

## DISEÑO Y PROYECTO

### 2.1 PERSPECTIVAS Y APLICACIONES

#### 2.1.1 PERSPECTIVAS

#### 2.1.2 APLICACIONES

### 2.2 TIPOS DE SISTEMA APLICABLES EN INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS

#### 2.2.1 CONFIGURACIONES

##### A) MEDIA TENSIÓN

###### A.1 Configuración en anillo.

A.1.1 Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación.

A.1.2 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación.

A.1.3 Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación.

A.1.4 Sistema de alimentación selectiva.

##### B) BAJA TENSIÓN

###### B.1 Configuración radial.

#### 2.2.2 MEDIA TENSIÓN

A) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE 200 A

B) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE 600 A

#### 2.2.3 BAJA TENSIÓN

### 2.3 TIPOS DE INSTALACIONES

#### 2.3.1 DISTRIBUCIÓN RESIDENCIAL

2.3.2 DISTRIBUCIÓN COMERCIAL Y TURÍSTICA

2.3.3 DISTRIBUCIÓN COMERCIAL Y TURÍSTICA QUE  
REQUIEREN ALTA CONFIABILIDAD

2.3.4 DISTRIBUCIÓN INDUSTRIAL

2.4 OBRA CIVIL

2.4.1 DIFERENTES TIPOS DE TERRENOS EN LOS CUALES ES  
APLICABLE LA PRESENTE NORMA

2.4.2 CANALIZACIÓN A CIELO ABIERTO

A) CONSIDERACIONES GENERALES

B) TERRENO BLANDO Y NORMAL

C) TERRENOS CON NIVEL FRÉATICO MUY ALTO

D) TERRENO ROCOSO

2.4.3 PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA

2.4.4 INSTALACIONES EN PUENTES O CRUCE DE RÍOS

A) INSTALACIONES EN PUENTES

B) CRUCE DE RÍOS

2.5 OBRA ELECTROMECAÁNICA

2.5.1 ACCESORIOS

A) MEDIA TENSIÓN

A.1 Sistemas de 200 A.

A.2 Sistemas de 600 A.

A.3 Transiciones.

A.4 Conexiones para sistemas de tierra.

## ÍNDICE

## CAPÍTULO 2

## DISEÑO Y PROYECTO

- 2.1 PERSPECTIVAS Y APLICACIONES
- 2.2 TIPOS DE SISTEMAS APLICABLES EN INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS
- 2.3 TIPOS DE INSTALACIONES
- 2.4 OBRA CIVIL
- 2.5 OBRA ELECTROMECAÁNICA
- 2.6 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS
- 2.7 LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS

## B) BAJA TENSIÓN

## 2.5.2 TRANSFORMADORES

## A) TRANSFORMADORES PARTICULARES

A.1 Especificaciones.

A.2 Tipos.

A.3 Características.

A.4 Conexión.

A.5 Pérdidas.

## B) TRANSFORMADORES DE CFE

B.1 Especificaciones.

B.2 Tipos.

B.3 Características.

B.4 Conexión.

## 2.5.3 EQUIPO DE SECCIONALIZACIÓN Y PROTECCIÓN

## 2.5.4 ACOMETIDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

## A) ACOMETIDAS EN MEDIA TENSIÓN

## B) ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN

## 2.5.5 ALUMBRADO PÚBLICO

## A) ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

## B) ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN

## 2.6 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS

## 2.6.1 DENSIDAD DE CARGA

## A) DETERMINACIÓN DE DENSIDADES DE CARGA

A.1 Cargas de tipo residencial.

A.2 Cargas de tipo comercial.

A.3 Cargas para remodelaciones de instalaciones  
Aéreas a Subterráneas.

## 2.6.2 CARGAS Y DEMANDAS MÁXIMAS

## 2.6.3 TRANSFORMADORES

### A) CAPACIDADES NORMALIZADAS

A.1 Transformadores monofásicos.

A.2 Transformadores trifásicos.

### B) UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS

### C) UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

### D) RECOMENDACIONES GENERALES

## 2.6.4 CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDAS

### A) CIRCUITO EQUIVALENTE

### B) VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS

B.1 Circuitos de media tensión.

B.2 Circuitos de baja tensión.

B.3 Acometidas de baja tensión.

### C) VALORES DE RESISTENCIA, REACTANCIA INDUCTIVA Y REACTANCIA CAPACITIVA

## 2.6.5 CABLES

### A) SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES

A.1 Circuitos de media tensión.

A.2 Circuitos de baja tensión.

A.3 Acometidas en baja tensión.

A.4 Acometidas en baja tensión a concentración de medidores.

B) NIVEL DE AISLAMIENTO

C) TENSIONES DE JALADO PARA CABLES

#### 2.6.6 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

A) LINEAMIENTOS BÁSICOS

B) INFORMACIÓN GENERAL

C) DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

C.1 Relevadores.

C.2 Seccionadores tipo poste.

C.3 Seccionadores tipo pedestal.

C.4 Fusible tipo expulsión.

C.5 Protección de S.E. Tipo pedestal y sumergible.

C.6 Para seccionadores de transferencia manual o automática.

C.7 Codos de 200 A portafusibles, y fusibles en línea.

C.7.1 Tensión nominal.

C.7.2 Corriente nominal continua.

C.7.3 Capacidad interruptiva.

#### 2.6.7 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIÓN

### 2.7 LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS

#### 2.7.1 TRÁMITES

A) TRÁMITES PREVIOS

- B) OFICIO RESOLUTIVO
- C) BASES DE PROYECTO
- D) APROBACIÓN DEL PROYECTO
- E) DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

#### 2.7.2 SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA

- A) SIMBOLOGÍA
  - A.1 Notas generales.
- B) NOMENCLATURA
  - B.1 Notas generales.

#### 2.7.3 PRESENTACIÓN DE PLANOS

- A) GENERALIDADES
- B) TAMAÑO DE LOS PLANOS
- C) CUADRO DE REFERENCIA
- D) ESCALAS

#### 2.7.4 PLANOS DE PROYECTO

- A) PLANO GENERAL DE MEDIA TENSIÓN
- B) PLANO GENERAL DE BAJA TENSIÓN
- C) PLANO DE DETALLES DE LA OBRA ELÉCTRICA
- D) PLANO DE ALUMBRADO
- E) PLANO GENERAL DE LA OBRA CIVIL
- F) PLANO DE DETALLES DE LA OBRA CIVIL

#### 2.7.5 MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA

- A) GENERALIDADES DEL DESARROLLO
- B) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO



- C) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA ELÉCTRICA
- D) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA
- E) IDENTIFICACIONES
- F) ALUMBRADO PÚBLICO

## DISEÑO Y PROYECTO

### 2.1 PERSPECTIVAS Y APLICACIONES

#### 2.1.1 PERSPECTIVAS

Las siguientes especificaciones son normas para el diseño y construcción de todos los Sistemas de Distribución Subterránea de la Comisión Federal de Electricidad.

Deben seguirse lo más cerca posible por la CFE y contratistas. Para cualquier desviación derivada de una situación específica no contemplada en estas normas, se debe obtener una aprobación por parte de la Subgerencia de Distribución Divisional.

La descripción de los equipos materiales y accesorios que se incluyen en la presente Norma, son con la finalidad de proporcionar una referencia rápida para consulta. Para la construcción o fabricación de los mismos, debe recurrirse a las especificaciones de producto correspondiente.

#### 2.1.2 APLICACIONES

En general se aplicarán estas Normas en los lugares descritos a continuación:

- A) Desarrollos residenciales de nivel alto, medio e interés social.
- B) Áreas comerciales importantes que requieren alta confiabilidad.
- C) Áreas de ciudades o poblaciones consideradas como centros históricos o turísticos.
- D) Poblaciones ubicadas en áreas de alta contaminación salina, industriales y/o expuestas a ciclones.
- E) Desarrollos urbanísticos con una topografía irregular.
- F) Zona arboladas o consideradas como reservas ecológicas.
- G) Lugares de concentración masiva como mercados, centrales de autobuses, aeropuertos, estadios, centros religiosos importantes, etc.

H) Avenidas y calles con alto tráfico vehicular.

I) Plazas cívicas.

La relación anterior no limita la aplicación de las instalaciones Subterráneas en áreas no incluidas en la misma.

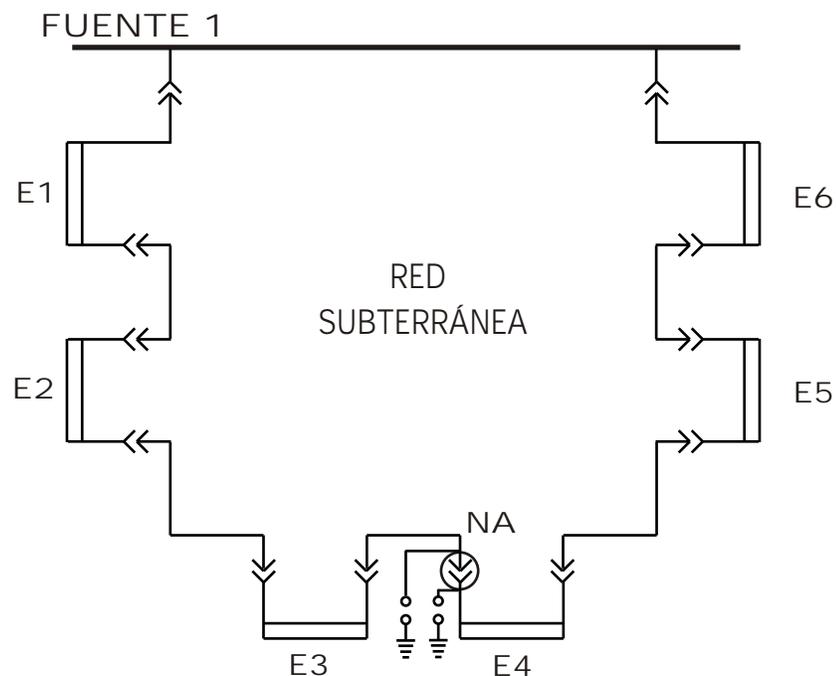
## 2.2 TIPOS DE SISTEMAS APLICABLES EN INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS

### 2.2.1 CONFIGURACIONES

#### A) MEDIA TENSIÓN

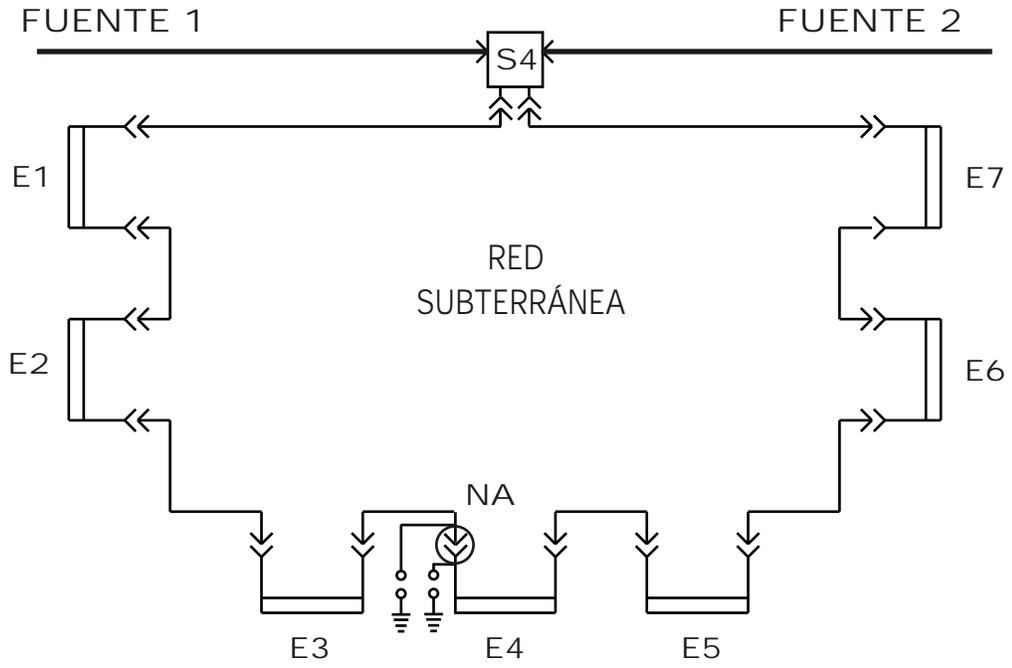
A.1 Configuración en anillo. Es aquella que cuenta con más de una trayectoria para proporcionar el servicio de energía eléctrica.

A.1.1 Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación. Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con una sola fuente de alimentación. Opera en forma radial con un punto normalmente abierto en el centro de la carga.

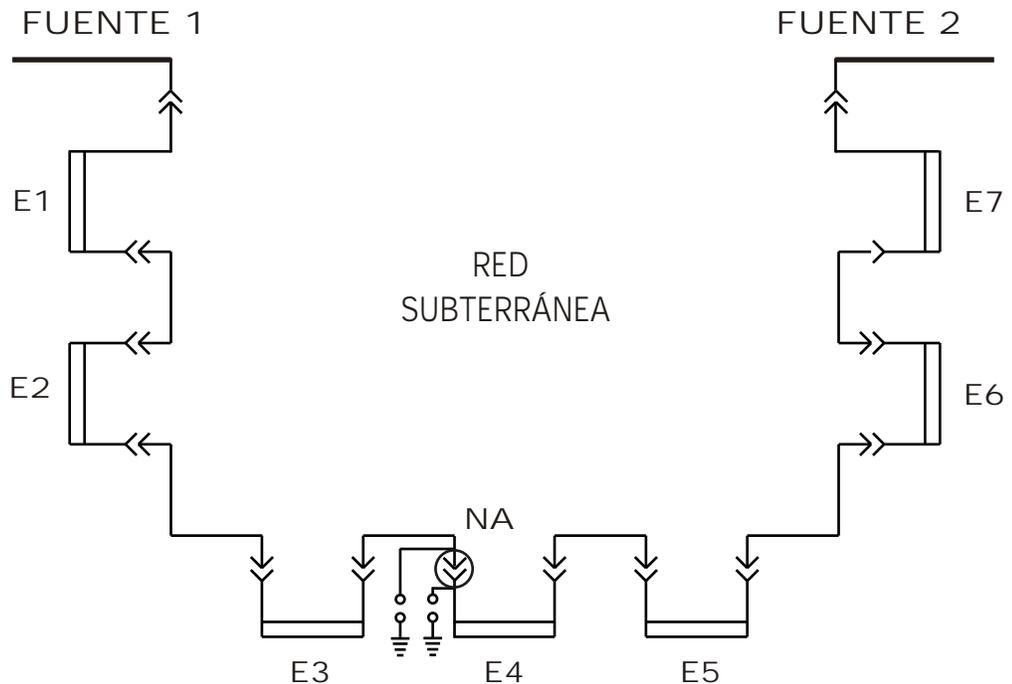


A.1.2 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación. Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con dos fuentes de alimentación. Opera en forma radial con un punto normalmente abierto en el centro de la carga.

A.1.2.1 Conectando las fuentes a un mismo equipo o accesorio de la red.

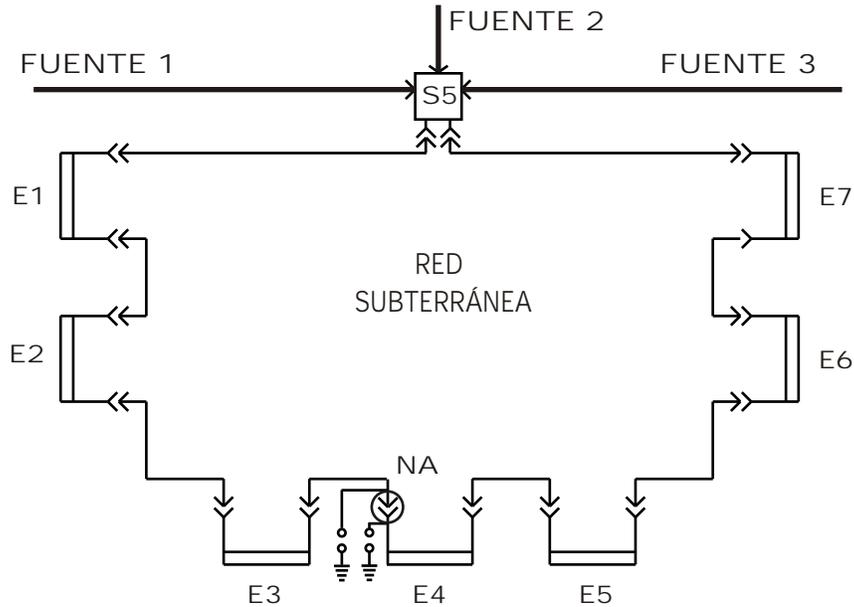


A.1.2.2 Conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.

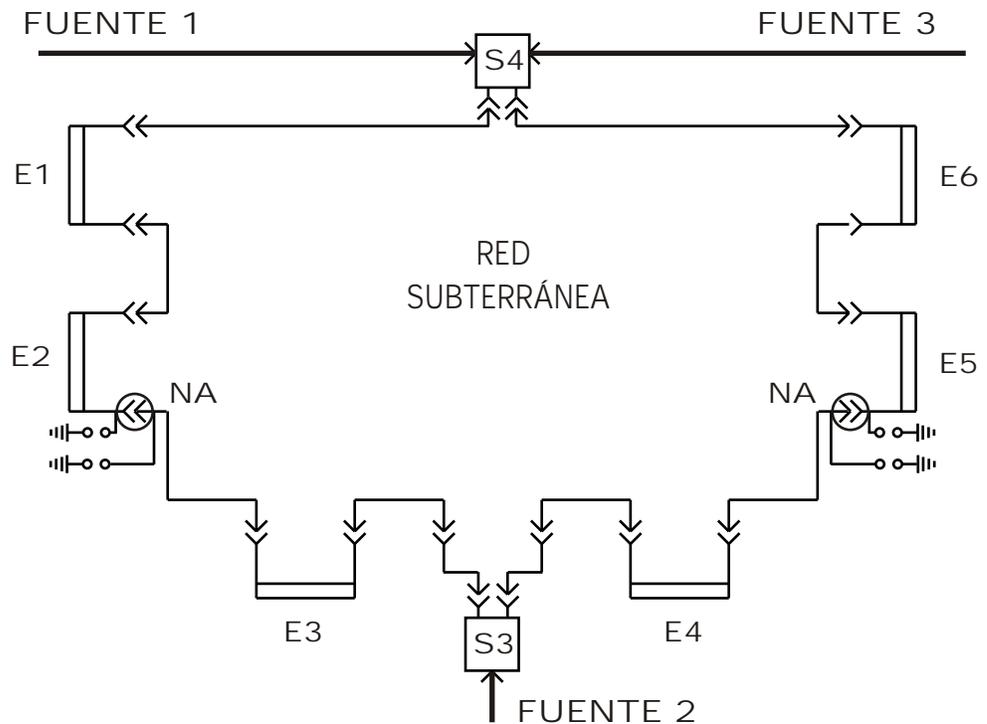


A.1.3 Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación.

