



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

PARTE A

GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

SECCIÓN A-13

SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

ELABORACIÓN Y APROBACIÓN TÉCNICA:

ELABORADO:	FIRMA
Ing. Carlos Alberto Sánchez Arcos Jefe de Departamento de Estudios de Distribución (S)	
REVISADO:	FIRMA
Ing. Juan Gabriel Calderón Olivo Director Zona Centro (E)	
APROBADO:	FIRMA
Ing. Christian Rodrigo Muñoz Ontaneda Gerente de Distribución (E)	



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A
GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN
SECCIÓN A-13 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

VERSIÓN: 08

Código: DI-EP-P001-D001-A-13

Página: 2 DE 20

ASESORÍA METODOLÓGICA

REVISADO:	FIRMA
Ing. William Roberto Dávila Alulema Analista del Departamento Sistema de la Calidad	
VALIDADO:	FIRMA
Ing. Carlos Francisco Dávila Maldonado Jefe de Departamento Sistema de la Calidad (E)	

Contenido

0.-	HISTORIAL DE CAMBIOS:	5
A-13.-	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES:	7
A-13.01.-	Objeto y Alcance:.....	7
A-13.02.-	Dispositivos de Seccionamiento y Protección de Sobrecorriente – Redes Primarias:.....	7
A-13.03.-	Dispositivos de protección de sobrecorriente en bajo voltaje:	9
A-13.04.-	Dispositivos de protección de sobrevoltaje:	10
A-13.05.-	Criterios Generales para Aplicación:	10
A-13.06.-	Punto de Alimentación de la Red Primaria:	11
A-13.07.-	Red Primaria:	14
A-13.08.-	Coordinación de la Protección:	14
A-13.09.-	Esquema de Protección para Redes de Distribución.....	14
A-13.10.-	Centros de Transformación:	16
A-13.11.-	Metodología para la selección de fusibles NH e interruptores termomagnéticos:	17
A-13.11.1.-	Protección de transformadores.....	17
A-13.11.2.-	Protección de conductores	18
Apéndice	Sección A-13.....	20

Índice de tablas

Tabla A-13.06_1	Equipos de protección utilizados en red aérea.	11
Tabla A-13.09_1	Ubicación de fusibles para coordinación entre el relé de corriente y reconectador.	16
Tabla A-13.11_1	Factor para corregir la ampacidad del conductor por ducto.	19



Índice de figuras

Fig. A-13.06_1 Ubicación de equipos de protección y seccionamiento en redes subterráneas..... 13

Fig. A-13.09_1 Instalación de reconectores en derivaciones con cargas considerables. 15



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A
GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN
SECCIÓN A-13 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

VERSIÓN: 08

Código: DI-EP-P001-D001-A-13

Página: 5 DE 20

0.- HISTORIAL DE CAMBIOS:

#VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	FECHA APROBACIÓN
07	<p>A-13.02 Actualización de definiciones de dispositivos de seccionamiento y protección de sobrecorriente en redes primarias, inclusión de las siguientes definiciones: Seccionador o desconectador unipolar tipo barra con dispositivo rompearco, seccionador barra tipo switch, celda con interruptores, celda con seccionadores y caja de maniobra.</p> <p>A-13.06 Puntos de alimentación de la red primaria: se agrega cuadro con parámetros de selección, corriente nominal y funcionalidades de equipos de protección y seccionamiento para redes primarias aéreas.</p> <p>Eliminación de tablas de equipos de protección y seccionamiento para puntos de alimentación de red aérea y subterránea en función de la demanda máxima diversificada.</p> <p>A-13.09 Inclusión de recomendaciones en esquemas de protección para redes de distribución mediante la implementación de fusibles tipo T en los siguientes casos: entre relé y reconectador. y aguas abajo del reconectador.</p> <p>A-13.10 Centros de transformación: actualización de normativa de fusibles NH, inclusión calibre de conductor para derivaciones bajantes de red primaria. Consideración de transformadores monofásicos convencionales en redes aéreas.</p> <p>A-13.11 Inclusión de metodología para la selección de fusibles NH e interruptores termomagnéticos, inclusión de tabla para el cálculo de pérdida de ampacidad en función del número de conductores por ducto.</p> <p>Apéndice: A-13-A Actualización de las tablas de selección de fusibles para transformadores</p>	<p>Ing. Juan Barroso Ing. Santiago Abata Ing. Pablo Asanza Ing. Marilyn Chimarro Equipo de Normas</p>	<p>Ing. Freddy Yanez Director de Distribución Zona Centro</p>	<p>Ing. Edwin Recalde, Gerente de Distribución</p>	2021-03-15



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A
GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN
SECCIÓN A-13 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

VERSIÓN: 08

Código: DI-EP-P001-D001-A-13

Página: 6 DE 20

	<p>convencionales de distribución monofásicos y trifásicos. Inclusión de fusibles duales y fusibles NH para doble capaceta.</p> <p>A-13-B Inclusión de bajantes en transformadores de distribución en bajo voltaje para 1capaceta en cable AAC y 2 capas en cable preensamblado: se presentan los calibres de conductores aislados de cobre tipo TTU para conexión de transformadores monofásicos y trifásicos.</p> <p>Eliminación de tabla de selección de fusibles NH, tipo 3NA1 para circuitos secundarios subterráneos.</p>				
08	<p>Ajustes al formato según el "Procedimiento Gestión de la Información Documentada del Sistema Integrado de Gestión", código GEC-SIC-P001.</p>	<p>Ing. Carlos Sánchez, Jefe Dpto. Estudios de Distribución</p>	<p>Ing. Juan Calderón, Director Zona Centro Asesoría Metodológica: Ing. William Dávila, Analista Dpto Sistema de Calidad Mgs. Carlos Dávila, Jefe Dpto. Sistema de Calidad (E)</p>	<p>Ing. Cristhian Muñoz, Gerente de Distribución</p>	2024-10-18



