

34110.

Impresión

ENCUENTRO TÉCNICO ECUATORIANO FRANCÉS
sobre las
REDES AISLADAS TRENADAS BT-MT

Organizado por
I N E C E L
Instituto Ecuatoriano de Electrificación
Y
S I C A M E X

Quito
14.X.86

Guayaquil
16.X.86

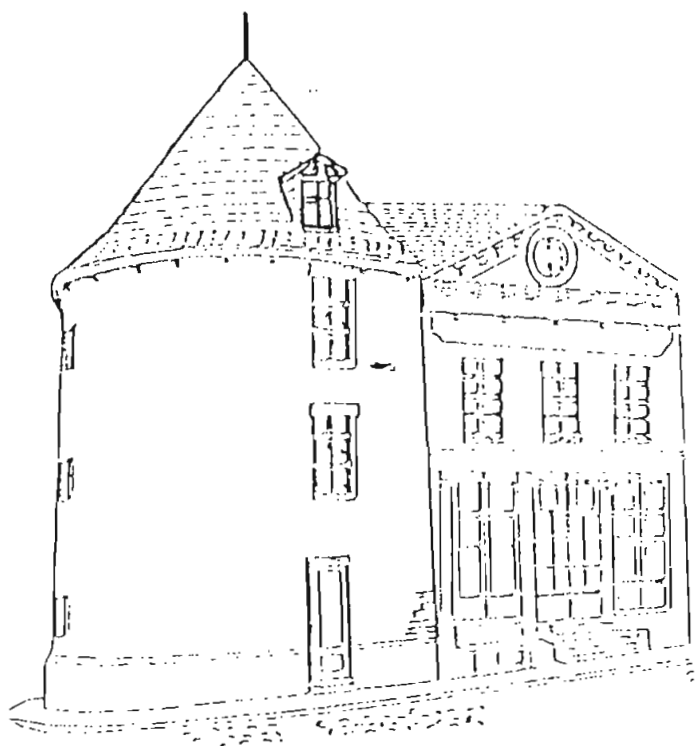
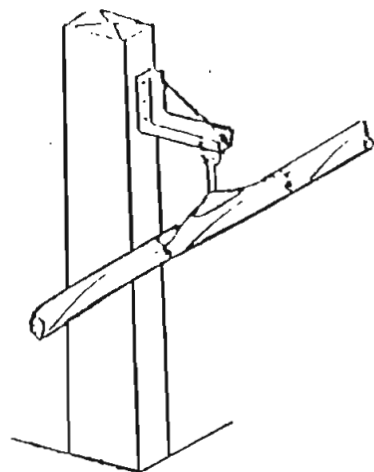
RECOPIACION DEL TEXTO DE LA CONFERENCIA



Documento realizado en base a los textos Electricite de France y GIMELEC (Asociación de las Industrias de Materiales y Equipos Eléctricos.)

redes aisladas trensadas

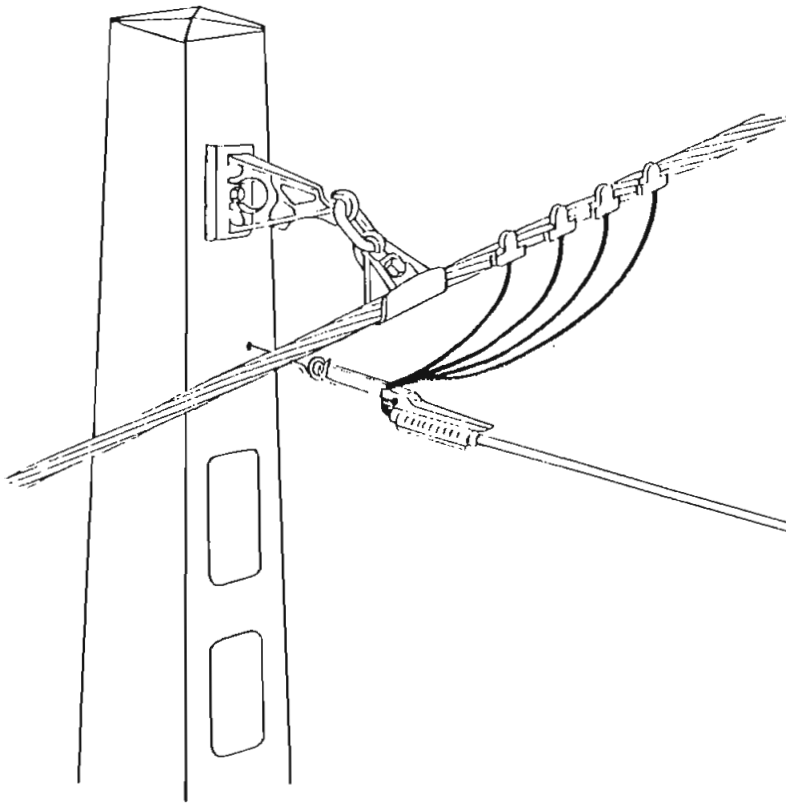
. sobre Postes



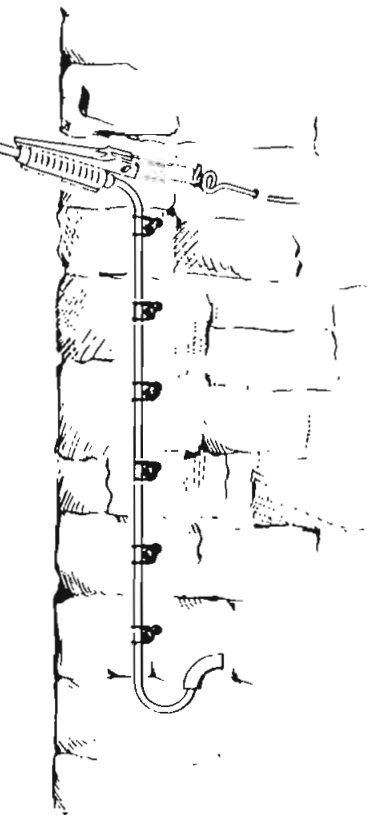
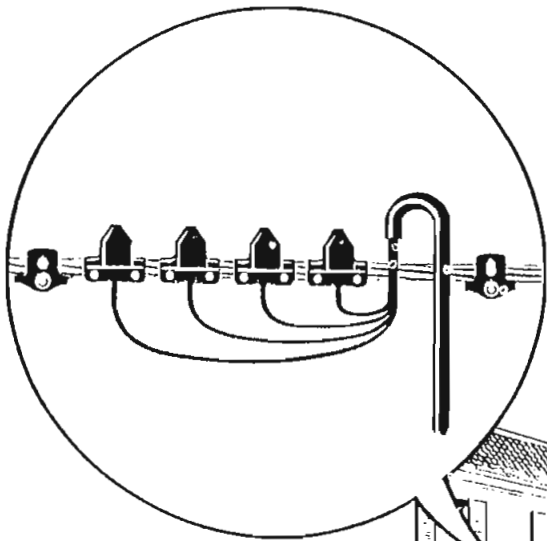
. sobre fachadas

110-220 V. ■ 6,8/250 KV

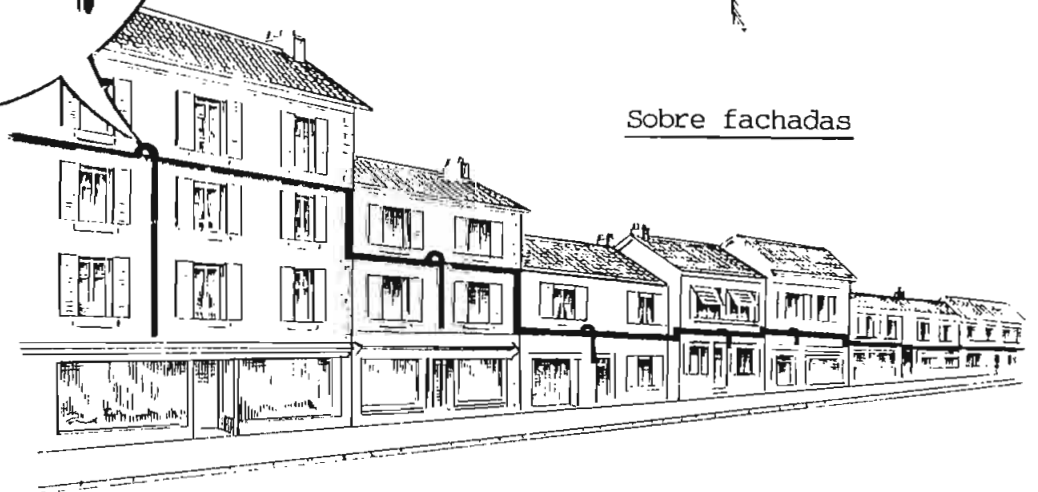
REDES AISLADAS TRENADAS BT-MT



Sobre postes



Sobre fachadas



REDES RURALES DE CABLES AEREOS TRENADOS Y AISLADOS

PREAMBULO

Las redes rurales son esencialmente redes aereas, administradas en Francia por un decreto interministerial, regularmente puesto al día y revisado, que determina las "condiciones técnicas, las cuales deben satisfacer la distribución de energía". Estas reglas provienen de los cuatro ministerios siguientes: Industria (del cual depende E.D.F.), Equipamiento, PTT (I.E.T.E.L.) y Transporte.

Por otra parte, en las zonas rurales, las extensiones y los reforzamientos de las redes no son aseguradas por E.D.F., pero si por las colectividades locales (municipios o sindicatos de electrificación), dentro del cuadro de un programa de "Electrificación Rural", subvencionado parcialmente por el Ministerio de Agricultura.

Existe entonces, un segundo documento tan importante como el decreto interministerial, que sirve para los trabajos de especificaciones técnicas de electrificación rural: es la norma NF C 11-201.

Trataremos despues unicamente de esta norma lo concerniente a las lineas aereas MT, a los centros de transformación y a las lineas aereas BT.

1 - CONDICIONES TECNICAS DE LAS REDES AEREAS

Las prescripciones técnicas del decreto interministerial (publicación UTE C 11-000) son muy variadas y no podemos permitirnos resumirlas aqui.

El objetivo principal sobre todo es preservar al publico de los contactos directos o indirectos con los conductores bajo carga.

En lo que concierne por ejemplo a las lineas aereas, 2 tipos de medidas son importantes y conciernen:

- Las distancias que se deben respetar entre los conductores y el piso, suelo u otras instalaciones cualesquiera para una temperatura del conductor que es de 40°C:
 - . encima de los terrenos agrícolas
 - . 4 m en conductores aislados
 - . 6 m en conductores desnudos
 - . cruce de vias
 - . 6 m en BT
 - . 8 m en MT

- La resistencia mecánica de las líneas están definidas por un coeficiente de 3 entre los esfuerzos mecánicos de ruptura y los esfuerzos correspondientes al conjunto de cargas permanentes y de cargas debidas a los vientos y a las variaciones de temperaturas en las 2 hipótesis siguientes:

. Hipótesis de verano:

- . temperatura: + 15 °C
- . vientos sobre superficies planas: 1000 Pa
- . vientos sobre conductores: 480 Pa

. Hipótesis de invierno:

- . temperatura: - 10°C (o - 20°C)
- . vientos sobre superficies planas: 300 Pa
- . vientos sobre conductores: 180 Pa

Por otra parte están previstos:

- un aumento del 33% de presiones del viento para ciertas zonas denominadas como zonas de vientos fuertes,
- una disminución del 25% de presiones del viento por las líneas BT.

2 - LAS LINEAS AEREAS MT

Las redes MT se conforman con tres conductores de fase, sin conductor neutro. La estructura de las redes aéreas de alta tensión es arborecente (fig. 1).

Solo algunas líneas principales son previstas para funcionar en anillo abierto (entre 2 subestaciones o sobre una misma subestación AT/MT). Para facilitar la localización de fallas y para facilitar también los cortes para mantenimiento o instalación, cuando estos últimos no pueden ser realizados bajo tensión (trabajos bajo tensión en redes aéreas de alta tensión son actualmente realizados en la gran totalidad de los centros de distribución que poseen redes aéreas), se colocan interruptores a la entrada de cada derivación y un número limitado de estos aparatos en la red principal. En el marco de esta estructura el objetivo es el mejoramiento de la continuidad del servicio (no tomando en cuenta el arreglo final de materiales y equipos mejor adaptados a las condiciones de explotación, preocupación común a todos los materiales) por la instalación de dispositivos permitiendo así de agilizar el restablecimiento del servicio después de un corte o de limitar el

alcance de la zona afectada y la duración de los cortes: es el rol de los automatismos y de los mandos a distancia.

2 - 1 - GENERALIDADES

2-1-1 - TENSION NOMINAL

La tensión de distribución utilizada en Francia es la tensión de 24 kV nominal.

2-1-2 - PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO MT

Electricité de Francia ha definido la puesta a tierra del neutro de las redes AT por intermedio de una impedancia limitando la corriente de desperfectos monofásicos a 300 A. Esta solución fué escogida frente a las dos otras alternativas posibles de explotación, neutro aislado o neutro puesto a tierra por intermedio de una bobina de extinción, por las siguientes razones:

Los riesgos de sobre carga sobre una red de la cual el neutro esta puesto a tierra por intermedio de una resistencia limitativa es menor que en los dos otros esquemas posibles de red.

Una red con neutro aislado presenta la ventaja que un gran número de defectos entre una fase y la tierra son auto-extinguidos (1). Pero esto se produce en el caso de redes aereas suficientemente cortas, lo que generalmente no es el caso en Francia.

Con una bobina de extinción, las corrientes de falla son muy reducidas pero no todos los defectos son suprimidos.

Puede subsistir situaciones peligrosas para las personas o los animales (caso particular de cable caído sobre el piso). Además las bobinas deben ser reajustadas periódicamente, en particular cuando hay una modificación de la red.

Las redes con neutro a tierra tienen el inconveniente de transformar en defectos fujitivos (1) los defectos monofásicos que habrían sido auto-extinguidos en el caso de un neutro aislado de la bobina de extinción.

La utilización de reconexión rapida aténua considerablemente este inconveniente por reducir en 0,3 aproximadamente la duración del corte debido a la eliminación.

de un defecto fugitivo, así que el corte no es notado por la mayoría de los clientes.

La protección de los cortes contra los defectos monofásicos (los más numerosos que son del orden del 70% del total de los defectos) se realiza fácilmente en el caso que el neutro esté puesto a tierra utilizando reles simples y robustas con un máximo de corriente residual.

Cuando a lo que se refiere a la definición del valor de 300 A como límite de corriente de defectos monofásicos, es el resultado de un compromiso. Este valor no podía ser muy elevado para limitar los fenómenos de inducción sobre las líneas de telecomunicaciones y por otra parte no tenía que ser demasiado bajo para permitir la realización de protecciones simples, sensibles al número de defectos más grandes posibles.

2-1-3 - PROTECCION DE LAS REDES AEREAS DE M.T. CONTRA LAS sobre-INTENSIDADES

2-1-3-1 - DEFECTOS POCO O MEDIANAMENTE RESISTENTES

Los detectores de defectos instalados al inicio de cada derivación aéreas son los mismos que los utilizados para derivación subterránea. Incluyen dos reles de corriente máxima para la detección de los defectos entre fases y un rele de corriente residual máxima para la detección de los defectos monofásicos. La función de temporización está asegurada por estos dos tipos de reles y por un rele exterior de tiempo constante.

(1) Se llaman:

- defecto auto extinguidor: defecto que desaparece en forma espontánea en un tiempo generalmente muy corto sin provocar corte sobre la red.
- defecto fugitivo: defecto el cual para desaparecer provoca un corte del orden de algunas decimas de segundos.
- defecto semi permanente: defecto el cual para desaparecer provoca cortes del orden de algunas decenas de segundos, pero no necesita de la intervención del personal de mantenimiento.
- defecto permanente: defecto, el cual después de haber provocado un corte definitivo necesita de la intervención del personal de mantenimiento para la reconexión del servicio

eléctrico. Estos defectos estan generalmente provocados sea por fallas del material, sea por la presencia de ramas de árboles sobre el conductor, de pajaros, etc...

El dispositivo utilizado tiene por efecto, después de la abertura inicial del disyuntor, la misma que interviene en forma casi instantanea, de provocar el cierre del disyuntor despues de 0,3 segundos (cierre rapido). Si el defecto persiste despues del primer intento de cierre del disyuntor, las protecciones provocan nuevamente la abertura del disyuntor despues de una temporización (fig 2) y un ciclo de cierre "lento" esta puesto en marcha, el disyuntor esta cerrado de vuelta despues de 15 a 30 segundos, tiempo durante el cual el defecto se eliminara si presenta un caracter semi-permanente. Algunas industrias pueden ser sensibles a los micro-cortes de reconección rapida, así que E.D.F., ha tenido que desarrollar para estos casos, la utilización de un disyuntor SHUNT. Este aparato esta constituido de tres disyuntores monofásicos conectados entre el juego de barras del transformador AT/MT y la tierra (fig. 3). este aparato permite eliminar sin corte de energía los defectos monofásicos fugitivos provocados sobre cualquier salida del transformador MT. Cuando aparece un defecto fase tierra, un dispositivo llamado selector de fase identifica, al nivel de juego de barras, la fase que tiene el defecto y provoca el cierre del disyuntor correspondiente. El arco del defecto se encuentra entonces "SHUNTADO" durante un tiempo corto (0,2 segundos) y se apaga. El ciclo de reconección automática del disyuntor de salida esta suspendido durante el funcionamiento del disyuntor SHUNT. Se reconecta automáticamente si el defecto no ha podido ser eliminado por el disyuntor SHUNT.

2-1-3-2 - DEFECTOS PERMANENTES

Los defectos permanentes (es decir los que no pueden ser eliminados por los ciclos de reconección automáticamente) tienen casi siempre su origen sobre las derivaciones. La doctrina es de instalar al inicio de un cierto número de derivaciones un aparato (interruptor aéreo de abertura automática en caso de caída de la tensión (fig. 4) el cual per

mite de aislar sin tensión el tramo de línea con defecto durante el tiempo en que sigue la reconexión lenta no lograda del transformador AT/MT. Para este efecto, un dispositivo detecta el número de fases de corriente de corto-circuito sobre la derivación durante el ciclo de funcionamiento del disyuntor al inicio de la red. Provoca la abertura del interruptor aéreo puesto al inicio de la derivación después de la primera reconexión lenta, cuando el defecto se encuentra sobre la derivación. La vuelta al servicio del tramo de línea sin defecto se consigue por la asociación de un segundo ciclo de reconexión lenta sobre el disyuntor de inicio, reconexión que interviene después de 15 a 30 segundos después del primer intento (fig. 2).

2-1-3-3 - DEFECTOS RESISTENTES

Las reles de máxima corriente residual, empleados sobre una derivación aérea tiene necesariamente un nivel de sensibilidad (en razón de su consumo, de la intensidad nominal y de la potencia de precisión de los transformadores de corriente continua que les alimentan) (1). No pueden entonces detectar los defectos teniendo una intensidad inferior a este nivel. Los defectos denominados resistentes deben ser eliminados en razón de los peligros que pueden presentar (2).

Entonces es necesario utilizar un aparato más sensible, el cual este constituido por un rele de corriente ultra sensible alimentado por un transformador de corriente especial del cual el primario esta conectado en serie sobre la puesta a tierra del neutro MT de la cámara. Este dispositivo siendo no selectivo, está asociado a un automatismo de búsqueda provocando la abertura sucesiva de las salidas, manteniendo abierto unicamente la salida correspondiente a la derivación con defecto.

- (1) Puede ser que estemos obligados de aumentar el nivel mínimo natural para que sea superior el valor de la corriente engendrada por la capacidad de la salida controlada por el rele, en caso de defecto neto a tierra sobre otra salida, lo que puede ocurrir particularmente cuando la salida

- considerada es muy larga o comparte mucho cable subterráneo.
- (2) Por ejemplo un cable caído a tierra constituye un defecto por lo cual la resistencia puede alcanzar 15.000 Ω (ms). Por una red de 20 kv con neutro a tierra, la corriente de defecto correspondiente es de alrededor de 0,8 A, valor muy inferior al nivel de sensibilidad de los relés al máximo de corriente residual incluida, para fijar una idea entre 5 y 15 A, según las relés.

2-1-4 - PROTECCION CONTRA LAS SOBRECARGAS

Prácticamente las sobrecargas de origen atmosférico son las únicas que hay que tomar en cuenta para las redes de MT, con neutro puesto a tierra. Igual si están limitadas por el nivel de resistencia de los aisladores MT, pueden lograr valores superiores a las tensiones de ensayos mecánicos de los materiales. Entonces es necesario asegurar la protección de los materiales contra sobrecargas.

La idea general de la protección consiste en crear puntos de aislamiento débiles en los sitios escogidos de tal forma que ningún daño serio pueda resultar de las sobrecargas que podrían existir. Los dispositivos utilizados (estallador de cuernos, pararrayos de resistencia variable), limitan las sobrecargas en un nivel llamado: nivel de protección que debe ser inferior al nivel de resistencia mecánica de los materiales protegidos. Para poder cumplir con su función, un descargador o pararrayos deben estar ubicados a proximidad cercana de los aparatos que deben ser protegidos y enlazados con las masas de los aparatos y también con una puesta tierra de resistencia apropiada.

2-2 - REDES AEREAS MT DE CABLES AISLADOS-TRENSADOS

2-2-1 - SECTORES DE UTILIZACION

Esta solución de un costo más elevado que una obra clásica de conductores desnudos, es muy interesante en razón de algunas sujeciones del medio ambiente, como; ciudades cercanas, mar, bosques y otros. Se podría entonces considerar esta solución

principalmente en los siguientes casos:

- . Proximidad de ciudades o zonas de desarrollo construccional,
- . Electrificación de pequeños pueblos. Penetración en el interior de la aglomeración en donde las distancias entre casas están reducidas,
- . Proximidad del mar o zonas de polución,
- . Regiones de bosques o de plantaciones de árboles fruteros, etc....,
- . Zonas donde hay nieve y/o helada blanca,
- . Seguridad de alimentación para ciertos clientes sensibles a los cortes de energía,
- . suspendidas en las galerías técnicas,
- . Alimentaciones provisionales (principalmente cerca de zonas donde trabajan equipos pesados).

2-2-2 - VENTAJAS

2-2-2-1 - EN RELACION A UNA RED AEREA CLASICA

El espacio necesario para pasar líneas, en lo que se refiere al ancho del espacio a respetar, cuando se trata de líneas de conductores desnudos obliga a recortar árboles para construir las líneas, podar posteriormente los árboles para mantenimiento. Además para cruzar un bosque casi siempre es preferible evitar de crear zanjas artificiales, las cuales perjudican siempre el medio ambiente.

La técnica que permite utilizar redes aisladas siempre es muy apropiada en las zonas de casas habitacionales de implantación cercanas, pero a partir de una red de conductores desnudos, hacer derivaciones de redes aisladas para pequeñas aglomeraciones cuando una red subterránea no se impone. Por otra parte los trabajos a realizar cerca de estas líneas aisladas necesitan menos cuidado.

En los cruces con líneas telefónicas la técnica de redes aisladas evita medidas especiales.

En las zonas de fuerte polución, cercana del mar, el empleo de cable aislado permite de suprimir algunas obligaciones de construcción (aisladores especiales) y en particular las operaciones de mantenimiento (cepillar, grasa de protección, etc).

En donde hay nieve, el interes de esta técnica es que la formación de helada blanca es más lenta , lo que suprime en parte los fenomenos de torsión de los herrajes y soportes.

La concepción del cable (buena calidad de aislamiento, pantalla puesta a tierra), mejora la continuidad del servicio, principalmente en caso de caída del conductor, manteniendo las condiciones de seguridad minimas. La utilización puede ser necesaria para la alimentación de clientes especiales.

Las perdidas de energia con cable aislado es más debil que en los demás conductores, el momento elèctrico se encuentra mejorado. A diámetro igual, la capacidad de conducción se encuentra aumentado.