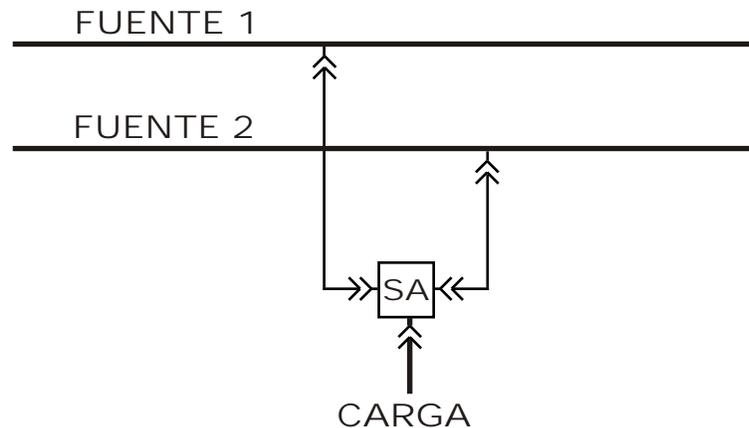
A.1.3.1 Conectadas las fuentes a un mismo equipo de la red.



A.1.3.2 Conectado las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.



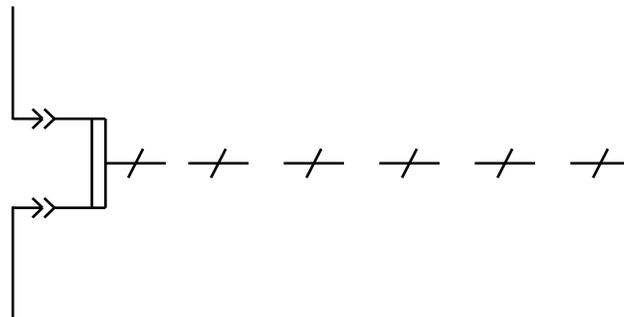
A.1.4 Sistema de alimentación selectiva. Sistema en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación que sigue la misma trayectoria, una de las cuales se considera como preferente y la otra como emergente y que utiliza un seccionador con transferencia automática.



Los arreglos mostrados no son limitativos ya que las diferentes fuentes también se pueden conectar en distintos puntos de la red, lo que permite la posibilidad de tener múltiples arreglos.

## B) BAJA TENSIÓN

B.1 Configuración radial. Es aquella que sólo cuenta con una trayectoria, proporcionando el servicio de energía eléctrica.



## 2.2.2 MEDIA TENSIÓN

## A) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE 200 A

Es aquél en el cual la corriente continua en condiciones normales o de emergencia no rebasa los 200 A. Se utiliza en anillos que se derivan de circuitos troncales de media tensión (tensiones de 13,2 a 34,5 kV), aéreos o subterráneos, la configuración siempre será en anillo operación radial con una o más fuentes de alimentación. En condiciones de operación normal el anillo estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de operación. Con el objeto de tener mayor flexibilidad, se tendrá un medio de seccionalización en todos los transformadores y derivaciones del anillo.

- A.1 Se diseñarán de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido multiaterrizado.
- A.2 Circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3f-4h.
- A.3 Los circuitos alimentadores subterráneos deben ser:

CARGAS ALIMENTADAS	CONFIGURACIÓN
Residencial	1f-2h
Comercial	3f-4h
Industrial	3f-4h

- A.4 La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no deben exceder del 1% en condiciones normales de operación.
- A.5 El cable del neutro debe ser de cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre.
- A.6 El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla y como mínimo debe ser de sección transversal de 33.6 mm<sup>2</sup> (2 AWG).

En caso de que la corriente de corto circuito en el Bus de la Subestación exceda los 12 kA simétricos, debe

seleccionarse el calibre adecuado con base a dicha corriente.

- A.7 El conductor de neutro corrido debe ser multiaterrizado para garantizar en los sitios en donde se instalen accesorios y equipos, una resistencia a tierra inferior a 10  $\Omega$  en época de estiaje y menor a 5  $\Omega$  en época de lluvia.
- A.8 El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado.
- A.9 El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100%.
- A.10 La sección transversal del cable DS debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo debe ser 1/0 AWG y cumplir con la especificación CFE E0000-16.
- A.11 Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.
- A.12 Se debe indicar en las bases de proyecto si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación CFE E0000-16 y de acuerdo a las características del lugar de instalación.
- A.13 La pantalla metálica del cable DS, debe conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales del artículo 250 de la NOM-001-SEDE.
- A.14 Los cables deben ser alojados en ductos de PVC, Polietileno de Alta Densidad Corrugado (PADC) o Polietileno de Alta Densidad (PAD), debiendo instalar un cable por ducto. Pueden emplearse ductos de sección reducida como se indica en las tablas 2.4.3 de esta Norma, considerando siempre que debe respetarse el factor de relleno recomendado en la NOM-001-SEDE.
- A.15 Debe dejarse un excedente de cable de una longitud igual al perímetro del registro o pozo de visita

únicamente donde se instalen equipos y/o accesorios. Cuando los transformadores no lleven registros la reserva de cable debe dejarse en uno de los registros adyacentes.

- A.16 Deben utilizarse indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema, en el lado fuente de cada transformador, seccionador o conector múltiple de media tensión.
- A.17 Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación CFE GCUIO-68.
- A.18 En ambos lados del punto normalmente abierto, deben instalarse apartarrayos de frente muerto.

#### B) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE 600 A

Es aquel en el cual la corriente continua en condiciones normales o de emergencia rebasa los 200 A se utilizan en circuitos troncales de media tensión, la configuración será en anillo o alimentación selectiva, operación radial con una o más fuentes de alimentación. En condiciones de operación normal, el anillo estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de operación.

- B.1 Se diseñarán los alimentadores de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido multiterrizado.
- B.2 Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3f-4h.
- B.3 Los circuitos alimentadores subterráneos deben ser 3f-4h.
- B.4 La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no deben exceder del 1% en condiciones normales de operación.
- B.5 El cable del neutro debe ser de cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre.
- B.6 El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla y como mínimo debe ser de sección transversal de 33.6 mm<sup>2</sup> (2

AWG).

En caso de que la corriente de corto circuito en el Bus de la Subestación exceda los 12 kA simétricos, debe seleccionarse el calibre adecuado con base a dicha corriente.

- B.7 El conductor de neutro corrido debe ser multiaterrizado para garantizar en los sitios donde se instalen accesorios y equipos una resistencia a tierra inferior a 10  $\Omega$  en época de estiaje y menor a 5  $\Omega$  en época de lluvia.
- B.8 El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado.
- B.9 El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100%.
- B.10 Tratándose de salidas subterráneas de circuitos de media tensión, desde Subestaciones de Distribución hacia la transición subterráneo-aéreo, el nivel de aislamiento de los cables debe ser de 133%.
- B.11 La sección transversal del cable DS debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo del cable DS es 500 KCM y debe cumplir con la especificación CFE E0000-16.
- B.12 Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.
- B.13 Se debe indicar en las bases de proyecto si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación CFE E0000-16 y de acuerdo a las características del lugar de instalación.
- B.14 La pantalla metálica del cable DS, debe conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales del artículo 250 de la NOM-001-SEDE.
- B.15 Los cables deben ser alojados en ductos de PVC,

PADC o PAD, debiendo instalar un cable por ducto, se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las tablas 2.4.3 de esta Norma, considerando siempre que debe respetarse el factor de relleno recomendado en la NOM-001-SEDE.

- B.16 Debe dejarse un excedente de cable de una longitud igual al perímetro del registro o pozo de visita, únicamente donde se instalen equipos y/o accesorios.
- B.17 Deben utilizarse indicadores de falla de 600 A en el lado fuente de cada seccionador o conector múltiple de media tensión.
- B.18 Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación CFE GCUIO-68.
- B.19 En ambos lados del punto normalmente abierto, deben instalarse apartarrayos de frente muerto mediante su respectivo accesorio reductor.

### 2.2.3 BAJA TENSIÓN

En áreas residenciales los circuitos de baja tensión monofásicos deben ser 2f-3h 240/120 V. Estos circuitos tendrán una configuración radial y como máximo deben salir cuatro circuitos de cada transformador.

En áreas comerciales los circuitos de baja tensión deben ser 3f-4h 220/127 V. Estos circuitos deben tener una configuración radial y como máximo pueden salir ocho circuitos de cada transformador con el conector adecuado.

- A.1 La caída de tensión del transformador al registro más lejano no debe exceder del 3% en sistemas monofásicos y del 5% en sistemas trifásicos y los cálculos deben incluirse en la memoria técnica descriptiva.
- A.2 Los cables de baja tensión deben cumplir con la especificación CFE E0000-02.
- A.3 La configuración de los cables debe ser triplex para sistemas monofásicos y cuádruplex para sistemas trifásicos, con el neutro de sección reducida y de acuerdo con la especificación CFE E0000-02.
- A.4 El neutro debe aterrizarse mediante el conector múltiple en

el registro de remate del circuito secundario y en el transformador mediante la conexión al sistema de tierras.

- A.5 Debe usarse una sección transversal de acuerdo a las necesidades del proyecto, debiendo ser en áreas residenciales como mínimo  $53,5 \text{ mm}^2$  (1/0 AWG) y como máximo  $85,0 \text{ mm}^2$  (3/0 AWG). En áreas comerciales debe ser como mínimo  $85,0 \text{ mm}^2$  (3/0 AWG) y como máximo  $177,3 \text{ mm}^2$  (350 KCM).
- A.6 La longitud de los circuitos de baja tensión no debe exceder de 200 m, siempre y cuando se satisfagan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no exederán el 2%.
- A.7 La referencia de tierra del transformador, el neutro de la red de baja tensión y el neutro corrido deben interconectarse entre si.
- A.8 Entre registros no deben usarse empalmes en el conductor.
- A.9 Los circuitos de baja tensión deben instalarse en ductos de PVC, PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las Tablas 2.4.3 de esta Norma; considerando siempre, que se deben respetarse los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.
- A.10 Deben instalarse un circuito de baja tensión por ducto.
- A.11 En el caso de que los circuitos de baja tensión alimenten exclusivamente concentraciones de medidores, el cable a utilizar podrá ser cobre tipo THHW-LS de 600 V con una longitud máxima del circuito de 130 m sin conexiones intermedias.
- A.12 Todos los sistemas de tierras deben tener una resistencia máxima equivalente a 10 en época de estiaje y 5 en época de lluvias, debiendo ser todas las conexiones del tipo autofundente o comprimible.

## 2.3 TIPOS DE INSTALACIONES

### 2.3.1 DISTRIBUCIÓN RESIDENCIAL

Se deben emplear sistemas monofásicos y preferentemente cuando la carga residencial sea alta, se analizará la conveniencia de utilizar un sistema trifásico. Su configuración será en Anillo Operación Radial.

Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos Subterráneos sean 3f-3h, se correrá el neutro desde la Subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada ó por la propia CFE con cargo al fraccionador. La conexión de las cargas a su fuente de alimentación se hará de acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.4.

### 2.3.2 DISTRIBUCIÓN COMERCIAL Y TURÍSTICA

Se utilizará un sistema 3f-4h y su configuración será en Anillo Operación Radial.

Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos Subterráneos sean 3f-3h, se correrá el neutro desde la Subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada ó por la propia CFE con cargo al fraccionador. La conexión de las cargas a su fuente de alimentación se hará de acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.4.

### 2.3.3 DISTRIBUCIÓN COMERCIAL Y TURÍSTICA QUE REQUIEREN ALTA CONFIABILIDAD

Se empleará un sistema 3f-4h y la configuración de la alimentación será selectiva mediante dos alimentadores que parten de una misma o diferentes Subestaciones de Distribución. En este caso cada alimentador se diseñará de acuerdo a las cargas de operación y de emergencia, la conexión a la carga se hará con un seccionador con transferencia automática. Lo anterior se aplicará en hoteles de gran turismo,

centros de convenciones o de negocios.

Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos Subterráneos sean 3f-3h, se correrá el neutro desde la Subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada ó por la propia CFE concargo al fraccionador.

#### 2.3.4 DISTRIBUCIÓN INDUSTRIAL

Se empleará un sistema de 600 A, 3f-4h en el circuito alimentador. Cuando los circuitos aéreos existentes que se utilicen para alimentar los circuitos subterráneos sean 3f-3h, se correrá el neutro desde la Subestación alimentadora hasta el desarrollo, este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media tensión.

El equipo o accesorios necesarios en el punto de conexión será a cargo del solicitante y se apegará a lo descrito en el punto 2.5.4, inciso A de esta Norma.

## 2.4 OBRA CIVIL

### 2.4.1 DIFERENTES TIPOS DE TERRENOS EN LOS CUALES ES APLICABLE LA PRESENTE NORMA

TABLA 2.4.1  
TIPOS DE TERRENOS

TIPO DE TERRENO	CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CIVIL
I.- TERRENO BLANDO Y NORMAL	Se puede utilizar como relleno, retirando únicamente las capas con contenido orgánico para evitar la expansión del relleno.
II.- DURO Y ROCOSO	Para utilizar este material como relleno, es necesario eliminar las rocas con tamaños mayores a $\frac{3}{4}$ " , y eliminar las capas con contenido orgánico.
III.- PIEDRA	Este material no se debe utilizar como relleno, a menos que la excavación se efectúe con zanjadora, la cual deja un material de grano fino propicio para la compactación, en caso contrario se utilizará material de banco para los rellenos.
IV.- CON ALTO NIVEL FREÁTICO	Se puede utilizar producto de excavación que no contenga piedra en tamaños mayores a $\frac{3}{4}$ " Ø y libre de contenido orgánico.
V.- NIVEL FREÁTICO MUY ALTO	Se considera terreno con nivel freático muy alto donde el agua esté a 85 cm del nivel de piso o menos.
VI.- TERRENOS INESTABLES	Se excavará hasta encontrar estratos donde se tenga la firmeza de terreno suficiente para poder compactar, se utilizará material de banco para rellenar y compactar hasta el nivel de la instalación.

## 2.4.2 CANALIZACIÓN A CIELO ABIERTO

### A) CONSIDERACIONES GENERALES

- A.1 Los circuitos deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes y andadores.
- A.2 Debe instalarse separadores para los tubos a cada tres metros en toda la trayectoria de los bancos de ductos.
- A.3 La colocación, el ancho y la profundidad del banco de ductos, deben cumplir con lo establecido en estas Normas.
- A.4 Invariablemente debe instalarse en toda la trayectoria del banco de ductos una cinta de advertencia.
- A.5 En bancos de ductos construidos bajo banqueteta debe indicarse la trayectoria mediante un marcado bajorrelieve en la banqueteta con las siglas C.F.E. a cada cinco metros.
- A.6 Los registros no deben localizarse en banquetetas angostas, en carriles de estacionamiento, cocheras y frente a puertas o salidas de peatones preferentemente.
- A.7 Los registros deben ubicarse en el límite de propiedad.
- A.8 Deben instalarse registros en los puntos donde se consideren derivaciones por acometidas.
- A.9 Cuando se utilice tubos de PVC deben instalarse registros en los puntos donde se consideren cambios de trayectoria horizontal o vertical.
- A.10 Los tubos de PVC deben cumplir con la especificación CFE DF100-21. Cuando se utilicen tubos de PVC en transiciones, estos deben cumplir con la especificación CFE DF100-24.
- A.11 Cuando se utilicen tubos de PAD o PADC, los cambios de dirección pueden ser absorbidos por estos, siempre y cuando se respeten los radios mínimos de curvatura de los cables y la presión lateral no rebase los límites permisibles para el cable durante el jalado.

- A.12 Cuando se utilicen tubos de PAD, se recomienda emplear tramos continuos de registro a registro. En caso de ser necesario las uniones se realizarán con termofusión o con coples para PAD. No deben utilizarse coples de PVC.
- A.13 Los tubos de PAD deben cumplir con la especificación CFE DF100-23 y sólo se podrán utilizar en colores rojo y naranja y con una leyenda que indique peligro. En áreas de alta contaminación el ducto exterior de las transiciones debe construirse con tubo de PAD el cual debe ser resistente a los rayos ultravioleta.
- A.14 Cuando se utilicen tubos de PAD de pared lisa en arroyo de calle, se debe emplear una RD de 13.5.
- A.15 Cuando se utilicen tubos de PAD de pared lisa bajo banqueta, se debe emplear una RD 17.
- A.16 En sistemas de 200 A que alimenten cargas residenciales se puede prescindir del registro de la base del transformador, si se llega directamente a la base con tubos de PAD, excepto si estos llegan de un cruce de arroyo.
- A.17 En fraccionamientos, unidades habitacionales y áreas turísticas que entrarán en operación con todos los servicios integrados y totalmente urbanizados. Debe indicarse la trayectoria de los tubos de PAD o PADC directamente enterrados mediante la cinta de advertencia ubicandola en la parte superior del banco de ductos acorde a los planos anexos a esta Norma. Cuando se emplee tubos de PAD directamente enterrados, únicamente se instalarán separadores en el banco de ductos a 2m del registro.
- A.18 En todos los casos debe respetarse los radios mínimos de curvatura y presiones laterales máximas permisibles de los cables (ver Tabla 2.4.2).
- A.19 El banco de ductos debe terminarse con boquillas abocinadas en los registros, los cuales una vez cableados, deben sellarse con algún sello-ducto adecuado, compatible con la cubierta del cable y que no la dañe mecánicamente.
- A.20 Cuando se proyecten transformadores contiguos sin registro en su base, debe considerarse un registro (el cual puede estar en la base de uno de los

transformadores) entre ellos para alojar la reserva del cable, la cual debe ser igual al perímetro del registro.

