

## CAPÍTULO 2 DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE SOACHA

### 2.1 Delineamiento de los Deslizamientos

#### 2.1.1 Delineamiento

Las áreas de estudio hacen parte de la COMUNA 4 llamada Altos de Cazucá y El Divino Niño en la COMUNA 6. Altos de Cazucá está localizado cerca del límite sur del área urbana de la ciudad de Bogotá y está dividida en 32 distritos llamados Barrios. El Divino Niño es uno de los barrios en la COMUNA 6.

Los deslizamientos, principalmente están clasificados como caída de roca y colapso de superficies, en el área de estudio, estos fueron encontrados en canteras abandonadas en Altos de Cazucá, donde las casas se congregan en las áreas por encima y debajo y muy cerca a los taludes abruptos y en áreas de amenaza de deslizamiento; también, las casas congregadas en el área de amenaza por deslizamiento formado por una cantera en el Divino Niño.

*El término “deslizamiento”: movimiento descendente perceptible de una caída de masa de tierra, roca o mezcla de las dos. El término deslizamiento incluye un amplio rango de movimiento de terreno, como son caídas de roca, fallas de taludes, y flujo de escombros, entre otros*

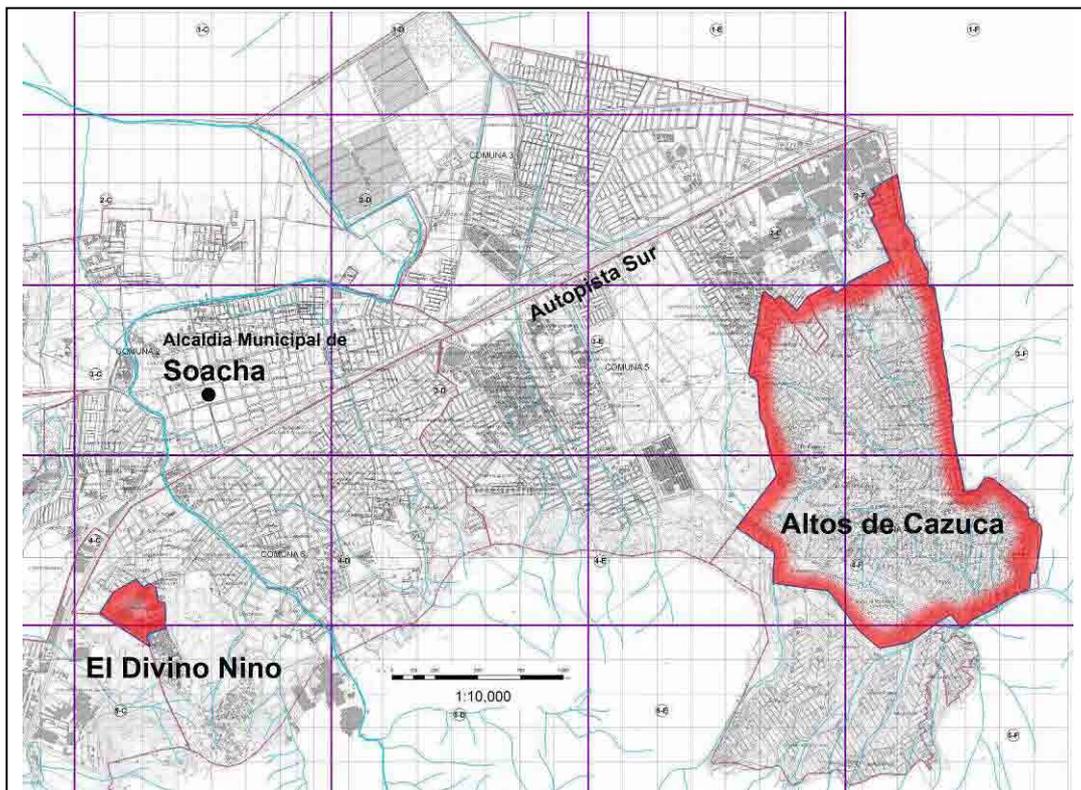


Figura S5-2-1 Mapa Guía de las Áreas de Estudio de Deslizamientos en el Municipio de Soacha

La Figura S5-2-2 es el mapa geológico mostrando el área de estudio. Ambos, la Formación Guaduas (KTg) y el Grupo Guadalupe (Ksglt) están cubiertos con depósitos Cuaternarios (Qta) en áreas de bajos relieves topográficos, consistentes de capas de areniscas, lodositas y algunas capas de carbón. Esas capas se clasifican como rocas blandas. Ktg y Ksglt están parcialmente cubiertas por depósitos de terraza (Qta).



