

Figura 4.2.18(2)

Estimativo de Edificios Seriamente Dañados (Tasa de daño)

Tabla 4.2.16 Resumen de Daños a los Edificios

		Case 1		Case 2		Case 3	
		Heavily Damaged Building		Heavily Damaged Building		Heavily Damaged Building	
Locality or Municipality		Number (nos)	Ratio (%)	Number (nos)	Ratio (%)	Number (nos)	Ratio (%)
Bogotá	Usaquén	11,070	2.8%	14,697	3.5%	2,404	3.9%
	Chapinero	5,771	1.4%	5,158	1.2%	481	0.8%
	Santa Fe	10,418	2.6%	8,232	2.0%	1,035	1.7%
	San Cristobal	43,281	10.8%	30,561	7.2%	2,506	4.1%
	Usme	33,740	8.4%	27,135	6.4%	2,305	3.7%
	Tunjuelito	13,959	3.5%	12,995	3.1%	2,144	3.5%
	Bosa	25,666	6.4%	28,442	6.7%	3,466	5.6%
	Kennedy	46,229	11.6%	49,964	11.8%	7,387	11.9%
	Fontibón	4,153	1.0%	11,269	2.7%	2,217	3.6%
	Engativá	11,873	3.0%	35,197	8.3%	6,796	11.0%
	Suba	16,786	4.2%	37,336	8.8%	7,628	12.3%
	Barrios Unidos	4,854	1.2%	13,242	3.1%	2,642	4.3%
	Teusaquillo	4,089	1.0%	7,365	1.7%	1,144	1.9%
	Mártires	7,500	1.9%	7,285	1.7%	937	1.5%
	Antonio Nariño	7,273	1.8%	7,153	1.7%	932	1.5%
	Puente Aranda	18,575	4.7%	18,697	4.4%	2,493	4.0%
	La Candelaria	2,122	0.5%	1,925	0.5%	287	0.5%
	Rafael Uribe	38,244	9.6%	29,062	6.9%	3,066	5.0%
	Ciudad Bolívar	55,569	13.9%	31,870	7.6%	2,038	3.3%
		Sub Total	362,072	90.7%	377,585	89.5%	51,908
Cundinamarca	Chia	3,725	0.9%	8,014	1.9%	2,370	3.8%
	Cota	1,460	0.4%	2,447	0.6%	722	1.2%
	Facatativa	5,078	1.3%	5,325	1.3%	1,372	2.2%
	Funza	1,555	0.4%	3,329	0.8%	897	1.5%
	La Calera	1,746	0.4%	1,435	0.3%	71	0.1%
	Madrid	2,089	0.5%	4,069	1.0%	1,240	2.0%
	Mosquera	1,329	0.3%	2,436	0.6%	486	0.8%
	Soacha	20,330	5.1%	17,349	4.1%	2,763	4.5%
		Sub Total	37,312	9.3%	44,404	10.5%	9,921
	Total	399,384	100.0%	421,989	100.0%	61,829	100.0%

D. Discusión

a) Edificios con daños mayores

Como se puede apreciar en la tabla anterior y en las figuras del estimativo de los daños, la relación de la totalidad de los edificios con daños mayores está entre un 45% y un 48% en caso de un terremoto cercano o a distancia media, intervalo que es mayor al de los resultados del estudio anterior.

La relación del daño es mayor en la parte sur del Área Metropolitana de Bogotá en caso de un terremoto cercano. Esto se atribuye tanto a un terremoto de mayor intensidad como a un desempeño sísmico más bajo según se define en este Estudio comparado con el estudio anterior.

(2) Víctimas humanas

A. Datos recopilados

Como es mencionado en (4) datos recopilados para estimativos, las víctimas humanas se han calculado con base en los datos tanto de edificaciones como de población.

B. Métodos y procedimiento

a) Procedimiento

La Figura 4.2.19 muestra un diagrama de flujo utilizado en el cálculo de las pérdidas humanas.

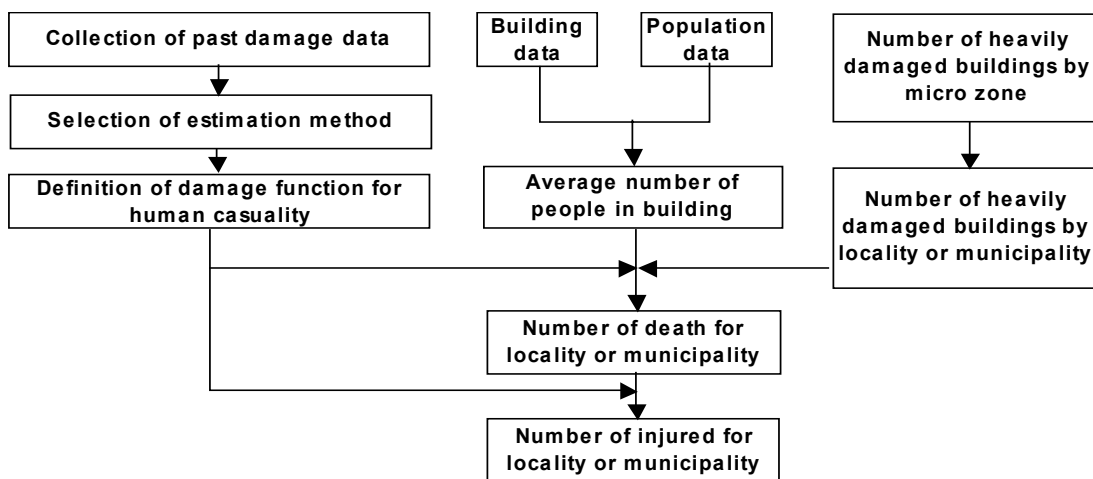


Figura 4.2.19 Diagrama de Flujo Utilizado en el Cálculo de Víctimas Humanas

b) Muertes humanas

Este estudio define las muertes humanas durante un terremoto como el número de víctimas por daños en las edificaciones.

La relación entre el número de muertes y el número de edificios con daños mayores está basada en el estudio realizado por el DANE para el terremoto del Quindío en 1999. Estas cifras tienen buena correlación según se aprecia en la Figura 4.2.20. Por consiguiente, se propone la siguiente ecuación para estimar las muertes humanas debido a daños en las edificaciones en el área de estudio.

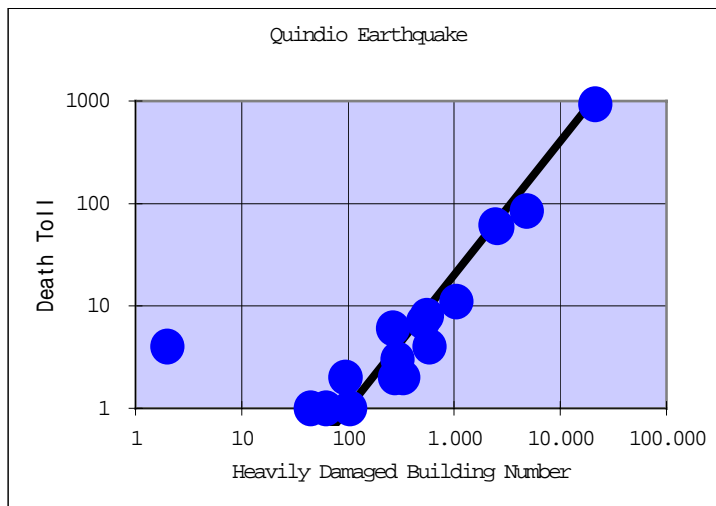


Figura 4.2.20 Relación de Edificaciones con Daños Mayores y Muertes

$$\text{Log } Y = 1.3029 \text{ log } X - 2.6039$$

En la cual Y: Número de muertos

X: Número de edificaciones con daños mayores

c) Personas lesionadas

La relación entre el número de muertos y lesionados también se obtiene de la Figura 4.2.20, y es expresado en la Figura 4.2.21. En cuanto a la figura, la relación entre los muertos y las víctimas se formula con la siguiente ecuación:

$$\text{Log } Y = 0.9824 \text{ log } X + 0.9031$$

En la cual Y: Número de lesionados

X: Número de muertos por edificaciones con daños mayores

En este estudio se adopta la anterior relación para estimar el número de víctimas humanas debido a daños en las edificaciones.