2-2-2-2 - EN RELACION A LA RED SUBTERRANEA

La solución cable aereo aislado resulta más económico, permite más facilmente el paso en zonas privadas, dificiles de acceso, en donde la construcción de una red subterranea siempre es dificil. En ciertos casos esta técnica permite de reducir el largo de la red. La busqueda de fallas casi siempre es más rapido.

2-2-3 - CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

2-2-3-1 - CABLES AISLADOS TRENADOS

Los cables que utilizan ELECTRICITE de FRANCE, estan definidas por las especificaciones HN 33 S 23 y su adendum. El cable se presenta de la siguiente forma: tres cables unipolares enrollados alrededor de un neutro de acero aislado de 50 mm² de diámetro.

Los diámetros de los conductores aluminio de fases son: 50, 95 y 150 mm², es evidente que otros diametros pueden ser escogidos en función de las necesidades de cada usuario.

Del hecho de aislamiento en polyetileno reticulado quimicamente (P.R.C.) y de su concepción, las temperaturas máximas admitidas, son las siguientes:

- . para el alma del cable:
 - . 90°C en servicio normal,
 - . 120°C en sobrecarga de corto tiempo (24 horas por año, por fabricaciones máximas de 3 horas)
 - . 250°C en caso de corto circuito polifásico,
- . para la pantalla del cable:
 - . 160°C en caso de cortocircuito monofásico.

2-2-3-2 - SOPORTES

los soportes son los utilizados para las líneas de TRANSMISION de conductores desnudos, pero con la ventaja de una altura más reducida, como se indica en el capítulo 1.

2-2-3-3 - ACCESORIOS ELECTRICOS

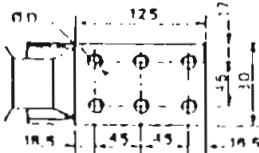
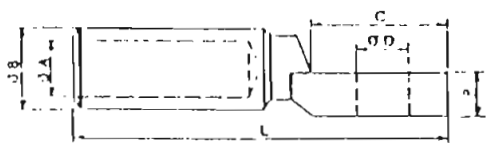
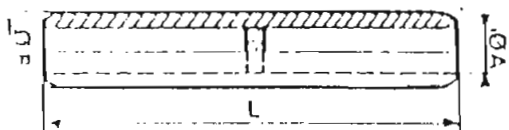
2-2-3-3-1 - ELEMENTOS DE CONEXION

Mangas de empalme

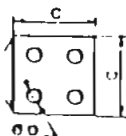
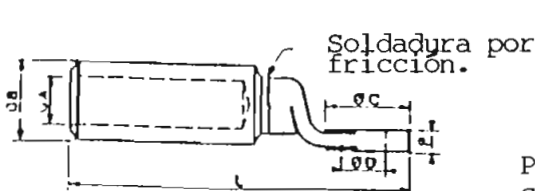
Utilizadas para empalmar dos conductores de fase y son del tipo normalizadas para compresión.

Terminales de extremidades

son del tipo normalizados C.A y C.AU., los terminales de fuste de aluminio y de playade conexión en cobre del tipo C.AU son utilizados en el interior y los terminales 100% aluminio de tipo C.A son utilizados en el exterior.



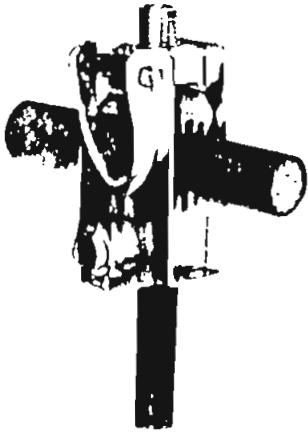
Playa
C6 A 500 / C8 A 1300



Playa
C6 AU 500 / C8 AU 1300

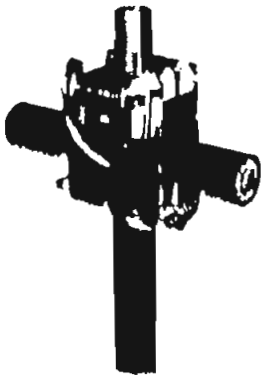
Conector para la puesta tierra

El conector a utilizar es del tipo T1D76 + GP 12.
De perforación de aislamiento con un capuchon para garantizar la continuidad del aislamiento. En las bajadas a tierra de conductores de cobre no aislado la sección mínima es de 25 mm².



Conector de puente de continuidad del mensajero

El conector es similar al anterior, pero del tipo CA 69 + GP 12.



2-2-3-3-2 - ACCESORIOS PARA REDES

Extremidades

Son del tipo simplificado o de tipo toma corriente.

- Extremida simplificada

| TIPO | DESCRIPCION | Terminal de compresión (Al ou Al - Cu) | SECCIONES (mm ²) |
|--------|--|---|---------------------------------|
| EUI 1 | Extremidad unípolara tipo interior | C 1 AU C 2 AU | 50 - 95 150 |
| EJEN1 | Extremidad unípolara tipo exterior para zonas normales | C 1 A C 2 A | 50 - 95 150 |
| FUEP 1 | Extremidad unípolara tipo exterior para zonas de contaminación | C 1 A C 2 A | 50 - 95 150 |

- Toma corriente

| TIPO | DESCRIPCION | Extremidad de compresión (Al - Cu) | Secciones (mm ²) |
|---------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| FMD 200 | Pieza movil recta 200 A | 1 - Al | 50 - 95 |
| FME 200 | Pieza movil escuadra 200 A | 1 - Al | 50 - 95 |
| FME 400 | Pieza movil escuadra 400 A | 2 - Al | 150 |

Empalmes: Son del tipo de reconstrucción de aislante por enrollamiento e inyección de resina polimerizable en frio. Cuando estan situadas en ángulo recto de un soporte o enterradas, son de tipo tripolar J3UR. o unipolar JUR. En contra parte, si estan localizadas sobre el vano, son del tipo unipolar JUR.

| TIPO | DESCRIPCION | Mangas de compresión (Al) | Secciones (mm ²) |
|---------|--|------------------------------|---------------------------------|
| J3UR-1 | Union trípolar reconstituida (3 uniones unipolar bajo una sola manga) | RJ - 1 - A RJ - 2 - A | 50 - 95 150 |
| JUR - 1 | Union trípolar reconstituida | RJ - 1 - A RJ - 2 - A | 50 - 95 150 |

punteo de continuidad del mensajero

El conductor es de aluminio de 35 mm² aislado PRC, U = 1000 V.

.../...

2-2-3-4 - ACCESORIOS MECANICOS

- Manga de empalme del mensajero

Esta manga se utiliza para el empalme del mensajero de acero aislado de 50 mm² de sección.

Garantiza el estancamiento del mensajero.

Esta recubierto de una capa aislante teniendo una rigidez dieléctrica de 6 kV/1 mm a frecuencia industrial.

- Conjunto de suspensión

El conjunto de suspensión (ES 50.25) se compone de:

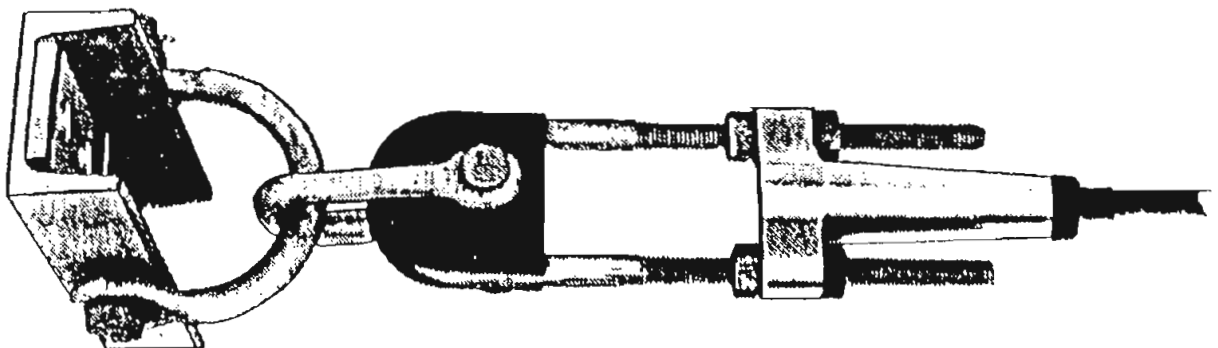
- . una consola de 25 cm de alcance,
- . una union asegurando la movilidad longitudinal y transversal,
- . un conjunto de suspensión para amarrar el mensajero aislado.

Esta pinza debe ser plastificada o de material sintético para evitar cualquier tipo de daño sobre el aislamiento del neutro. La coherencia de las características técnicas de los componentes del conjunto de suspensión asegura la salvaguardia del soporte en caso de caída de un árbol por ejemplo.

- Conjunto de anclaje

El conjunto de anclaje (EACC-50.10) se compone de:

- . una consola de 10 cm de alcance,
- . de un tensor destinado a facilitar el tendido,
- . de una manga de anclaje asegurando el estancamiento del mensajero aislado.



Puede ser transformado en un conjunto de anclaje doble con la asociación de otro tensor con su respectiva manga.

2-2-4 - DISPOSICIONES PARA CONSTRUCCION DE LA RED

La calidad especifica de la red aislada trensada impone un cuidado particular en lo que se refiere al estudio de la red y principalmente en lo que concierne:

- . el acercamiento de los puntos sensibles: ubicación de las cajas de conexión y accesibilidad de las mismas,
- . la búsqueda de una optimización del largo del cable sobre sus carretes y el largo de los vanos.

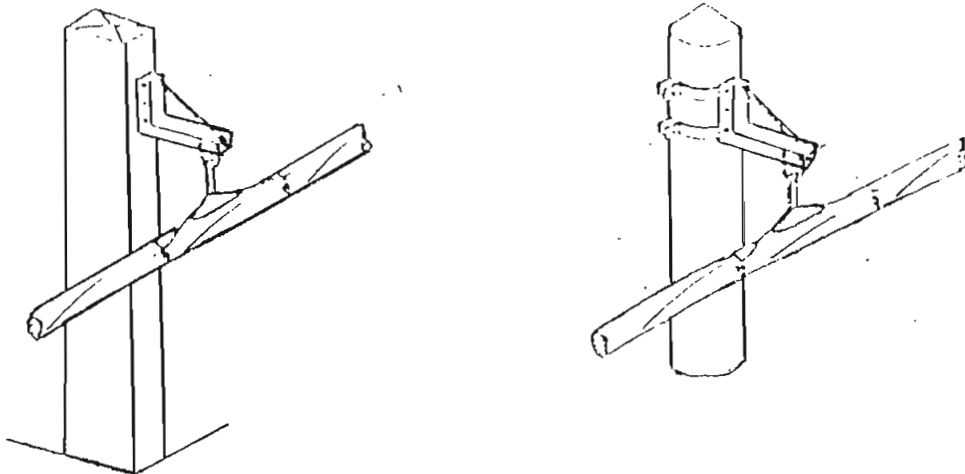
2-2-4-1 - DISPOSICIONES GENERALES

Las redes aereas de MT de cables aislados trensados se instalan sobre soportes de madera, concreto o metálico.

Los postes o torres son repartidas de forma de obtener vanos similares para equilibrar los esfuerzos longitudinales. igualmente para evitar los fenomenos de balanceamiento, se evitan los vanos totalmente identicos.

El largo de los vanos no debe ser superior a 80 metros, salvo casos particulares, tratado entonces en forma diferente.

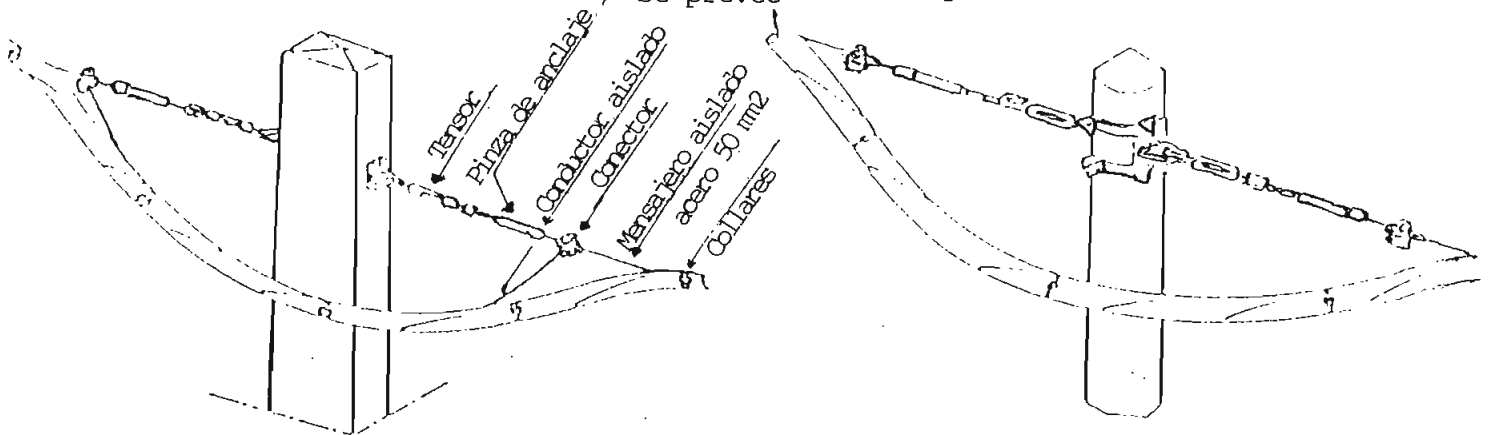
En alineaciones el cable trensado esta suspendido por el mensajero, sin que esté pelado, sobre el conjunto de



suspensiones E 50-25.

Para los angulos inferiores a 30 grados, se realiza la misma operación que para la linea recta, pero de ambos lados del conjunto de suspensión, los conductores de fase son fijados al mensajero por medio de collares plásticos. Para los angulos superiores a 30 grados, o al final de la linea, el trensado esta tendido por su mensajero pelado,

sobre el conjunto de anclaje simple o doble EA 50-15. A la salida de la pinza de anclaje, los conductores de fase están fijados al mensajero por medio de collares plásticos. Para los anclajes dobles, la continuidad del mensajero está asegurada por un puente de conductor aislado de cable U 1000 - 35 mm² alu, conectado al mensajero por conectores. Para limitar la destrucción de los anclajes en caso de incidentes, se prevee un anclaje doble, más o menos



cada kilómetro; estos soportes son de preferencia ubicados en los puntos de semi-parada impuestos por el estudio de la línea (ángulos fuertes, etc...).

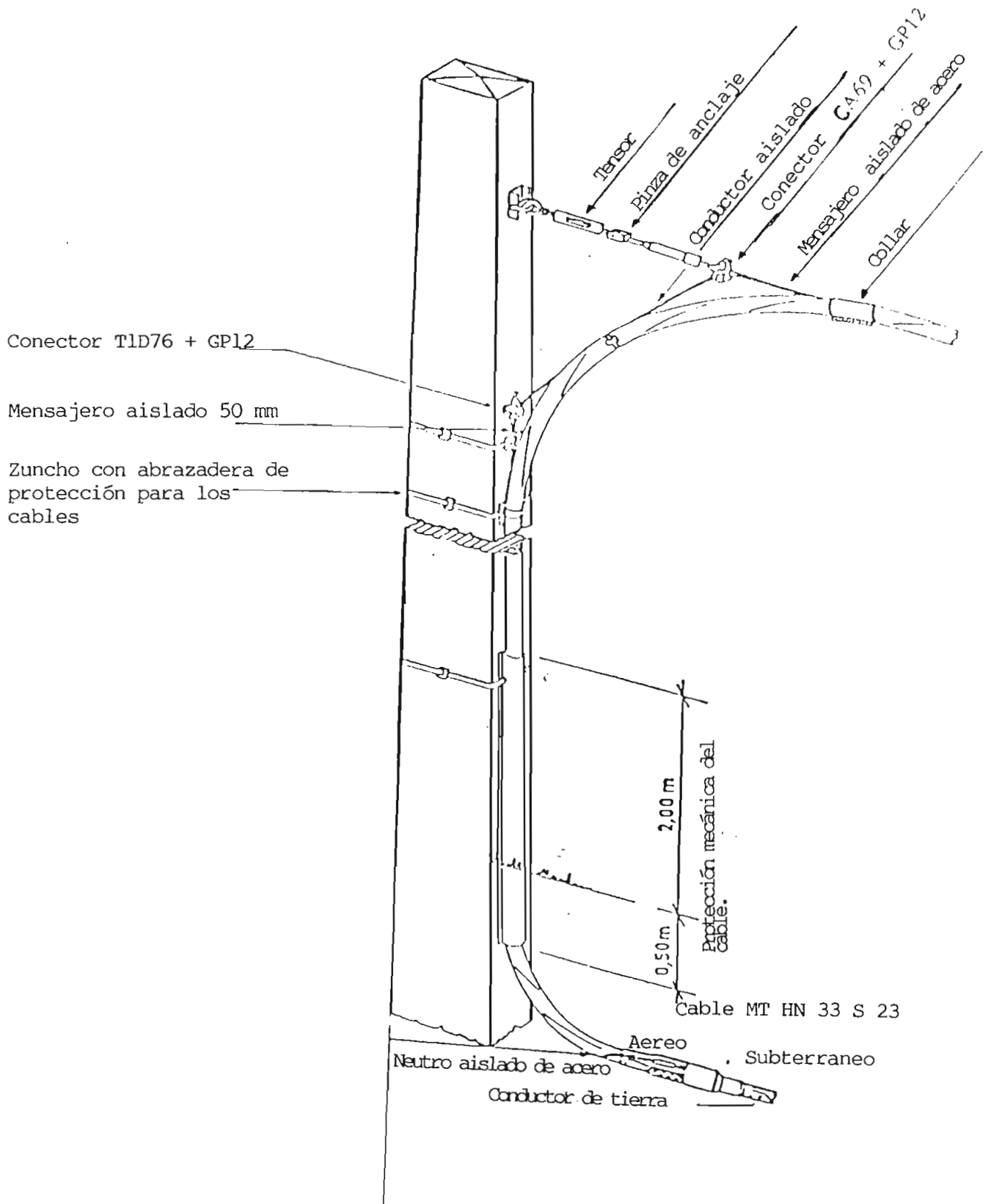
2-2-4-2 - DISPOSICIONES PARTICULARES

2-2-4-2-1 - PUESTA A TIERRA

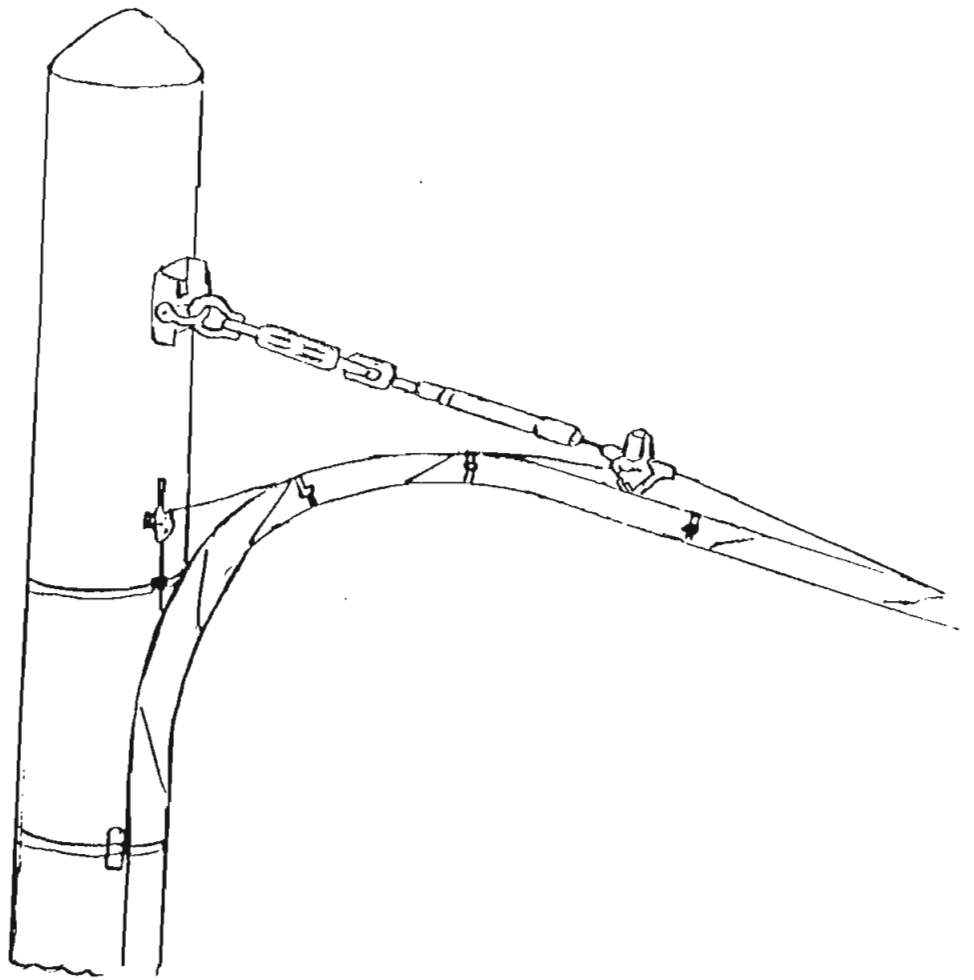
- . El mensajero debe estar puesto a tierra en los extremos de la línea,
- . Para las fases, la puesta a tierra se realiza a partir de la pantalla del conductor y deben estar puestas a tierra en los extremos de la línea y por lo menos una vez cada kilómetro.
- . Si el largo de la línea es superior a un kilómetro es necesario preveer un empalme en ángulo recto de un soporte para poder realizar la puesta tierra de las pantallas de conductor.
- . Las bajadas de puesta a tierra de una línea MT de redes aisladas trenzadas se realizan a partir de un conductor de cobre desnudo de 25 mm². (No. 2 AWG).

