

Zona 4: Entre Cra. 13 y 22 entre Cll 100 y Cll 106 Arcillas blandas.

Nombre del barrio: Santa Bibiana

Zona 5: Entre Cll 2 y Cll 15 entre Cra 72 y Cra 73 Zona de arcillas duras y expansivas

Nombre del barrio: Americas Occidental

Generalidades de la Red de Acueducto de Santafé de Bogotá, D.C.

La red de la ciudad está distribuida en un área aproximada de 356 km². Debido a su extensión está dividida en tres zonas: la Zona Norte, la Centro y la Sur. A continuación se muestran las características principales de cada una de ellas.

Tabla No. 1
Zonas de Mantenimiento de la Red de Acueducto de Santafé de Bogotá

ZONA	AREA km ²	CAUDAL m ³ /s	INCLINACION	LONGITUD RED MATRIZ EN KM											
				70"	60"	45"	42"	36"	30"	24"	20"	TOT			
NORTE	105	4.21	23.56%	36.0	41.5		53								104.3
CENTRO	117	6.26	34.78%	9.0	17	8.5	38.7	16.5	4.4	21.5					113.5
SUR	134	7.50	41.67%	31.8			11.4	14.9	8.1	34.7	16.5				93.6
TOTAL	356	18.00	100.00%	56.8	43.2	8.5	55.4	31.4	12.5	48.2					311.4

Tabla No. 2
Zonas de Mantenimiento de la Red de Acueducto de Santafé de Bogotá. (Continuación)

ZONA	AREA Km ²	ESQUINAS	LONGITUD KM. REDES MENORES
NORTE	105	14.510	1.760
CENTRO	117	17.020	2.080
SUR	134	18.500	2.450
TOTAL	356	50.030	6.290

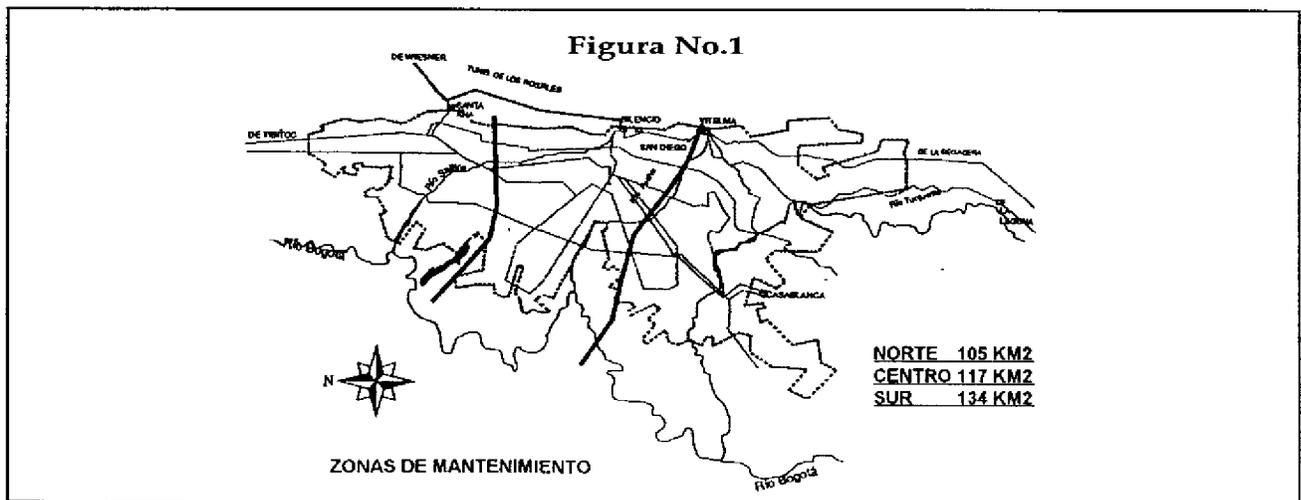
Descripción de suelos de la ciudad

Esta zonificación de la ciudad corresponde a la propuesta en la referencia No 8, de acuerdo a ella se ha dividido la ciudad en cinco zonas generalizadas (Ver Figura 6):