A-13.- SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES:

A-13.01.- Objeto y Alcance:

En la presente Sección se establecen los criterios generales y los requerimientos mínimos para la selección y aplicación de los dispositivos de seccionamiento y protección que deben ser considerados por el proyectista en el diseño de las redes, con el propósito de alcanzar un índice razonable de confiabilidad y de facilitar la operación y el mantenimiento de la instalación.

A-13.02.- Dispositivos de Seccionamiento y Protección de Sobrecorriente – Redes Primarias:

Los dispositivos de seccionamiento y protección normalmente a considerar, en cuanto a su función y tipo de instalación se definen y clasifican de la siguiente manera:

- Red Aérea:
 1. **Reconectador Automático:** El reconectador es un interruptor con reconexión automática, instalado preferentemente en líneas de distribución para despejar fallas transitorias. Es un dispositivo de protección capaz de detectar una sobrecorriente, interrumpirla y reconectar automáticamente para reenergizar la línea. Está dotado de un control que le permite realizar varias reconexiones sucesivas, pudiendo variar el intervalo y la secuencia de estas reconexiones (hasta 4 operaciones), además de telecontrolarlo. También permite el corte de corrientes de carga mediante el accionamiento manual.
 2. **Seccionalizador:** Dispositivo que opera en conjunto con un reconectador automático localizado hacia el lado de alimentación y provisto de un mecanismo que registra las operaciones del reconectador y que efectúa la apertura permanente del circuito durante el intervalo en que tiene lugar la desconexión del reconectador anterior a la última de su ciclo, y además, que permite el corte de corrientes de carga mediante accionamiento manual.
 3. **Seccionador fusible unipolar:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación sin carga, admite el corte de corrientes de valor limitado como aquellas de magnetización de transformadores de distribución; además, el elemento fusible incorporado permite obtener una protección de sobrecorriente (sobrecarga y corrientes de falla).
 4. **Seccionador fusible unipolar con dispositivo rompearco:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación con carga. Además, el elemento fusible incorporado permite obtener una protección de sobrecorriente (sobrecarga y corrientes de falla).



5. **Seccionador tipo barra o desconectador unipolar:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación sin carga, y que admite el corte de corrientes de valor limitado como aquellas de magnetización de transformadores de distribución.
6. **Seccionador o desconectador unipolar tipo barra con dispositivo rompearco:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación con carga.
7. **Seccionador de barra tipo switch:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación sin carga, idónea para redes con corrientes nominales hasta 600 A. Permiten aislar una parte de la red después de la aparición de un defecto permanente, o permitir intervenciones aguas abajo en la línea.
 - Red Subterráneas:
 - a. **Seccionador o desconectador unipolar tipo barra:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación sin carga, y que admite el corte de corrientes de valor limitado tales como las de magnetización de transformadores de distribución.
 - b. **Seccionador fusible unipolar:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación sin carga, admite el corte de corrientes de valor limitado como aquellas de magnetización de transformadores de distribución; además el elemento fusible incorporado permite obtener una protección de sobrecorriente (sobrecarga y corrientes de falla).
 - c. **Seccionador con accionamiento tripolar bajo carga, con la posibilidad de automatización:** Dispositivo de seccionamiento tripolar manual o automático para operación con carga, para uso en cámaras a nivel o subterráneas.
 - d. **Seccionador con accionamiento tripolar bajo carga con fusibles, con la posibilidad de automatización:** Dispositivo de seccionamiento tripolar manual o automático para operación con carga y provisto de fusibles para protección contra sobrecorrientes; este equipo debe ser adecuado para implementarse en instalaciones interiores o subterráneas. En caso de fundirse elemento fusible, el seccionador desconecta las tres fases automáticamente.
 - e. **Interruptor con accionamiento tripolar, con la posibilidad de automatización:** Dispositivo de interrupción de corrientes de cortocircuito de accionamiento automático y además que permite el corte de corriente de carga mediante el accionamiento manual y automático, para instalación interior o subterránea.
 - f. **Conector aislado desconectable tipo codo:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación con carga.



- g. **Conector aislado desconectable tipo codo con fusible:** Dispositivo de seccionamiento manual para operación con carga, que adicionalmente tiene fusibles incorporados, para protección contra sobrecorrientes.
- h. **Barraje aislado:** Dispositivos para montaje en pared o soporte, para hacer derivaciones mediante conectores aislados desconectables.
- i. **Conector aislado desconectable tipo T:** Dispositivos de seccionamiento manual para operación sin carga.
- j. **Celdas de protección con interruptores:** Es un conjunto de equipos que tienen una función de protección, misma que se realiza mediante un interruptor automático. Se utilizan para protección, conexión y desconexión del transformador o grupo de transformadores de un circuito de la red o un cliente asociado a una carga importante o una derivación de la red. Los interruptores automáticos van equipados con un mando manual o eléctrico. La celda con interruptor está compuesta de un seccionador de operación sin carga, un seccionador de puesta a tierra y un interruptor.
- k. **Celdas de protección con fusibles:** Es un conjunto de equipos que tienen una función de protección, misma que se realiza mediante fusibles. Se puede utilizar para la protección del transformador, se compone de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra) y protección con fusibles limitadores, cuenta además con un seccionador de puesta a tierra.
- l. **Celdas con Seccionadores:** Es un conjunto de equipos que tienen una función de línea, es decir que se utiliza para la maniobra de entrada o de salida de los cables que forman el circuito de alimentación a los centros de transformación.
La celda con seccionadores de manera general está equipada con un seccionador de operación con carga y un seccionador de puesta a tierra. El seccionador debe tener mando motorizado con operación local y remota.

