexiones de las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico al sistema de tierras.

g). - Lugares Peligrosos.

Deben indicarse con toda exactitud la clase, división y grupo del equipo, aparatos y dispositivos eléctricos localizados en ambientes con atmósferas que contengan gases, polvos, fibras o pelusas y líquidos inflamables o explosivos.

Los locales que contengan o manejen dichas sustancias deben delimitarse con toda precisión en los planos y dentro de dichos límites deben especificarse las características de las cubiertas, envolventes o carcasas de equipos o dispositivos eléctricos tales como, luminarias, motores, arrancadores, instrumentos de medición, interruptores, tableros, etc.

Deben indicarse con precisión la localización de sellos en las canalizaciones y el tipo de ellos; además todas las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico deben mostrar su conexión al sistema de tierras (Ver Punto No. 4).

5.4. - Sistema de Tierras.

La instalación referente al aterrizado del sistema eléctrico y a la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico, puede representarse en planos o memorias descriptivas, pero en cualquiera de los dos casos, deben contener la información siguiente: características de electrodos, dimensiones, tipo de material y longitud enterrada. Especificar las características del puente de unión que interconecta el electrodo de entrada del servicio con los conductores de tierra tanto del sistema como del equipo. Indicar las características del conductor de tierra del sistema, las correspondientes al medio de conexión a tierra del equipo y las referentes a la conexión individual de los equipos y/o aparatos al sistema de tierras. Anotar los criterios y cálculos en su caso, que dieron base a la selección del sistema de tierras.

5.5. - Capacidad Interruptiva. (Cálculos de Corto Circuito)

Todos los proyectos de instalaciones que reciben la energía del suministrador en alta tensión y que reúnan cualquiera de las

siguientes condiciones, deben acompañarse de la memoria de cálculo de corto circuito que necesariamente se realizó para la adecuada selección de la capacidad interruptiva simétrica de todas las protecciones de la instalación o enviar los datos necesarios para realizar dichos cálculos; independientemente de anotar los tipos de interruptores así como sus marcas:

- a). - Transformador de 75 KVA o mayores, tensión secundaria de 220 Volts entre fases.
- b). - Transformadores de 150 KVA o mayores, tensión secundaria de 440 Volts.

Los datos que se requieren para realizar los cálculos de corto-circuito son los siguientes:

-Capacidad de corto circuito del sistema de suministro (este dato lo proporciona el Organismo Suministrador).

-Capacidad del o de los transformadores de la instalación, acompañados de sus impedancias respectivas y tensiones primarias y secundarias de los mismos.

-Cuando se utilicen generadores y motores en alta tensión, es necesario enviar datos referentes a Reactancias Subtransitorias. De igual forma si se trata de líneas de distribución, áreas y/o subterráneas, debe anotarse su reactancia efectiva de acuerdo al acomodo de conductores.

5.6. - Sistemas y Equipos de Utilización a más de 600 Volts nominales.

Los planos de sistemas y equipos que operen en sistemas de más de 600 Volts deben cumplir con lo siguiente:

-Debe especificarse la clase y material del aislamiento de los conductores empleados, si su instalación es en ductos u otras canalizaciones describiendo el aterrizado de las pantallas cuando éstas existan, así como sus terminales.

-Deben anotarse las características de las canalizaciones y sus accesorios.

-Deben especificarse las características tales como ajustes o valores, capacidades de conducción continuas, capacidades interruptivas, etc. de interruptores, controladores y desconectores del equipo de utilización; mencionando con precisión su secuencia de operación contra sobrecorrientes, corto circuito, falla de tierra, operación monofásica, sobrecarga, etc. y

los elementos y dispositivos auxiliares que requieran junto con sus características, tales como relevadores, transductores, equipo de señalización, transformadores de corriente, potencial etc.

Cuando un interruptor, controlador o seccionador junto con sus elementos auxiliares se consiga comercialmente como un equipo integrado, deberá asentarse su marca, tipo y el número de registro correspondiente.

- Deben especificarse las características de los interruptores y seccionadores de alimentadores de enlace o transferencia; así como la de los apartarrayos con que cuente la instalación.
- Deben especificarse las características especiales del aterrizado de los sistemas eléctricos y de las partes metálicas no conductoras de corriente que requieran ser aterrizadas; así como detalles o notas respectivas que ilustren su conexión.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

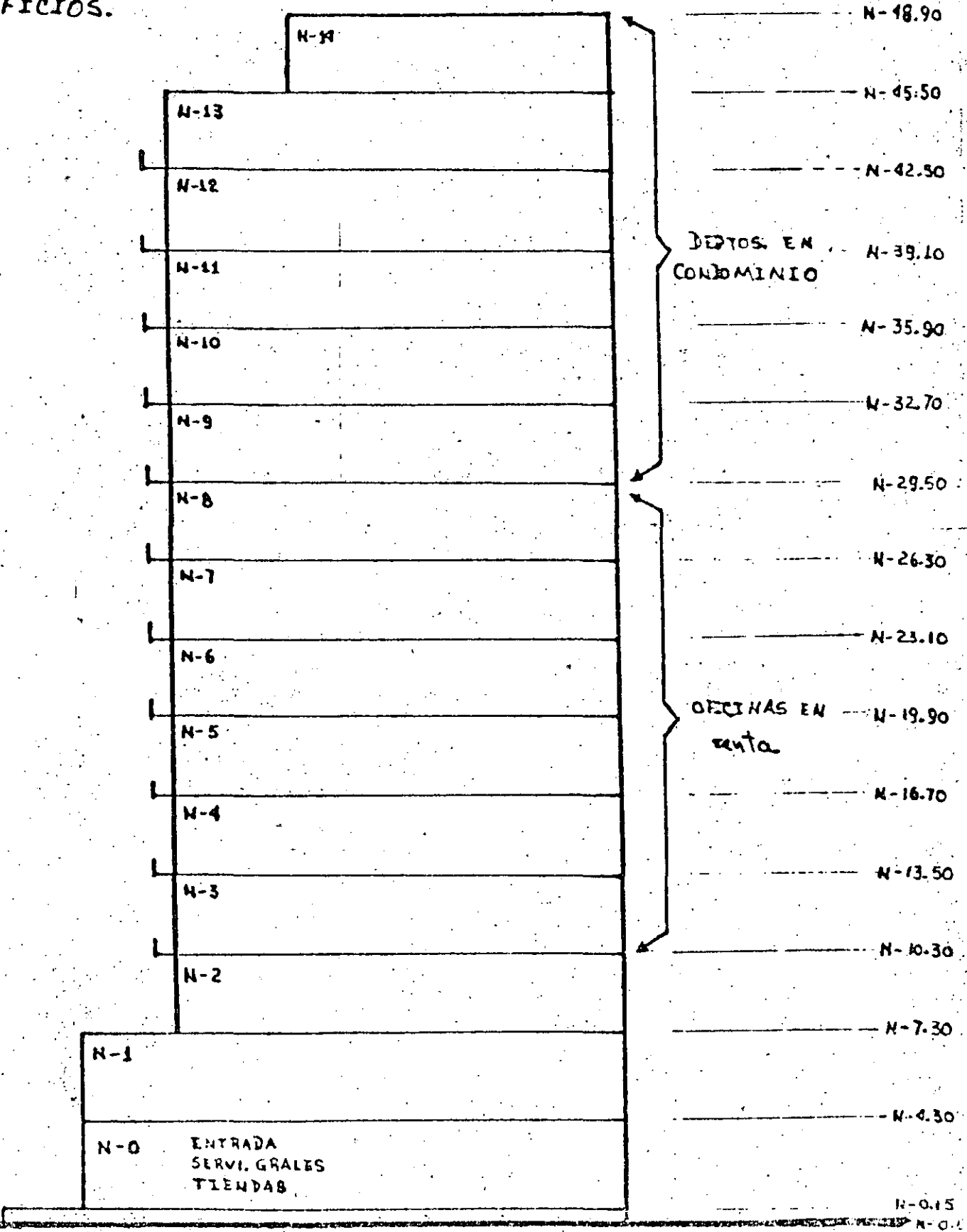
EJEMPLO DE UN PROYECTO ELECTRICO

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

MARZO, 1985

EJEMPLO:

INSTALACION EN OFICIOS.