1. ZONA DE ROCA: Comprende la zona montañosa media-alta, está conformada por rocas sedimentarias arenosas, duras y resistentes a la erosión y rocas arcillosas blandas.
2. ZONA DE ARCILLAS DURAS: Perfil de suelo típico de zonas de laderas bajas en donde la cadena montañosa fue fuente de materiales que fueron arrastrados por la acción de los ríos y de los vientos.
3. ZONA DE ARCILLAS DURAS Y EXPANSIVAS: Se encuentra un limo arcilloso color negro, llamado neme con características expansivas. El perfil de suelo es típico de la zona de laderas bajas, donde los depósitos de laguna al retirarse formaron sedimentos fluviales y de pantano.
4. ZONA DE ARCILLAS BLANDAS: Allí se localizan los depósitos más compresibles de la ciudad, de tipo lacustre y fluvial, que corresponden a suelos blandos que se encuentran en proceso de consolidación.
5. ZONA DE COLUVIONES: Comprende los sectores de los piedemontes. La constituyen depósitos de ladera resultantes del transporte de materiales fracturados y erosionados. Los materiales que forman estos depósitos corresponden principalmente a gravas y bloques angulares y arenas

Daños causados sobre la Red de Acueducto de Santafé de Bogotá debidos al sismo de Tauramena del 19 de enero de 1995

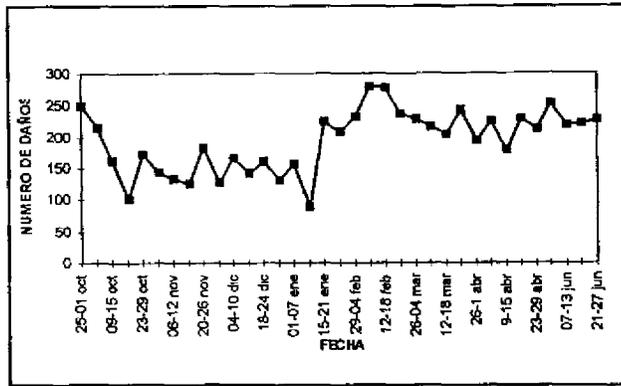
Hubo un incremento considerable en los daños por tubos rotos, pues de un promedio de 35 daños al día se paso a 70 y a 80 daños en los días siguientes. El daño mayor se produjo en la tubería de 60 pulgadas que se encuentra en la Diag 108 con Cra 11, que dejó con baja presión el sector comprendido entre



la Avenida Pepe Sierra y la calle 100 desde la avenida del Ferrocarril a la autopista Norte.

A continuación se presenta la curva de cierres efectuados durante octubre de 1994 y junio de 1995 (discretizado en semanas), donde se puede observar que realmente hubo un aumento significativo en el número de daños ocurridos entre el 15 y el 21 de enero que siguieron en aumento hasta mediados de febrero y a partir de allí se mantuvieron más o menos constantes, pero siendo mayores aún a los presentados en los meses anteriores, lo que demuestra la gran vulnerabilidad de la red aún para eventos sísmicos de menor importancia como fue el efecto del sismo de Tauramena que no es el mayor esperado para la ciudad. Ver Figura No. 2.

Figura No.2
Daños en la Red Octubre/94 Junio/95



Observando los daños durante el primer trimestre del año en cada una de las zonas de mantenimiento de la red de la ciudad, se observa que el diámetro de la tubería que se ve más afectado

Tabla No. 3
Reparaciones en tuberías
Enero -Marzo 1995

MATERIAL	CENTRO	SUR	NORTE	TOTAL	PORCENTAJE
AC	659	1138	698	2495	87.1
HF	17	13	1	31	1.1
HG	78	8	5	91	3.2
HA	4	3	0	7	0.2
PVC	12	155	73	240	8.4

Tabla No. 4
Daños por diámetro de
Enero a Marzo 1995

DIAMETRO	NORTE	CENTRO	TOTAL	PORCENTAJE
1	3	23	26	2.0
2	11	74	85	7.0
3	148	470	618	50.0
4	138	156	294	24.0
6	94	39	133	11.0
8	41	12	53	4.0
12	19	3	22	2.0