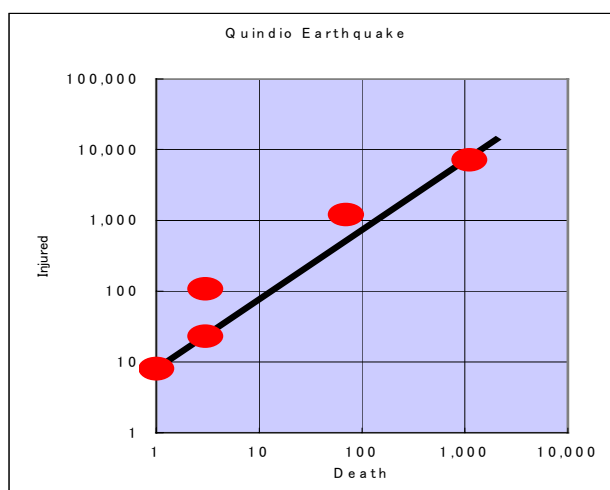


Figura 4.2.21 Relación Entre el Número de Muertos y Lesionados

C. Resultados del estimativo

La siguiente tabla y figura muestran los resultados del estimativo calculado.

Tabla 4.2.17 Resultados Estimados

Locality or Municipality	Case 1				Case 2				Case 3				
	Human Death		Human Injury		Human Death		Human Injury		Human Death		Human Injury		
	Number (persons)	Ratio (%)	Number (persons)	Ratio (%)	Number (persons)	Ratio (%)	Number (persons)	Ratio (%)	Number (persons)	Ratio (%)	Number (persons)	Ratio (%)	
Bogotá	Usaquen	1,081	2.8%	7,651	2.8%	1,564	3.9%	10,996	3.9%	148	4.5%	1,083	4.4%
	Chapinero	336	0.9%	2,426	0.9%	290	0.7%	2,101	0.7%	13	0.4%	101	0.4%
	Santa Fe	642	1.6%	4,580	1.7%	472	1.2%	3,388	1.2%	32	1.0%	238	1.0%
	San Cristobal	5,104	13.0%	35,136	12.9%	3,243	8.0%	22,507	8.0%	125	3.8%	916	3.8%
	Usme	3,027	7.7%	21,028	7.7%	2,279	5.6%	15,911	5.7%	92	2.8%	678	2.8%
	Tunjuelito	1,544	3.9%	10,854	4.0%	1,406	3.5%	9,904	3.5%	134	4.1%	987	4.1%
	Bosa	2,529	6.4%	17,629	6.5%	2,892	7.2%	20,106	7.1%	186	5.7%	1,359	5.6%
	Kennedy	6,564	16.7%	44,985	16.5%	7,263	18.0%	49,688	17.6%	602	18.4%	4,302	17.7%
	Fontibón	299	0.8%	2,162	0.8%	1,097	2.7%	7,757	2.8%	132	4.0%	968	4.0%
	Engativá	1,014	2.6%	7,181	2.6%	4,177	10.3%	28,859	10.2%	490	15.0%	3,516	14.4%
	Suba	1,460	3.7%	10,273	3.8%	4,134	10.2%	28,582	10.2%	522	16.0%	3,743	15.4%
	Barrios Unidos	213	0.5%	1,552	0.6%	788	1.9%	5,608	2.0%	97	3.0%	713	2.9%
	Teusaquillo	269	0.7%	1,947	0.7%	446	1.1%	3,205	1.1%	39	1.2%	296	1.2%
	Mártires	378	1.0%	2,727	1.0%	364	0.9%	2,627	0.9%	25	0.8%	190	0.8%
	Antonio Nariño	428	1.1%	3,076	1.1%	419	1.0%	3,011	1.1%	29	0.9%	222	0.9%
	Puente Aranda	1,497	3.8%	10,529	3.9%	1,510	3.7%	10,617	3.8%	109	3.3%	805	3.3%
	La Candelaria	115	0.3%	843	0.3%	101	0.2%	744	0.3%	8	0.3%	65	0.3%
	Rafael Uribe	3,848	9.8%	26,622	9.8%	2,691	6.7%	18,733	6.7%	144	4.4%	1,053	4.3%
	Ciudad Bolívar	7,280	18.5%	49,806	18.3%	3,528	8.7%	24,448	8.7%	98	3.0%	724	3.0%
	Sub Total	37,627	95.9%	261,005	95.7%	38,667	95.6%	268,792	95.5%	3,026	92.7%	21,959	90.2%
Cundinamarca	Chia	85	0.2%	628	0.2%	230	0.6%	1,674	0.6%	47	1.4%	352	1.4%
	Cota	23	0.1%	177	0.1%	46	0.1%	343	0.1%	9	0.3%	72	0.3%
	Facatativá	227	0.6%	1,650	0.6%	241	0.6%	1,753	0.6%	41	1.3%	309	1.3%
	Funza	45	0.1%	334	0.1%	120	0.3%	885	0.3%	22	0.7%	165	0.7%
	La Calera	47	0.1%	349	0.1%	36	0.1%	272	0.1%	1	0.0%	6	0.0%
	Madrid	60	0.2%	443	0.2%	142	0.4%	1,040	0.4%	30	0.9%	227	0.9%
	Mosquera	23	0.1%	175	0.1%	51	0.1%	381	0.1%	6	0.2%	48	0.2%
	Soacha	1,112	2.8%	7,865	2.9%	905	2.2%	6,420	2.3%	83	2.5%	611	2.5%
	Sub Total	1,622	4.1%	11,621	4.3%	1,771	4.4%	12,768	4.5%	239	7.3%	1,790	7.4%
	Total	39,249	100.0%	272,626	100.0%	40,438	100.0%	281,560	100.0%	3,265	100.0%	24,349	100.0%

D. Discusión

Aproximadamente cuarenta mil personas morirán debido a daños mayores en las edificaciones en caso que se presente un terremoto cercano o de media distancia. Los porcentajes más altos de muertes se encuentran en la parte sur de la ciudad en caso de un terremoto cercano.

Sin embargo, en caso de un terremoto a distancia media, las víctimas se distribuyen a lo largo de toda el área del estudio por lo que se requieren medidas preventivas urgentes contra desastres causados por sismos.

(3) Servicios públicos

Los siguientes 4 tipos de servicios públicos han sido estimados:

- Tubería del acueducto.
- Líneas de Gas Natural.
- Cables de energía eléctrica.
- Cables de telecomunicaciones.

Las instalaciones de los servicios públicos se deben clasificar en dos categorías principales: los nodos y los enlaces. Los nodos incluyen instalaciones como plantas de purificación y subestaciones; los enlaces incluyen instalaciones como tubería o líneas para propósitos de suministro y distribución.

A. Red de distribución del acueducto

a) Datos recopilados

La EAAB suministró datos SIG o CAD para la tubería del acueducto en todo el área de Bogotá y para el área urbana en los ocho municipios en Cundinamarca. No se estudió el área rural de Cundinamarca por falta de información.

Los datos suministrados para Bogotá incluyen información sobre la red de servicio, incluyendo el diámetro de la tubería entre 1 y 78 pulgadas y el material de la tubería. Sin embargo, los datos no incluyen la tubería que va hasta cada edificio.

Los datos recopilados están clasificados por material como lo muestra la Tabla 4.2.18 y por diámetro como se aprecia en la Tabla 4.2.19. El Apéndice 4.2.6 describe los detalles del procedimiento llevado a cabo para la compilación de los datos.

Cabe notar que la proporción del tipo de material de la tubería es diferente entre Bogotá y los municipios de Cundinamarca. Esta diferencia se origina por la fecha de instalación de la misma, ya que la de Cundinamarca fue instalada posteriormente a la de Bogotá.