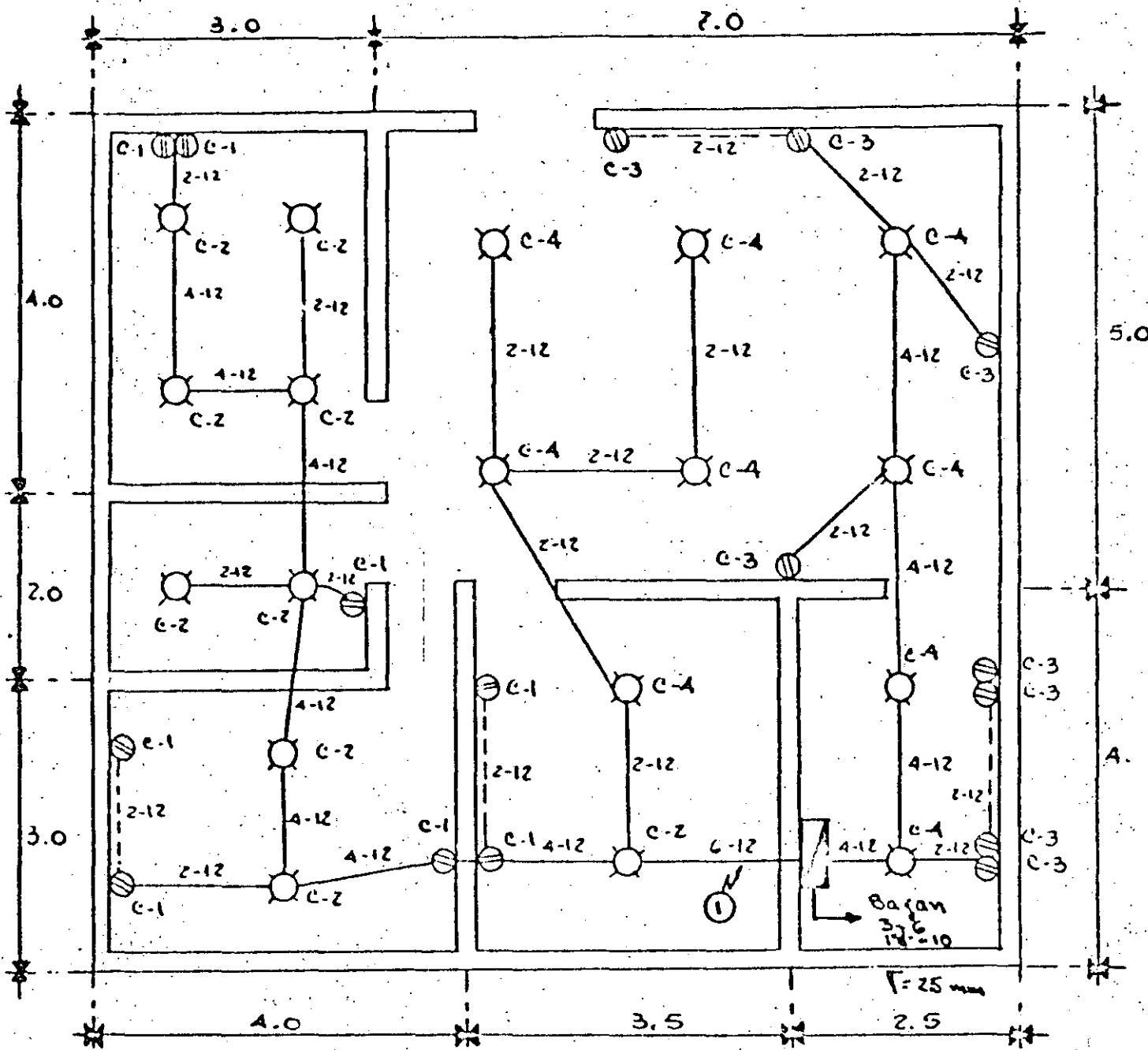


DEPTOS EN CONDOMINIO

OFICINAS EN planta

ACOMETIDA





ACIACIONES: MTS.

CALCULO DE LA CARGA (NTIE 204.2)

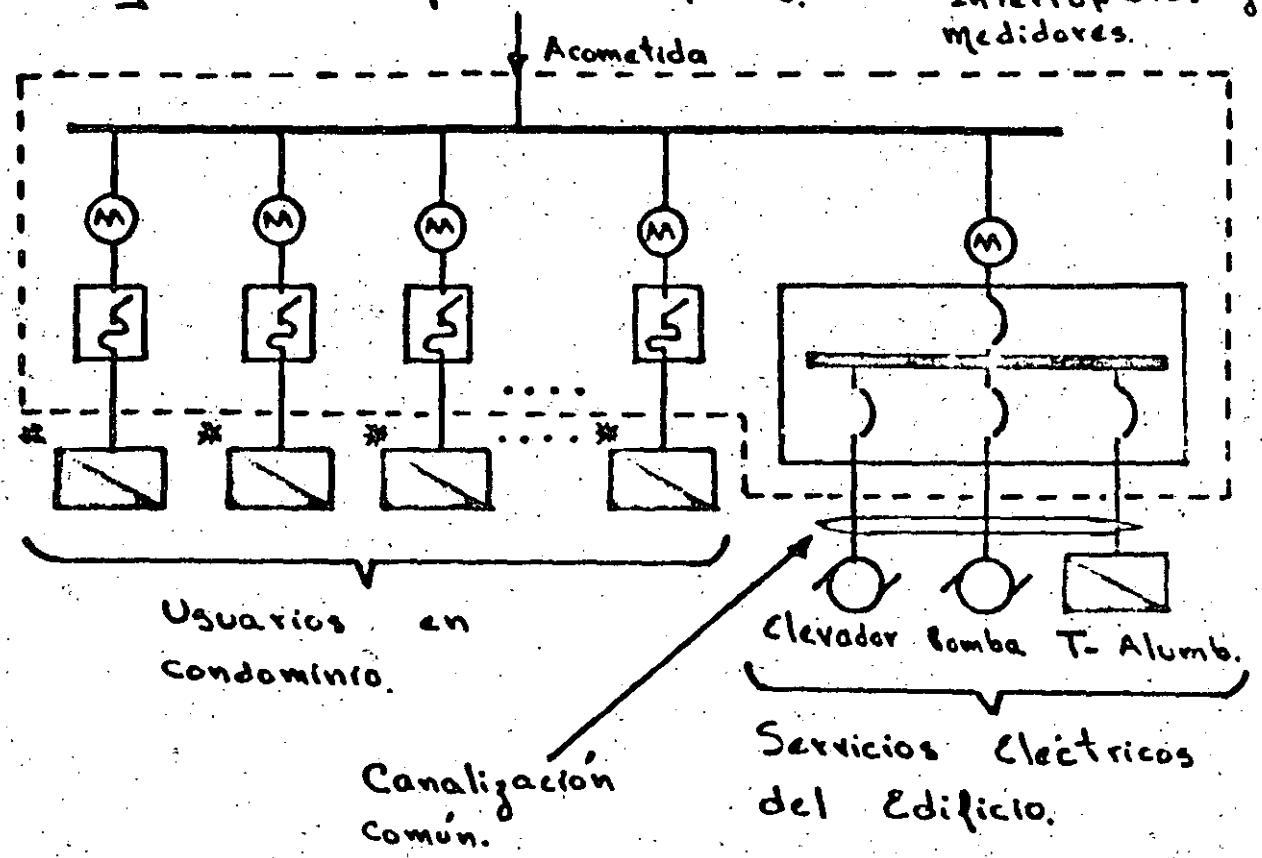
CIRCUITOS DERIVADOS :

- 2 ALUMBRADO — 9 x 125 W. = 1125 W.
- 2 CONTACTOS — 8 x 180 W. = 1440 W.

Instalaciones Eléctricas en Condominio

Diagramas Unifilares Típicos.

Concentración de Interruptores y medidores.

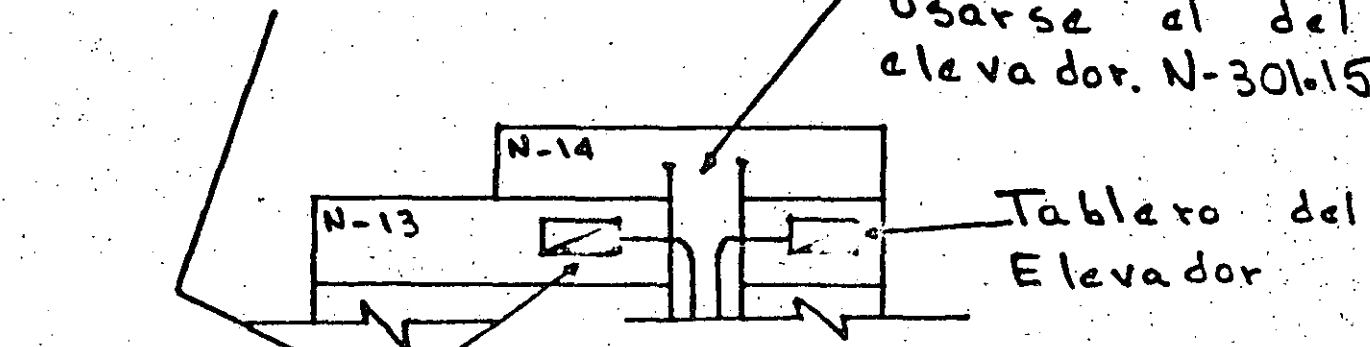


Los conductores de cada Usuario (marcados con asterisco *), deben ir en canalizaciones independientes (Tubos o ductos diferentes). N-301.17

Los conductores de los servicios del edificio pueden ir en las mismas canalizaciones.