2-2-4-2-2 - BAJADA AEREA SUBTERRANEO

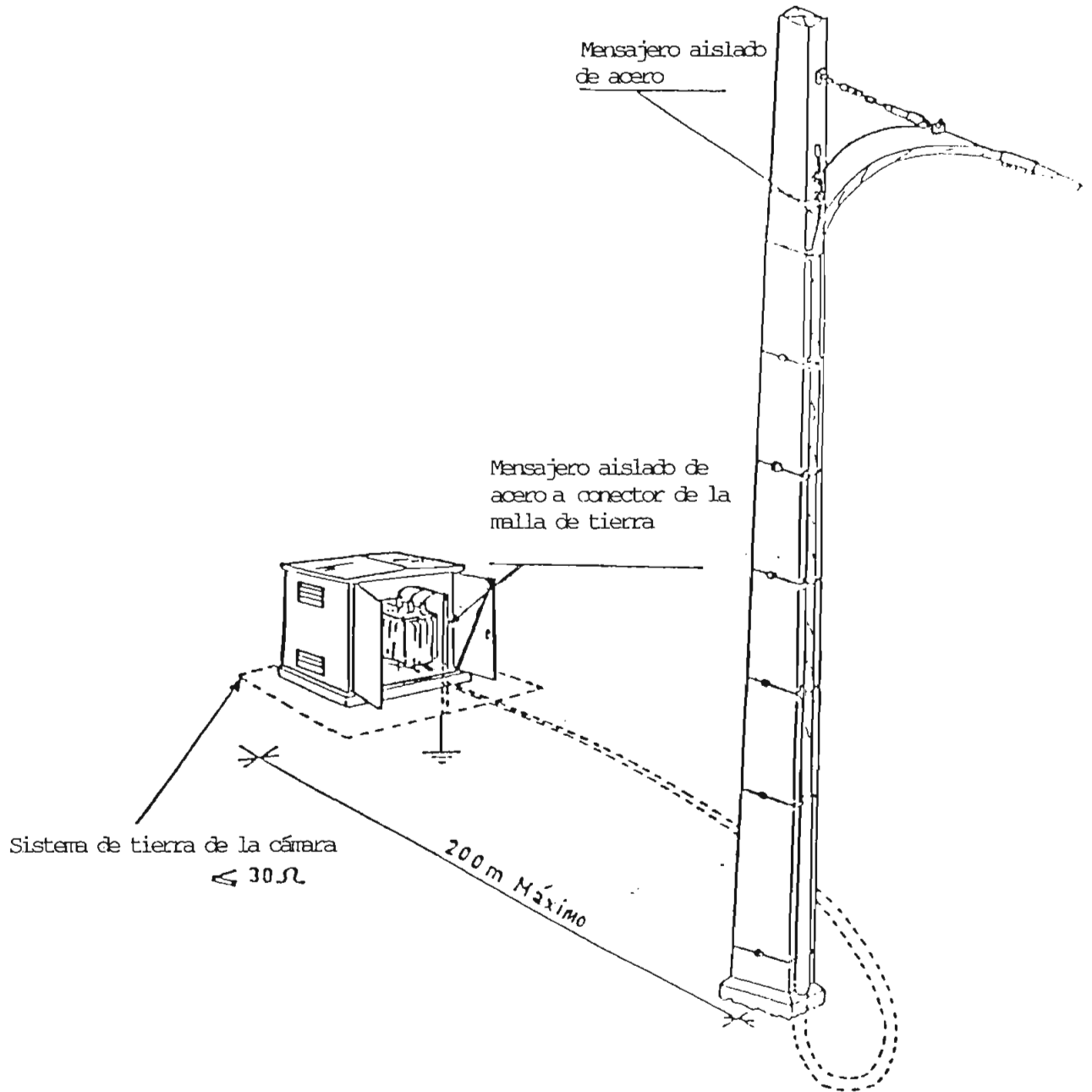
- Conexión con empalme a una cámara
- soporte de concreto



SOPORTE DE MADERA



- Conexión sin empalme a una cámara instalada cerca del poste



PRINCIPIOS:

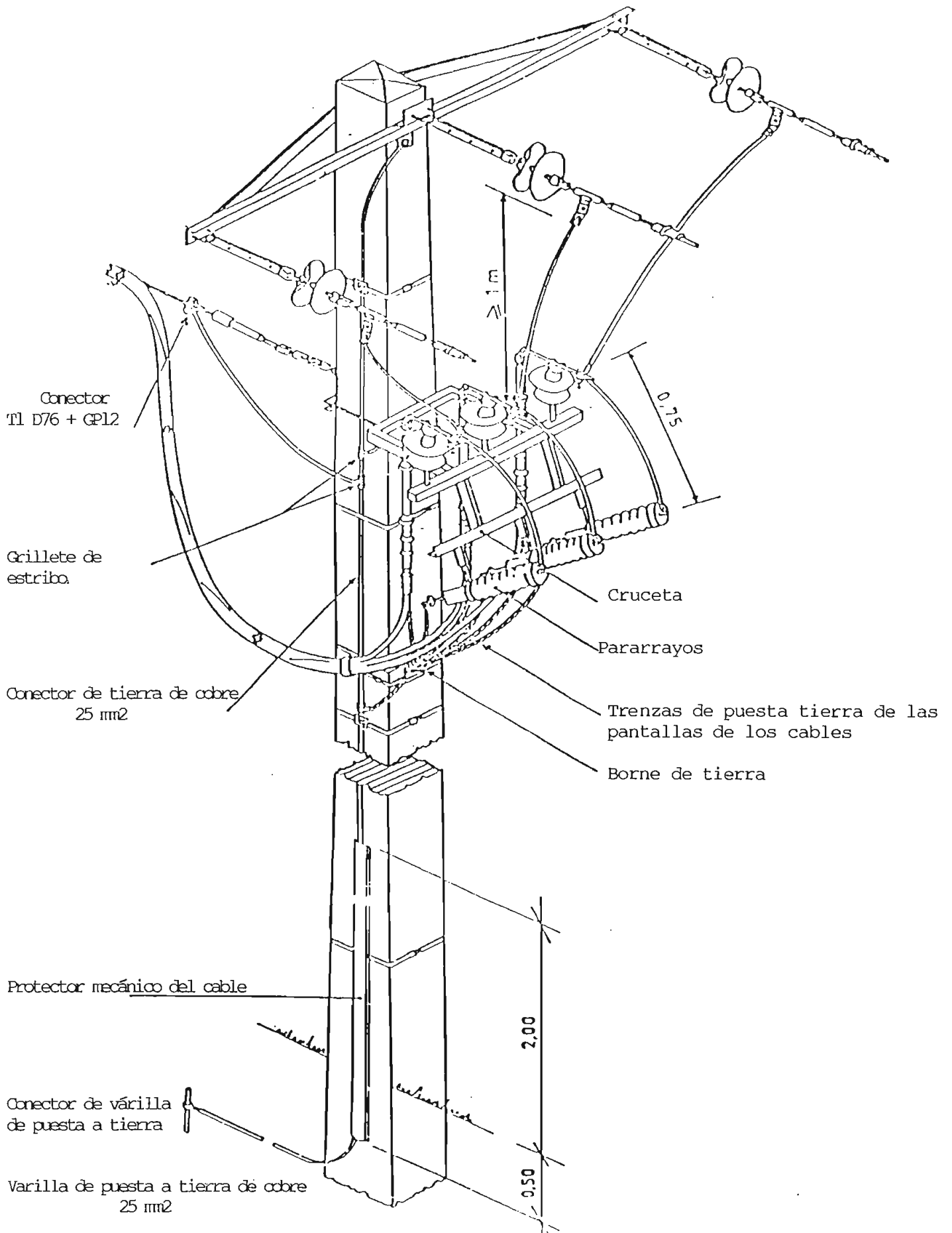
El enlace de un cable MT de línea aérea aislada con una línea aérea desnuda, constituye un punto privilegiado para:

- realizar una abertura de la red por supresión de los puentes con o sin tensión,
- poner a tierra y en corto-circuito el extremo del cable para intervención sobre el mismo cable o sobre su otro extremo tal como la maniobra de un toma corriente MT.

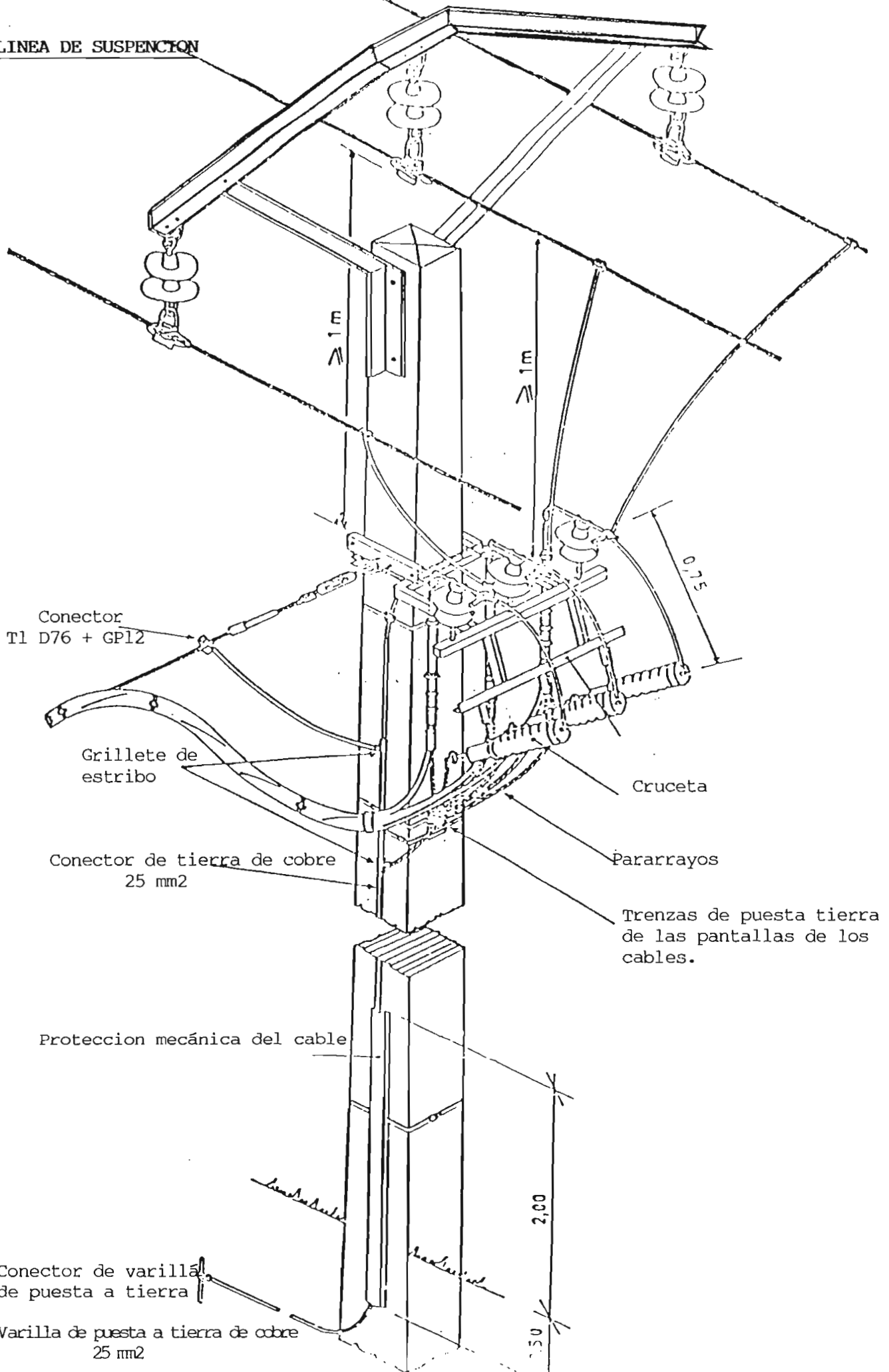
Para permitir estas operaciones y hacerlas más sencillas, las instalaciones deben responder a los siguientes principios:

1. El terminal de extremo del cable debe estar conectado en una parte conductora fija para permitir:
 - 1.1. de poner o sacar los puentes conductores MT con o sin tensión,
 - 1.2. de poner un dispositivo de puesta en corto-circuito y a tierra,
 - 1.3. el enlace de un dispositivo de maniobra entre la línea y los extremos del cable
 - 1.4. de reemplazar los pararrayos con o sin tensión (carga).
2. Una distancia mínima de 1 metro debe separar la línea MT de conductores desnudos de los terminales del cable aislado para permitir las intervenciones sobre este último. La línea MT queda, o es puesta de vuelta bajo carga. Este dispositivo sirve para buscar los defectos sobre el cable, manteniendo el servicio eléctrico sobre la línea aérea de conductores desnudos.

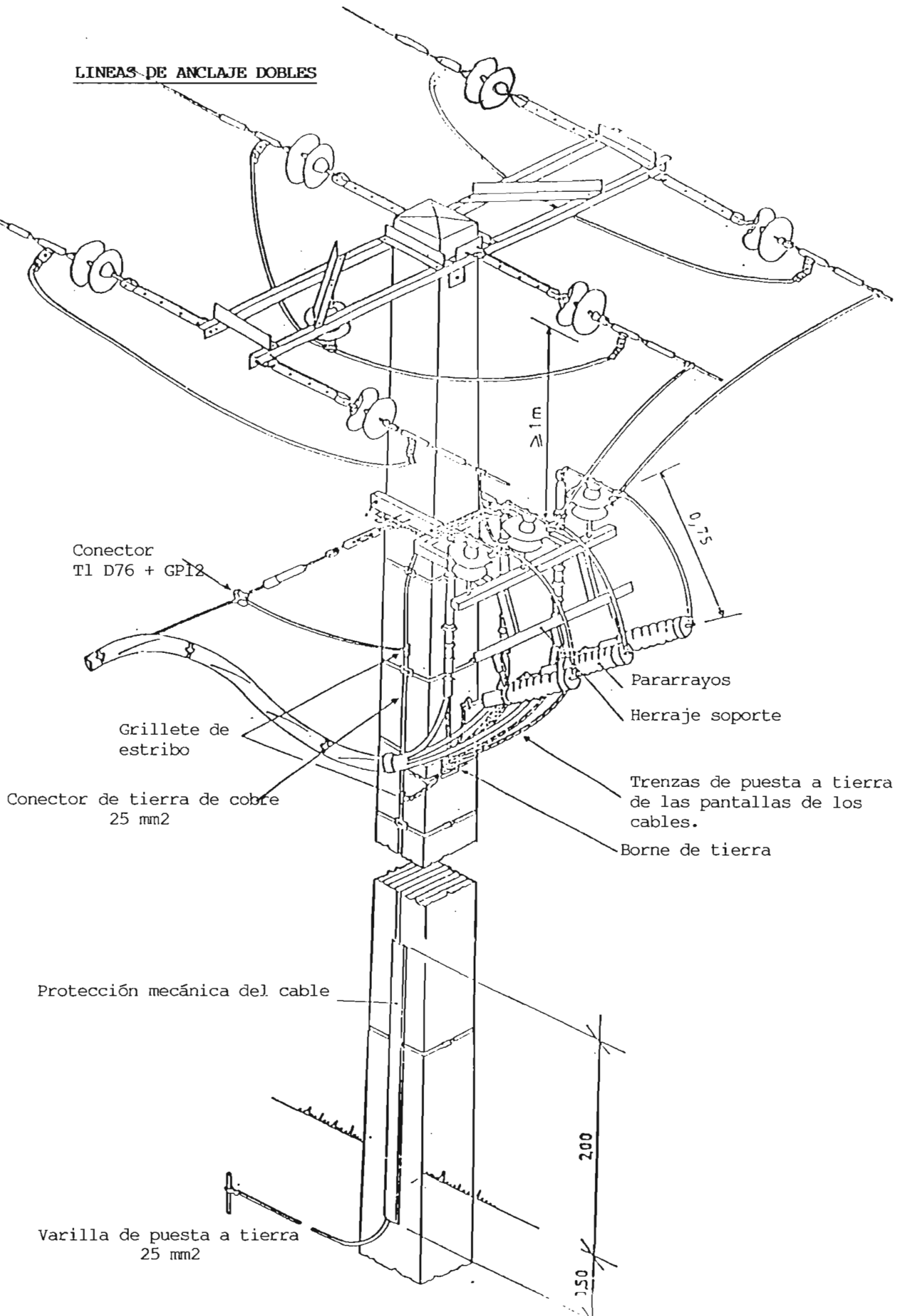
LÍNEA DE ANCLAJE SIMPLE



LINEA DE SUSPENCIÓN

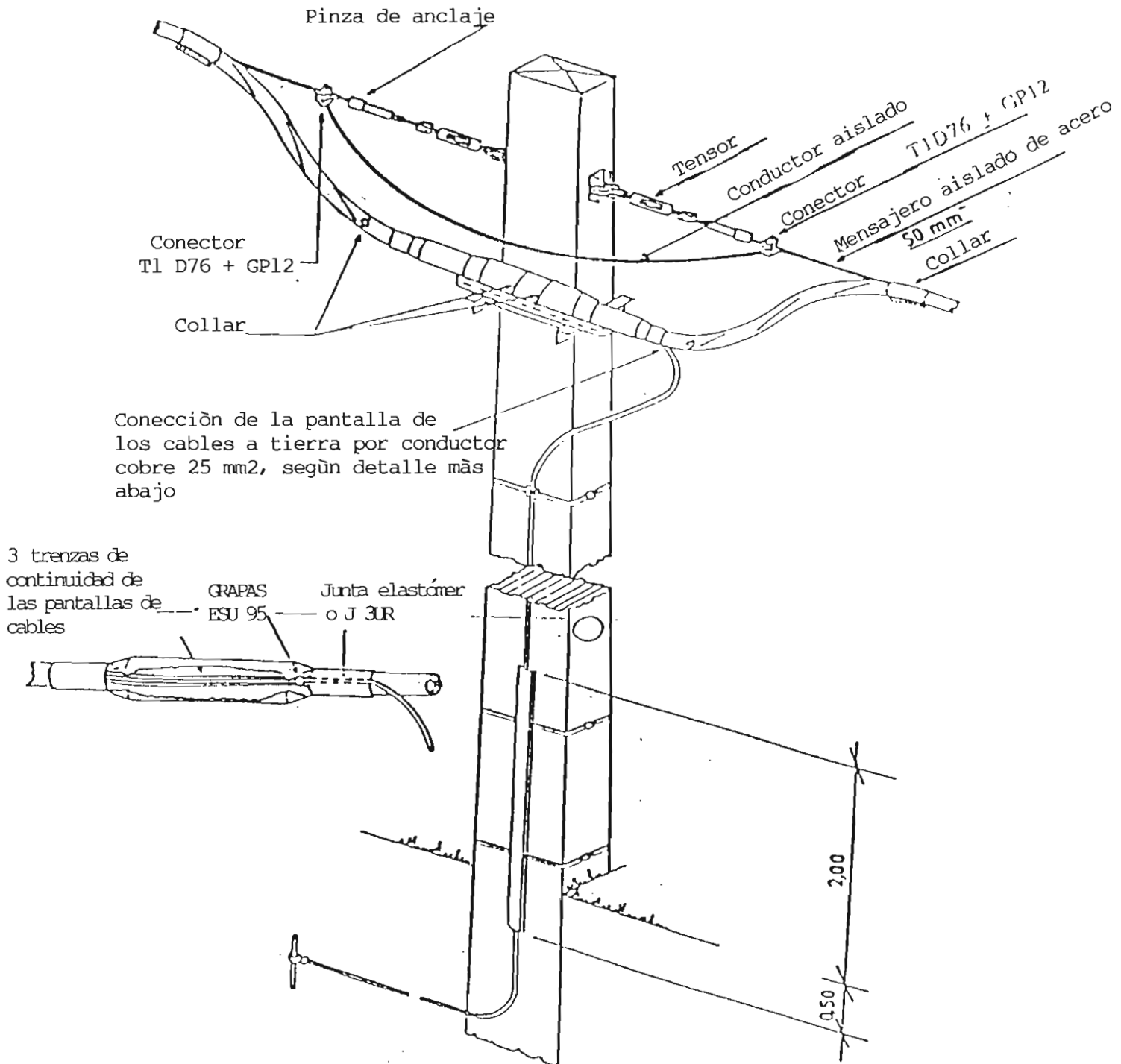


LINEAS DE ANCLAJE DOBLES



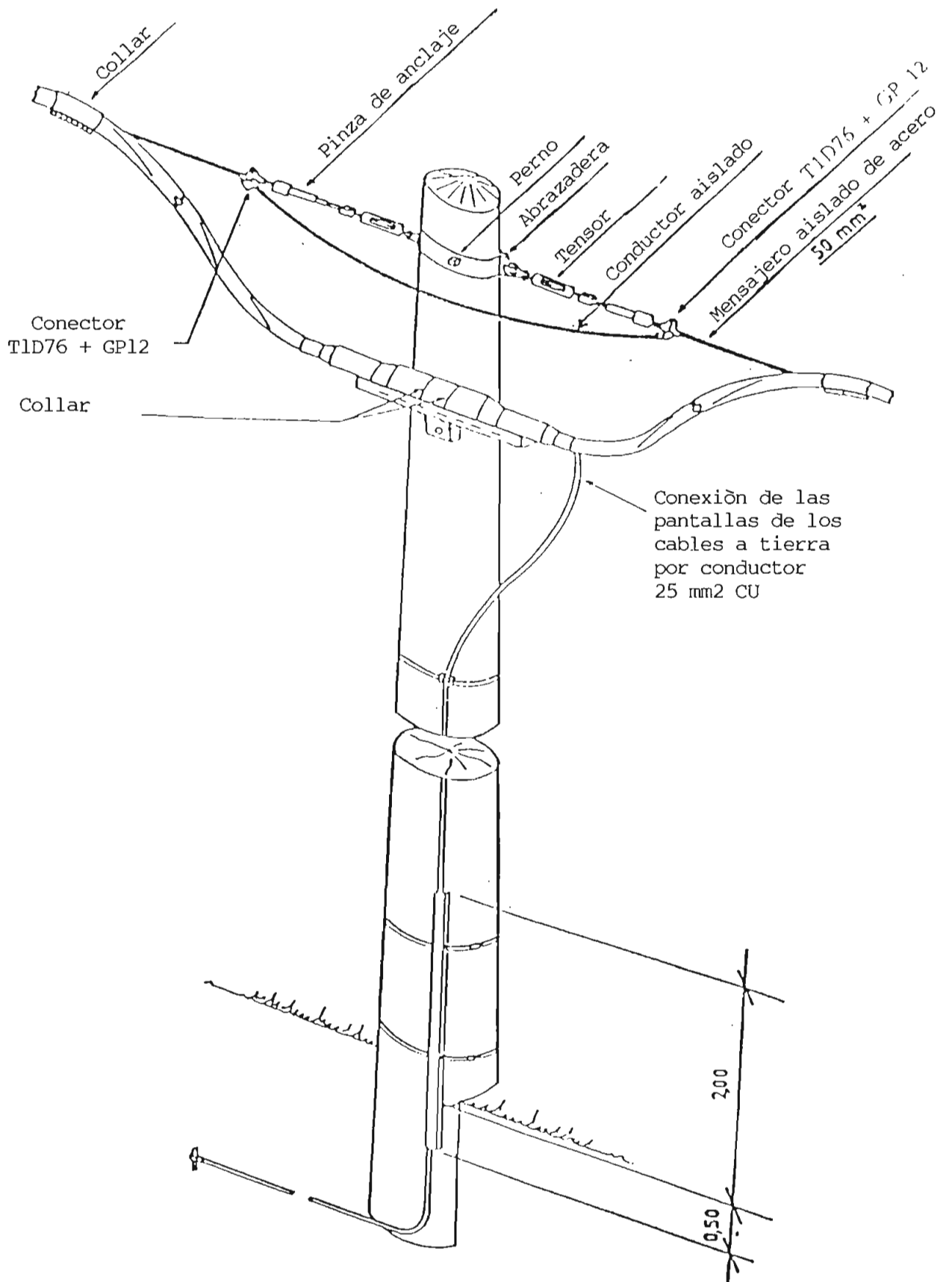
2-2-4-2-4 - EMPLAME

- Empalme al angulo recto de un soporte de concreto



NOTA: La puesta a tierra de las pantallas de los cables aislados MT, tiene que ser realizado solamente si la otra tierra más cercana esta a más de 1 km.

EMPALME AL ANGULO RECTO DE UN POSTE DE MADERA



NOTA: La puesta a tierra de las pantallas de los cables aislados MT, tiene que ser realizada solamente si la otra tierra más cercana está a más de 1 km.

- . Union sobre un vano
Esta unión esta permitida pero no puede ser sometida a esfuerzos mecánicos importantes, debido al peso del cable, en particular sobre los vanos a desnivel, para los cuales es preferible realizar la unión sobre un soporte.

