

## EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA SISTEMA DE DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION LA SUBESTACION ELECTRICA CONVENCIONAL

El sistema consta de las siguientes partes:

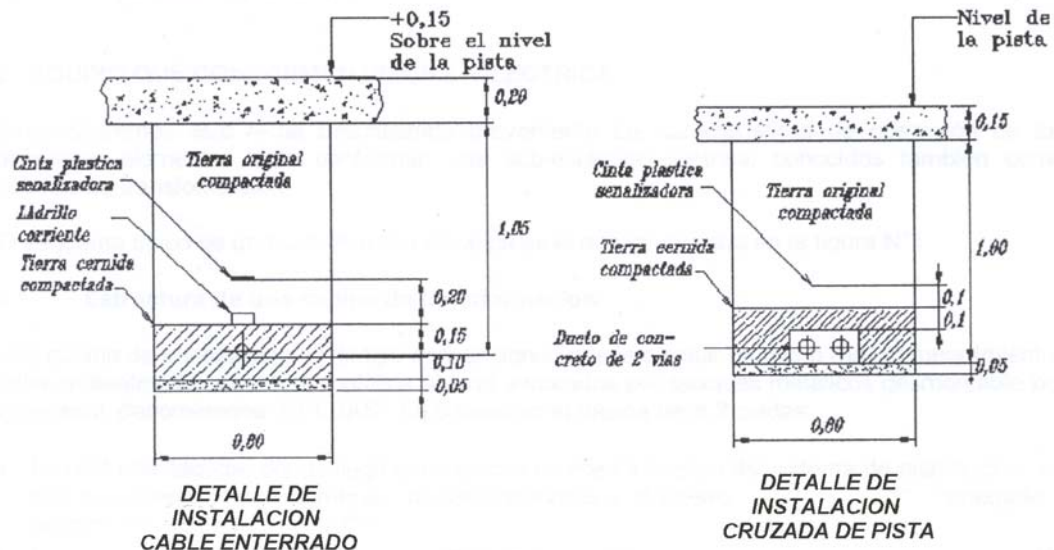
- La red de alimentación en alta tensión (10 kV) que comprende el cable subterráneo, las cajas terminales, los ductos, las cruzadas etc. que sean necesarios.
- La sub-estación de transformación de 10 kV, a la tensión requerida por el usuario, cuyo equipamiento básico es el siguiente: el transformador, los equipos de protección, los equipos de operación y accesorios complementarios.

### 1. RED DE ALIMENTACION EN 10 Kv.

A continuación haremos una breve descripción del tendido de la red de alimentación en media tensión a una sub-estación de 10 kV, mediante cables tendidos en zanjas.

#### 1.1 Zanja y tendido de Cable.

La zanja para el tendido de cable tendrá las siguientes dimensiones; ancho 0,6 a 0,8 m y 1.10 a 1,20 m de profundidad. En el fondo de la zanja se llenara un solado de arena cernida (zarandeada) de 0,05 m sobre el cual se tenderá el cable, teniendo cuidado durante la maniobra de no dañar el aislamiento del mismo, ni someterlo a esfuerzos mecánicos. Sobre el cable se esparcirá una capa de arena cernida de 0.10 m de espesor y luego se rellenará con tierra libre de piedras una capa de 0,20 m sobre ella se coloca una hilera de ladrillos o una cinta plástica color amarillo con la indicación "PELIGRO ALTA TENSION", luego se procede a llenar la zanja con capas de tierra cernida y compactada.



La figura muestra un ejemplo de la zanja típica que se instala para un cable enterrado, cuando el cable cruza una pista es instalado en ductos de concreto en los cuales se dejan vías libres para la instalación de futuros conductores.

En la figura se muestra un ducto de dos vías, una de las cuales se deja taponada con trapo y brea en los extremos.

## 1.2 Cable.

El cable de alimentación de media tensión usado en una instalación industrial moderna es de tipo N2YSY o N2XSY (norma VDE) formado por conductores cableados de cobre electrolítico, capas de compuesto semiconductor, capa de aislamiento de polietileno reticulado con o sin cinta de cobre electrolítico, recubiertos con chaqueta de PVC color rojo. Los cables usados en instalaciones cuya antigüedad data 40 años o más son de tipo NKY con aislamientos de papel en aceite, forro de plomo y cubierta de plástico.