TABLA 2.4.2

PRESIONES LATERALES Y TENSIONES MÁXIMAS DE JALADO

CALIBRE	SECCIÓN TRANSVERSAL mm <sup>2</sup>	TENSIÓN MÁXIMA PERMISIBLE COBRE (kg)	TENSIÓN MÁXIMA PERMISIBLE ALUMINIO (kg)	PRESIÓN LATERAL MÁXIMA 15 kV	PRESIÓN LATERAL MÁXIMA 25 kV	PRESIÓN LATERAL MÁXIMA 35 kV
2 AWG	33.6	235.2	118	235		
1/0 AWG	53.5	375	187	253	303	363
2/0 AWG	67.5	473	236	263	313	375
3/0 AWG	85.0	595	298	275	325	390
4/0 AWG	107.2	750	375	288	343	411
250 KCM	126.7	887	443	303	358	429
300 KCM	152.6	1,068	534	319	364	437
350 KCM	177.3	1,241	621	335	380	456
400 KCM	202.8	1,420	710	341	387	464
450 KCM	228.0	1,596	798	353	398	478
500 KCM	253.4	1,774	887	365	410	492
600 KCM	304.0	2,128	1064	390	450	540
650 KCM	329.4	2,306	1153	398	458	550
700 KCM	354.7	2,483	1241	405	467	560
750 KCM	380.0	2,660	1330	413	475	570
800 KCM	405.0	2,835	1418	425	489	587
900 KCM	456.0	3,192	1596	438	503	603
1000KCM	506.7	3,547	1773	453	518	621

**B) TERRENO BLANDO Y NORMAL**

- B.1 Cuando el fondo de la excavación para alojar el banco de ductos sea inestable, por estar constituido por cenizas, carbones, basura, material orgánico o fragmentos de material inorgánico, se procederá a excavar veinte cm. extras, mismos que se rellenarán con arena húmeda y apisonada hasta lograr el 95% de compactación con el objeto de disponer de una superficie estable y nivelada para la correcta colocación y asiento de los bancos de ductos.

**C) TERRENOS CON NIVEL FREÁTICO MUY ALTO**

- C.1 Para estos casos únicamente podrá utilizarse tubo de PAD en colores rojo o naranja y con una leyenda que indique peligro, tramos continuos de registro a registro.
- C.2 Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 30 cm. en banqueta, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos hasta el nivel de piso terminado.
- C.3 Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 50 cm en arroyo, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos o su recubrimiento hasta el nivel de piso terminado.
- C.4 Cuando se tengan bancos de ductos de Baja y media tensión, se pueden colocar uno al lado de otro.
- C.5 Debe considerarse el uso de muretes para alojar conectadores múltiples de media tensión, la altura de estos muretes no debe ser superior a 50 cm, donde no sea posible el empleo de estos muretes por limitaciones de espacio, deben emplearse equipos sumergibles en cuyo caso los registros, pozos de visita o bóvedas deben ser de las dimensiones establecidas en estas Normas para terrenos de tipo normal.

**D) TERRENO ROCOSO**

- D.1 Para la construcción del banco de ductos con tubos de PAD debe prepararse un asiento de arena o material de banco de 5 cm de espesor, como relleno debe emplearse material de banco inerte, libre de arcillas expansivas y piedras. No debe utilizarse el material producto de la excavación a menos que haya sido cribado.

- D.2 Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 30 cm en banquetas, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos hasta el nivel de piso terminado.
- D.3 Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 50 cm en arroyo, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos o su recubrimiento hasta el nivel de piso terminado.
- D.4 Cuando se tengan bancos de ductos de Baja y media tensión, se pueden colocar uno al lado de otro.
- D.5 Debe considerarse el uso de muretes para alojar conectadores múltiples de media tensión. La altura de estos muretes no debe ser superior a 50 cm, donde no sea posible el empleo de estos muretes por limitaciones de espacio, deben emplearse equipos sumergibles en cuyo caso los registros, pozos de visita o bóvedas deben ser de las dimensiones establecidas en estas Normas para terrenos de tipo normal.

### 2.4.3 PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA

Con la finalidad de aprovechar al máximo las ventajas que ofrece la Perforación Horizontal Dirigida en la construcción de Instalaciones Subterráneas, y toda vez que el costo de estos trabajos se reduce al disminuir el diámetro de los conductos a instalar, se han preparado tablas comparativas que muestran la reducción de la ampacidad de los cables al utilizar ductos de menor diámetro y el consiguiente ahorro en las instalaciones.

- A) Para la construcción del banco de ductos deberá utilizarse únicamente tubos de PAD con una RD 13.5.

### 2.4.4 INSTALACIONES EN PUENTES O CRUCE DE RÍOS

#### A) INSTALACIONES EN PUENTES

Con la finalidad de aprovechar las instalaciones en puentes que pueden ser utilizados para construir circuitos en media y baja tensión, invariablemente deberán diseñarse en su aspecto de Obra Civil conforme a las especificaciones de las autoridades que tengan jurisdicción sobre esa vía de comunicación.

Es importante señalar que esta instalación eléctrica deberá quedar indicada en la Cartografía Oficial Mexicana y tener

los avisos de señalización en la instalación, así como respetar lo contenido en la NOM-001 SEDE en instalaciones eléctricas para este caso.

#### B) CRUCE DE RÍOS

En caso de que por restricciones técnicas no sea posible usar el puente, la construcción de Obra Civil del circuito de Distribución será a través del método de Perforación Horizontal Dirigida, recomendando que la profundidad en que se instalará el ducto por debajo del lecho del río será tomada en cuenta las obras de dragado que pudieran existir en el lugar.

Es importante señalar que esta instalación eléctrica deberá quedar indicada en la Cartografía Oficial Mexicana o Carta de Navegación correspondiente y tener los avisos de señalización en la instalación.

## 2.5 OBRA ELECTROMECAÁNICA

### 2.5.1 ACCESORIOS

TABLAS 2.4.3

AMPACIDADES DE CABLES EN DUCTOS DE 50 mm (2"), 60 mm (2 ½"), 75 mm (3") Y 100 mm (4") DE DIÁMETRO.

COMPARATIVO DE REDUCCIÓN DE AMPACIDAD EN % RESPECTO AL DE 100 mm (4"). SISTEMA 3F-4H

A.1 - 15 kV FACTOR DE CARGA 50

Factor de carga = 50 15 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
33,6	2	151	155	156	157	4	1	1
53,5	1/0	196	202	203	205	4	1	1
67,5	2/0	233	230	231	233	4	1	1
85	3/0	255	262	264	266	4	2	1
107,2	4/0	291	300	302	304	4	1	1
126,7	250	320	330	332	335	4	1	1
152,6	300	355	365	367	371	4	2	1
177,3	350	387	399	401	405	4	1	1
202,8	400	417	430	433	437	5	2	1
253,4	500	473	488	491	496	5	2	1
304	600	523	539	542	547	4	1	1
380	750	590	609	612	617	4	1	1
506,7	1000	687	713	717	723	-	1	1

A.2 - 15 kV FACTOR DE CARGA 75

Factor de carga =75 15 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
33,6	2	139	143	144	146	5	2	1
53,5	1/0	181	186	187	189	4	2	1
67,5	2/0	205	212	213	215	5	1	1
85	3/0	234	241	243	245	4	2	1
107,2	4/0	266	274	276	279	5	2	1
126,7	250	292	301	303	306	5	2	1
152,6	300	322	333	335	339	5	2	1
177,3	350	351	363	365	369	5	2	1
202,8	400	378	391	394	398	5	2	1
253,4	500	427	441	444	449	5	2	1
304	600	470	486	489	494	5	2	1
380	750	529	547	550	556	5	2	1
506,7	1000	613	637	641	647	-	2	1

A.3 - 15 kV FACTOR DE CARGA 100

SISTEMA 3F-4H

Factor de carga =100 15 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
33,6	2	128	132	133	135	5	2	1
53,5	1/0	165	171	172	174	5	2	1
67,5	2/0	187	193	195	197	5	2	1
85	3/0	212	220	222	224	5	2	1
107,2	4/0	241	249	251	255	5	2	1
126,7	250	264	273	275	279	5	2	1
152,6	300	291	301	303	307	5	2	1
177,3	350	317	328	330	334	5	2	1
202,8	400	340	352	355	359	5	2	1
253,4	500	383	397	400	405	5	2	1
304	600	421	436	439	444	5	2	1
380	750	473	489	492	498	5	2	1
506,7	1000	546	567	571	577	-	2	1

A.4 - 25 kV FACTOR DE CARGA 50

SISTEMA 3F-4H

Factor de carga =50 25 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	199	205	205	206	3	0	0
67,5	2/0	227	234	234	234	3	0	0
85	3/0	259	267	267	268	3	0	0
107,2	4/0	295	305	305	305	3	0	0
126,7	250	324	335	335	336	4	0	0
152,6	300	359	371	371	371	3	0	0
177,3	350	391	404	404	405	3	0	0
202,8	400	422	436	436	437	3	0	0
253,4	500	477	493	493	494	3	0	0
304	600	526	544	544	544	-	0	0
380	750	594	616	616	616	-	0	0
506,7	1000	693	720	720	719	-	0	0

A.5 - 25 kV FACTOR DE CARGA 75

SISTEMA 3F-4H

Factor de carga =75 25 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	185	190	190	191	3	1	1
67,5	2/0	210	215	216	217	3	1	1
85	3/0	239	245	246	247	3	1	1
107,2	4/0	272	279	280	281	3	1	1
126,7	250	298	306	307	308	3	1	1
152,6	300	329	338	339	340	3	1	1
177,3	350	359	368	369	370	3	1	1
202,8	400	386	396	397	398	3	1	1
253,4	500	434	447	447	448	3	0	0
304	600	478	491	492	493	-	0	0
380	750	538	554	554	555	-	0	0
506,7	1000	625	644	644	645	-	0	0

A.6 - 25 kV FACTOR DE CARGA 100

SISTEMA 3F-4H

Factor de carga =100 25 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG,KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	170	174	174	175	3	1	1
67,5	2/0	192	197	198	199	4	1	1
85	3/0	219	224	225	226	3	1	1
107,2	4/0	248	254	255	256	3	1	1
126,7	250	271	278	279	280	3	1	1
152,6	300	299	306	307	308	3	1	1
177,3	350	324	333	334	335	3	1	1
202,8	400	349	358	359	360	3	1	1
253,4	500	392	402	403	405	3	1	1
304	600	430	441	442	443	-	0	0
380	750	483	496	497	498	-	0	0
506,7	1000	559	574	575	576	-	0	0

A.7 - 35 kV FACTOR DE CARGA 50

SISTEMA 3F-4H

Factor de carga =50 35 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	201	206	206	207	3	0	0
67,5	2/0	228	235	235	236	3	0	0
85	3/0	260	268	268	269	3	0	0
107,2	4/0	296	306	306	306	3	0	0
126,7	250	325	336	336	337	4	0	0
152,6	300	359	371	371	372	3	0	0
177,3	350	391	404	404	405	3	0	0
202,8	400	422	436	436	437	-	0	0
253,4	500	477	494	494	495	-	0	0
304	600	526	545	545	545	-	0	0
380	750	594	616	616	616	-	0	0
506,7	1000	692	719	719	719	-	0	0

A.8 - 35 kV FACTOR DE CARGA 75

SISTEMA 3F-4H

Factor de carga =75 35 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	186	190	191	192	3	1	1
67,5	2/0	211	216	217	218	3	1	1
85	3/0	240	246	247	248	3	1	1
107,2	4/0	272	280	280	281	3	0	0
126,7	250	298	307	307	308	3	0	0
152,6	300	329	338	339	340	3	1	1
177,3	350	357	368	369	370	4	1	1
202,8	400	385	396	397	398	-	1	1
253,4	500	434	447	448	449	-	0	0
304	600	477	492	492	493	-	0	0
380	750	535	554	554	555	-	0	0
506,7	1000	623	643	644	645	-	-	-

A.9 - 35 kV FACTOR DE CARGA 100

SISTEMA 3F-4H

Factor de carga =100 35 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	170	174	175	176	3	1	1
67,5	2/0	193	198	198	199	3	1	1
85	3/0	219	224	225	226	3	1	1
107,2	4/0	248	255	255	256	3	0	0
126,7	250	272	278	279	280	3	1	1
152,6	300	299	306	307	309	3	1	1
177,3	350	324	333	334	335	3	1	1
202,8	400	348	357	358	360	-	1	1
253,4	500	392	402	403	405	-	1	1
304	600	430	441	442	444	-	1	1
380	750	483	496	497	498	-	0	0
506,7	1000	558	573	574	576	-	-	-

AMPACIDADES DE CABLES EN DUCTOS DE 50 mm (2"), 60 mm (2 ½"),  
75 mm (3") Y 100 mm (4") DE DIÁMETRO.

COMPARATIVO DE REDUCCIÓN DE AMPACIDAD EN % RESPECTO AL  
DE 100 mm (4"). SISTEMA 1F-2H

B.1 - 15 KV FACTOR DE CARGA 50

Factor de carga =50 15 KV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
33,6	2	162	166	166	167	3	1	1
53,5	1/0	212	217	218	219	3	1	1
67,5	2/0	242	248	249	251	4	1	1
85	3/0	277	284	285	287	3	1	1
107,2	4/0	316	325	327	329	4	1	1
126,7	250	349	360	361	363	4	1	1
152,6	300	388	399	401	404	4	1	1
177,3	350	423	436	438	441	4	1	1
202,8	400	456	471	473	477	4	1	1
253,4	500	516	533	536	540	4	1	1
304	600	569	589	592	596	5	1	1
380	750	635	658	661	667	5	1	1
506,7	1000	725	754	758	765	-	1	1

B.2 - 15 KV FACTOR DE CARGA 75

Factor de carga =75 15 KV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
33,6	2	158	161	161	162	16	13	8
53,5	1/0	206	211	211	212	16	13	8
67,5	2/0	235	241	241	242	16	13	8
85	3/0	268	275	275	276	16	13	8
107,2	4/0	306	315	315	316	16	13	8
126,7	250	338	347	348	349	16	13	8
152,6	300	374	385	386	387	16	13	8
177,3	350	408	420	421	422	16	13	8
202,8	400	440	453	454	456	16	13	8
253,4	500	497	512	513	515	16	13	8
304	600	547	565	566	568	16	13	8
380	750	610	630	632	634	16	13	8
506,7	1000	695	720	722	724	-	13	8

B.3 - 15 kV FACTOR DE CARGA 100

SISTEMA 1F-2H

Factor de carga =100 15 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
33,6	2	152	156	156	156	16	13	8
53,5	1/0	199	204	204	204	16	13	8
67,5	2/0	226	233	233	233	16	13	8
85	3/0	258	266	266	266	16	13	8
107,2	4/0	295	303	303	303	16	13	8
126,7	250	325	334	334	334	16	13	8
152,6	300	359	371	371	370	16	13	8
177,3	350	391	404	404	404	16	13	8
202,8	400	421	435	435	435	16	13	8
253,4	500	475	491	491	491	16	13	8
304	600	522	540	540	540	16	13	8
380	750	581	602	602	602	16	13	8
506,7	1000	660	686	686	685	-	13	8

B.4 - 25 kV FACTOR DE CARGA 50

SISTEMA 1F-2H

Factor de carga =50 25 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	214	219	220	221	3	1	1
67,5	2/0	244	250	251	253	4	1	1
85	3/0	279	287	288	290	4	1	1
107,2	4/0	319	328	329	331	4	1	1
126,7	250	351	362	364	366	4	1	1
152,6	300	389	402	404	406	4	1	1
177,3	350	425	439	441	444	4	1	1
202,8	400	459	474	476	479	4	1	1
253,4	500	518	535	538	542	4	1	1
304	600	571	591	594	599	-	1	1
380	750	641	665	668	674	-	1	1
506,7	1000	733	762	766	773	-	1	1

B.5 - 25 kV FACTOR DE CARGA 75

SISTEMA 1F-2H

Factor de carga =75 25 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	207	212	213	214	3	1	1
67,5	2/0	236	242	243	245	4	1	1
85	3/0	270	277	278	280	4	1	1
107,2	4/0	308	317	318	320	4	1	1
126,7	250	340	349	351	353	4	1	1
152,6	300	376	387	389	391	4	1	1
177,3	350	410	422	424	427	4	1	1
202,8	400	442	455	457	461	4	1	1
253,4	500	498	514	516	520	4	1	1
304	600	549	567	570	574	-	1	1
380	750	616	636	639	644	-	1	1
506,7	1000	702	728	731	737	-	1	1

B.6 - 25 kV FACTOR DE CARGA 100

SISTEMA 1F-2H

Factor de carga =100 25 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53,5	1/0	200	205	205	206	3	0	0
67,5	2/0	228	233	234	235	3	1	1
85	3/0	260	266	267	269	3	1	1
107,2	4/0	297	304	305	307	3	1	1
126,7	250	326	335	336	338	4	1	1
152,6	300	361	370	372	374	3	1	1
177,3	350	393	404	406	408	4	1	1
202,8	400	423	435	437	439	4	1	1
253,4	500	476	490	492	495	4	1	1
304	600	524	539	541	545	-	1	1
380	750	586	604	607	611	-	1	1
506,7	1000	667	689	692	697	-	1	1

B.7 - 35 kV FACTOR DE CARGA 50

SISTEMA 1F-2H

Factor de carga =50 35 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53.5	1/0	215	220	221	222	3	1	1
67.5	2/0	245	252	253	254	4	1	1
85	3/0	280	288	289	291	4	1	1
107.2	4/0	320	329	331	333	4	1	1
126,7	250	352	363	365	367	4	1	1
152,6	300	390	402	404	406	4	1	1
177,3	350	425	439	441	444	4	1	1
202,8	400	459	474	476	479	-	1	1
253,4	500	519	537	540	544	-	1	1
304	600	573	593	596	601	-	1	1
380	750	643	667	667	667	-	1	1
506.7	1000	738	767	772	779			

B.8 - 35 kV FACTOR DE CARGA 75

SISTEMA 1F-2H

Factor de carga =75 35 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53.5	1/0	208	214	214	215	33	0	0
67.5	2/0	238	244	245	246	4	1	1
85	3/0	271	278	279	281	4	1	1
107.2	4/0	309	318	319	321	4	1	1
126,7	250	341	350	352	354	4	1	1
152,6	300	376	387	389	391	4	1	1
177,3	350	410	422	424	427	4	1	1
202,8	400	442	456	458	461	-	1	1
253,4	500	500	516	518	521	-	1	1
304	600	551	569	572	576	-	1	1
380	750	618	639	642	647	-	1	1
506.7	1000	707	733	736	742	-	-	-

B.9 - 35 kV FACTOR DE CARGA 100

SISTEMA 1F-2H

Factor de carga =100 35 kV XLP-AL		Ampacidades				Reducción en porciento de ampacidad		
Cable de sección transversal		Diámetro en mm						
mm <sup>2</sup>	AWG, KCM	50	60	75	100	50	60	75
53.5	1/0	201	206	206	207	3	0	0
67.5	2/0	229	234	235	236	3	1	1
85	3/0	261	267	268	270	3	1	1
107.2	4/0	297	305	306	307	3	1	1
126,7	250	327	335	337	339	4	1	1
152,6	300	361	370	372	374	3	1	1
177,3	350	393	404	406	408	4	1	1
202,8	400	423	435	437	439	-	1	1
253,4	500	477	491	493	496	-	1	1
304	600	526	541	543	547	-	1	1
380	750	588	606	609	613	-	1	1
506.7	1000	672	694	697	702	-	-	-



## A) MEDIA TENSIÓN

## A.1 Sistemas de 200 A (ver figura 2.5.1 - A.1).

- A.1.1 Adaptador 200 para aterrizar pantallas.
- A.1.2 Apartarrayo tipo boquilla estacionaria.
- A.1.3 Apartarrayo tipo codo.
- A.1.4 Apartarrayo tipo inserto.
- A.1.5 Boquilla doble tipo inserto MT-200-OCC.
- A.1.6 Boquilla estacionaria doble MT-200 OCC.
- A.1.7 Boquilla estacionaria sencilla MT-200-OCC.
- A.1.8 Boquilla extensión tipo inserto MT-200-OCC.
- A.1.9 Boquilla tipo inserto MT-200-OCC.
- A.1.10 Boquilla tipo pozo MT.
- A.1.11 Conector tipo codo con cable de puesta a tierra.
- A.1.12 Conector tipo codo MT-200-OCC.
- A.1.13 Conector tipo múltiple MT-200 de 2, 3 y n vías con boquillas tipo pozo de operación sin tensión.
- A.1.14 Conector tipo múltiple MT-200-OCC de 2, 3 y n vías.
- A.1.15 Conector tipo codo portafusible MT-200-OCC.
- A.1.16 Empalme contráctil en frío MT.
- A.1.17 Empalme premoldeado separable MT-200.
- A.1.18 Empalme recto MT.
- A.1.19 Empalme termocontráctil MT.
- A.1.20 Tapón aislado 200 OCC con punto de

prueba.