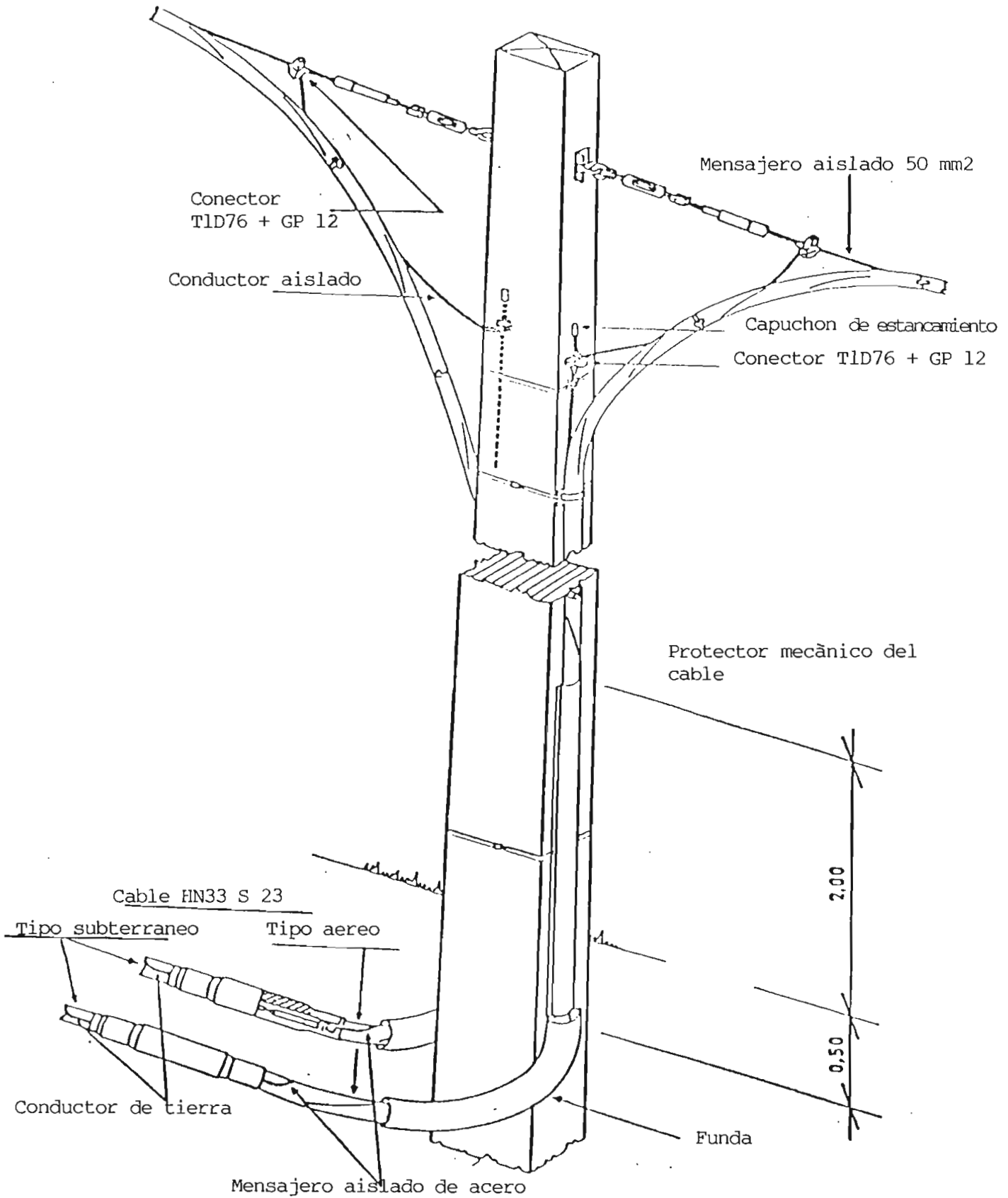
Antes de desenrollar el cable, es necesario asegurarse que la unión entre los cables se realizé en un lugar accesible y escogido de tal forma que se evité de pasar la manga por la polea de desenrollamiento. Cada manga es fijada al mensajero por collares plásticos.

2-2-4-2-5 - PASAGE EN CORTE

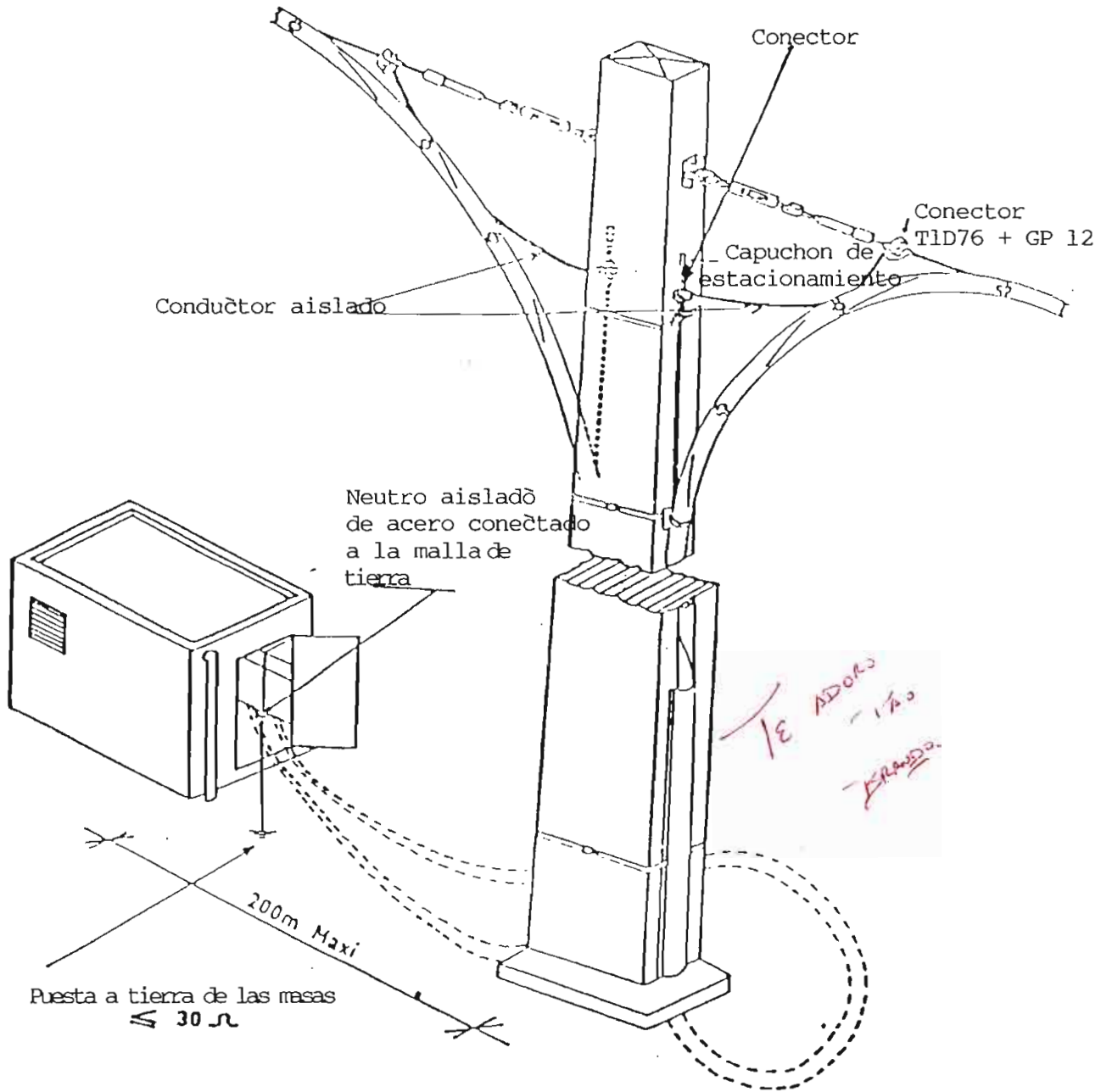
Los enlaces se realizan:

- . sea con el cable aéreo, si la cámara se encuentra a menos de 200 metros,
- . sea por enlace subterráneo con el cable subterráneo, si la cámara se encuentra a menos de 200 metros.

- Conexiòn con empalme a una càmara de tipo urbano



- Conexiòn sin empalme a una càmara de tipo urbano



2-2-4-2-6 - VANOS GRANDES

Cuando la topografía del terreno impone vanos superiores a 80 metros, es conveniente de tratar los aspectos particulares de estos casos en forma separada del resto de la línea.

Las disposiciones siguientes deben ser respetadas en forma simultanea:

- . los soportes son calculados de tal forma que deben sostener en forma independiente, el limite de la elasticidad, en ambos lados de la red trensada,
- . los esfuerzos mecánicos a cual estarán sometidos los conductores y soportes no deben ser superiores al 75% de los aceptados de costumbre.

2-3 - EQUIPOS DE CORTE

Las redes aereas de E.D.F., no incluyen ningún fusible MT, por ser estos poco compatibles con el sistema de protección utilizado contra los defectos a tierra.

Encontramos entonces aparatos de corte de tipo interruptores de mando manual (IACM) que pueden ser de dos calibres (norma UTE C 64-140),

- el calibre 31,5 que permite prácticamente el corte bajo carga de 1100 kVA en 20 kV y de 800 kVA en 15 kV gracias a un látigo de rotura violenta, pero posee un poder de cierre limitado a 4 kVA eficiente (lo que prohíbe su instalación cercana de una cámara fuente).
- calibre 100 A que posee una intensidad nominal de 400 A, permite el corte bajo carga de 100 A y poder de cierre de 6,4 kVA eficientes bajo 24 kV y 10 kA bajo 15 kV.

Entonces la utilización del primer aparato esta reservado al inicio de derivaciones ó a la alimentación de cámara MT/BT aisladas, el segundo es un verdadero aparato de red y se ubica sea sobre la red principal, sea al inicio y eventualmente sobre el largo de las derivaciones (fig. 1). El segundo puede ser utilizado para la búsqueda de defectos que se puede realizar con la ayuda de su poder de cierre.

De este aparato de 100 A se han derivado 2 adicionales:

- el interruptor de abertura automática en caso de caída de tensión (IACT) que puede es instalado al inicio de las

derivaciones de longitud importante (entonces de numerosos defectos) y de baja carga relativa (permitiendo entonces la realimentación de una carga importante sobre el resto de la red) (ver fig. 3).

3 - LAS CAMARAS MT/BT

Existe dos tipos de cámaras de distribución pública:

- sobre poste
- en cabina

La particularidad común a estos 2 tipos de cámara es de no incluir ningún tipo de equipos MT de maniobra o de protección contra los corto-circuitos.

3-1 - LAS CAMARAS SOBRE POSTES

Normalizados por E.D.F., desde 1956 conocen todavía un gran desarrollo.

3-1-1 - DESCRIPCION

Las cámaras sobre postes incluyen los siguientes elementos:
(fig. 5-1, 5-2, 5-3, 5-4)

- un aparato de protección contra las sobre cargas atmosféricas que pueden ser según el caso:
 - . sea un descargador de cuernos preparado para 15 y 20 kV 2 x 20 mm que incluye un eje central anulando las posibles cebaduras debidas a los pajaros,
 - . sea en las zonas de altas descargas atmosféricas, o cuando la resistencia del circuito de tierra de las masas es superior a 300 ohms, un pararrayo de resistencia variable el cual, por precio muy superior al aparato anterior, presenta la ventaja de no mantener corriente de falla a tierra (o corriente de "seguridad"), después del derrame del rayo.
- Un transformador de amarre especial, de una potencia variando entre 10 y 160 kVA, respondiendo a las mismas especificaciones, que las cámaras urbanas, mediante una prueba adicional de "onda cortada", asociado al descargador descrito anteriormente y caracterizado por 2 niveles de

tensión tal como en la ausencia de descargador, la amplitud de la onda de golpe 1,2/50 llegaría a 110 kV y 150 kV.

Un disyuntor BT agec, un bloque estallador intercambiable de calibre correspondiente al del transformador, y de mando mecánico desde el suelo, destinado a la protección del transformador y de la red contra las sobre-cargas y los cortocircuitos.

3-1-2 - MEJORAS POSTERIORES

A la creación de la cámara sobre poste del tipo H61, las redes aéreas rurales eran de longitud importante y poco cargadas. La gama de potencia prevista por estas cámaras permitía de preveer los aumentos de la carga.

El problema fue conocido al momento del conocimiento exacto de la carga de las cámaras cuando se llegó al límite de las posibilidades del transformador:

el disyuntor debe tomar en cuenta a la vez la temperatura exterior y los desequilibrios de carga entre fases y también seguir con cuidado los resultados del transformador. Nuevos modelos de disyuntores están en capacidad de realizar estas funciones.

Por otra parte, cuando el aparato ha sido utilizado durante 24 horas con una carga igual en promedio a 90% de la potencia nominal del transformador, un integrador de sobre carga, puesto en la caja del disyuntor, hace aparecer una señal y provoca la abertura del disyuntor. La Empresa eléctrica así está con el preaviso que tendrá que reforzar su transformador, o en caso de uno instalado de 160 kVA, preveer la construcción de una nueva cámara. En este caso se puede suprimir el sistema de abertura por el integrador, lo que dejara una reserva de carga hasta la ampliación de la capacidad.

3-2 - LAS CAMARAS DE CABINA

Pueden ser de 3 tipos:

- de cabina alta o torres donde los conductores de la línea están amarradas en la cima de la torre. Son costosas, poco estéticas y están cambiadas poco a poco.

- de cabinas bajas, alimentadas desde un soporte de parada por una conexión de tipo aéreo-subterránea, son de costo menor en relación a la anterior pero aún más costosas que las cámaras sobre postes. Pueden ser prefabricadas.

- las cámaras rurales simplificadas que no llevan local de maniobra y que se instalan en el exterior:
 - . sea en lugar cerrado por rejas, generalmente al pie del soporte,
 - . sea dentro de un bloque que puede ser de concreto, metálico o plástico.

- Las cámaras de cabina-baja y las cámaras rurales simplificadas incluyen (fig. 6):
 - . un cable de llegada aérea subterránea de 3 x 95 mm² Al, con tomacorriente MT para la conexión al transformador.
 - . un tablero BT con:
 - un interruptor general o un disyuntor general según la potencia del transformador y el largo de la línea BT.
 - 2 o 4 salidas BT.

Cuando las cámaras de cabina pasan 250 kVA deben medir 4 m² (2 m x 2 m) con una altura de 2,5 m, las cámaras rurales son limitadas a 3 m² con una altura de 1, pero debe tener un acceso libre por lo menos sobre dos lados.

Las cámaras sobre postes como las cámaras de cabina pueden ser utilizadas como cámaras para clientes MT.

4 - HISTORICO

En Francia aparecieron las primeras redes aisladas trensadas en el año 1955.

Tomando en cuenta los materiales disponibles en esta época, los conductores eran de cobre y el aislamiento era de caucho sintético protegido contra los agentes atmosféricos por una membrana de neopreno.

Estas redes eran instaladas sobre las fachadas de las casas para reemplazar las antiguas redes de conductores de cobre no aislados instaladas sobre postes y que no podían satisfacer la demanda.

Este sistema parecía de inmediato muy atractivo, así que se inició el desarrollo de nuevas técnicas conjuntamente entre la Dirección de Distribución, la Dirección de Desarrollo, los fabricantes de cables, la compañía fabricante de aluminio: PECHINEY y el Sindicato de los Industriales de Materiales y equipos eléctricos.

4-1-1 -LOS AISLANTES

Es a partir de 1962 que los aislantes sintéticos fueron introducidos y puesto a punto en Francia.

Los elastómeros de síntesis y los compuestos termoplásticos han permitido realizar simultáneamente:

- el hipalon,
- el policloro de vinil (PVC),
- el polietileno reticulado químicamente (PRC).

El hipalon ha sido abandonado muy rápidamente en razón de su elevado costo y de su rendimiento mediocre.

Los demás materiales: policloro y polietileno han sido objeto de numerosas pruebas para poder definir cuáles debían ser los parámetros de resistencia:

- a los rayos ultravioleta,
- a los agentes químicos (sal, ácido, ozono, etc...),
- a la escoriación y los golpes térmicos,
- el envejecimiento,
- a las sujeciones eléctricas y mecánicas para temperaturas variando de $- 30^{\circ}\text{C}$ a $+ 120^{\circ}\text{C}$.

Todos los ensayos definidos para calificar los aislamientos están inscritos en la norma UTE C 33.209.

De los dos aislantes descritos en esta norma, el PVC y el PRC, queda en vigencia unicamente el PRC.

El PVC ha sido abandonado como aislamiento de cable por haberse notado que se alteraba a temperaturas bajas o altas, lo que provocaba problemas de desglizamiento en las pinzas de anclaje y de puesta en servicio de los conectores al perforar el aislamiento.

Para la coloración de la masa de la chaqueta aislante, el negro carbono es el único, actualmente, que garantiza la resistencia de la chaqueta a los rayos ultra-violeta.

Además si se produce un ligero error en la dosificación del colorante, las cualidades del aislamiento no serán diferentes.

4-1-2 - LOS CONDUCTORES DE FASES

Al principio, las almas de los conductores de fases eran de cobre, pero desde 1966 el aluminio se ha impuesto por su precio y sus cualidades.

Una selección de las secciones de los cables había sido realizada, es decir: 25 mm², 35 mm², 50 mm² y 70 mm² en aluminio de 75% de dureza.

Pero desde entonces la sección de 25 mm² ha sido abandonado por ser considerada como demasiado debil eléctricamente.

Las dos secciones preferentemente utilizadas son las de 35 mm² y 70 mm².

Para el alumbrado público la sección de conductor más utilizada es la de 16 mm², pero se utiliza tambien la de 25 mm², y siempre de aluminio de 75% de dureza.

4-1-3 - EL NEUTRO MENSAJERO

Desde que aparecieron las redes de conductores aislados, varias soluciones han sido estudiadas para definir el neutro mensajero.

En primer lugar, el neutro estaba trenzado con las fases cuando tenían almas de cobre.

Si la resistencia mecánica no era suficiente, el trenzado estaba suspendido a un mensajero de acero aislado o no. Por el tiempo y la utilización exclusiva del aluminio se utilizó un neutro haciendo igualmente oficio del mensajero y era fabricado de aluminio acero aislado o desnudo.

Pero en razón de la rigidez de este conductor, que facilita muy poco las curvas para redes tendidas sobre fachadas y tomando en cuenta las dificultades encontradas al nivel de las pinzas de anclaje y de las mangas de empalme para relacionar el alma de acero con los esfuerzos mecánicos, se ha decidido que el neutro mensajero sea de aleación de aluminio llamado ALMELEC (1).

Para estandarizar las fabricaciones y para permitir la reducción del número de accesorios, adaptables a sus funciones, la elección se hizo para un neutro de aleación de aluminio de sección única de 54,6 mm², conductor ya utilizado sobre líneas clásicas BT y MT.

El neutro mensajero es ahora, siempre aislado por haberse comprobado que si esta puesto a tierra en numerosos puntos es un conductor activo participando en la transmisión de la energía y por este hecho puede ser eventualmente el motivo de la elevación del potencial.

La selección de este tipo de neutro único como mensajero es muy importante por permitir controlar muy seriamente la carga de rotura y adaptar los accesorios de anclaje y suspensión a un valor de rotura inferior a la del mensajero para preservar así integralmente los conductores en caso de sobrecarga mecánica.

(1) el ALMELEC es una aleación de aluminio, de magnesio, de silicio y de hierro, su carga de rotura es de 32,4 hectobares (324 N/mm²).

4-2 - DESCRIPCION DE UN TRENSADO

El trenzado destinado a las líneas aéreas BT de conductores aislados trenzados se compone siempre de un conductor neutro central cumpliendo el oficio de mensajero (sección de ALMELEC: 54,6 mm²) alrededor del cual están trenzados los tres conductores de fase y si es del caso el o los conductores para alumbrado público.

Cada conductor está cubierto de una chaqueta de polietileno reticulado (PR).

Las características de estos conductores están indicados en el siguiente cuadro:

| TIPO | Sección nominal mm ² | Número de kilos | ALMA CONDUCTORA | | | | Chaqueta Aislante | Conductor Aislado | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|---|-----------------------------|-------------------------------|--------|-------------------|-------------------|------------------|------|
| | | | Resistencia lineal energética Máxima a 20 C en/Km | Ø Mínimo de las almas en mm | Resistencia a la rotura m daN | | | Espesor en mm | Ø exterior en mm | |
| | | | | | mínimo | máximo | | | min. | máx. |
| Conductor de aluminio público. | 16 | 7 | 1,91 | 4,7 | 190 | 230 | 1,2 | 7,0 | 7,3 | |
| | 25 | 7 | 1,20 | 6,0 | 300 | 450 | 1,4 | 8,7 | 9,0 | |
| Conductor de fases | 35 | 7 | 0,868 | 7,0 | 420 | 530 | 1,6 | 10,1 | 11,1 | |
| | 70 | 12 | 0,443 | 9,8 | 840 | 1250 | 1,8 | 13,3 | 14,3 | |
| Neutro mensaje ro | 54,6 | 7 | 0,63 | 9,2 | 1660 | | 1,6 | 12,3 | 13,0 | |

Pero es evidente que esta selección no es restrictiva y que cada usuario puede normalizar las secciones que mejor se adapten a sus necesidades.

4-3 - SECTOR DE UTILIZACION

Las redes aéreas BT de conductores trensados aislados son utilizadas para la distribución de energía en zonas rurales y zonas urbanas cuando la densidad del consumo no logra valores suficientes para justificar una red de cable subterráneo.

Estas redes permiten una carga de 160 kVA por salida.

Las estructuras de las redes son las siguientes:

- radial o de bucle de sección uniforme de 70 mm²,
- con derivaciones en antena de sección de 35 mm²

4-4 - DIFERENTES SISTEMAS DE CONSTRUCCION

Las redes aéreas BT de conductores trensados aislados pueden ser:

- sea puestos o tendidos sobre las fachadas de casas, edificios, etc...,
- sea tendidos sobre soportes.

. Redes sobre fachadas de casas, edificios etc...

Escoger entre la construcción de redes adosadas o tendidas se hace según la solidez y el alineamiento de las fachadas.

. Redes tendidas sobre soportes

Este tipo de construcción se utiliza para líneas eléctricas en zonas rurales y en ciertas zonas urbanas cuando las fachadas no son accesibles por la vía pública, en particular en el caso de urbanizaciones de viviendas particulares.

4-5 - VENTAJAS

Las redes aéreas BT de conductores aislados trenzados presentan numerosas ventajas en relación a la línea de conductores no aislados.

- . Reducción de las caídas de tensión debido al valor bajo de la reactancia.
- . Mejoramiento de la continuidad del servicio por tener los conductores aislados de los contactos accidentales de cuerpos extraños.
- . en las zonas forestales, reducción del ancho mínimo de las zanjas, necesario para el paso de los medios de transporte utilizados para la construcción y explotación.
- . Supresión de los riesgos de incendio en las zonas forestales en caso de caerse los conductores.
- . Reducción de las distancias de guardia en relación a edificios, otras líneas aéreas (energía, telecom), lo que permite más flexibilidad en el estudio y diseño de otras líneas.
- . Mayor seguridad en las zonas de heladas.
- . utilización de un soporte de altura reducida, por ejemplo en Francia la legislación permite una altura de 4 metros en lugar de 6 metros para las líneas de conductores desnudos.
- . Facilidad para construir una nueva red independiente de la antigua.
- . Simplificación en la construcción de redes mixtas MT/BT.
- . En las zonas urbanas de construcción de tipo individual y en zonas rurales, la cohabitación con los cables de telecomunicaciones es más fácil por el espacio entre las líneas que puede ser de

0,50 metros en lugar de 1 metro.

- . Posibilidad de mantener en funcionamiento temporal la red en caso de rotura de soportes.
- . En zonas urbanas:
 - supresión de los postes que ocupan espacio en la vereda y molestan a los ribeños, de los herrajes que deterioran las fachadas y de numerosos conductores parados delante de las ventanas.
 - Posibilidad de disimular totalmente la red si está justificado por el medio ambiente.
- . Aumento de la seguridad frente a terceros.
- . Facilidad y ahorro para las acometidas.
- . facilidad de intervención para mantenimiento y trabajos en caliente.

4-6 - CONDUCTORES

Los conductores para redes aereas BT aisladas son de tipo trenzada y responden a las normas NF C 33.209.

El neutro mensajero es de aleación de aluminio (AGS/L) de 54,6 mm² de sección (conductor: ASTER 54,6).

Para permitir una mejor resistencia al deslizamiento en las pinzas de anclaje, un separador de papel, es necesario entre el alma del conductor y la chaqueta aislante.

Los conductores de fases son preferentemente de secciones de 35 y 70 mm² y los conductores de alumbrado público de secciones de 16 y 25 mm² de aluminio 75% de dureza. El separador que tenia como función de avisar de la presencia del alma del conductor durante las operaciones de pelada del cable para la puesta en servicio de los conectores, ahora no es indispensable con los conectores de perforación de aislamiento.