A-13.03.- Dispositivos de protección de sobrecorriente en bajo voltaje:

En redes de bajo voltaje se deben utilizar como dispositivos de protección fusibles unipolares montados sobre bases aislantes de soporte o interruptores termomagnéticos tipo caja moldeada. El elemento fusible asociado a un cuerpo de cerámica y a una cuchilla de contacto puede ser separado de su base, permitiendo el seccionamiento de la línea.



A-13.04.- Dispositivos de protección de sobrevoltaje:

Para la protección de equipos instalados a la intemperie, en redes aéreas y cables aislados derivados de redes aéreas, se deben utilizar pararrayos tipo óxido de zinc, cuerpo polimérico, clase distribución, con disparador.

Para instalación en red semiaislada se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- A. Instale pararrayos en todas las uniones de línea aérea semiaislada con otros tipos constructivos como las siguientes:
 - Transición de red semiaislada y línea aérea desnuda.
 - Transición de red semiaislada y cable subterráneo.
- B. Instale pararrayos en todos los postes terminales.
- C. Instale pararrayos en todos los seccionadores normalmente abiertos.
- D. Instale pararrayos en todos los puntos donde la cubierta aislante ha sido retirada y no ha sido repuesta.
- E. Por cambio de geometría de la línea (cambio de impedancia)

Adicionalmente, en usuarios comerciales e industriales en donde la mayoría de los equipos instalados o a instalarse tengan componentes electrónicos se debe instalar un supresor de transitorios categoría C. Si los usuarios comerciales o industriales tienen instalados supresores de transitorios categoría A y B no es necesario la instalación del supresor de transitorios categoría C.

A-13.05.- Criterios Generales para Aplicación:

Los dispositivos de protección y seccionamiento cuya función y campo de aplicación se anota en los numerales anteriores, deben ser seleccionados por el proyectista para cada caso particular bajo la aprobación de la EEQ, con el propósito de asegurar una adecuada protección de los equipos principales y de disponer los elementos que permitan la operación y mantenimiento de la instalación, así como sus ampliaciones y/o modificaciones futuras, limitando razonablemente la sección de red que eventualmente deberá ser desenergizada.

Cuando se tenga grandes demandas, se debe realizar la respectiva coordinación con el área de protecciones.

En los numerales siguientes, se presentan recomendaciones generales para la selección y aplicación de cada uno de los dispositivos de protección y seccionamiento en los diferentes tramos o partes de la red.



A-13.06.- Punto de Alimentación de la Red Primaria:

Se refiere al punto de conexión del sistema existente a la red proyectada, el cual debe ser establecido por la Empresa en las definiciones básicas entregadas al proyectista al emitir la factibilidad de servicio correspondiente, conjuntamente con los requerimientos de protecciones y seccionamientos, de acuerdo a lo establecido en A-10.03 “Procedimiento para proyectos particulares”.

En general, los dispositivos de protección y seccionamiento a prever, para el punto de alimentación de la red primaria aérea es: reconectador automático y seccionalizador, seccionador tripolar para operación bajo carga, seccionadores fusibles y en el lado de alimentación se debe, además, disponer un dispositivo de seccionamiento para operación sin corriente de carga. Estos equipos deben ser implementados en base a estudios previos, en donde se toma en cuenta la corriente nominal de cada uno y sus funcionalidades según corresponda.

Se presenta a continuación los equipos de protección para red aérea con su respectiva corriente nominal.

Tabla A-13.06_ 1 Equipos de protección utilizados en red aérea.

Equipo de Protección y Seccionamiento	Parámetro de Selección	Corriente Nominal [A]	Funcionalidad
Reconectador	Estudios de acuerdo a necesidad	---	Deben usarse principalmente sobre la troncal para seccionarla e impedir que salgan de servicio alimentadores, en puntos donde se tienen las derivaciones importantes y en redes que tengan un alto índice de fallas temporales.
Seccionalizador	Estudios de acuerdo a necesidad	---	Aísla automáticamente las fallas en las líneas de distribución, se instala necesariamente aguas abajo de un reconectador.
Seccionador fusible unipolar	Funcionalidad, corriente nominal	100	Protección específica a equipos como transformadores (lado de medio voltaje), bancos de capacitores, derivaciones etc.
Seccionador fusible unipolar con dispositivo rompearco	Funcionalidad, corriente nominal	100 200	Protección de un conjunto de transformadores o tramo de red. También es útil en derivaciones de red, para abrir o cerrar ramales.
Seccionador de barra unipolar con dispositivo rompearco	Funcionalidad, corriente nominal	300	Permite realizar maniobras como interconexiones, transferencias de carga y permite el seccionamiento de líneas



Equipo de Protección y Seccionamiento	Parámetro de Selección	Corriente Nominal [A]	Funcionalidad
Seccionador tipo switch	Funcionalidad, corriente nominal	600	Utilizada en subestaciones de distribución de 6,3 kV realizar maniobras

Fuente: Elaboración propia - Sección Planeamiento y Estudios

Para el punto de alimentación de la red primaria subterránea se deben instalar los siguientes equipos en base a la corriente nominal de los mismos y sus funcionalidades:

Equipo 1 (E1):

- Interruptor con accionamiento tripolar con la posibilidad de automatización.