A.1.21 Tapón aislado MT 200-OCC.

A.1.22 Varilla de prueba.

A.2 Sistemas de 600 A (Ver figura 2.5.1 - A.2).

A.2.1 Adaptador de 600 para aterrizar pantallas.

A.2.2 Boquilla estacionaria de 600 A.

A.2.3 Boquilla extensión 600.

A.2.4 Boquilla reductora 600/200.

A.2.5 Boquilla reductora 600/200 OCC.

A.2.6 Boquilla tipo perno MT.

A.2.7 Conector tipo codo operación sin tensión de 600 A.

A.2.8 Conector tipo múltiple MT-600/200-ST de 2, 3 y n vías.

A.2.9 Conector tipo múltiple MT-600-ST de 2, 3 y n vías.

A.2.10 Conector tipo unión 600 A.

A.2.11 Empalme recto contráctil en frío MT-600.

A.2.12 Empalme recto premoldeado MT-600.

A.2.13 Empalme recto termocontráctil MT-600.

A.2.14 Empalme separable tipo 600.

A.2.15 Tapón básico 600 A-ST con punto de prueba para boquilla tipo perno.

A.2.15 Tapón aislado de 600-ST para codo de 600.

A.3 Transiciones.

A.3.1 Apartarrayos tipo transición (RISER-POLE).

FIGURA 2.5.1 - A.1  
SISTEMA 200 AMP.

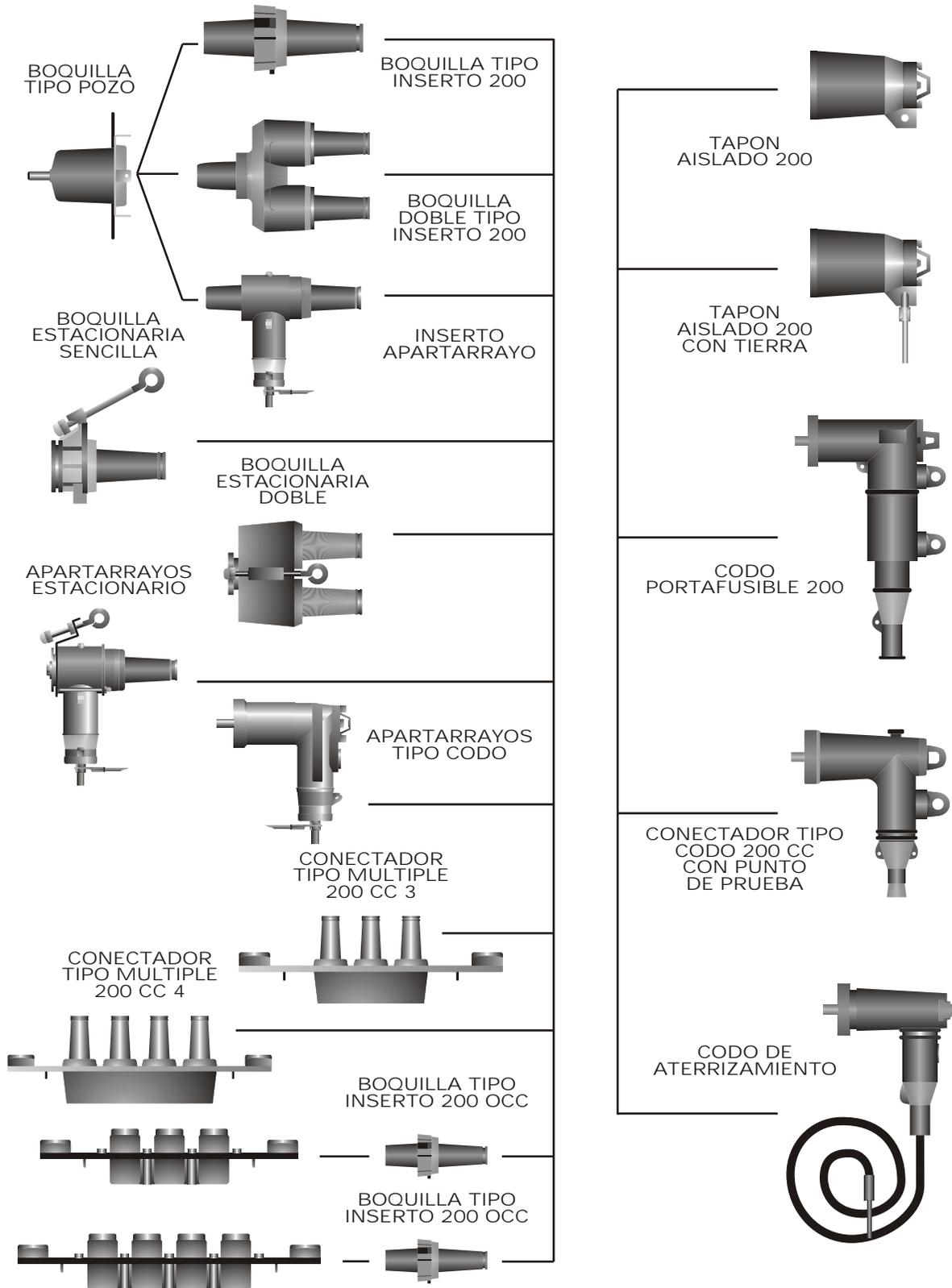
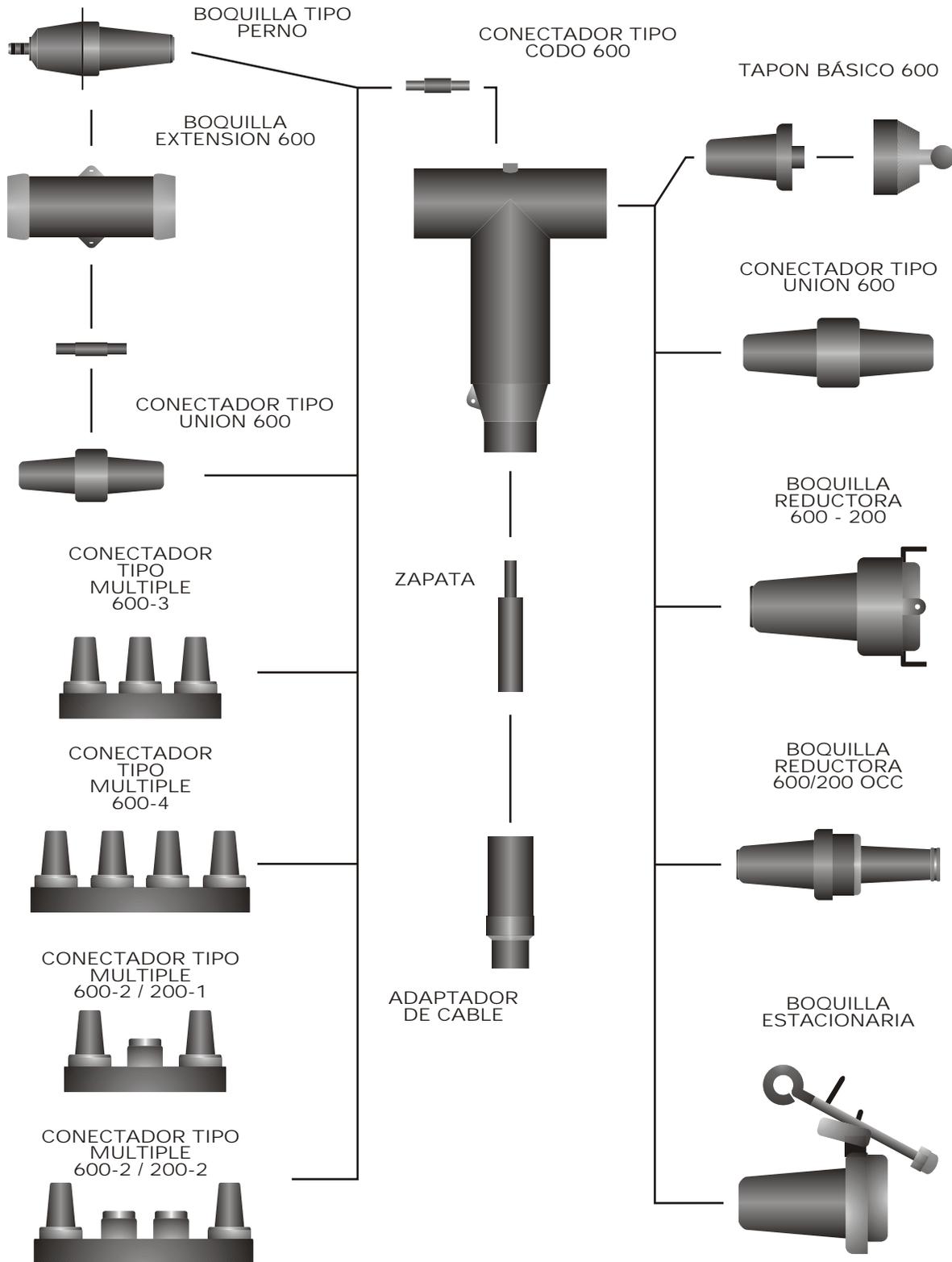


FIGURA 2.5.1 - A.2  
SISTEMA 600 AMP.



- A.3.2 Sello contráctil en frío.
- A.3.3 Sello termocontráctil.
- A.3.4 Terminal contráctil en frío.
- A.3.5 Terminal de MT termocontráctil.
- A.3.6 Terminal de MT tipo bayoneta.
- A.3.7 Terminal premoldeada de MT.

#### A.4 Conexiones para sistemas de tierra.

- A.4.1 Conexión a compresión cable - cable.
- A.4.2 Conexión a compresión cable - varilla.
- A.4.3 Conexión de adaptador de tierra 200 A.
- A.4.4 Conexión de adaptador de tierra 600 A.
- A.4.5 Conexión tipo soldable cable - cable.
- A.4.5 Conexión tipo soldable cable - varilla.

#### B) BAJA TENSIÓN

- B.1 Conector múltiple para baja tensión 4, 6, 8 y 10 vías.
- B.2 Juego de conexiones tipo CM-600 que consiste en un conector de compresión de aluminio tipo zapata, manga aislante polimérica, tornillo y rondana de presión.
- B.3 Empalme en derivación con gel, que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, inmerso en un recipiente con gel.
- B.4 Empalme en derivación contráctil en frío que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, juego de cintas y manga contráctil en frío.
- B.5 Empalme en derivación termocontráctil, que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, juego de cintas y manga abierta termocontráctil.

#### 2.5.2 TRANSFORMADORES

**A) TRANSFORMADORES PARTICULARES****A.1 Especificaciones.**

A.1.1 NMX-J-285.

A.1.2 NMX-J-287.

A.1.3 Garganta.

**A.2 Tipos.**

A.2.1 Tipo pedestal.

A.2.2 Tipo convencional (garganta).

A.2.3 Tipo bóveda sumergible.

**A.3 Características.**

A.3.1 Monofásico o trifásico.

A.3.2 Media tensión: la disponible en el área.

A.3.3 Baja tensión: el requerido por el usuario.

A.3.4 Aislamiento: biodegradable.

A.3.5 Capacidad: la requerida por el usuario y de acuerdo al diseño del proyecto avalado por la unidad verificadora.

**A.4 Conexión.**

Los devanados de los transformadores trifásicos, deben ser Estrella-Estrella.

**A.5 Pérdidas.**

Los valores de pérdidas no deben ser superiores a las indicadas en las especificaciones CFE K0000.

**B) TRANSFORMADORES DE CFE****B.1 Especificaciones.**

- B.1.1 CFE K0000-04 "Transformadores monofásicos tipo pedestal para Distribución Residencial Subterránea".
- B.1.2 CFE K0000-05 "Transformadores trifásicos tipo sumergible para Distribución Comercial Subterránea".
- B.1.3 CFE K0000-07 "Transformadores trifásicos tipo pedestal para Distribución Comercial Subterránea".
- B.1.4 CFE K0000-08 "Transformadores trifásicos tipo pedestal para Distribución Residencial Subterránea".
- B.1.5 CFE K0000-19 "Transformadores monofásicos tipo sumergible para Distribución Residencial Subterránea".

## B.2 Tipos.

Los transformadores deben cumplir especificaciones de la CFE y pueden ser de dos tipos dependiendo de su aplicación.

B.2.1 Transformador tipo sumergible.

B.2.2 Transformador tipo pedestal.

## B.3 Características.

B.3.1 Monofásicos o trifásicos.

B.3.2 Media tensión: la requerida en el área.

B.3.3 Baja tensión: 240/120 V, en 3 hilos, 220/127 V, en 4 hilos.

B.3.4 Aislamiento aceite dieléctrico.

B.3.5 Capacidad:

B.3.5.1 Para desarrollos habitacionales: capacidad de acuerdo al diseño, del proyecto sujetándose a 25, 37,5, 50, 75 o 100 kVA.

B.3.5.2 Para desarrollos habitacionales de muy alto nivel, comerciales e industriales: capacidad de acuerdo al diseño del proyecto sujetandose a sistemas trifásicos de 75, 112,5, 150, 225, 300 y 500 kVA recomendándose la utilización de capacidades bajas.

#### B.3.6 Protección:

B.3.6.1 En transformadores monofásicos: fusible limitador de corriente de rango parcial en serie con el fusible de expulsión removible desde el exterior.

B.3.6.2 En transformadores trifásicos: fusible de rango completo instalado en el interior en media tensión y removible desde el exterior para capacidades de 300 y 500 kVA, y fusible limitador de corriente rango parcial en serie con el fusible de expulsión removible desde el exterior para capacidades de 75, 112,5, 150 y 225 kVA.

#### B.4 Conexión.

B.4.1 La conexión en los devanados de los transformadores trifásicos deben ser invariablemente Estrella-Estrella aterrizada.

B.4.2 La conexión en los devanados de los transformadores monofásicos invariablemente debe ser YT.

### 2.5.3 EQUIPO DE SECCIONALIZACIÓN Y PROTECCIÓN

- A) El equipo de seccionalización y protección en los puntos de transición estará dado por cortacircuitos, fusibles, fusible de potencia en instalaciones monofásicas y seccionalizador en instalaciones trifásicas.
- B) El equipo de seccionalización para los transformadores monofásicos tipo pedestal estará dado por los conectadores tipo codo de apertura con carga de 200 A y

para los transformadores monofásicos tipo sumergible y trifásicos se hará por medio de seccionadores internos para 200 A.

- C) La protección para los transformadores esta dada por un fusible limitador de corriente de rango parcial en serie con un fusible de expulsión removible desde el exterior. Para transformadores construidos de acuerdo a las especificaciones CFE K0000-04,08 y 19.
- D) Para los transformadores construidos con base a las especificaciones CFE K0000-05 y 07, la protección está dada por un fusible limitador de corriente de rango completo removible desde el exterior.
- E) En sistemas monofásicos, el equipo de seccionalización y protección para las derivaciones de los circuitos en media tensión, esta dado por conectadores tipo codo portafusible para 200 A de apertura con carga.
- F) Se instalarán equipos seccionadores sin protección para enlace de circuitos troncales en el punto intermedio de cada circuito y en el extremodel mismo.

#### 2.5.4 ACOMETIDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

##### A) ACOMETIDAS EN MEDIA TENSIÓN

A.1 Las acometidas en media tensión se darán con un sistema radial simple y seguirán la menor trayectoria desde el equipo de derivación sin cruzar propiedades de terceros.

A.1.1 En sistemas monofásicos, el equipo de seccionalización y protección para las derivaciones de los circuitos en media tensión, será dado por conectadores tipo codo portafusible para 200 A de apertura con carga.

A.1.2 El uso de fusibles tipo codo será para demandas de hasta 500 kVA en 13.2 kV y 850 kVA en 23 kV monofásicas.

A.1.3 El uso de seccionadores con protección electrónica será para acometidas trifásicas con demandas mayores a 500 kVA en 13.2 kV y 850 kVA en 23 kV, en cuyo caso la apertura debe de ser trifásica.

- A.2 Cuando exista espacio exterior, se derivarán de un seccionador tipo pedestal, en caso contrario se derivarán de un seccionador tipo sumergible, instalado en pozo de visita.
- A.3 En casos excepcionales, cuando se disponga de espacio exterior y el nivel frático sea alto, se podrán usar gabinetes tipo pedestal para instalar los conectadores múltiples de media tensión en servicios monofásicos.
- A.4 El equipo de seccionalización y protección para acometidas con alimentación selectiva, será un equipo de transferencia automática de 200 A, tipo pedestal, de frente muerto, de la capacidad interruptiva adecuada.