Todos los conductores estan revestidos con una chaqueta aislante de polietileno reticulado (PR) con un porcentaje de negro de carbono por lo menos igual al 10% para garantizar su conservación en el tiempo.

4-7 - ACCESORIOS DE CONEXION

4-7-1 - MATERIALES DE CONEXION

Con el objetivo de simplificar y en vista de permitir una utilización múltiple de las herramientas, el material del empalme está normalizado.

El material incluye las siguientes piezas (fig. 7):

- Mangas de empalme sin tracción mecánica para los empalmes de conductores con los cables aéreo subterráneo (a),
- manga de empalme con tracción mecánica para el neutro mensajero (b),
- manga de empalme con tracción mecánica reducida para el empalme de conductores de fase y alumbrado público,
- Mangas de extremidades con terminal,
- cableado de cobre o aleación de aluminio para el empalme con las redes de conductores de cobre o de base de aluminio (c),
- terminal de extremidad con playa de cobre o de aluminio para conexión con los bornes del equipo (e).

Estos materiales son preaislados y presentan la ventaja de evitar la utilización de una manga termoretractil y de partes bimetálicas.

Todos los accesorios se ponen en servicio por compresión exagonal realizado a partir de una prensa manual (fig. 8) equipada de matricería (fig. 9), definidas por el tamaño de una parte plana del exágono y por el ancho de la huella.

4-7-2 - MATERIALES DE CIERRE MECANICO

Este material está concebido para ser desarmado fácilmente del conductor derivado.

Incluyen las siguientes piezas:

- Conector de derivación provisional a perforación de aislamiento (fig 10)

La parte fija de perforación del aislamiento incluye una pieza macho con patitas y perforación de 4mm de diámetro, que permitiera recibir la boquilla aislada y acoplable, asegurado por un sistema de bayoneta, su protección es asegurada por un protector aislante lleno de grasa neutra y equipada con tapa móvil.

El conector permite la puesta en corto-circuito y eventualmente a tierra de todos los conductores de la red durante una intervención.

El hueco previsto en la pinza macho está diseñado para las medidas de tensión.

El conector puede también ser utilizado para acometidas provisionales (obras, férias, etc.), o para conexión de un interruptor de "SHUNTAGE", permitiendo algunas intervenciones en caliente para modificar las conexiones.

- Conector de derivación sobre red de conductor aislado trenzado (fig. 11).

El conector de perforación de aislamiento está destinado a la conexión de un transformador sobre poste a la red BT de conductores aislados.

4-8 - ACCESORIOS MECANICOS DE SUSPENSION Y ANCLAJE

Los accesorios mecánicos de suspensión y de anclaje de los conductores están concedidos bajo la forma de conjuntos por las siguientes razones:

- reducir los stocks en bodega,
- evitar un desgaste demasiado rápido de los elementos debido a la corrosión electrolítica cuando su naturaleza es heterogénea,
- tener un solo proveedor responsable en caso de averías.

Los diferentes modelos de conjuntos son intercambiables entre ellos solamente al nivel de la fijación.

Estos conjuntos deben responder a las directivas de las normas técnicas HN 33.S.67 y HN 33.S.68.

Según los diferentes modelos de construcción de las redes, los conjuntos son los siguientes:

4-8-1 - CONJUNTO DE SUSPENSION

- . Redes puestas sobre fachadas (fig. 12)

Dos modelos de conjunto de suspensión aseguran el sosten total del trenzado con 1 o 6 cm de distancia con la pared. Los dos modelos incluyen cada uno una "cuna" de material aislante.

- . Redes tendidas sobre fachadas

Un conjunto de suspensión asegura el sosten total del trenzado a una distancia de 10 cm de la pared. Igualmente su "cuna" es de material aislante.

- . Redes tendidas sobre soportes

El conjunto de suspensión asegura una distancia de 14 cm con el soporte (fig. 13) y sus características mecánicas aseguran la integridad del mensajero frente a las sobrecargas mecánicas, el conjunto se compone de:

- una consola,
- de una unión asegurando la movilidad longitudinal y transversal indispensable a la resistencia del material frente a los esfuerzos mecánicos. Esta unión es fabricada totalmente de material aislante,
- de una pinza de suspensión apretando únicamente el mensajero. La pinza es fabricada totalmente de material aislante.

4-8-2 - CONJUNTOS DE ANCLAJE

. Redes tendidas sobre fachadas

existen dos:

- un conjunto de anclaje simple que separa con 10 cm la red con la fachada y que se compone de una consola de doble fijación y de una pinza de anclaje (fig. 14),
- un conjunto de anclaje doble que se compone de una consola y de dos pinzas de anclaje (fig. 15).

. Redes tendidas sobre postes

Existe solamente un solo conjunto de anclaje simple (fig. 16) o de anclaje doble (similar a la fig. 15), el cual asegura una distancia de 10 cm entre el poste y el trenzado.

. Características de las pinzas de anclaje

El mensajero neutro está mantenido en las pinzas de anclaje por apriete cónico realizado a partir de fundas aisladas. Dos tipos de pinzas han sido aceptadas según la resistencia mecánica impuesta por el tipo de construcción de las redes:

- red tendida sobre fachada: pinza con deslizamiento a partir de un esfuerzo mecánico de 600 daN
- red tendida sobre soportes: pinza con deslizamiento a partir de un esfuerzo mecánico de 1500 daN.

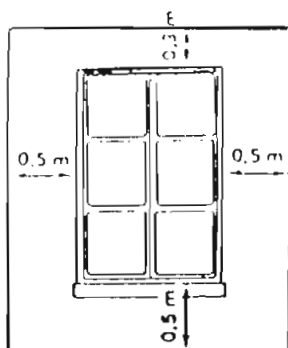
Todos los materiales de suspensión y de anclaje aseguran doble aislamiento del alma del neutro mensajero. En estas condiciones las partes metálicas accesibles no tienen que estar puestas a tierra.

4-9 - PRESENTACION DE DIFERENTES SISTEMAS DE CONSTRUCCION

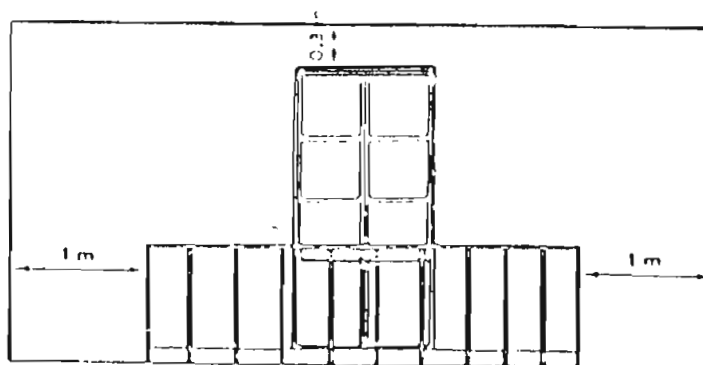
4-9-1 -Redes sobre fachadas

4-9-1-1 -Reglamentación técnica

Las redes sobre fachadas deben instalarse en relación a las ventanas y puertas según el esquema siguiente. En caso de no poder respetar las distancias indicadas, una protección mecánica debe ser prevista.



Ventana sin balcon



Ventana con balcon

Según la solidez y la regularidad de las fachadas, las redes pueden estar sea puestas, sea tendidas, pero lo más amenudo están constituidas de elementos sucesivamente puestos y tendidos según las dificultades encontradas o las facilidades ofrecidas por las características de las fachadas.

El diseño esta constituido de una sucesión de alineamiento horizontal. Los cambios de niveles de un alineamiento u otro se hacen generalmente por medio de una bajada realizada verticalmente en los limites de los edificios o sobre el largo de la tuberia de las aguas de lluvia.

El cruce entre dos fachadas es siempre tratado horizontalmente.

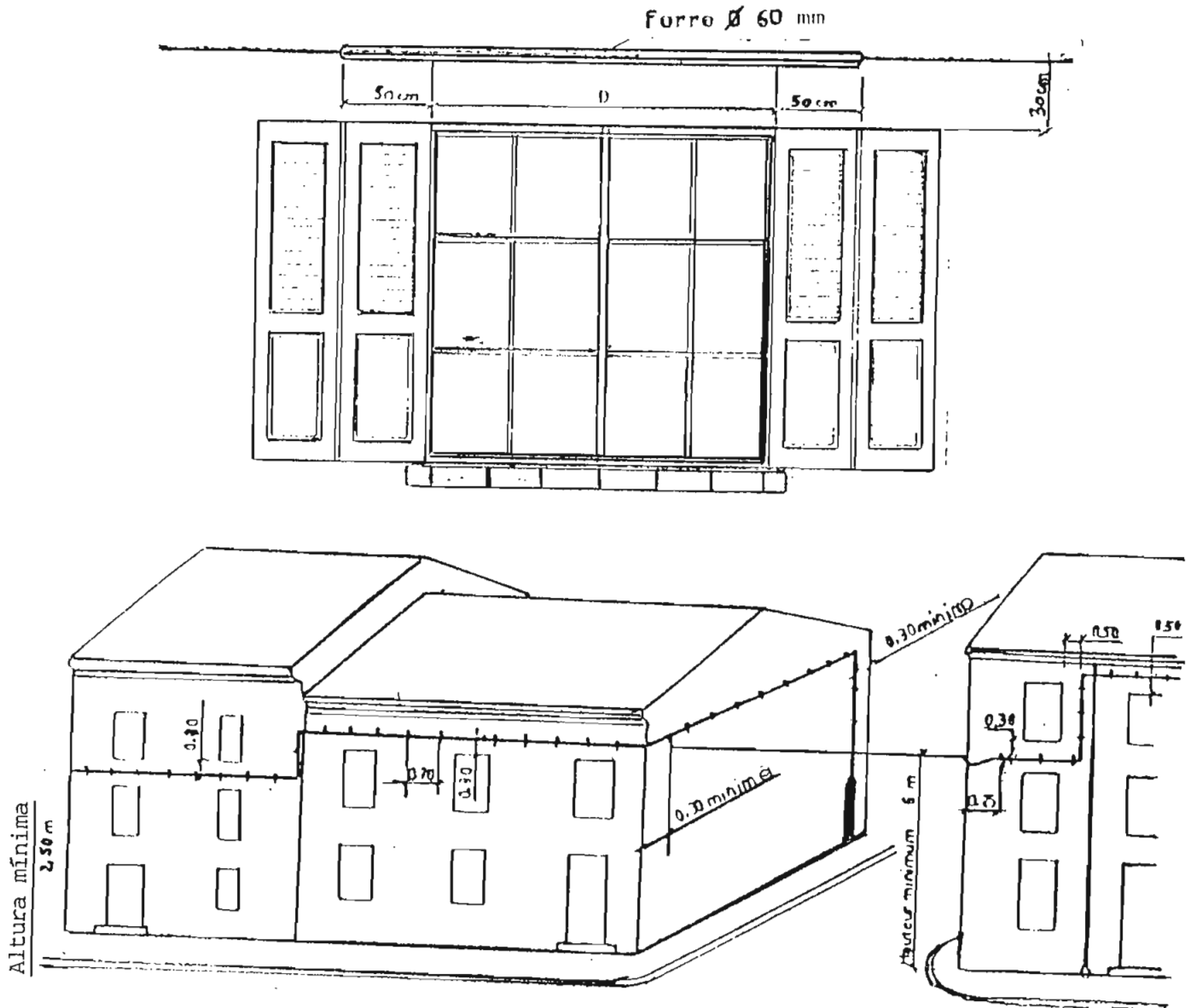
4-9 - REALIZACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCION

4-9-1 - Redes sobre fachadas

4-9-1-1 - Reglamentación técnica

Las redes sobre fachadas deben estar ubicadas en relación a las puertas, ventanas, según lo indicado en los esquemas siguientes.

Si la distancia no puede ser respetada, una protección mecánica adicional debe ser prevista.



4-9-1-2 - REDES PUESTAS SOBRE FACHADAS

La red esta fijada sobre las fachadas por medio de conjuntos de suspensión, separando la fachada de la red de 1 o 6 cm, puestos cada 70 cm aproximadamente.

Si la configuración de la fachada necesita de un vano superior en este caso se utilizará un conjunto de suspensión para red tendido sobre fachada.

En los ángulos, dos conjuntos de suspensión son fijados de parte y parte del ángulo y la curvatura del trenzado se realiza con la mano para evitar el contacto del trenzado con el angulo de la pared.

Ningún empotramiento debe realizarse a menos de 25 cm de un ángulo o techumbre de una pared.

En el caso particular de red "discreta" se utiliza solamente el conjunto que dejó espacio de 1 cm, para facilitar la disimulación de la red.

4-9-1-3 - REDES TENDIDAS SOBRE FACHADAS

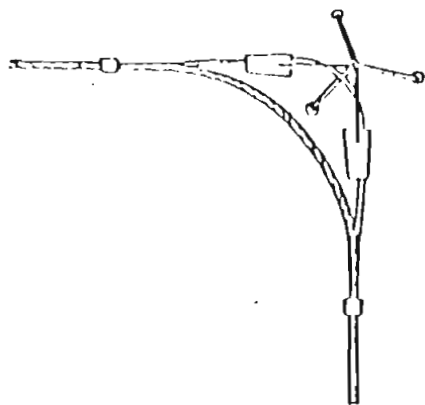
El esfuerzo máximo de tracción admisible al nivel del neutro mensajero está limitado a 300 daN y los tramos aproximadamente a 5 metros, lo que reduce las obligaciones de las fachadas y les da más armonía.

Al final de la red y en los anclajes, el trenzado es sostenido por medio del neutro mensajero y de un anclaje simple.

Ningún herraje de anclaje debe ser fijado a menos de 0,50 m de un ángulo de pared o de una techumbre. Entre los dos anclajes el trenzado es sostenido a las fachadas por un conjunto de suspensión.

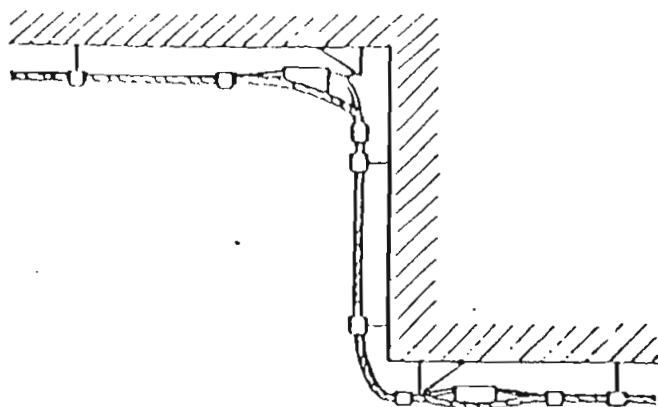
Los cambios de dirección están solucionados por:

- sea un anclaje doble (hipótesis 1),
- sea realizando un tramo con técnica de red puesta entre 2 anclajes simple (hipotesis 2).



Hipotesis 1

Cambio de dirección de ángulo recto con ún anclaje doble.



Hipotesis 2

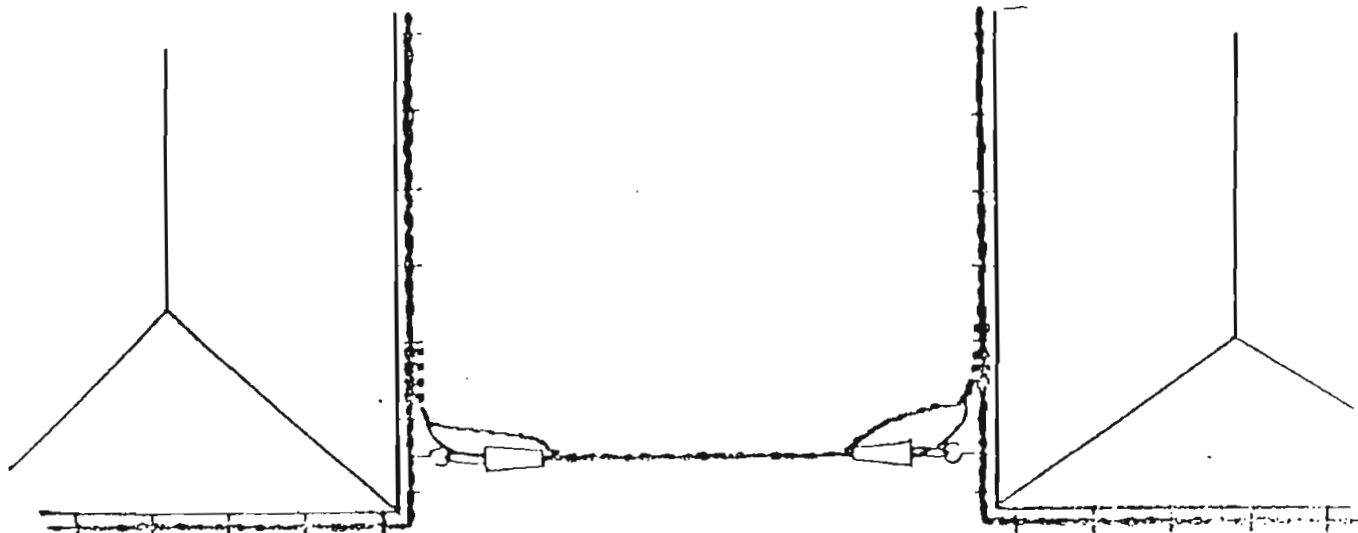
Cambio de dirección de tipo horizontal con un tramo realizado con la técnica "redes puestas" entre dos anclajes simples.

4-9-1-4 - REDES TENDIDAS ENTRE FACHADAS

El trenzado es sostenido de parte y parte por el neutro mensajero por medio de conjuntos de anclaje.

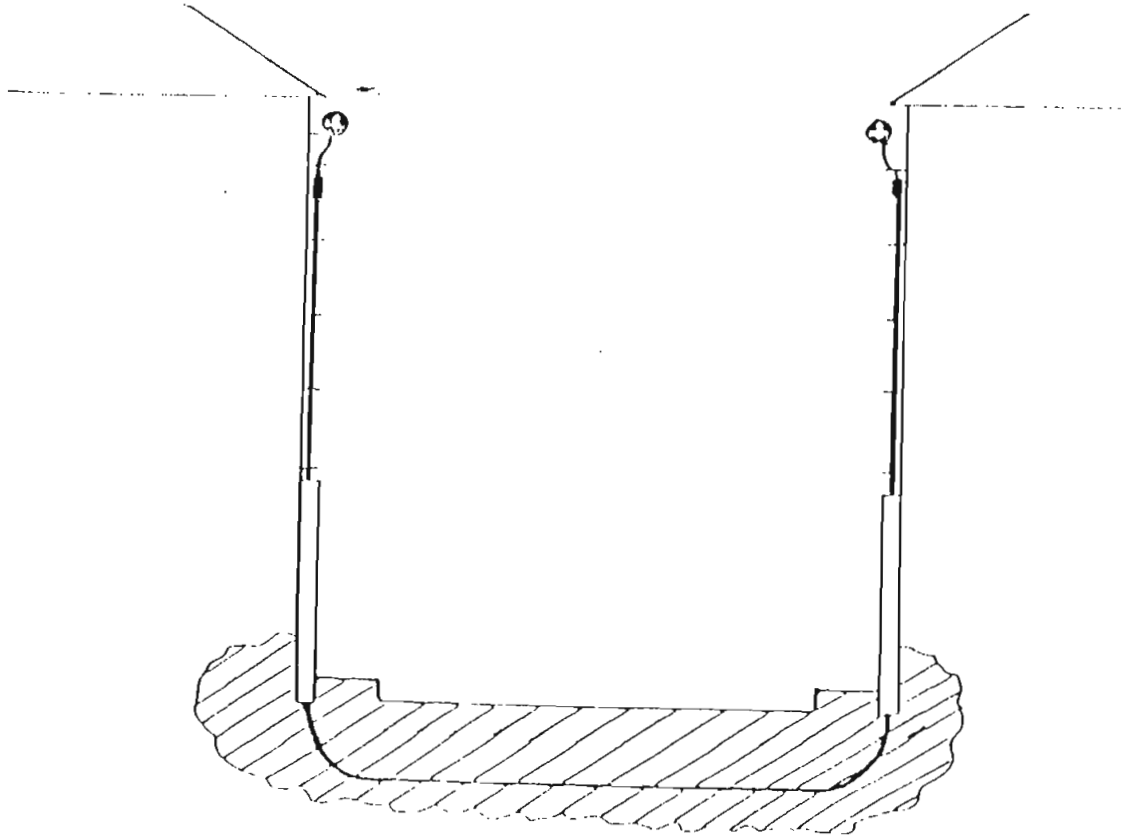
La cruzada debe ser solucionada horizontalmente. Un espacio de 0,50 m en relación al alineamiento de las fachadas es preferible.

CRUSE AEREO



- . Cruce sub-terráneo: estarán realizados con un cable tipo HN 33.S.33 enterrado en una trinchera y bajando o subiendo sobre el largo de cada una de las fachadas, retenido por un soporte BRPF70-1.

En la base de cada una de las fachadas, el cable es protegido mecánicamente por un protector de aluminio GPC60-60.



4-9-2 - REDES SOBRE SOPORTES

4-9-2-1 - REGLAMENTACION TECNICA

Las redes son obligatorias en los siguientes casos:

- cercanía de un establecimiento educacional o de instalaciones deportivas,
- cercanía de telesféricos o similares,
- zonas forestales particularmente expuestos a los riesgos de incendio.

En lo que se refiere a la distancia mínima que hay que respetar entre los conductores y el suelo u otra instalación cualquiera, la distancia es igual a "la distancia de base", "la distancia de tensión" es nula.

Distancia sobre el suelo

La distancia base que hay que respetar con una temperatura de + 40°C sin viento es de:

- 4 metros en terreno normal,
- 6 metros en cruzadas o desplomo de vías abiertas a la circulación pública en sectores normalmente utilizados para el tráfico vehicular.
- $h + 1$ metro en el cruce o cercanía de itinerarios de carreteras adaptadas para transporte de gran altura, así también como en las cercanías de construcciones industriales o agrícolas, en las zonas en donde se utilizan equipos de gran altura (h siendo la altura de carga admisible por el itinerario o el equipo de manutención),
- 3 metros encima de la capa de nieve sin por esto prohibir el tránsito de personas.

Distancia en caso de configuración cercana de construcción y de árboles

La distancia de base en este caso es nula.

Distancia en caso de configuración cercana de otras líneas

Las distancias mínimas a respetar en condiciones de temperaturas y vientos son idénticas a las de las líneas BT de conductores no aislados.

4-9-2-2 - DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS GENERALES

Los soportes utilizados son generalmente postes de concretos o de madera.

Su implantación debe ser la más regular posible de tal forma que los vanos sean similares para evitar esfuerzos mecánicos longitudinales demasiado significativos.

El largo de los tramos no debe exceder de 80 metros, salvo casos muy particulares.

La altura del poste debe ser mínima, por concepto de ahorro y de estética, en la mayoría de los casos un soporte de 9 metros es suficiente.

En la configuración de alineaciones y ángulos inferiores a 50° C, el trenzado es suspendido por su neutro mensajero con conjuntos de suspensión. A una distancia de 0,20 metros de parte y otra de la pinza de suspensión, es necesario prever un collar uniendo las fases con el neutro para evitar una posible abertura del trenzado con el tiempo.

En las paradas y ángulos superiores a 50° C, el trenzado es mantenido por su neutro mensajero por un conjunto de anclaje .

Un collar manteniendo las fases y el neutro debe ser instalado a 0,20 metros del extremo de la pinza de anclaje del lado de la red.

4-9-2-3 - DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS PARTICULARES

. Transformador MT/BT sobre soporte

Sobre este soporte, los conductores aislados de la red BT son siempre amarrados a una distancia vertical por lo menos de 0,90 metros debajo del herraje que soporta el transformador.

- Las inter-conecciones transformador - disyuntor y disyuntor red BT son realizados en Francia con trenzados de $3 \times 70 \text{ mm}^2 + 1 \times 54,6 \text{ mm}^2$.

