

TIPIFICACIÓN DE DAÑOS EN REDES ELECTRICAS AÉREAS Y  
SUBTERRÁNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA URBANA DE BOGOTÁ EN  
UN ANÁLISIS RETROSPECTIVO

BORIS ARMANDO CUESTA GONZALEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA

2005

TIPIFICACIÓN DE DAÑOS EN REDES ELECTRICAS AÉREAS Y  
SUBTERRÁNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA URBANA DE BOGOTÁ EN  
UN ANÁLISIS RETROSPECTIVO

BORIS ARMANDO CUESTA GONZALEZ

Monografía para optar el título de  
Ingeniero Electricista

DIRECTOR

CIRO JURADO JEREZ  
INGENIERO ELECTRICISTA

CODIRECTOR

ISMAEL GRISALES AVILA  
INGENIERO ELECTRICISTA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA

2005

## **DEDICATORIA**

A DIOS

A MIS PADRES ARMANDO Y ELVIA POR SU APOYO EN TODO MOMENTO

A ELIANA QUE EN LOS ÚLTIMOS MESES FUE MI INSPIRACIÓN

A MIS HERMANOS HARRY, GEOVANNI, JENNIFER Y XILENA

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Ingenieros Jorge Enrique Jaimes e Ismael Grisales, quienes a través de la firma J.E. JAIMES INGENIEROS LTDA., permitieron que la participación en los proyectos tan importantes como los que maneja el Consorcio Energía Colombia “CENERCOL S.A.”.

Ing. Martha C. Rodríguez por su colaboración.

Ing. Jorge Ramón e Ing. Gerardo Latorre Bayona, por su valiosa

Ing. Gilberto Mejía Correa, por su paciencia, confianza y valiosos aportes.

A todo el personal administrativo y operativo que conforma la gran familia del Consorcio Energía Colombia CENERCOL S.A. y CODENSA S.A. E.S.P.

Agradecimientos a Giovani P, Gerardo, Alejandro, Ignacio, los Rogers, Martha, Diego L, Orlando, los Cuesta y los González

## CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES DE LAS REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN EL AREA URBANA DE BOGOTÁ	3
1.1. REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN	3
1.1.1 Redes Aéreas Urbanas de Distribución en MT: nivel de tensión de los circuitos urbanos, calibre de los conductores	4
1.1.2 Líneas aéreas urbanas de distribución en BT: nivel de Tensión de los Circuitos de BT, Calibre de los Conductores, cajas para barajes, postes	4
1.2 LINEAS SUBTERRÁNEAS URBANAS DE DISTRIBUCIÓN	6
1.2.1 Capacidades de los transformadores normalizados por CODENSA	9
1.2.2. Conductores aislados para distribución subterránea de MT	11
1.2.3. Conductores aislados para distribución subterránea de BT	12
2. ACTIVIDADES EN REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN	13
2.1. Ejecución de redes SIO (Ingeniería y Obras)	13
2.2. Ejecución de Redes DDU (Redes de Distribución Urbana)	13
2.3. Atención Inmediata de Daños	14
2.4. Alumbrado Público	14
3. INFRAESTRUCTURA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA URBANA DE BOGOTÁ	15
3.1. ZONAS GEOGRÁFICAS DEL ÁREA URBANA DE BOGOTÁ	15

3.1.1. La zona norte (UN)	15
3.1.2. La zona centro (UC)	15
3.1.3. La zona sur	15
3.2 INFRAESTRUCTURA DE REDES POR ZONAS	17
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE ESTUDIO DE DAÑOS	21
4.1. TIPOS DE FALLAS	21
4.1.1. Generación	21
4.1.2. Baja Tensión (BT)	21
4.1.3. Media Tensión	22
4.1.4. Líneas de Transmisión	23
4.1.5. Subestaciones	24
4.2. Equipos Fallados	25
5. COMPARACIÓN DE LOS DAÑOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN EN LAS ZONAS URBANAS	28
5.1 DAÑOS POR ZONAS	28
5.2 FALLAS TÍPICAS EN EL ÁREA URBANA	29
5.3 EQUIPOS COMUNMENTE FALLADOS EN EL AREA URBANA	30
5.4 DAÑOS A LO LARGO DEL AÑO 2003	32
5.5 FALLAS POR ZONAS	33
5.5.1 Zona Centro	33
5.5.2 Zona Norte	34
5.5.3 Zona Sur	34

5.5.4. Fallas más comunes por zonas: falla típicas zona norte, falla típicas zona centro, falla típicas zona sur	35
5.6 COMPARACIÓN DE FALLAS TÍPICAS	38
5.7 EQUIPOS FALLADOS POR ZONAS	39
5.7.1 Equipos Fallados Zona Centro	39
5.7.2 Equipos Fallados Zona Norte	40
5.7.3 Equipos Fallados Zona Sur	41
5.8 EQUIPOS FALLADOS NORMALMENTE EN CADA ZONA	42
5.9 INDICE NDK	43
5.10 SÍNTESIS	46
5.10.1 Materiales Mayormente Demandados en Daños. Stock de Daños	47
CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	53

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características mecánicas y eléctricas conductores ACSR	4
Tabla 2. Características mecánicas y eléctricas conductores ACSR	4
Tabla 3. Especificaciones técnicas para cimentación de postes	6
Tabla 4. Calibres de conductores en redes subterráneas urbanas de distribución en MT	11
Tabla 5. Calibres de conductores en redes subterráneas urbanas de distribución en BT	12
Tabla 6. Infraestructura por zona. Redes MT	17
Tabla 7. Infraestructura por nivel de tensión	18
Tabla 8. Grupos	18
Tabla 9. Infraestructura por grupo	19
Tabla 10. Subestaciones de distribución MT / MT	19
Tabla 11. Redes de Baja Tensión	19
Tabla 12. Fallas a Nivel de Generación	21
Tabla 13. Fallas en BT	21
Tabla 14. Fallas en MT	22
Tabla 15. Fallas a Nivel de Líneas de Transmisión	23
Tabla 16. Fallas a Nivel de Subestaciones	24
Tabla 17. Equipos Fallados	25
Tabla 18. Daños por Zonas	28
Tabla 19. Equipos mas fallados Año 2003	30
Tabla 20. Daños Zona Centro	33
Tabla 21. Daños Zona Norte	34
Tabla 22. Daños Zona Sur	34
Tabla 23. Equipos Fallados Zona Centro	39
Tabla 24. Equipos Fallados Zona Norte	40
Tabla 25. Equipos Fallados Zona Sur	41
Tabla 26. Infraestructura por Niveles de Tensión	45
Tabla 27. Numero de Daños en cada Zona por Nivel de Tensión	45
Tabla 28. NDK por Zonas y por Nivel de Tensión	45
Tabla 29. Materiales de Mayor Demanda en Atención de Daños	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sección transversal vía tipo V-0	7
Figura 2. Sección transversal vía tipo V-1	8
Figura 3. Sección transversal vía tipo V-2	8
Figura 4. Mapa de Bogotá, sus zonas geográficas y alcaldías.	16
Figura 5. Porcentaje de Daños por Zonas	28
Figura 6. Fallas típicas en los circuitos del área urbana Bogotá.	29
Figura 7. Equipos normalmente fallados área urbana de Bogotá	30
Figura 8. Daños ocurridos por mes en el área urbana de Bogotá	32
Figura 9. Fallas Representativas Zona Norte	35
Figura 10. Fallas Representativas Zona Centro	36
Figura 11. Fallas Representativas Zona Sur	37
Figura 12. Comparación de fallas por zonas	38
Figura 13. Equipos normalmente fallados zona norte	42
Figura 14. Equipos normalmente fallados zona centro	42
Figura 15. Equipos normalmente fallados zona sur	43
Figura 16. NDK en MT	44
Figura 17. NDK en BT	44
Figura 18. Porcentaje de Daños Ocurridos por Zonas y Alcaldías	46
Figura 19. Falla Típica de cada Zona	47

## **GLOSARIO Y ABREVIATURAS**

**BAREMO:** Recopilación de denominaciones para identificar por medio de un código alfa-numérico cada una de las actividades de mantenimiento contempladas para la ejecución del contrato de mantenimiento de redes, alumbrado público, obras civiles y actividades del área podas suscrito entre CENERCOL S.A. y el cliente.

**STOCK:** reservas de material destinado a fines específicos, pueden ser para mantenimiento correctivo o para construcción de líneas eléctricas

**CENERCOL:** Consorcio de Energía Colombia

**CODENSA:** Comercializadora de Energía SA

**UC:** Zona Urbana Centro

**UN:** Zona Urbana Norte

**US:** Zona Urbana Sur

**RS:** Zona Rural Sur

**RN:** Zona Rural Norte

**RC:** Zona Rural Centro

**MT:** Media tensión

**BT:** Baja tensión

**AT:** Alta tensión

**AP:** Alumbrado público

**S / E:** Subestación

## RESUMEN

### 1. TITULO

TIPIFICACIÓN DE DAÑOS EN REDES ELECTRICAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA URBANA DE BOGOTÁ EN UN ANÁLISIS RETROSPECTIVO

### 2. AUTOR\*\*

BORIS ARMANDO CUESTA GONZÁLEZ

### 3. PALABRAS CLAVES

Daños, mantenimiento, tipificación, distribución

### 4. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

Con el propósito de mejorar o mantener dentro del rango admitido los índices de calidad del servicio en los circuitos de media tensión, desde el punto de vista de la continuidad, se han establecido esquemas y herramientas determinados cuyo objetivo es lograr evacuar los daños de una manera eficiente y rápida y de acuerdo a las prioridades mismas del sistema.

Con el fin de establecer algunos marcos de referencia como punto de partida en esta optimización el Departamento Administración de Redes Eléctricas de CENERCOL S.A. ha planteado la necesidad de sugerir una tipificación de los daños en toda el área urbana de la ciudad de Bogotá además de la actualización del STOCK de daños, a partir de la información referente a los registros detallados de las actividades de mantenimiento realizadas por CENERCOL S.A. para CODENSA S.A. durante el último período del contrato vigente a inicios del mes de diciembre de 2003.

El Consorcio Energía Colombia S.A. está constituido por cinco empresas: J.E. Jaimes Ingenieros S.A., F.Y.R Ingenieros Ltda., Guzmán Bretton y CIA. Ltda., Proyectos Andinos S.A. (Proansa), Procesos en Ingeniería Ltda., cuyo objetivo es brindar un servicio de Operaciones Comerciales y Técnicas para las empresas Distribuidoras de Energía Eléctrica ofreciendo servicios en las áreas de mantenimiento preventivo y correctivo, construcción de líneas aéreas y subterráneas en modalidad de líneas energizadas y desenergizadas, incluyendo equipos, transformadores, alumbrado público y ornamental con su revisión diurna, nocturna y expansión. Actualmente mantiene un contrato de obras y mantenimiento con la firma CODENSA S.A. E.S.P.

---

\*Monografía

\*\*Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de Telecomunicaciones,  
director Ciro Jurado Jérez

## SUMMARY

### 1. TITLE\*

CHARACTERIZATION OF DAMAGES IN AERIAL AND UNDERGROUND ELECTRICAL NETWORKS OF DISTRIBUTION LINES IN BOGOTÁ URBAN AREA IN A RETROSPECTIVE ANALYSIS.

### 2. AUTHOR\*\*

BORIS ARMANDO CUESTA GONZÁLEZ

### 3. KEY WORDS

Damages, maintenance, characterization, distribution

### 4. CONTENT DESCRIPTION

With the purpose to improve or maintain inside the admitted rank quality service index in the half voltage circuits, from the continuity point of view, it has been established certain outlines and tools whose objective is manage to evacuate the damages in a efficient and fast way according to the priorities of the system. To establish some references as the stars line in this intent of optimize the management department of electrical webs of CENERCOL S.A. has considered the necessity of suggest a characterization of damages in all Bogotá city urban area, besides the actualization of the damages STOCK, taking into account the information refereed to detailed registers of the maintenance activities carried out by CENERCOL S.A for CODENSA S.A. during the last period pf the valid contract at the beginning of December 2003.

The Energy Colombia Consortium CENERCOL S.A. is formed by five companies: J.E. Jaimes Ingenieros S.A., F.Y.R. Ingenieros Ltda., Guzmán Bretton y CIA. Ltda., Proyectos Adinos S.A. (Proansa), Procesos de Ingeniería Ltda., whose objective is offer service of commercial and technical operations to the companies that distribute electrical energy offering services in the areas of preventive and corrective maintenance, construction of aerial and underground lines in energized, and not energized lines modality, including equipment, transformer, public and ornamental lighting with the checking during the day and night, the expansion is included too. Now a day the company has a work and maintenance contract with CODENSA S.A. E.S.P.

---

\*Monography

\*\*Physics mechanical faculty, electric, electronic and telecommunications engineering school, director Ciro Jurado Jérez

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento correctivo es una de las actividades vitales en el proceso de conservar el óptimo funcionamiento de las redes eléctricas de distribución, sin desconocer el papel complementario del mantenimiento preventivo. El área correctiva, la cual está íntimamente relacionada con la reparación de averías que afectan al servicio e instalaciones de los diferentes circuitos de la ciudad, y la eficiencia en su ejecución tienen una repercusión directa en los parámetros de calidad del servicio.

Con el propósito de mejorar o mantener dentro del rango admitido los índices de calidad del servicio en los circuitos de media tensión, desde el punto de vista de la continuidad, se han establecido esquemas y herramientas determinados cuyo objetivo es lograr evacuar los daños de una manera eficiente y rápida y de acuerdo a las prioridades mismas del sistema.

Con el fin de establecer algunos marcos de referencia como punto de partida en esta optimización el Departamento Administración de Redes Eléctricas de CENERCOL S.A. ha planteado la necesidad de sugerir una tipificación de los daños en toda el área urbana de la ciudad de Bogotá además de la actualización del STOCK de daños, que se definirá más adelante, a partir de la información referente a los registros detallados de las actividades de mantenimiento realizadas por CENERCOL S.A. para CODENSA S.A. durante el último período del contrato vigente a inicios del mes de diciembre de 2003.

El capítulo 1 de esta monografía comienza con la presentación de las generalidades del sistema de distribución eléctrico de la ciudad de Bogotá. Seguidamente, en el capítulo 2 se bosquejan las actividades que realizan las diferentes divisiones de CENERCOL S.A. para cumplir con la ejecución de la adecuación, construcción y mantenimiento preventivo y correctivo de redes de distribución. En el capítulo 3 se inicia con una breve descripción y caracterización de las zonas geográficas en la ciudad para más adelante terminar con un resumen de la infraestructura de distribución en AT, MT y BT, para cada una de las zonas previamente diferenciadas. En el capítulo 4 se identifican y clasifican los tipos de daños y los equipos más significativamente fallados en las redes eléctricas aéreas y subterráneas del área urbana de la ciudad de Bogotá. Finalmente en el capítulo 5 se expone una caracterización de las zonas a través de gráficos y tablas comparativas donde se muestra la incidencia e importancia de los parámetros referentes a daños en cada zona geográfica, y a nivel de toda el área urbana. En este capítulo final se sugiere el índice de daños por kilómetro de red que será importante a la hora de establecer una comparación más significativa ya que se tendrá en cuenta el tamaño de la infraestructura de la red en cada zona,

teniéndose así un nuevo referente útil en la proyección del mantenimiento y de los materiales provistos. En esta parte final igualmente se incluye la actualización del STOCK de daños propuesta inicialmente.

## **1. GENERALIDADES DE LAS REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN EL AREA URBANA DE BOGOTÁ**

En este capítulo se hace una descripción de la conformación del sistema de distribución eléctrica del área urbana de la ciudad de Bogotá. Se comienza presentando algunas generalidades de las redes aéreas de MT y BT, en cuanto a niveles de tensión, calibres de conductores, postes, etc.; luego se examina las redes subterráneas de MT y BT.

### **1.1 REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN**

Se estima que el total de redes aéreas en Bogotá incluyendo el área rural es de 14890,63 Km de redes aéreas en MT y 21165 Km en BT. En cuanto al área urbana, la cantidad de redes aéreas en MT constituye el 21,3% del total y en BT el 23,8% del total, pero son las más importantes a nivel comercial por manejar la mayor cantidad de carga y por tener la mayor cantidad de clientes, por lo requieren la mejor atención en cuanto a mantenimiento preventivo y correctivo.

#### **1.1.1. Líneas Aéreas Urbanas de Distribución en MT.**

- Nivel de tensión de los circuitos urbanos

El sistema eléctrico en las zonas urbanas de Bogotá, está conformada por centros de transformación de: 230-34,5 KV , 115-34,5 KV , 115-11,4 KV, 115-34,5-11,4KV, 34,5-13,2 KV , 34,5-11,4 KV. Los circuitos primarios a 34,5 KV dentro del área urbana se utilizan en las zonas industriales, son trifásicos trifilares, radiando desde un centro de transformación o uniendo dos centros de transformación, desde las cuales se derivan los diferentes usuarios industriales. Los circuitos primarios de distribución urbana son trifásicos trifilares, a 11,4 KV, en algunos municipios son a 13,2. En las redes urbanas de distribución se utilizan ramales monofásicos de una y dos fases de circuitos primarios.

- Calibre de los conductores

Para los circuitos aéreos de 34,5 - 11,4 ó 13,2 - 7,6 y 6,6 KV los conductores son ACSR. En los circuitos urbanos industriales las cargas máximas de diseño son: 12 MVA para un nivel de tensión de 34,5 KV y 4 MVA para un nivel de tensión de 11,4 KV. Los circuitos principales aéreos de 34,5 -11,4 -13,2 KV se construyen en

ACSR calibre 125 mm<sup>2</sup> (266,6 kcmil) y 100 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), los ramales pueden construirse en calibres desde 2, 1/0 y 63 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG) de acuerdo con el diseño. Los calibres normalizados para el sistema de distribución urbano aéreo se presentan en las tablas 1 y 2 donde se muestran sus características físicas y eléctricas.

TABLA No.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS CONDUCTORES ACSR											
Tipo	Calibre AWG o kcmil	Diámetro mm	Sección mm <sup>2</sup>	Mod. elast. Kg/mm <sup>2</sup>	Coef. Dilat. Térmico x10 <sup>5</sup> 1/°C	Hilos		Peso unit kg/m	Carga Mínima rot kgf	Capacida d (A)	Resistencia a 20°C Ω/km
						Al	Ac				
Sparrow	2	8,03	38,23	8100	1,91	6	1	0,136	1285	184	0,8344
Raven	1/0	10,11	62,39	8100	1,91	6	1	0,2162	1988	242	0,5243
Quail	2/0	11,35	78,75	8100	1,91	6	1	0,2721	2007	276	0,4160
Pengun	4/0	14,30	125,10	8100	1,91	6	1	0,433	3738	359	0,2618
Waxwing	266,8	15,46	142,59	7700	1,91	18	1	0,430	3120	448	0,2127

La capacidad: para una temperatura del conductor de 75°C, temperatura ambiente de 25°C, velocidad del viento de 0,61 m/s. Con una resistividad relativa de la superficie del conductor de 0,5 y expuesto al sol.

TABLA No.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS CONDUCTORES ACSR											
Tipo	Calibre AWG o kcmil	Diámetro mm	Sección mm <sup>2</sup>	Mod. elast. Kg/mm <sup>2</sup>	Coef. Dilat. Térmico x10 <sup>5</sup> 1/°C	Hilos		Peso unit kg/m	Carga Mínima rot. kgf	Capacida d (A)	Resistenc ia a 20°C Ω/km
						Al	Ac				
63	63	11	73,5	8100	1,91	6	1	0,254	2210	266	0,4555
100	100	13,8	117	8100	1,91	6	1	0,403	3470	345	0,2869
125	125	14,9	132	770	1,91	18	1	0,397	2890	427	0,2304

La capacidad: para una temperatura del conductor de 75°C, temperatura ambiente de 25°C, velocidad del viento de 0,61 m/s. Con una resistividad relativa de la superficie del conductor de 0,5 y expuesto al sol.