#### B) ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN

- B.1 Para el caso de que en el desarrollo existan únicamente lotes y no viviendas construidas, se deben dejar previstos para las acometidas ductos de PVC tipo pesado o PAD RD 17 de al menos 38 mm de diámetro en acometidas trifásicas y 31.7 mm de diámetro en acometidas monofásicas cerrados en ambos extremos, saliendo del registro secundario a un punto ubicado a 50 cm dentro del límite de propiedad del lote. En ambos casos se debe respetar el factor de relleno establecido en la NOM-001-SEDE. Es necesario dejar una mojonera como indicación sobre la superficie del predio para poder localizar el extremo del ducto.
- B.2 La instalación del cable y del equipo de medición, debe sujetarse a las Normas de Medición de CFE.

### 2.5.5 ALUMBRADO PÚBLICO

#### A) ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

- A.1 La alimentación debe ser conforme a lo que se indica en el punto 2.5.4 - A) ACOMETIDAS EN MEDIA TENSIÓN.
- A.2 Los transformadores deben ser monofásicos, conectados en forma radial construidos con base a la NMX-J-289 y sus valores de pérdidas no deben

exceder a los indicados en las especificaciones CFE K0000-04 o 09. Deben estar protegidos por medio de interruptores termomagnéticos ubicados en el lado de baja tensión.

A.3 El mantenimiento de los transformadores, circuitos y luminarias de alumbrado público estará dado por el contratante.

#### B) ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN

B.1 Las luminarias y los sistemas a emplear deben ser del tipo ahorradoras de energía eléctrica.

B.2 Serán independientes de los circuitos de la CFE y deberán estar protegidos con interruptor termomagnético ubicados en el murete de medición.

## 2.6 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS

### 2.6.1 DENSIDAD DE CARGA

Debido a las diferentes condiciones climatológicas y de desarrollo existentes en el país, así como los diversos factores que se deben considerar para obtener las Densidades de Carga afectadas por el factor de coincidencia, cada División de Distribución determinará cuales son las aplicables en sus Zonas de Distribución y proporcionará esta información en las Bases de Proyecto para cada desarrollo en particular.

#### A) DETERMINACIÓN DE DENSIDADES DE CARGA

Para obtener las Densidades de Carga se procederá de la siguiente manera:

##### A.1 Cargas de tipo residencial.

- A.1.1 Se consideran tres estratos socioeconómicos: Interés social (FOVISSSTE, etc.), clase media y clase alta.
- A.1.2 Se seleccionan como mínimo cinco áreas saturadas urbanística y eléctricamente de cada estrato socioeconómico cuando menos con 5 años en operación.
- A.1.3 En temporada de alto consumo se obtiene la demanda máxima de cada una de las áreas y se cuenta el número de usuarios conectados, obteniendo la demanda máxima diversificada coincidente por usuario.
- A.1.4 Se obtiene la raíz cuadrada media de la demanda máxima diversificada por usuario, para cada tipo de usuarios.

$$D = \sqrt{\frac{D1^2 + D2^2 + \dots + Dn^2}{n}}$$

El valor obtenido es la demanda máxima diversificada coincidente por usuario, para cada tipo de estrato socioeconómico y es la que debe utilizarse para calcular capacidades de

transformadores y secciones transversales de los conductores de baja tensión.

## A.2 Cargas de tipo comercial.

A.2.1 Se deben seleccionar como mínimo 5 desarrollos de cada tipo (centros comerciales, hoteles, etc.), saturados urbanística y eléctricamente, cuando menos con 5 años en operación.

A.2.2 En temporada de alto consumo se obtiene la demanda máxima de cada uno de los desarrollos y se divide entre su correspondiente superficie construida, obteniéndose de esta forma la densidad máxima coincidente por desarrollo.

A.2.3 Se obtiene la raíz cuadrada media de la densidad máxima coincidente por desarrollo, para cada tipo de desarrollo.

$$D = \sqrt{\frac{D1^2 + D2^2 + \dots + Dn^2}{n}}$$

El valor obtenido es la densidad máxima diversificada coincidente por tipo de desarrollo y es la que deberá utilizarse para calcular capacidades de transformadores y secciones transversales de los conductores de baja tensión.

## A.3 Cargas para remodelaciones de instalaciones Aéreas a Subterráneas.

A.3.1 Pasos para determinar la capacidad de los transformadores en una zona a remodelar:

- 1.- Definir el área a remodelar.
- 2.- Identificar los transformadores que alimentan los servicios del área a remodelar.
- 3.- Instalar medición en la baja tensión de los transformadores definidos en el punto anterior por un periodo de 15 días en

temporada de máxima carga con equipos de medición que cuenten con perfil de carga.

Simultáneamente a la medición obtener:

- 1.- Censo de medidores instalados en el área a remodelar.
- 2.- Consumos promedio en kWh por usuario de los registros del área comercial y basándose en el censo realizado.
- 3.- Calcular la demanda máxima por usuario con las mediciones obtenidas en los transformadores de distribución y los consumos promedios por usuario, de acuerdo a lo siguiente:

$$D_{\text{max usuario}} = \frac{\text{kWh}_{\text{usuario}}}{F_{C_T} * h_p}$$

En donde:

$\text{KWh}_{\text{usuario}}$  = Consumo promedio anual por usuario.

$F_{C_T}$  = Factor de carga obtenido de las mediciones del transformador al cual se encuentra conectado la carga.

$H_p$  = Periodo de tiempo en horas (8760 h).

- 4.- Sumar las demandas por usuario calculadas y comparar con la demanda obtenida en la medición realizada en los transformadores, observando que la suma contenga los usuarios correspondientes a cada transformador que lo alimenta.
- 5.- Determinar la capacidad de los nuevos transformadores de acuerdo a la demanda de los servicios por alimentar, considerando la demanda calculada por usuario.
- 6.- Se recomienda un factor de utilización unitario para seleccionar la capacidad del

transformador.

- 7.- Realizar una corrida de flujos de la nueva red secundaria para el evaluar los rangos de regulación observando que estos no sobrepasen los límites preestablecidos.

## 2.6.2 CARGAS Y DEMANDAS MÁXIMAS

Cuando el desarrollo se proyecte con un solo ramal monofásico y con el proposito de no desbalancear el circuito, la máxima demanda será 180 kVA en 13.2 kV, 300 kVA en 23 kV y 500 kVA en 33 kV.

La máxima carga monofásica a alimentar por lote es 100 kVA.

Las demandas superiores a 10 kW pueden suministrarse en media tensión.

## 2.6.3 TRANSFORMADORES

### A) CAPACIDADES NORMALIZADAS

Las capacidades de transformadores para Redes de Distribución Subterráneas que se tienen normalizadas son las siguientes:

#### A.1 Transformadores monofásicos.

TABLA 2.6.3 - A.1

CAPACIDAD EN kVA	TIPO
25	PEDESTAL Y SUMERGIBLE
37,5	PEDESTAL Y SUMERGIBLE
50	PEDESTAL Y SUMERGIBLE
75	PEDESTAL Y SUMERGIBLE
100	PEDESTAL Y SUMERGIBLE

A.2 Transformadores trifásicos.

TABLA 2.6.3 - A.2

CAPACIDAD EN KVA	TIPO
75	PEDESTAL
112,5	PEDESTAL
150	PEDESTAL
225	PEDESTAL
300	PEDESTAL Y SUMERGIBLE
500	PEDESTAL Y SUMERGIBLE

B) UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS

Se utilizan en los siguientes casos:

- B.1 Formando parte integral de un anillo monofásico.
- B.2 Para servicio particular, conectados en forma radial a un anillo monofásico o trifásico.

C) UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

Se instalan preferentemente del tipo pedestal, dejando los tipo sumergible para los casos en que por razones de espacio, estética, etc. sea más recomendable su uso.

Se utilizan en los siguientes casos:

- C.1 Formando parte integral de un anillo trifásico.
- C.2 Para servicio particular, conectados en forma radial a un anillo trifásico.

D) RECOMENDACIONES GENERALES

D.1 Se debe procurar el utilizar capacidades bajas y uniformes en un mismo desarrollo.

D.2 El factor de utilización para transformadores en

Sistemas Subterráneos será del 90% como máximo.

D.3 Se evitará dejar transformadores con poca carga.

#### 2.6.4 CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDAS

##### A) CIRCUITO EQUIVALENTE

Los circuitos de media tensión subterráneos con longitudes menores de 15 km, se consideran como líneas de transmisión cortas, utilizando para los cálculos de caída de tensión un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, despreciándose la reactancia capacitiva.

En el caso de que un circuito exceda los 15 km de longitud, se utiliza para el cálculo un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, considerándose la reactancia capacitiva en paralelo.

##### B) VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS

###### B.1 Circuitos de media tensión.

En condiciones normales de operación, el valor máximo de la caída de tensión no debe exceder del 1% desde el punto de conexión.

El cálculo debe realizarse tanto para la troncal como para los subanillos, involucrando todas las cargas conectadas desde el inicio del circuito hasta el punto de apertura correspondiente.

El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2%.

###### B.2 Circuitos de baja tensión.

El valor máximo de caída de tensión para los circuitos de baja tensión no debe exceder del 3% para sistemas monofásicos y del 5% para trifásicos, desde el transformador hasta el registro más lejano.

El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2%.

###### B.3 Acometidas de baja tensión.

El valor máximo de caída de tensión para las acometidas no debe exceder del 1% desde el registro de acometida hasta el equipo de medición. La longitud máxima de las acometidas deber ser 35 m.

C) VALORES DE RESISTENCIA, REACTANCIA INDUCTIVA Y REACTANCIA CAPACITIVA

Para realizar los cálculos de caída de tensión se tomarán los valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva mostrados en las siguientes tablas:

TABLA 2.6.4 - C.1

RESISTENCIA Y REACTANCIA INDUCTIVA PARA CABLES DS  
CABLES CON CONDUCTOR DE ALUMINIO

SECCIÓN TRANSVERSAL mm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A 90 °C EN C.A. /km	REACTANCIA INDUCTIVA EN /km.		
		15000 V	25000 V	35000 V
33,6 (2 AWG)	1,100	0,347		
53,5 (1/0 AWG)	0,691	0,3267	0,3263	0,3262
67,5 (2/0 AWG)	0,548	0,3181	0,3178	0,3176
85,0 (3/0 AWG)	0,434	0,3095	0,3093	0,3090
107,2 (4/0 AWG)	0,345	0,3005	0,3002	0,3000
126,7 (250KCM)	0,292	0,2925	0,2922	0,2920
152,6 (300KCM)	0,244	0,2854	0,2853	0,2849
177,3 (350KCM)	0,209	0,2798	0,2796	0,2794
202,8 (400KCM)	0,183	0,2746	0,2743	0,2741
228,0 (450KCM)	0,163	0,2697	0,2695	0,2693
253,4 (500KCM)	0,147	0,2660	0,2658	0,2656
304,0 (600KCM)	0,123	0,2579	0,2577	0,2576
329,4 (650KCM)	0,113	0,2549	0,2547	0,2545
352,7 (700KCM)	0,105	0,2522	0,2519	0,2528
380,0 (750KCM)	0,098	0,2494	0,2492	0,2491
405,0 (800KCM)	0,092	0,2472	0,2470	0,2468
456,0 (900KCM)	0,083	0,2422	0,2420	0,2419
506,7 (1000KCM)	0,075	0,2377	0,2376	0,2375

TABLA 2.6.4 - C.2

CAPACITANCIA Y REACTANCIA CAPACITIVA PARA CABLES DS  
CABLES CON CONDUCTOR DE ALUMINIO

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR mm <sup>2</sup>	CAPACITANCIA (µF/km)			REACTANCIA CAPACITIVA EN /km		
	15000 V	25000 V	35000 V	15000 V	25000 V	35000 V
33,6 (2 AWG)	0,1736			15291,0		
53,5 (1/0 AWG)	0,2018	0,1606	0,1373	13155,8	16527,5	19336,6
67,5 (2/0 AWG)	0,2148	0,1727	0,1469	12159,2	15373,5	18073,6
85,0 (3/0 AWG)	0,2369	0,1862	0,1576	11207,9	14262,4	16849,5
107,2 (4/0 AWG)	0,2593	0,2024	0,1704	10239,1	13119,3	15580,9
126,7 (250KCM)	0,2718	0,2100	0,1765	9771,4	12646,0	15043,0
152,6 (300KCM)	0,2919	0,2244	0,1879	9096,8	11834,8	14134,0
177,3 (350KCM)	0,3089	0,2365	0,1974	8596,8	11228,3	13450,7
202,8 (400KCM)	0,3259	0,2486	0,2069	8149,1	10683,1	12833,6
228,0 (450KCM)	0,3428	0,2606	0,2163	7746,9	10190,0	12273,2
253,4 (500KCM)	0,3566	0,2704	0,2240	7446,9	9820,0	11851,3
304,0 (600KCM)	0,3800	0,2884	0,2389	6988,2	9208,1	11115,5
329,4 (650KCM)	0,3920	0,2970	0,2456	6774,9	8943,5	10812,0
352,7 (700KCM)	0,4039	0,3054	0,2523	6574,4	8694,0	10525,0
380,0 (750KCM)	0,4158	0,3140	0,2590	6385,6	8458,3	10253,3
405,0 (800KCM)	0,4263	0,3214	0,2648	6229,1	8262,5	10027,3
456,0 (900KCM)	0,4501	0,3383	0,2781	5899,1	7848,0	9547,1
506,7 (1000KCM)	0,4725	0,3542	0,2906	5620,1	7496,1	9138,0

TABLA 2.6.4 - C.3

RESISTENCIA Y REACTANCIA INDUCTIVA PARA CABLES DE 600 V  
CABLES CON CONDUCTOR DE ALUMINIO

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR mm <sup>2</sup>		RESISTENCIA A 90 °C EN C.A /km	REACTANCIA INDUCTIVA (CUADRUPLIX O TRIPLEX) /km
21,15	(4 AWG)	1,747	0,1087
33,6	(2 AWG)	1,100	0,1029
53,5	(1/0 AWG)	0,691	0,0995
67,5	(2/0 AWG)	0,548	0,0970
85,0	(3/0 AWG)	0,435	0,0949
107,2	(4/0 AWG)	0,345	0,0926
126,7	(250 KCM)	0,292	0,0934
152,6	(300 KCM)	0,244	0,0917
177,3	(350 KCM)	0,209	0,0904
202,8	(400 KCM)	0,183	0,0893
228,0	(450 KCM)	0,163	0,0885
253,4	(500 KCM)	0,147	0,0876
304,0	(600 KCM)	0,123	0,0880
354,7	(700 KCM)	0,106	0,0870
405,0	(800 KCM)	0,094	0,0861
456,0	(900 KCM)	0,084	0,0853
506,7	(1000 KCM)	0,076	0,0846

## 2.6.5 CABLES

### A) SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES

#### A.1 Circuitos de media tensión.

Se deben emplear las siguientes secciones transversales.

TABLA 2.6.5 - A.1

SECCIÓN TRANSVERSAL mm <sup>2</sup>	CONDUCTOR
53,5 (1/0 AWG)	ALUMINIO
85,0 (3/0 AWG)	ALUMINIO
253,4 (500 KCM)	ALUMINIO O COBRE
380,0 (750 KCM)	ALUMINIO O COBRE
506.7 (1000 KCM)	ALUMINIO O COBRE

#### A.2 Circuitos de baja tensión.

Se utilizarán las siguientes secciones transversales con conductores de aluminio:

TABLA 2.6.5 - A.2

SECCIÓN TRANSVERSAL mm <sup>2</sup>	CONDUCTOR
53,5 ( 1/0 AWG)	ALUMINO
85,0 (3/0 AWG)	ALUMINO
177,3 (350 KCM)	ALUMINO

TABLA 2.6.5 - A.3

SECCIÓN MÍNIMA DE DUCTOS A EMPLEAR EN CABLES  
DE BAJA TENSIÓN (mm)

CONFIG.	CALIBRE	DIAM. EN mm	1 CIRCUITO AMP.	2 CIRCUITO AMP.	3 CIRCUITO AMP.	4 CIRCUITO AMP.	5 CIRCUITO AMP.	6 CIRCUITO AMP.
CABLE TRIPLEX	2C/1N (4-4)	38	89	84	80	78	75	72
	2C/1N (2-4)	38	118	111	105	101	97	94
	2C/1N (1/0-2)	50	160	151	143	138	132	126
	2C/1N (3/0-1/0)	75	219	206	195	187	178	171
CUADRU- PLEX	3C/1N (4-4)	38	79	75	71	69	66	63
	3C/1N (2-4)	50	106	100	94	91	86	83
	3C/1N (1/0-2)	50	142	133	125	120	114	109
	3C/1N (3/0-1/0)	75	194	181	170	162	153	146
	3C/1N (350-4/0)	100	306	283	264	251	236	224

La optimización de los proyectos en sistemas eléctricos implica encontrar aquellos componentes que reflejen el mínimo costo total a valor presente, el cual incluye los costos de pérdidas, costos de operación y mantenimiento, así como los gastos de inversión en bienes de capital para el periodo de su vida útil.

Para determinar los elementos de baja tensión económicos a utilizar en las nuevas construcciones o remodelaciones de las Instalaciones Subterráneas existentes, deberá emplearse la metodología vigente desarrollada por la Subdirección de Distribución para ese tipo de instalaciones denominada "Metodología para el Cálculo del Conjunto Económico Transformador - Secundario - Acometida".

A.3 Acometidas en baja tensión.

Para proporcionar las acometidas en baja tensión a los usuarios, se normalizan las siguientes secciones transversales con conductores de aluminio:

TABLA 2.6.5 - A.4

SECCIÓN TRANSVERSAL mm <sup>2</sup>	CONDUCTORES
13,3 (6 AWG)	TRIPLEX Y CUADRUPLEX
21,15 (4 AWG)	TRIPLEX Y CUADRUPLEX
33,6 (2 AWG)	TRIPLEX Y CUADRUPLEX
53,5 (1/0 AWG)	TRIPLEX Y CUADRUPLEX
85,0 (3/0AWG)	TRIPLEX Y CUADRUPLEX
177,3 (350 KCM)	TRIPLEX Y CUADRUPLEX

A.4 Acometidas en baja tensión a concentración de medidores.

Para proporcionar las acometidas en baja tensión de los transformadores a concentración de medidores se utilizará sólo cable de cobre con aislamiento THHW-S, se normalizan las siguientes secciones transversales:

TABLA 2.6.5 - A.5

TABLA DE CALIBRES DE CABLES PARA CONCENTRACIÓN DE MEDIDORES (USO COMERCIAL Y TURÍSTICO)

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR	CALIBRE DEL CONDUCTOR THHW-LS 600V COBRE
150 kVA (K0000-08)	2 CONDUCTORES CALIBRE 1/0 AWG POR FASE
225 kVA (K0000-07)	2 CONDUCTORES CALIBRE 4/0 AWG POR FASE
300 kVA (K0000-05 ó 07)	2 CONDUCTORES CALIBRE 300 MCM POR FASE
500 kVA (K0000-05 ó 07)	2 CONDUCTORES CALIBRE 750 MCM POR FASE

## B) NIVEL DE AISLAMIENTO

Todos los cables deben de tener un nivel de aislamiento del 100%, excepto en salidas de Subestaciones de Distribución y transiciones aéreo-subterráneo-aéreo en libramientos, en donde se debe emplear un nivel de aislamiento del 133%.