Como se indica en 4.2 otras secciones pudiendo ser utilizadas en función de las normas y costumbres de cada usuario.

- La interconexión disyuntor red forma un bucle debajo del

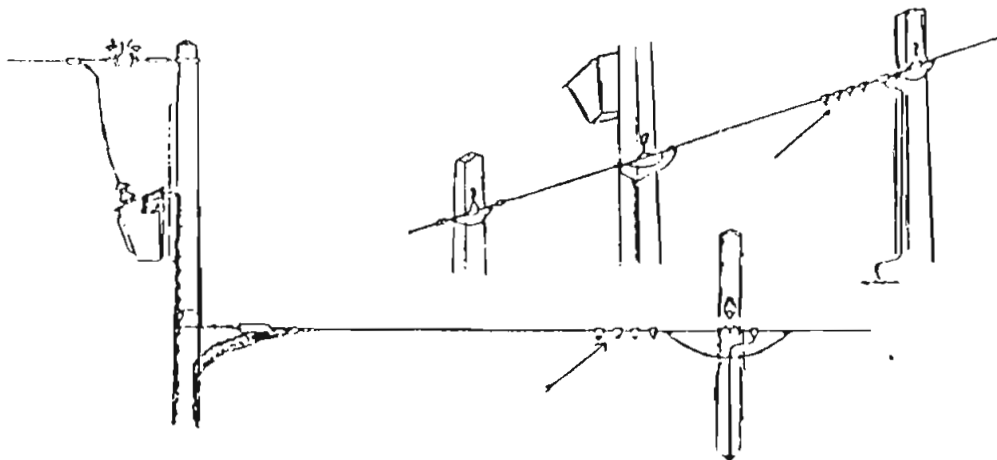
cable de salida BT y es unido a este último por medio de conectores de derivación. El bucle está destinado a medidas de intensidad eventuales.

Los conectores facilitan las intervenciones sobre el transformador y permiten efectuar fácilmente modificaciones de fases para asegurar sus concordancias. Sobre el primer soporte de una salida BT o sobre por lo menos, los soportes ubicados de parte y parte del transformador sobre poste si la red BT está en configuración de paso, y se instalan conectores de derivación en forma definitiva para permitir tomas de corriente provisional, para permitir la puesta en corto-circuito y eventualmente a tierra de los conductores durante una intervención sobre el transformador.

• Conexiones aereo subterranas (fig. 7)

En forma general, las conexiones aereo-subterranas realizadas sobre los soportes se realizan debajo de un protector mecánico de altura mínima de 2 metros sobre el suelo.

Los cables sub-terranos empalmados o los trenzados aereos de $3 \times 70 \text{ mm}^2 + 1 \text{ de } 54,6 \text{ mm}^2$ son del tipo HN 33.S.32 o



HN 33.S.33 de alma cableada en aluminio $3 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \text{ de } 50 \text{ mm}^2$. por razones de limitación del stock en bodega, puede utilizarse cables de $3 \times 150 \text{ mm}^2 + 1 \text{ de } 70 \text{ mm}^2$.

Si, tomamos en cuenta el largo insuficiente del trenzado, el empalme no puede efectuarse al pie del poste, el cable subterráneo puede ser subido y el empalme puede

realizarse sobre el poste.

Las mangas de empalme previstas para este tipo de interconexión deben ser exclusivamente de compresión y descalzadas uno en relación al otro con una distancia mínima de 20 cm para evitar los riesgos de cebadura.

NOTA: Se hace acuerdo que el punzonamiento está prohibido sobre las almas de los cables de aleación de aluminio, por provocar una deterioración del empalme. En caso de una salida en dos direcciones (fig. 18), el trenzado empalmado al cable subterráneo es el que alimenta los abonados necesitando la continuidad de servicio más importante ó la potencia máxima.

4-10 - PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

Los transformadores BT/MT

tienen siempre el punto neutro BT unido a un conductor neutro (redes de 4 conductores). El conductor neutro de las redes BT de distribución pública es obligatoriamente puesta a tierra.

En las redes aéreas es prácticamente imposible de realizar puestas a tierra, de resistencia suficientemente débil (inferior a un ohm para permitir la unión neutro-masa). Los puntos a tierra de las masas metálicas del transformador deben ser distintas de las del neutro, esta medida limita la subida de tensión de las redes BT en caso de falla de aislamiento sobre la línea MT en los transformadores MT/BT. Para facilitar esta separación la puesta a tierra del neutro se efectúa fuera del transformador sobre el primer soporte de cada salida aérea BT.

La puesta a tierra del neutro se realiza en zonas normales en cada kilómetro aproximadamente y cada 300 metros en zona particularmente sometida a descargas eléctricas. Además en el último caso, una puesta a tierra debe estar localizada en la cercanía de cada acometida o grupo de acometidas.

También las mallas metálicas de las instalaciones de los abonados deben ser conectadas a puestas a tierra distintas de la malla a tierra del transformador y de las del neutro.

La resistencia de tierra de las mallas del transformador no debe exceder 30 ohms durante el funcionamiento de los

descargadores de cuernos, la pérdida de continuidad de la corriente provoca la subida de la tensión de las mallas en relación a los circuitos BT, los mismos conectados a tierra, independiente de la de las mallas. El valor de 30 ohms ha sido escogida por las siguientes razones: para que la corriente de fuga a tierra de la instalación MT no sobre pase 300 A., limite la subida de la tensión en un valor inferior a la tensión de resistencia de los materiales BT instalados en la cámara, igual a 10 kV y 50 Hz. Si no existiera un riesgo de cebadura "de vuelta" entre las mallas de la cámara y los circuitos BT del cual fuga la continuidad de corriente por las puestas a tierra y las mallas de la cámara y del neutro BT y subida en tensión del neutro.

Si este valor de 30 ohms no puede ser logrado económicamente, deben ser utilizados pararrayos que permiten como se indico anteriormente, de eliminar la corriente de seguimiento en un tiempo muy corto.

De la misma forma se hara el esfuerzo de realizar una puesta a tierra del neutro de una resistencia global de 50 ohms al máximo lo que permite, durante un defecto de aislamiento entre circuitos BT y MT (300 A máximo), de limitar la subida de tensión del conjunto de la red BT que resulta, a menos de 1500 V., tensión de frecuencia industrial generalmente admisible para todos los aparatos BT de los abonados durante el tiempo de eliminación del defecto MT.

5 - ACOMETIDAS AEREAS BT CON UN CONDUCTOR AISLADO TRENADO

5-1 - GENERALIDADES

La acometida es la derivación empalmado un abonado a la red BT sea con conductores no aislados, sea con conductores aislados.

Desde 1972, en Francia, la acometida se presenta bajo la forma de dos o cuatro conductores de aluminio de 75% de dureza (NF C33-209), de secciones de 16, 25 mm², o 36 mm² o de cobre de secciones de 6, 10 o 16 mm², sin neutro mensajero. Los vanos estan limitados a 30 metros.

Como para las redes BT de conductores aislados, las acometidas deben estar conformes con los dispositivos del decreto interministerial del 26 de Marzo de 1987.

5-2 - DIFERENTES MODOS DE CONSTRUCCION

Según el tipo del cual proviene la acometida, realizado sobre fachadas o sobre poste, la acometida debe ser puesta sobre la fachada o tendida.

Si esta puesta, está fijada a la fachada con collares de material aislante ubicadas cada tres metros aproximadamente.

Si esta tendida, está amarrada a la fachada y sobre el soporte por medio de una pinza de anclaje de material aislante teniendo una resistencia mecánica de 200 daN (fig. 19).

Las pinzas de anclaje deben corresponder a las especificaciones técnicas HN 33.S.64.

5-3 - MATERIALES DE CONEXION

La acometida es empalmada a la red BT por intermedio de un conector.

Si la linea es de conductores no aislados, el conector utilizado es unipolar. En su parte inferior tiene un anillo permitiendo los trabajos en caliente (fig. 20).

Si la linea es de conductores aislados, el conector utilizado puede ser de simple o doble derivación. Es de perforación por lo menos sobre el conductor principal. Este conector debe responder a las normas de la especificación técnica HN 33.S.63.

6 - COSTOS COMPARADOS DE REDES BT

Se entiende que numerosos estudios de costos comparados entre redes no aisladas y redes aisladas trensadas, han sido realizados. Es evidente que por si mismo los conductores aislados son más costosos que los conductores no aislados de sección equivalente. Todavez tomando en cuenta factores tales como:

- reducción de la altura de los postes,
- reducción del número de incidentes (en Francia, número de incidentes por 100 Km:
 - . conductores aislados 1,6)
 - . conductores no aislados 15,30),
- la duración de vida de la red,
- la supresión del corte de ramas,
- la reducción de los tiempos de montaje,

los ahorros realizados van del 17% para las pequeñas secciones de cable, al 9% para las secciones importantes.

Estos porcentajes no toman en cuenta los KWH no distribuidos durante los incidentes sobre las líneas y hemos visto antes que se habían reducido en proporciones importantes.

CONCLUSIONES

El nivel técnico económico logrado actualmente para las redes aisladas trensadas es el resultado de una estrecha colaboración entre constructores, fabricantes y Electricite de Francia.

Numerosos ensayos de resistencia, envejecimiento, y la definición de las materias primas, han permitido la puesta al punto de una tecnología y de un sistema completo permitiendo de:

- simplificar los montajes
- reducir el número de accesorios
- tomar en cuenta nuevas opciones técnicas tales como:
 - . la supresión de los esfuerzos mecánicos notables sobre los conductores de fases
 - . la preservación de la integridad mecánica del neutro mensajero
 - . la supresión del PVC reemplazado por el PRC (XLPE o PEHD)
 - . el reforzamiento de resistencia dieléctrica de la red por medio de un doble aislamiento en los puntos de suspensión y anclaje
 - . reducir los cortes.

Electricite de Francia ha adaptado, sin ninguna reserva, este nuevo modo de distribución y realiza 97% de sus obras de BT con el sistema de REDES AISLADAS TRENADAS, osea aproximadamente 10 000 km/año.

Numerosos países, más de cien hoy en día en el mundo, en vista de los resultados obtenidos, han adoptado este sistema de distribución en lugar de seguir con los sistemas de distribución "clásicos".

BIBLIOGRAFIA

- (1) Delebassée 1965 El electricista 2065
- (2) Louet 1975 Revista de Aluminio 439
- (3) Paris 1976 Boletín de la DER Serie B
- (4) Schmeltz-Cabanne 1977 RGE t.86-11 857-876
- (5) Louet 1978 Industria y Trabajos de ultra-mar 308
- (6) Tellier-Schmeltz-Louet 1981 Redes Rurales
- (7) Normas UTE
- (8) Normas NF C
- (9) Especificaciones EDF Departamento Normalización.

FIGURA 1

ESQUEMA TIPO DE UNA SALIDA AEREA MT

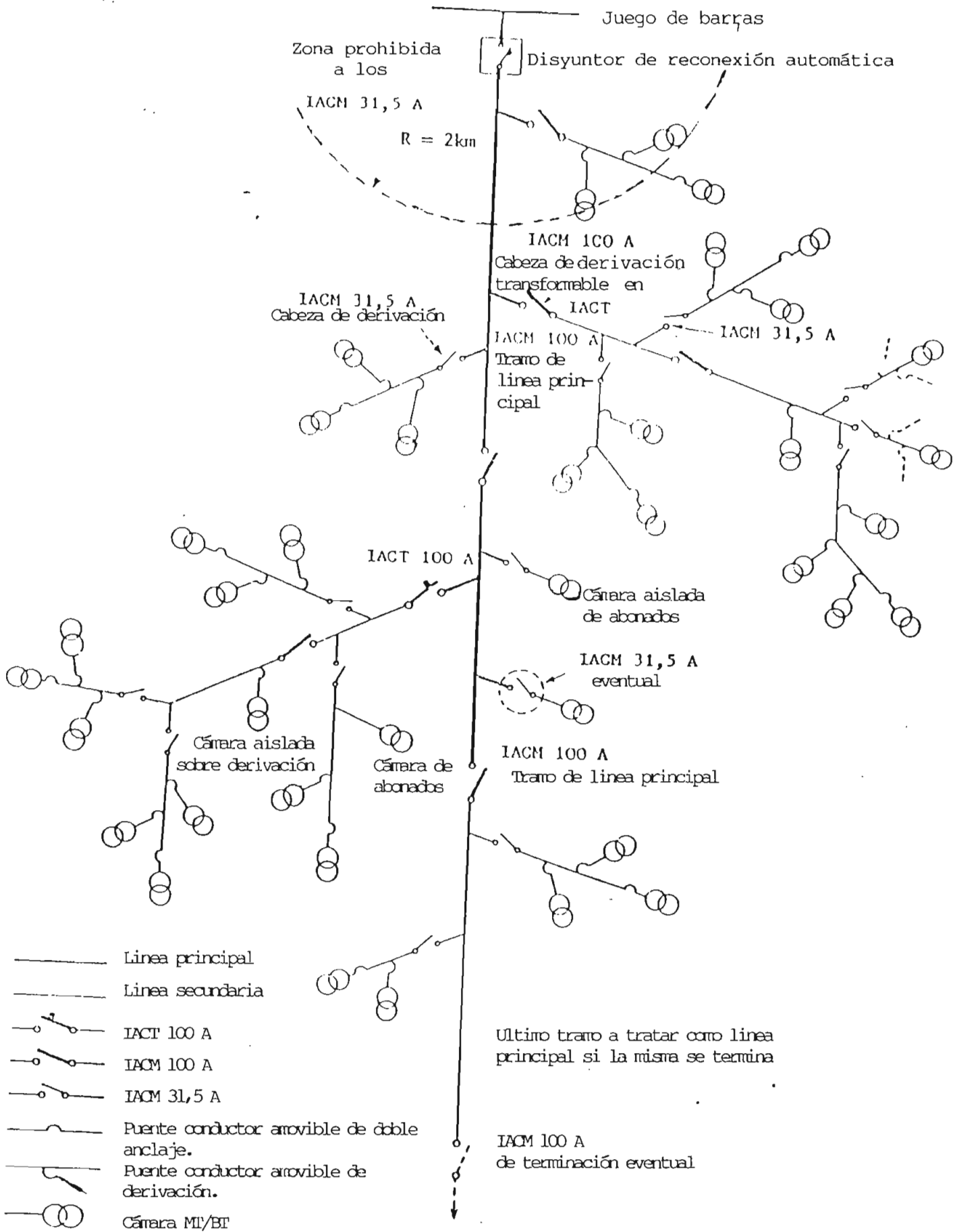
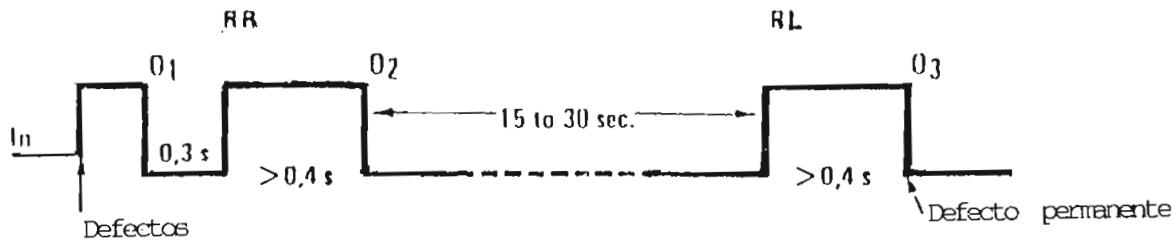


FIGURA 2

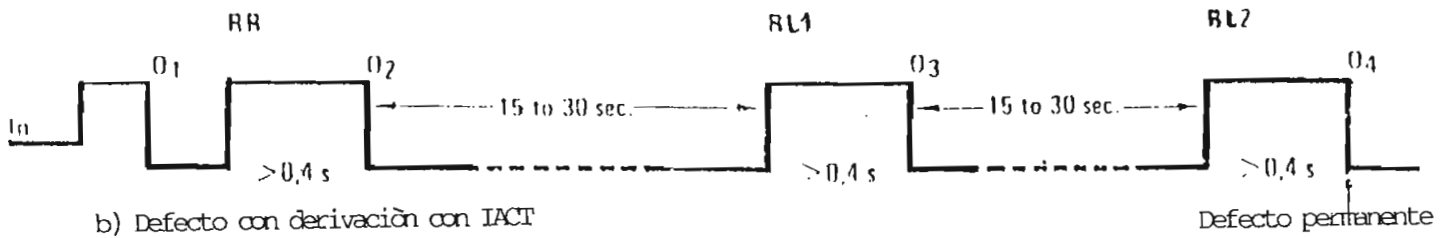
CICLOS DE RECONEXION AUTOMATICA

1 CICLO RR + IRL

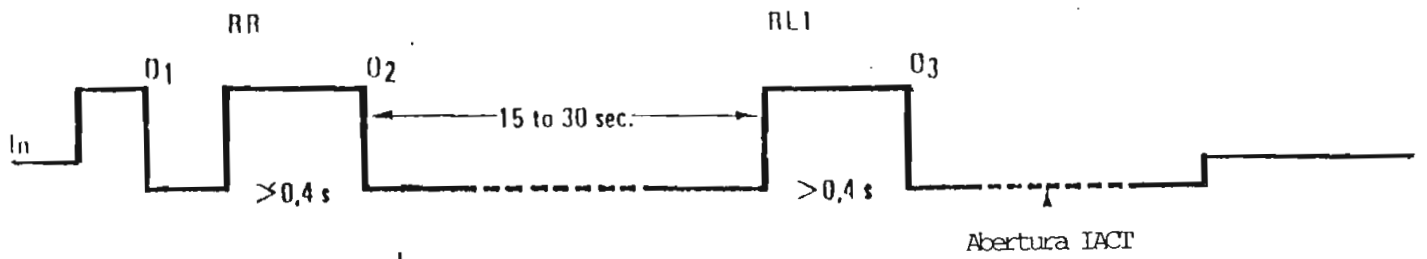


2 - CICLO + 2RL

a) Defecto sobre la linea principal



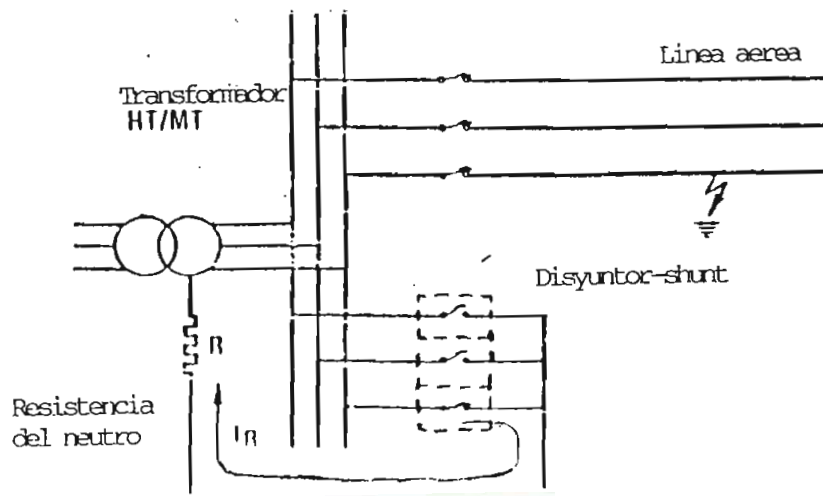
b) Defecto con derivación con IACT



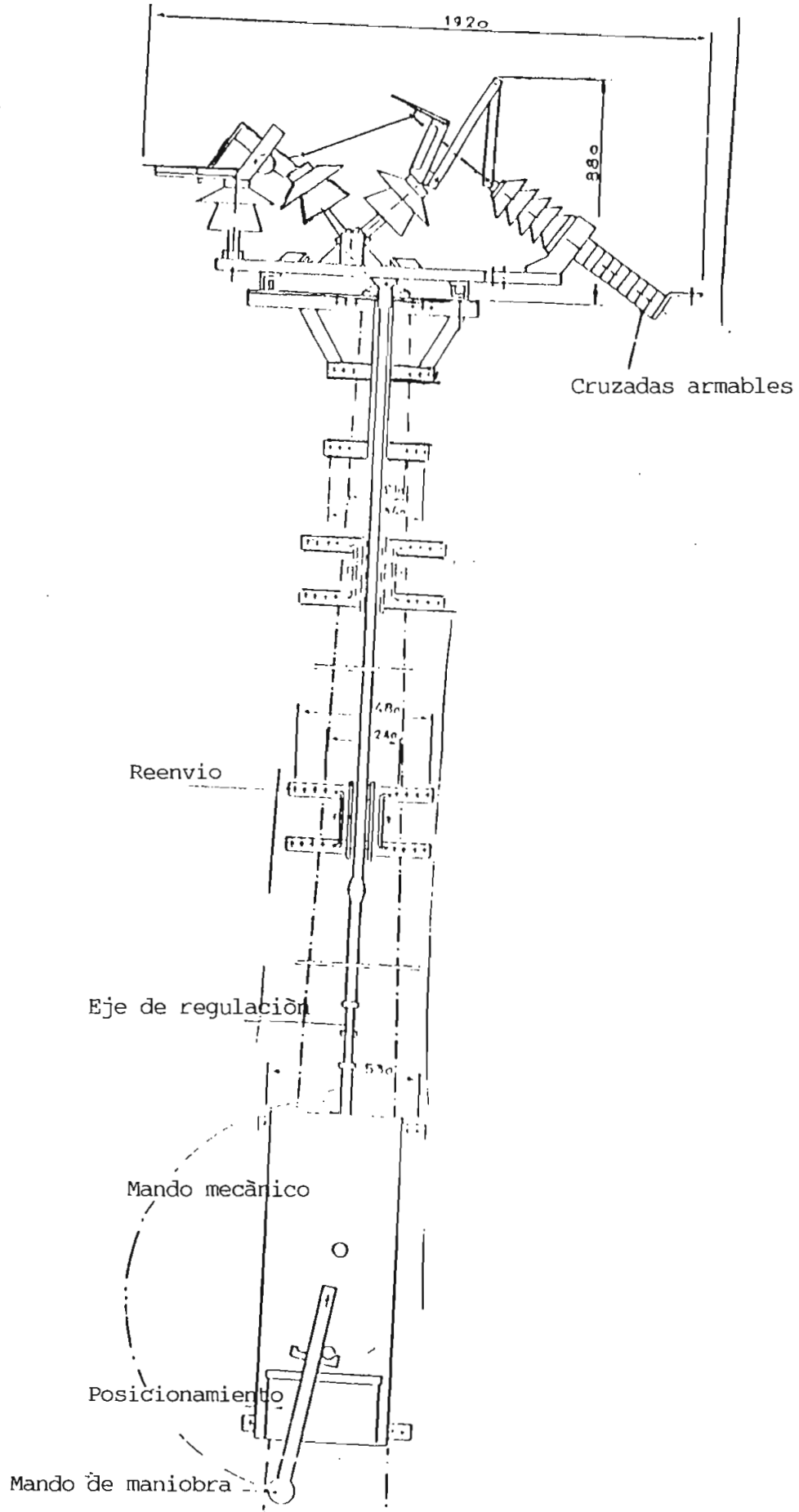
- O) Abertura del disyuntor
- RR reconexión rápida
- RL reconexión lenta
- SR