Figura No.3
Reparaciones en tuberías Ene. - Mar./95

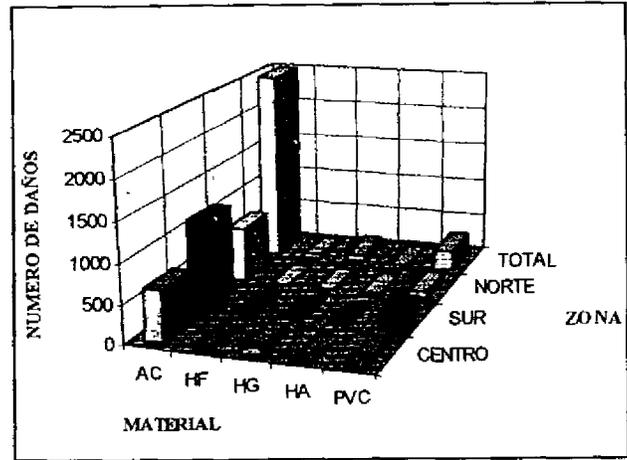
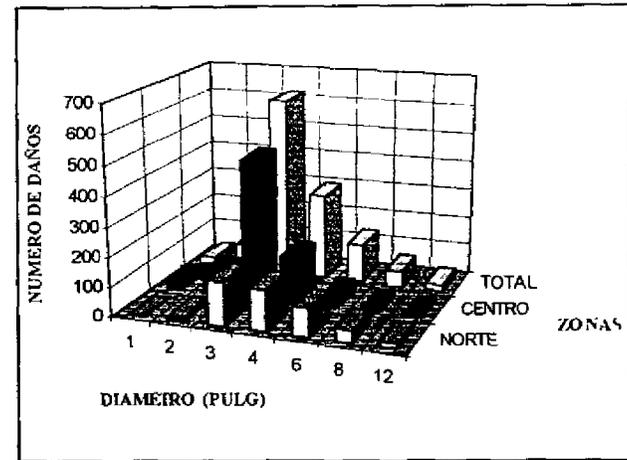


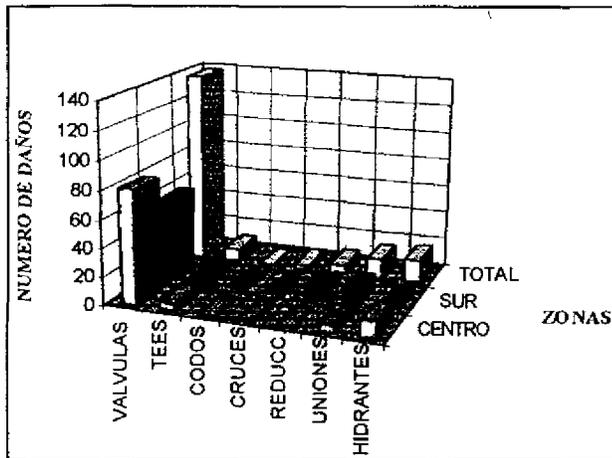
Figura No.4
Daños por diámetro de Ene. - Mar./95



es el de 3" con un 50%, continuando la de 4" con un 24% (Ver Tabla No. 4 y Figura No. 4). En cuanto a la reparación de accesorios se observa que las válvulas son las que presentan mayor número de reparaciones (73.8%), le siguen en orden descendente los hidrantes (8.6%) y las uniones (7.5%). Ver Tabla No. 5 y Figura No. 5.

Tabla No. 5
Reparación en Accesorios
Enero - Marzo 1995

	CENTRO	SUR	TOTAL	PORCENT
VÁLVULAS	80	58	138	73.8
TEES	5	4	9	4.8
CODOS	0	1	1	0.5
CRUCES	1	2	3	1.6
REDUCCIONES	0	6	6	3.2
UNIONES	5	9	14	7.5
HIDRANTES	12	4	16	8.6

Figura No.5
Reparaciones en Accesorios Ene-Mzo/95


Y finalmente, por reparaciones en tuberías se observa que el mayor número de ellas se tiene en tuberías de asbesto cemento (ver Tabla No. 3 y Figura No. 3). Esta información se obtuvo de la base de datos de cierres de la EAAB y de los boletines de daños de cada una de las zonas de mantenimiento (Norte-Sur-Centro)