## C) TENSIONES DE JALADO PARA CABLES

C.1 Para tensiones de jalado de cables se deben de considerar los siguientes factores:

C.1.1 La longitud máxima de jalado depende de la trayectoria y del tipo de conductor del cable a instalar.

C.1.2 La tensión máxima permisible en los cables será la recomendada por los fabricantes.

C.2 Las tensiones de jalado para cables en ductos subterráneos, se deben calcular de la siguiente manera:

C.2.1 Tensión de jalado para cable con perno de tracción colocado en el conductor.

La tensión no deberá exceder el valor obtenido de la siguiente fórmula:

$$T_m = T * n * A$$

En donde:

$T_m$  = Tensión máxima permisible en N.

$T$  = Tensión, en  $N/mm^2$ , para el material que se trate.

$n$  = Número de conductores.

$A$  = Área de cada conductor en  $mm^2$ .

La tensión máxima no debe ser mayor de 21574,6 N (2200 kg), para cables monopolares o 26478 N (2700 kg) para cables triplex o cuadruplex con secciones transversales de conductor de 8,4  $mm^2$  o mayores.

### C.2.2 Tensión de jalado para cable con malla de acero (calcetín) sobre la cubierta del cable.

La tensión no deberá exceder el valor obtenido de la siguiente fórmula:

$$T_m = K T (d - t)$$

En donde:

$T_m$  = Tensión máxima permisible en N.

$K$  = 3,31 para cables con cubierta de plomo y 2,21 para otra cubierta en mm.

$T$  = Tensión, en  $N/mm^2$ , para el material que se trate.

$t$  = Espesor de la cubierta en mm.

$d$  = Diámetro sobre la cubierta en mm.

Para cables contruidos bajo la especificación CFE K000-16 la tensión máxima de jalado no debe ser mayor que 0,7 en la sección transversal de la cubierta en  $kg/mm^2$  y no deberá exceder a la tensión calculada en la fórmula anterior, siendo la máxima 4413 N (450 kg).

### C.2.3 Cálculo para jalado de cables.

Las siguientes fórmulas se usan para calcular la tensión de jalado de cables de energía en tramos rectos y con curvas.

- Jalado horizontal

$$\text{TRAMO RECTO } T = fLW$$

$$\text{LONGITUD MÁXIMA } L_m = \frac{T_m}{FW}$$

- Jalado inclinado (donde  $A$  es el ángulo en radianes con la horizontal).

Hacia arriba

$$T = WL (\text{sen } A + f \cos A)$$

Hacia abajo

$$T = WL (\text{sen } A - f \cos A)$$

- Curva horizontal (en donde  $\theta$  es el ángulo considerado)

$$T_s = T_e \cosh f + \text{senh } f \sqrt{(T_e)^2 + (WR)^2}$$

- Curva vertical, jalado hacia arriba:  
cóncava con el ángulo hacia abajo.

$$T_s = T_e e^f + \frac{WR}{1+(f)^2} \left[ 2 f e^f \text{sen } \theta + (1 - 2f^2) (1 - e^f \cos \theta) \right]$$

- cóncava con el ángulo hacia arriba.

$$T_s = T_e e^f - \frac{WR}{1+(f)^2} \left[ 2 f e^f \text{sen } \theta - (1 - 2f^2) (1 - e^f \cos \theta) \right]$$

- Curva vertical, jalado hacia arriba:  
cóncava con el ángulo hacia abajo.

$$T_s = T_e e^f + \frac{WR}{1+(f)^2} \left[ 2 f \text{sen } \theta - (1 - 2f^2) (e^f - \cos \theta) \right]$$

- cóncava con el ángulo hacia arriba.

$$T_s = T_e e^f - \frac{WR}{1+(f)^2} \left[ 2 f e^f \text{sen } \theta + (1 - 2f^2) (1 - e^f \cos \theta) \right]$$

Aproximaciones para curvas:

Si  $T_e > 10 WR$  entonces  $T_s = T_e e^f$

Si  $T_s < 0$ , use cero como tensión para el tramo siguiente del tendido.

En las fórmulas de este capítulo:

$T$  = Tensión del jalado en kg.

$L$  = Longitud del ducto en m.

$W$  = Peso del cable en kg/m.

$T_m$  = Tensión máxima en kg.

= Factor de corrección por peso.

$A$  = Ángulo con la horizontal en radianes.

$f$  = Coeficiente de fricción (generalmente se toma como 0,5).

$T_s$  = Tensión a la salida de la curva en kg.

$T_e$  = Tensión a la salida de la curva en kg.

= Ángulo de la curva en radianes.

$R$  = Radio de la curva en m.

$E$  = Base de los logaritmos naturales (2,718).

TABLA 2.6.5 - C

VALORES DE  $e^f$

ÁNGULO DE LA CURVA EN GRADOS	$f = 0,4$	$f = 0,5$	$f = 0,75$
15	1,11	1,14	1,22
30	1,23	1,30	1,48
45	1,37	1,40	1,81
60	1,52	1,68	2,20
75	1,70	1,93	2,68
90	1,88	2,19	3,24

## 2.6.6 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

### A) LINEAMIENTOS BÁSICOS

La Distribución Subterránea de Energía Eléctrica se ha desarrollado cada vez con mayor intensidad, tanto en la evolución de los materiales utilizados, como en las técnicas y sistemas empleados en la construcción.

Como cualquier sistema eléctrico, las Redes Subterráneas están expuestas a la ocurrencia de fallas, cuyas consecuencias pueden crear interrupciones y daños en las instalaciones, cuando la protección no está debidamente calculada y diseñada.

Las principales causas de fallas en los Sistemas Subterráneos son:

- A.1 Degradación del aislamiento debido a humedad o calentamiento.
- A.2 Daños físicos del aislamiento.
- A.3 Esfuerzos eléctricos de sobretensión a que se somete el aislamiento, provocado por sobretensiones transitorias.
- A.4 El carecer de neutro corrido, provoca durante las fallas, sobrecorrientes en la pantalla metálica que degradan prematuramente el aislamiento del conductor.

Cada una de las causas de falla expuestas, en términos generales involucran las causas de interrupciones o daños en estos sistemas y por lo tanto deben de ser vigiladas para evitar incurrir en ellas.

La protección contra sobre corriente de un Sistema de Distribución Subterráneo debe servir para los siguientes propósitos:

- Reducir al mínimo el tiempo sin servicio a los usuarios.
- Proteger al equipo durante fallas en el sistema.
- Facilitar la localización y reparación de las fallas.

**B) INFORMACIÓN GENERAL**

El procedimiento para lograr la coordinación de protecciones en Sistemas de Distribución Subterránea es básicamente el mismo que el empleado en una red aérea, variando sólo los parámetros eléctricos del circuito y en parte la filosofía de operación.

Los puntos principales a considerar para una adecuada protección de las redes subterráneas, se pueden reducir a los siguientes:

- B.1 En una Red Subterránea las fallas deben de considerarse siempre como fallas permanentes, por lo que no deben de utilizarse recierres.
- B.2 Es importante considerar en los tiempos de operación de las protecciones, la capacidad térmica de los conductores para evitar envejecimiento prematuro. Se deben tomar las curvas de sobrecarga de corta duración de los conductores, en función de su aislamiento.
- B.3 Para evitar pruebas repetitivas que envejezcan el aislamiento se deben utilizar indicadores de falla a lo largo del circuito.

**C) DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN****C.1 Relevadores.**

Las protecciones utilizadas en Subestaciones de Distribución en bancos de transformación y alimentadores son:

Relevador de sobre corriente instantáneo (50).

Relevador de sobre corriente con retraso de tiempo (51).

**C.2 Seccionadores tipo poste.**

Se deben utilizar en transiciones, contar con protección de sobrecorriente y ser de apertura trifásica. Deben emplearse para cargas superiores a las indicadas en el punto 2.5.4 - A.3.

**C.3 Seccionadores tipo pedestal.**

Se deben utilizar en Sistemas Subterráneos que deriven en cargas superiores a las indicadas en la Tabla 2.6.6. Su apertura será trifásica y deberá cumplir con la especificación CFE Vm0051.

#### C.4 Fusible tipo expulsión.

El fusible debe especificarse de acuerdo a la frecuencia de operación, capacidad nominal de corriente, tensión máxima de diseño y capacidad interruptiva.

La capacidad nominal es por definición la corriente que el elemento puede soportar continuamente sin sufrir calentamientos que pudieran modificar sus características de diseño. Se deben emplear para cargas hasta los valores indicados en la Tabla 2.6.6.

Para la coordinación de elementos fusibles, se consideran los siguientes aspectos:

C.4.1 El elemento fusible no debe operar a causa de la corriente de carga, debe ser capaz de mantener el flujo de la corriente de carga máxima sin calentarse y sin modificar sus características originales.

C.4.2 Para coordinar sus tiempos de operación con los del equipo adyacente, se debe estar consciente de que para valores cercanos al tiempo mínimo de fusión, el fusible perderá sus características de diseño y aun cuando el elemento no sea fundido, no se apegará a sus tiempos originales.

C.4.3 La falla es despejada hasta que se rebasa el valor de tiempo máximo de apertura.

TABLA 2.6.6

TENSIÓN kV	CAPACIDAD kVA
13.2	500
23	850
33	1,250

**C.5 Protección de S.E. tipo pedestal y sumergible.**

Se deben utilizar las siguientes protecciones:

C.5.1 Fusibles limitadores de corriente de rango parcial y fusibles de expulsión, para transformadores tipo pedestal de uso residencial, trifásicos y monofásicos, según especificaciones CFE K0000-04, CFE K000-08 y CFE K0000-19.

C.5.2 Fusible de rango completo para transformadores de uso comercial, trifásicos. De acuerdo con las especificaciones CFE K0000-05 y CFE K0000-07.

C.5.3 Interruptor en baja tensión, para proteger los transformadores contra sobrecargas y cortocircuitos en baja tensión.

**C.6 Para seccionadores de transferencia manual o automática.**

Se debe utilizar protección mediante un simulador electrónico de apertura trifásica de la capacidad requerida de acuerdo a la especificación CFE VM000-51.

**C.7 Codos de 200 A portafusibles y fusibles en línea.**

Se deben utilizar en acometidas a servicios en media tensión y con cargas de hasta los valores indicados en la Tabla 2.6.6. No se debe exceder la capacidad interruptiva de estos accesorios.

La selección de los dispositivos de protección debe basarse en:

**C.7.1 Tensión nominal**

La utilización de un dispositivo que tenga una tensión nominal máxima de diseño, igual o mayor que la máxima tensión que se presente en el sistema, proporcionará una protección de aislamiento adecuada al equipo, aislando correctamente al circuito que falló.

**C.7.2 Corriente nominal continua.**

Normalmente el pico de corriente no debe exceder el valor nominal del dispositivo, debiendo tomar en cuenta, la tasa de crecimiento de carga del sistema cuando se elabore el proyecto y esquema de protección de la red.

### C.7.3 Capacidad interruptiva.

Debe conocerse con exactitud la máxima corriente de falla que pueda presentarse en el punto de aplicación de la protección, con objeto de lograr una selección adecuada del equipo a utilizar.

Para una adecuada aplicación de los equipos a emplear en un esquema coordinado de protecciones, es necesario calcular los valores máximos y mínimos de las potencias (o corrientes) de corto circuito presentes en los siguientes puntos:

- En la troncal de la red a la salida de la S.E.
- En los nodos donde parten las subtruncas.
- En los nodos donde parten los ramales.

En algunos casos, es recomendable calcular la corriente de cortocircuito mínimo que se presenta en el extremo de los ramales, todos estos valores garantizan una coordinación correcta.

## 2.6.7 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIÓN

Se deben instalar apartarrayos del tipo RISER POLE en las transiciones y de frente muerto en los puntos normalmente abiertos de los anillos.

A) Se usarán apartarrayos de óxido de zinc tipo transición (RISER POLE).

A.1 La selección del voltaje máximo de operación continua MCOV:

$$\text{MCOV} = (V \text{ entre fases} / \sqrt{3}) (\text{Factor TOV})$$

Donde el factor TOV Es el factor que considera el aumento de tensión temporal y de acuerdo a la Norma ANSI C62.11-1987, se toma como 1,06.

- A.2 El factor de aterrizamiento del sistema FA considera el aumento transitorio de tensión a que se someten las fases no falladas durante una falla a tierra y el cual depende del tipo de aterrizamiento del neutro del sistema. En un sistema con neutro sólidamente aterrizado este factor es típicamente de 1,3 a 1,4.

La tensión nominal del apartarrayo debe entonces seleccionarse como igual o mayor al producto de la tensión máxima de operación MCOV y el factor de aterrizamiento:

Tensión nominal = (MCOV) (FA) del apartarrayos

Por ejemplo, para un sistema de 13,8 kV con neutro sólidamente conectado a tierra:

$$\text{MCOV} = 13,8 / \sqrt{3} (1,06) = 8,44 \text{ kV}$$

Considerando un factor de aterrizamiento de 1,4:

Tensión nominal = (8,44) (1,4) = 11,82 kV, lo que indica que el apartarrayos a seleccionar deberá de ser clase 12 kV.

- A.3 Tmft (VER FÓRMULA DE NORMAS)

Tmft = Tensión máxima del sistema de fase a tierra.

Tmff = Tensión máxima del sistema entre fases.

- A.4 Margen de protección.

El margen de protección se obtiene como:

$$\text{MP} = \left[ \frac{\text{NBAI}}{2 (\text{VR} + \text{VG})} - 1 \right] 100$$

En donde:

MP = Margen de protección.

NBAI = Nivel básico de aislamiento al impulso (kV)

VR = Tensión de descarga residual 80 / 20  $\mu^s$  (kV), obtenida de la Tabla 2.6.7 para 10 kA de corriente nominal de descarga.

VG = Caída de tensión en guías se considera 5,25 kV/m.

Para asegurar el margen de protección mínimo de 20% establecido por la Norma ANSI-C62.22 se recomienda reducir al mínimo posible la longitud de las guías de conexión e instalar apartarrayos en los puntos abiertos.

Ejemplo:

Para el mismo sistema de 13,8 kV donde el NBAI es de 90 kV, el margen de protección sería:

$$MP = \left[ \frac{90}{2 (3+2,625)} \right] 100 \quad MP = 26,31\%$$

Para el apartarrayo que se está considerando de clase 12 kV, ya que se tiene según la Tabla 2.6.7 un VR (kV cresta) de  $(30+36)/2 = 33$ , y un VG de 2,625 considerando que la longitud de la guía (largo del puente que une la terminal con el apartarrayo) es de 50 cm.

Si la guía midiera 1 m, el MP resulta ser de 17.6%, el cual queda fuera del margen de protección mínimo que establece la Norma ANSI - C62.22. Por ello es muy importante que se instalen apartarrayos en el punto normalmente abierto del anillo subterráneo, ya que con ello se asegura un margen de protección por arriba del 20%. En todo caso se debe emplear la longitud más corta de la guía que permita la estructura de transición.

TABLA 2.6.7

TENSIÓN NOMINAL DE SISTEMA f-t kV rmc	TENSIÓN NOMINAL DEL APARTARRAYO kV rmc	TENSIÓN NOMINAL CONTINUA QUE SOPORTA EL APARTARRAYO f=t Mcov kV rmc	TENSIÓN MÁXIMA A LAS DESCARGAS PARA IMPULSOS DE CORRIENTE 8X20µs (kV CRESTA)		
			5 kA	10 kA	20 kA
13,2	10	8	21-25	23-27	25-31
	12	10	28-36	30-36	33-38
	15	13	35-38	38-42	43-47
	18	15	41-45	45-50	50-57
23,0	15	13	35-38	38-42	43-47
	18	15	41-45	45-50	50-57
	21	17	48-53	52-58	56-58
	27	22	61-67	67-75	75-85
13,5	27	22	61-67	67-75	75-86
	30	24	65-73	69-77	77-88

Características de operación de los apartarrayos de oxido de zinc.

- B) La conexión de tierra de apartarrayos o bajante de tierra no debe ser rígida para en caso de falla se pueda expulsar el indicador de falla de apartarrayos.
- C) En el Sistema Aéreo (transiciones) los apartarrayos se instalarán en posición horizontal.
- D) En el caso se Sistemas Subterráneos, en el nodo normalmente abierto, se instalarán accesorios con apartarrayos en ambas puntas del cable, seleccionando cualquiera de las 4 alternativas mencionadas a continuación que se adapten a la operatividad del sistema.
  - D.1 Transformador monofásico protegido con dos apartarrayos tipo codo utilizando boquilla estacionaria doble.
  - D.2 Transformador monofásico protegido con un apartarrayo tipo codo y con un apartarrayo tipo boquilla estacionaria.

- D.3 Transformador trifásico tipo residencial protegido con 6 apartarrayos tipo inserto.
- D.4 Transformador trifásico tipo comercial protegido con 6 apartarrayos tipo codo acoplados a los conectadores tipo codo 600-ST a través de las boquillas reductoras 600/200 OCC.

## 2.7 LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS

Esta Norma indica los lineamientos generales que deberán seguirse en lo referente a trámites y documentación para la elaboración y aprobación de proyectos de Redes Eléctricas de Distribución Subterránea, las cuales serán entregadas a la CFE para su operación y mantenimiento.

### 2.7.1 TRÁMITES

#### A) TRÁMITES PREVIOS

La aprobación de todo proyecto deberá apegarse al procedimiento para el trámite de proyectos y obras de distribución de energía eléctrica construidas por terceros (PROTER), por lo que antes de iniciar la elaboración del proyecto, será necesario efectuar los trámites en el indicados.

#### B) OFICIO RESOLUTIVO

Indica las aportaciones y obras específicas y obras de ampliación.

#### C) BASES DE PROYECTO

Las Bases de Proyecto bajo las cuales se desarrollará invariablemente el mismo, serán proporcionadas al interesado en respuesta a la solicitud de bases de energía eléctrica. La información que deberán contener dichas bases será la siguiente:

C.1 Densidad de carga expresada en VA/m<sup>2</sup> o demanda coincidente en kVA de las áreas involucradas en el proyecto como son: lotes, departamentos, locales comerciales, etc.