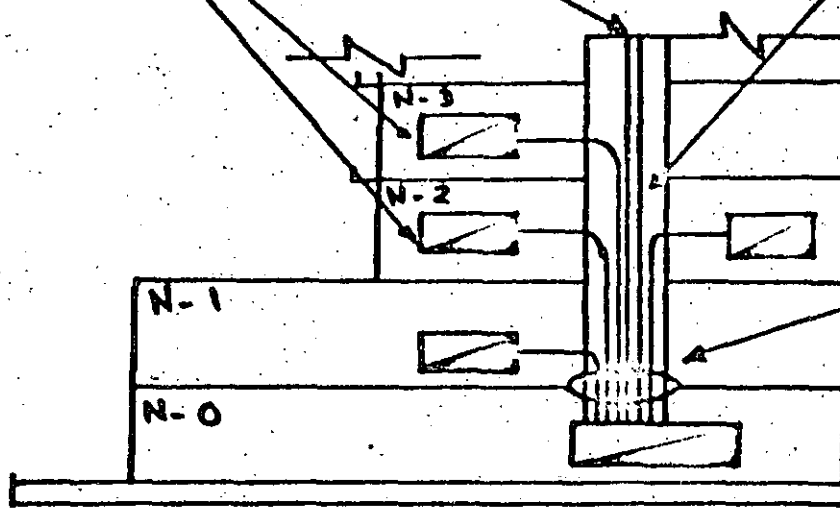
Si la Canalización es tubo plástico, debe emplearse el de PVC y no el PE N-306.25

Cubo de Canalizaciones no debe usarse el del elevador. N-301.15

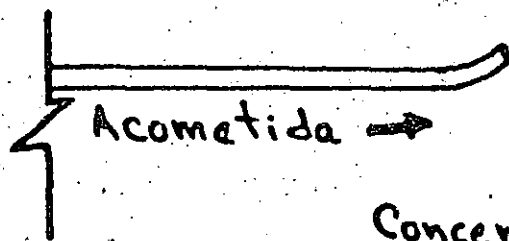


Tabletos de C/u de los Usuarios

Los conductores deben soportarse cada cierta distancia. Tabla 301.12



Notese una canalización para cada usuario y una para los servicios.



Concentración de medidores e interruptores.

CALCULO DE CONDUCTORES

CIRCUITO DE CONTACTOS, CARGA : 1,440 W

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$I_{NOMINAL} = \frac{CARGA}{TENSION} = \frac{1440}{127} \rightarrow 11.3 \text{ Amps.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N° 14 → 15 Amps.

FACTOR DE CORRECCION POR TEMP. = 1.0 x 15 = 15

FACTOR DE CORRECCION POR AGUP. = 0.8 x 15 = 12

CAPACIDAD DE CONDUCCION DISMINUIDA : 12 A

POR CAIDA DE TENSION:

$$\Delta\% \leq 3 \quad (\text{NTIE 202.6})$$

L = 18 mts.

$$S = \frac{4LI}{\Delta_n \Delta\%} = \frac{4(18)(11.3)}{127(3)} = 2.135 \text{ mm}^2, \cong \# 14$$

PERO SEGUN EL ART. 202.7 SI DEBE SELECCIONARSE EL CALIBRE N° 12

CONCLUSION:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 12.

COMPLE CON AMBOS CRITERIOS

SELECCION DE LA PROTECCION :

PROTECCION SEGUN LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES :

CALIBRE NO. 12 SOPORTA 20 Amp.
 FACTOR DE AGRUPAMIENTO : $0.8 \times 20 = 16$ Amp.
 CAPACIDAD DISMINUIDA 16 Amp.
 PROTECCION DE 15 o' 20 Amp.

CANALIZACION :

PUNTO MAS CRITICO : ①
 6 CONDUCTORES DEL NO. 12 (76.8) mm²

$$(12.8 \text{ mm}^2) \times 6 = 76.8 \text{ mm}^2$$

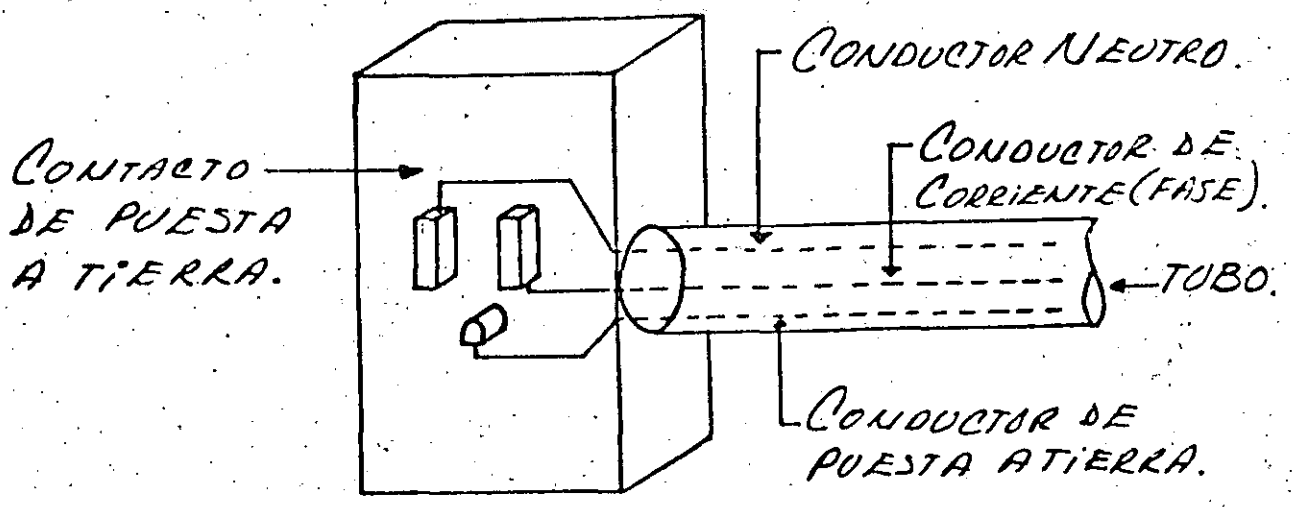
NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40 % DE LA CANALIZACION.

76.8 mm ²	—	40 %	
Δ	—	100 %	Δ = 192 mm ²

CORRESPONDE A UN TUBO DE 13 mm.

POR FACILIDAD DE LA INSTALACION SE RECOMIENDA EL USO DEL TUBO DE 19 mm.

PUESTA A TIERRA DE PARTES METALICAS DE APARATOS QUE VAN A USARSE EN COCINAS Y BAÑOS MEDIANTE CONTACTOS DE PUESTA A TIERRAS.



CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA :

PROTECCION	CALIBRE (CU)
15 amp. —————	14
20 amp. —————	14
30 amp. —————	12

ALIMENTADORES.

CALCULO DE LOS CONDUCTORES:

- CARGA TOTAL 5130 WATTS 2 ϕ ; 3 HILOS.

- ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA.

FACTOR DE DEMANDA 35% EXCESO DE 3000 WATTS

$$5130 \text{ W.} - 3000 \text{ W.} = 2130 \text{ W.} \times 0.35 = 745.5 + 3000 =$$

$$= \underline{3745.5 \text{ WATTS.}} \quad \therefore$$

CARGA POR FASE = 1872.8 WATTS.

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$I_n = \frac{\text{CARGA}}{127} = \frac{1872.8}{127} = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N. 14 (TW) = 15 AMP.

$$F.C.T. \& F.C.A. = 1.$$

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 15 AMP.

- POR CAÍDA DE TENSION $e\% \leq 2$ (NTIE 203.3)

$$S = \frac{4LI}{e_n \cdot e\%} = \frac{4(50)14.7}{2 \times 127} = 6.9 \text{ mm}^2.$$

$11.57 \text{ mm}^2.$

CORRESPONDE A UN CALIBRE N° 6 (TW).

CONCLUSIÓN:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 6
CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE
MÁXIMA DE DESBALANCEO, IGUAL A LA
CORRIENTE DE FASE MÁS CARGADA.

$$\therefore I_n = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR N° 6 POR CAÍDA DE TENSION.

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE:

PROTECCION DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES.

CALIBRE N. 6 SOPORTA 55 AMP. (T.W.)

PROTECCION DE 50 AMP. O MENOR (40, 30, 25 O 20 AMP.) ES ADECUADA EN ESTE CASO.

CANALIZACIONES:

- LAS CANALIZACIONES EN DONDE SE ALOJAN LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DEBEN SER INDEPENDIENTES (NIE 301.17);

∴ SOLO 3 CONDUCTORES Y 1 DE TIERRAS.