Cable NKY



Cable N2XSY

Cortesía de CEPER del Perú

Las especificaciones técnicas de estos cables son:

Tensión de servicio	kV
Sección	mm <sup>2</sup>

## 1.3 Los terminales

Los terminales para el cable de media tensión son fabricados con recubrimientos aislantes de alta resistencia autovulcanizables. Anteriormente se usaban “cajas terminales” construidas de fundición en aluminio o hierro herméticas, rellenas de una masa de resina compuesta para media tensión, previa protección de los conductores con cintas especiales.

Las especificaciones técnicas de los terminales deben incluir:

Tensión de servicio	kV
Sección del conductor	mm <sup>2</sup>
Tipo de cable	N2YSY o NKY

## 1.4 Aisladores

Son de forma cónica, para montaje de tipo interior con bornes metálicos para el soporte de las barras de la tensión nominal. Los aisladores son de porcelana ó ARALEDIT con armadura y perno de fijación interior.

## **2. EQUIPO QUE CONFORMA LA SUBESTACION ELECTRICA**

Las características de operación y funcionamiento de los diferentes elementos, que conforman una sub-estación eléctrica convencional

El diagrama unifilar de una sub-estación eléctrica es el que se muestra en la figura N°1

### **2.2 Estructura de la cabina de transformación**

La cabina de transformación de tipo convencional, puede constar de uno o más compartimientos independientes de estructura metálica cerrada, denominados "Celdas". La sub-estación básica tiene dos tipos de celdas:

- La celda de llegada, donde se instala los seccionadores, los interruptores (10 kV) y la caja terminal.
- La celda de transformación donde se instala el transformador, las bases portafusibles y los fusibles.

En sistemas de distribución de media tensión de tamaño mediano o industrias donde existen más de una subestación eléctrica, suele existir una celda adicional denominada celda de transferencia en donde se conectan los cables que alimentan a otra subestación, en esta celda se instalan portafusibles tipo cut out o seccionadores de potencia para protección del alimentador.

La estructura de la subestación es de perfil angular o plancha plegada de acero, lo suficientemente rígida para soportar los esfuerzos mecánicos ocasionados en un cortocircuito. Las puertas de las celdas se construyan de estructura metálica con malla, actualmente el Código Nacional de electricidad recomienda el uso de puertas de plancha, estas puertas se deben abrir hacia fuera y tener bisagras y seguros que restrinjan el acceso a las celdas. Por lo general, son desmontables para facilitar el montaje inicial o el mantenimiento posterior de la subestación.

Todas las partes metálicas de los equipos que no se hallen bajo tensión así como las estructuras metálicas están puestas a tierra según las prescripciones del Código Nacional de Electricidad (CNE).