Tabla 4.2.18 Distribución de la Red de Acueducto por Material

	Locality or Municipality	Asbest-cement pipe (ACP)	Cast Iron (CIP)	Galvanized Iron (SP)	Polyvinyl-chloride pipe (VP)	Reinforced Concrete (ACP)	Steel (SP)	Steel Iron (SP)	Unknown	Sum (m)	Sum (%)
Bogotá	Usaquén	369,002	2,209	377	75,457	11,008	5,224	0	24,977	488,253	7.2
	Chapinero	159,138	6,623	25,257	47,119	1,557	4,482	1,780	7,648	253,606	3.7
	Santa Fe	134,311	1,245	9,866	5,566	28,998	407	0	3,511	183,903	2.7
	San Cristobal	278,913	3,670	15,463	64,001	26,501	418	619	4,758	394,344	5.8
	Usme	126,166	227	168	29,536	5,481	0	1,932	919	164,430	2.4
	Tunjuelito	145,691	1,431	4,173	6,134	6,974	0	3,596	41	168,040	2.5
	Bosa	198,614	0	802	46,226	13,995	0	0	1,019	260,657	3.8
	Kennedy	510,429	580	2,127	115,990	34,077	0	2,499	3,020	668,722	9.8
	Fontibón	233,865	1,196	6,378	15,979	19,435	0	0	3,570	280,423	4.1
	Engativá	509,134	1,894	8,693	61,036	27,984	0	0	6,919	615,661	9.1
	Suba	357,034	17	524	301,663	21,966	0	5,820	29,889	716,915	10.6
	Barrios Unidos	192,104	8,211	34,615	27,986	3,907	3,619	13	2,062	272,517	4.0
	Teusaquillo	181,891	7,465	32,110	17,084	17,409	939	205	12,714	269,816	4.0
	Mártires	140,094	4,535	34,341	478	9,223	299	0	395	189,365	2.8
	Antonio Nariño	95,520	5,066	20,829	5,565	5,658	0	2,374	291	135,302	2.0
	Puente Aranda	345,323	9,098	15,980	23,727	21,969	0	11	1,902	418,009	6.2
	La Candelaria	42,089	142	2,703	399	8,852	15	0	1,431	55,631	0.8
	Rafael Uribe	233,398	4,962	34,195	40,226	10,676	0	9,715	518	333,689	4.9
	Ciudad Bolívar	293,808	0	3,842	61,351	16,669	0	689	7,803	384,162	5.7
	Sub-total (m)	4,546,525	58,571	252,443	945,522	292,340	21,222	23,432	113,388	6,253,444	92.1
	(%)	72.7	0.9	4.0	15.1	4.7	0.3	0.4	1.8	100.0	
Cundinamarca	Chía	0	0	0	141,785	0	0	0	576	142,361	2.1
	Cota	0	0	0	0	0	0	0	15,903	15,903	0.2
	Facatativá	0	0	0	0	0	0	0	25,697	25,697	0.4
	Funza	26,736	172	0	38,614	0	0	0	1,436	66,958	1.0
	La Calera	0	0	0	18,661	0	0	0	0	18,661	0.3
	Madrid	31,438	244	0	17,564	0	0	0	623	49,869	0.7
	Mosquera	16,559	0	0	22,406	1,723	0	0	2,830	43,519	0.6
	Soacha	119,580	0	7,478	33,505	11,234	0	0	1,282	173,080	2.5
	Sub-total (m)	194,314	415	7,478	272,535	12,957	0	0	48,349	536,048	7.9
	(%)	3.6	0.1	1.4	50.8	2.4	0.0	0.0	9.0	100.0	
	Total (m)	4,740,839	58,987	259,921	1,218,057	305,297	21,222	23,432	161,736	6,789,491	100.0
	(%)	69.8	0.9	3.8	17.9	4.5	0.3	0.3	2.4	100.0	

Fuente: EAAB

Tabla 4.2.19 Distribución de la Red de Acueducto por Diámetro

	Locality or Municipality	D is bigger than 500mm	D is 200-500mm	D is 100-200mm	D is smaller than 100mm	Sum (m)	Sum (%)
Bogotá	Usaquén	42,264	58,205	189,153	198,632	488,253	7.2
	Chapinero	10,341	45,813	128,944	68,508	253,606	3.7
	Santa Fe	25,220	34,762	64,126	59,795	183,903	2.7
	San Cristobal	28,343	56,720	90,834	218,447	394,344	5.8
	Usme	10,015	9,340	42,237	102,838	164,430	2.4
	Tunjuelito	6,577	21,796	52,390	87,277	168,040	2.5
	Bosa	11,666	21,715	78,534	148,741	260,657	3.8
	Kennedy	23,227	79,513	215,692	350,290	668,722	9.8
	Fontibón	15,423	50,962	101,517	112,521	280,423	4.1
	Engativá	25,328	91,809	237,891	260,632	615,661	9.1
	Suba	46,249	114,783	261,025	295,108	717,165	10.6
	Barrios Unidos	12,138	32,640	108,317	119,421	272,517	4.0
	Teusaquillo	19,745	34,947	123,246	91,878	269,816	4.0
	Mártires	7,023	28,746	64,545	89,051	189,365	2.8
	Antonio Nariño	5,093	20,849	40,878	68,482	135,302	2.0
	Puente Aranda	20,721	72,159	163,084	162,045	418,009	6.2
	La Candelaria	6,598	13,803	23,129	12,101	55,631	0.8
	Rafael Uribe	10,708	37,804	114,064	171,114	333,689	4.9
	Ciudad Bolívar	21,362	47,111	112,504	203,185	384,162	5.7
	Sub-total (m)	348,041	873,475	2,212,110	2,820,066	6,253,693	92.1
	(%)	5.6	14.0	35.4	45.1	100.0	
Cundinamarca	Chía	963	10,775	31,482	99,141	142,361	2.1
	Cota	0	0	822	15,081	15,903	0.2
	Facatativá	0	13,453	10,753	1,492	25,697	0.4
	Funza	1,436	8,139	13,497	43,885	66,958	1.0
	La Calera	0	554	2,907	15,201	18,661	0.3
	Madrid	623	6,814	15,047	27,384	49,869	0.7
	Mosquera	4,553	3,779	11,425	23,762	43,519	0.6
	Soacha	8,964	18,213	55,208	90,695	173,080	2.5
	Sub-total (m)	16,540	61,727	141,140	316,640	536,048	7.9
	(%)	3.1	11.5	26.3	59.1	100.0	
	Total (m)	364,581	935,202	2,353,251	3,136,706	6,789,741	100.0
	(%)	5.4	13.8	34.7	46.2	100.0	

Fuente: EAAB

b) Métodos y procedimientos

Supuestos

Los siguientes son los supuestos básicos aplicados para estimar los daños en la tubería de gas natural.

El enfoque estadístico para estimar los daños de los enlaces, ej., tubería y líneas de distribución, sólo se aplica cuando se dispone de la información sobre su estructura y longitud en un área dada. Este fue el enfoque que se usó para el estudio.

- No se incluyeron las instalaciones de los nodos para el estimado de los daños, como las plantas de purificación de agua, los tanques de gas, los generadores de energía eléctrica, las estaciones de transformación y las estaciones de teléfonos. Se deben hacer diagnósticos individuales para cada instalación nodo para evaluar su seguridad industrial contra terremotos.
- Los daños se estiman como resultado directo del movimiento del suelo como la ruptura o la separación de la tubería. No se incluyen los daños secundarios tales como los efecto de deslizamientos o colapsos los edificios.
- Los resultados se consideran como una representación estadística en determinada área.
- El método para la estimación de daño inicialmente está basado en experiencias de daños anteriores.
- En aquellos casos en los cuales no se dispone de los datos deseados, los datos de entrada se establecen con supuestos razonables. Por consiguiente, la precisión de los resultados se debe basar en la calidad de los datos de entrada.