- Qta : Quaternary (Hi Terrace Deposit)
- KTg : Cretaceous - Tertiary (Guaduas Formation)
- Ksgll : Cretaceous (Guadalupe Group)

Figura S5-2-2 Mapa Geológico del Municipio de Soacha

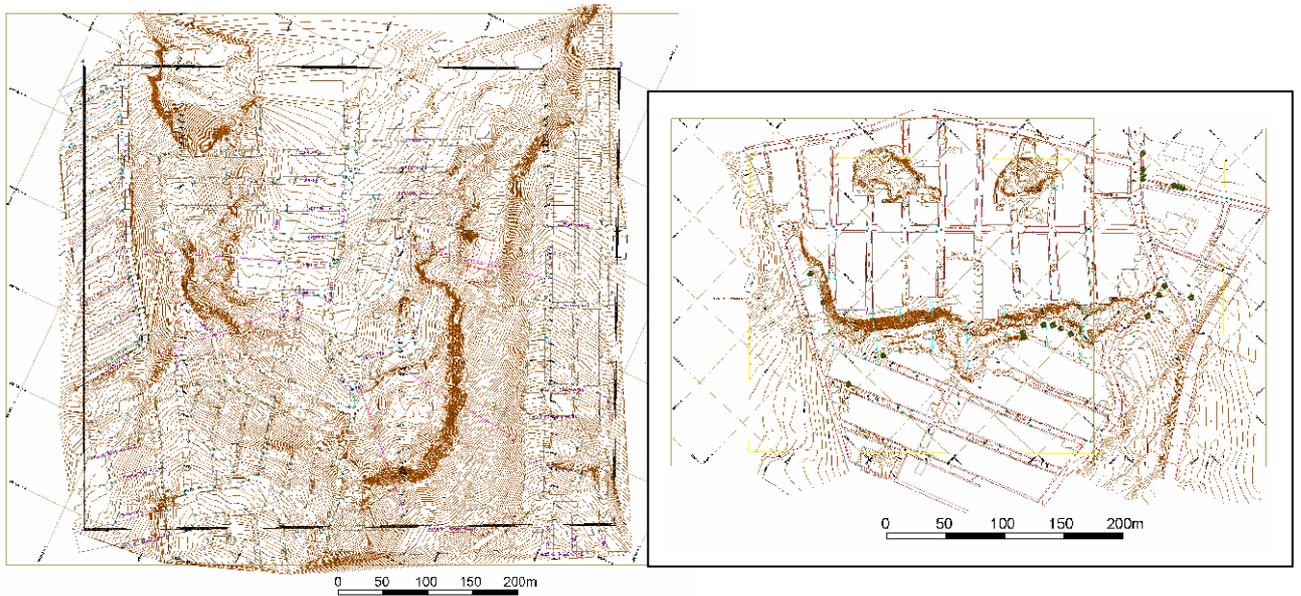


Figura S5-2-3 Mapa Topográfico de La Capilla (izquierda) y El Divino Niño  
(Los lugares donde las líneas de contorno son densas, son taludes abruptos)



La Capilla en Altos de Cazucá



El Divino Niño

Foto S5-2-1 Fotos sobre la Parte Oeste de La Capilla y El Divino Niño

## 2.2 Estudios Existentes

### 2.2.1 Estudios Existentes

A pesar que el número de estudios en Soacha es limitado, existen algunos pocos estudios que son referenciados en la Tabla S5-2-1.

Tabla S5-2-1 Estudios Existentes sobre Deslizamientos en el Municipio de Soacha

Año	Contenido	Organización
1992	Estudio de Zonas de Alto Riesgo	Municipio de Soacha, Oficina de Planeación Municipal
1996	Estudio Geotécnico en Cazucá, sector La Capilla. Acuerdo No. 034 de 1995	INGEOMINAS
2000	Reporte técnico referente al punto de vista de emergencias en el barrio Villa Esperanza del Municipio de Soacha – Cundinamarca	INGEOMINAS
2004	Pre-diagnosis para la formulación del plan parcial para Cazucá y Altos de Cazucá, Municipio de Soacha	Universidad Nacional
2004	Zonificación y análisis para la amenaza debido a fenómenos de remoción en masa en el sector de Cazucá (Soacha, Cundinamarca)	Universidad Nacional
2006	Zonificación de áreas de alto riesgo en Soacha (Finalizado)	INGEOMINAS
2006	Encuestamiento de Casas (en Altos de Cazucá y El Divino Niño después de los desastres de Mayo de 2006)	Municipio de Soacha

