

**[Anexo 1]**  
**Normas y Criterios de Diseño**

**Normas de Protección y Seccionamiento Norma IID (En revisión)**

Esta norma tiene por objeto la aplicación de los equipos de seccionamiento manual en las líneas de distribución primarias.

El primero objetivo de la norma es el de lograr una operación practica y flexible del sistema primario en lo concerniente a transferencia de carga en condiciones normales y de emergencia, y a la localización de fallas en los circuitos.

El segundo objetivo que se persigue es el de proveer alimentación de emergencia a las cargas o bloques de cargas que por su magnitud o importancia lo requieran.

**Conexión Modular de Seccionamiento (CSM):** Consiste en un punto de empalme o derivación del circuito primario, elaborado con conexiones modulares atornillables, de 600 A de diseño. Puede seccionar y/o poner a tierra el circuito. Su operación debe hacerse sin tensión.

**Circuitos Primarios Único:** Se instalaran, como mínimo, equipos de seccionamiento en los circuitos primarios en 12,47 kV y 7,2 kV de acuerdo a las siguientes reglas:

*Regla N° 1:* Se seccionará el troncal cada 1.250 kVA de demanda, para lo cual se utilizarán seccionadores bajo carga. No se considerará la demanda asociada a cargas con alimentación alternativa.

*Regla N° 2:* Al inicio de un ramal con carga se deberá instalar un medio de seccionamiento. Cuando la demanda sea igual o mayor a 1.250 kVA se usarán

seccionadores bajo carga y cuando la demanda del ramal sea inferior a 1.250 kVA usarán conexiones modulares de seccionamientos.

*Regla N° 3:* Se usarán un seccionador con carga en cada punto de transformación de capacidad igual o mayor a 750 kVA, o en aquel que esté destinado a servir cargas críticas como clínicas, hospitales, industrias de proceso crítico y edificaciones de importancia estratégica.

Cuando en un interruptor de circuito en la Subestación se conectan dos (2) o más circuitos o salidas, se deben seccionar en un mismo interruptor cuatro (4) vías, preferiblemente adyacente a la Subestación.

Conectar una cuchilla en cambios del circuito de aéreo a subterráneos y viceversa.

### **Criterio de Diseño Relacionado con la Salida de Circuitos en las Subestaciones de Distribución**

Tratará de evitarse que circuitos de diferentes barras tenga su salida de la Subestación por la misma bancada.

En el diseño de una salida de Subestación se evitará construir bancadas directas desde la celda hasta la calle. Deberá diseñarse una red interna de tuberías antes de salir en dirección a la calle.

Se proyectan dos (2) ó tres (3) bancadas de máximo de doce (12) tubos en la salidas de las Subestaciones de 100 MVA.

En el caso de doble copa, cada circuito irá por rutas diferentes y con interconexiones distintas y no se deben dar emergencia entre ellos.

Se seccionarán las dos copas en el mismo interruptor dentro de la Subestación.  
Cuando se reubican circuitos o se proyectan nuevas segundas copas, no se mezclan circuitos de diferentes usos (industrial con residencial, aéreo con subterráneo).

Al entrar en servicio una nueva unidad, se reducirán donde sea posible los circuitos con doble copa.

El máximo calibre empleado para la salida de los circuitos primarios será 500 MCM o 750 MCM según la bancada.

Se balancearán las cargas por semi-barra.

Los circuitos se dirigirán para alimentar un área de servicio de forma tal que se puedan establecer anillos de interconexión entre los circuitos de semi-barras diferentes (conectividad entre circuitos de Barra A y B).

En el caso de salida aérea, se evitará, en lo posible, proyectar dos circuitos en la misma posteadura y preferiblemente usar estructuras verticales.

Se considera troncal de circuito: a) Calibre mayor, b) Tramo más largo, c) Tramo con mayor carga conectada.

En circuitos con segundas copas la carga máxima que pueda manejar el interruptor es de 600 amperios, por lo cual la suma de la carga normal de un circuito más la emergencia del otro deber ser menor a 600 amperios.

Los conductores normalizados para alta tensión serán: 400 Al, 4/0 Al, 1/0 Al, 250 MCM, 2/0 MCM y 2 MCM.

## **Criterio de Capacidad de Carga en Conductores**

La C.A. La Electricidad de Caracas y empresas filiales han definido en su normas de diseño las capacidades amperimétricas de los cables que normalmente se instalan en su Sistema. Las capacidades indicadas permiten operar los circuitos en condiciones seguras y sin perjudicar su vida útil. En base a estas características se definen dos rangos de operación:

- Operación Normal (Nominal): El circuito operando en este nivel de carga no ve perjudicado su período de vida útil, aún durante períodos prolongados de tiempo.
  