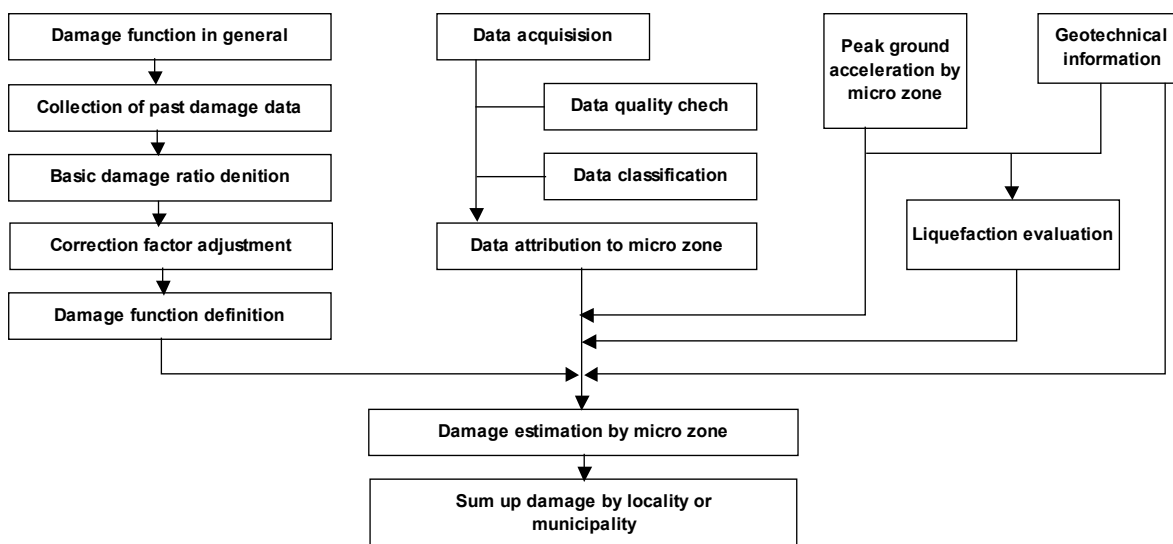


Figura 4.2.22 Diagrama de Flujo para Calculo de Daño en las Tuberías del Acueducto y de Gas Natural

c) Función de daños

No se dispone de muchos estudios cuantitativos sobre daños sísmicos para los servicios públicos en el área del estudio.

Las características estructurales de las redes de distribución son consideradas similares a las del Japón. Aunque la resistencia de los materiales de la tubería no es muy distinta a la de los materiales en el Japón, se considera que la calidad de la construcción de las juntas siempre conlleva problemas. Por lo tanto, en este estudio se aplicó un método de análisis para el estimado del daño de las tuberías de agua y de gas propuesto por la Japan Waterworks Association (Asociación de Abastecimiento de Agua del Japón), método ampliamente usado en Japón. No obstante, se considera que los daños serán mayores a aquellos estimados.

En Japón se ha usado con frecuencia la relación $R(a)$ de daño estándar para tuberías de acueductos propuesta por Kubo and Katayama (1975)⁴⁻²⁻¹ para evaluar el riesgo sísmico en los acueductos. La relación de daño para dichas tuberías $R_m(\alpha)$ se define así:

$$R_m(\alpha) = C_p \times C_d \times C_g \times C_1 \times R(\alpha)$$

En la cual,

- $R_m(\alpha)$: relación de daño estándar (puntos dañados/km),
- C_p : factor de corrección para el material de la tubería
- C_d : factor de corrección para el diámetro de la tubería
- C_g : factor de corrección para la topografía y el suelo
- C_1 : factor de corrección para licuefacción
- α : aceleración pico del suelo (gal)

La Japan Waterworks Association⁴⁻²⁻² (1996) compiló la relación entre la tasa de daño de las tuberías y el valor de PGA (Aceleración Pico del Terreno) con base en observaciones reales de los daños del terremoto de Kobe en 1995, y la aplicación de una relación de daño promedio, especialmente para los casos de PGA más altos. Existe una importante diferencia en la tasa de daño entre los dos procedimientos anteriores, especialmente para el intervalo de aceleración entre 300 gal y 800 gal.

⁴⁻²⁻¹ Japan Water works Association (Nov. 1998 Estimado del daño de un acueducto debido a un terremoto).

⁴⁻²⁻² K. Kubo & T. Katayama (1975 Estimado del daño de un acueducto subterráneo).

El estudio de Kawakami's (1996)⁴⁻²⁻³ indica que 1) la tasa de interrupción del servicio, dos días después de la sacudida principal es de aproximadamente un 60%, y 2) la tasa de interrupción en el servicio es del 87% en el caso de dos puntos dañados/km.

De acuerdo con el estudio de daños para el terremoto del Quindío en 1999, se observa lo siguiente:

- En Armenia, la PGA registrada fue de 589 gal, y prácticamente no hubo ningún servicio disponible dos días después de la sacudida principal.
- En Pereira, la PGA registrada fue de 291 gal. Casi todos los servicios estaban disponibles dos días después de la sacudida principal.

Relación de daño estándar propuesta para este estudio

Si se aplica una PGA (Aceleración Pico del Terremoto) de 589 gal para el terremoto de Armenia a la curva de daños de la Japan Waterworks Association, la relación de daño se estima en unos 0.6 puntos/km. Sin embargo, casi toda la interrupción de servicios después de dos días indica que la relación de daño sería mayor a 0.6 puntos/km basados en el trabajo de Kawakami. Por observaciones en el sitio, también se nota que la situación de la instalación es diferente a la del Japón.

Por consiguiente, se propone una relación de daño mayor a la curva de daño de la Japan Waterworks Association según se muestra en la Figura 4.2.23.

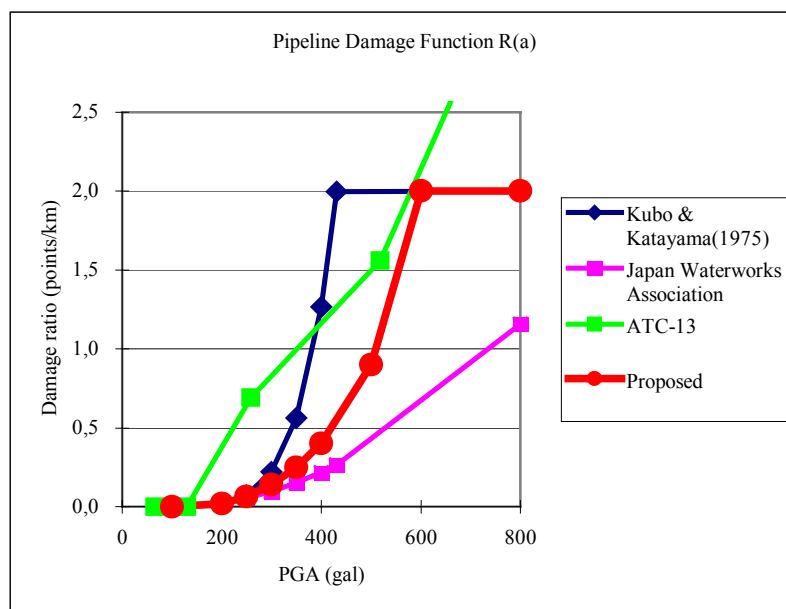


Figura 4.2.23 Relación de Daño Tipo para Tuberías

⁴⁻²⁻³ E. KAWAKAMI (1996 Relación entre la forma del sistema de tráfico vehicular y el establecimiento de una conexión)

En el método de Kubo y Katayama, se incluyen varios factores de corrección tales como el material, el diámetro de la tubería, el suelo y el potencial de licuación. Este estudio mantiene dichos valores mientras que la clasificación del material de la tubería, el diámetro de la tubería y el suelo se ajustan a la situación Colombiana. Lo anterior se muestra entre la Tabla 4.2.20 y la Tabla 4.2.23.

Tabla 4.2.20 Factor de Corrección por Material de la Tubería (Cp)

Pipe material	Correction factor Cp
Asbest-cement, Reinforced concrete [ACP]	1.2
Cast iron [CIP]	1
Polyvinyl-chloride [VP]	1
Steel, Steel Iron , Galvanized iron [SP]	0.3
Unknown	1

Tabla 4.2.21 Factor de Corrección por Diámetro de la Tubería (Cd)

Diameter	Correction factor Cd
φ 100mm or smaller	1.6
φ 100mm - 200mm	1
φ 200mm - 500mm	0.8
φ 500 or bigger	0.5

Tabla 4.2.22 Factor de corrección por Tipo de Suelo (Cg)

Ground	Correction factor Cg
Geotechnical Zone 1,2: good ground	0.4
Geotechnical Zone 3,4: good ground	1.1
Geotechnical Zone 5: alluvial plane	1
Geotechnical Zone 6: soft soil	1
Geotechnical Zone 7,8: other than above	1

Tabla 4.2.23 Factor de Corrección por Licuación (Cc)

Liquefaction potential	Correction factor Cl
None	1
Possible	2
Probable	2.4

d) Resultados de la estimación

Caso 1: La Cajita

La Tabla 4.2.24 y en la Figura 4.2.24 muestran los resultados estimados. Los daños se concentran en la parte sur el área del Estudio debido a una fuerte aceleración del suelo y o fenómenos de licuación, lo que haría que el daño fuese mayor. En Cundinamarca, Soacha sufre mayor daño. En Bogotá, la relación del daño en Usme y Ciudad Bolívar excede los 2.0 puntos por km. Durante el

terremoto de 1999 en el Quindío, el servicio de agua quedó totalmente interrumpido inmediatamente después del evento en el área donde la relación de daño excedía los 2.0 puntos por km. La relación de daño en San Cristóbal y en Soacha también es alta siendo de 1.3 puntos por km y 1.4 puntos por km respectivamente.