Un estudio de la oficina de Planeación del Municipio de Soacha (1992) incluye una descripción general del área de estudio, y menciona áreas de alto riesgo, incluyendo entonces los barrios Esperanza y Altos de Cazucá

En el estudio realizado por INGEOMINAS (1996 en La Capilla), se realizó un levantamiento topográfico y se elaboró un mapa topográfico a escala 1/500 con intervalo de 1 metro de contorno. Con interpretación de fotografías aéreas a escala 1/5,000 y trabajo de campo para identificar y las

unidades geológicas y geomorfológicas en un mapa a escala 1/500. Con estudios de exploración del subsuelo, cinco líneas de exploración geofísica, dos zanjas y tres perforaciones con profundidades entre 8 y 22 metros se hicieron pruebas de laboratorios. Los estudios hicieron cuatro asumibles modelos de áreas de amenaza por deslizamiento rotacional e hicieron un análisis de estabilidad usando el método de equilibrio límite de Bishop. Con base en los resultados de los análisis, se propusieron trabajos de mitigación para diferentes partes del talud.

INGEOMINAS (2000) realizó un estudio en Villa Esperanza con base en una visita de emergencia. El estudio hizo un mapa de zonación de amenaza de escala 1/10,000 por el corto tiempo propuesto. El mapa de zonación fue elaborado usando un mapa de zonación de amenaza de escala 1/25,000 elaborado por INGEOMINAS en 1988 y un mapa topográfico a escala 1/10,000 en 1989, en el cual no figura todavía Villa Esperanza.

Un estudio de la Universidad Nacional (2004) presenta básicamente un punto de vista de planeación urbana, incluyendo la ubicación de infraestructura como son tuberías de agua.

El estudio desarrollado por INGEOMINAS cubre el área urbana del municipio, y con base en la geología y la geomorfología se identifican áreas de alto riesgo.

Hay alguna información potencialmente útil pero no confirmada. Los residentes de Villa Esperanza en Altos de Cazucá mencionan trabajos de mitigación por el cuerpo de ingenieros del ejército hace 7 años, pero la documentación en relación no fue encontrada. Otro, es el estudio de Médicos Sin Fronteras, también mencionado, pero no se pudo encontrar.

Ningún estudio referente al Divino Niño se encontró. Ningún monitoreo significativo sobre deslizamientos ha sido implementado en Soacha.

### 2.2.2 Desastres Pasados

Algunos datos estadísticos han sido preparados, no así registros individuales de desastres, los cuales no han sido preparados apropiadamente. Existen algunas descripciones acerca de deslizamientos en el área como sigue;

De acuerdo con el estudio de la cámara de comercio mencionado en el reporte del municipio de Soacha en 1992, 16,500 personas viven en Altos de Cazucá y 228 personas en Esperanza al mismo tiempo. También se ha reportado que 163 personas o 37 familias necesitan una evacuación urgente.

En Villa Esperanza, el estudio de INGEOMINAS en 1988 menciona esta área como área de alto riesgo. Debido a la estación de lluvias a finales de 1999, ocurrieron deslizamientos en Enero 6 de 2000. Una visita de emergencia y estudio fue realizado en Febrero 29 de 2000 por INGEOMINAS.

En el 2001, un registro histórico de deslizamientos en Soacha en años recientes fue compilado por Ingeniería y Geotecnia Ltda. (IGL), para el Estudio de JICA. El propósito fue desarrollar una base de datos de desastres de talud en Bogotá y ocho municipios de Cundinamarca, utilizando un formato uniforme. El resultado se resume en la Tabla S5-2-2.

En el Divino Niño hubo una gran caída de rocas de tamaño de más de un metro en 2004, afortunadamente sin daño a vidas humanas.

De acuerdo con el registro de los Bomberos, ellos respondieron al llamado de desastres por deslizamientos, en los últimos cinco años, nueve veces a La Capilla en Altos de Cazucá y cinco veces al Divino Niño.

Todas las descripciones referidas de deslizamientos de Soacha, no relacionan el lugar exacto de la ocurrencia de los casos.