FIGURA 3

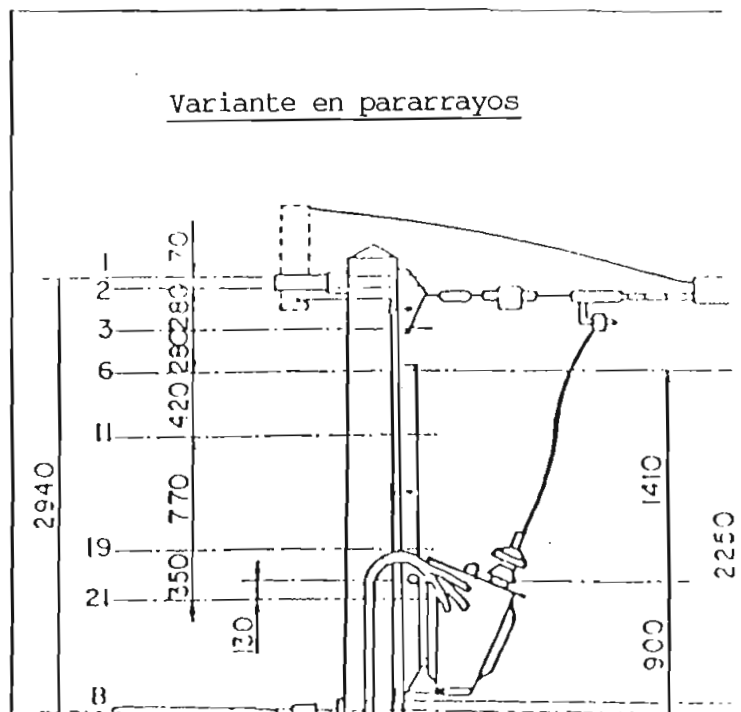
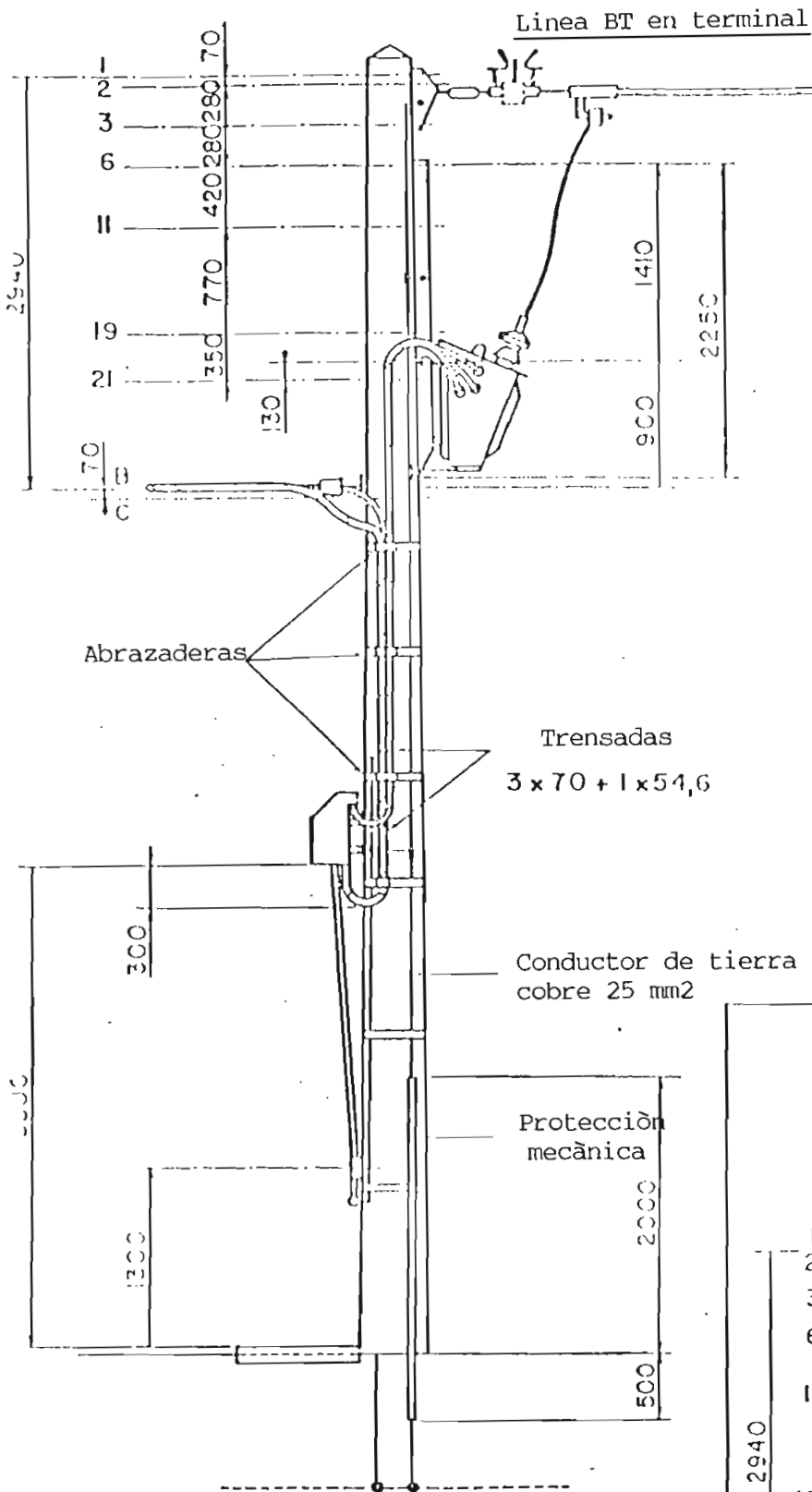
DISYUNTOR - SHUNT



FUGURA 4: Interruptor de abertura automática en caso de caída de tensión (IACT)

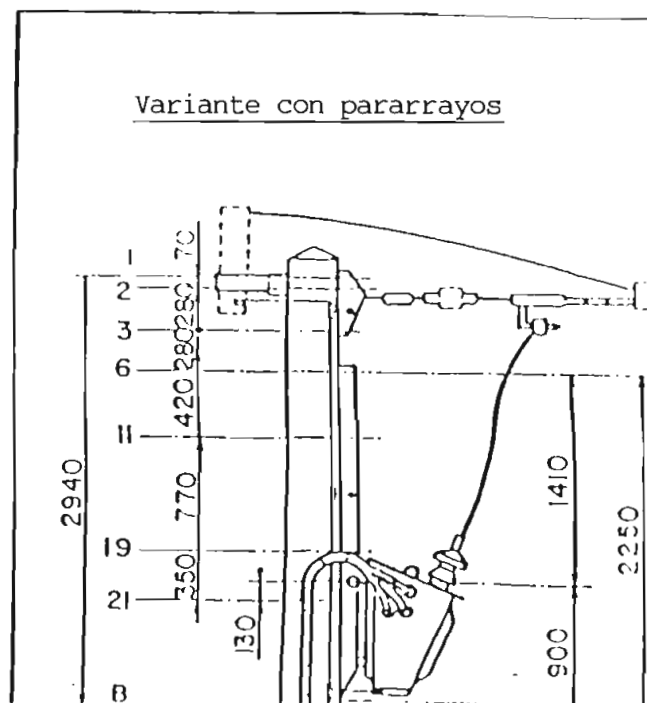
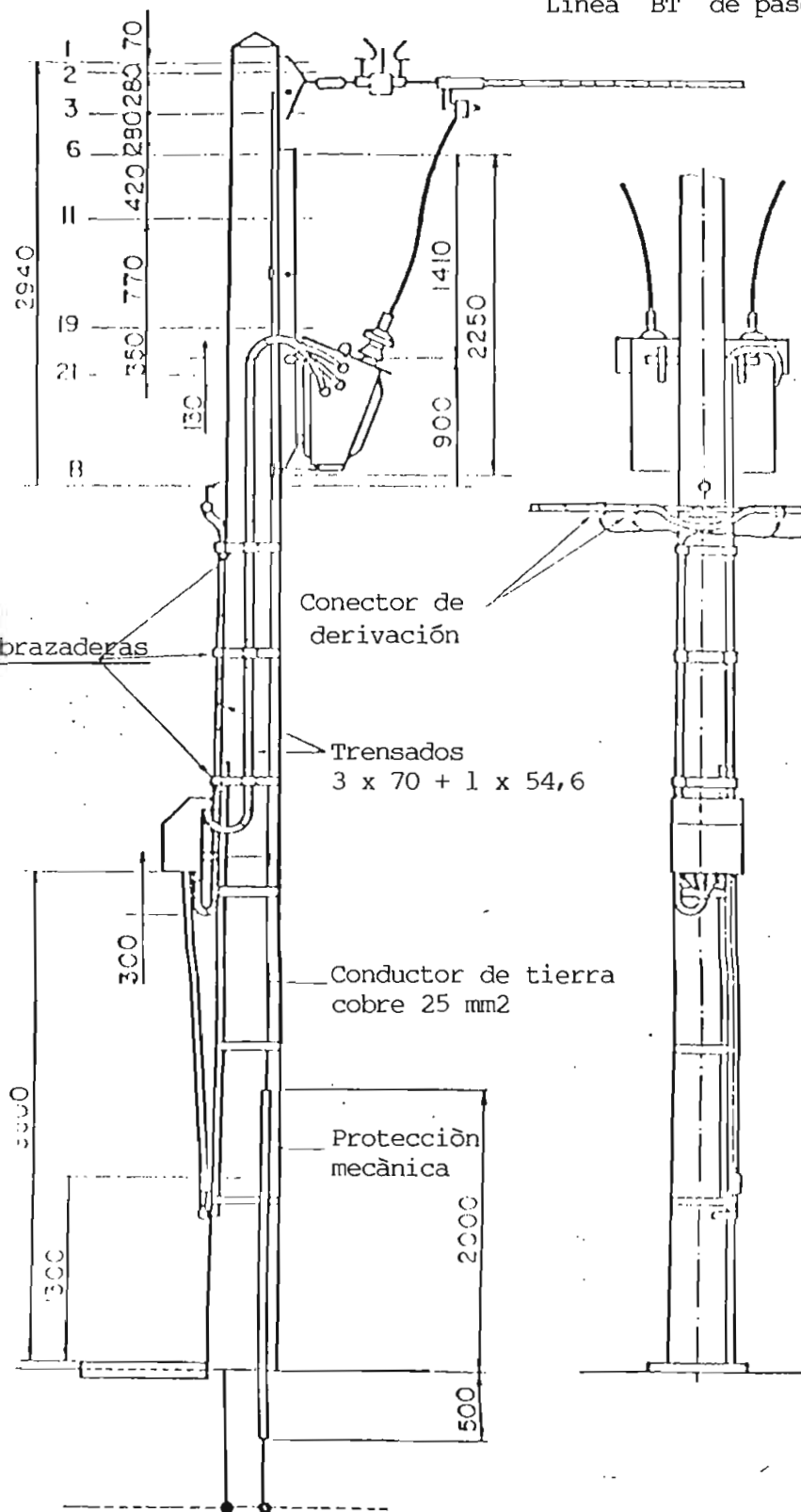


Transformador en antena sobre posté puesto en terminal



Transformador en antena sobre poste puesto en terminal

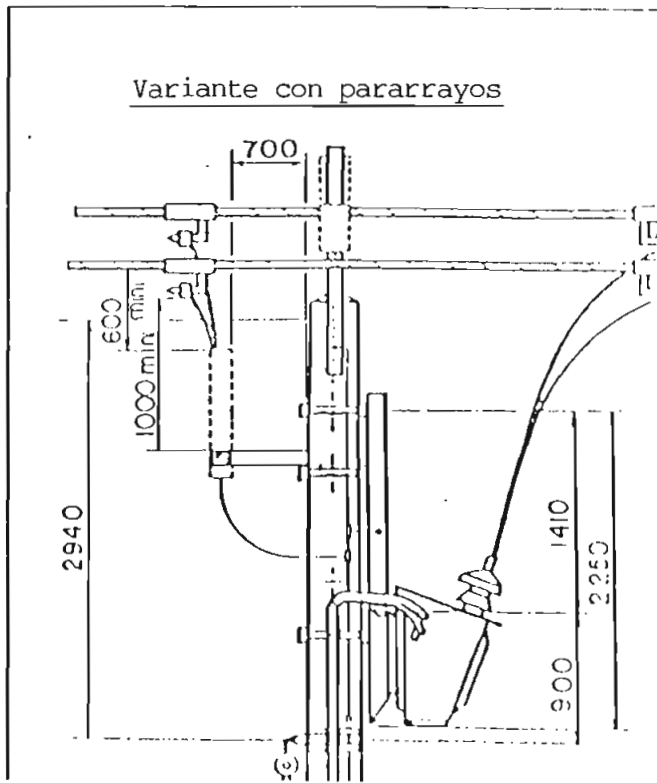
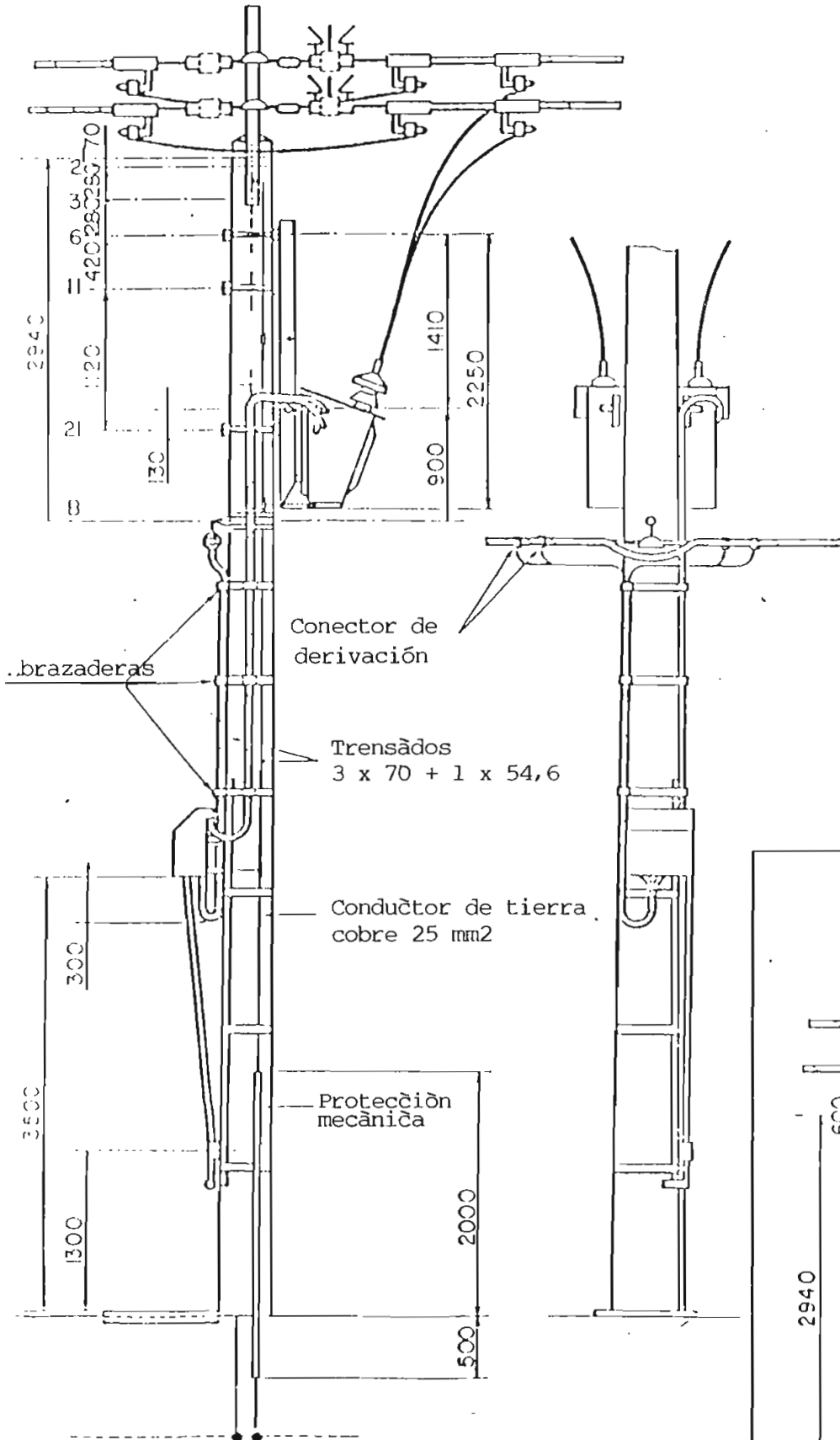
Linea BT de paso



Dimensiones en mm

Transformador sobre poste conectado debajo de una línea

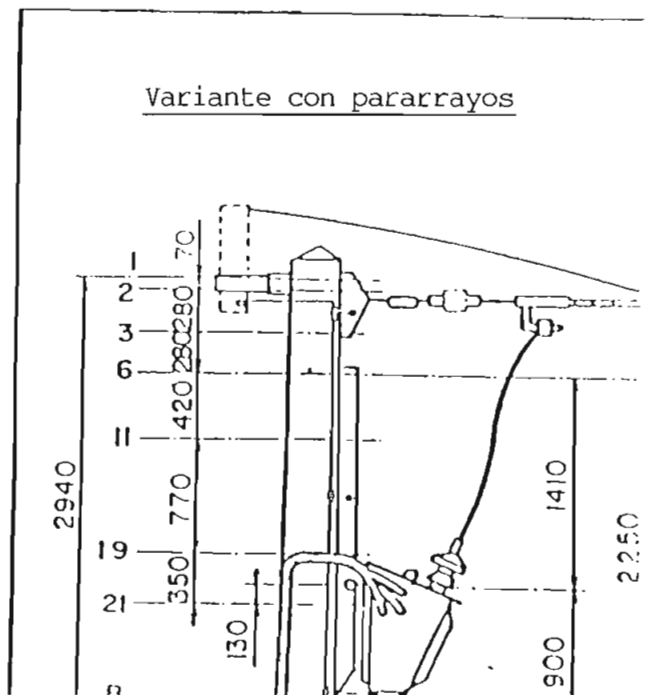
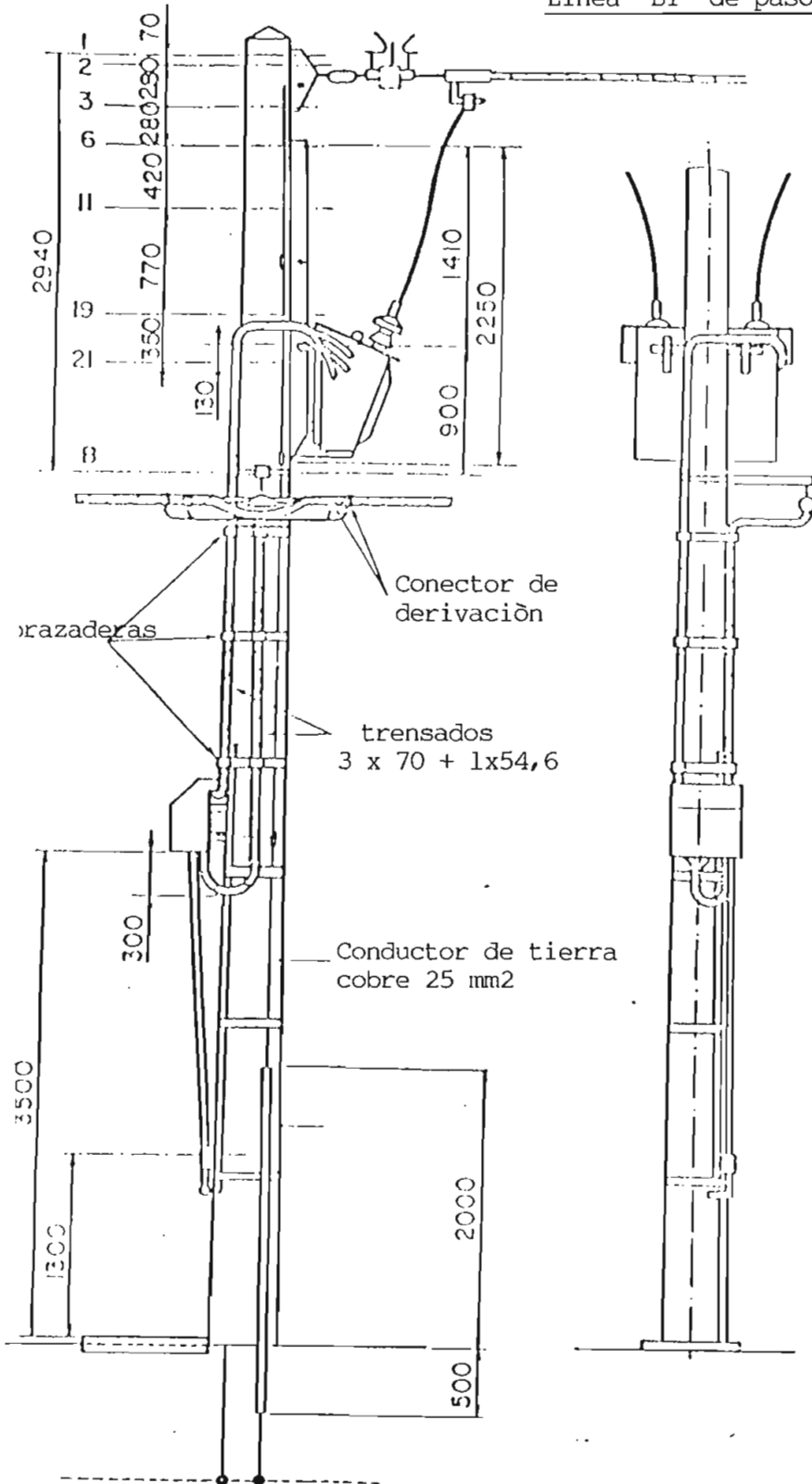
Línea BT de paso



dimensiones en mm

Transformador en antena sobre poste terminal

Linea BT de paso



dimensiones en mm

Figura 6: Câmara tipo rural simplificada

CORTE A-A

Cable de union BT

Tablero BT de tamaño reducido, con fusibles

Toma corriente

Cable 20 kV

1500

IMPLANTACION

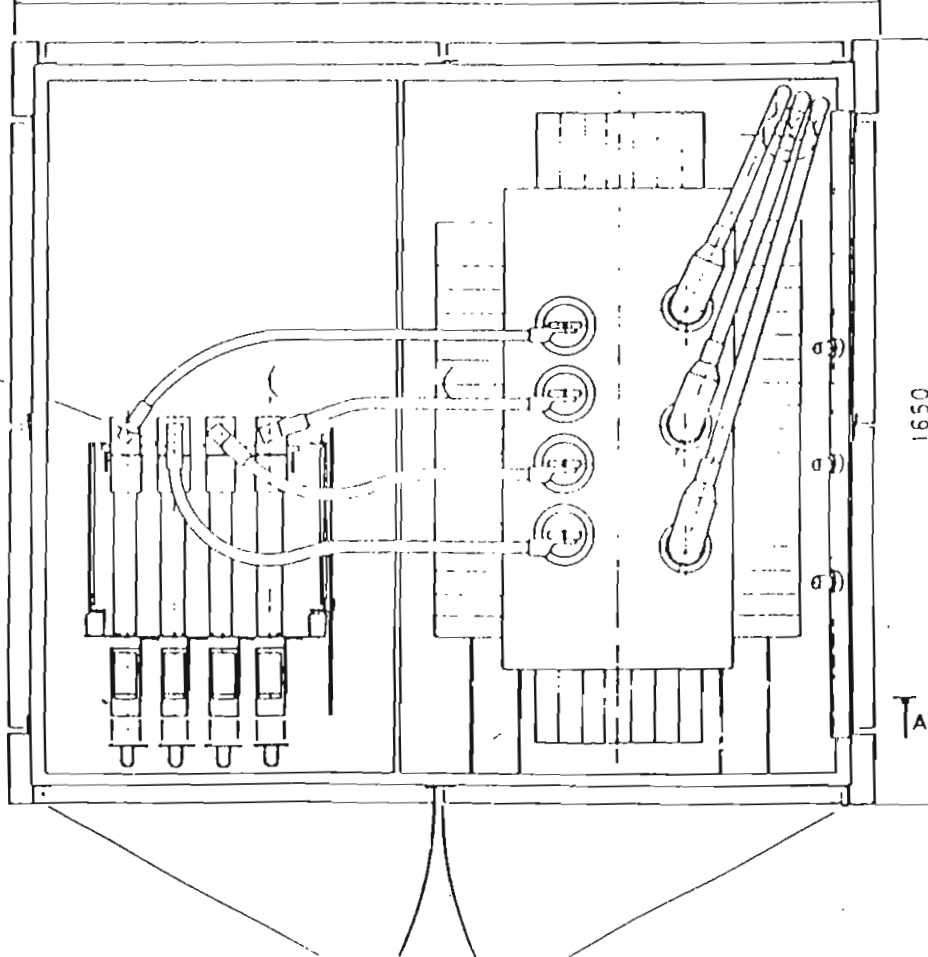
1820

Disyuntor o interruptor BT

1650

A

A



Manguito de fase

M 1117



(a)