Equipo 2 (E2):

E2-a:

- Seccionador con accionamiento tripolar bajo carga con la posibilidad de automatización.

E2-b:

- Seccionador unipolar tipo barra o celda de seccionamiento.

Equipo 3 (E3):

- Seccionador con operación bajo carga con fusibles o celda de protección.

Equipos 4 (E4):

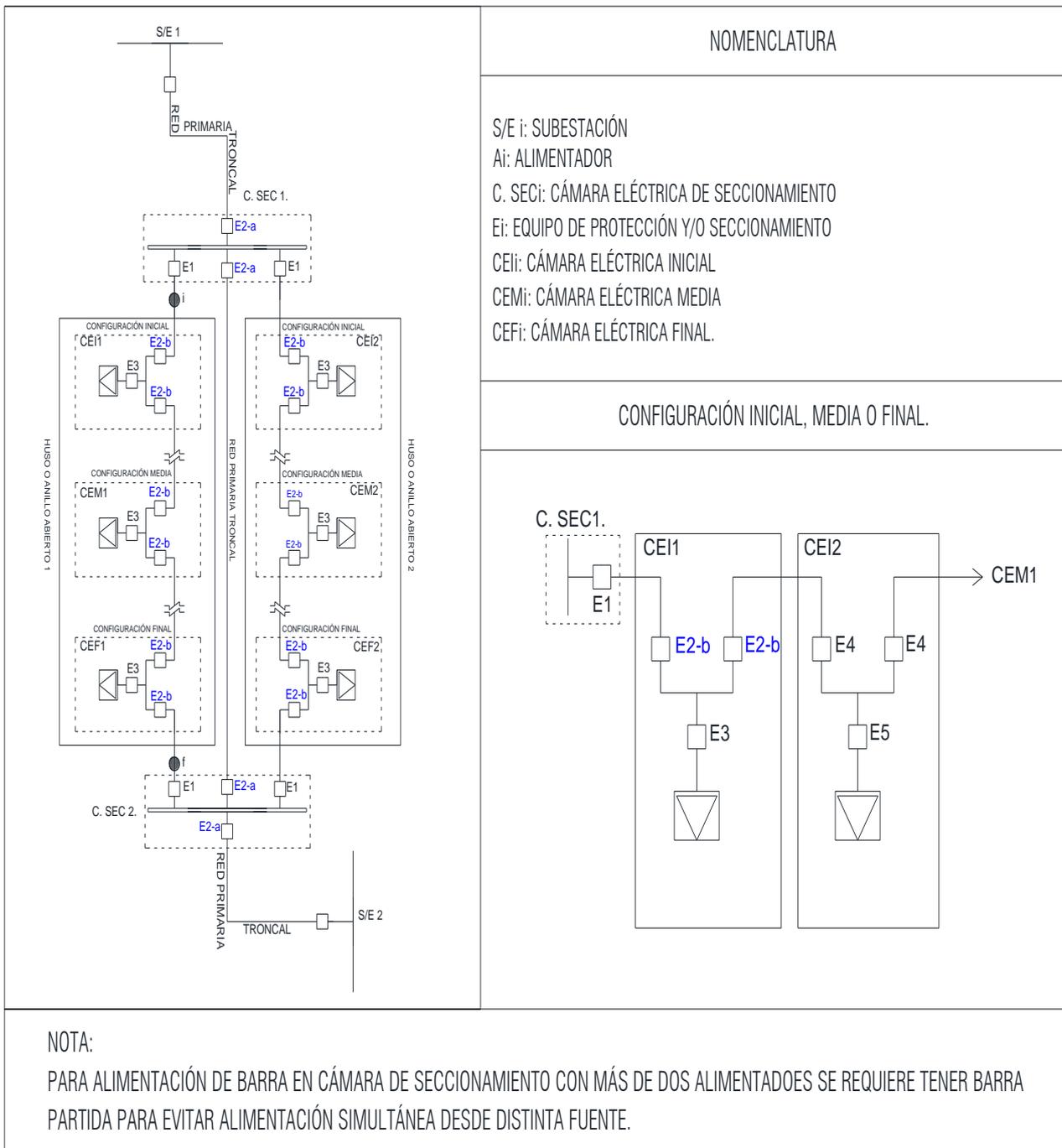
- Seccionador o desconectador unipolar tipo barra.
- Seccionador con accionamiento tripolar bajo carga.
- Conector aislado desconectable tipo codo.
- Barraje aislado.

Equipos 5 (E5):

- Seccionador fusible unipolar.
- Seccionador con accionamiento tripolar bajo carga con fusibles.
- Conector aislado desconectable tipo codo.
- Barraje aislado.