Tabla S5-2-2 Causas de Pasados Desastres de Talud

Barrios	Type of Slope Disasters	Intrinsic Factor				Rain		Human Factor			
		lithology	weathering	joints	underground	erosion	saturation	discharges	excavation	overloads	scour
Casaloma	Earth flow	x	x	x		x	x	x	x	x	
Casaloma – Flanco derecho	Debris flow	x	x	x		x	x	x	x	x	
Cazuca	Debris flow	x				x	x			x	
Divino Nino	Rock fall	x	x	x		x			x	x	
Julio Lincon – Tercera etapa	Earth flow	x			x		x	x	x	x	
Julio Rinco – Tercera etapa	Earth flow	x					x	x		x	x
La Capilla	Rotational landslide	x			x		x	x	x	x	
La Capilla	Translational landslide	x		x		x	x		x	x	
Lomalinda	Earth flow	x			x		x	x	x	x	
Rincon de San Meteo	Rock fall	x		x		x			x		
Villa Esperanza	Rotational landslide	x			x		x	x			
Villa Esperanza – El Barreno	Debris flow	x	x			x	x	x	x		
Villa Mercedes	Earth flow	x					x	x		x	
Villa Mercedes	Rotational landslide	x			x		x	x		x	
Villa Sandra	Debris flow	x	x		x	x	x		x	x	

(Fuente: Ingeniería y Geotecnia Ltda., compilado por JICA estudio, 2001)

El Municipio de Soacha activó un programa especial de censo, después de los eventos de Mayo 11, 200, con el fin de establecer el número de habitantes (familias) y casas afectadas. La Secretaría de Desarrollo Social fue designada como líder para todas las oficinas del municipio, con el fin de compilar la información social y suministrarla, inicialmente la información básica de viviendas y suministraron colchonetas y cobijas, etc., y luego subsidio monetario a las familias que aceptaron ser evacuadas. En el primer momento, el municipio censó a 1200 familias para ayudas básicas y luego, 700 fueron ayudadas con subsidio monetario. Este segundo censo se realizó en Altos de Cazucá y el Divino Niño. La Base de Datos elaborada fue aplicada en un formato especial, el cual incluye propiedad del terreno, habitantes de la casa, caracteres estructurales, observaciones y prioridad de intervención. La posición actual de las viviendas censadas, fue especificada en un mapa como se muestra en la Figura S5-2-4 anexa, con base en los nombres de los dueños de las casas y direcciones en el formato de registro. Muchas de las viviendas no fueron solamente afectadas por deslizamientos, sino también por agua y flujos de lodo. En general, la pérdida de protección del talud después de la explotación y el tratamiento impropio de los drenajes de agua, debido a la inexistencia de un adecuado sistema de alcantarillado pueden ser los principales factores inductores. El promedio anual de precipitación registrada por varios años en cercanías a la estación Casablanca En Altos de Cazuca de la EAAB es de 575 mm (INGEOMINAS, 1996). La precipitación no ha sido el mayor factor de inducción en general. Sin embargo, la precipitación en Mayo de 2006, fue muy fuerte siendo considerado este como el principal factor de inducción