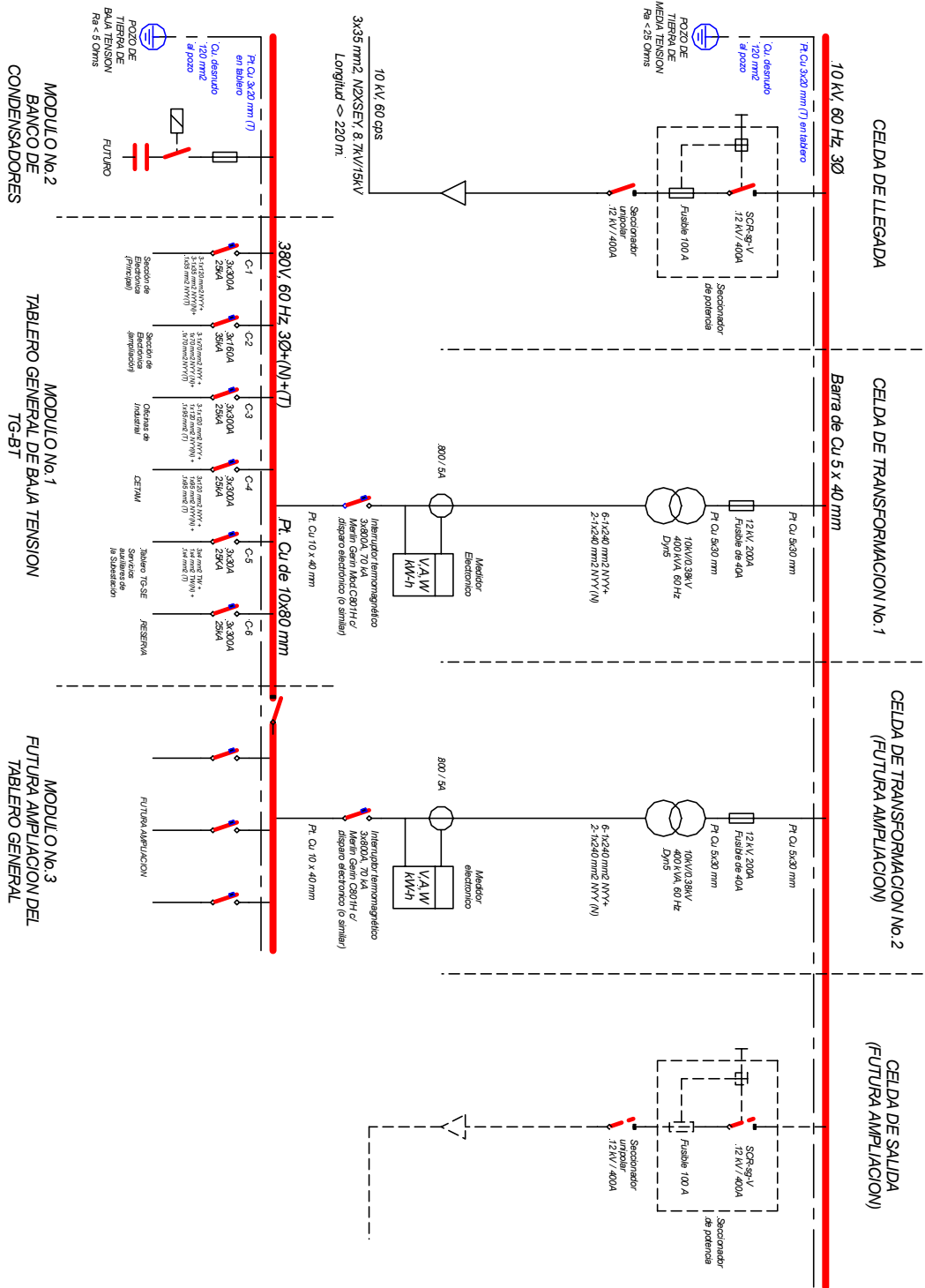
### **2.2 El Interruptor de media tensión.**

Existen diferentes dispositivos de maniobra usados para este fin, los más usados son el interruptor de volumen reducido de aceite automático o el Seccionador de potencia, para su selección se debe especificar las siguientes características:

Tensión Nominal	kV
Corriente nominal	A
Poder de ruptura	MVA
Frecuencia	Hz
Protección	Relés

El comando del interruptor es manual, mediante palanca o volante frontal y accionamiento de desenganche automático mediante relés de máxima corriente, directos, regulados para intensidades de servicio.

**Figura No.1**  
Esquema unifilar de subestación



### 2.3 Seccionadores

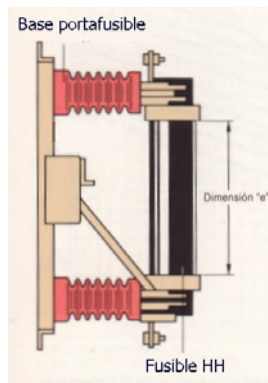
Son del tipo unipolar para maniobra con pértiga deben tener las siguientes características:

Tensión Nominal	kV
Corriente nominal	A

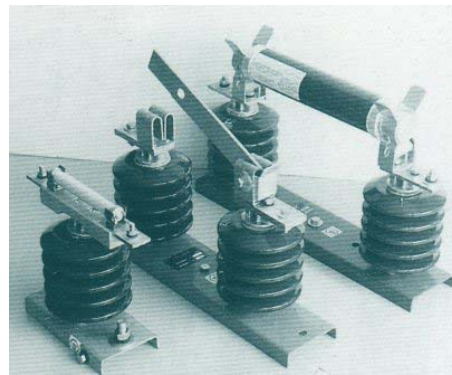
### 2.6 Cortacircuitos fusibles y bases portafusibles

Los cortacircuitos fusibles para la protección del transformador deben ser de alto poder de interrupción, tipo cartucho para maniobra con pértiga, poseerán las siguientes características.

Tensión nominal	10 KV
Corriente nominal	A



Fusible HH y base porta fusible



Seccionador y portafusibles de MT

Cortesía Siemens y Elecin

### 2.4 Aisladores Porta barras

Son de forma cónica, para montaje de tipo interior con bornes metálicos para soportar barras de Cu planas.

Los aisladores están fabricados de ARALDIT o de porcelana poseen implementos adecuados para su fijación interior con pernos.

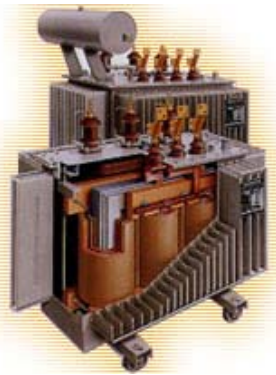
### 2.5 Barras de cobre

Son de cobre electrolítico de 99.9% de conductividad de una sección adecuada para la capacidad de corriente de cortocircuito. Las uniones entre barras y derivaciones se realizan utilizando pernos estañados o con protección similar adecuados.

## 2.7 Transformador

El transformador más usado en subestaciones (S.E.) es trifásico, del tipo para montaje interior con tanque conservador de aceite e indicador de nivel, termómetro, llaves de vaciado, ruedas de transporte, etc. Se consignará las siguientes características.

Potencia (trabajo continuo)	kVA
Tensión Primario	kV
Tensión secundario	kV
Frecuencia	Hz
Grupo de conexión	
Tensión de corto circuito	
Altitud de trabajo	m.s.n.m.



Transformador de potencia refrigerado por aire  
Cortesía Siemens

Los transformadores de potencia aceptan sobrecargas admisibles durante períodos de trabajo cortos. La magnitud de la sobrecarga admisible expresada en % con una sobre-elevación de temperatura por encima de su temperatura de trabajo continuo, se obtiene en tablas que el fabricante proporciona.

## 2.8 Pozos de conexión a tierra

Para la conexión a tierra del transformador, así como de las partes metálicas de los equipos, estructuras y cajas terminales que no se hallen bajo tensión se construyen pozos o tomas de tierra. En toda subestación eléctrica se tienen dos puesta a tierra, una para el sistema de media tensión y otra para el sistema de baja tensión. Al primero se conectan la estructura metálica de la cabina de la subestación y los transformadores, al segundo se conectan las estructuras metálicas, los soportes y los tableros de baja tensión.

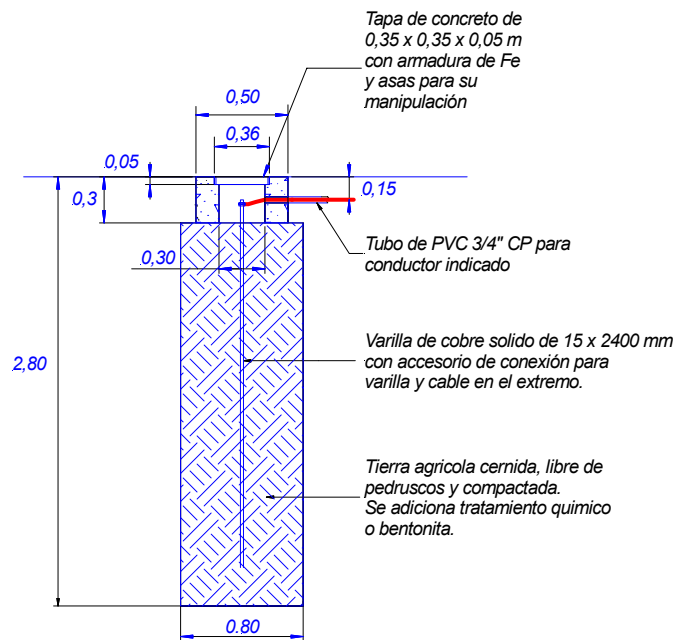
La distancia mínima entre los pozos de tierra de ambos sistemas debe ser mayor o igual a 5 veces la longitud de las varillas de puesta a tierra.