### 1.1.2. Líneas aéreas urbanas de distribución en BT

- Nivel de Tensión de los Circuitos de BT

Los circuitos secundarios aéreos de BT son trifásicos tetrafilares, con cable cuádruplex de aluminio aislado, y neutro mensajero en ACSR o AAAS. El neutro

es aterrizado en el transformador, cada tercer poste y en el final del circuito. La tensión nominal de las redes secundarias es 208 / 120 V.

- Calibre de los Conductores

Los conductores de los circuitos aéreos secundarios urbanos de BT son de cable cuádruplex de aluminio tipo XLPE 600V, el cual consta de un neutro mensajero y tres cables de fase de aluminio AAC trenzados alrededor del neutro. El neutro mensajero es en ACSR o en aleación de aluminio AAAC y tanto el cable de neutro-mensajero como los cables de fase son aislados en polietileno reticulado XLPE.

Los calibres normalizados son:

3x4/0 AWG - AAC + 1x2/0 AWG - ACSR o AAAC XLPE

3x2/0 AWG - AAC + 1x1/0 AWG - ACSR o AAAC XLPE

3x2 AWG - AAC + 1x4 AWG - ACSR o AAAC XLPE

Los conductores que van del transformador a la red secundaria son en cobre aislado en PVC a 600V 75 °C de calibre 4/0 ó 2/0 AWG dependiendo el número de circuitos de baja tensión y de la capacidad del transformador. Los extremos de los cables en las finalizaciones de circuito, se cubren con tapones, con el fin de protegerlos contra contactos accidentales y entrada de humedad al cable. Para ordenar el cable se colocan bajo una misma cubierta en cinta u otro material aislante, con el fin de reunirlos y que presente mejor estética la red.

- Cajas para Barrajes

En las redes trifásicas de BT las cajas de barraje para conexión de acometidas son trifásicas para cuatro hilos, de una entrada y ocho salidas, a prueba de intemperie, con cerradura y medios adecuados para sujeción al poste. En los postes se instalan cajas de barraje para derivación de acometidas, donde se efectúa la conexión hasta el usuario final. La alimentación de las cajas se realiza mediante conductores de cobre trenzados con chaqueta, en calibres No. 3x2 + 1x4 AWG aislamiento en PVC para las fases para la cubierta.

- Postes

En el sistema de distribución de la ciudad de Bogotá se utilizan actualmente postes de concreto casi en la totalidad de los circuitos y en zonas rurales es preferible la utilización de postes de madera; los postes se encuentran normalizados como se indica en la tabla 3. En la que también se consignan los

tres tipos de posteraía utilizados y sus especificaciones técnicas de instalación en cuanto a la profundidad y diámetro de la excavación. El relleno utilizado para la cimentación es de dos tipos. En terrenos normales se utiliza recebo compactado en capas de 15 cm en la base y alrededor del poste. En terrenos de baja capacidad portante, se utiliza una mezcla de recebo-cemento en proporción 10:1, compactada en capas de 15 cm en la base y alrededor del poste.

Tabla 3. Especificaciones técnicas para cimentación de postes

CIMENTACIÓN DE POSTES						
Tipo de poste	Enterramiento del poste D(m)	Profundidad de la excavación t(m)	Diámetro de excavación $\Phi$ (m)			
Capacidad de rotura del poste (Kg.)			510	750	1050	1350
10 m	1,6	1,7	0,60	-	1,00	-
12 m	1,8	1,9	0,60	0,75	1,00	1,10
14 m	2	2,1	-	0,75	1,00	1,10

En cuanto al mantenimiento que se debe realizar a los postes en concreto, se deben tener en cuenta las siguientes condiciones a revisar: acabado exterior, clasificación (longitud, tipo y carga de rotura) y terreno de instalación.

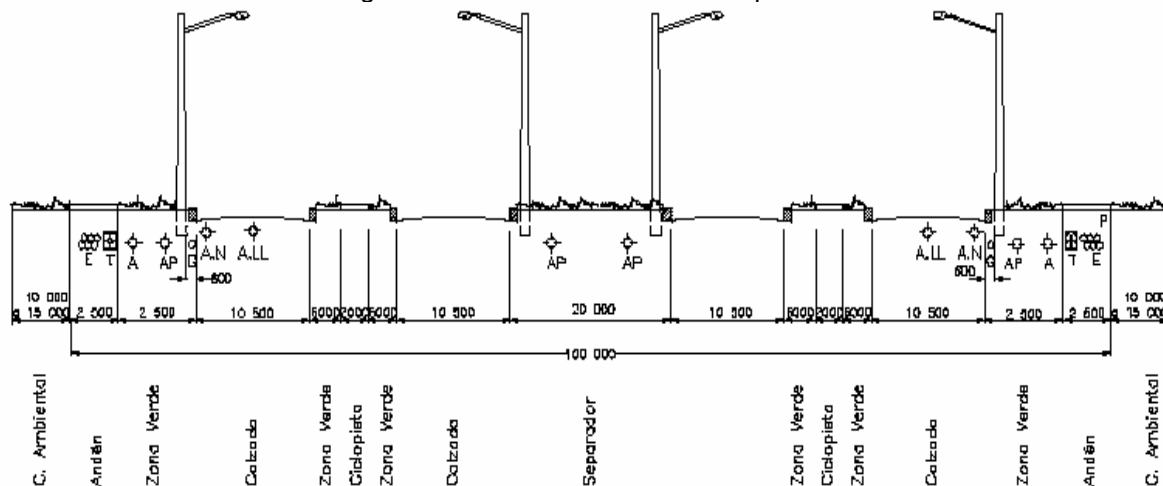
## 1.2. LINEAS SUBTERRÁNEAS URBANAS DE DISTRIBUCIÓN

EL Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) tiene clasificadas las vías como:

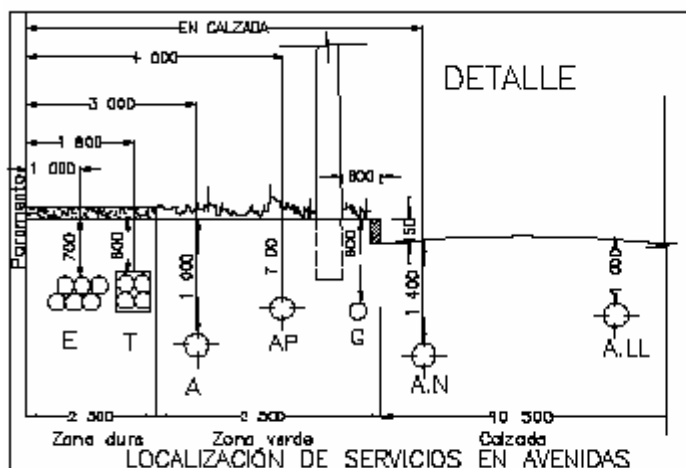
- Vías Arterias:  $V_0$ ;  $V_1$ ;  $V_2$ ;  $V_3$ ;  $V_{3E}$ ;  $V_{3R}$
- Vías locales:  $V_4$ ;  $V_{4A}$ ;  $V_5$ ;  $V_6$ ;  $V_7$ ;  $V_8$ ;  $V_9$ ;  $V_{9E}$

En las vías clasificadas por el DAPD como vías  $V_0$ ,  $V_1$  y  $V_2$  así como en las urbanizaciones de estratos 4, 5, y 6 definidos por el decreto 1192 del 22 de diciembre de 1997, en zonas históricas y en general aquellos sitios donde la conformación de las redes aéreas no estén de acuerdo con las normas establecidas, no se implementa el montaje en postes de transformadores de ninguna capacidad, ni la construcción de redes aéreas; en estos casos se construyen redes subterráneas. Las secciones transversales de las vías  $V_0$ ,  $V_1$  y  $V_2$  se muestran en las figuras 1, 2 y 3.

Figura 1. Sección transversal vía tipo V-0



V-0



**CONVENCIONES**

- E=ENERGIA
- T=TELÉFONOS
- A=ACUEDUCTO
- P=PARAMENTO
- AN=AGUAS NEGRAS
- ALL=AGUAS LLUVIAS
- AP=ALUMBRADO PÚBLICO
- G=GAS

**NOTAS:**

- 1-Dimensiones en m.m.
- 2-La distancia entre el poste y el borde de la calzada será de 600 mm mín.
- 3-De acuerdo al proyecto la altura del poste puede ser 12, 14 ó 18 m

Las secciones transversales de las vías  $V_0$ ,  $V_1$  y  $V_2$  se muestran en las figuras 1, 2 y 3. Los circuitos primarios de 11,4 KV alimentan diferentes centros de transformación en las cuales se adopta el esquema de entrada-salida, implementado con seccionadores de maniobra (swichgear), o seccionadores dúplex en aires o seccionadores en SF6.

Figura 2. Sección transversal vía tipo V-1

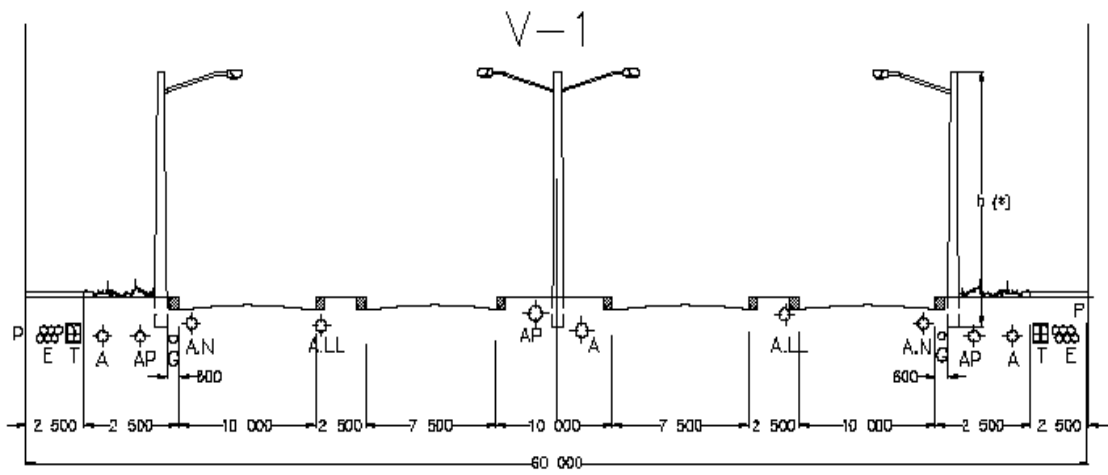
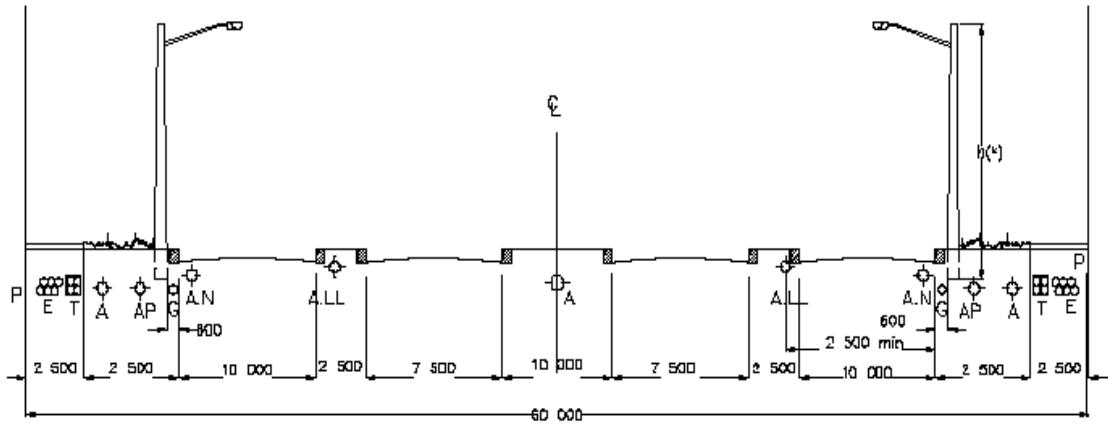


Figura 3. Sección transversal vía tipo V-2

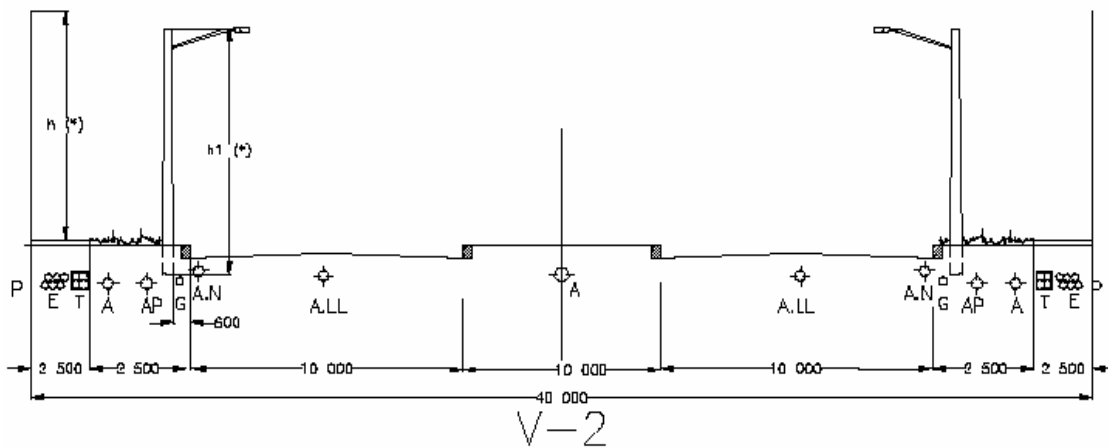
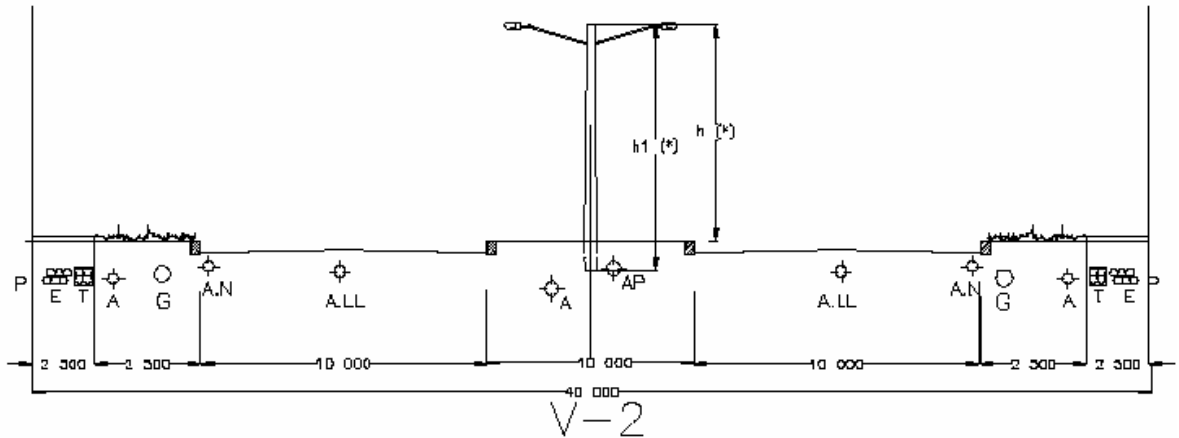


Figura 3. Sección transversal vía tipo V-2 (continuación)



En el área urbana también se utilizan circuitos parcial o totalmente subterráneos de 34,5 KV, para alimentar zonas industriales, las cuales son de configuración radial ó uniendo dos subestaciones, desde las cuales se derivan las acometidas de los diferentes clientes industriales.

Cuando la salida del circuito es subterránea los primeros 500m son en conductor de Cu 300kcmil - (150 mm<sup>2</sup>) y luego se empalma a conductor de Cu 4/0 AWG - (107,2 mm<sup>2</sup>). Cuando el circuito aflora, es decir cuando la alimentación viene de la sección subterranizada a la sección aérea, el conductor aéreo es ACSR 266,6 kcmil - (120 mm<sup>2</sup>).

La distribución subterránea primaria de 11,4 KV es trifásica con conductores monopoles trenzados (cables tríplex) aislados en polietileno reticulado termoestable (XLPE). Algunas instalaciones existentes tienen cables tripolares (cable armado o encauchado) con aislamiento en papel impregnado en aceite (APIA) o con aislamiento seco elastomérico.

### 1.2.1. Capacidades de los transformadores normalizados por CODENSA

Para el sistema de 34,5 KV a 440 V / 254 V las potencias normalizadas por CODENSA para los transformadores trifásicos son:  
225 KVA, 300 KVA, 400 KVA, 500KVA, 630 KVA, 800 KVA, 1000 KVA, y 1250 KVA.

Para el sistema de 34,5 KV a 11,4 KV ó 13,2 KV las potencias normalizadas por CODENSA para los transformadores trifásicos son:

500 KVA, 630 KVA, 750 KVA, 800 KVA, 1000 KVA, 1250 KVA, 1600 KVA, 2000 KVA y 2500 KVA.

Para el sistema de 11,4 KV a 208 V / 120 V las potencias normalizadas por CODENSA para los transformadores trifásicos son:

15 KVA, 30 KVA, 45 KVA, 75 KVA, 112,5 KVA, 150 KVA, 225 KVA, 300 KVA, 400 KVA, 500 KVA, 630 KVA, 750 KVA, 800 KVA y 1000 KVA.

Los transformadores de baño de aceite únicamente se montan en primer piso o cualquier sótano debajo del nivel de acceso. Los transformadores tipo seco se montan a cualquier nivel.

La protección contra sobretensiones en la red subterránea se efectúa con descargadores de sobretensión tipo resistencia no lineal ubicados en los puntos donde esté abierto el circuito, al final del circuito y en el poste se hace la transición de circuito aéreo a subterráneo.

Los circuitos secundarios se protegen con interruptores automáticos de potencia ubicados en los centros de transformación o centros de distribución en el tablero general de acometidas.

Las canalizaciones utilizadas para el tendido de cables de circuitos de distribución subterránea son ductos de acero galvanizado o ductos de PVC corrugados con los accesorios respectivos. Los ductos de acero galvanizado se utilizan en los cambios de redes primarias y secundarias subterráneas a aéreas o viceversa o donde existan condiciones especiales que lo requieran como cruce de vías férreas y ducterías colgantes de puentes.

La ductería de PVC se utiliza para canalizar redes primarias, secundarias, alumbrado público y acometidas. Cuando se efectúa cambio de tipo de ducto se construye una caja de inspección para hacer la transición. El diámetro de los ductos utilizados es: 6 pulgadas para redes de 34,5 KV, 4 pulgadas para redes de media y baja tensión, 3 pulgadas (mínimo) en Alumbrado Publico y para acometidas de baja tensión. El color de la ductería eléctrica PVC debe ser verde, de acuerdo con la resolución 224 de 2000 de la Superintendencia de Industria y Comercio. Se instalan un ducto por poste de Media Tensión y 34,5 y hasta tres ductos por poste en Baja Tensión.

Para evitar riesgos eléctricos por concurrencia de uno o más circuitos de Baja Tensión o Media Tensión en diferentes fuentes y eliminar retornos o energizaciones por plantas de emergencia, se instala en un poste solo una bajante

de circuito de Media Tensión y no se permite compartir dos o más circuitos diferentes en Baja Tensión en un poste.

### 1.2.2. Conductores aislados para distribución subterránea de MT

En el sistema de distribución primario subterráneo se utilizan cables triplex con conductor de cobre aislados (100% nivel de aislamiento) con polietileno reticulado termoestable (XLPE), para tensiones de 15 y 35 KV.