Caso 2: Guayuriba

La Tabla 4.2.24 y en la Figura 4.2.24 muestran los resultados de este caso. El área afectada se distribuye ampliamente en Bogotá aunque la totalidad del daño es inferior al del Caso 1. Dicho daño se extenderá en el área de licuación. El área con la relación de daño máxima es Tunjuelito cuyo valor es de 0.5 puntos por km. No es probable que se interrumpa por completo el servicio de agua en alguna localidad de Bogotá o municipio de Cundinamarca.

Caso 3: Subducción

Los resultados se presentan en la Tabla 4.2.24 y el Figura 4.2.24. No se espera casi ningún daño para este caso. Sin embargo, podrían presentarse algunos daños por colapso de edificaciones, aunque ese caso no fue evaluado en el presente estudio.

Comentarios

- El daño será extenso debido a la licuación en localidades susceptibles a dicho fenómeno como Kennedy, Puente Aranda, Rafael Uribe y Ciudad Bolívar.
- En cuanto al material de la tubería, el asbesto cemento es el que sufre mayores daños. Esto se atribuye en parte a la relativa fragilidad del material y en parte a su extenso uso, cuya proporción es de un 70% en toda el área.

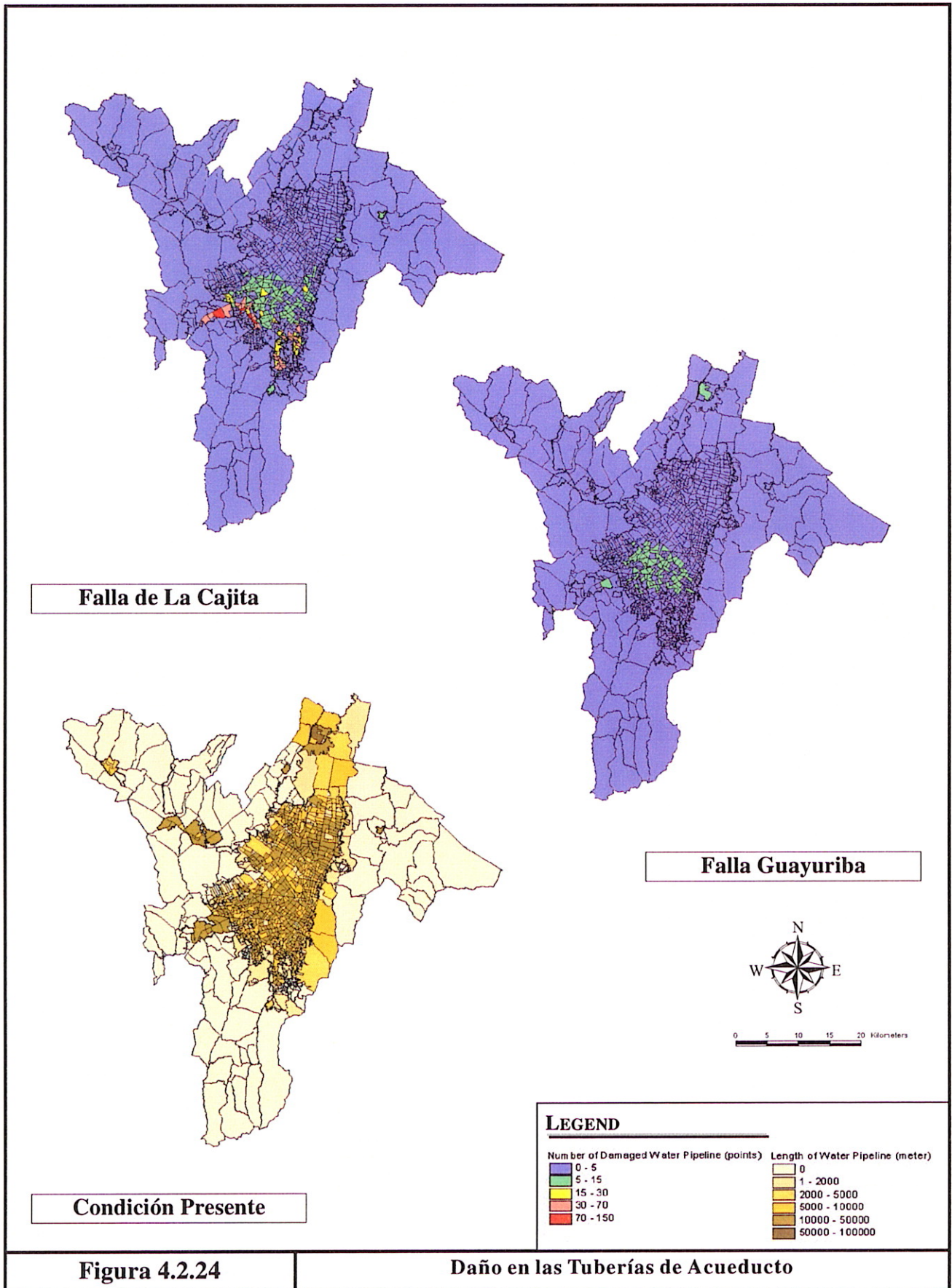


Figura 4.2.24

Daño en las Tuberías de Acueducto

B. Daño estimado en la red de gas natural

a) Datos recopilados

La red de distribución de baja presión (60 psi) para Bogotá, Chía y Soacha fue entregada por la compañía de gas natural. Otros municipios en el área de estudio no tienen este servicio. Para mayores detalles ver el Apéndice 4.2.7 el cual incluye la red de distribución de gas natural.

b) Definición de la relación del daño

La relación básica de daño para las líneas de gas natural es la misma que para el acueducto. Los factores de corrección para el tipo de suelo y el efecto de licuación también son los mismos. En cuanto al material de la tubería y su diámetro, se adoptan los siguientes valores usados actualmente en Japón.

$C_p \times C_d$: Tubería de polietileno (60 psi) 0.1

c) Resultados de la estimación

La Tabla 4.2.25 muestra la tasa y los puntos de daño por localidad y municipio para cada uno de los tres escenarios de terremotos.

Caso 1: La Cajita

La mayor parte del daño se observa en la parte sur del área de Estudio, especialmente en Ciudad Bolívar, Usme y San Cristóbal en Bogotá, y Soacha en Cundinamarca según se aprecia en el Apéndice 4.2.7. Esto se debe a una alta intensidad tanto sísmica como de licuación en el área más próxima a la falla. La parte norte y medio oriente de Bogotá sufrirán poco daño y Chía no sufrirá daño alguno.

Caso 2: Guayuriba

El área de daño es extensa en Bogotá especialmente en las localidades de Kennedy, Puente Aranda, Rafael Uribe y Ciudad Bolívar. Se espera el daño es por lo menos un punto en cada localidad en Bogotá. También se esperan daños en Chía y Soacha en Cundinamarca.

Caso 3: Subducción

En este caso no se espera licuación por consiguiente no se espera casi daño alguno.