- Operación en Emergencia: El circuito operando en este nivel de carga por cortos períodos de tiempo no ve perjudicado su período de vida útil.
  
- Las cargas en conductores tienen definido tres capacidades, a saber:

Capacidad nominal.

Capacidad en emergencia (100 por ciento de la capacidad amperimétrica para conductores aéreos y 120 por ciento para subterráneos).

Capacidad de diseño (67 por ciento de la capacidad amperimétrica para conductores aéreos y 80 por ciento para subterráneos).

Las cargas de los conductores se puede observar en el cuadro Capacidad de Carga en conductores de la EdeC (ver Cuadro 2).

**Tabla 1: Capacidad de Carga en Conductores de la EdeC.**

CARACTERÍSTICAS	CRITERIOS
Factor de Carga. Usuario: Planificación, Proyectos y O.M.D.	50 % Residencial    70 % Comercia/ Mixto    100 % Industrial  Conductores Desnudos = 75° C  PLT-PVC vulcanizado 15 kV = 90° C
Temperatura	Temperatura Ambiente = 40° c (Aéreos)  Temperatura Ambiente = 25° c (Subterráneos)  Temperatura Ambiente = 40° c (Sótanos)
Cables en Ductos	Se asume que los Circuitos están Igualemente Cargados (Según norma IPCEA).
Sobrecarga en Condiciones de Emergencia	La sobrecarga no debe exceder las 100 Horas/año. (Esta condición no deberá ocurrir mas de 5 veces durante la vida del conductor).  400 Al/Plt, 1/0 Al/Plt, 4/0 Al/Plt, en Líneas aéreas.
Cables y Conductores	4 Al, 1/0 Al 4/0 Al, Líneas aéreas.  2 Cu, 2/0 Cu, 250 Cu, 5000 Cu, 750 Cu. (Plt, PVC-15 kV).  Plt-Pvc vulcanizado 15 kV = 90° C.
Capacidad de Carga (Subterráneos)	Ductos 4 circuitos: Un circuito en emergencia y el resto en condiciones normales.  Ductos mayores de cuatro (4) circuitos: Un circuito en emergencia y el resto en condiciones normales.  Condición de Operación en Emergencia = 125° C.  Emergencia: 100 Horas/año y un máximo de 500 Horas durante la vida útil del cable.  Capacidad de Emergencia: No Deberá Considerarse Como Reserva Estratégica.

Fuente: División de Normas de Distribución de la EdeC.

### **Criterios a evaluar en Circuitos de Distribución**

Calidad: Voltaje  $\geq 0.95$  0/1 en condición normal.

$\geq 0.92$  0/1 en emergencia, es decir, durante la asistencia a circuitos en falla.

Carga:  $\leq 0.80$  en condición normal.

$\leq 1.20$  0/1 en condición de emergencia.

Reserva: La carga normal de 0.80 0/1 permite una reserva operativa de 33 por ciento para contingencias entre circuitos y para el servicio de cargas imprevistas (no planificadas).

*Seguridad:* A los efectos de evaluar la seguridad del servicio, se deberá considerar lo siguiente:

Número de circuitos emergentes y conectividad. Se deben tener conexiones abiertas a dos circuitos diferentes, desde los cuales se pueda rescatar el circuito en su condición abierta. Para ello se deberá evaluar el potencial de asistencia de cada circuito emergente en condición de máxima carga, en el punto de conexión entre circuitos.

Segmentación y bloque máximo interrumpido. El esquema de seccionamiento manual (norma de seccionamientos) deberá asegurar lo siguiente: En caso de parada programada o falla, el bloque máximo de kVA por longitud no será mayor de:

500 kVA\*kM para circuitos subterráneos.

667 kVA\*kM en líneas aéreas.

## **Cargabilidad de Circuitos y Recuperación de Cargas**

Se asume que los circuitos están igualmente cargados en los ductos subterráneos.

Por lo menos dos circuitos dan emergencia a un tercero, lo que implica que cada circuito debe cargarse a  $2/3$  de su capacidad en emergencia.

Se adjudica el siguiente factor de carga de acuerdo con el tipo de cliente: 50 por ciento residencial; 75 por ciento comercial / mixto; 100 por ciento industrial.

Se asume factor de utilización uniforme para todo el circuito.

No existe relación entre la carga de los circuitos y los efectos en pérdidas.

Si en un área existen sólo dos circuitos, el criterio de carga es de 50 por ciento de la capacidad en emergencia.

Para clientes importantes se usa la demanda máxima. A fin de determinar el factor de utilización del circuito restando esta demanda y distribuyendo el resto.

Para dar interconexiones (conectividad) debe ser entre circuitos distintos preferiblemente de diferentes Barras (A y B) y de diferentes subestaciones. (Preferiblemente).

La recuperación de carga se hace ubicando la falla en cada CD o ID y tomando en cuenta los tipos de clientes y las transferencias manuales y automáticas.