C.2 Tensión de operación a la que se proporcionará el servicio.

C.3 Puntos de conexión de la red del proyecto con la red existente.

C.4 Equipos de protección y seccionalización que se instalarán en los puntos de conexión y en la red en proyecto.

C.5 Tipos de sistemas a utilizar en las redes de media y

baja tensión.

C.6 Caída de tensión máxima permitida en media y baja tensión.

C.7 Material y sección transversal mínima de los conductores en media y baja tensión.

C.8 Material y sección transversal del neutro corrido y su conexión.

C.9 Tipos de transformadores a utilizar.

C.10 Longitudes máximas de los circuitos secundarios

C.11 Pérdidas eléctricas en cables y equipos.

#### D) APROBACIÓN DEL PROYECTO

Para la aprobación y entrega del proyecto deberán efectuarse los trámites indicados en los siguientes puntos del citado procedimiento (PROTER).

#### E) DOCUMENTACION DEL PROYECTO

La documentación que conformará un proyecto será la siguiente:

E.1 Plano general de media tensión.

E.2 Plano general de baja tensión.

E.3 Plano de detalles eléctricos.

E.4 Plano general de obra civil

E.5 Plano de detalles de obra civil.

E.6 Plano de alumbrado.

E.7 Memoria técnica descriptiva.

## 2.7.2 SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA

### A) SIMBOLOGÍA

PARA TODOS LOS PLANOS DE REDES ELÉCTRICA SUBTERRÁNEAS  
UTILIZAR LA SIGUIENTE SIMBOLOGÍA:

SÍMBOLOS PARA PLANOS			
ELEMENTO A REPRESENTAR		SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
LÍNEAS	SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA SISTEMAS DE 200 A.	--- ---	1
	SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA SISTEMAS DE 600 A.	=== ===	1
	DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA	+ + + + +	2
ACOMETIDAS	ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA	- + - + -	1
	ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA		
TRANSICIONES	DE LINEA DE MEDIA TENSIÓN ÁREA SUBTERRÁNEA		3
	CON C. C. F.		3
	CON CUCHILLAS SÓLIDAS		3
	CON C. O. G.		3
	CON SECCIONALIZADOR		3
	DE LÍNEA DE BAJA TENSIÓN ÁREA SUBTERRÁNEA		
TRANSFORMADORES	TIPO PEDESTAL		4
	TIPO BOVEDA		4

\*n = Número consecutivo - kVA = Capacidad del transformador - FASE = Fase de la cual se conecta el equipo.

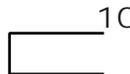
SÍMBOLOS PARA PLANOS			
ELEMENTO A REPRESENTAR		SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
SECCIONADORES	PARA REDES SUBTERRÁNEAS		5
	CON DERIVACIONES PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	CON DERIVACIONES CON PROTECCIÓN ELECTRÓNICA		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON PROTECCIÓN ELECTRÓNICA		5
CIRCUITOS	SUBTERRÁNEO DE ALUMBRADO	+++++	2
EMPALMES	RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL O ENCINTADO		6
	DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; EN X, PARA DERIVACIONES DE 600, 200 A O 600 A		6
	DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; CUERPO EN T, SEPARABLE, PARA DERIVACIONES DE 600, 200 A O 600 A		6
	RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN DE 200 A; TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL O ENCINTADO		7
	RECTO SEPARABLE DE MEDIA TENSIÓN DE 200A TIPO PREMOLDEADO		9
CONECTADOR DE MEDIA TENSIÓN TIPO MÚLTIPLE DE 100 A O 200 A; OPERACIÓN CON CARGA			11

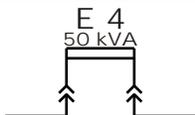
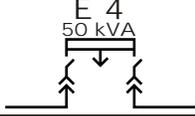
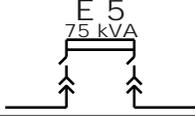
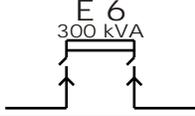
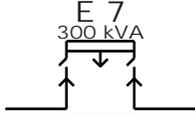
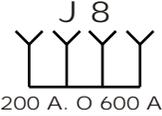
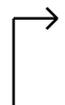
\*n = Número consecutivo del equipo - m = Número de vías.

SÍMBOLOS PARA PLANOS		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
EQUIPO DE MEDICIÓN		
CONCENTRACIÓN DE MEDIDORES		
CONEXIÓN A TIERRA		
LÁMPARAS	INCANDESCENTE 	
	AHORRADORA DE ENERGÍA ELECTRICA 	

SÍMBOLOS PARA OBRA CIVIL		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
BÓVEDA PARA TRANSFORMADOR		12 Y 13
BÓVEDA PARA SECCIONADOR		12 Y 13
POZO DE VISITA TIPO X		14
POZO DE VISITA TIPO L		14
POZO DE VISITA TIPO P		14
POZO DE VISITA TIPO T		14
BASE PARA TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL		15
BASE PARA SECCIONADOR TIPO PEDESTAL UN FRENTE		15
BASE PARA SECCIONADOR TIPO PEDESTAL DOS FRENTES		15

\*n = Número consecutivo del equipo -

SÍMBOLOS PARA OBRA CIVIL		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN		16
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN CON MURETE		16
REGISTRO DE BAJA TENSIÓN		17
BANCO DE DUCTOS	<u>S3B / P6B</u>	18

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO SUMERGIBLE PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO SUMERGIBLE PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
CONECTADOR MÚLTIPLE DE MEDIA TENSIÓN DE 200A. O DE 600A.		19 Y 21
CONECTADOR TIPO CODO 200A OPERACIÓN CON CARGA		19
CONECTADOR TIPO CODO DE 600A. OPERACIÓN SIN TENSIÓN		19

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
APARTARRAYO TIPO CODO DE FRENTE MUERTO		19
APARTARRAYO TIPO INSERTO DE FRENTE MUERTO		19
APARTARRAYO TIPO BOQUILLA ESTACIONARIA DE FRENTE MUERTO		19
PORTAFUSIBLE PARA SISTEMAS DE 200 A		19
CODO DE PUESTA A TIERRA		19
DESCANSO DE PUESTA A TIERRA		19
INSERTO DOBLE BOQUILLA		19
TAPÓN AISLADO DE 200 A		19
TAPON AISLADO DE 600 A		19
SECCIONADOR		19
INDICADOR DE FALLA		19
LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN		22, 24 Y 25

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN		23, 24 Y 25
REMATE DE LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN		22 Y 23
LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN CON CABLE MÚLTIPLE		23, 24 Y 25
TRANSFORMADOR TIPO POSTE		28
APARTARRAYOS		
CUERNOS DE ARQUEO		
CORTACIRCUITO FUSIBLE PARA OPERACIÓN UNIPOLAR CON DISPOSITIVO PARA ABRIR CON CARGA		34 y 35
SECCIONALIZADOR TIPO SECO		33
SECCIONALIZADOR EN ACEITE		33
RESTAURADOR		32
CUCHILLA DESCONECTADORA DE OPERACIÓN EN GRUPO, CON CARGA		34
CUCHILLA DESCONECTADORA DE OPERACIÓN EN GRUPO, SIN CARGA		34

\*K = Capacidad del fusible.

\*A = Capacidad del equipo

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
CUCHILLA SECCIONADORA PARA OPERACIÓN UNIPOLAR CON DISPOSITIVO PARA ABRIR CON CARGA		34
CUCHILLA SECCIONADORA, OPERACIÓN MONOFÁSICA CON PÉRTIGA SIN CARGA		34
FOTOCELDA		
RELEVADOR PARA EL CONTROL DE ALUMBRADO PÚBLICO		
POSTE DE CONCRETO REFORZADO DE SECCIÓN OCTAGONAL		
POSTE DE CONCRETO REFORZADO DE SECCIÓN CIRCULAR		
POSTE DE MADERA TRATADA		
POSTE TRONCOPIRAMIDAL DE ACERO DE SECCIÓN CIRCULAR		
POSTE EXISTENTE		
RETENIDA DE ANCLA		26
DOS RETENIDAS CON UNA ANCLA		26
DOS RETENIDAS CON DOS ANCLAS		26

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
RETENIDA DE BANQUETA		26
RETENIDA DE PUNTAL		26
RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA		26
RETENIDA DE POSTE A POSTE		26
RETENIDA DE POSTE A POSTE Y ANCLA		26
CARRETERA PAVIMENTADA		36
CARRETERA DE TERRACERÍA		36
VÍA DE FERROCARRIL		36
PUENTE		
ARROYO		
CANAL DE RIEGO PRINCIPAL		
RÍO		

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
TUBERÍA HIDRÁULICA		34
DRENAJE		34
TUBERÍA DE GAS		34
CABLE DE TELEVISIÓN		
CANAL DE RIEGO SECUNDARIO		
ESTANQUE O REPRESA		
ÁREA ARBOLADA O DE HUERTAS		
CERCA DE ALAMBRE DE PUAS		
CASA HABITACIÓN		
IGLESIA		
ESCUELA		
CEMENTERIO		

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
BOMBA DE AGUA POTABLE O RIEGO	Ⓐ	
CARCAMO	Ⓒ	

#### A.1 Notas generales.

- A.1.1 Para líneas de media tensión indicar la sección transversal y el número de fases e hilos. Se debe incluir al pie de plano una nota aclaratoria que indique la tensión nominal del cable, material del conductor y nivel de aislamiento.
- A.1.2 En líneas de baja tensión indicar la sección transversal, tipo TPX (Triplex) o CPX (Cuádruplex) y tensión nominal del cable.
- A.1.3 Para las transiciones de línea de media tensión Aérea a Subterránea, indicar el número de fases e hilos, tensión nominal del cable y nomenclatura del circuito.
- A.1.4 Junto al símbolo del transformador, indicar el número consecutivo de banco anteponiéndole la letra "E" (Estación), capacidad del transformador, fase a la que se encuentra conectado el transformador monofásico y en el caso de transformador trifásico indicar 3F.
- A.1.5 Dentro del símbolo del seccionador indicar su número consecutivo, precedido por las letras "S" (Seccionador para Redes Subterráneas), "SF" (Seccionador con derivaciones protegido con Fusibles), "SE" (Seccionador con protección Electrónica), "SAF" (Seccionador de transferencia Automática protegido con Fusible), "SAE" (Seccionador de transferencia Automática con protección Electrónica) según el tipo de seccionador de que se trate; indicar además junto al símbolo

la cantidad de vías.

- A.1.6 Para los empalmes de media tensión de 600 A se debe señalar con las letras "R" (empalme recto), "Y" (empalme en x para derivaciones), "D" (empalme en T, separable, para derivaciones) según el tipo de empalme de que se trate. El número corresponde al consecutivo del empalme.
- A.1.7 Los empalmes de media tensión de 200 A deben llevar las letras "EM" (empalme). El número corresponde al consecutivo del empalme.
- A.1.8 Estos empalmes de media tensión de 200 A deben llevar las letras "EM" (empalme), indicando el número consecutivo de empalme y el número de vías (3V).
- A.1.9 Estos empalmes de media tensión de 200 A deben llevar las letras "EM" (empalme), el número corresponde al consecutivo del empalme y se indica además que es tipo separable con la letra "S".
- A.1.10 Estos empalmes de media tensión de 200 A deben llevar las letras "EM" (empalme), "S" (separable), indicando además el número de vías.
- A.1.11 En los conectadores de media tensión tipo múltiple, indicar su número consecutivo precedido por la letra "J", así como la cantidad de vías. Si el conectador es de 200 A agregar el número 200, si el conectador es de 600 A agregar el número 600 y si el conectador tiene vías de 200 y 600 A, agregar 200/600.
- A.1.12 Todos los pozos de visita, bóvedas para transformador, bóvedas para seccionador, registros de media tensión y muretes se numerarán en forma progresiva.
- A.1.13 En las bóvedas para transformador indicar su número consecutivo precedido por la letra "E", indicando además la capacidad

máxima del transformador que puede albergar. En las bóvedas para seccionador indicar su número consecutivo precedido por la letra "S".

- A.1.14 Indicar el número consecutivo de cada pozo de visita. Si el pozo está asociado con un murete para conectadores múltiples de media tensión, agregar la letra "J" precedida de un guión.
- A.1.15 En las bases para transformador indicar su número consecutivo precedido de la letra "E" y la capacidad del transformador que soportará. En las bases para seccionadores indicar su número consecutivo precedido de la letra "S".
- A.1.16 Indicar el número consecutivo de cada registro de media tensión.
- A.1.17 Para los registros de baja tensión y utilizando la nomenclatura correspondiente indicar el número de banco y el número de registro, separados por un guión.
- A.1.18 En los bancos de ductos indicar el número de ductos para circuitos de baja tensión precedidos de la letra "S", y el número de ductos para cables de media tensión precedidos de la letra "P" y su ubicación, utilizando la letra "A" para arroyo y la letra "B" para banqueta. Por ejemplo S3B/P6B significa un banco de ductos con tres vías para circuitos secundarios y seis vías para cables de media tensión, ubicado en banqueta.
- A.1.19 Símbolo para utilizarse únicamente en diagramas unifilares.
- A.1.20 Indicar el número de banco de transformación precedido por la letra "E" y la capacidad en kVA del transformador.
- A.1.21 Indicar el número de conector de media tensión tipo múltiple y el número 200 A o 600 A precedido por la letra "J".

- A.1.22 En líneas de media tensión se indicará la tensión de operación, número de fases e hilos, calibre, tipo de conductor y número del circuito alimentador.
- A.1.23 En líneas de baja tensión deberá indicarse el número de fases, sección transversal y tipo de conductor.
- A.1.24 La línea de baja tensión se dibujará tomando como referencia el centro de los postes, pero sin cruzar la circunferencia que los simboliza. La línea primaria se representará paralela a aquella, siendo la separación entre ambas suficiente para no interceptar el circuito mencionado y se guardará esta misma proporción si sólo se tiene línea primaria.
- A.1.25 En todo proyecto se marcarán las distancias inter postales, sobre o debajo del claro inter postal.
- A.1.26 En todo proyecto se marcarán las retenidas existentes que tengan relación con este, en zonas de contaminación indicar el tipo de material del cable de retenida empleado.
- A.1.27 La longitud del poste se deberá indicar en número enteros.
- A.1.28 En bancos de transformación se deberá indicar invariablemente después del símbolo, el número del banco y del equipo, tipo de transformador, capacidad en kVA y número de fases. No se indicará el tipo de conexión. En el caso de bancos particulares, se debe indicar el nombre del propietario.
- A.1.29 Se entenderá que todos los dispositivos de seccionalización operan normalmente cerrados, sólo que se indique lo contrario señalándose con "NA" (normalmente abierto).
- A.1.30 En todos los dibujos se mostrarán invariablemente escalas gráfica y numérica.

A.1.31 Si en la práctica se encuentran casos no previstos en estos símbolos convencionales, se consultará con el Departamento de Ingeniería de Distribución correspondiente antes de modificar o ampliar lo establecido en ellos.

A.1.32 Anexo a la figura deberá indicarse:

- El tipo de equipo de acuerdo con su marca.
- Capacidad de la bobina serie o disparo mínimo de fases.

Ejemplo: 50 A, B.S.

- Disparo mínimo de tierra.

Ejemplo: 25 A, B.T.

A.1.33 Indicar tipo, cantidad de disparos y su capacidad en A.

A.1.34 Indicar capacidad en A.

A.1.35 Indicar el tipo de fusible.

A.1.36 Indicar poblaciones de partida y terminación de carretera.

## B) NOMENCLATURA

Esta nomenclatura se utilizará en todos los planos de proyecto para identificar los elementos de una red subterránea.

NOMENCLATURA		
ELEMENTO A IDENTIFICAR	CLAVE	VER NOTAS B1
TRANSICIÓN DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN AÉREA SUBTERRÁNEA	T*	1 Y 2
FASES DE CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN	FA, FB, FC	
CIRCUITO DE BAJA TENSIÓN	C1	1 Y 3
TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL O SUMERGIBLE	E*	1 Y 4

NOMENCLATURA		
ELEMENTO A IDENTIFICAR	CLAVE	VER NOTAS B1
SECCIONADOR PARA REDES SUBTERRÁNEAS	S*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR CON DERIVACIONES PROTEGIDO CON FUSIBLES	SF*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR CON DERIVACIONES CON PROTECCIÓN ELECTRÓNICA	SE*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON PROTECCIÓN DE FUSIBLES	SAF*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON PROTECCIÓN ELECTRÓNICA	SAE*	1, 5 Y 6
EMPALME RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN 600 A. TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL O ENCINTADO	R*	1, 7 Y 8
EMPALME DE MEDIA TENSIÓN 600 A. CON CUERPO EN X PREMOLDEADO PARA DERIVACIONES DE 600 Y 200 A.	Y*	1, 7 Y 8
EMPALME DE MEDIA TENSIÓN 600 A. CON CUERPO EN T PREMOLDEADO, SEPARABLE PARA DERIVACIONES DE 600 Y 200 A.	D*	1, 7 Y 8
EMPALME RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN 200 A. TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL O ENCINTADO	EM*	1, 9 Y 10
EMPALME RECTO SEPARABLE DE MEDIA TENSIÓN 200 A. TIPO PREMOLDEADO	EM*/S	1, 9, 10 Y 12
EMPALME SEPARABLE DE MEDIA TENSIÓN, 200 A. CON CUERPO T PREMOLDEADO DE TRES VÍAS	EM*/S/3V	1, 9, 10 Y 13
CONECTADOR MÚLTIPLE DE MEDIA TENSIÓN DE 3 O 4 VÍAS	J*/*/V	1, 11 Y 14

NOMENCLATURA		
ELEMENTO A IDENTIFICAR	CLAVE	VER NOTAS B1
REGISTRO DE BAJA TENSIÓN	r*-*	15
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN		16
POZO DE VISITA, BOVEDAS, BASES Y MURETES		17
BANCO DE DUCTOS BAJO BANQUETA PARA CIRCUITOS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN	S*B/P*B	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO BANQUETA PARA CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	S*B	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO BANQUETA PARA CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN	P*B	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO ARROYO PARA CIRCUITOS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN	S*A/P*A	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO ARROYO PARA CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	S*A	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO ARROYO PARA CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN	S*P	1 Y 18

### B.1 Notas generales.

B.1.1 La clave para identificar el elemento es alfanumérica, las literales definen en forma genérica el tipo de elemento y los caracteres numéricos se simbolizan con un asterisco (\*).

B.1.2 Asignar la letra "T" para identificar en forma genérica las transiciones y numerarlas en

forma progresiva para obtener la clave completa.