Tabla 4.2.25 Longitud y Daño Estimado para la Red de Gas Natural

	Locaridad	Length (m)	Damage (points)			Damage ratio (points/km)		
			Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3
Bogotá	Usaquen	432,656	3	4	0	0.01	0.01	0.00
	Chapinero	171,736	5	2	0	0.03	0.01	0.00
	Santa Fe	168,985	7	3	0	0.04	0.02	0.00
	San Cristobal	577,386	53	9	0	0.09	0.02	0.00
	Usme	377,866	71	8	0	0.19	0.02	0.00
	Tuenjuelito	196,268	10	7	0	0.05	0.03	0.00
	Bosa	531,520	21	5	0	0.04	0.01	0.00
	Kennedy	981,395	28	25	0	0.03	0.03	0.00
	Fontibón	285,122	0	2	0	0.00	0.01	0.00
	Engativá	887,072	1	5	0	0.00	0.01	0.00
	Suba	912,479	1	5	0	0.00	0.01	0.00
	Barrios Unidos	310,006	0	4	0	0.00	0.01	0.00
	Teusaquillo	182,259	4	3	0	0.02	0.02	0.00
	Mártires	166,661	7	5	0	0.04	0.03	0.00
	Antonio Nariño	145,818	6	6	0	0.04	0.04	0.00
	Puente Aranda	406,013	15	15	0	0.04	0.04	0.00
	La Candelaria	30,535	2	1	0	0.07	0.03	0.00
	Rafael Uribe	550,978	48	13	0	0.09	0.02	0.00
Ciudad Bolívar	709,046	107	9	0	0.15	0.01	0.00	
Sub Total	8,023,800	388	132	1	0.05	0.02	0.00	
Cundinamarca	Chía	182,544	0	1	0	0.00	0.01	0.00
	Cota	0	0	0	0	0.00	0.01	0.00
	Facatativá	0	0	0	0	0.00	0.01	0.00
	Funza	0	0	0	0	0.00	0.01	0.00
	La Calera	0	0	0	0	0.00	0.01	0.00
	Madrid	0	0	0	0	0.00	0.01	0.00
	Mosquera	0	0	0	0	0.00	0.01	0.00
	Soacha	584,113	39	6	0	0.07	0.01	0.00
	Sub Total	766,657	39	7	0	0.05	0.01	0.00
	Total	8,790,457	428	139	1	0.05	0.02	0.00

C. Estimativo de daños en los cables de energía eléctrica

a) Datos recopilados

Codensa suministró el material impreso sobre la red de distribución y las respectivas tablas de longitud de cableado para voltaje intermedio de 11 kV en Bogotá, Cota, Funza, Mosquera y Soacha. Los datos incluyen cables aéreos y subterráneos.

Se usan tres métodos diferentes de acuerdo con la densidad de la red para estimar la distribución de la longitud de los cables para la totalidad del área de estudio. Por consiguiente, la exactitud varía según el municipio. El Apéndice 4.2.8 detalla los datos recopilados y el proceso llevado a cabo para la estimación de la distribución. La Tabla 4.2.26 y el Apéndice 4.2.8 muestran dicha distribución de longitud.

Tabla 4.2.26 Distribución Estimada de la Longitud de Cables de Energía Eléctrica

	Locality or Municipality	Over Head (m)	Under Ground (m)	Total (m)
Bogotá	Usaquen	129,791	360,202	489,993
	Chapinero	28,028	125,621	153,649
	Santa Fe	73,894	48,649	122,543
	San Cristobal	108,035	658	108,693
	Usme	214,413	5,345	219,758
	Tuenjuelito	89,990	12,765	102,755
	Bosa	111,414	7,715	119,129
	Kennedy	414,611	66,868	481,478
	Fontibón	211,000	175,084	386,083
	Engativá	312,980	218,286	531,266
	Suba	510,471	373,249	883,720
	Barrios Unidos	48,743	206,178	254,921
	Teusaquillo	55,797	249,038	304,835
	Mártires	73,346	29,797	103,143
	Antonio Nariño	61,944	5,176	67,120
	Puente Aranda	195,646	46,907	242,553
	La Candelaria	9,410	4,541	13,951
	Rafael Uribe	173,190	5,556	178,746
	Ciudad Bolívar	143,950	12,930	156,880
	Sub Total	2,966,653	1,954,565	4,921,217
Cundinamarca	Chía	52,280	2,202	54,482
	Cota	90,491	0	90,491
	Facatativá	68,155	0	68,155
	Funza	141,510	0	141,510
	La Calera	94,364	0	94,364
	Madrid	45,499	0	45,499
	Mosquera	143,033	0	143,033
	Soacha	206,195	0	206,195
	Sub Total	841,528	2,202	843,730
	Total	3,808,180	1,956,767	5,764,947

Fuente: CODENSA

b) Métodos y procedimientos

Aéreos

El daño a los postes de la energía debido al Terremoto de Kobe en 1995 en Japón fue el siguiente:

- No se observó daño en aquellas áreas en las cuales la PGA fue inferior a 380 gal.
- El 0.55% se rompió o se colapsó en aquellas áreas en las cuales la PGA fue mayor a 380 gal.

El daño en las instalaciones eléctricas durante el terremoto del Quindío en 1999 fue el siguiente:

- En Armenia, donde se observó una PGA de 589 gal, el 50% del daño se recuperó en dos días después de la sacudida principal.
- En Pereira, donde se observó una PGA de 291 gal, la mayor parte del daño se recuperó en dos días después de la sacudida principal.
- En Manizales, donde se observó una PGA de 102 gal, no se registró daño alguno.

La resistencia de los postes de la energía en el área de Estudio se supone es la misma que los de Japón. En este estudio, se propone la función del daño como se presenta en la Figura 4.2.25, así:

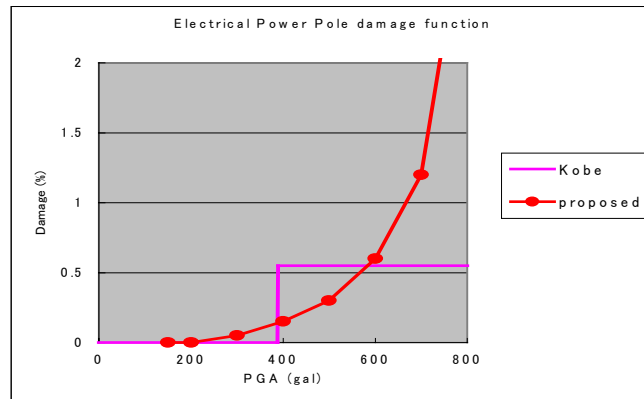


Figura 4.2.25 Función de Daño para los Postes de Energía

- Aparecen daños cuando la PGA es mayor a 300 gal.
- El mismo daño que en Kobe ocurre con una PGA de 600 gal.

El daño en un poste causa daños al cable en ambos lados del poste fallado, es decir, la mitad de la extensión del cable se corta a cada lado del poste en cuestión.

Subterráneos

Los daños a los cables subterráneos durante el terremoto de Kobe en 1995 en el Japón fueron los siguientes:

- No ocurrió ningún daño en las áreas donde la PGA fue inferior a 380 gal.
- El 0.3% fue dañado en áreas donde la PGA excedió los 380 gal.

No se dispone de datos de daños sobre cables subterráneos durante el terremoto del Quindío. Los cables subterráneos en el área metropolitana de Bogotá se presupone que tienen la misma resistencia que aquellos en Japón. La Figura 4.2.26 propone la función de daño basado en la experiencia Japonesa:

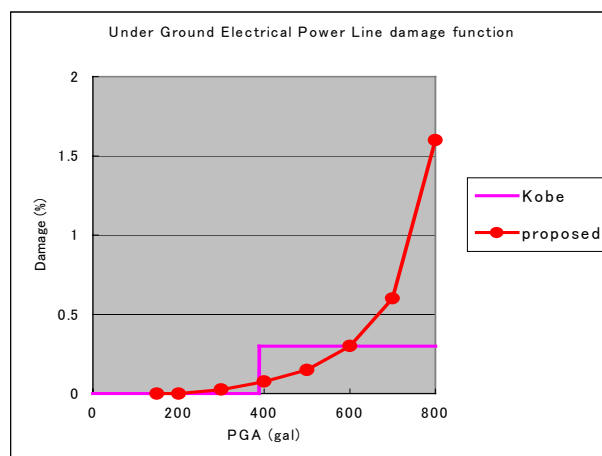


Figura 4.2.26 Función de Daño para Cables de Energía Eléctrica Subterráneos

- El daño ocurre con una PGA mayor a 300 gal.
- La relación de daño es 0.3% con una PGA de alrededor de 600 gal.
- La relación de daño aumenta a medida que aumenta el PGA.

c) Resultados

La Tabla 4.2.27 muestra la cantidad de daños estimados para los cables aéreos, los cables subterráneos y la totalidad de los cables respectivamente.