Manguito de acople mensajero

M 1118



(b)



(c)



Figura 7 : Materiales de compresión

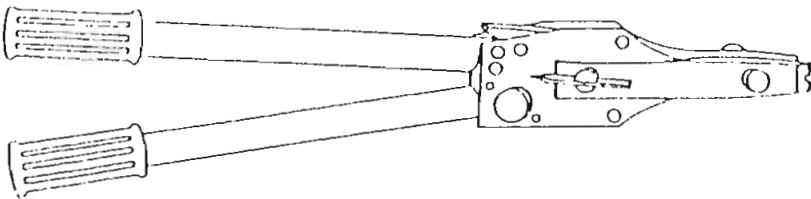


Figura 8: Prensa mecánica para compresión

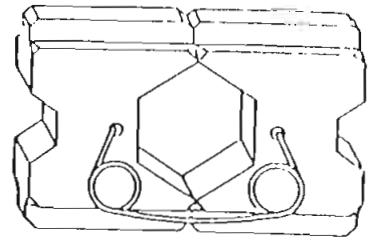


Figura 9: Matricería de compresión de tipo reversible

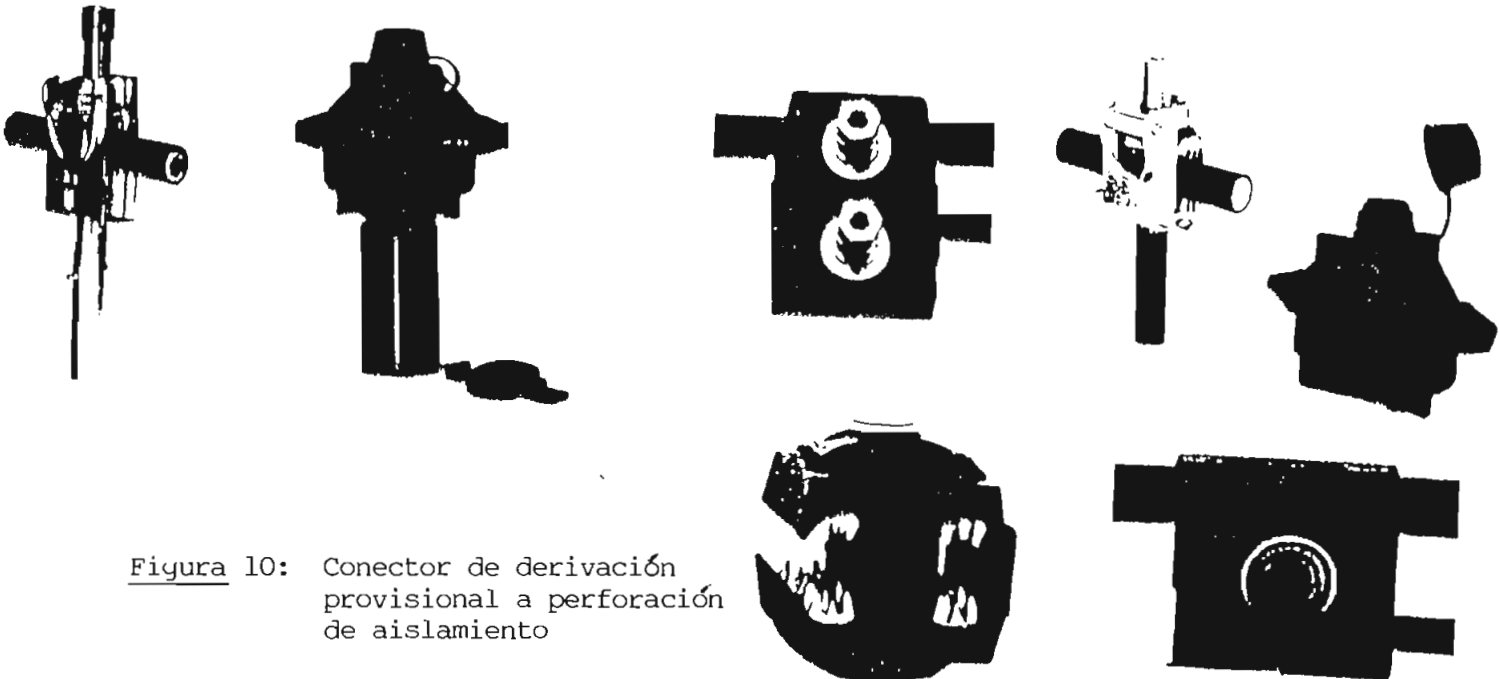


Figura 10: Conector de derivación provisional a perforación de aislamiento

Figura 11: Conector de derivación de perforación de aislamiento

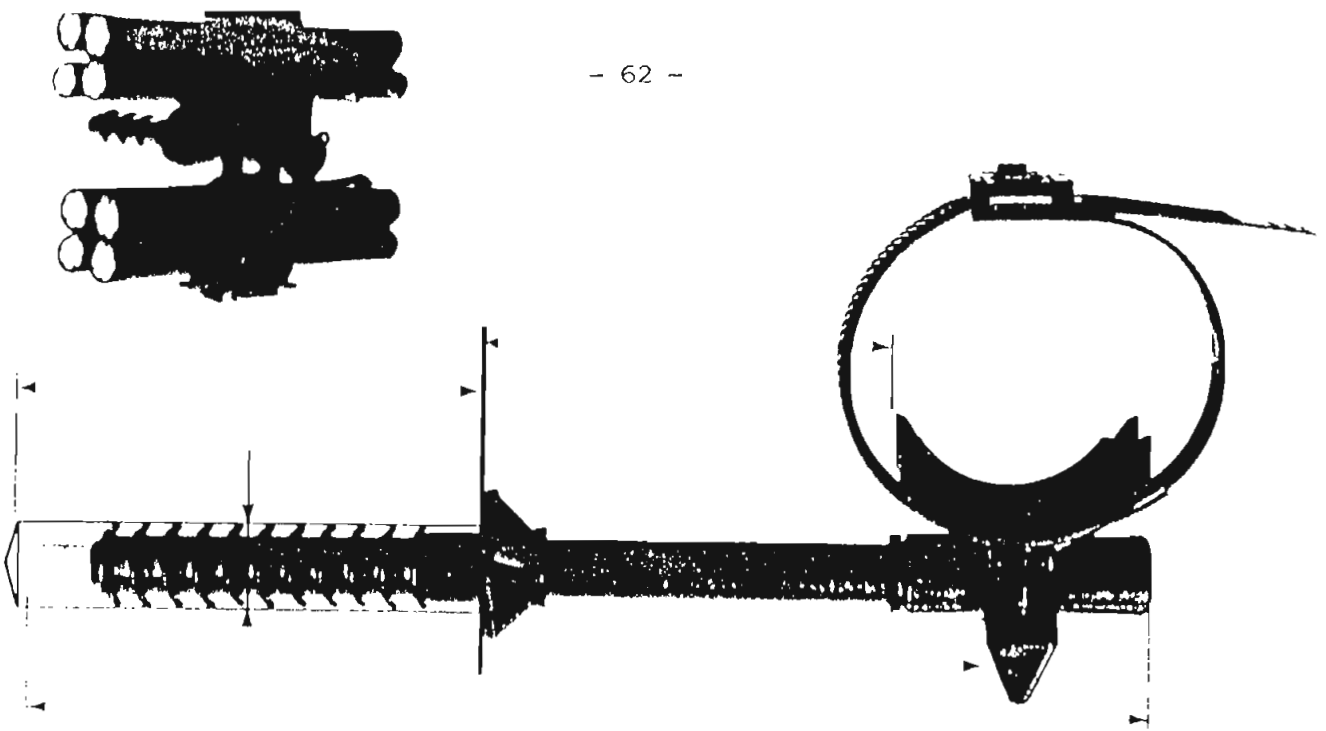


Fig. 12: Conjunto de suspensión para redes sobre fachadas

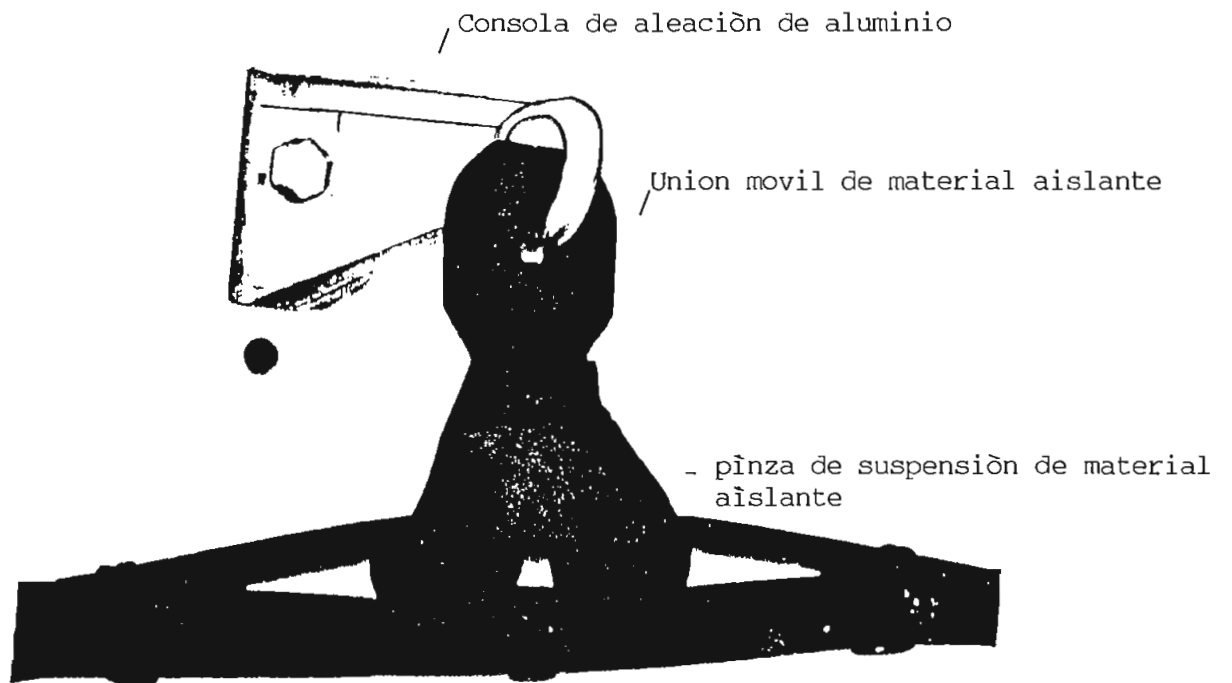


Fig. 13 : Conjunto de suspensi3n para redes tendidas sobre soportes

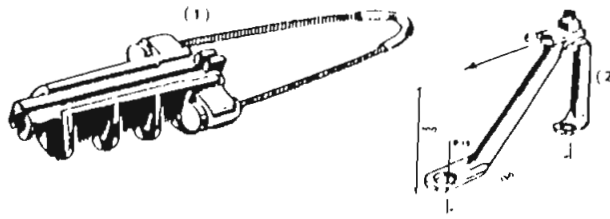


Fig. 14: Conjunto de anclaje para redes tendidas sobre fachadas

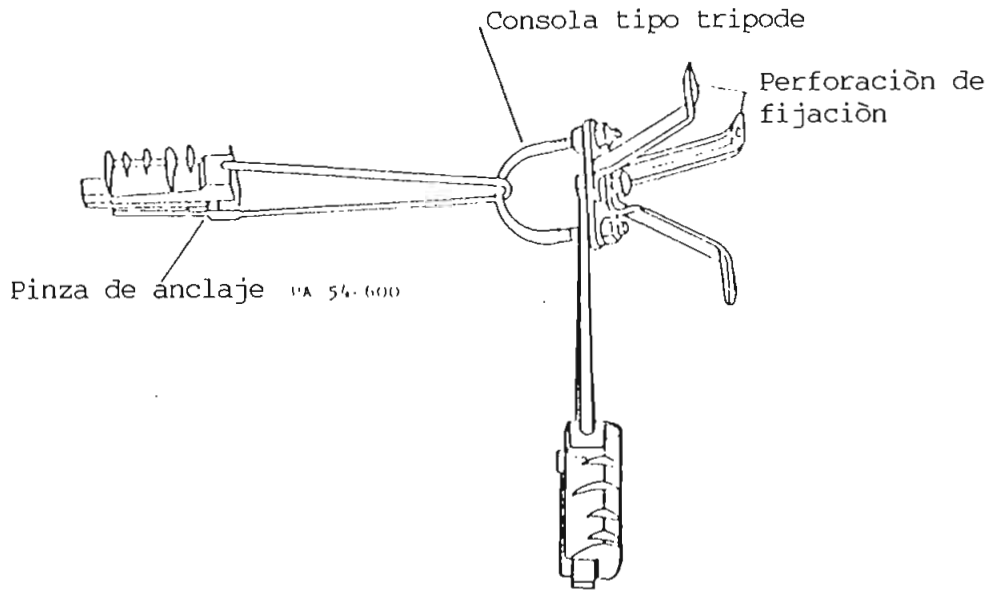


Fig. 15: Conjunto de anclaje doble para redes tendidas sobre fachadas

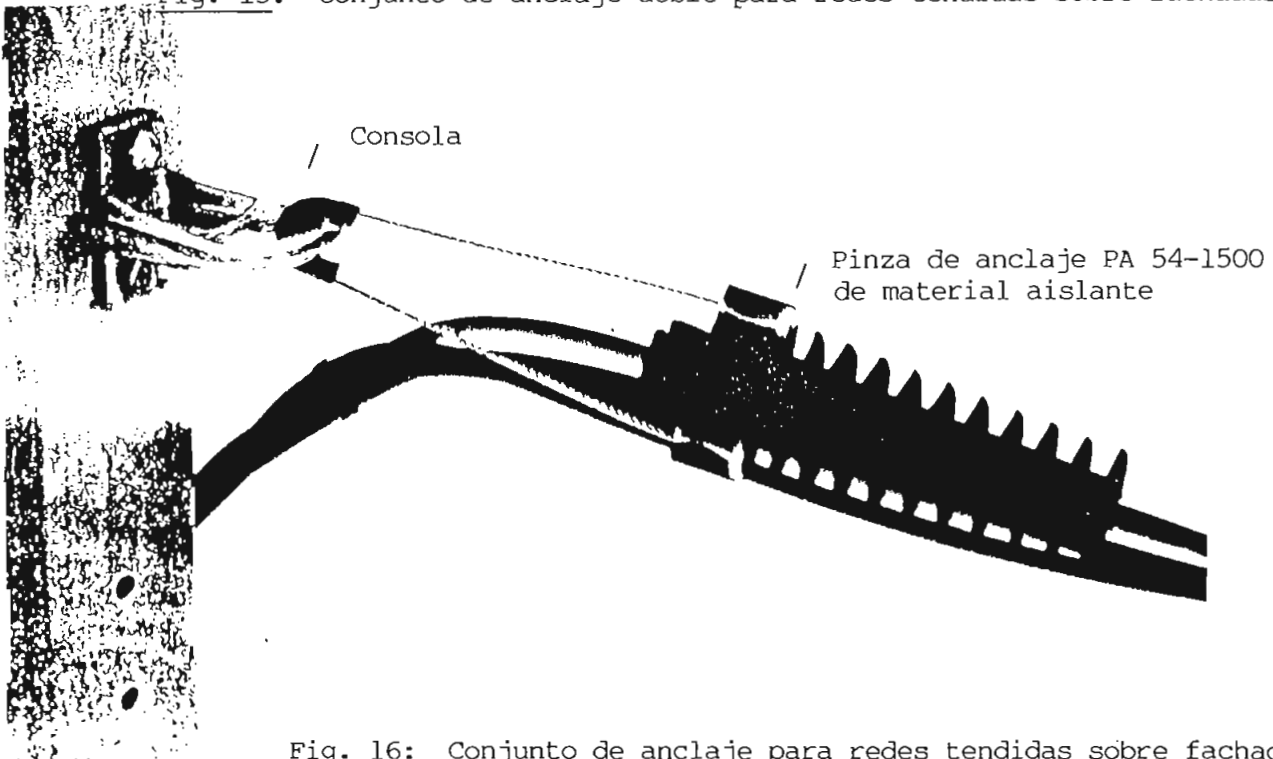


Fig. 16: Conjunto de anclaje para redes tendidas sobre fachadas

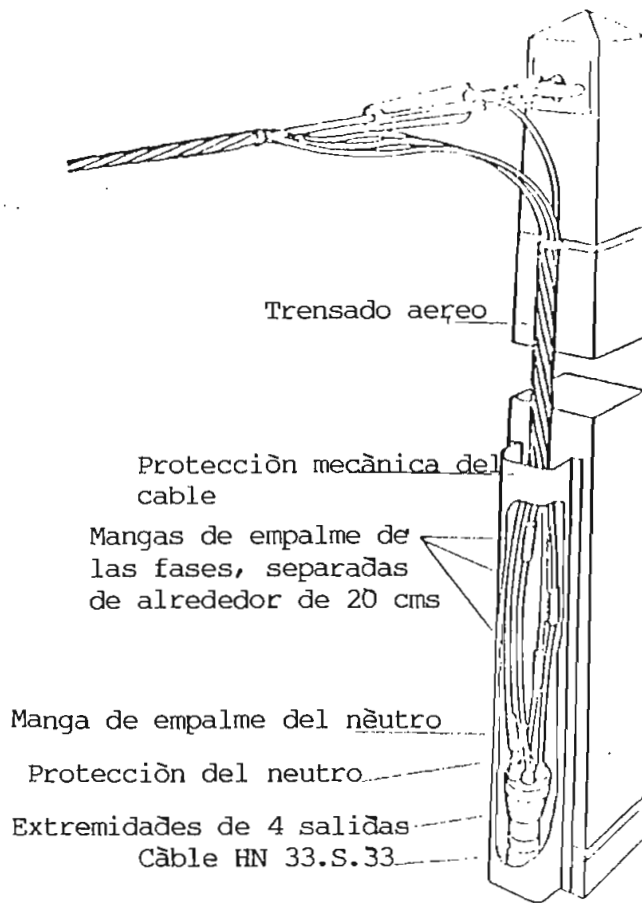


Fig. 17: Union aerea subterranea - salida en una dirección

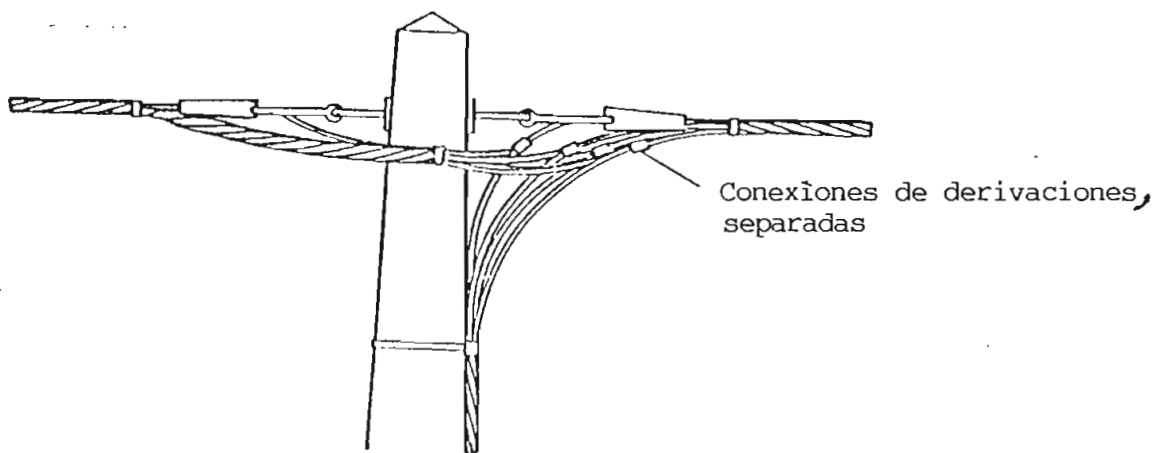


Fig. 18: Union aerea subterranea - salida en dos direcciones



Fig. 19: pinza de anclaje para acometidas



Fig. 20: Conectores para conexiones en caliente sobre linea BT de conductores no aislantes

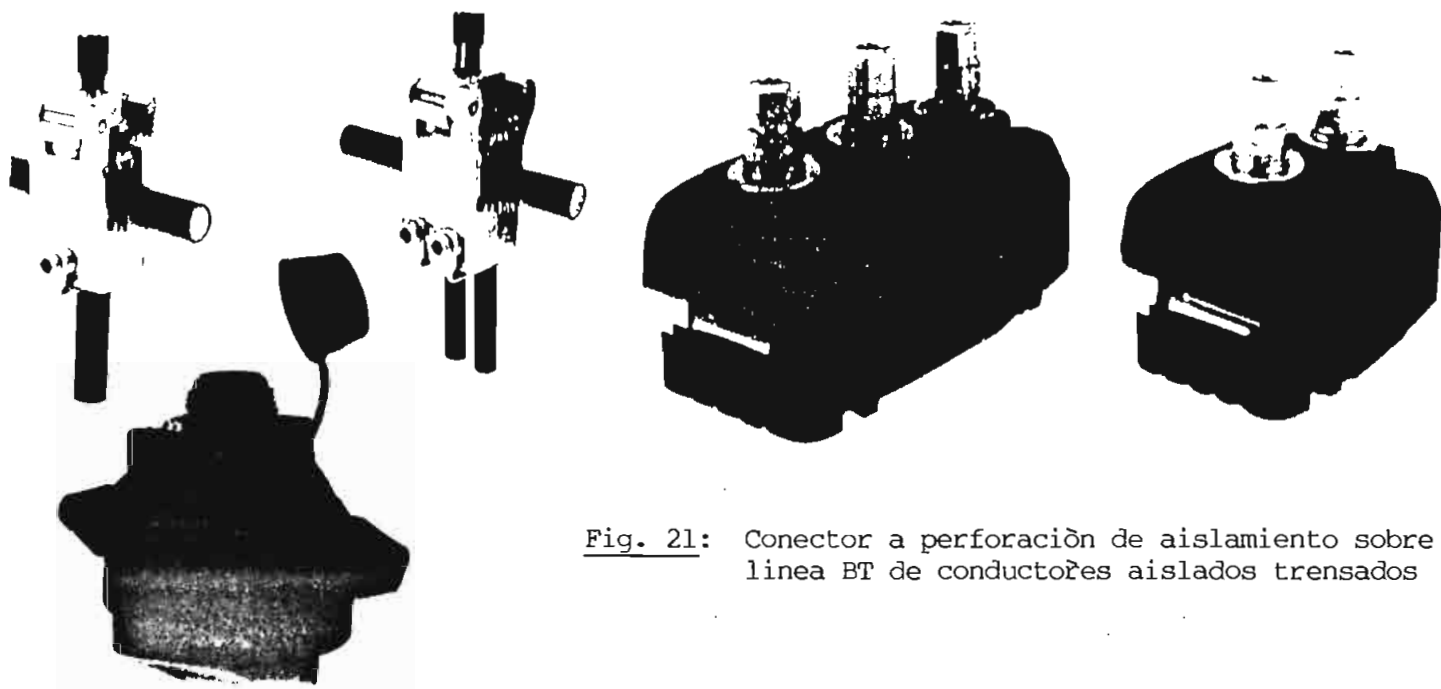


Fig. 21: Conector a perforación de aislamiento sobre linea BT de conductores aislados trensados

Figura 21: (otros)