En la tabla 6 se presentan los daños por tuberías rotas según tipos de suelos de Bogotá, los días 19, 20, 21 y 22 de Enero de 1995, donde se puede observar que la mayor cantidad de daños se dio sobre la zona de arcillas blandas, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla No. 6
Daños por tubos rotos días 19,20,21 y 22 de Enero de 1995

TIPOS DE SUELO	NUMERO DE DAÑOS	PORCENTAJE
ROCA	8	7.0%
ARCILLAS DURAS	11	9.0%
ARCILLAS DURAS Y EXPANSIVAS	17	14.0%
ARCILLAS BLANDAS	74	63.0%
COLUVIONES	8	7.0%
TOTAL	118	100.0%

Los resultados anteriores indican la gran vulnerabilidad que se tiene en la red ubicada sobre arcillas blandas, ello se debe posiblemente a la amplificación de las ondas sísmicas del suelo en esa zona que hace que los esfuerzos a los que están sometidas las tuberías sean mayores a los resistentes, también es importante hacer notar la gran incidencia de daños entre la zona de transición de coluviones a la zona de arcillas blandas, lo que indica que posiblemente pueden ocurrir con mayor facilidad asentamientos diferenciales debidos al cambio de propiedades que tiene el suelo en dichas zonas. Vale la pena hacer notar la importancia que tiene el tipo de suelo en la respuesta sísmica de las tuberías que conforman la red, además, claro está, de otros factores como la edad y el tipo de material principalmente

Determinación cuantitativa de la vulnerabilidad del sistema

El objetivo es estimar un valor numérico entre 0 (no vulnerable) y 100 (muy vulnerable) que represente la vulnerabilidad del sistema estudiado. Consta de los siguientes pasos

1. Cálculo de la vulnerabilidad de cada uno de los componentes.

Se debe calcular con base en el criterio de quien lo esté realizando. Es necesario para calcular la vulnerabilidad total dando valores adecuados de importancia dentro de la totalidad del sistema. Es necesario elaborar dos listas, una de subcomponentes (accesorios) y otra con las principales características (parámetros).

Como accesorios se tienen 1. Tubería, 2. Hidrantes, 3. Válvulas, 4. Uniones, 5. Codos y Tees y 6. Otros (Registros, cruces, reducciones).

Como parámetros se tiene: 1. Factor Sísmico, 2. Longitud de la tubería, 3. Edad de los accesorios, 4. Material de los accesorios, 5. Diámetro de la tubería, 6. Profundidad de la tubería, 7. Cantidad de tubería (se da en longitud de tubería por unidad de área) y cantidad de accesorios (se da en cantidad sobre longitud de tubería).

Para cada accesorio se determinan rangos de estado e índices de vulnerabilidad de cada uno de los parámetros, por ejemplo si un parámetro es la edad, es posible que el accesorio correspondiente a la tubería tenga una edad de 10, 20, 30 o más años, lo que daría valores de vulnerabilidad más altos para las

Tabla No 7
Valores de Ponderación de Importancia para cada accesorio (fp_{ij})

ACCESORIO	No	LONG	EDAD	MAT.	DIAM.	PROF.	CANT	
Tubería	1	0.10	0.25	0.25	0.10	0.05	0.25	1.00
Hidrante	2	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.50	1.00
Válvula	3	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.60	1.00
Uniones	4	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.60	1.00
Codo-Tee	5	0.00	0.20	0.30	0.00	0.00	0.50	1.00
Otros	6	0.00	0.20	0.30	0.00	0.00	0.50	1.00

tuberías más antiguas que para las nuevas, por lo tanto, el criterio de definición de esos rangos debe tener en cuenta un rango de vulnerabilidad asociado.

Para cada accesorio se determina cual es el valor de importancia de cada parámetro. Por ejemplo, si se tienen dos parámetros (j), edad y material y el accesorio (i) es la tubería, debe determinarse un factor de ponderación de importancia (fp_{ij}) que represente la importancia del parámetro edad y del parámetro