En la siguiente figura ejemplifica la ubicación de equipos de protección y seccionamiento en redes subterráneas, cuyas características están detalladas en la especificación técnica ubicados en las “Normas para Sistemas de Distribución, Parte C, Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales”, código: DI-EP-P001-D003. Adicionalmente, se debe resaltar que en una cámara eléctrica debe instalarse el mismo tipo de equipos de protección y/o seccionamiento, es decir, si se instalan equipos tipo interior todos deben ser tipo interior.

Fig. A-13.06_ 1 Ubicación de equipos de protección y seccionamiento en redes subterráneas.



Fuente: Elaboración propia - Sección Planeamiento y Estudios



A-13.07.- Red Primaria:

De acuerdo al esquema adoptado, las redes primarias aéreas deben ser radiales, a partir del punto de alimentación y con el propósito de disponer de elementos de seccionamiento y protección escalonados que permitan seccionar y/o proteger secciones o tramos de línea, debe reverse juegos de seccionadores fusibles, localizados en función de la configuración de la red y de acuerdo a los siguientes principios generales:

- En el ramal principal, localizados en puntos intermedios que permitan el seccionamiento y protección de bloques de potencia comprendidos entre 300 y 400 kVA, o en todo caso conjuntos de cinco a seis transformadores de distribución.
- En todas las derivaciones del ramal principal que alimenten dos o más transformadores de distribución.
- En todas las derivaciones de redes aéreas a cable aislado en instalación subterránea.

A-13.08.- Coordinación de la Protección:

El proyectista debe realizar un estudio básico para determinar la magnitud de las corrientes de carga y de falla en cada uno de los puntos en los cuales se localicen los dispositivos de protección de sobrecorrientes y seleccionar las características de los mismos, con el propósito de alcanzar una adecuada coordinación de los tiempos de operación a fin de que las salidas de servicio ocasionadas por fallas permanentes sean limitadas a la mínima sección de la red por el menor tiempo posible. Para el estudio a realizar, se recomienda la utilización de los métodos desarrollados en la publicación “Manual de Protección para Sistemas de Distribución” (“Distribution – System Protection Manual”) publicado por McGRAW – EDISON COMPANY, Power Systems Division, o similar.

A-13.09.- Esquema de Protección para Redes de Distribución

Los dispositivos ampliamente utilizados para la protección de redes de distribución son: relés a nivel de cabecera, reconectadores automáticos, seccionalizadores y fusibles.

Para garantizar la coordinación de protecciones entre reconectadores y fusibles instalados en la red de distribución los fusibles seleccionados deben ser los que permitan un mayor rango de coordinación entre equipos, de modo que se recomienda el uso de fusibles tipo T para la protección de las redes de distribución por los siguientes motivos:

- Tienen mejor coordinación con los fusibles duales de transformadores.



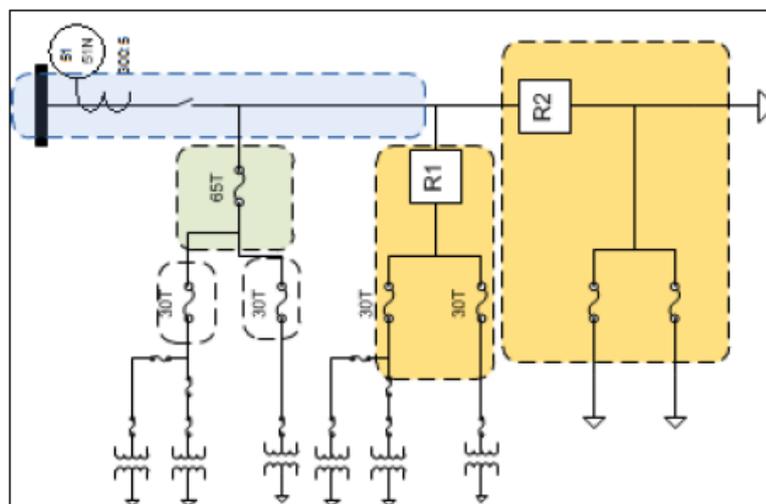
- Se obtiene mejor coordinación entre fusibles tipo T con poca diferencia de calibre, lo que permite contar con más dispositivos de protección aguas arriba, aumentando la selectividad de las protecciones de la red.
- Por ser de naturaleza más lenta, los fusibles T permiten que los fenómenos transitorios como inrush y carga fría ocurran sin actuación de los mismos.

Esquema de protección con reconectadores

Como se puede observar en la figura, se instalan reconectadores en las derivaciones que manejen una carga considerable, o en derivaciones extensas que presentan gran número de fallas temporales.

De ese modo, el relé en cabecera protege fallas ocurridas en el troncal. En el caso de primarios extensos, luego de la última derivación con reconectador, se ubica otro reconectador en el troncal para que el relé proteja hasta dicho reconectador, asegurando que, ante fallas de baja corriente de cortocircuito, exista un equipo de protección que la aisle. Los fusibles serán utilizados en primeras, segundas y terceras derivaciones entre relé y reconectador para proteger derivaciones del primer tramo del troncal, mientras que los fusibles en segundas y terceras derivaciones, aguas abajo del reconectador protegen dicha derivación.

Fig. A-13.09_ 1 Instalación de reconectadores en derivaciones con cargas considerables.



Fuente: Elaboración propia - Sección Planeamiento y Estudios

Este esquema no es una regla fija, ya que se debe realizar un análisis para cada alimentador primario a cargo del ingeniero responsable del proyecto.

Por tanto, de manera general el esquema de protección es el siguiente:



Tabla A-13.09_ 1 Ubicación de fusibles para coordinación entre el relé de corriente y reconectador.