Caso 1: La Cajita

La relación de daño para la totalidad del área es de 0.04%. Se espera que el daño se concentre en la parte sur del área de estudio, especialmente en Usme, como se indica en el Apéndice 4.2.9, la cual se debe a una alta intensidad sísmica. En algunas partes de Usme, Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Rafael Uribe, Bosa y Soacha se esperan aceleraciones pico del suelo mayores a 500 gal. Durante el terremoto del Quindío de 1999, casi el 50% de la electricidad fue reportada como suspendida dos días después de la sacudida principal en Armenia, donde se registró una aceleración pico del suelo de 589 gals. Por consiguiente, es probable que el servicio eléctrico sea suspendido en dichas áreas.

En la parte norte de Bogotá y en los municipios, excepto por Soacha, la relación de daño es inferior a 0.01% debido a una aceleración relativamente baja del suelo.

Caso 2: Guayuriba

La tasa de daño en la totalidad del área de estudio es de 0.02%. En Bogotá, las áreas con relaciones de daño entre 0.01% y 0.04% están ampliamente distribuidas como se aprecia en el Apéndice 4.2.9; la tasa de daño en las áreas es menor comparado con los del Caso 1. La relación máxima de daño es de 0.04% en Usme y Antonio Nariño.

Caso 3: Subducción

La PGA esperada es menor al valor umbral de la ocurrencia del daño, por consiguiente no se estiman daños.

Tabla 4.2.27 Daño Estimado en Cables de Energía Eléctrica Aéreos

Locality or Municipality	Overhead Cable						Underground Cable						Cable in Total									
	Length (m)	Damage (m)			Damage ratio (%)			Length (m)	Damage (m)			Damage ratio (%)			Length (m)	Damage (m)			Damage ratio (%)			
		Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3		Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3		Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	
Usaquen	129,791	17	22	0	0.01	0.02	0.00	360,202	47	62	0	0.01	0.02	0.00	489,993	64	84	0	0.01	0.02	0.00	
Chapinero	28,028	14	6	0	0.05	0.02	0.00	125,621	61	28	0	0.05	0.02	0.00	153,649	75	34	0	0.05	0.02	0.00	
Santa Fe	73,894	40	16	0	0.05	0.02	0.00	48,649	28	11	0	0.06	0.02	0.00	122,543	68	28	0	0.06	0.02	0.00	
San Cristobal	108,035	138	25	0	0.13	0.02	0.00	658	1	0	0	0.13	0.02	0.00	108,693	139	25	0	0.13	0.02	0.00	
Usme	214,413	1,013	88	0	0.47	0.04	0.00	5,345	26	2	0	0.48	0.04	0.00	219,758	1,038	91	0	0.47	0.04	0.00	
Tunjuelito	89,990	50	31	0	0.06	0.03	0.00	12,765	7	4	0	0.06	0.03	0.00	102,755	57	36	0	0.06	0.03	0.00	
Bosa	111,414	46	10	0	0.04	0.01	0.00	7,715	3	1	0	0.04	0.01	0.00	119,129	49	11	0	0.04	0.01	0.00	
Kennedy	414,611	95	81	0	0.02	0.02	0.00	66,868	15	13	0	0.02	0.02	0.00	481,478	110	94	0	0.02	0.02	0.00	
Fontibon	211,000	0	25	0	0.00	0.01	0.00	175,084	0	21	0	0.00	0.01	0.00	386,083	0	47	0	0.00	0.01	0.00	
Engativá	312,980	0	32	0	0.00	0.01	0.00	218,286	0	23	0	0.00	0.01	0.00	531,266	0	55	0	0.00	0.01	0.00	
Suba	510,471	2	47	0	0.00	0.01	0.00	373,249	2	35	0	0.00	0.01	0.00	883,720	4	82	0	0.00	0.01	0.00	
Barrios Unidos	48,743	0	13	0	0.00	0.03	0.00	206,178	0	54	0	0.00	0.03	0.00	254,921	0	67	0	0.00	0.03	0.00	
Teusaquillo	55,797	18	16	0	0.03	0.03	0.00	249,038	82	73	0	0.03	0.03	0.00	304,835	100	89	0	0.03	0.03	0.00	
Martires	73,346	34	25	0	0.05	0.03	0.00	29,797	14	10	0	0.05	0.03	0.00	103,143	47	35	0	0.05	0.03	0.00	
Antonio Nariño	61,944	25	23	0	0.04	0.04	0.00	5,176	2	2	0	0.04	0.04	0.00	67,120	27	25	0	0.04	0.04	0.00	
Puente Aranda	195,646	61	61	0	0.03	0.03	0.00	46,907	15	15	0	0.03	0.03	0.00	242,553	76	76	0	0.03	0.03	0.00	
La Candelaria	9,410	9	3	0	0.10	0.03	0.00	4,541	4	2	0	0.10	0.03	0.00	13,951	14	5	0	0.10	0.03	0.00	
Rafael Uribe	173,190	206	48	0	0.12	0.03	0.00	5,556	7	2	0	0.12	0.03	0.00	178,746	212	50	0	0.12	0.03	0.00	
Ciudad Bolívar	143,950	219	16	0	0.15	0.01	0.00	12,930	20	1	0	0.15	0.01	0.00	156,880	238	17	0	0.15	0.01	0.00	
Sub-total (points)	2,966,653	1,986	591	0	0.07	0.02	0.00	1,954,563	332	358	0	0.02	0.02	0.00	4,921,217	2,319	950	0	0.05	0.02	0.00	
Bogotá																						
Chia	52,280	1	7	0	0.00	0.01	0.00	2,202	0	0	0	0.00	0.02	0.00	54,482	1	7	0	0.00	0.01	0.00	
Cota	90,491	0	5	0	0.00	0.01	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	90,491	0	5	0	0.00	0.01	0.00	
Facatativa	68,155	0	2	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	68,155	0	2	0	0.00	0.00	0.00	
Funza	141,510	0	6	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	141,510	0	6	0	0.00	0.00	0.00	
La Calera	94,364	2	2	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	94,364	2	2	0	0.00	0.00	0.00	
Madrid	45,499	0	4	0	0.00	0.01	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	45,499	0	4	0	0.00	0.01	0.00	
Misquera	143,033	0	2	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	143,033	0	2	0	0.00	0.00	0.00	
Soacha	206,195	86	23	0	0.04	0.01	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	206,195	86	23	0	0.04	0.01	0.00	
Sub-total (points)	841,528	90	51	0	0.01	0.01	0.00	2,202	0	0	0	0.00	0.02	0.00	843,730	90	51	0	0.01	0.01	0.00	
Total (points)	3,808,180	2,077	642	0	0.05	0.02	0.00	1,956,767	332	359	0	0.02	0.02	0.00	5,764,947	2,409	1,001	0	0.04	0.02	0.00	

Fuente: Equipo de Estudio JICA

D. Daño estimado para cables de telecomunicaciones

a) Datos recopilados

La siguiente tabla resume los datos recopilados:

Tabla 4.2.28 Resumen de los Datos Recopilados

Institutions	Content of Data	Data Form
ETB	Location of local control stations and cabinets	GIS
	6 examples of primary network length of ETB central station	Printed table
	The total pole number in Bogotá plant of Soacha	Interview
	Radio link between overhead cable and underground cable	Interview
CAPITEL	Overhead cable network	GIS
	Underground cable network	GIS
	Location of poles	GIS
EPM BOGOTA	No information	

Procesamiento de datos

Basados en las entrevistas con la ETB, el Equipo de Estudio JICA supone que el 99% y el 51% de la red primaria y la red secundaria respectivamente es subterránea en el área de estudio. La distancia promedio entre dos postes adyacentes de comunicación se asume es de 30 m, de acuerdo con CAPITEL.

Se usaron tres métodos para estimar la longitud del cable para la ETB de acuerdo con las características de los datos y el área. El Apéndice 4.2.6 describe el procedimiento utilizado en la preparación de los datos adquiridos. La Tabla 4.2.29 y el Apéndice 4.2.9 muestran la distribución estimada de la longitud de cable.