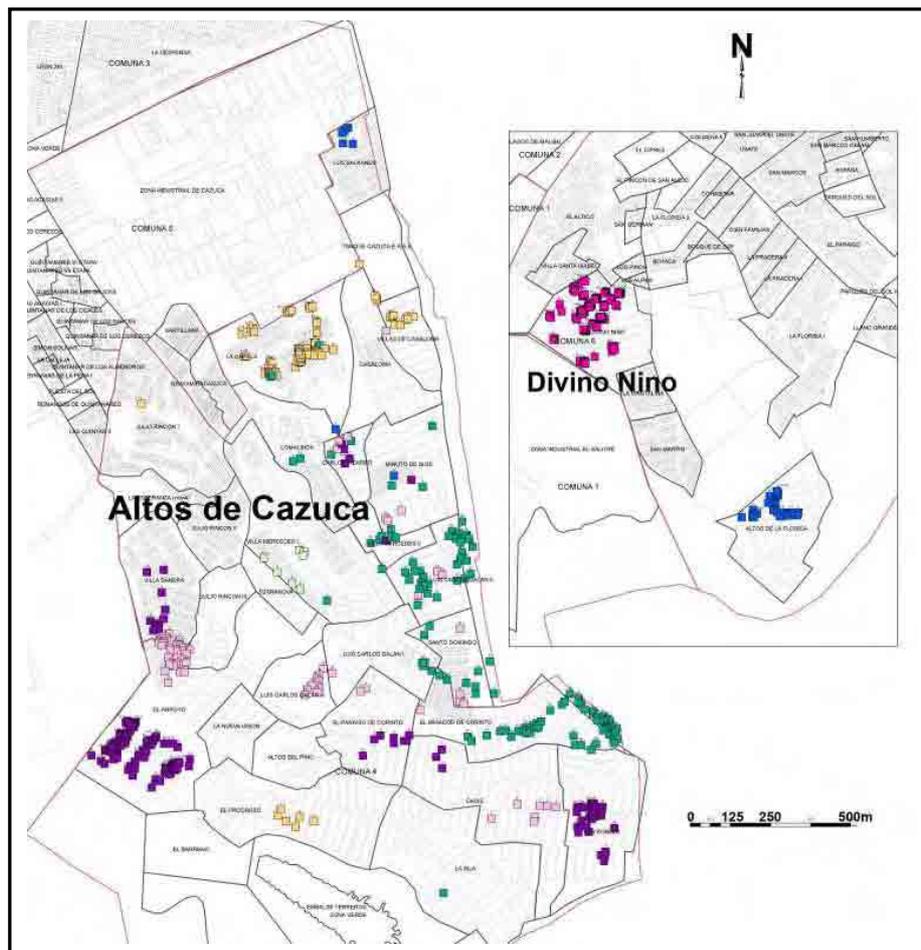


Figura S5-2-4 Mapa de Ubicación de las Casas Registradas como en Peligro en el Censo de Emergencia, después de Mayo, 2006 (marca de cuadrado: punto de la casa, color indica barrios) en Altos de Cazucá y El Divino Niño

### 2.2.3 Áreas Críticas en el Área de Estudio

De acuerdo con el registro estadístico mencionado, el número de casa que han sufrido deslizamientos especialmente en el Divino Niño y en La Capilla de Altos de Cazucá es el más alto del Municipio de Soacha. Prontas medidas deberán ser tomadas para salvar a las personas de esas áreas.

Tabla S5-2-3 Número de Casas Registradas como en Peligro en el Encuestamiento de la Emergencia después de Mayo, 2006 (A) y Veces de Reacción de Bomberos en los Últimos 5 años (B)

	A : Número de casas en peligro	B : Número de Veces de Reacción de Bomberos en los últimos 5 años
Divino Niño	140	5
La Capilla	54	9
Villa Esperanza	107	3
Mirador de Corintos III	29	0

Tabla S5-2-4 Número de Casas Registradas como en Peligro en el Encuestamiento de la Emergencia después de Mayo de 2006

BARRIO	NÚMERO	BARRIO	NÚMERO
ALTOS DE LA FLORIDA	28	LOS PINOS	9
CARLOS PIZARRO	10	LOS ROBLES	33
CASALOMA	4	LUIS CARLOS GALAN I	5
EL ARROYO (Villa Esperanza)	107	LUIS CARLOS GALAN II	23
EL DIVINO NIÑO	140	LUIS CARLOS GALAN III	9
EL MIRADOR DE CORINTO	29	MINUTO DE DIOS	9
EL PARAISO DE CORINTO	10	OASIS	10
EL PROGRESO	6	SAN RAFAEL	4
JULIO RINCON I	1	SANTO DOMINGO	10
JULIO RINCON III	2	VILLA MERCEDES I	9
LA CAPILLA	54	VILLA MERCEDES II	6
LA ISLA	1	VILLA SANDRA	27
LOMALINDA	2	VILLAS DE CASALOMA	8
LOS BALKANES	5	ZONA INDUSTRIAL DE CAZUCA	1
LOS PINOS	9	Fuera del Área de Estudio	35
		<b>TOTAL</b>	<b>597</b>