- SEGÚN LA NORMA 301.12 LOS CONDUCTORES EN LAS CANALIZACIONES VERTICALES, DEBEN DE SUJETARSE (TABLA 301.12) A NO MÁS DE 30 METROS.

- LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MÁS DEL 40% DEL ÁREA INTERIOR DE LA CANALIZACIÓN.

3 CONDUCTORES DEL No 6 — 158.7 mm².

1 " " " No 10 (TIERRA) — 16.8 mm².

175.5 mm².

175.5 mm² — 40%

A " — 100%

$A = 438.8 \text{ mm}^2$.

CORRESPONDE A UN TUBO DE 25 mm.

DIÁMETRO NOMINAL.



CIRCUITO DERIVADO PARA UN MOTOR DE SISTEMA DE BOMBEO DE 20 C.F. 3 ϕ , 220 volts, $\eta = 0.90$, F.P. = 0.85, EL MOTOR ES DE SERVICIO PERIODICO Y SU REGIMEN DE TRABAJO ES CONTINUO. EN LA CANALIZACION VIAJAN 6 CONDUCTORES.

- CORRIENTE NOMINAL.

- TOMAR ESTE VALOR DE DATO DE PLACA O'
- CALCULAR MEDIANTE :

$$I_{Npc} = \frac{C.F. \times 746}{\sqrt{3} \times KV \times F.P. \times \eta} = \frac{20 \times 746}{\sqrt{3} \times 0.22 \times 0.85 \times 0.9} = 51.2 \text{ Amp}$$

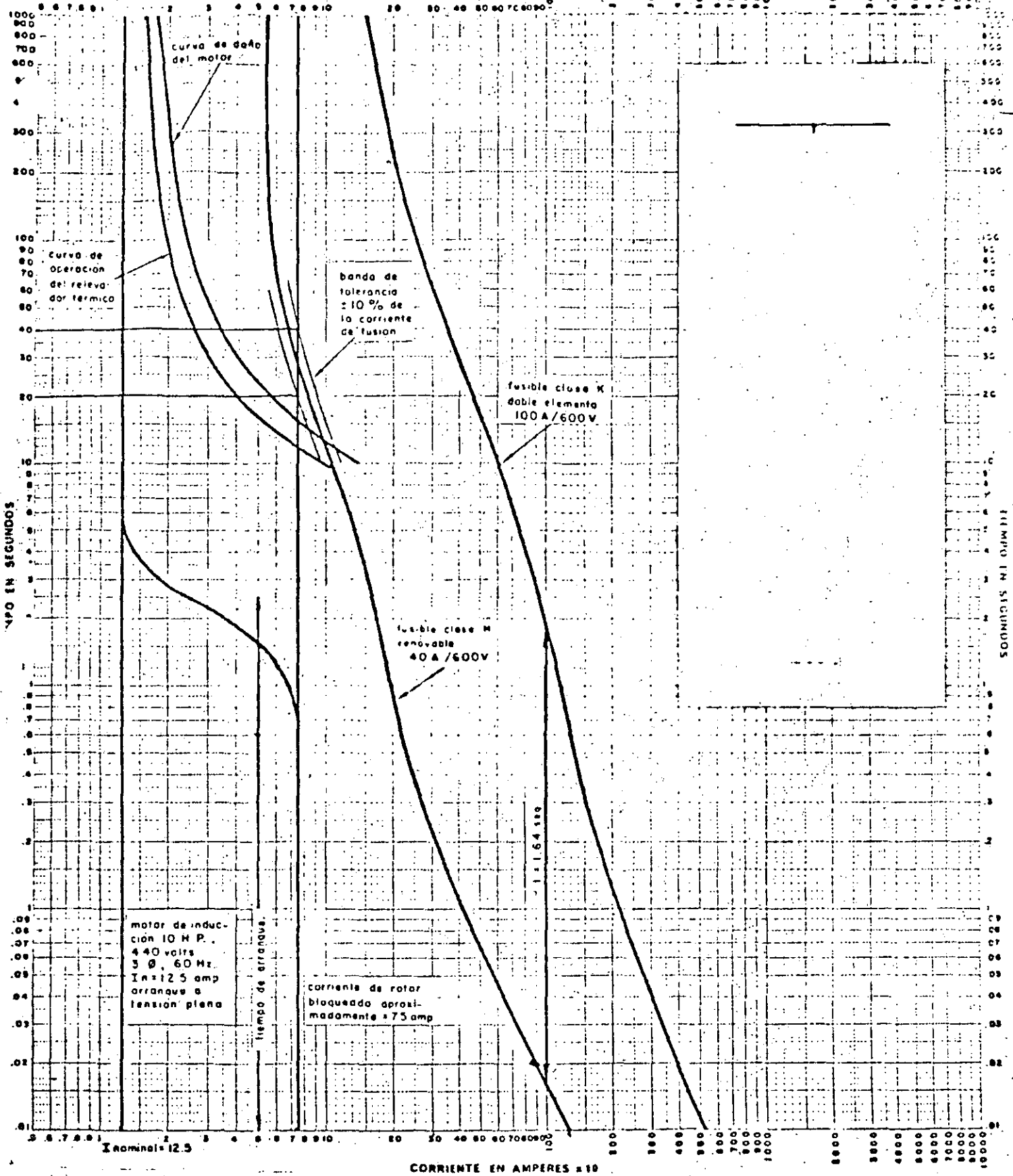
- CONDUCTORES.

- POR CAPACIDAD DE CORRIENTE :

EL FACTOR PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES SEGUN TABLA 403.14 DE LAS N.T. I. E. ES EL 140% DE LA I_{Npc} .

$$I_{COND.} = 1.4 \times I_{Npc} = 1.4 \times 51.2 = 71.7 \text{ Amp.}$$

CORRESPONDE A UN CALIBRE NO. 4 (THW) CON UNA CAPACIDAD DE 90 Amp.



29

ESTE VALOR ES NECESARIO AFECTARLO POR EL FACTOR DE CORRECCION POR AGROPAMIENTO QUE EN ESTE CASO ES 0.8 Y F.C.T. = 1

$$I_{\text{REAL}} = I_{\text{NOM}} \times F.A. \times F.C.T.$$
$$= 90 \times 0.8 \times 1.0 = 72 \text{ AMP}$$

SE OBSERVA QUE EL CONDUCTOR SIGUE SIENDO EL No 4

- POR CAIDA DE TENSION :

LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA

SI $L = 50 \text{ mts.}$

$$S = \frac{2 L I}{E_{\eta} \times \%} = \frac{2(50) 51.18}{127 \times 2} = 20.15 \text{ mm}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 4 AWG

- EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL No 4 AWG PUES CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.

$$I_{psc} = 1.25 I_{upe} = 1.25 (51.2) = 64 \text{ Amp.}$$

SI EL VALOR DE LA PROTECCION ES INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR O NO CORRESPONDE A UN TAMAÑO NORMALIZADO, PUEDE USARSE EL INMEDIATO SUPERIOR SIEMPRE-- QUE NO EXCEDA DEL 140 % I_{upe} .

$$I_{psc} \leq 1.40 I_{upe} \\ = 1.40 (51.2) = 71.7 \text{ Amp.}$$

- TAMAÑO DEL ARRANCADOR.

SEGUN TABLA ANEXA, TAMAÑO DE ARRANCADOR REQUERIDO = 3 NEMA

CAPACIDAD POR TAMAÑOS DE ARRANCADORES MAGNETICOS

No. POLOS	TAMAÑO	1Ø, 127V	2Ø, 220V	No. POLOS	3Ø, 220V	3Ø, 440V
2 POLOS	00	1/3	1	3 y 4 POLOS	1 1/2	2
	0	1	2		3	5
	1	2	3		7 1/2	10
	2	3	7 1/2		15	25
	3	7 1/2	15		30	50
	4	.	.		50	100
	5	.	.		100	200
	6	.	.		200	400
	7	.	.		300	600

— PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO

SUPONIENDO UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, NO DEBE EXCEDER DEL 400% DE LA I_{NPC} SEGUN NTIE 403.35

$$V_{PROT.} \leq 400\% I_{NPC} = 4(51.2) = 204.8$$

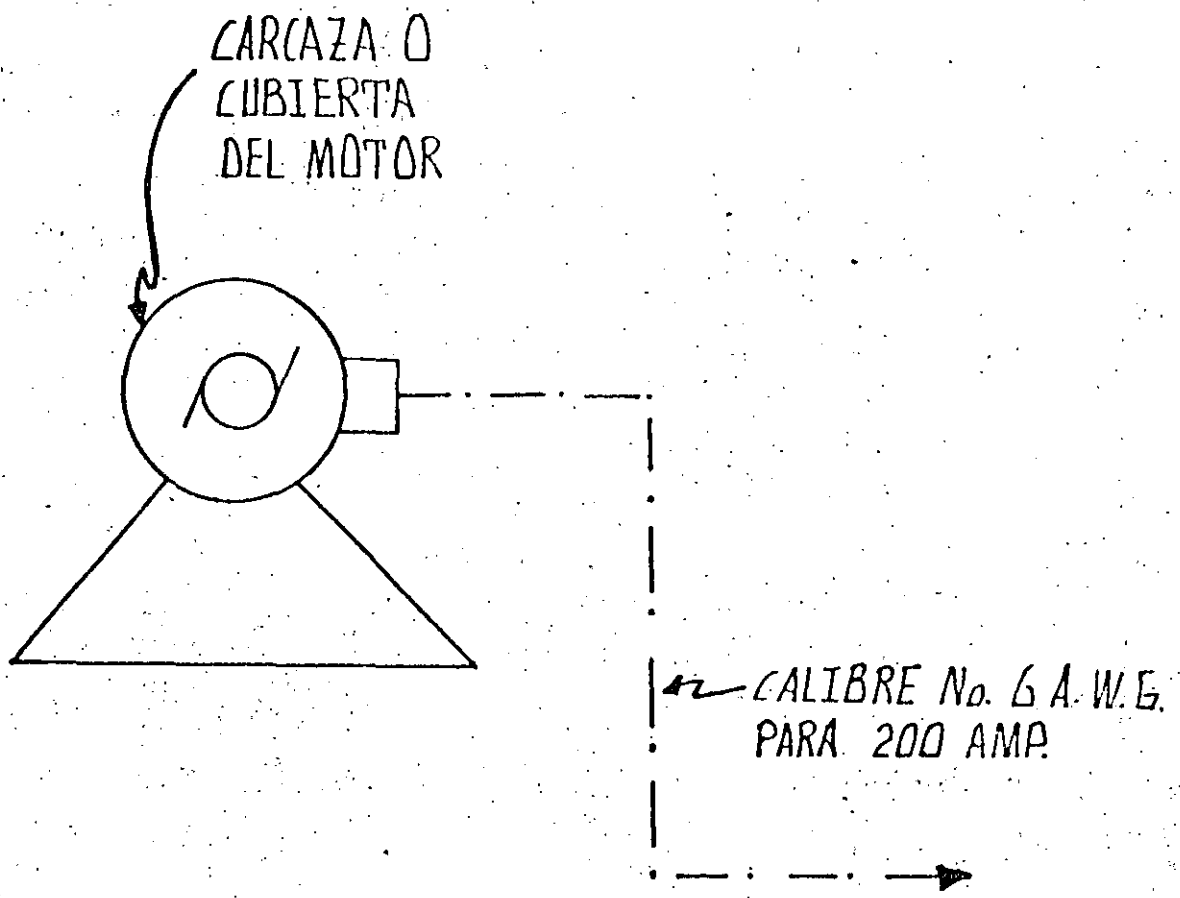
PUEDEN ESCOGERSE LAS PROTECCIONES DE:

3 x 150 AMP

3 x 175 AMP

3 x 200 AMP

PUESTA A TIERRA DEL MOTOR.



AL ELECTRODO NATURAL O ARTIFICIAL LOCALIZADO EN LA ENTRADA DE SERVICIO SEGUN NTIE 206.58

F A S E S

	A (W.)	B (W.)	L (W.)
TAB A	4250	3950	3800
TAB B	5350	5100	5200
TAB L	3800	4250	3950
TAB D	5200	5350	5100
TAB E	3950	3800	4250
TAB F	3200	3100	3150
TAB S	7500	7600	7800
	33250	33150	33250

$$\text{DESBALANCED} = \frac{F_m - F_m}{F_m} \times 100 = 0.3\%$$

ALIMENTADORES

35

CALCULO DE LOS CONDUCTORES

CARGA TOTAL 99 650 W. 3Ø, 4 HILOS

ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA

• FACTOR DE DEMANDA 70% EXCESO SOBRE 20 000 W.

$$\begin{aligned} 99\ 650 - 20\ 000 &= 79\ 650 \times .70 = 55\ 755 + 20\ 000 = \\ &= 75\ 755\ W. \end{aligned}$$

_ POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$F.P. = 0.85$$

$$I_N = \frac{\text{CARGA (W)}}{\sqrt{3} V_f F.P.} = \frac{75\ 755}{\sqrt{3} \times 220 \times .85} = 233.9\ \text{AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO 250 M.C.M. (THW) 75°.

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y AGRUPAMIENTO = 1

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 255 AMP.

- POR CAIDA DE TENSION:

$$C\% = 2 ; L = 30 M.$$

36

$$S = \frac{2LI}{C_n C\%} = \frac{2 \times 30 \times 233.9}{127 \times 2} = 55.25 \text{ MM}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 2/0.

CONCLUSION: EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL DE 250 M.C.M., CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CALCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE MAXIMA DE DESBALANCO, IGUAL A LA CORRIENTE DE LA FASE MAS CARGADA.

$$I_N = 233.9 \text{ AMP}$$

CONDUCTOR 250 M.C.M. (THW) 75°C.

CALCULO DE LA PROTECCION

37

1^{er} CRITERIO:

V_{PROT} DEL MOTOR MAYOR + I DEMAS MOTORES Y CARGA.

$$V = 175 + (233.9 - 51.2) = 357.7 \text{ AMP}$$

($I_{\text{fase}} - I_{\text{mot mayor}}$)

VALOR ADECUADO 3x300 ó 3x350 AMP.

2^o CRITERIO:

ACORDE CON LA AMPACIDAD DE LOS CONDUCTORES -
Y NO MAYOR DEL 125% DE DICHA AMPACIDAD

$$V \leq 1.25 (\text{AMPACIDAD}) = 1.25 (255 \text{ AMP})$$

$$V \leq 318.8 \text{ AMP}$$

VALOR ADECUADO 3x300 AMP.

CANALIZACION:

38

LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DEL AREA INTERIOR DE LA CANALIZACION

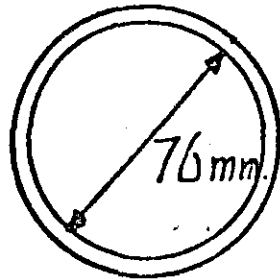
4 CONDUCTORES 250 M.C.M. — 1258.4 mm²

$$1258.4 \text{ mm}^2 \text{ — } 40\%$$

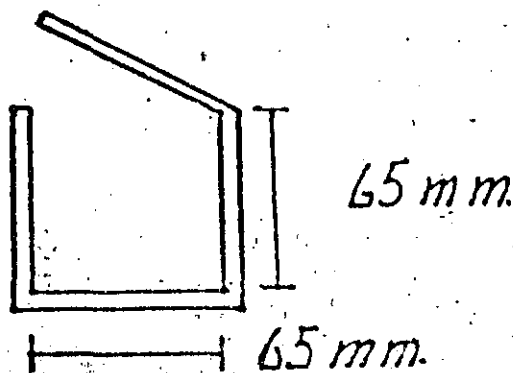
$$A \text{ — } 100\%$$

$$A = 3146 \text{ mm}^2$$

CORRESPONDE A TUBO DE 76 mm \varnothing NOMINAL



o DUCTO CUADRADO DE 6.5 x 6.5 cm



SUBESTACION

- CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

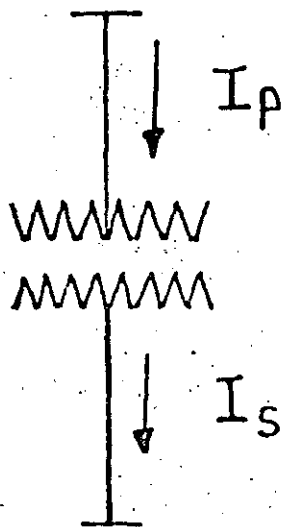
$$L = \frac{[\text{AREA TOTAL CONECTADA} \times \text{F.D.}] + \text{RESERVA}}{\text{FACTOR DE POTENCIA ESPERADO}}$$

$$L = \frac{75.755 \text{ WATTS} + 20\% \cdot \text{RESERVA}}{0.85}$$

$$L = \frac{75.8 \text{ KW} + 15.2 \text{ KW}}{0.85} = 107.1 \text{ KVA}$$

SE SELECCIONA EL TRANSFORMADOR COMERCIAL INMEDIATO = 112.5 KVA.

CORRIENTES NOMINALES.