Tabla 4.2.29 Distribución Estimada del Cable Telefónico

	Locality or Municipality	Over Head (m)	Under Ground (m)	Total (m)
Bogotá	Usaquen	384,412	524,997	909,409
	Chapinero	251,764	372,311	624,075
	Santa Fe	126,244	147,694	273,938
	San Cristobal	236,409	219,587	455,996
	Usme	164,301	154,945	319,246
	Tuenjuelito	114,149	105,321	219,470
	Bosa	221,592	239,404	460,995
	Kennedy	429,220	483,137	912,358
	Fontibón	209,536	252,172	461,707
	Engativá	570,882	553,568	1,124,449
	Suba	558,514	641,483	1,199,997
	Barrios Unidos	298,584	326,643	625,227
	Teusaquillo	175,541	205,770	381,311
	Mártires	188,367	198,766	387,133
	Antonio Nariño	116,377	106,859	223,236
	Puente Aranda	374,512	382,335	756,847
	La Candelaria	36,793	59,389	96,182
	Rafael Uribe	277,146	256,321	533,466
	Ciudad Bolívar	263,122	275,081	538,203
	Sub Total	4,997,464	5,505,781	10,503,245
Cundinamarca	Chía	48,536	16,373	64,909
	Cota	90,491	0	90,491
	Facatativá	68,155	0	68,155
	Funza	141,510	0	141,510
	La Calera	94,364	0	94,364
	Madrid	45,499	0	45,499
	Mosquera	143,033	3,853	146,886
	Soacha	326,444	218,265	544,710
	Sub Total	958,033	238,491	1,196,524
	Total	5,955,497	5,744,273	11,699,770

Fuente: ETB y CAPITEL

b) Definición de la función de daño

El mismo procedimiento usado para los cables de energía eléctrica se utiliza para estimar los daños en los cables de telecomunicaciones, tanto aéreos como subterráneos.

c) Resultados del estimativo

La Tabla 4.2.30 muestra los daños a los cables telefónicos aéreos, subterráneos y la totalidad del cable respectivamente. La distribución de daño de los cables telefónicos para el Caso 1 y el Caso 2 se indican en el Apéndice 4.2.9 respectivamente; no se esperan daños para el Caso 3.

Tabla 4.2.30 Daños Estimados para Cables Telefónicos

Locality or Municipality	Overhead Cable									Underground Cable									Cable in Total								
	Length (m)	Damage (m)			Damage ratio (%)			Length (m)	Damage (m)			Damage ratio (%)			Length (m)	Damage (m)			Damage ratio (%)								
		Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3		Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3		Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3						
Usaquen	384,412	40	64	0	0.01	0.02	0.00	524,997	51	92	0	0.01	0.02	0.00	909,409	91	156	0	0.01	0.02	0.00						
Chapinero	251,764	104	57	0	0.04	0.02	0.00	372,311	145	89	0	0.06	0.04	0.00	624,075	249	146	0	0.04	0.02	0.00						
Santa Fe	126,244	93	31	0	0.07	0.02	0.00	147,694	126	37	0	0.10	0.03	0.00	273,938	219	68	0	0.08	0.02	0.00						
San Cristobal	236,409	254	55	0	0.11	0.02	0.00	219,587	244	52	0	0.10	0.02	0.00	455,996	498	107	0	0.11	0.02	0.00						
Usme	164,301	746	60	0	0.45	0.04	0.00	154,945	726	58	0	0.44	0.04	0.00	319,246	1,471	118	0	0.46	0.04	0.00						
Tunjuelito	114,149	58	35	0	0.05	0.03	0.00	105,321	54	33	0	0.05	0.03	0.00	219,470	112	68	0	0.05	0.03	0.00						
Bosa	221,592	105	20	0	0.05	0.01	0.00	239,404	136	23	0	0.06	0.01	0.00	460,995	241	43	0	0.05	0.01	0.00						
Kennedy	429,220	96	84	0	0.02	0.02	0.00	483,137	110	97	0	0.03	0.02	0.00	912,358	206	181	0	0.02	0.02	0.00						
Fontibon	209,536	0	24	0	0.00	0.01	0.00	252,172	0	32	0	0.00	0.02	0.00	461,707	1	56	0	0.00	0.01	0.00						
Engativá	570,882	0	54	0	0.00	0.01	0.00	553,568	0	53	0	0.00	0.01	0.00	1,124,449	0	108	0	0.00	0.01	0.00						
Suba	558,514	3	57	0	0.00	0.01	0.00	641,483	4	74	0	0.00	0.01	0.00	1,199,997	7	131	0	0.00	0.01	0.00						
Barrios Unidos	298,584	0	70	0	0.00	0.02	0.00	326,643	0	77	0	0.00	0.03	0.00	625,227	0	148	0	0.00	0.02	0.00						
Teusaquillo	175,541	57	48	0	0.03	0.03	0.00	205,770	70	56	0	0.04	0.03	0.00	381,311	127	104	0	0.03	0.03	0.00						
Martines	188,367	77	60	0	0.04	0.03	0.00	198,766	79	62	0	0.04	0.03	0.00	387,133	156	122	0	0.04	0.03	0.00						
Antonio Nariño	116,377	45	40	0	0.04	0.03	0.00	106,859	41	37	0	0.04	0.03	0.00	223,236	86	77	0	0.04	0.03	0.00						
Puerto Aranda	374,512	100	109	0	0.03	0.03	0.00	382,335	98	111	0	0.03	0.03	0.00	756,847	198	220	0	0.03	0.03	0.00						
La Candelaria	36,793	36	12	0	0.10	0.03	0.00	59,389	57	19	0	0.16	0.05	0.00	96,182	93	30	0	0.10	0.03	0.00						
Rafael Uribe	277,146	303	74	0	0.11	0.03	0.00	256,321	281	69	0	0.10	0.02	0.00	533,466	584	143	0	0.11	0.03	0.00						
Ciudad Bolívar	263,122	371	28	0	0.14	0.01	0.00	275,081	377	31	0	0.14	0.01	0.00	538,203	747	58	0	0.14	0.01	0.00						
Sub-total (points)	4,997,464	2,489	982	0	0.05	0.02	0.00	5,505,781	2,599	1,101	0	0.05	0.02	0.00	10,503,245	5,088	2,083	0	0.05	0.02	0.00						
Bogotá																											
Chia	48,536	1	6	0	0.00	0.01	0.00	16,373	0	2	0	0.00	0.00	0.00	64,909	1	8	0	0.00	0.01	0.00						
Cota	90,491	0	4	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	90,491	0	4	0	0.00	0.00	0.00						
Facatativa	68,155	0	2	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	68,155	0	2	0	0.00	0.00	0.00						
Funza	141,510	0	5	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	141,510	0	5	0	0.00	0.00	0.00						
La Calera	94,364	2	1	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	94,364	2	1	0	0.00	0.00	0.00						
Madrid	45,499	0	4	0	0.00	0.01	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	45,499	0	4	0	0.00	0.01	0.00						
Mosquera	143,033	0	2	0	0.00	0.00	0.00	3,853	0	0	0	0.00	0.00	0.00	146,886	0	2	0	0.00	0.00	0.00						
Soacha	326,444	278	43	0	0.09	0.01	0.00	218,265	213	37	0	0.07	0.01	0.00	544,710	492	80	0	0.09	0.01	0.00						
Sub-total (points)	958,033	282	67	0	0.03	0.01	0.00	238,491	213	39	0	0.02	0.00	0.00	1,196,524	495	106	0	0.04	0.01	0.00						
Total (points)	5,955,497	2,771	1,049	0	0.05	0.02	0.00	5,744,273	2,813	1,140	0	0.05	0.02	0.00	11,699,770	5,583	2,189	0	0.05	0.02	0.00						
Cundinamarca																											

Caso 1

La relación de daño para la totalidad del área es de 0.05%. Se espera que el daño se concentre en la parte sur del área de estudio, especialmente en Usme, debido a una alta intensidad sísmica. Existe una aceleración pico del suelo mayor a 500 gals en algunas partes de Usme, Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Rafael Uribe, Bosa y Soacha.

En la parte norte de Bogotá y los municipios, salvo por Soacha, la relación del daño es inferior al 0.01% debido a una aceleración sísmica relativamente baja del suelo.

Caso 2

La relación de daño para la totalidad del área de estudio es de 0.02%. En Bogotá, las áreas con relaciones de daño entre 0.01% y 0.04% están ampliamente distribuidas; la diferencia en la relación de daño entre las áreas es inferior comparadas con las del Caso 1. La relación máxima de daño es de 0.04% y aparece en Usme.

Caso 3

La PGA esperada es inferior al valor umbral de la aparición del daño, por consiguiente no se espera daño alguno.