El polietileno reticulado (XLPE), es un material muy resistente al calor y es además termoestable, es decir es un material que no se derrite con el calor, sino que se carboniza a temperaturas superiores a los 300°C, cuando es sometido a estas temperaturas por un tiempo muy prolongado. La tendencia al agrietamiento desaparece y el material adquiere una muy buena resistencia al envejecimiento en el aire caliente lo cual permite óptimos valores de funcionamiento con margen de seguridad muy amplio.

Con aislamiento XLPE se permiten temperaturas de servicio a carga continua de 90°C en el conductor; en casos de emergencia se permiten temperaturas hasta de 130°C; y para casos de corto circuito se permiten hasta 250 °C. Los cables más utilizados son los que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Calibres de conductores en redes subterráneas urbanas de distribución en MT

Tensión Nominal (KV)	Calibre Utilizado (Cu)		
	Según ICEA		Según IEC
	mm <sup>2</sup>	AWG	mm <sup>2</sup>
15	152	300	150
15	107,2	4/0	120
15	67,49	2/0	70
15	33,63	2	35
35	152	300	150
35	107,2	4/0	120
35	67,49	2/0	70

### 1.2.3. Conductores aislados para distribución subterránea de BT

Para distribución subterránea se utiliza cable triplex en conductor de cobre aislado 600V con polietileno reticulado termoestable (XLPE) y recubierto el aislamiento con una chaqueta exterior protectora de policloruro de vinilo (PVC). Los calibres de los conductores de cobre usados se muestran en la tabla 5.

Luego de tener una idea más clara de la conformación del sistema de distribución de energía eléctrica en el área urbana de Bogotá, en cuanto a niveles de tensión, las capacidades normalizadas para los transformadores, a equipos y elementos

Tabla 5. Calibres de conductores en redes subterráneas urbanas de distribución en BT

Tensión Nominal (KV)	Calibre Utilizado (Cu)		
	Según ICEA		Según IEC
	mm <sup>2</sup>	AWG	mm <sup>2</sup>
0,6	253,0	500	240
0,6	152,0	300	150
0,6	127,0	250	
0,6	107,2	4/0	120
0,6	67,43	2/0	70
0,6	53,49	1/0	50
0,6	33,62	2	35
0,6	21,15	4	25
0,6	13,3	6	16

utilizados para las redes aéreas y subterráneas en MT y BT, es necesario conocer la infraestructura actual por zonas geográficas de estas redes eléctricas; esto para después entrar a identificar los aspectos más importantes de los daños más típicos de cada una de ellas. Pero antes es preciso definir estas zonas geográficas y las divisiones por medio de la cual se atienden organizadamente las operaciones de construcción, adecuación y mantenimiento correctivo y preventivo de las redes.

## **2. ACTIVIDADES EN REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN**

Es necesario mencionar las divisiones a través de las cuales CENERCOL S.A. ejecuta las actividades del contrato de obras y mantenimiento de redes de distribución para el área urbana. Las operaciones de CENERCOL S.A. en cuanto redes de distribución abarcan el mantenimiento preventivo y correctivo, la adecuación y la construcción de redes y la instalación y mantenimiento de alumbrado público. En el período del estudio se están ejecutando las operaciones de acuerdo a básicamente las siguientes divisiones:

### **2.1. EJECUCIÓN DE REDES SIO (INGENIERÍA Y OBRAS)**

Estas corresponden a la instalación de redes eléctricas aéreas y subterráneas de distribución, los centros de distribución y todas las estructuras necesarias para la construcción de redes para obras civiles nuevas, es decir, para urbanizaciones y conjuntos residenciales que están en proceso de construcción y que requieren por lo tanto de las instalaciones de las redes de baja y media tensión de acuerdo a los diseños de la compañía constructora y a las normas establecidas; por esta razón el avance en los trabajos ejecutados en redes eléctricas para este caso está en coordinación con el avance de la obra civil. También podemos incluir en esta división los trabajos especiales como la remodelación de subestaciones.

### **2.2. EJECUCIÓN DE REDES DDU (REDES DE DISTRIBUCIÓN URBANA)**

Son las actividades referentes a mantenimientos programados y adecuación de las redes eléctricas de distribución que ya están operando, por lo que son los trabajos que más requieren de la ejecución de maniobras en baja y media tensión. Esto incluye la instalación y cambio de transformadores en estructura en H o en poste sencillo, redes aéreas, redes subterráneas, cajas de maniobras, cambios de postes con redes MT y BT, subterranización de redes aéreas, etc.

Todos estos trabajos realizados son registrados y esquematizados en planillas de trabajo adjuntas con su respectivos formatos de consignación en caso de requerir maniobras. En cuanto a estos últimos, podemos mencionar que en las planilla de trabajos ejecutados se registran: la zona (norte, centro, sur) donde se realizan los trabajos, la dirección, el tipo de red (MT, BT, aérea, subterránea), las cantidades materiales instalados y retirados con su código y descripción: calibres; estado: nuevo, reutilizable o chatarra; los datos referentes al transformador: capacidad en KVA; marca (SIEMENS, ABB, MAGNETRON, TPL, WESTINGHOUSE, AEG, ANDINA, OKAYA, GENERAL ELECTRIC, HICO, WESTONS o MITSUBISHI);

niveles de tensión; tipo de instalación: H, poste, pedestal, sótano, capsulado o local; tipo de protección: pararrayo, cortacircuito, completa o ninguna; el número de serial y la carga instalada entre otros. También se registran las cantidades de las actividades realizadas de acuerdo a la cartilla "BAREMO". Al igual que toda esta información también se registran, para el caso de mantenimiento correctivo, los parámetros referentes a las fallas: equipos, tipos de fallas, circuitos fallados, diagramas, etc., que son los datos a los que se hará referencia para la tipificación de los daños, previa revisión y clasificación.

### **2.3. ATENCIÓN INMEDIATA DE DAÑOS**

La función primordial de esta división es despejar las fallas en los circuitos mediante maniobras en el sistema ubicando y aislando estos daños en el menor tiempo posible y con el menor número de interrupciones. Estas actividades son atendidas las 24 horas para lo cual se asigna personal operativo disponible para cualquier falla que requiera atención inmediata por la magnitud de la interrupción del servicio o por la importancia económica de los sectores afectados de acuerdo a como lo requiera el cliente en las diferentes zonas del área urbana de Bogotá. Esta área está muy ligada a la ejecución de redes en DDU. Todas estas actividades cuentan con el apoyo de las cuadrillas de operación en Línea Viva (LV), necesarias cuando se requieren realizar maniobras en redes energizadas para mantener el suministro de energía continuo y confiable. Como parte de estos procedimientos se programa diariamente un determinado personal operativo y técnico para que permanezca disponible durante las 24 horas del día para cualquier eventualidad que se presente. Igualmente se ha implementado una reserva de los materiales más frecuentemente demandados en la atención de los daños y que son imprescindibles para poder realizar a cabalidad los trabajos. En CENERCOL S.A estas reservas son denominadas "*STOCK DE DAÑOS*".

### **2.4. ALUMBRADO PÚBLICO**

Esta división se encarga de todo lo relacionado con la instalación de las luminarias y las diferentes estructuras implicadas en su montaje, además de hacer el mantenimiento correctivo o preventivo y las revisiones nocturnas de todo el alumbrado público del área urbana de Bogotá.

### **3. INFRAESTRUCTURA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA URBANA DE BOGOTÁ**

Para la optimización de los recursos operativos, para la mejor organización de el recurso humano, los vehículos y el despacho de materiales, y para una ejecución eficiente de los trabajos, actualmente se han diferenciado tres zonas geográficas en el área urbana: norte, sur y centro, que se describen brevemente en la primera parte y que en la segunda se especifican detalles en cuanto a su infraestructura de redes eléctricas.

#### **3.1. ZONAS GEOGRÁFICAS DEL ÁREA URBANA DE BOGOTÁ**

Antes de especificar la distribución de estas zonas, vale la pena mencionar que la nomenclatura en Bogotá esta definida de tal forma que existe una calle 0 (cero), que no es precisamente el centro de la ciudad, a partir de la cual se enumeran ascendentemente las calles hacia el norte nombradas simplemente calle 1ª, calle 2ª, etc.; y también se enumeran ascendentemente hacia el sur nombradas calle 1ª sur, calle 2ª sur, etc.

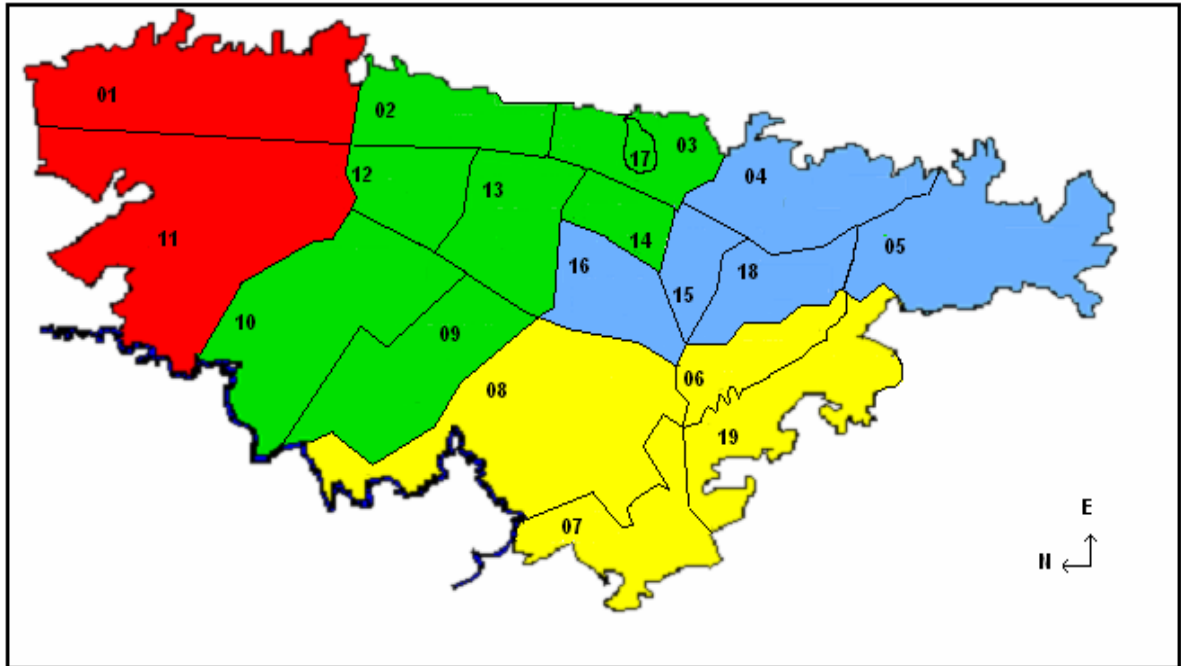
##### **3.1.1. La zona norte (UN)**

De acuerdo con lo anterior se ha delimitado la zona norte a la región comprendida desde la calle 80 norte hacia el norte hasta las periferias del área urbana. Es una zona moderna, llena de comercio y conjuntos residenciales; es el sitio donde actualmente se ha concentrado toda la actividad financiera, cultural y recreacional. Comprende las alcaldías: Usaquen y Suba. Las zonas se muestran en la figura 4.

##### **3.1.2. La zona centro (UC)**

Esta rodeada de oficinas del gobierno, museos, iglesias y otros edificios históricos. El centro es también de gran interés para la cultura y el arte. Esta zona geográficamente esta comprendida entre las calles 6ª y la 80. Comprende las alcaldías: Chapinero, Santa Fe, Fontibón, Engativa, Barrios Unidos, Teusaquillo, Los Mártires y La Candelaria.

Figura 4. Zonas del área urbana de Bogotá



- ZONA SUR OCCIDENTE
- ZONA CENTRO
- ZONA SUR ORIENTE
- ZONA NORTE

01 USAQUEN	05 USME	09 FONTIBON	13 TEUSAQUILLO	17 LA CANDELARIA
02 CHAPINERO	06 TUNJUELITO	10 ENGATIVA	14 LOS MARTIRES	18 RAFAEL URIBE
03 SANTA FE	07 BOSA	11 SUBA	15 ANTONIO NARIÑO	19 IUDAD BOLIVAR
04 SAN CRISTÓBAL	08 KENNEDY	12 BARRIOS UNIDOS	16 PUENTE ARANDA	

### 3.1.3. La zona sur (US)

La zona sur corresponde a los estratos más bajos y presenta al igual que la zona centro las redes y las subestaciones más antiguas. Esta zona comprende la región que va desde la calle 6ª hacia el sur, hasta lo correspondiente a la periferia sur del área urbana. Corresponde San Cristóbal, Usme, Tunjuelito, Bosa, Kennedy, antonio Nariño, Puente Aranda, Rafael Uribe y Ciudad Bolívar. Sur y consta de residencias, industrias y comercio. Es la zona mas grande de las tres zonas.

### 3.2 INFRAESTRUCTURA DE REDES POR ZONAS

En cuanto a redes de MT la zona sur presenta la mayor cantidad de redes aéreas (1,702.73 Km) y la menor cantidad de redes subterráneas (462.62 Km).

La zona sur corresponde a los estratos más bajos y presenta al igual que la zona centro las redes y las subestaciones más antiguas. La mayor parte del sector comercial se concentra en estas dos zonas.

La zona centro presenta la mayor cantidad de redes subterráneas en MT (920.10 Km) y un total de 640.98 Km de redes aéreas de MT.

La zona norte presenta gran cantidad de urbanizaciones y posee las redes y subestaciones más nuevas.

En cuanto a redes de MT se tienen 822.46 Km de redes aéreas y 815.85 Km de redes subterráneas. Todo esto se resume en la tabla 6.

Cabe anotar que estos son datos válidos de mediados del año 2003 y suministrados por CODENSA.

Tabla 6. Infraestructura por zona. Redes MT

Zona	Cantidad circuitos	MVA Instalado	Longitud MT (Km)			Número Transf.	Número Clientes
			Aéreo	Subt.	Total		
UC	225	2,125.52	640.98	920.10	1,561.08	10,287	414,242
UN	150	1,806.52	822.46	815.85	1,638.30	11,907	465,101
US	223	1,691.97	1,702.73	462.62	2,165.34	12,663	804,463
<b>Urbana</b>	<b>598</b>	<b>5,624.02</b>	<b>3,166.16</b>	<b>2,198.56</b>	<b>5,364.72</b>	<b>34,857</b>	<b>1,683.806</b>
RC	31	83.39	2,415.40	0.35	2,415.75	3,285	28,846
RN	56	163.75	3,078.23	6.04	3,084.27	5,187	56,608
RO	64	119.96	2,540.59	4.42	2,545.01	4,114,	48,894
RS	103	723.98	3,690.24	81.39	3,771.63	9,769	136,367
<b>Rural</b>	<b>254</b>	<b>1,091.08</b>	<b>11,724.47</b>	<b>92.19</b>	<b>11,816.66</b>	<b>22,355</b>	<b>270,715</b>
<b>Total</b>	<b>852</b>	<b>6,715.09</b>	<b>14,890.63</b>	<b>2,290.75</b>	<b>17,181.38</b>	<b>57,212</b>	<b>1,954,521</b>

Tabla 7. Infraestructura por nivel de tensión

Nivel de Tensión (KV)	Cantidad Circuitos	MVA Instalado	Longitud MT (Km)			Número Transf	Numero Clientes
			Aéreo	Subt.	Total		
11.4	668	5,899.35	6,298.83	2,228.0 2	8,526.85	44,382	1,807,609
13.2	119	369.30	7,265.75	7.74	7,273.49	12,625	146,365
34.5	65	446.45	1,326.06	54.99	1,381.05	205	547
<b>Total</b>	<b>852</b>	<b>6,715.09</b>	<b>14,890.6 3</b>	<b>2,290.7 5</b>	<b>17,181.3 8</b>	<b>57,212</b>	<b>1,954,521</b>

En la tabla 7 se hace un resumen de la infraestructura clasificada por nivel de tensión. También se han clasificado los circuitos y los transformadores en diferente grupos de acuerdo al número de habitantes así:

Tabla 8. Grupos

Grupo	Número Habitantes (H)
1	$H \geq 100.000$ , en cabecera municipal
2	$50.000 \leq H < 100.000$ , en cabecera municipal
3	$H < 50.000$ , en cabecera municipal
4	Área rural

De esta forma se han clasificado los circuitos según la ubicación de la S/E que les da servicio y se clasifica los transformadores conforme a su propia ubicación.

Luego de acuerdo a estos grupos se ha separado la infraestructura de redes MT de el área urbana de Bogotá en la tabla 9.

En la tabla 9 se incluye la información de las 53 subestaciones MT/ MT existentes, las cuales se encuentran en la zona rural.

Tabla 9. Infraestructura por grupo

Circuitos		Transformadores de Distribución MT				
Grupo	Cantidad Circuitos	Grupo	Cantidad	MVA Instalado	Número Transf.	Número Clientes
1	592	1	589	5,498.37	33,771	1,676,819
2	12	2	13	42.24	461	20,0066
3	83	3	115	213.08	2,138	86,666
4	165	4	292	961.41	20,842	170,970
<b>Total</b>	<b>852</b>	<b>Total</b>	<b>1009</b>	<b>6,715.09</b>	<b>57,212</b>	<b>1,954,521</b>

Tabla 10. Subestaciones de distribución MT / MT (34,5 KV / 13,2 o 11,4 KV)

S/E MT / MT	Cantidad Circuitos	MVA Instalados	Total Circuitos	Numero Transformadores
Total	53	266.5	158	78

Tabla 11. Redes de Baja Tensión

Zona Operación	Longitud BT (Km)		
	Aéreo	Subt.	Total
UC	994	280	1,274.1
UN	1,022	158	1,179.4
US	3,109	78	3,097.0
<b>Urbana</b>	<b>5,035</b>	<b>515</b>	<b>5,550.4</b>
RC	4,144	0	4,144.1
RN	4,959	1	4,959.5
RO	4,378	0	4,378.0
RS	2,649	4	2,653.4
<b>Rural</b>	<b>16,13</b>	<b>5</b>	<b>16,135.0</b>
<b>Total</b>	<b>21,165</b>	<b>520</b>	<b>21,685.5</b>

En cuanto a redes de BT la zona sur es la que presenta la mayor parte de las redes aéreas y la menor proporción de redes subterráneas. La zona centro presenta la mayor parte de las redes subterráneas. Esto se puede observar en la tabla 11.

## 4. IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE ESTUDIO DE DAÑOS

Para efectos de esta monografía se han identificado los tipos de fallas y los equipos que más fallan en las redes eléctricas de Bogotá de acuerdo a la conformación del sistema eléctrico y de acuerdo a las diferentes etapas del transporte de la energía eléctrica. Mas adelante se verificará cuales de estos parámetros son más influyentes en cada zona geográfica urbana, lo que será útil para encontrar las clases de fallas más frecuentes. A partir de esto se dejará un precedente a partir del cual se puedan sugerir adecuaciones y actividades de mantenimiento preventivo. También determinar los materiales más demandados en la atención de daños para complementar o modificar el STOCK DE DAÑOS.

### 4.1. TIPOS DE FALLAS

A continuación se presentan los tipos de fallas definidos y clasificados de acuerdo a la etapa del sistema de transporte de energía donde se generan.