VOLTAJE	ENTRE RELÉ Y RECONECTADOR		
	6,3 kV	13,8 kV	22,8 kV
1° derivación	80T	65T	65T
2° derivación	40T	30T	30T
3° derivación	20T	15T	15T
4° derivación monofásica	-	8T	8T
VOLTAJE	AGUAS ABAJO DEL RECONECTADOR		
	6,3 kV	13,8 kV	22,8 kV
1° derivación	40T	30T	30T
2° derivación	20T	15T	15T
3° derivación monofásica	-	8T	8T

Fuente: Elaboración propia - Sección Planeamiento y Estudios

En el caso de coordinación entre relé y reconectador para las redes de 6.3 kV no se necesitan una cuarta derivación ya que suelen ser menos extensas.

Para cuando exista un reconectador instalado se tiene en cuenta que el fusible de la primera derivación aguas abajo del mismo, es igual al fusible de la segunda derivación aguas abajo del relé de cabecera.

Para transformadores tipo pedestal, en el caso de transiciones aéreas a subterráneas se debe verificar la coordinación entre el fusible del seccionador y el fusible tipo bayoneta del equipo.

A-13.10.- Centros de Transformación:

Para la protección de sobrecorrientes del transformador de distribución, se deben prever los siguientes dispositivos:

- En el lado primario, para protección contra fallas de origen interno se debe disponer en transformadores de tipo convencional, juegos de seccionadores fusibles provistos de tirafusibles duales cuya corriente nominal y característica de fusión tiempo-corriente se presentan en las tablas del Apéndice A-13-A, en función de la potencia nominal del transformador.
- En los terminales del lado secundario del transformador tipo convencional, se deben prever fusibles limitadores para la protección contra sobrecargas y fallas originadas en el circuito secundario. En las tablas del Apéndice A-13-A, se indica la corriente nominal en función de la potencia del transformador para fusibles NH, cuyas características se encuentran normalizadas en las Normas IEC 60269-1 y IEC 60269-2.

Para la protección de sobrevoltajes de origen atmosférico se dispondrán en el punto de conexión del transformador a la red primaria y en todos los casos de instalación aérea, pararrayos tipo óxido de metálico, cuerpo polimérico, clase distribución, con disparador.

En general, se recomienda, la utilización del transformador monofásico completamente autoprotegido (CSP), en instalación aérea, que incluye todas las protecciones establecidas; excepto en troncales en donde se deben utilizar transformadores convencionales, para garantizar mediante corte visible de la línea la desenergización del transformador.

Los cables de bajo voltaje que se derivan de las barras en las cámaras de transformación, deben ser protegidos por fusibles, limitadores NH, contra sobrecorrientes que originen incrementos de temperatura que superen el límite térmico del aislamiento.

Para bajantes en transformadores, tanto en medio como en bajo voltaje se ocuparán exclusivamente conductores de cobre aislado tipo TTU a 75°C de 600 V, si en el mercado no se encuentra con esta característica se puede utilizar de 2 kV.

En las tablas del Apéndice A-13-B, se presentan los calibres de conductores aislados de cobre, para conexión de transformadores a la red secundaria AAC y preensamblada. Para las derivaciones de la red primaria al transformador se ocuparán conductores calibre 2 AWG.

A-13.11.- Metodología para la selección de fusibles NH e interruptores termomagnéticos:

A-13.11.1.- Protección de transformadores

Para el análisis se deben tomar como base:

Las curvas de corriente a plena carga, corriente de daño del transformador y corriente de Inrush disponibles en un software especializado para protecciones.

Las normas ANSI/IEEE C.57.91 y la Guía Técnica Colombiana GTC 50 para temperatura ambiente de 20°C, que especifican porcentajes de sobrecarga para tiempos mayores a 1 hora.

Consideraciones para la selección de fusibles:

- 1) La selección de los fusibles debe asegurar la protección de los transformadores.
- 2) Las curvas de los fusibles duales, instalados en el lado de alto voltaje de los transformadores, deben procurar su coordinación con las curvas de los fusibles NH. no

desconectar ante corrientes de inrush y ubicarse debajo de la curva de daño de los transformadores.

- 3) Las curvas de los fusibles NH, instalados en el lado de bajo voltaje de los transformadores, deben procurar su coordinación con las curvas de los fusibles duales, y ubicarse debajo de la curva de daño de los transformadores. En este caso no se considera la corriente de inrush pues la energización de los transformadores de distribución es desde el lado de alto voltaje.
- 4) Los fusibles NH gG deben cumplir con la norma IEC 60269-1, referente a sus corrientes y tiempos convencionales de fusión.
- 5) En los transformadores trifásicos es necesario considerar que el fusible dual proteja a los mismos ante fallas monofásicas ocurridas en el lado de bajo voltaje.
- 6) En la mayoría de transformadores no se logra el porcentaje de sobrecarga deseado por lo que se opta por la protección del transformador.

En base al estudio mencionado se presentan los resultados en el Anexo A-13-A.

A-13.11.2.- Protección de conductores

Para condiciones particulares, en el caso de contar con un tablero de distribución a la salida de un transformador tipo convencional o tipo pedestal, para la selección tanto de la protección principal como de las derivaciones individuales, sean estas fusibles NH o interruptores termomagnéticos, sus características de funcionamiento para proteger el circuito contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \quad (2)$$

Siendo:

- I_B*: Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
I_Z: Corriente admisible del cable, en los circuitos secundarios se puede emplear conductor de cobre o aluminio con aislamiento para bajo voltaje, que cumpla con las características eléctricas establecidas en la norma NFPA 70 del NEC.
I_n: Corriente asignada del dispositivo de protección. Nota: Para los dispositivos de protección regulables, *I_n* es la intensidad de regulación seleccionada.