[Anexo 2]

**Longitud de los cables y conductores de los circuitos de las S/Es  
Luis Caraballo, Eleggua y Casarapa**

**Tabla 4: Longitud de los cables y conductores de los circuitos de la S/E  
Luis Caraballo**

Circuito	Aéreos				Subterráneos					Total (km)
	CU #2 (km)	AL 1/0 (km)	AL 4/0 (km)	AL 400 (km)	2/0 PLT 15kV (km)	2 PLT 15kV (km)	250 PLT 15kV (km)	500 PLT 15kV (km)	750 PLT 15kV (km)	
LCB A1	-	12,961	1,837	0,012	0,663	0,415	0,318	0,777	-	16,971
LCB A2	-	7,176	2,594	-	0,005	0,213	-	0,704	-	10,692
LCB A3	0,739	27,444	14,236	-	0,005	0,067	-	0,738	-	43,230
LCB A4	-	2,725	3,641	-	0,081	0,078	0,095	0,056	0,027	6,457
LCB A5	-	4,894	5,466	-	0,010	0,050	-	1,315	-	11,735
LCB A6	-	71,124	4,794	-	-	0,068	-	-	0,089	76,075
LCB A7	-	40,416	13,211	1,653	0,111	0,023	-	1,107	-	56,524
LCB A8	-	7,620	8,658	-	0,374	0,061	-	0,721	-	17,434
LCB A9	-	8,206	2,300	-	0,030	1,137	-	1,185	-	12,858
LCB B1	-	4,186	2,992	-	-	0,005	-	0,850	-	8,033
LCB B2	0,370	3,536	5,231	-	0,234	0,038	-	1,450	-	10,859
LCB B3	-	0,428	1,777	-	1,086	0,966	0,031	0,061	0,618	4,967
LCB B4	-	6,726	3,286	-	-	-	-	0,092	-	10,104
LCB B5	-	3,005	0,805	-	0,109	0,172	0,212	0,943	-	5,246
LCB B6	-	0,847	0,404	-	0,049	0,016	-	0,734	-	2,050
LCB B7	0,653	2,833	1,819	-	0,110	0,103	0,213	0,661	-	6,392
LCB B8	4,215	2,107	2,642	-	0,115	0,017	0,022	-	0,043	9,161
Subtotal S/E	Aéreos 289,324				Subterráneos 19,464					Total 308,788

**Tabla 5: Longitud de los conductores de los circuitos de la S/E Elegua**

Circuito	Aéreos				Subterráneos					Total (km)
	CU #2 (km)	AL 1/0 (km)	AL 4/0 (km)	AL 400 (km)	2/0 PLT 15kV (km)	2 PLT 15kV (km)	250 PLT 15kV (km)	500 PLT 15kV (km)	750 PLT 15kV (km)	
EGG A1	0,115	4,618	4,477	-	0,086	0,038	-	0,787	-	10,121
EGG A2	-	0,151	-	-	0,005	-	-	1,888	-	2,044
EGG A3	-	4,381	4,591	0,688	0,011	0,380	-	1,079	-	11,130
EGG A4	-	3,872	2,689	1,153	1,131	0,306	0,510	1,023	-	10,684
EGG A5	-	1,014	-	-	0,005	0,014	-	0,552	-	1,585
EGG B1	-	10,298	7,458	-	0,022	0,190	-	0,112	-	18,080
EGG B2	-	2,918	6,760	-	0,020	0,296	-	0,077	-	10,071
EGG B3	-	-	-	-	-	-	-	0,847	-	0,847
EGG B4	-	1,480	1,997	2,617	0,440	0,162	0,908	0,777	-	8,381
Subtotal S/E	Aéreos 61,277				Subterráneos 11,666					Total 72,943

**Tabla 6: Longitud de los cables y conductores de los circuitos de la S/E Casarapa**

Circuito	Aéreos				Subterráneos					Total (km)
	CU #2 (km)	AL 1/0 (km)	AL 4/0 (km)	AL 400 (km)	2/0 PLT 15kV (km)	2 PLT 15kV (km)	250 PLT 15kV (km)	500 PLT 15kV (km)	750 PLT 15kV (km)	
CSP A1	-	20,745	1,923	4,510	-	0,148	-	0,911	-	28,237
CSP A2	-	0,751	0,780	0,225	-	-	0,969	-	-	2,725
CSP B1	-	2,062	0,073	-	0,029	0,031	-	0,106	-	2,301
CSP B2	-	3,374	0,050	-	0,011	0,058	-	0,053	-	3,546
CSP B3	-	0,703	2,086	-	-	-	-	0,050	-	2,839
Subtotal S/E	Aéreos 37,282				Subterráneos 2,366					Total 39,648