#### 4.1.1. Generación

Tabla 12. Fallas a Nivel de Generación

COD	DESCRIPCION
1101	Otras causas / sistema externo
1102	Baja frecuencia
1103	Baja Tensión
1104	Racionamiento
1105	Error de operación

#### 4.1.2. Baja Tensión (BT)

Tabla 13. Fallas en BT

COD	DESCRIPCION
5F01	falla red aérea BT
5F02	falla red subterránea BT
5F04	falla interruptor BT

Tabla 13. Fallas en BT (continuación)

<b>5F06</b>	falla bajantes transformador
<b>5F17</b>	interferencia particulares (accidental)
<b>5F18</b>	vandalismo
<b>5P01</b>	mantenimiento red aérea BT
<b>5P02</b>	mantenimiento red subterránea BT
<b>5P04</b>	mantenimiento interruptor BT
<b>5P06</b>	cambio bajantes transformador
<b>5P21</b>	ampliación y/o remodelación red BT
<b>5P22</b>	conexión cargas nuevas BT

#### 4.1.3. Media Tensión (MT)

Tabla 14. Fallas en MT

<b>COD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>4F01</b>	falla red aérea
<b>4F02</b>	falla red subterránea
<b>4F03</b>	falla transformador de distribución
<b>4F04</b>	falla equipo de maniobra (seccionador / reconectador)
<b>4F05</b>	falla protecciones (trafo / red)
<b>4F06</b>	falla otros equipos (condensadores / reguladores)
<b>4F07</b>	subestación inundada
<b>4F08</b>	ramas / objetos sobre la red
<b>4F10</b>	suplencia por falla
<b>4F11</b>	falla transitoria circuito
<b>4F12</b>	falla con reenganche automático circuito
<b>4F13</b>	condiciones atmosféricas adversas
<b>4F14</b>	se reviso circuito y no se encontró daño
<b>4F15</b>	corrección secuencia de fases
<b>4F16</b>	disparo accidental (personal Codensa)
<b>4F17</b>	interferencia particulares (accidental)
<b>4F18</b>	Vandalismo
<b>4F19</b>	seguridad por trabajos debidos a falla
<b>4F24</b>	falla alimentación en 34,5 KV
<b>4O01</b>	error de operación
<b>4O02</b>	circuito identificado incorrectamente
<b>4O03</b>	transferencia de carga circuitos
<b>4O04</b>	sobrecarga circuito
<b>4O06</b>	problemas orden publico
<b>4P01</b>	mantenimiento red aérea

Tabla 14. Fallas en MT (continuación)

<b>4P02</b>	mantenimiento red subterránea
<b>4P03</b>	mantenimiento transformador de distribución
<b>4P04</b>	mantenimiento equipo de maniobra (seccionador/reconectador)
<b>4P05</b>	mantenimiento protecciones (trafo / red)
<b>4P06</b>	mantenimiento otros equipos (condensadores / reguladores)
<b>4P07</b>	mantenimiento centro de distribución (subestación)
<b>4P08</b>	poda árboles
<b>4P10</b>	Suplencia por trabajos programados
<b>4P15</b>	trabajos en línea viva
<b>4P17</b>	solicitud de usuarios
<b>4P19</b>	seguridad por trabajos programados
<b>4P20</b>	seguridad ciudadana
<b>4P21</b>	ampliación y/o remodelación red
<b>4P22</b>	conexión cargas nuevas (preliminares)
<b>4P23</b>	instalación o retiro equipo de medida
<b>4P24</b>	trabajos programados alimentación en 34,5 KV

#### 4.1.4. Líneas de Transmisión

Tabla 15. Fallas a Nivel de Líneas de Transmisión

<b>COD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>2F01</b>	falla línea
<b>2F04</b>	falla interruptor línea
<b>2F05</b>	falla control y/o protecciones línea
<b>2F06</b>	falla otros equipos
<b>2F08</b>	ramas / objetos sobre la línea
<b>2F09</b>	falla coordinación protecciones línea
<b>2F11</b>	falla transitoria línea
<b>F12</b>	falla con reenganche automático línea
<b>2F13</b>	condiciones atmosféricas adversas
<b>2F14</b>	se reviso línea y no se encontró daño
<b>2F16</b>	disparo accidental (personal Codensa)
<b>2F17</b>	interferencia particulares (accidental)
<b>2F18</b>	vandalismo
<b>2F19</b>	Seguridad por trabajos debidos a falla
<b>2O01</b>	error de operación
<b>2O04</b>	sobrecarga de línea
<b>2O06</b>	problemas orden publico
<b>2P01</b>	mantenimiento línea

Tabla 15. Fallas a Nivel de Líneas de Transmisión (continuación)

<b>2P04</b>	mantenimiento interruptor / línea
<b>2P05</b>	mantenimiento control y/o protecciones línea
<b>2P15</b>	mantenimiento línea viva
<b>2P17</b>	solicitud de usuarios
<b>2P19</b>	seguridad por trabajos programados
<b>2P20</b>	seguridad ciudadana
<b>2P21</b>	ampliación y/o remodelación línea
<b>2P22</b>	conexión cargas nuevas

Algunos de los parámetros presentados llevan implícitas las causas que provocan los daños. Estos son identificados por los supervisores que hacen la inspección de las redes en visitas, previo aviso de los usuarios o del cliente principal CODENSA. En cuanto a líneas de transmisión podemos decir que la mayor parte de las eventualidades atendidas correspondieron a redes de MT y redes de BT y no se esta trabajando en líneas de alta tensión.

#### 4.1.5. Subestaciones

Las fallas en subestaciones se han clasificado teniendo en cuenta todos los elementos que la componen y los que más significativamente se ven afectados por fallas. Empezando por el transformador, los interruptores y las protecciones, las fallas se presentan debido a errores de operación, o animales que logran entrar en las celdas, sobrecargas, inundación de las cámaras de subestaciones en el caso de redes subterráneas aunque se utilizan equipos sumergibles. En la tabla 16 se presentan las fallas que más se presentan a este nivel.

Tabla 16. Fallas a Nivel de Subestaciones

<b>COD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>3F01</b>	falla cable de potencia
<b>3F03</b>	falla transformador de potencia
<b>3F04</b>	falla interruptor y/o celda (trafo / circuito)
<b>3F05</b>	falla control y/o protecciones (trafo / circuito)
<b>3F06</b>	falla equipo de patio
<b>3F08</b>	falla por objeto extraño (animales)
<b>3F09</b>	falla coordinación protecciones (trafo / circuito)
<b>3F10</b>	suplencia por falla

Tabla 16. Fallas a Nivel de Subestaciones (continuación)

<b>3F13</b>	condiciones atmosféricas adversas
<b>3F16</b>	disparo accidental (personal Codensa)
<b>3F18</b>	vandalismo
<b>3F19</b>	seguridad por trabajos debidos a falla
<b>3O01</b>	error de operación
<b>3O03</b>	redistribución carga transformador de potencia
<b>3O04</b>	sobrecarga transformador de potencia
<b>3O06</b>	problemas orden publico
<b>3P01</b>	mantenimiento cable de potencia / barraje
<b>3P03</b>	mantenimiento transformador de potencia
<b>3P04</b>	mantenimiento interruptor y/o celda (trafo / circuito)
<b>3P05</b>	mantenimiento control y/o protecciones (trafo / circuito)
<b>3P06</b>	mantenimiento equipo de patio
<b>3P07</b>	mantenimiento general subestación
<b>3P10</b>	suplencia programada
<b>3P19</b>	seguridad por trabajos programados
<b>3P21</b>	ampliación y/o remodelación subestación
<b>3P23</b>	instalación o retiro equipo de medida

## 4.2. Equipos Fallados

También se han identificado los siguientes equipos o materiales que más comúnmente fallan (tabla 17) y que en el capítulo 5 serán verificados para cada zona. Los equipos se han codificado al igual que los tipos de fallas para facilitar el registro de los datos y para el manejo versátil de la información en la base SISD donde se registran todos los trabajos realizados en redes eléctricas DDU y SIO de acuerdo a las planillas ejecución de cuadrilleros e ingenieros residentes de obras.

Tabla 17. Equipos Fallados

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE</b>
<b>ACO</b>	Acometida
<b>AIS1</b>	aislador BT
<b>AIS2</b>	aislador MT
<b>AIST</b>	aislador trafo

Tabla 17. Equipos Fallados (continuación)

<b>AMR</b>	amarre de aislador
<b>ANI</b>	anillo BT
<b>BAR</b>	barraje BT
<b>BMT</b>	bajantes MT trafo
<b>BOM</b>	Bombilla
<b>BOR</b>	borne terminal
<b>BSE</b>	barraje S/E
<b>C40</b>	cuchillas 400 a
<b>C60</b>	cuchillas 600 a
<b>CAF</b>	conductor antifraude
<b>CAN</b>	Cañuela
<b>CAP</b>	circuito o red ap
<b>CDA</b>	Conductor / cable aéreo
<b>CDS</b>	Conductor / cable subterráneo
<b>CMR</b>	Cámara
<b>CMUL</b>	control multiple
<b>CO2</b>	codo de 200 a 15 KV
<b>CO6</b>	codo de 600 a 15 KV
<b>CON</b>	condensador reactivos
<b>CONT</b>	Contador
<b>CPT</b>	caja conexiones pimt
<b>CRU</b>	Cruceta
<b>CTC</b>	conector tipo cuña
<b>DUC</b>	Ductos
<b>EAP</b>	empalme AP
<b>EMP</b>	empalme cable aislado (15 KV)
<b>EMP1</b>	empalme cable aislado (34.5 KV)
<b>EST</b>	Estribo
<b>ETV</b>	equipo TV cable
<b>FAP</b>	Fusible ap
<b>FOT</b>	Fotocontrol
<b>FUS</b>	Fusible
<b>GRA</b>	Grapa
<b>GRM</b>	grupo medida
<b>GRT</b>	grapa red trenzada
<b>HER</b>	Herraje
<b>IBT</b>	interruptor BT

Tabla 17. Equipos Fallados (continuación)

<b>IFL</b>	indicador de falla
<b>IMT</b>	interruptor MT
<b>INT</b>	interruptor de cabecera
<b>LIT</b>	puesta a tierra
<b>LUM</b>	Luminaria
<b>MUF</b>	Mufa
<b>PAR</b>	Pararrayo
<b>PAS</b>	Pase
<b>PCT</b>	poste concreto
<b>PMR</b>	poste madera
<b>PMT</b>	poste metálico
<b>RCR</b>	Recloser
<b>REC</b>	Reconectador
<b>REG</b>	Regulador
<b>REL</b>	Relés
<b>S10</b>	seccionador 100 A
<b>S63</b>	caja de maniobras 630 A
<b>SBT</b>	salidas BT trafo
<b>SPD</b>	subestación pedestal
<b>TNL</b>	terminal interior
<b>TNL1</b>	terminal exterior
<b>TRF</b>	transformador
<b>SIN</b>	equipo sin falla

## 5. COMPARACIÓN DE LOS DAÑOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN EN LAS ZONAS URBANAS

### 5.1 DAÑOS POR ZONAS

Figura 5. Porcentaje de Daños por Zonas

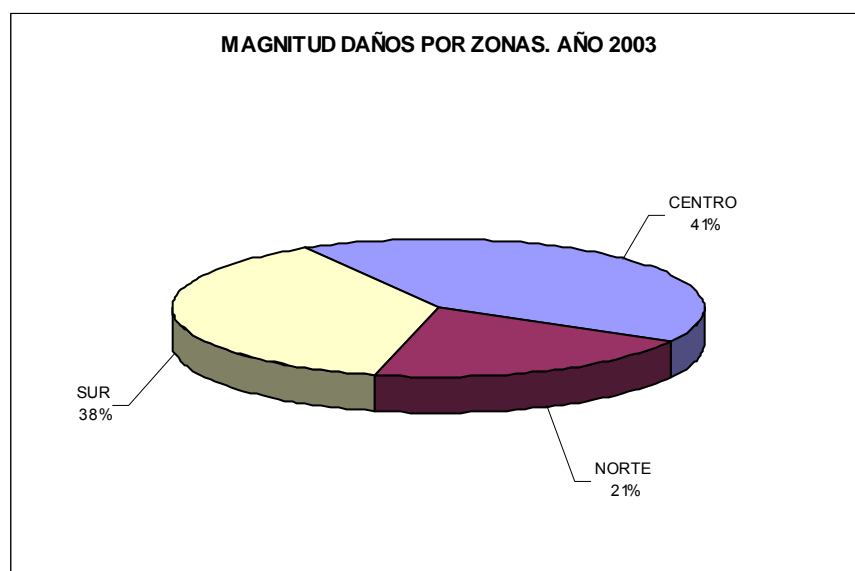
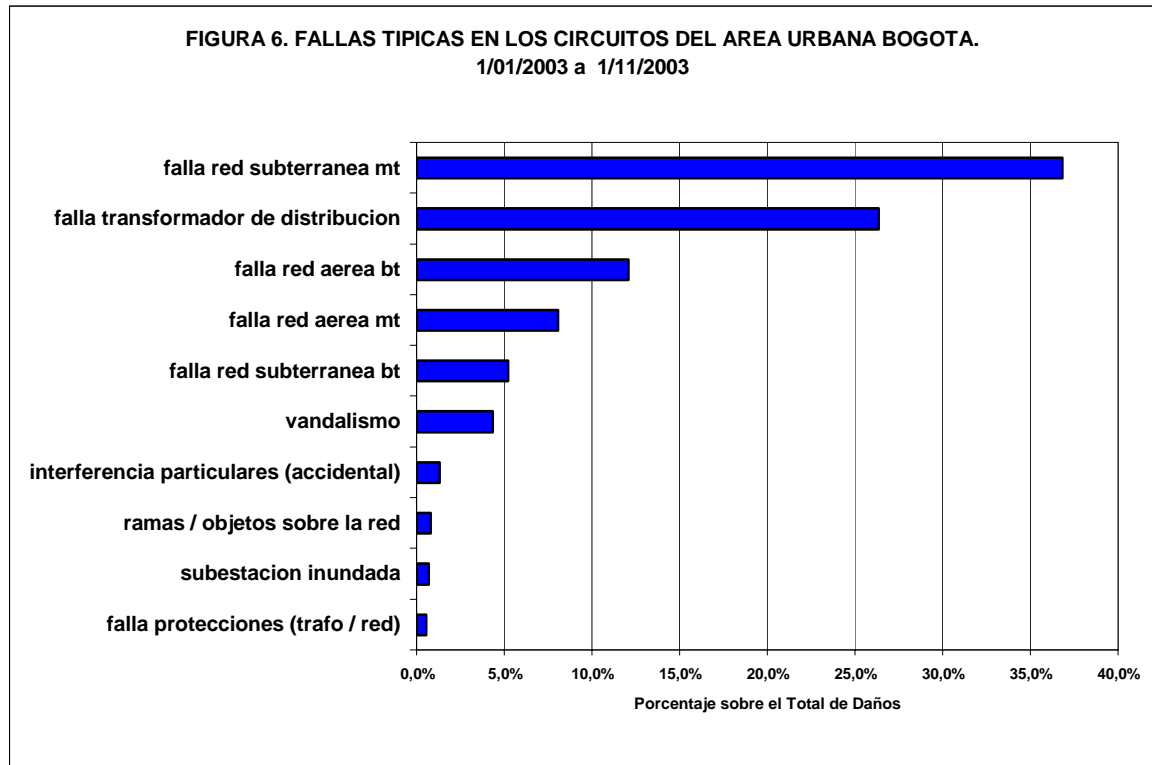


Tabla 18. Daños por Zonas

ZONA	Total
CENTRO	558
NORTE	283
SUR	511
<b>Total general</b>	<b>1352</b>

En la figura 5 se muestra la fracción de daños ocurridos en las zonas urbanas durante el período comprendido entre el 1 de enero y el 1 de noviembre de 2003, donde se observa que la mayor frecuencia de daños se presentó en las zonas centro y sur. La cantidad de daños ocurridos por zonas se relaciona en la tabla 18.

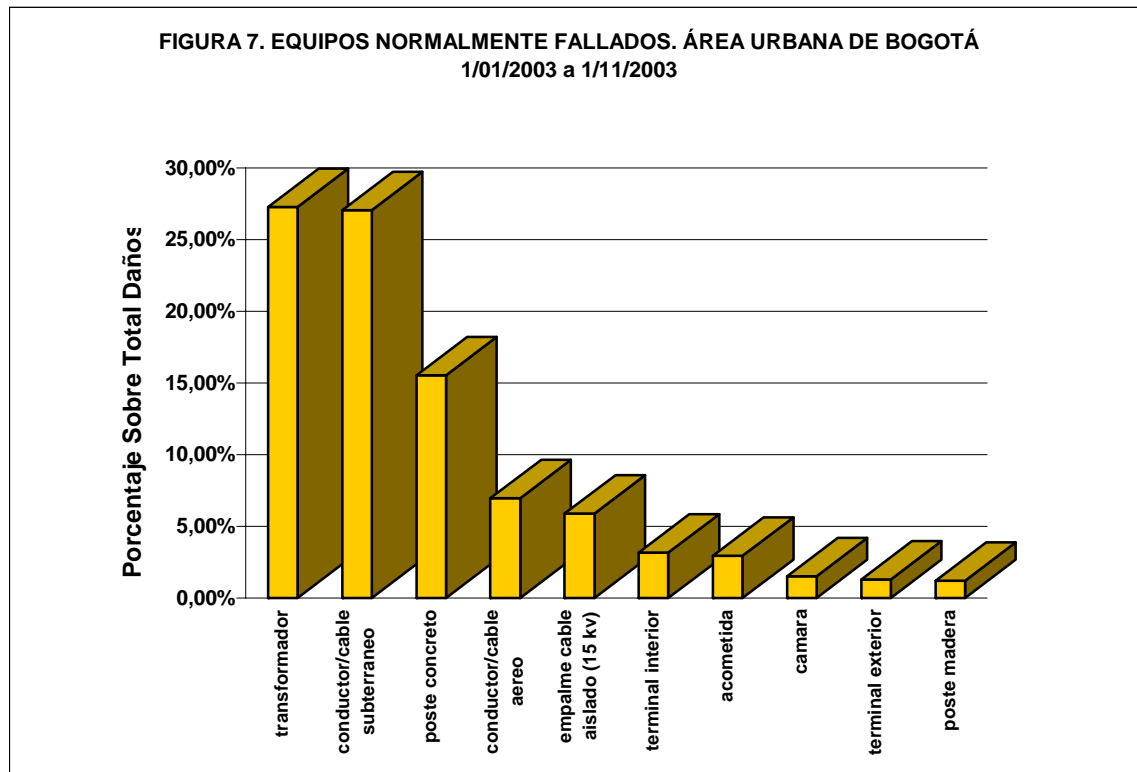
## 5.2 FALLAS TÍPICAS EN EL ÁREA URBANA



Se observa que a lo largo del año 2003 las fallas más frecuentes se presentaron en las redes subterráneas de MT, siendo que en la ciudad las redes aéreas constituyen el 75% de las redes eléctricas de distribución en el área urbana, lo que se puede calcular de las tablas 6 y 11. Esto sugiere que es necesario revisar las protecciones y los cuidados para las redes subterráneas de MT, para esto será necesario un monitoreo de las causas principales de estos daños, en lo cual no profundizaremos en este documento.

En orden descendente se tiene que los daños de transformadores de distribución también han sido frecuentes en la ciudad al igual que las fallas en redes aéreas de MT, lo que deja ver que los daños se están presentando más frecuentemente en MT.

### 5.3 EQUIPOS COMUNMENTE FALLADOS EN EL AREA URBANA



Los equipos más fallados en el área urbana de Bogotá para el período de estudio ya mencionado se presentan en la tabla 19.