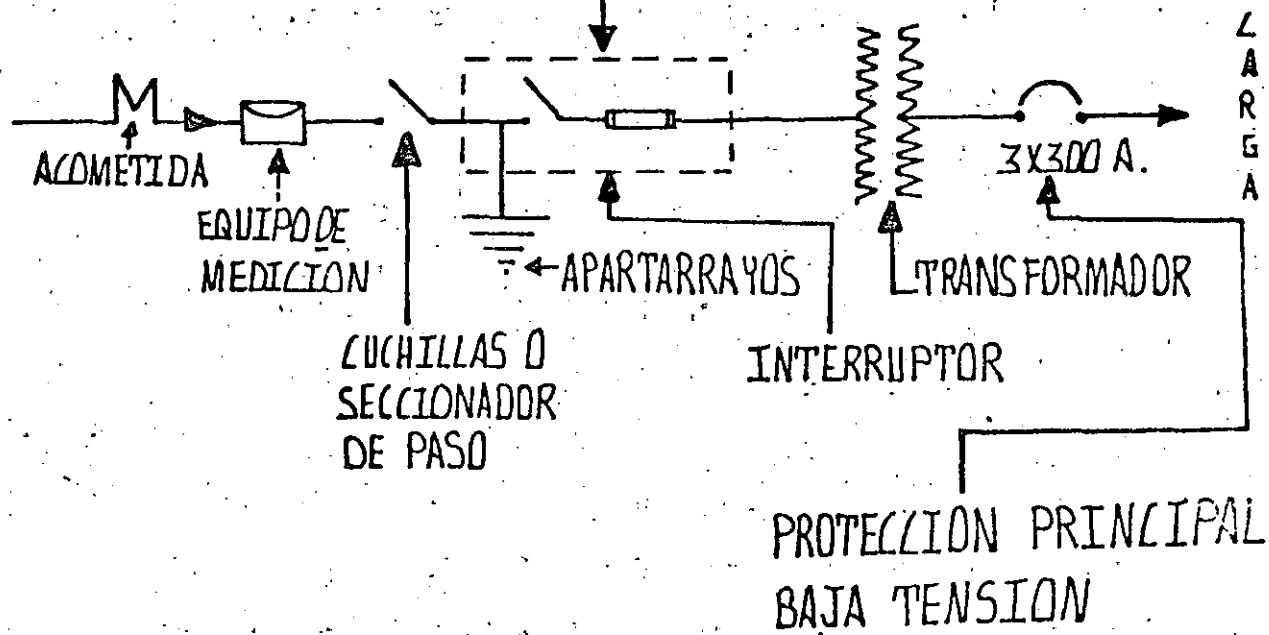
$$I_p = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_p}$$

$$I_p = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 23} = 2.82 \text{ AMP}$$

$$I_s = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_s}$$

$$I_s = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 0.22} = 295.2 \text{ AMP}$$

PROTECCION PRINCIPAL EN ALTA TENSION.

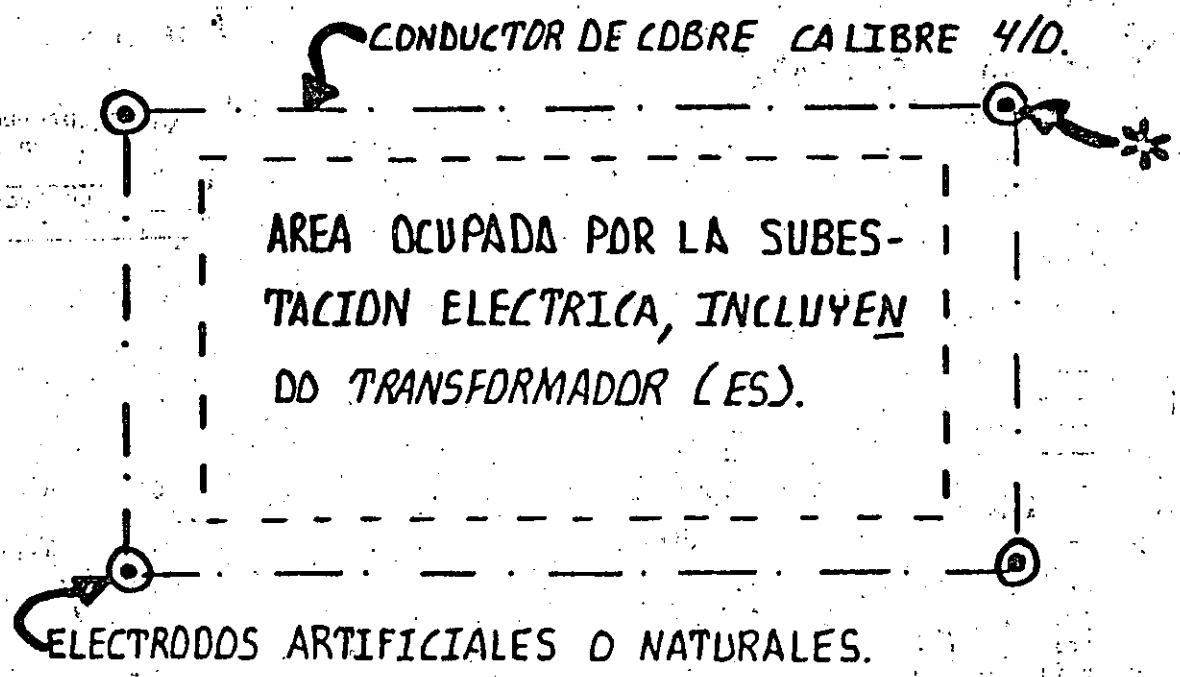


$$V_{PROT} \leq 200\% \cdot I_p \text{ (TRANSFORMADOR.)}$$

$$V_{PROT} \leq 2(2.82) = 5.64 \text{ AMP}$$

- PUEDE SELECCIONARSE EL FUSIBLE DE 3 AMP ó EL DE 5 AMP NOMINALES.
- PARA SUBESTACIONES COMPACTAS DEBE SER DEL TIPO DE NO-EXPULSION.
- DEBE TENER UNA CAPACIDAD INTERRUPTIVA \geq A LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO DEL SUMINISTRADOR NORMALMENTE DE 700, 800 O 1000 MVA SIMETRIZOS EN EL SISTEMA DE LL Y FC

RED O MALLA DE TIERRAS EN SUBESTACIONES.



SISTEMA DE TIERRAS: RED O MALLA, CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y ELECTRODOS.

RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS : 10 Ω .

* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.