Las tomas de tierra son construidas de la siguiente manera; con un electrodo de tierra (resistencia) de cobre sólido o varilla de copperweld de 5/8" o 3/4" de diámetro y de 2,5 m de longitud; con su extremo inferior clavado y el extremo superior sujeto con abrazaderas donde se conectan las líneas de tierra del transformador y de los otros equipos.

Cada pozo de tierra tiene aproximadamente 2,8 m de profundidad, y esta compuesto de 0,20 m de tierra vegetal cernida en su parte inferior, la tierra utilizada puede ser tratada de la siguiente manera;

- Tratamiento con gel sintético para disminuir su resistividad.
- Relleno convencional, mediante el cual se coloca en el fondo una capa de carbón vegetal de 10 cm de altura, luego una capa de sal de 5 cm.; luego se rellena con tierra cernida hasta la mitad (aproximadamente) de la longitud del electrodo, donde se coloca 10 cm de carbón vegetal y 5 cm de sal, terminándose el relleno del pozo con tierra cernida hasta el nivel superior, después de su construcción o de la colocación de capas de sal, se deberá humedecer el terrero para aumentar su conductividad.

La elección del sistema de puesta a tierra depende del tamaño de la subestación eléctrica, las características de la instalación que sirve, el terreno y la disponibilidad de espacio.



**DETALLE DE POZO  
DE TIERRA TÍPICO REFERENCIAL**

## **2.9 Tablero general de Baja Tensión**

Son construidos con perfiles metálicos y planchas, con puertas frontales con el objeto de tener fácil acceso a los implementos que estos contienen. Generalmente son sometidos a un proceso de arenado y a un acabado de pintura (2 capas). Por lo general son del tipo auto soportado y moduladores que permiten un fácil transporte y ampliación.

En su interior se encuentran todos los soportes y accesorios de montaje para los diversos aparatos; incluyendo las barras de Cu electrolítico de sección adecuada para la intensidad

nominal. Las barras de distribución están montadas sobre aisladores porta barras con aislamientos de 1 kV.

La entrada de los alimentadores provenientes del transformador puede ser por la parte inferior mediante canaleta subterránea o por la parte superior mediante una canaleta aérea. Los alimentadores por lo general son cables tripolares del tipo NYY, aunque también se pueden usar barras de Cu. El tablero y su estructura están conectados a su pozo de tierra respectivo.

En el tablero general de baja tensión se instalan:

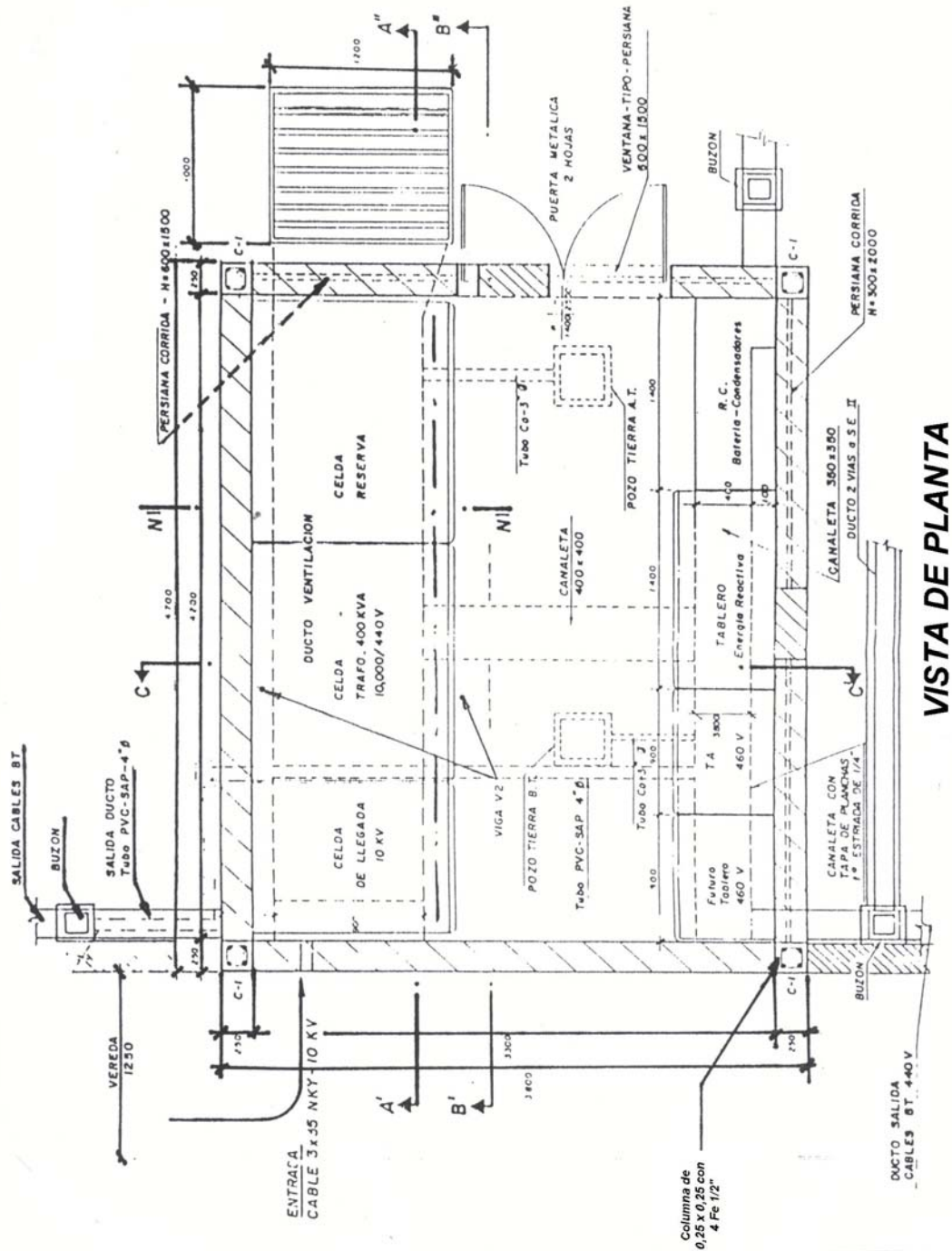
- Los instrumentos de medición.
- Los accesorios de los instrumentos de medición.
- Los fusibles con sus zócalos porta-fusibles
- El interruptor automático general de llegada o en su defecto un Seccionador portafusibles.
- Los interruptores automáticos de cada circuito derivado.

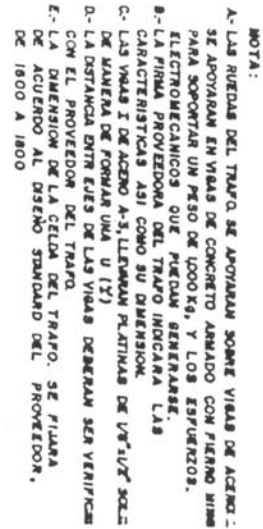
En la actualidad se esta usando en nuestro país la norma IEC 439 en la cual detallan las características normalizadas de los tableros.



**VISTAS DE UNA SUBESTACION CONVENCIONAL TÍPICA**

En las siguientes figuras se presentan vistas de una subestación eléctrica convencional, las dimensiones son referenciales y las gráficas no tienen escala normalizada.





CORTE A'-A''