Tabla 19. Equipos mas fallados Año 2003

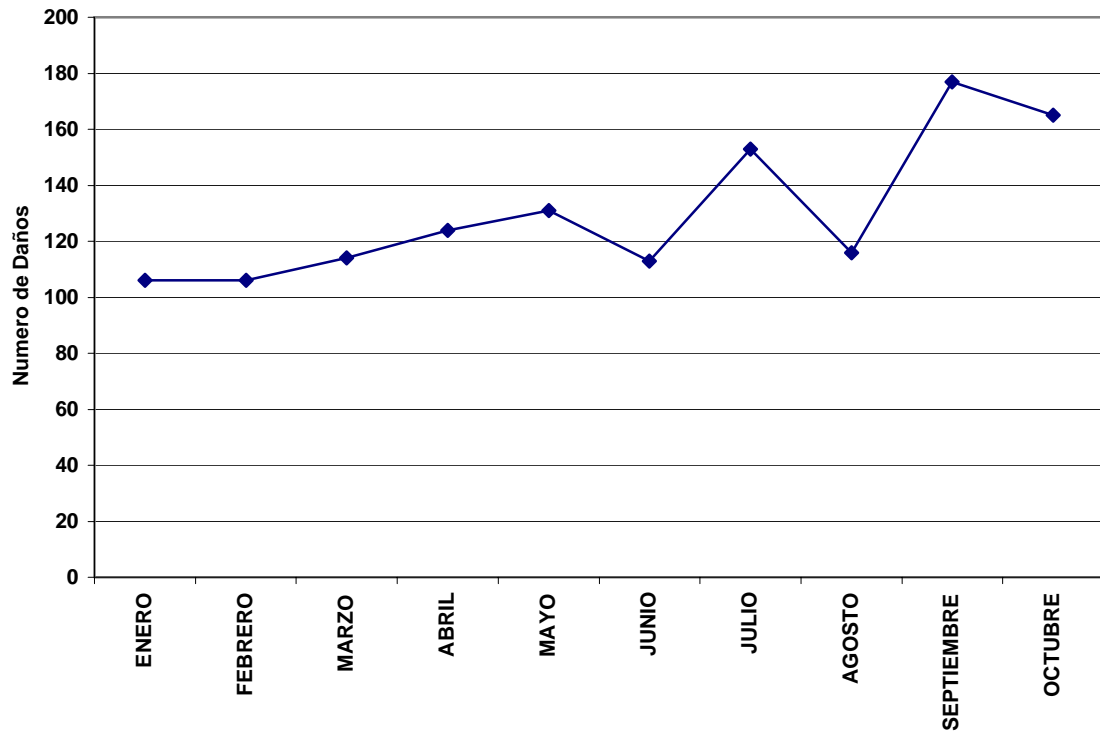
Equipo	Porcentaje sobre Total de Daños
Transformador	27,29%
Conductor / cable subterráneo	27,07%
Poste concreto	15,54%
Conductor / cable aéreo	6,97%
Empalme cable aislado 15 KV	5,91%
Terminal interior	3,18%
Acometida	2,96%

Tabla 19. Equipos mas fallados Año 2003 (continuación)

Cámara	1,52%
Terminal exterior	1,29%
Poste madera	1,21%
Salidas BT trafo	0,68%
Seccionador 100 a	0,61%
Codo de 200 a 15 KV	0,61%
Barraje BT	0,53%
Cruceta	0,53%
Caja de maniobras 630 a	0,45%
Puesta a tierra	0,38%
Ductos	0,38%
Codo de 600 a 15 KV	0,30%
Fusible	0,30%
Borne terminal	0,23%
Cuchillas 400 a	0,23%
Interruptor BT	0,23%
Pararrayo	0,23%
Mufa	0,23%
Herraje	0,15%
Cañuela	0,15%
Bajantes MT trafo	0,15%
Interruptor de cabecera	0,15%
Cuchillas 600 a	0,08%
Reconectador	0,08%
Relés	0,08%
Grapa	0,08%
Barraje S/E	0,08%
Aislador MT	0,08%
Pase	0,08%
<b>Total general</b>	<b>100,00%</b>

## 5.4 DAÑOS A LO LARGO DEL AÑO 2003

FIGURA 8. DAÑOS OCURRIDOS POR MES EN EL ÁREA URBANA DE BOGOTÁ DEL 1/ENERO/2003 A 1/NOVIEMBRE DE 2003



Los datos presentados corresponden a los daños atendidos en todos los circuitos de las redes aéreas y subterráneas de distribución en MT y BT del área urbana de Bogotá en el período comprendido entre el 1 de enero de 2003 hasta el 1 de noviembre de 2003. En los anexos se presenta el listado de todos estos circuitos.

En el tercer trimestre del año (en el cual se desarrollo buena parte de la práctica) se presentan problemas derivados de la acción de las lluvias, vientos y cometas muy propios de este período por lo que ha sido necesario programar inspecciones para realizar mantenimiento preventivo con trabajos como poda y tala de árboles, retensionado de red, cambio de cable desnudo por cable aislado o cambio de la topología del circuito a fin de evitar aquellos sectores que por su densidad arbórea no es efectivo llevar a cabo una poda.

## 5.5 FALLAS POR ZONAS

En las tablas 20, 21 y 22 se muestran los daños ocurridos en cada zona. Estos datos corresponden al período del 01/01/2003 al 01/11/2003.

### 5.5.1 Zona Centro

Tabla 20. Daños Zona Centro

Tipo de Falla	Número de Veces
falla red subterránea MT	205
falla transformador de distribución	106
falla red aérea BT	42
falla red subterránea BT	39
vandalismo	28
falla red aérea MT	24
subestación inundada	6
interferencia particulares (accidental)	5
ramas / objetos sobre la red	2
falla protecciones (trafo / red)	2
falla interruptor y/o celda (trafo / circuito)	1
falla bajantes transformador	1
falla transformador de potencia	1
falla transitoria circuito	1
instalación o retiro equipo de medida	1
falla equipo de maniobra (seccionador / reconectador)	1
ramas / objetos sobre la línea	1
falla cable de potencia	1
falla línea	1
falla interruptor BT	1
condiciones atmosféricas adversas	1
<b>Total</b>	<b>470</b>

### 5.5.2 Zona Norte

Tabla 21. Daños Zona Norte

Tipo de Falla	Número de veces
falla red subterránea MT	109
falla transformador de distribución	55
falla red aérea MT	19
falla red aérea BT	16
Vandalismo	8
falla red subterránea BT	5
interferencia particulares (accidental)	4
falla interruptor BT	2
falla protecciones (trafo / red)	2
ramas / objetos sobre la red	2
falla cable de potencia	1
se reviso circuito y no se encontró daño	1
falla por objeto extraño (animales)	1
conexión cargas nuevas BT	1
<b>Total Zona</b>	<b>226</b>

### 5.5.3 Zona Sur

Tabla 22. Daños Zona Sur

Tipo de Falla	Número de Veces
falla transformador de distribución	136
falla red subterránea MT	101
falla red aérea BT	78
falla red aérea MT	48
falla red subterránea BT	15
Vandalismo	13
interferencia particulares (accidental)	6
ramas / objetos sobre la red	5
falla bajantes transformador	3
equipo maniobra (seccionador / reconectador)	2
subestación inundada	2

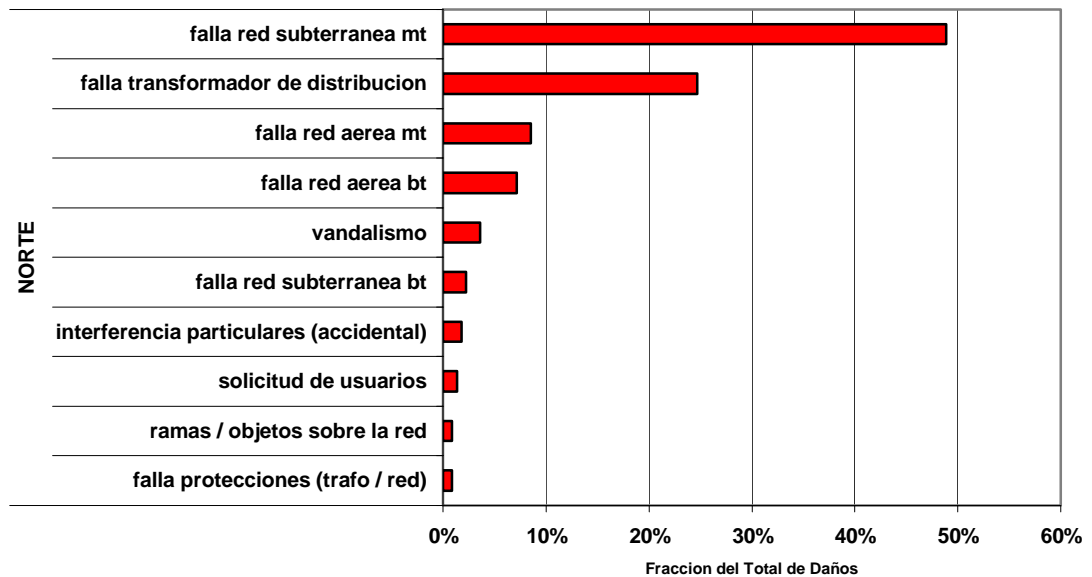
Tabla 22. Daños Zona Sur (continuación)

falla protecciones (trafo / red)	2
ampliación y/o remodelación red BT	1
seguridad ciudadana	1
falla cable de potencia	1
falla por objeto extraño (animales)	1
falla interruptor y/o celda (trafo / circuito)	1
<b>Total Zona</b>	<b>416</b>

### 5.5.4. Fallas más Comunes por Zonas

- **Falla Típicas Zona Norte**

Figura 9. Fallas Representativas Zona Norte  
1/01/2003 a 1/11/2003

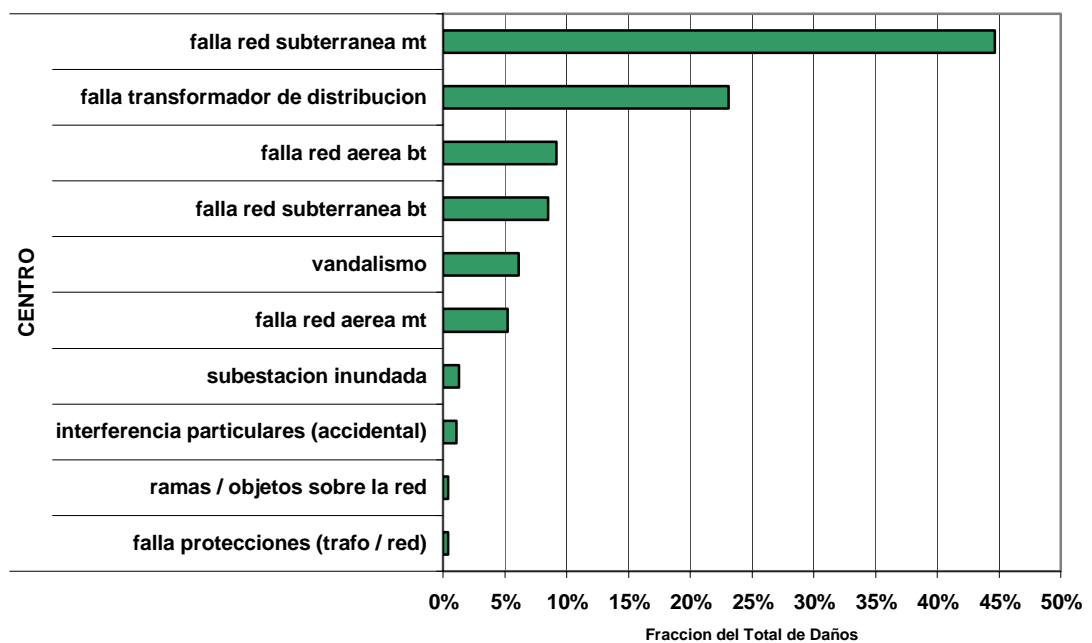


Los daños que más afectaron las redes en la zona norte se dieron sobre redes subterráneas de media tensión, constituyendo un poco menos del 50% de los daños totales. En orden descendente las otras fallas más preponderantes fueron las de transformadores de distribución y las de redes aéreas de MT. Estos 3 parámetros corresponden al 82.1% de los daños. En esta zona tenemos 280 Km de red en BT y 815.85 Km de redes en MT, de tipo subterráneo. Además esta

zona presenta la segunda mayor cantidad de transformadores instalados, un total de 11,907 sobre 150 circuitos. Cabe anotar que esta zona presenta las redes y subestaciones construidas más recientemente.

- **Falla Típicas Zona Centro**

Figura 10. Fallas Representativas Zona Centro  
1/01/2003 a 1/11/2003

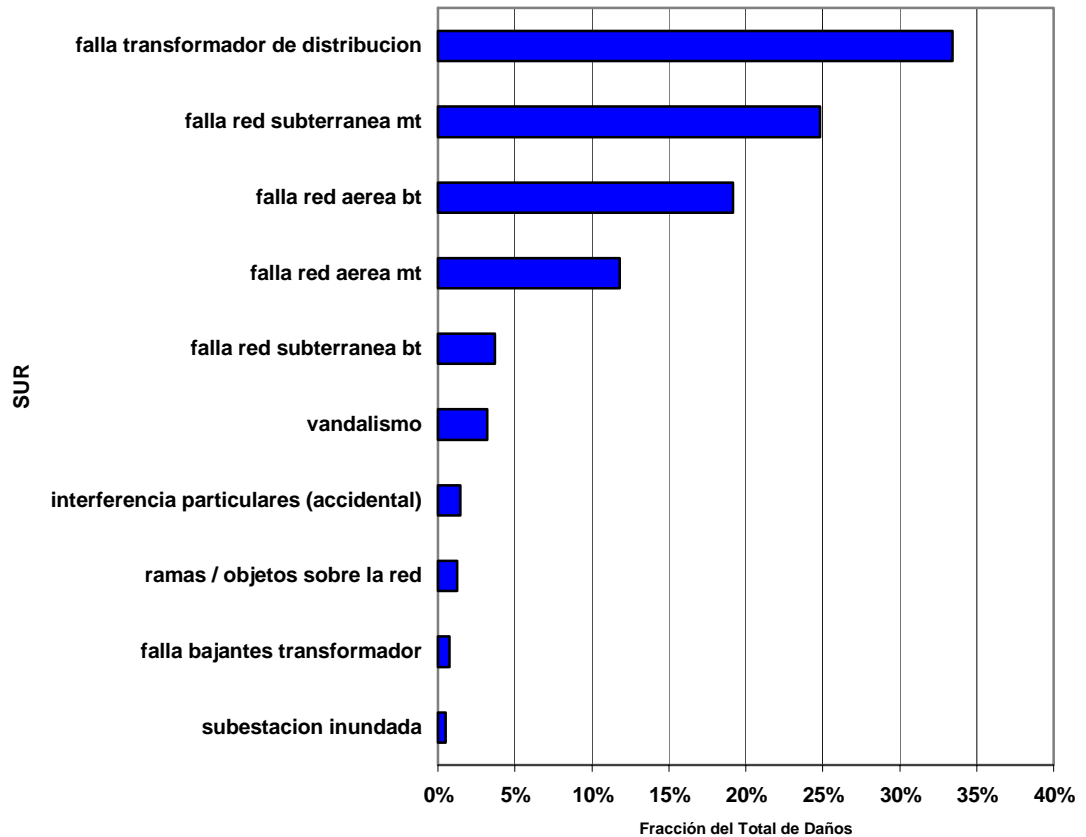


Al igual que en la zona norte las fallas más preponderantes se dan en redes subterráneas de media tensión y en transformadores de distribución. En esta zona esta instalad la mayor cantidad de redes subterráneas de media tensión y baja tensión, 1561.08 Km, y es la que presenta la mayor cantidad de MVA instalado, 2125.52 MVA.

Las redes de esta zona son menos recientes que las de la zona norte y por tener gran concentración del mercado a nivel comercial es muy importante la inclusión de procedimientos para suplencias en las maniobras que se van a ejecutar para atender los daños de las redes.

- **Falla Típicas Zona Sur**

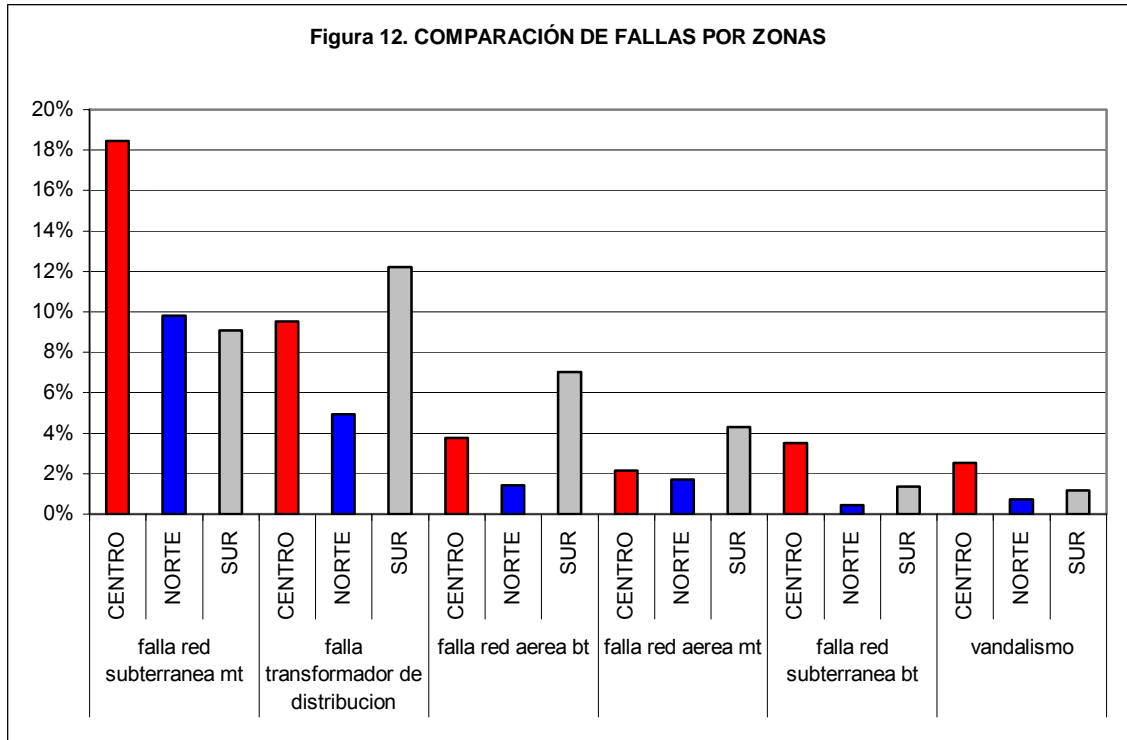
Figura 11. Fallas Representativas Zona Sur  
1/01/2003 a 1/11/2003



Para esta región las fallas son más notables en los transformadores de distribución, habiendo en esta 12,663 transformadores instalados. En esta zona las fallas en redes aéreas en BT y MT superan a las fallas en red subterráneas de MT, lo que está acorde con la infraestructura misma de sus redes eléctricas.

Esta zona es la más extensa. Presenta el mayor número de clientes, un total de 804,463; las redes aéreas están en mayor proporción en esta región mientras que las redes subterráneas son las que están en menor proporción.

## 5.6 Comparación de Fallas Típicas



En el ámbito de toda el área urbana las fallas más comunes fueron las de redes subterráneas en MT y las de transformadores de distribución; en tercer lugar podemos mencionar las fallas de redes aéreas de BT.

En cuanto a las primeras se puede observar que este tipo de daños ocurre con más frecuencia en la zona centro y es menos típica en la zona sur, correspondiendo esto con la proporción de kilómetros de redes subterráneas instalados en cada zona. Estas fallas son ocasionadas principalmente por factores de tipos atmosférico como las lluvias y el viento, y por accidentes de vehículos. Esto sugiere protecciones de los equipos en las cámaras, aunque es sabido que estas instalaciones poseen equipos sumergibles, lo que es necesario para evitar cualquier eventualidad por inundación de alguna subestación.

En cuanto a los posticidios es muy común que se presenten postes estrellado por vehículos, y que en la estructura haya un afloramiento en MT; lo que incluye daño de terminales, empalmes y cables triples XLPE.