B.1.3 Para los circuitos de baja tensión asignar la letra "C" como identificación genérica y numerarlos en la siguiente forma:

- Por cada transformador, numerar sus circuitos en forma progresiva.
- Viendo el frente del transformador, los circuitos a la izquierda son los números nones y los de la derecha los números pares.

B.1.4 Asignar la letra "E" como identificación genérica de transformador y numerarlos en forma progresiva para formar la clave.

B.1.5 Para identificar los seccionadores asignar las siguientes letras según su tipo:

- Letra "S" para seccionador con o sin derivaciones sin protección.
- Letras "SF" para seccionador con derivaciones con protección de fusibles.
- Letras "SE" para seccionador con derivación con protección electrónica.
- Letras "SAF" para seccionador de transferencia automática con protección de fusibles.
- Letras "SAE" para seccionador de transferencia automática con protección electrónica.

B.1.6 Para completar la clave de cada equipo, numerar todos los seccionadores en forma progresiva sin considerar su tipo.

B.1.7 Para identificar los empalmes de media tensión de 600 A asignar las siguientes letras según su tipo:

- Letra "R" para empalme recto

permanente tipo premoldeado, termocontractil o encintado.

- Letra "Y" para empalme con cuerpo en X premoldeado para derivaciones de 600 y 200 A.
- Letra "D" para empalme con cuerpo en "T" premoldeado y separable, para efectuar derivaciones de 600 y 200 A.

B.1.8 La clave de cada empalme se completa, numerando todas las unidades sin considerar su tipo.

B.1.9 Asignar las letras "EM" para identificar genéricamente a todo tipo de empalme de media tensión de 200 A.

B.1.10 Numerar en forma progresiva todos los empalmes sin considerar su tipo.

B.1.11 Indicar el número de vías.

B.1.12 Indicar que el empalme es tipo separable adicionando "/S" a la clave.

B.1.13 Indicar el número de vías y que el empalme es tipo separable adicionando "/S/3V" a la clave.

B.1.14 Asignar la letra "J" para identificar genéricamente a los conectadores múltiples de media tensión y numerarlos en forma progresiva. La capacidad y número de vías se indicaría como sigue: J\*/a-200/b-600. Para un conector múltiple con "a" vías de 200 A y "b" vías de 600 A si "a" ó "b" son iguales a cero, no se indican y se suprime el 200 o 600 asociado.

B.1.15 Identificar los registros de baja tensión con dos grupos de caracteres numéricos, el primero de los cuales corresponde al número de banco de transformación y el segundo corresponde a un número que se determina de la siguiente forma:

- Numerar en forma progresiva los registros correspondientes al banco de transformación.
- Viendo de frente al transformador los registros que quedan a la izquierda son los números nones y los que quedan a la derecha son los números pares.

B.1.16 Numerar en forma progresiva todos los registros de media tensión.

B.1.17 Numerar en forma progresiva los pozos de visita, bóvedas y bases para transformador o seccionador. Para identificar las bóvedas y bases asignar las siguientes letras según el elemento:

- Letra "V" para bóveda de transformador.
- Letra "U" para bóveda de seccionador.
- Letra "M" para base de transformador.
- Letra "N" para base de seccionador.
- Letra "J" para murete de conectadores múltiples de M. T.

B.1.18 La clave para identificar los bancos de ductos se integra por dos grupos de caracteres alfanuméricos, el primero de los cuales corresponde a los ductos para circuitos de baja tensión y se conforma de la siguiente manera:

- El primer carácter es la letra "S", para identificar que se trata de circuitos de baja tensión.
- El segundo carácter indica la cantidad de ductos para red de baja tensión.
- El último carácter indica la ubicación del banco, con la letra "A" para arroyo y "B" para banqueta.

El segundo grupo de caracteres alfanuméricos corresponde a los ductos

para circuitos de media tensión y se conforma de la siguiente forma:

- El primer carácter es la letra "P" e indica que se trata de circuitos de media tensión.
- El segundo carácter indica la cantidad de ductos para cables primarios.
- El último carácter indica la ubicación del banco, con la letra "A" para arroyo y "B" para banqueteta.

Cuando el banco únicamente contiene ductos para circuitos de media o baja tensión, se indica el grupo de caracteres alfanumérico correspondiente.

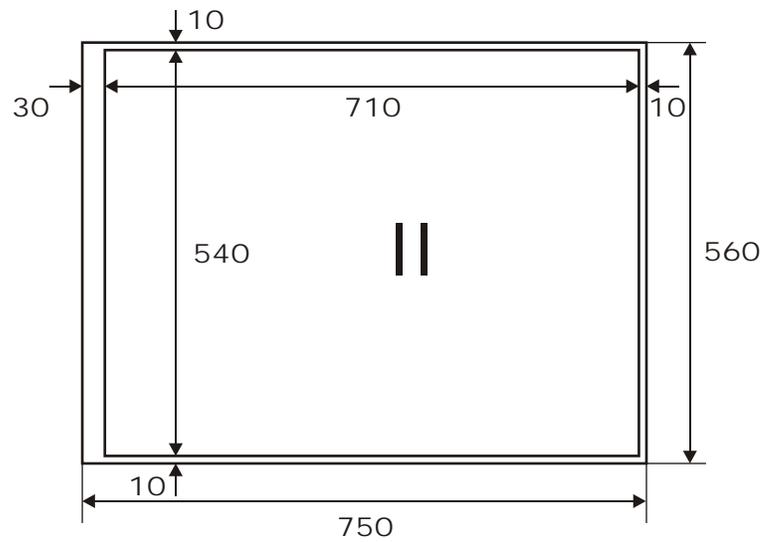
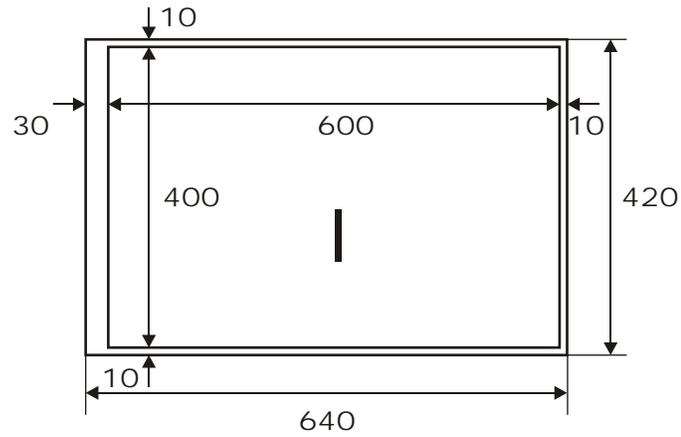
### 2.7.3 PRESENTACIÓN DE PLANOS

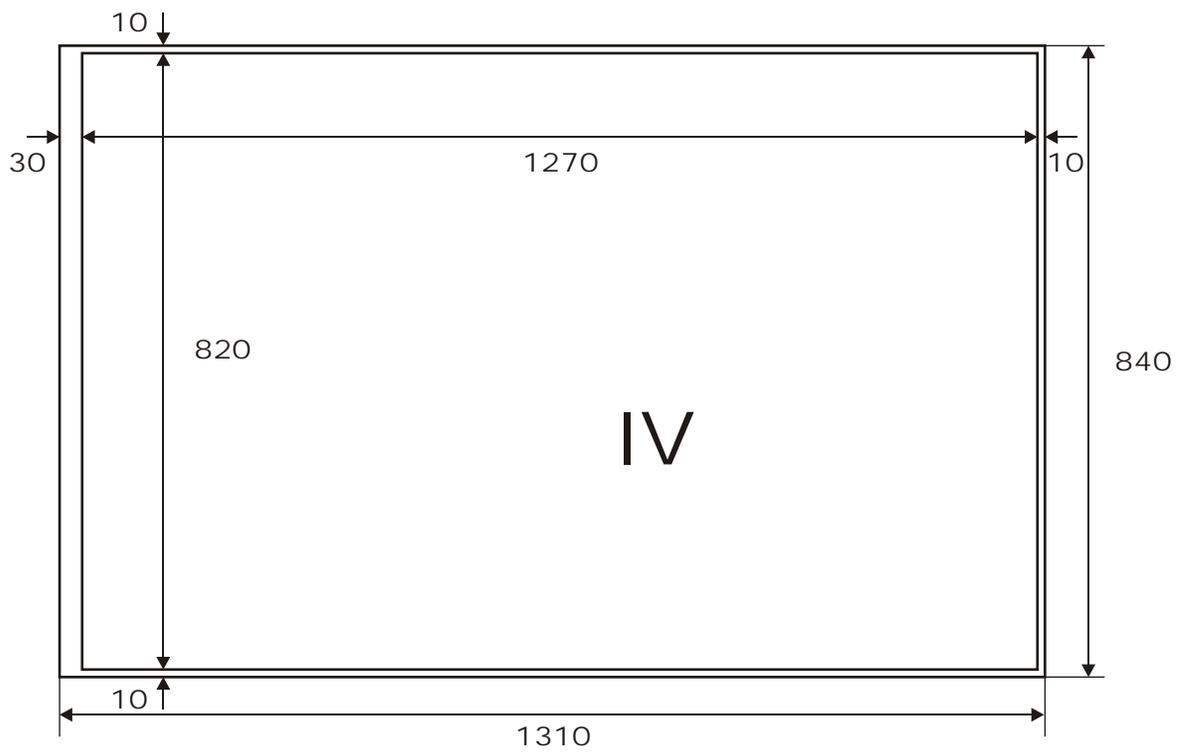
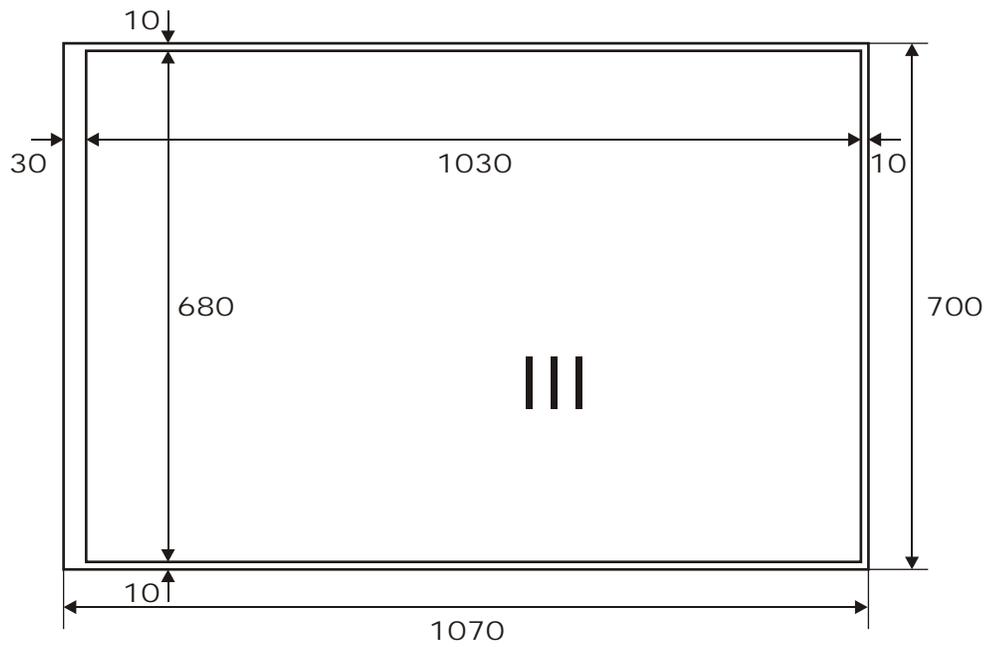
#### A) GENERALIDADES

- A.1 En todos los Planos se utilizará la Simbología y Nomenclatura indicadas en la Norma.
- A.2 Las instalaciones eléctricas aéreas necesarias para alimentar a la red subterránea deberán mostrarse en Plano (s) diferente (s) de esta.
- A.3 Todos los Planos generales de media tensión, baja tensión, Obra Civil y Alumbrado Público deberán contener la siguiente información:
  - Norte geográfico, el cual se indicará en el primero o segundo cuadrante del Plano, orientado hacia donde convenga al proyecto.
  - Lotificación.
  - Trazo de calles con sus nombres.
  - Identificación de áreas verdes y donación.
  - Simbología.

B) TAMAÑO DE LOS PLANOS

Se podrán utilizar planos de las siguientes dimensiones (mm):







**D) ESCALAS**

Las Escalas que se utilizarán para la elaboración de Planos de Redes de Distribución Subterráneas estarán en función del tamaño del desarrollo, como a continuación se indica:

D.1 Para el recuadro de localización general, que permitirá ubicar el desarrollo con respecto a un punto importante de referencia:

- Escala 1:50 000 para la localización con respecto a una ciudad.
- Escala 1:10 000 para la localización en una área urbana.

D.2 Para el área de lotificación se podrán utilizar:

- Escala 1:500 para desarrollos de 1 a 5 bancos de transformación.
- Escala 1:1 000 para desarrollos de 6 a 20 bancos de transformación.
- Escala 1:2 000 para desarrollos de más de 20 bancos de transformación.

**2.7.4 PLANOS DE PROYECTO**

Cada plano deberá contener, además de lo solicitado en los incisos A y C, toda la información necesaria para su clara comprensión e interpretación y que como mínimo será la siguiente:

**A) PLANO GENERAL DE MEDIA TENSIÓN**

- A.1 Recuadro de localización general.
- A.2 Trayectoria de los circuitos.
- A.3 Localización de transiciones Aéreo-Subterráneas, indicando circuitos y subestaciones que las alimentan.
- A.4 Localización de equipos y dispositivos.
- A.5 Identificación de equipos, circuitos y fases de acuerdo a la Norma correspondiente.

- A.6 Diagramas trifilares o unifilares, indicando todos los componentes eléctricos. Tratándose de apegar los trazos a la configuración real encampo.
- A.7 Cuadro de dispositivos en el cual se deberá indicar el tipo, cantidad y características de los dispositivos eléctricos, debiéndose indicar la ubicación de cada uno de los elementos.
- A.8 Simbología y claves eléctricas del Plano de planta y diagrama trifilar o unifilar.
- A.9 Notas aclaratorias que sean necesarias.

**B) PLANO GENERAL DE BAJA TENSIÓN**

- B.1 Trayectoria de los circuitos.
- B.2 Localización de transformadores, registros, concentración de medidores y acometidas.
- B.3 Identificación de acuerdo a las Normas correspondientes de transformadores, circuitos, registros y concentraciones de medidores y de ser necesario las acometidas.
- B.4 Cuadro de cargas, en el que se indicará por cada transformador:
  - Número.
  - Carga por tipo de lote, departamento, etc.
  - Cantidad de cada tipo de lotes, departamentos, etc.
  - Carga por lotes, departamentos, etc.
  - Carga por tipo de luminaria.
  - Cantidad de cada tipo de luminaria.
  - Carga por alumbrado.
  - Carga total.
  - Capacidad del transformador.
  - Porcentaje de utilización del transformador.

**C) PLANO DE DETALLES DE LA OBRA ELÉCTRICA**

En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de:

C.1 Estructuras de transición aéreo subterráneas.

C.2 Conexiones del equipo y dispositivos.

C.3 Conexiones de los sistemas de tierras.

C.4 Concentraciones de medidores.

C.5 Dispositivos de identificación.

C.6 Cualesquiera otros detalles importantes.

**D) PLANO DE ALUMBRADO**

D.1 Trayectoria de los circuitos.

D.2 Localización de transformadores o registros de los que se alimentara la red de alumbrado, equipos de medición, protección y control, luminarias y registros.

D.3 Cuadro de cargas indicando por transformador: su número, carga por tipo de luminaria, cantidad de cada tipo de luminaria y carga total.

D.4 Diagrama unifilar.

**E) PLANO GENERAL DE LA OBRA CIVIL**

E.1 Trayectoria de los bancos de ductos.

E.2 Localización de bóvedas, pozos de visita, registros, concentraciones de medidores, bases de equipo y muretes.

E.3 Nomenclatura de todos los componentes de la obra civil.

E.4 Cortes de avenidas, calles y banquetas.

E.5 Cuadro de los componentes de la red, en el que se indicará el número, tipo y norma de cada bóveda, pozo de visita, registro, bases de equipo y muretes;

para los bancos de ductos se indicará su nomenclatura.

#### F) PLANO DE DETALLES DE LA OBRA CIVIL

En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de: bóvedas, pozos de visita, registros, base de equipos muretes y detalles importantes, especificando su Norma correspondiente.

### 2.7.5 MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA

La información que debe contener esta memoria es la siguiente:

#### A) GENERALIDADES DEL DESARROLLO

- A.1 Nombre oficial del desarrollo y propietario.
- A.2 Localización.
- A.3 Tipo de desarrollo.
- A.4 Descripción general.
- A.5 Etapas de construcción.

#### B) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

- B.1 Generalidades.
- B.2 Objetivos.
- B.3 Especificaciones, Normas y Reglamentos.
- B.4 Demandas eléctricas.
- B.5 Fuentes de alimentación.
- B.6 Tipos de sistema a utilizar.
- B.7 Configuraciones de la red de media tensión.
- B.8 Material de conductores, tipo y nivel de aislamiento de cables de media y baja tensión.
- B.9 Etapas de construcción.

#### C) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA ELÉCTRICA

## C.1 Cálculos eléctricos para determinar:

- Capacidad de transformadores.
- Sección transversal de conductores.
- Ampacidad de cables.
- Regulación de voltaje.
- Pérdidas.
- Cortocircuito.

## C.2 Indicar cantidad y ubicación de transiciones de líneas de media tensión Aéreas a Subterráneas.

## C.3 Indicar el equipo de transformación, seccionalización, protección, indicación de fallas, accesorios de media y baja tensión que se instalarán.

## C.4 Descripción de la red de media tensión.

## C.5 Descripción de la red de baja tensión.

## C.6 Descripción de la acometida de media tensión, domiciliarias y a concentraciones de medidores.

## C.7 Conexiones de sistemas de tierras.

## C.8 Listado del equipo y materiales por instalar, indicando marcas, modelos y Normas aplicables.

## D) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Describir en forma breve los elementos de Obra Civil que se utilizarán y su aplicación, indicando las Normas correspondientes.

## E) IDENTIFICACIONES

En base a las Normas correspondientes, describir la identificación de los elementos eléctricos y civiles que se realiza en Planos de proyectos y además como se efectuará física mente en la obra dicha identificación.

## F) ALUMBRADO PÚBLICO

Describir el sistema de alumbrado y los cálculos eléctricos

correspondientes, tomando en consideración que será obligatorio el uso de sistemas de alumbrado ahorrador y circuitos de restricción horaria.