I_2 : Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (tc tiempo convencional según norma).

El valor de I_2 interruptor termomagnético se indica en las siguientes normas:

$I_2 = 1,3 I_n$; según IEC 60947-2.

Siendo:

I_n : 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000 A.

En el caso de fusibles normados por las normas IEC 60269-1 y IEC 60269-2, la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles del tipo gG toma los valores siguientes:

$I_f = 2,10 I_n$ si $I_n \leq 4A$
 $I_f = 1,90 I_n$ si $4A < I_n < 16A$
 $I_f = 1,60 I_n$ si $I_n \geq 16A$

Nota: De manera general no se requiere una coordinación de protecciones en bajo voltaje, debido a que cada dispositivo protegerá a su circuito en función de la corriente circulante.

Consideración de pérdida de ampacidad por cantidad de conductores

Para las condiciones en las cuales se tenga más de 3 conductores por tubería o ducto, se aplicará el siguiente factor que refleja la pérdida de ampacidad de cada conductor:

Tabla A-13.11_ 1 Factor para corregir la ampacidad del conductor por ducto.

Número de conductores	Valores de ajuste en porcentaje
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y superior	35

Fuente: Elaboración propia - Sección Planeamiento y Estudios

El recuento no incluirá conductores que están conectados a componentes eléctricos pero que no pueden ser energizados simultáneamente.



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A
GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN
SECCIÓN A-13 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

VERSIÓN: 08

Código: DI-EP-P001-D001-A-13

Página: 20 DE 20

Apéndice Sección A-13

APÉNDICE: A-13-A
HOJA 1 DE 2

TABLAS DE SELECCIÓN DE FUSIBLES PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

A-13-A
VERSIÓN:08
FECHA:2024-10-18

TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS CONVENCIONALES - RED DE BV CON CONDUCTOR AAC O CABLE PREENSAMBLADO

TRANSFORMADOR (kVA)	VOLTAJE PRIMARIO									VOLTAJE SECUNDARIO					
	22,8 GrdY / 13,2 kV			13,2 GrdY / 7,6 kV			6,3 kV			240 / 120 V					
	In	FUSIBLE DUAL	CÓDIGO	In	FUSIBLE DUAL	CÓDIGO	In	FUSIBLE DUAL	CÓDIGO	In	FUSIBLE*	CÓDIGO	In	FUSIBLE**	CÓDIGO
10	0,76	0,4		1,31	0,7		1,59	0,7		41,67	35		20,84	12	
15	1,14	0,6		1,97	1,0		2,38	1,3		62,5	40		31,25	16	
25	1,89	1,0		3,28	1,6		3,97	2,1		104,17	80		52,09	35	
37,5	2,84	1,6		4,92	3,1		5,95	3,5		156,25	100		78,13	50	
50	3,79	2,1		6,56	4,2		7,94	5,2		208,33	160		104,17	63	
75	5,68	4,2		9,84	6,3		11,90	7,8		312,5	200		156,25	100	

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS CONVENCIONALES CON RED DE BV CON CONDUCTOR AAC O CABLE PREENSAMBLADO

TRANSFORMADOR (kVA)	VOLTAJE PRIMARIO									VOLTAJE SECUNDARIO					
	22,8 kV			13,2 kV			6,3 kV			220 / 127 V					
	In	FUSIBLE DUAL	CÓDIGO	In	FUSIBLE DUAL	CÓDIGO	In	FUSIBLE DUAL	CÓDIGO	In	FUSIBLE*	CÓDIGO	In	FUSIBLE**	CÓDIGO
30	0,76	0,3		1,31	0,4		2,75	1,0		78,73	50		39,37	25	
50	1,26	0,4		2,19	0,7		4,58	1,6		131,22	80		65,61	40	
75	1,89	0,6		3,28	1,3		6,87	3,1		196,82	125		98,41	63	
100	2,53	1,0		4,37	1,6		9,16	4,2		262,43	160		131,22	80	
112,5	2,84	1,0		4,92	1,6		10,31	5,2		295,24	200		147,62	100	
125	3,16	1,3		5,47	2,1		11,46	5,2		328,04	200		164,02	100	
150	3,79	1,4		6,56	2,1		13,75	7,0		393,65	250		196,83	125	
200	5,05	1,6		8,75	3,5		18,33	7,8		524,86	315		262,43	160	
250	6,31	2,1		10,93	5,2		22,91	10,4		656,08	400		328,04	224	
300	7,58	3,1		13,12	6,3		27,49	14,0		787,3	500		393,65	250	
400	10,10	4,2		17,50	7,8		36,66	14,0		1049,73	630		524,87	355	
500	12,63	5,2		21,87	10,4		45,82	21,0		1312,16	INTER. TERMOMAG.		656,08	400	
630	15,91	6,3		27,56	10,4		57,74	32,0		1653,32	INTER. TERMOMAG.		826,66	500	
750	18,94	7,8		32,80	14,0		68,73	32,0		1968,24	INTER. TERMOMAG.		984,12	630	
800	20,20	7,8		34,99	14,0		73,31	46,0		2099,46	INTER. TERMOMAG.		1049,73	630	
1000	25,26	10,4		43,74	14,0		91,64	46,0		2624,32	INTER. TERMOMAG.		1312,16	INTER. TERMOMAG.	