## 5.7 EQUIPOS FALLADOS POR ZONAS

En las tablas 23, 24 y 25 se relacionan los equipos fallados en la totalidad de los daños para cada zona y luego se grafican los equipos que fallaron con más frecuencia.

### 5.7.1 Equipos Fallados Zona Centro

Tabla 23. Equipos Fallados Zona Centro

<b>Equipo</b>	<b>Total</b>
Conductor /cable subterráneo	179
Transformador	138
poste concreto	45
Empalme cable aislado (15 KV)	40
Conductor / cable aéreo	34
Acometida	23
Terminal interior	19
Cámara	12
Terminal exterior	11
Salidas BT trafo	6
Poste madera	5
Codo de 200 a 15 KV	4
Caja de maniobras 630 a	4
Seccionador 100 A	4
Barraje BT	3
Cañuela	2
Ductos	2
Borne terminal	2
Aislador MT	1
Interruptor BT	1
Mufa	1
Bajantes MT trafo	1
Herraje	1
Codo de 600 a 15 KV	1
Cuchillas 400 a	1
Cruceta	1
Fusible	1
<b>Total Zona</b>	<b>542</b>

## 5.7.2 Equipos Fallados Zona Norte

Tabla 24. Equipos Fallados Zona Norte

<b>Equipo</b>	<b>Total</b>
Conductor /cable subterráneo	90
Transformador	65
Poste concreto	28
Empalme cable aislado (15 KV)	19
Terminal interior	16
Conductor / cable aéreo	14
Acometida	6
Cámara	5
Seccionador 100 a	4
Terminal exterior	3
Codo de 600 a 15 KV	3
Caja de maniobras 630 a	2
Codo de 200 a 15 KV	2
Cuchillas 400 a	2
Fusible	2
Interruptor BT	2
Poste madera	2
Mufa	2
barraje BT	1
Pase	1
Barraje S/E	1
Pararrayo	1
Relés	1
Salidas BT trafo	1
Interruptor de cabecera	1
Borne terminal	1
Ductos	1
<b>Total Zona</b>	<b>276</b>

### 5.7.3 Equipos Fallados Zona Sur

Tabla 25. Equipos Fallados Zona Sur

<b>Equipo</b>	<b>Total</b>
Transformador	157
Poste concreto	132
Conductor / cable subterráneo	88
Conductor / cable aéreo	44
Empalme cable aislado (15 KV)	19
Acometida	10
Poste madera	9
Terminal interior	7
Cruceta	6
Puesta a tierra	5
Cámara	3
Terminal exterior	3
Barraje BT	3
Codo de 200 a 15 KV	2
Salidas BT trafo	2
Ductos	2
Pararrayo	2
Herraje	1
Grapa	1
Bajantes MT trafo	1
Reconectador	1
Interruptor de cabecera	1
Fusible	1
Cuchillas 600 A	1
<b>Total zona</b>	<b>501</b>

## 5.8 EQUIPOS FALLADOS NORMALMENTE EN CADA ZONA

Figura 13. EQUIPOS NORMALMENTE FALLADOS ZONA NORTE

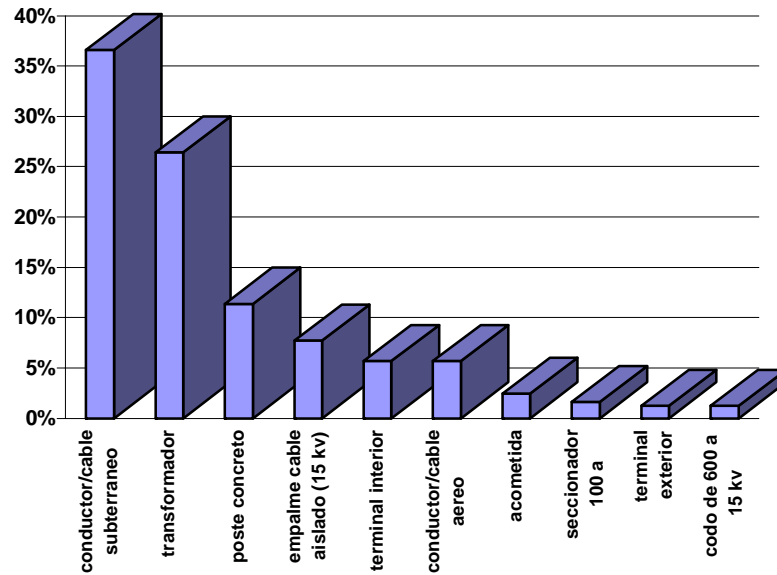
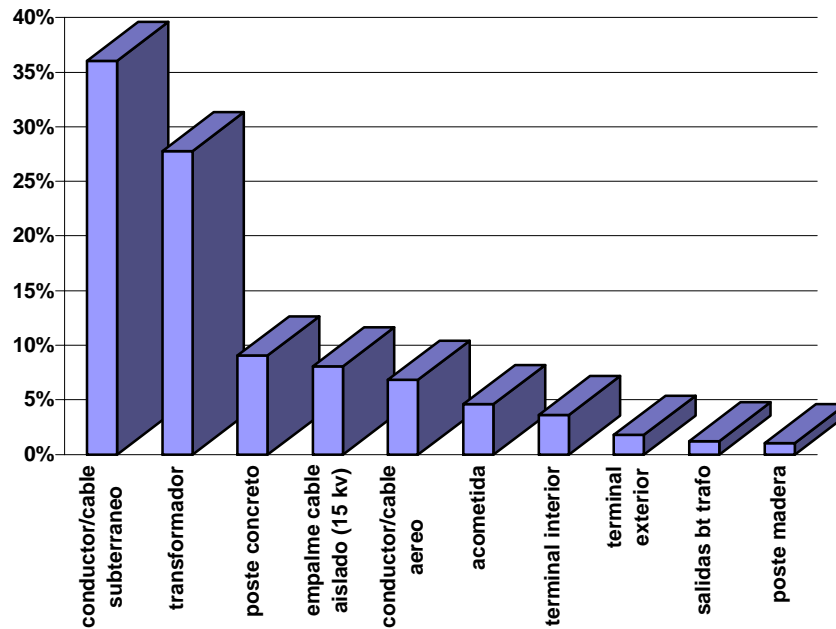
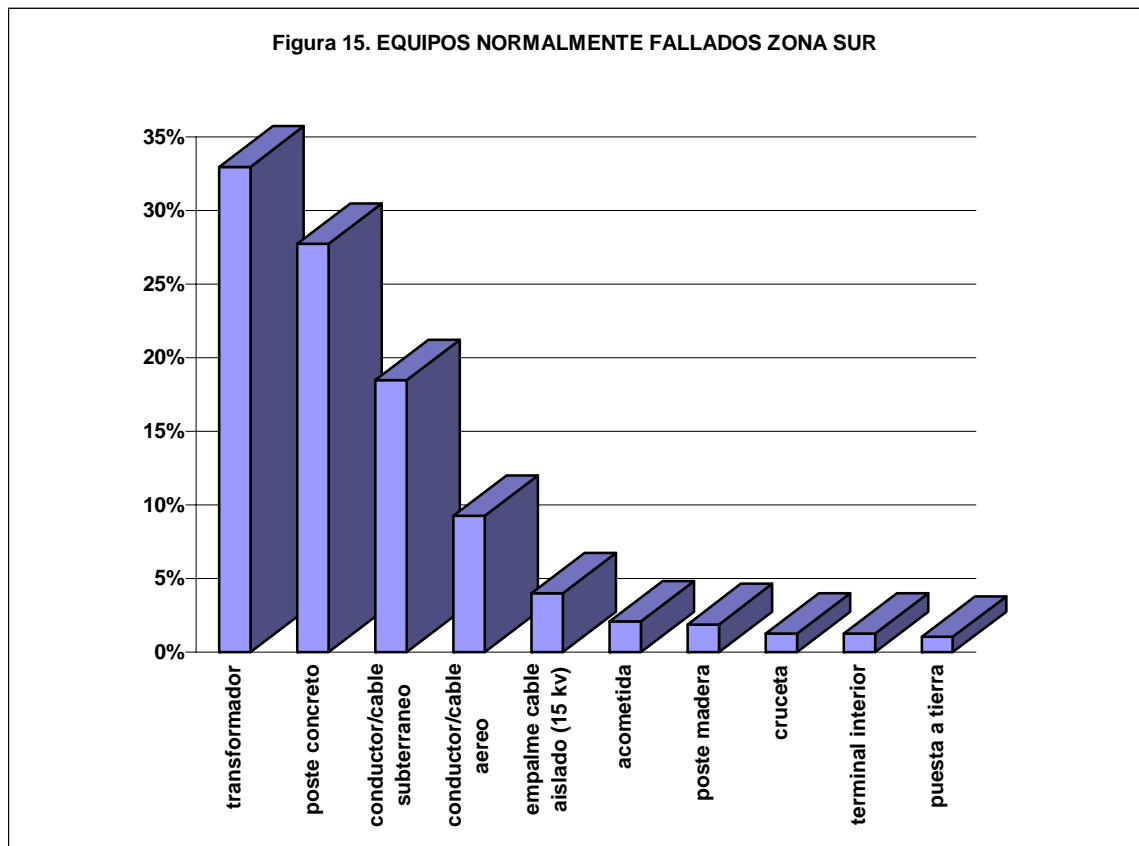


Figura 14. EQUIPOS NORMALMENTE FALLADOS ZONA CENTRO

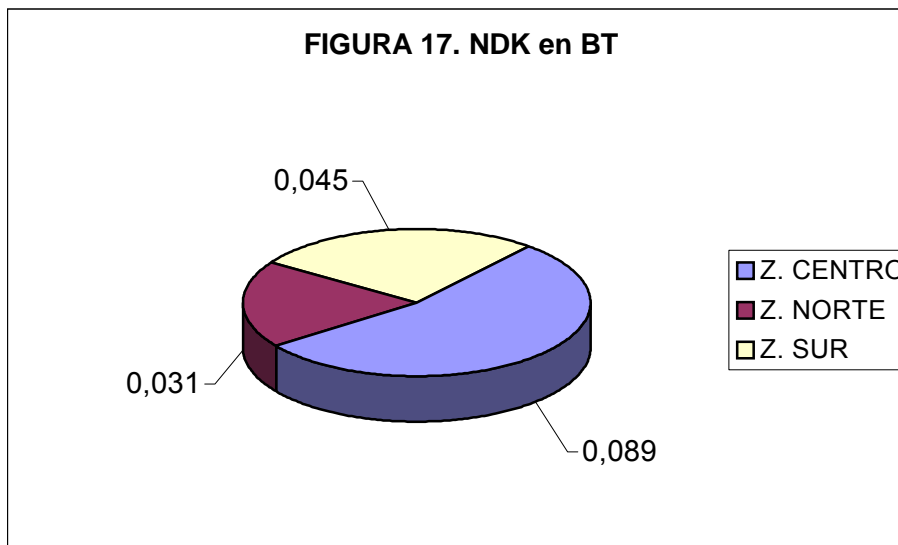
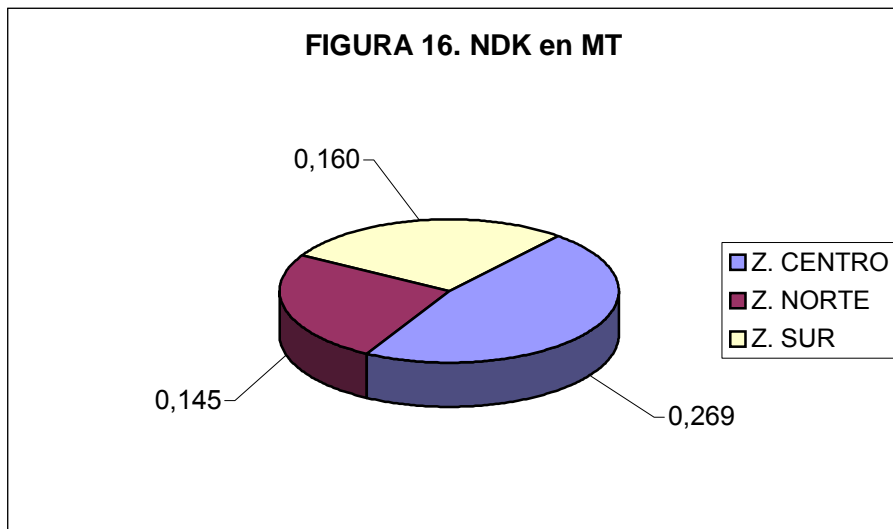




Se observa que para todas las zonas los equipos y materiales más fallados fueron los transformadores, los postes, los conductores aéreos y subterráneos los empalmes y los terminales.

### 5.9 INDICE NDK

Pero también será útil incluir un parámetro que sea significativo en cuanto a la proporción real de daños ocurridos en cada zona. Para esto se introduce el parámetro NDK ó “número de daños por Km de Red” dentro del rango de tiempo mencionado anteriormente. Este índice se ha determinado separadamente para las redes aéreas y subterráneas en MT en la figura 6, y para las redes aéreas y subterráneas de BT en la figura 7. Los gráficos se han generado a partir de las tablas 26, 27 y 28.



Se observa que el mayor valor para el índice NDK se presenta para la zona centro, para ambos niveles de tensión, lo que deja ver que aunque la zona sur presenta la mayor cantidad de redes instaladas en MT y BT, los daños por Km de red se presentan mucho más en la zona centro, siguiendo en orden descendente la zona sur y la zona norte.

Esta comparación permite observar que la zona centro es la que presenta más daños por kilómetro de red por lo que se puede decir que la zona centro es absolutamente la que presenta más daños a lo largo del año 2003.

Tabla 26. Infraestructura por Niveles de Tensión

	Total Redes en BT	Total Redes en MT	Total
Z. CENTRO	1.274,10	1.561,08	2.835,18
Z. NORTE	1.179,40	1.638,30	2.817,70
Z. SUR	3.097,00	2.165,34	5.262,34

Tabla 27. Numero de Daños en cada Zona por Nivel de Tensión

ZONA	ORIGEN	Total
CENTRO	BAJA TENSION	114
	MEDIA TENSION	420
NORTE	BAJA TENSION	37
	MEDIA TENSION	238
SUR	BAJA TENSION	139
	MEDIA TENSION	347

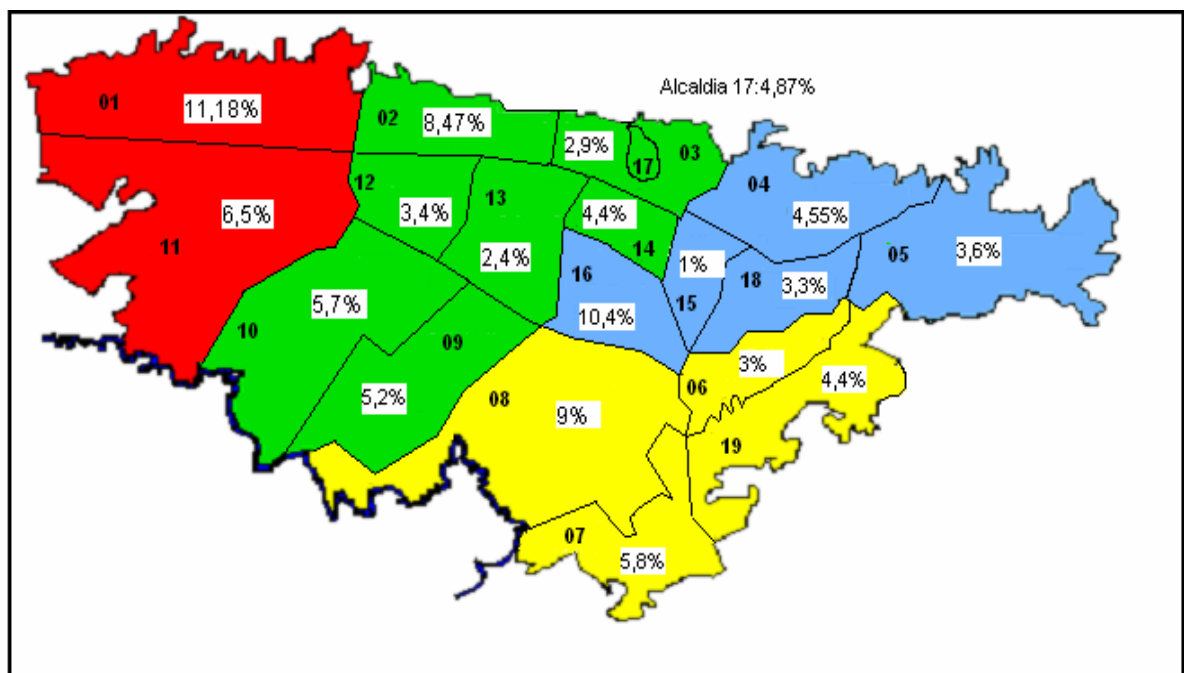
Tabla 28. NDK por Zonas y por Nivel de Tensión

	NDK en BT	NDK en MT
Z. CENTRO	0,089474923	0,269044508
Z. NORTE	0,031371884	0,145272539
Z. SUR	0,044882144	0,16025197

## 5.10 SÍNTESIS

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las bases de datos se ha llegado al mapa de la figura 18 donde se observa la fracción de daños que ocurren en cada alcaldía y cada zona de la ciudad de Bogotá. Se observa de nuevo la mayor incidencia en centro y sur.

Figura 18. Porcentaje de Daños Occurridos por Zonas y Alcaldías

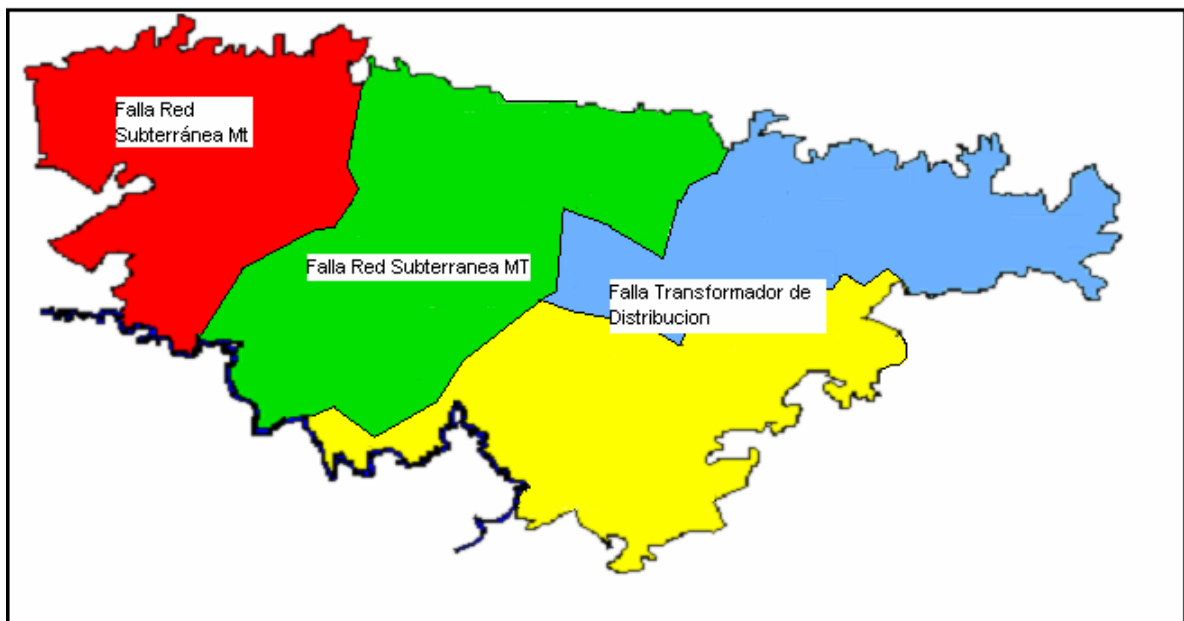


■ ZONA SUR OCCIDENTE      ■ ZONA CENTRO  
■ ZONA SUR ORIENTE      ■ ZONA NORTE

01 USAQUEN	05 USME	09 FONTIBON	13 TEUSAQUILLO	17 LA CANDELARIA
02 CHAPINERO	06 TUNJUELITO	10 ENGATIVA	14 LOS MARTIRES	18 RAFAEL URIBE
03 SANTA FE	07 BOSA	11 SUBA	15 ANTONIO NARIÑO	19 IUADAD BOLIVAR
04 SAN CRISTÓBAL	08 KENNEDY	12 BARRIOS UNIDOS	16 PUENTE ARANDA	

También se muestran las fallas más típicas para cada zona de la ciudad de Bogotá en la figura 19.