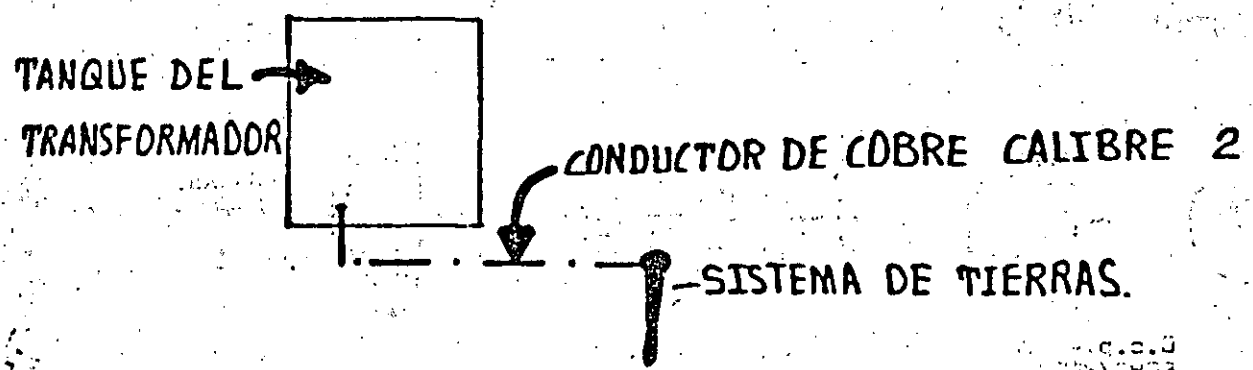


Figura N° 1

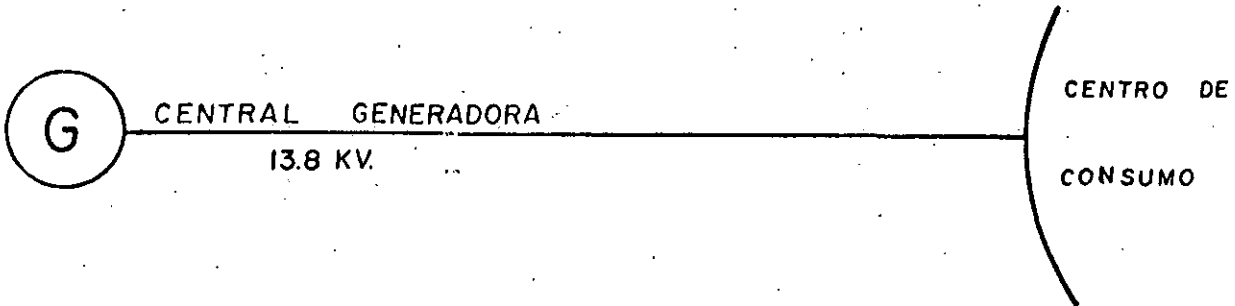


Figura N° 2

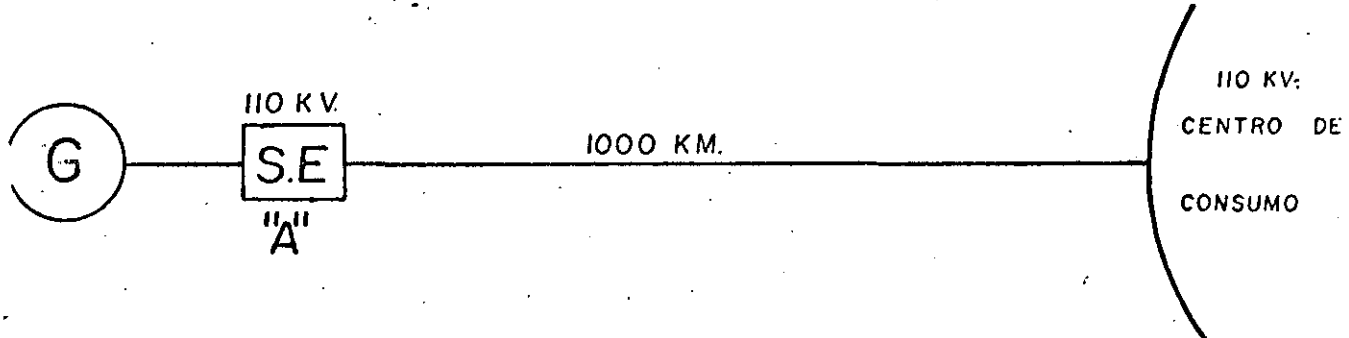
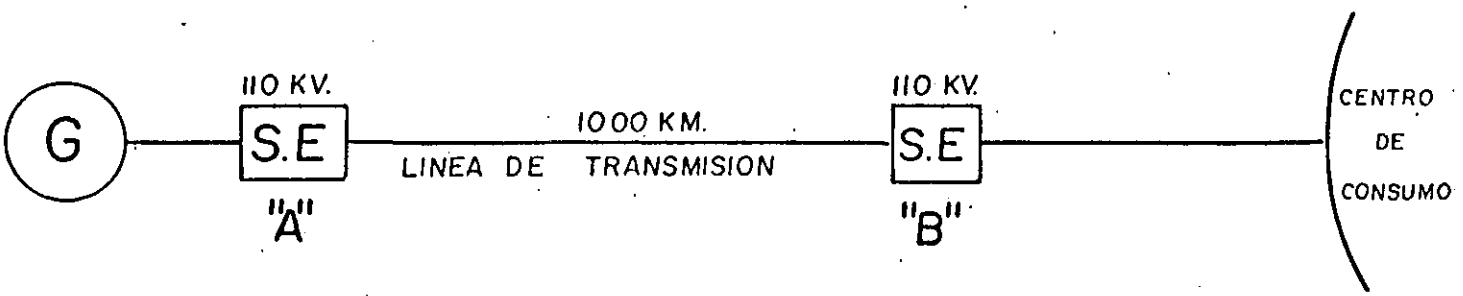


Figura N° 3



DIRECTORIO DE ALUMNOS DEL CURSO "INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS"
IMPARTIDO EN ESTA DIVISION DEL 11 AL 29 DE MARZO DE 1985.

E

1.- GALANTE ALDINIO OSCAR H.

SERAFIN OLARTE No. 152-5
COL. INDEPENDENCIA
DELEGACION BENITO JUAREZ
03630 MEXICO, D.F.
672-00-73

2.- SANCHEZ DE LA TORRE MARCO ANTONIO

S.E.D.U.E.
INGENIERO
COL. TABACALERA
DELEGACION CUAUHTEMOC
06330 MEXICO, D.F.
635-89-73

SANTURAL No. 1022
COL. ZACATENCO
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07360 MEXICO, D.F.
586-14-83

3.- SALGADO FLORES CUSTODIO

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
INGENIERO
MELCHOR OCAMPO No. 171-411
COL. TLAXPANA
DELEGACION CUAUHTEMOC
590-04-91

HACIENDA DE XALPA No. 20
COL. VILLA QUIETUD
DELEGACION COYOACAN
04860 MEXICO, D.F.
671-25-65

4.- MUÑIZ ARREOLA EDGAR

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
ING. ELECTRICISTA
MELCHOR OCAMPO No. 171
COL. TLAXPANA
DELEGACION CUAHUTEMOC
591-07-73

CONFITERA No. 21
COL. STA. MA. MANINALCO
DELEGACION AZCAPOTZALCO
02050 MEXICO, D.F.
561-42-05

5.- RAMIREZ PORRAS GERARDO

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
ING. PROYECTISTA EN AIRE ACONDICIONADO
AV. DE LOS 100 METROS No. 152

CALLE POPOCATEPETL No. 440 EDIF. C-402
COL. GRAL. ANAYA
DELEGACION BENITO JUAREZ
688-21-42

6.- ALEJANDRE MELGAREJO GUILLERMO ALBERTO

CALLE 9 No. 101
COL. OLIVAR DEL CONDE
DELEGACION ALVARO OBREGON
01400 MEXICO, D.F.
680-42-32

7.- AMAYA MERCADO MIGUEL ANGEL

AV. LUCIO BLANCO MANZ. 2 LOTE 16
COL. PEDREGAL DE SAN NICOLAS T.
DELEGACION MAGDALENA CONTRERAS
10900 MEXICO, D.F.

- 8.- ARMENTA SANCHEZ MIGUEL ANGEI
OBRAS MARITIMAS, S. C. T.
INGENIERO CIVIL
INSURGENTES SUR No. 644
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
687-53-27
- REP. DE ARGENTINA No. 58-1
COL. CENTRO
DELEGACION CUAUHEMOC
06020 MEXICO, D.F.
- 9.- AYALA GUTIERREZ JAIME
CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
EMPLEADO
MELCHOR OCAMPO No. 177
COL. ANAHUAC
535-05-17
- NORTE 81 A No. 416
COL. ELECTRICISTA
DELEGACION ATZCAPOTZALCO
02060 MEXICO, D.F.
396-83-52
- 10.- BAZAN GUERRERO RODOLFO
AURRERA
DUPERVISOR INST. CAJAS REGISTRADORAS
PRESIDENTE MAZARYK No. 111
COL. CHAPULTEPEC MORALES
553-52-77
- ANDADOR IGNACIO MEJIA No. 4-A
COL. UNIDAD EJERCITO DE ORIENTE
DELEGACION IZTAPALAPA
792-36-98
- 11.- BENITEZ CARBAJAL JESUS
DIREC. GRAL. CONSTRUC. OPERACION
HIDRAULICO PORTUARIA
RESIDENTE DE LA ZONA II
COL. OBRERA
DELEGACION CUAUHEMOC
06800 MEXICO, D.F.
589-92-47
- NORTE 1-C No. 5104
COL. PANAMERICANA
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07770 MEXICO, D.F.
567-68-17
- 12.- BERNAL GUTIERREZ JOSUE
TECNOPROYECTOS, S.C.
PROYECTOS Y DIBUJO
ANDREA DEL CASTAGNO 26-A
COL. MIXCOAC
DELEGACION BENITO JUAREZ
03910 MEXICO, D.F.
598-55-60
- BLV. ADOLFO LOPEZ MATEOS No. 1467-305-A
COL. MIXCOAC
DELEGACION BENITO JUAREZ
03910 MEXICO, D.F.
563-44-69
- 13.- BERNAL REYES FERNANDO
- JUVENTINO ROSAS No. 5
COL. GUADALUPE INN
DELEGACION ALVARO OBREGON
01020 MEXICO, D.F.
550-96-57
- 14.- CASTELLANOS MERCADO ARTURO
PEMEX
JEFE DE SECCION
BAHIA DE BALLENAS No. 6-90. PISO
COL. VERONICA ANZURES
254-49-29
- SOL No. 75
COL. GUERRERO
DELEGACION CUAUHEMOC
06300 MEXICO, D.F.

15.- CASTILLO ECHEVARRIA SERGIO ARTURO
PETROLEOS MEXICANOS
INGENIERO "B" SECCION MECANICA N-30
EJERCITO NACIONAL No. 216-1er. PISO
COL. ANZURES
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
11590 MEXICO, D.F.

MARINA NACIONAL No. 200 EDIF. 18
DEPTO. 3
COL. ANAHUAC
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
11320 MEXICO, D.F.