NOTAS:

- (1) In: Corriente nominal, amperios
- (2) Fusible: - Voltaje primario, corriente nominal en amperios y designación duales SLOWFAST según EEI-NEMA.
- Voltaje secundario, corriente nominal en amperios y designación NH, según IEC 60269-1 y IEC 60269-2-1
- (3)* Red secundaria con una capaceta
- (4) ** Red secundaria con dos capacetas. La corriente circulante se considera como la mitad de la corriente nominal cuando existen dos protecciones por cada fase
- (5) Para transformador tipo pedestal: - Voltaje secundario, fusible designación NH, según IEC 60269-1 y IEC 60269-2-1



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A - GUÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN SECCIÓN A-13 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

CÓDIGO: DI-EP-P001-D001-A-13

APÉNDICE: A-13-A
HOJA 2 DE 2

TABLAS DE SELECCIÓN DE FUSIBLES PARA TRANSFORMADORES DE
DISTRIBUCIÓN TIPO FRENTE MUERTO

A-13-A
VERSIÓN: 08
FECHA: 2024-10-18

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE FRENTE MUERTO									
TRANSFORMADOR (KVA)	VOLTAJE PRIMARIO								
	22,8 GrdY / 13,2 kV			13,2 GrdY / 7,6 kV			6,3 kV		
	In	FUSIBLE	CÓDIGO	In	FUSIBLE	CÓDIGO	In	FUSIBLE	CÓDIGO
15	0,379	3		0,66	6		1,44	3	
30	0,76	3		1,31	6		2,89	6	
45	1,14	3		1,97	6		4,33	6	
50	1,26	3		2,19	6		4,81	6	
60	1,52	3		2,62	6		5,77	8	
75	1,89	3		3,28	6		7,22	8	
100	2,53	6		4,37	8		9,62	12	
112,5	2,84	6		4,92	8		10,83	12	
125	3,16	6		5,47	8		12,03	20	
150	3,79	6		6,56	12		14,43	20	
160	4,04	6		7,00	12		15,40	20	
200	5,05	8		8,75	18		19,24	25	
225	5,68	10		9,84	18		21,65	30	
250	6,31	10		10,93	18		24,06	30	
300	7,58	12		13,12	25		28,87	45	
350	8,84	12		15,31	25		33,68	45	

NOTAS:

(1) In: Corriente nominal, amperios

(2) Fusible: Designación del fusible.

- **Voltaje** primario, corriente nominal en amperios



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A -
GUÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
SECCIÓN A-13 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

CÓDIGO: DI-EP-P001-D001-A-13

APÉNDICE: A-13-B
HOJA 1 DE 2

CONDUCTORES AISLADOS PARA CONEXIÓN DE TRANSFORMADORES A LA RED
SECUNDARIA

A-13-B
VERSIÓN: 08
FECHA: 2024-10-18

TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS
RED SECUNDARIA 240/120 V, CON CONDUCTOR AAC

POTENCIA NOMINAL [kVA]	CORRIENTE NOMINAL [A]	CALIBRES		
		CÓDIGO	Cu TTU a 75°C [1] AWG	CORRIENTE NOMINAL [2] [A]
10	41,7		2	115
15	62,5		2	115
25	104,2		2	115
37,5	156,3		2/0	175
50	208,3		4/0	230
75	312,5		2X2/0	350

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS
RED SECUNDARIA 220/127 V, CON CONDUCTOR AAC

POTENCIA NOMINAL [kVA]	CORRIENTE NOMINAL A	CALIBRES		
		CÓDIGO	Cu TTU a 75°C [1] AWG	CORRIENTE NOMINAL [2] [A]
30	78,7		2	115
50	131,2		1/0	150
75	196,8		3/0	200
100	262,4		2X1/0	300
112,5	295,2		2X1/0	300
125	328,0		2X2/0	350

REFERENCIAS:

[1] Para una capaceta.

[2] NEC Tabla 310.16, para no más de 3 conductores por ducto a temperatura ambiente de 30 °C.



TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS
RED SECUNDARIA 240/120 V, CON CABLE PREENSAMBLADO

POTENCIA NOMINAL [kVA]	1/2 CORRIENTE NOMINAL A	CALIBRES		
		CÓDIGO	Cu TTU a 75°C [1] AWG	CORRIENTE NOMINAL [2] [A]
10	20,8		2	115
15	31,3		2	115
25	52,1		2	115
38	78,1		2	115
50	104,2		2	115
75	156,3		2/0	175

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS
RED SECUNDARIA 220/127 V, CON CABLE PREENSAMBLADO

POTENCIA NOMINAL [kVA]	1/2 CORRIENTE NOMINAL A	CALIBRES		
		CÓDIGO	Cu TTU a 75°C [1] AWG	CORRIENTE NOMINAL [2] [A]
30	39,4		2	115
50	65,6		2	115
75	98,4		2	115
100	131,2		1/0	150
112,5	147,6		1/0	150
125	164,0		2/0	175

REFERENCIAS:

[1] Para doble capaceta

[2] NEC Tabla 310.16, para no más de 3 conductores por ducto a temperatura ambiente de 30 °C. La corriente circulante se considera como la mitad de la corriente nominal cuando existen dos protecciones por cada fase