Figura 19. Falla Típica de cada Zona



- |                      |               |
|----------------------|---------------|
| ■ ZONA SUR OCCIDENTE | ■ ZONA CENTRO |
| ■ ZONA SUR ORIENTE   | ■ ZONA NORTE  |

### 5.10.1 Materiales Mayormente Demandados en Daños

A la par con el análisis de las fallas y equipos fallados también se determinaron los materiales más demandados en la atención de todos los daños atendidos en el período comprendido entre el 1 de enero y el 1 de noviembre de 2003.

De esto se obtuvo la tabla 29 que luego se confronta con el la tabla del STOCK de daños definido para años anteriores en CENERCOL S.A. esperando que se presenten algunas modificaciones importantes para sugerir al departamento de redes.

Tabla 29. Materiales de Mayor Demanda en Atención de Daños

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
CABLE CU DESNUDO RETAL INSERVIBLE	C/U	1496,7
CABLE AL DESNUDO AAC RETAL	GK	1337
CABLE 1/0 AWG ACSR DESNUDO	M	700
CABLE 150MM2 CU TRIPLEX 15 KV XLPE	M	545
CABLE CU N. 2 TPX 15 KV	M	439
CABLE 2 AWG ACSR DESNUDO	M	386
RECEBO	BULTO	361,5
CABLE 2/0 AWG AAC DESNUDO	M	328
CABLE 1/4" ACERO EXTRA ALTA RESISTENCIA	M	254
CABLE 25 MM2 ACSR DESNUDO	M	241
CABLE3X95MM2 AAC+1X50 MM2 AAAC XLPETRENZ	M	220
CABLE AL AISLADO MT RETAL INSERVIBLE	Kg	179
CABLE DE COBRE 1 AWG DESNUDO	M	121
CABLE 4/0 AWG ACSR SEMIAISLADO XLPE 15KV	M	121
CABLE 1 AWG AAC DESNUDO	M	104
DIAGONAL MADERA 32 1/2" X1 1/2" X 21/4"	C/U	83
MIXTO (mezcla utilizada para cimentar postes)	BLTO	73
CABLE AL DESNUDO ACSR RETAL INSERVIBLE	M	65
CABLE 2X14 AWG CU CONCENTRICO 600V	M	63
CHAZO EXPANSIVO DE 1/2" X 3"	C/U	62
TORNILLO CARRUAJE 5/8" X 3", TIPO 1	C/U	53
DIAGONAL METÁLICA VARILLA 3/4" X 770 MM	C/U	53
AISLADOR POLIMERI 15KVSUSP HORQUILLA OJO	C/U	43
CONECTOR TUBULAR BIMETALICO 2/0 AWG	C/U	36
CONECTORCUÑA(95-7004/0-2/0)(70-3502/0-2)	C/U	35
VARILLA ELECTROLITICA DE 10MM	M	35
CHAZO EXPANSIVO DE 1/4" X 1"1/2"	C/U	32
CEMENTO	BULTO	31,5
ABRAZADERA SIN SALIDA 1 1/2"X1/4" Ø180MM	C/U	30
CABLE 150 MM2 CU TRIPLEX 35 KV XLPE	M	29
SOPORTE PARA BARRAJE DE 500	C/U	26
FUSIBLE DUAL 0.4A 15 KV	C/U	22
CONECTOR PERFORACIÓN AISLANTE 1/0, 2 AWG	C/U	21
ABRAZADERA PARA TRANSFORMADOR	C/U	21
SECCIONADOR PORTAFUSIBLE BT 160A 500V	C/U	20
ABRAZADERA EN U TIPO 1, 150MM LONG 380MM	C/U	19
TUBERIA PVC 3" PARA DUCTOS ELECTRICOS DE	C/U	18
CONEC BIMET T-PALA 1 AWG, 2 HUECOS 1/4"	C/U	17
EMPALME PREFORMADO 15 KV 300 KCM	C/U	16
ABRAZADERA SIN SALIDA 1 1/2"X1/4"Ø 200MM	C/U	15

Tabla 29. Materiales de Mayor Demanda en Atención de Daños (continuación)

ABRAZADERA 2 SALIDAS 1 1/2" X 1/4" 140MM	C/U	15
LUMINARIA MERCURIO 125W 208/260 V	C/U	15
HEBILLA 5/8" DE ACERO INOXIDABLE	C/U	15
PERRO GALVANIZADO DE 1/2"	C/U	15
SILLA METÁLICA PARA CRUCETAS DE MADERA	C/U	13
TUBO DE 1"X3M GALVANIZADO	M	12
SOPORTE PARA BARRAJE DE 175 A a 600V	CU	12
CONECTOR TIPO PALA 4 AWG, 2 HUECOS 1/2"T	C/U	11
EMPALME PREFORMADO 35KV 4/0 AWG	C/U	10

Al hacer la comparación de la tabla de materiales mas demandados con los materiales del STOCK de daños se observa que están todos incluidos, por lo que no se sugirió modificación alguna. Pero cabe anotar que los materiales más utilizados son los conductores de cobre desnudo, los de aluminio desnudo y el cable triplex.

## CONCLUSIONES

- La mayor intensidad de daños se presentó en el trimestre del año debido a el aumento de las lluvias, los vientos, descargas eléctricas y el cruce de líneas por ocasionadas por cometas, muy comunes en esta época. También han sido ocasionadas por redes distensionadas o rotas por árboles caídos o interfiriendo dentro de las distancias mínimas para las redes.
- Las zonas centro y sur son la más afectadas por daños durante el año, las cuales son en su mayoría producidas por las lluvias, vientos y accidentes de automóviles estrellando postes. Estas zonas son las que presentan mayor número de circuitos de MT.
- A nivel de la zona urbana de Bogotá los daños más representativos son en primer lugar las fallas de las redes subterráneas de MT y de los transformadores de distribución y las fallas de red aérea de BT y de red aérea de MT, en segundo lugar. Por lo que es preciso realizar sobre estos circuitos trabajos de mantenimiento preventivo como retensionado de red, tala y poda de árboles, cambio de cable desnudo por cable aislado o cambio de la topología del circuito a fin de evitar aquellas regiones que por su densidad arbórea no es efectivo llevar a cabo una poda.

- Estas fallas en el área urbana de Bogotá son por lo general ocasionadas por postes estrellados por automóviles, postes rotos, postes caídos, lluvias vientos, redes caídas, rotas o cruzadas por árboles.
- Los equipos y materiales que más fallaron fueron los transformadores, los conductores subterráneos, los postes de concreto y los conductores aéreos. Luego siguen los empalmes y terminales.
- Las zonas donde se presentan más daños son zona sur y centro que son las que presentan las redes y subestaciones más antiguas. En la zona norte los daños se presentan mayormente en redes subterráneas, lo que sugiere adelantar mantenimiento preventivo en cámaras, empalmes y terminales utilizados en los conductores subterráneos.
- Los resultados de equipos fallados presentados por zonas son, en parte, una indicación de la distribución de los diferentes tipos de redes en las zonas. Además estos son muestra característica de los materiales y equipos prioritarios en las diferentes tipos de redes e instalaciones de cada una de las zonas.
- Todos los resultados obtenidos en el informe luego de ser validados por el Jefe del Departamento de Administración de Redes son estudiados por la

empresa contratante que después de confrontar con el presupuesto y las prioridades del sistema de distribución programan en su tiempo las labores de mantenimiento sugeridas.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Base de datos SISD. Departamento de Administración y Planeación de Redes
- [2] CENERCOL S.A. Sistema de Gestión de la Calidad. Manual de Procedimientos
- [3] CODENSA S.A. Normas de Construcción de Líneas Aéreas Urbanas de Distribución . Tomo I
- [4] CODENSA S.A. Normas Construcción de Redes Subterráneas. Tomo III
- [5] CODENSA S.A. Normas de Construcción de Centros de Distribución para Redes Aéreas Urbanas y Rurales. Tomo IV
- [6] CODENSA S.A. Normas de Construcción de Centros de Transformación para Redes Subterráneas. Tomo V
- [7] CODENSA. Dpto. de Gestión de la Información. Informe de Continuidad de Servicio 2003.

## ANEXO I

### INDICES FES Y DES APROBADOS PARA 2003

Los valores máximos admisibles aprobados para el año 2003, para los índices de calidad FES Y DES, se indican en las siguientes tablas:

Grupo	Indicador DES (horas)				
	Trim. I	Trim. II	Trim. III	Trim. IV	Total
1	2.5	3.0	3	2.5	11
2	5	5	5	4	19
3	8.5	5.5	7	8	29
4	10	11	9.5	8.5	39

Grupo	Indicador FES (interrupciones)				
	Trim. I	Trim. II	Trim. III	Trim. IV	Total
1	6	16	8	6	26
2	15	10	11	8	44
3	15	10	15	11	51
4	20	13	15	10	58

**ANEXO II**  
**CIRCUITOS URBANOS DE BOGOTA**

UN: Zona urbana norte  
 US: Zona urbana sur  
 UC: Zona urbana centro  
 UB: Distribución Urbana Sabana

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Zona</b>
<b>AJ00</b>	<b>ARANJUEZ</b>	<b>12</b>
AJ21	ICATA	UN
AJ22	BARRANCAS	UN
AJ23	CANADA	UN
AJ24	LOS CERROS	UN
AJ25	CEDRAL	UN
AJ26	GOLF	UN
AJ27	CONVENTOS	UN
AJ28	MILAN	UN
AJ29	BABILONIA	UN
AJ2A	ALAMEDA	UN
AJ2B	MARIELA	UN
AJ2C	AUXILIARES	UN
<b>AU00</b>	<b>AUTOPISTA</b>	<b>22</b>
AU11	C_FISCALES	UN
AU12	CALLEJA	UN
AU13	UNICENTRO	UN
AU14	ATABAN_ETB	UN
AU15	VILLAS	UN
AU16	LA ROTONDA	UN
AU17	CAMPESTRE	UN
AU18	SAUSALITO	UN
AU21	CARABINERO	UN
AU22	MALIBU	UN
AU23	ACACIAS	UN
AU24	BRITALIA	UN
AU25	TRANSV_30	UN
AU26	ALHAMBRA	UN
AU27	JARDINES	UN
AU31	CENTRALETB	UN

AU32	LISBOA	UN
AU33	ED_TECNICO	UN
AU34	VOZ_VICTOR	UN
AU35	CARULLA	UN
AU36	SPRING	UN
AU37	STA_COLOMA	UN
<b>BL00</b>	<b>BOLIVIA</b>	<b>24</b>
BL11	SAN_MARCOS	UC
BL12	AUMEDELLIN	UN
BL13	AVREGIONAL	UN
BL14	MUELLE	UC
BL15	CORTIJO	UN
BL16	SIBERIA	UB
BL17	MADRIGAL	UC
BL18	SALITRAL	UN
BL21	TV_CABLE	UN
BL22	FLORENCIA	UC
BL23	ZARZAMORA	UC
BL24	CEREZOS	UN
BL25	ESPANOLA	UN
BL26	GARCES_NAV	UC
BL27	LA_PERLA	UC
BL28	BACHUE	UN
BL31	QUIRIGUA	UN
BL32	EL_CEDRO	UC
BL33	VILLA_LUZ	UC
BL34	RONDEROETB	UB
BL35	STA_ROSITA	UC
BL36	BOCHICAIII	UN
BL37	AFIDRO	UN
BL38	ENGATIVA	UC
<b>BO00</b>	<b>BOSA</b>	<b>27</b>
BO11	VL_SAUCES	US
BO11R	COLMOTORES	US
BO12	MADELENA	US
BO12R	UNILUZ	US
BO13	HILANDERIA	US
BO13R	CARBOQUIMI	US
BO14	CASAGRANDE	US
BO15	MAKROGLAXO	US
BO16	OLARTE	US

BO17	ISLA_SOL	US
BO18	FERROTEC	US
BO21	NUEVO_ROMA	US
BO22	LLOREDA	US
BO23	CORLUZ	US
BO24	VL_ANITA	US
BO25	PAVCO	US
BO26	ALEJANDRA	US
BO27	SIE_MORENA	US
BO28	BOITA	US
BO31	VILLA_RIO	US
BO32	ESTACION	US
BO33	APOGEO	US
BO34	TIMIZA	US
BO35	PERDOMO	US
BO36	CASA_BLANC	US
BO37	CARIMA_ETB	US
BO38	GALICIA	US
<b>CC00</b>	<b>CALLE 51</b>	<b>17</b>
CC11	CHAPINERO	UC
CC12	MARLY	UC
CC13	PALERMO	UC
CC14	ALTO_CABLE	UC
CC15	BC_CC_A	UC
CC16	AV_CARACAS	UC
CC17	LA_SALLE	UC
CC18	CATALUNA	UC
CC21	SAN_MARTIN	UC
CC22	BC_CC_B	UC
CC23	MILITAR	UC
CC24	ROSALES	UC
CC26	URB_PARDO	UC
CC27	ST_DOMINGO	UC
CC28	CARRERA_7	UC
CC29	CIRCUNVALA	UC
CC2A	PARQUE_NAL	UC
<b>CK00</b>	<b>CHICALA</b>	<b>11</b>
CK11	PESQUERO	US
CK12	SOLDADOS	US
CK13	BONIFACIO	US
CK14	EL_BOSCAN	US

CK15	BRISAS	US
CK16	BOSALINDA	US
CK17	IRIARTE	US
CK18	ARBOLETE	US
CK1A	ANHELO	US
CK1B	POTRERITOS	US
CK1C	METROVIVIE	US
<b>CN00</b>	<b>CONCORDIA</b>	<b>15</b>
CN11	AVIANCA	UC
CN12	MULTIFAMI	UC
CN13	EXTERNADO	US
CN14	SN_LORENZO	US
CN15	GERMANIA	UC
CN16	CASAMONEDA	UC
CN17	PALACIOETB	UC
CN21	TIA	UC
CN22	RES_PARQUE	UC
CN23	RICHARD	UC
CN24	FENICIA	UC
CN25	BC_CN	UC
CN26	MURILLO_T	UC
CN27	GUADALUPE	UB
CN28	BCO_REPUBL	UC
<b>CP00</b>	<b>CALLE PRIMERA</b>	<b>15</b>
CP12	CIU_JARDIN	US
CP13	GUARDIA_PR	US
CP14	HORTUA	US
CP21	QUINTA_ETB	US
CP22	LUNA_PARK	US
CP23	IMPRES_NAL	US
CP24	SANTA_ANA	US
CP31	CRISTOBAL	US
CP32	CALLE_2	US
CP33	CRTA_SUR	US
CP34	SEVILLA	US
CP41	MISERICORD	US
CP42	TUBOS_MORE	US
CP43	BALCANES	US
CP44	EDUARDO_ST	US
<b>CR00</b>	<b>CARRERA QUINTA</b>	<b>12</b>
CR11	PERSEVERAN	UC

CR12	CTR_CONVEN	UC
CR13	PLANETARIO	UC
CR14	COLGAS	UC
CR15	ORQUIDEA_R	UC
CR16	URANO	UC
CR21	COLSUBSIDI	UC
CR22	MAGDALENA	UC
CR23	HILTON	UC
CR24	EDI_BACHUE	UC
CR25	TELECOM	UC
CR26	PC_BAVARIA	UC
<b>CS00</b>	<b>CALLE 67</b>	<b>16</b>
CS11	SAN_LUIS	UC
CS12	T_CASTILLO	UC
CS13	TROLLEY	UC
CS14	LOURDES	UC
CS15	CARRERA_10	UC
CS16	RAFA_URIBE	UC
CS17	ALADINO_BC	UC
CS18	GRANAHORRA	UC
CS21	G_FEMENINO	UC
CS22	PEDAGOGICA	UC
CS23	ROYALPLAZA	UC
CS24	CHICO	UC
CS25	TRANVIA	UC
CS26	STA_TERESA	UC
CS27	ROSARIO	UC
CS28	SEARS	UC
<b>CT00</b>	<b>CASTELLANA</b>	<b>21</b>
CT11	CALLE_90	UN
CT12	LA_CABRERA	UN
CT13	AVENIDA_38	UN
CT14	PASADENA	UN
CT15	CENTRO_93	UN
CT16	AN_COUNTRY	UN
CT17	BARRAQUER	UN
CT21	ENTRE_RIOS	UN
CT22	ALCAZARES	UC
CT23	7_AGOSTO	UC
CT24	AVENIDA_85	UN
CT25	POLO_CLUB	UN

CT26	NOGAL	UN
CT27	STA_PAULA	UN
CT31	STA_SOFIA	UC
CT32	GAITAN	UC
CT33	ANDINO_ETB	UC
CT34	MUSEOCHICO	UN
CT35	RIONEGRO	UN
CT36	RETIRO	UN
CT37	EL_LAGO	UC
<b>CU00</b>	<b>CENTRO URBANO</b>	<b>10</b>
CU11	CL_45_ETB	UC
CU12	TELEVISORA	UC
CU13	ESPACIO	UC
CU14	CAMPIN	UC
CU15	RECUERDO	UC
CU16	EXPOSICION	UC
CU17	U_NACIONAL	UC
CU18	TEJADA	UC
CU19	ANDINA	UC
CU1B	AVENIDA_30	UC
<b>FO00</b>	<b>FONTIBON</b>	<b>26</b>
FO11	SAN_FELIPE	UC
FO11R	COLFRIGOS	UC
FO12	PROTELA	UC
FO12R	LAFAYETTE	UC
FO13	CENTENARIO	UC
FO13R	AERONAUTIC	UC
FO14	BELEN_ETB	UC
FO15	VERSALLES	UC
FO16	MORAVIA	UC
FO17	AVESCO	UC
FO21	FERROCAJA	UC
FO21R	ZF_PRINTER	UC
FO22	MODELIA	UC
FO22R	HILACOL	UC
FO23	VILLEMAR	UC
FO24	LEVAPAN	UC
FO25	AEROCIVIL	UC
FO26	EMPAQ_IND	UC
FO27	EL_SIGLO	UC
FO28	CATAM	UC

FO31	TARRAGONA	UC
FO32	EMISORAS	UC
FO33	LOS_MONJES	UC
FO34	URBIZA	UC
FO35	FONTIBON_C	UC
FO36	PINAR_LT	UC
<b>GG00</b>	<b>GORGONZOLA</b>	<b>20</b>
GG11	MULTIPLAST	UC
GG12	MARGARITAS	UC
GG13	TALLERES_C	UC
GG14	BC_GG	UC
GG15	SABANA	UC
GG16	INDUACERO	UC
GG17	MODELO	UC
GG21	AUTOMOTRIZ	UC
GG22	COGRA	UC
GG23	OLIVETTI	UC
GG24	ICASA	UC
GG25	FISCALIA	UC
GG26	COCA_COLA	UC
GG32	MOTORCOL	UC
GG33	IMPREN_BCO	UC
GG34	LITO_COLOM	UC
GG41	RAYLAN	UC
GG42	DORIA	UC
GG43	Q_PAREDES	UC
GG44	ORTESAL	UC
<b>IN00</b>	<b>INDUMIL</b>	<b>3</b>
IN11	CIU_LATINA	US
IN12	PREFABRICA	US
IN13	INDUMIL	US
<b>LP00</b>	<b>LA PAZ</b>	<b>25</b>
LP11	AV_COLON	UC
LP11R	FIBREXA	UC
LP12	NAL_CHOCOL	UC
LP12R	CIPLAS	UC
LP13	FADEMPA	UC
LP13R	TELAS	UC
LP14	CICOLAC	UC
LP15	VL_ALSACIA	UC
LP16	TERMINAL	UC