16.- DIAZ ORTIZ FERNANDO
DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
INGENIERO ESPECIALIZADO
INSURGENTES SUR No. 664-6o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03100 MEXICO, D.F.
687-53-27

CALLE 16 No. 4311
COL. AGUILERA
DELEGACION AZCAPOTZALCO
02900 MEXICO, D.F.
355-05-43

17.- DOMINGUEZ TREJO PASCUAL

CALLE 23 No. 79
COL. PRO HOGAR
DELEGACION AZCAPOTZALCO
02640 MEXICO, D.F.
587-61-50

18.- GARCIA CORTES JOSE
ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES
SUPERINTENDENTE INSTALACIONES B
MINERIA No. 145-3er. PISO
COL. ESCANDON
DELEGACION TACUBAYA
516-24-60

CIRIOS No. 125
COL. LA FLORIDA
NAUCALPAN DE JUAREZ,
53160 EDO. DE MEXICO
560-52-81

19.- GOMEZ NAVARRETE ERNESTO

FRANCISCO J. MACIN No. 22
COL. UNIDAD C.T.M. EL RISCO
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07090 MEXICO, D.F.
691-62-80

20.- GONZALEZ RIVAS GERARDO
HOOVER MEXICANA, S.A. DE C.V.
INGENIERO DE DESARROLLO
NORTE 45 No. 802
COL. VALLEJO
DELEGACION AZCAPOTZALCO
587-02-00

AV. SAN BERNABE No. 529
COL. SAN JERONIMO
DELEGACION MAGDALENA CONTRERAS
10200 MEXICO, D.F.
595-15-26

21.- GUERRERO GUTIERREZ CARLOS S.
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
ASESOR TECNICO
JOSELILLO No. 6-A P.B.
NAUCALPAN DE JUAREZ, EDO. DE MEX.
557-81-48

NECANOGRAFOS No. 72
COL. SIFON
DELEGACION IZTAPALAPA
09400 MEXICO, D.F.

- 22.- HERNANDEZ MENDOZA GUSTAVO
D. D. F.
RESIDENTE DE OBRAS
TLALOC No. 1- 5o. PISO
542-31-96
- E. ANCONA No. 1103-A
COL. STA. MA. LA RIBERA
DELEGACION CUAUHEMOC
06400 MEXICO, D.F.
- 23.- LARA LEYVA JAIME ARTURO
- NTE. 81-400
COL. ELECTRICISTAS
DELEGACION ATZCAPOTZALCO
02060 MEXICO, D.F.
396-09-78
- 24.- LOPEZ FLORES PABLO PORFIRIO
ENEP ACATLAN
PROFESOR DE ASIGNATURA "A"
ACATLAN, EDO. DE MEXICO
373-23-99
- PTO. YUCALPETEN M-58 L-19
COL. AMPL. PILOTO ADOLFO LOPEZ MATEOS
DELEGACION ALVARO OBREGON
01290 MEXICO, D.F.
550-95-58
- 25.- LOPEZ VILLAFANA MIGUEL ANGEL
OBRAS MARITIMAS
INGENIERO
INSURGENTES SUR No. 664
687-53-27
- RABAU No. 100
COL. ELECTRICISTAS
DELEGACION ATZCAPOTZALCO
02060 MEXICO, D.F.
561-16-77
- 26.- LOPEZ VILLAFANA FELIPE DE JESUS
S. C. T. OBRAS MARITIMAS
CUANTIFICACION DE OBRAS
AV. INSURGENTES SUR No. 664-6o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
- RABAU No. 100
COL. ELECTRICISTAS
DELEGACION ATZCAPOTZALCO
02060 MEXICO, D.F.
561-16-77
- 27.- MARTINEZ MENA HERIBERTO JAVIER
S. A. R. H.
PROYECTISTA
CARRETERA A CHANBIO KM. 2
APATZINGAN, MICHOACAN
- 28.- MIRELES GARCIA FERNANDO
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ZACATECAS
MAESTRO DE TIEMPO COMPLETO
ACATECAS, ZAC. 98000
2-08-27
- CALZADA LORETO S/N
APARTADO POSTAL No. 64
COL. RIO GRANDE,
98400 ZACATECAS, ZAC.
- 29.- MONTEVERDE ZUBIRAN FRANCISCO
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
ASESOR
RIO RODANO No. 15-5o. PISO DESP. 512
COL. CUAUHEMOC
DELEGACION CUAUHEMOC
5 53-63-95
- CDA. SOCHIAPA No. 20
COL. SAN JERONIMO
DELEGACION MAGDALENA CONTRERAS
10200 MEXICO, D.F.
595-00-60

- 30.- MARATILLA MATA HOMERO
QUIMICA HERCULES, S.A.
SUPERVISOR DE PROYECTOS
SALTILLO No. 19-1er. PISO
COL. CONDESA
DELEGACION CUAUHEMOC
06140 MEXICO, D.F.
553-96-22
- 31.- NAVA CAMPOS MIGUEL ANGEL
OPERADORA DE TIENDAS DE DESCUENTO
INS. INSTALACIONES ELECTRICAS
MAZARYK No. 111
COL. CHAPULTEPEC
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
- 32.- OLGUIN FRAGOSO ALEJANDRO
AIRE AMBIENTAL DE MEXICO, S.A.
ING. PROYECTISTA Y SUPERVISOR
AV. PALMAS No. 765 DEPTO. 501
COL. PALMAS
11000 MEXICO, D.F.
540-29-22
- 33.- ORTIZ LUNA RICARDO
SEVILLA No. 702-5
COL. PORTALES
DELEGACION BENITO JUAREZ
03300 MEXICO, D.F.
672-55-33
- 34.- RUVALCABA GONZALEZ EMILIO CARLOS
FAC. EST. SUP. CUAUTITLAN
SECRETARIO AUXILIAR
DIV. CIENCIAS FISICO MATEMATICAS
- 35.- SANCHE PEÑA CATARINO
GENERAL ELECTRIC DE MEXICO, S.A.
INGNEIERO DE VENTAS
AV. MARINA NACIONAL No. 365
COL. VERONICA ANZURES
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
11300 MEXICO, D.F.
250-09-87
- 36.- SALAS YAÑEZ ERASMO
D. G. C. O. H. D. D. F.
JEFE OFNA. PROYECTOS ELECTRICOS
SAN ANTONIO ABAD No. 231
COL. OBRERA
DELEGACION CUAUHEMOC
588-37-66
- LA ANTIGUA No. 136
COL. LOMAS DE LA HERRADURA
53920 EDO. DE MEXICO
589-11-06
- ESTRELLA No. 4
COL. SAN ANTONIO COYOACAN
576-16-79
- HACIENDA DE CRISTO No. 15
COL. ECHEGARAY
373-09-23
- AV. COYOACAN No. 1625-214
COL. DEL VALLE
03100 MEXICO, D.F.
- PLUTARCO ELIAS CALLES No. 62
COL. PROGRESISTA
DELEGACION IZTAPALAPA
05240 MEXICO D.F.
250-09-87
- FCO. I. MADERO No. 40-A
COL. BENITO JUAREZ
TULTITLAN EDO. DE MEXICO

37.- SANCHEZ ARCINIEGA JUAN
D. G. C. O. H. D. D. F.
SUBRESIDENTE SISTEMA LERMA
AMOMOLULCO, MEXICO

38.- SANCHEZ CIPRIANO MANUEL
S. C. T. SUPERVISOR PROYEC.
EJE SUR EUGENIA No. 197-100. PISO
COL. NARVARTE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03020 MEXICO, D.F.
590- 42-97

YAUTEPEC No. 75-10
COL. CONDESA
DELEGACION BENITO JUAREZ
06140 MEXICO, D.F.
286-01-41

39.- SOLORIO RODRIGUEZ JOSE NICOLAS
RADIO U. N. A. M.
RESPONSABEL MANTO. SALA EVENTOS CULTURALES
ADOLFO PRIETO No. 133
COL. DEL VALLE
DELEGACION COYOACAN
03100 MEXICO, D.F.
523-46-40

MIRAMAR No. 925-A
COL. MIRAVALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
532-40-72

40.- SOTO GARCIA SERGIO
PROCURADURIA GRAL. JUSTICIA DEL. D. F.
SUPERVISOR DE OBRA
COL. TRANSITO
DELEGACION CUAUHEMOC
542-38-92

CIPRES No. 149
COL. STA. MA. LA RIBERA
DELEGACION CUAUHEMOC
06400 MEXICO, D.F.
541-47-05

41.- FRANCISCO VARGAS GUIZA
A. N. A. S. A.
SUPERVISOR DE OBRA
PLAZA DE LA CONSTITUCION No. 7
COL. CENTRO
510-31-04

ARCOS DE BELEN No. 69-14
COL. CENTRO

42.- VILLARREAL GALICIA FRANCISCO
CONSTRUCTORA E INSTALADORA MEXICANA
SUPERVISOR DE INGENIERIA
ZACAMIXTLA No. 124
COL. PETROLERA
352-24-91

ALPES No. 92
COL. LOMAS VERDES 4a. SECCION
562-75-20

43.- ZUNIGA LOPEZ ALFREDO
DIREC. GRAL. DE CONSTRUC. OPERAC. HIDRAUL.