LP17	TEXTILIA	UC
LP18	CAFE_COLON	UC
LP21	P_MARSELLA	UC
LP22	IBM	UC
LP23	DISCOSORBE	UC
LP24	LA_PRADERA	UC
LP25	JOHNS_BC	UC
LP26	ALPINA	UC
LP27	C_LLERAS	UC
LP31	GUTEMBERTO	UC
LP32	LEY	UC
LP33	IGUALDAD	US
LP34	TINTALITO	UC
LP35	EXITO_BC	UC
LP36	MONTEVIDEO	UC
LP37	PTE_ARANDA	UC
<b>MR00</b>	<b>MORATO</b>	<b>24</b>
MR11	LAGARTOS	UN
MR12	CALATRAVA	UN
MR13	PALESTINA	UC
MR14	MAYOLICA	UN
MR15	FERIAS	UC
MR16	PONTEVEDRA	UN
MR17	BONANZA	UC
MR18	CREAM_HELA	UN
MR21	C_MEZCLAS	UN
MR22	C_DIAMANTE	UN
MR23	HELENITA	UC
MR24	NIZA_VIII	UN
MR25	SP_CAFAM	UN
MR26	LAS_GALIAS	UC
MR27	ILARCO	UN
MR28	TABORA	UC
MR29	AVENIDA_68	UC
MR2B	CORDOBA	UN
MR2C	FLORESTA	UN
MR31	SOTILEZA	UN
MR32	LA_CLARITA	UC
MR33	ESTRADA	UC
MR36	URB_ANDES	UN
MR38	MORISCO	UN

<b>MU00</b>	<b>MUÑA</b>	<b>13</b>
MU11	TEXMERALDA	US
MU11R	CRYOGA_EEC	RO
MU12	ICOLLAN_11	US
MU12R	GRANADA	RO
MU13	SN_NICOLAS	US
MU14	CARBOGAS	US
MU15	SIBATE	RO
MU16	ALICACHIN	US
MU17	STANTON	US
MU18	CHUZACA	US
MU21R	LIQUID_GAS	US
MU22R	ICOLLANTAS	US
MU23R	CONALVIDRI	US
<b>MZ00</b>	<b>MUZU</b>	<b>18</b>
MZ11	ALCALA	US
MZ12	SULTANA	US
MZ13	AUTOP_SUR	US
MZ14	VL_MAYOR	US
MZ15	SEVILLANA	US
MZ16	ALQUERIA	US
MZ17	CIU_MONTES	US
MZ21	BRAVO_PAEZ	US
MZ22	LA_FRAGUA	US
MZ23	LIBERTADOR	US
MZ24	VL_SONIA	US
MZ25	CORUÑA	US
MZ26	INGLES_BC	US
MZ31	AVENIDA_27	US
MZ32	DELICIAS	US
MZ33	VENECIA	US
MZ34	SN_VICENTE	US
MZ35	FATIMA	US
MZ36	PL_AMERICA	US
<b>SA00</b>	<b>SALITRE</b>	<b>24</b>
SA11	AV_DORADO	UC
SA12	RAFA_NUNEZ	UC
SA13	ENCANTO	UC
SA14	CAN	UC
SA15	CAMAVIEJA	UC
SA16	JJ_VARGAS	UC

SA17	XEROS	UC
SA18	EMBAJADA	UC
SA21	BQ_POPULAR	UC
SA22	ESMERALDA	UC
SA23	GRANJAS	UC
SA24	NORMANDIA	UC
SA25	C_EMPLEADO	UC
SA26	PABLO_VI	UC
SA27	EL_GRECO	UC
SA28	TIEMPO	UC
SA31	EEB	UC
SA32	GUALI	UC
SA33	METROPOLIS	UC
SA34	ALAMOS	UC
SA35	ST_CECILIA	UC
SA36	CIU_SALITR	UC
SA37	PETROLERAS	UC
SA38	ESPECTADOR	UC
<b>SC00</b>	<b>SAN CARLOS</b>	<b>15</b>
SC11	20_JULIO	US
SC12	ANTONIO_NA	US
SC13	VINAL	US
SC14	SAN_ISIDRO	US
SC15	QUIROGA	US
SC21	PESEBRE	US
SC22	CONSUELO	US
SC23	G_RESTREPO	US
SC24	SOCIEGO	US
SC25	MOCHUELO	US
SC31	COLINAS	US
SC32	TUNJUELITO	US
SC33	LAS_LOMAS	US
SC34	CLARET	US
SC35	OLAYA	US
<b>SF00</b>	<b>SAN FACON</b>	<b>25</b>
SF11	CLI_BEJARA	UC
SF12	SANTANDER	UC
SF15	BCO_COLOMB	UC
SF16	ZAPATA_BOL	UC
SF17	REY_TIEMPO	UC
SF18	SENA	UC

SF1A	RICAURTE	UC
SF1B	PAIBA	UC
SF1C	OXIGENOS	UC
SF1D	SF1D	UC
SF1E	COLSEGUROS	UC
SF1G	CALLE_21	UC
SF21	TEUSAQUILO	UC
SF22	CROMOS_BC	UC
SF23	CALLE_22	UC
SF24	AV_JIMENEZ	UC
SF25	C_INTERNAL	UC
SF26	BIBLIOTECA	UC
SF27	CUNDINAMAR	UC
SF31	VICTORINO	UC
SF32	USATAMA	UC
SF33	ROBLEDO	UC
SF34	UNIVERSITA	UC
SF35	OSPINA	UC
SF36	NIEVES	UC
<b>SJ00</b>	<b>SAN JOSE</b>	<b>11</b>
SJ11	ETB	UC
SJ12	CLI_BOGOTA	UC
SJ13	BANCO_BTA	UC
SJ14	EDI_COLON	UC
SJ15	TELEFONOS	UC
SJ1A	EDITORIAL	UC
SJ1B	PALETAS_BC	UC
SJ1C	FERROCARRI	UC
SJ1D	VOTO_NAL	UC
SJ1E	TRILLADORA	UC
SJ1F	ESTANZUELA	UC
<b>SM00</b>	<b>SAN MATEO</b>	<b>22</b>
SM11	CANTERAS	US
SM12	PTO_ALEGRE	US
SM13	BARRIO_NVO	US
SM14	SAN_CARLOS	US
SM15	LEON_XIII	US
SM16	C_TORRES	US
SM17	WEST_ARCO	US
SM18	PORVENIR	US
SM19	EL_ATICO	US

SM1A	VEREDITA	US
SM1B	TERREROS	US
SM1C	POLICARPA	US
SM21	RIVELINO	US
SM22	NARANJOS	US
SM23	QUINTANARE	US
SM24	SUCRE	US
SM25	UNISUR	US
SM26	PIAMONTE	US
SM27	CAZUCA	US
SM28	QUESADA	US
SM29	VOGUE	US
SM2A	HELIOS	US
<b>SU00</b>	<b>SUBA</b>	<b>16</b>
SU11	MAZUREN	UN
SU12	PROVENZA	UN
SU13	BOSTON	UN
SU14	MIRANDELA	UN
SU15	PORTALES	UN
SU16	LINCOLN	UN
SU17	CALLE_170	UN
SU18	VL_MAGDALA	UN
SU21	LA_CAMPINA	UN
SU22	BACATA	UN
SU23	STA_MONICA	UN
SU24	CAMPANELA	UN
SU25	PARCELACIO	UN
SU26	J_N_CORPAS	UN
SU27	VL_PRADO	UN
SU28	SN_CIPRIAN	UN
<b>TB00</b>	<b>TIBABUYES</b>	<b>24</b>
TB11	COSTA_AZUL	UN
TB12	VL_MARIA	UN
TB13	URB_LAROSA	UN
TB14	RINCON	UN
TB15	SANTA_INES	UN
TB16	BQE_SUBA	UN
TB17	LOCAL_TB17	UN
TB18	LINDARAJA	UN
TB21	PORTAL	UN
TB22	RUBI_NORTE	UN

TB23	NVA_TIBABU	UN
TB24	JAPON	UN
TB25	TOSCANA	UN
TB26	BERLIN	UN
TB27	ALCAPARROS	UN
TB28	PIEDRA_VER	UN
TB31	J_AMARILLO	UN
TB32	LA_GAITANA	UN
TB33	MANUELITA	UN
TB34	PUERTO_SOL	UN
TB35	BOCHALEMA	UN
TB36	LAS_FLORES	UN
TB37	CTRO_SUBA	UN
TB38	ALMENDROS	UN
<b>TE00</b>	<b>TECHO</b>	<b>28</b>
TE11	SINAI	US
TE12	AYACUCHO	US
TE13	KENNEDY	US
TE14	BRASIL	US
TE15	BANDERAS	US
TE16	HORIZONTE	US
TE17	PTE_CALDAS	US
TE18	CORABASTOS	US
TE21	LLANO_GRAN	US
TE22	ETB_BC	UC
TE23	DIONISIO	US
TE24	MARIA_PAZ	US
TE25	ESCOCIA	US
TE26	EM_MARIANA	US
TE27	HIPODROMO	US
TE28	CHICALA	US
TE31	PROVIVIEND	US
TE32	AV_BOYACA	US
TE33	TINTALA	US
TE34	MANDALAY	US
TE35	CASTILLA	UC
TE36	2_AVENIDAS	UC
TE37	ANDALUCIA	UC
TE38	AV_1_MAYO	US
TE41	PQE_TINTAL	US
TE42	PTO_BONITO	US

TE43	PANTANOS	US
TE44	ALTAMAR	US
<b>TO00</b>	<b>TORCA</b>	<b>16</b>
TO11	ARRAYANES	UN
TO12	GUAYMARAL	UN
TO13	MARANTA	UN
TO14	VERBENAL	UN
TO15	AMER_PIPE	UN
TO16	EL_GUAVIO	UN
TO17	S_BOLIVAR	UN
TO18	HATOGRANDE	UN
TO21	JORDAN	UN
TO22	BIMA	UN
TO23	SONORA	UN
TO24	CAOBOS	UN
TO25	CAPRI	UN
TO26	BELMIRA	UN
TO27	TEJARES	UN
TO28	MAICAO_ETB	UN
<b>TU00</b>	<b>TUNAL</b>	<b>19</b>
TU11	INEM	US
TU12	CIU_BOLIVA	US
TU13	NVO_LUCERO	US
TU14	MARANDU	US
TU15	SAN_BENITO	US
TU16	MARISCAL	US
TU17	ONTARIO	US
TU18	MEISSEN	US
TU19	JALISCO	US
TU1A	JERUSALEN	US
TU22	OKAL_MUZU	US
TU23	JJ_RONDON	US
TU24	LOCAL_ETB	US
TU25	ARBORIZADO	US
TU26	ATLANTA	US
TU27	GUIPARMA	US
TU28	FRANCISCO	US
TU29	J_PABLO_II	US
TU2A	CROYDON	US
<b>UM00</b>	<b>USME</b>	<b>20</b>
UM12	LA_CABANA	US

UM13	CHUNIZA	US
UM14	PICOTA	US
UM15	TESORO	US
UM17	SERRANIAS	US
UM18	MARICHUELA	US
UM21	VALLE	US
UM22	LADRILLERA	US
UM23	TIGUAQUE	US
UM24	TENERIFE	US
UM25	NACIONES_U	US
UM26	MTE_BLANCO	US
UM27	LUCERO	US
UM28	ALFO_LOPEZ	US
UM31	CIU_USME	RO
UM32	VENEZUELA	US
UM33	PASQUILLA	US
UM34	EL_UVAL	US
UM35	BOQUERON	US
UM36	VIVIENDAS	US
<b>US00</b>	<b>USAQUEN</b>	<b>20</b>
US11	TUNEL	UN
US12	CANTON_NTE	UN
US13	TEATRO_PAT	UN
US14	FUNDACION	UN
US15	BATAN	UN
US16	CALERA	UN
US17	WORL_TRADE	UN
US18	PATRICIO	UN
US21	REFUGIO	UN
US22	BELLASUIZA	UN
US23	CALLE_117	UN
US24	CARRETERA	UN
US25	BARCELONA	UN
US26	PEPESIERRA	UN
US27	POMONA	UN
US28	MOLINOS	UN
US31	CALLE_98	UN
US32	ST_BEATRIZ	UN
US33	BQE_MEDINA	UN
US34	LACAROLINA	UN
<b>VE00</b>	<b>VERAGUAS</b>	<b>22</b>

VE11	DERSA	US
VE12	STA_ISABEL	US
VE13	BC_VE_1	US
VE13	Condensadores	
VE14	GRASCO	UC
VE15	TEJAR	US
VE16	MILENTA	US
VE17	COLORTEX	US
VE18	TIBANA	US
VE21	BC_VE_2	US
VE21	Condensadores	
VE22	VILLA_INES	US
VE23	CAMELIA	US
VE24	METALES	UC
VE25	AVENIDA_3	US
VE26	CANALINDUS	UC
VE27	COMUNEROS	US
VE28	ACEITALES	UC
VE31	PRIMAVERA	US
VE32	ST_MATILDE	US
VE33	BQE_COMUN	US
VE34	OBRAS_ETB	US
VE35	GALAN	US
VE36	SECRESALUD	UC
<b>VI00</b>	<b>VICTORIA</b>	<b>23</b>
VI11R	USME	US
VI12	EL_PARAISO	US
VI12R	ACUEDUCTO	US
VI13	STA_MARTA	US
VI14	EL_MIRADOR	US
VI15	DANUBIO	US
VI16	ST_LIBRADA	US
VI17	ACUEDUC_11	US
VI18	MARRUECOS	US
VI21	ATENAS	US
VI22	MERCEDES	US
VI23	D_TURBAY	US
VI24	SANTA_RITA	US
VI25	SIDEL	US
VI26	COLUMNAS	US
VI27	EL_ZUQUE	US

VI28	LOS_ALPES	US
VI31	MALVINAS	US
VI33	FISCALA	US
VI34	REP_CANADA	US
VI35	JUAN_REY	US
VI36	MOLINO_SUR	US
VI37	GUACAMAYAS	US
<b>BA00</b>	<b>BALSILLAS</b>	<b>5</b>
BA11R	ECOPETROL	UB, RC
BA21R	BOGOTA	UB
BA22R	HONDURAS	UB, RC
BA23R	FACA	UB, RC
BA24R	MONDONEDO	UB
<b>CE00</b>	<b>PATIOS 34,5/11,4 kV</b>	<b>3</b>
CE11	COVICAL	UB
CE12	FRAYLEJONA	UB
CE21	MUNDO_NVO	UB
<b>CJ00</b>	<b>CAJICA 11,4 kV</b>	<b>4</b>
CJ11	RIO_FRIO	UB
CJ12	CANELON	UB
CJ21	CHUNUGUA	UB
CJ22	COLOMBIA	UB
<b>CL00</b>	<b>CALERA</b>	<b>3</b>
CL11R	POBLADO	UB, RN
CL12R	SANTA_ROSA	UB
CL14R	EL_RODEO	UB
<b>CY00</b>	<b>CACIQUE 11,4 kV</b>	<b>4</b>
CY11	CERCA_PIED	UB
CY12	FONQUETA	UB
CY21	LA_LORENA	UB
CY22	LA_BALSA	UB
<b>ES00</b>	<b>EL SOL</b>	<b>10</b>
ES11	EMCOCABLES	UB
ES11R	PACHO	UB, RN
ES12	REBANO	UB
ES12R	COLAR	UB
ES13	MANAS	UB
ES13R	VOLMO	UB
ES14	PORTACHUEL	UB
ES21R	EL_POMAR	UB
ES22R	SOL_TIBITO	UB

ES23R	APOSENTOS	UB
<b>IA00</b>	<b>CHIA 11,4 kV</b>	<b>3</b>
IA11	STA_LUCIA	UB
IA12	CHILACOS	UB
IA13	SAMARIA	UB
<b>MO00</b>	<b>MOSQUERA</b>	<b>12</b>
MO11R	HILOS	UB
MO12	SAN_ANDRES	UB
MO12R	AJOVER	UB
MO13	MADRID	UB
MO14	FUNZA	UB
MO15	SERREZUELA	UB
MO16	URBANIZAC	UB
MO17	TIBAITATA	UB
MO21	PLASTIHOGA	UB
MO22	TORINO	UB, RO
MO23	BOJACA	UB
MO24	FLORAMERIC	UB
<b>NA00</b>	<b>NELSON ALONSO 11,4 kV</b>	<b>3</b>
NA11	C_MILITAR	UB
NA12	LEONA	UB
NA22	AGAFANO	UB
<b>NC00</b>	<b>CORZO NUEVA 11,4 kV</b>	<b>2</b>
NC11	SAN_MARINO	UB
NC12	BENILDA	UB
<b>OT00</b>	<b>COTA 11,4 kV</b>	<b>3</b>
OT12	PARCELAS	UB
OT21	LA_MOYA	UB
OT22	FLORES_RIO	UB
<b>PT00</b>	<b>LA PUNTA 11,4 kV</b>	<b>3</b>
PT11	RETEN	UB
PT12	PTE_PIEDRA	UB
PT13	PALMACERA	UB
<b>SD00</b>	<b>SINDAMANOY 11,4 kV</b>	<b>2</b>
SD11	YERBABUENA	UB
SD12	SAGAMASA	UB
<b>SL00D</b>	<b>SALINAS 13,2 kV</b>	<b>4</b>
SL11D	COGUA	UB, RN
SL12D	SAN_RAFAEL	UB
SL13D	CEUCO	UB, RN
SL14D	MORTINO	UB

<b>SP00</b>	<b>SOPO 11,4 kV</b>	<b>3</b>
SP11	SN_AGUSTIN	UB
SP12	CAROLINA	UB
SP21	MARQUEZ	UB
<b>TC00</b>	<b>TOCANCIPA 11,4 kV</b>	<b>3</b>
TC11	LA FUENTE	UB
TC21	MANZANOS	UB
TC22	VERGANZO	UB
<b>TI00</b>	<b>TABIO 11,4 kV</b>	<b>3</b>
TI11	BARBARA	UB
TI21	VIRGINIA	UB
TI22	TERMALES	UB
<b>TJ00</b>	<b>TENJO</b>	<b>4</b>
TJ11R	BIMBO	UB, RC
TJ12R	LAMINADOS	UB
TJ21R	CARRASQUIL	UB, RC
TJ22R	VALVANERA	UB
<b>TN00</b>	<b>SABANILLA 34,5/11,4 kV</b>	<b>3</b>
TN12	CHACAL	UB
TN21	CHINCE	UB
TN22	ESTANCO	UB
<b>TZ00</b>	<b>TERMOZIPA</b>	<b>5</b>
TZ12R	TERMOZIAUX	UB
TZ13R	TERMOTIBIT	UB
TZ14R	MALTERIAS	UB
TZ15R	CANAVITA	UB
TZ16R	RURALES	UB
<b>ZP00D</b>	<b>ZIPAQUIRA 13,2 kV</b>	<b>5</b>
ZP12D	SAN_JORGE	UB
ZP13D	PARAMO	UB
ZP14D	CENTRO	UB
ZP17D	SAN_PABLO	UB
ZP18D	LOCAL_ZP18	UB