Tabla S5-2-5 Registro Histórico de Desastres de Talud en el Área de Estudio

Barrio	Año	Mes	Día	Tipo de Desastre de Talud	Área (m <sup>2</sup> )	Daño a las viviendas		Evacuación	
						Total	Parcial	Familias	Personas
Casaloma	2001	6	29	Flujo de tierra	7.200		45		
Casaloma-flanco derecho	1998			Flujo de escombros	4.500		20		
Cazucá	2001	6	29	Flujo de escombros	750		0		
Divino Niño	2001	6	29	Caída de roca	24.000		100		
Julio Rincón-Tercera etapa	1989			Flujo de tierra	6.000		90		
Julio Rincón-Tercera etapa	2001	6	29	Flujo de tierra	8.500		3		
La Capilla	2000	6	29	Deslizamiento rotacional	3.500	10	13	10	50
La Capilla	2000	10		Deslizamiento translacional	12.000	1	42	1	3
Lomalinda	2001	6	29	Flujo de tierra	12.000		15		
Rincón de San Mateo	1998	8		Caída de roca	200	3	7	5	20
Villa Esperanza	2000	1	3	Deslizamiento rotacional	6.500	4	21	25	130
Villa Esperanza-EI Barreno	2001	6	29	Flujo de escombros	6.000		30		
Villa Mercedes	2001	6	29	Flujo de tierra	12.000		38		
Villa Mercedes	2001	6	29	Deslizamiento rotacional	2.400		5		
Villa Sandra	2001	6	29	Flujo de escombros	4.800		8		

(Fuente: Ingeniería y Geotecnia Ltda., compilado por Estudio JICA, 2001)

## 2.3 Resultados del Estudio (Mapas de Amenaza)

### 2.3.1 Inventario de Levantamiento

La Clasificación de deslizamientos por Vernes (1978, Verns Classification) que se muestra en la Tabla S5-2-6 es comúnmente utilizada para la clasificación de deslizamientos en el estudio de estos en campo. La Caída de Roca, colapsos, roca y tierra deslizada y flujos de lodos, en la tabla, se ven especialmente en el área del estudio, Altos de Cazucá y Divino Niño. En ocasiones, es difícil discriminar entre roca deslizada y tierra deslizada, la expresión “movimiento de masas” se utiliza para roca o tierra deslizada cuando no es posible diferenciar entre estas. La Figura S5-2-5 es un típico desastre de talud en el Municipio de Soacha.

Tabla S5-2-6 Clasificación de Deslizamientos (Verns 1978)

Material	Tipos de Movimientos		
	Caída / Volcamiento	Deslizar / Propagación	Flujo
Roca	<b>Caída de Roca/Volcamiento</b>	<b>Deslizamiento de Roca</b>	Avalancha de Roca
Tierra	<b>Caída de Tierra (Colapso)</b>	<b>Deslizamiento de Tierra</b>	<b>Flujo de Tierra (Flujo de Lodo)</b>
Escombros	Caída de Escombros	Deslizamiento de Escombros	Flujo de Escombros

*Roca* : Una masa firme o dura que estaba intacta y que está en su lugar natural antes de la iniciación del movimiento

*Tierra* : Describe un material en el cual el 80% o más de las partículas son menores a 2mm, el límite superior de tamaño de partícula de grano de arena

*Escombros* : Contiene una proporción significativa de material grueso; 20% a 80% de las partículas son mayores a 2mm, y el restante es menor a 2mm

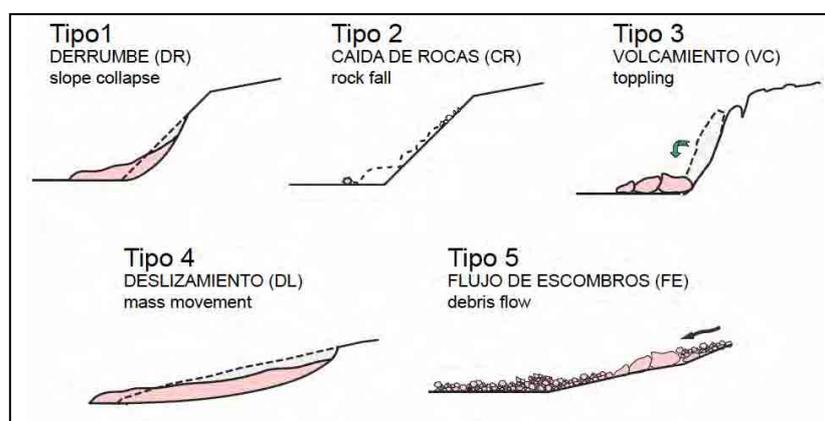


Figura S5-2-5 Típicos Desastres de Talud en el Municipio de Soacha

### Desastres de Talud Existentes

Un levantamiento de inventario de desastres en Altos de Cazucá y Divino Niño se realizó con análisis de fotografías aéreas y reconocimiento de campo. Los resultados de este inventario se ven en el Mapa de Inventario de Desastres en la Figura S5-2-6. El mapa muestra la existencia de taludes empinados o abruptos, movimientos de mansas, trazas de colapsos y trazas de flujos de lodo como se muestra en la Tabla S5-2-7. Un movimiento de masa es solamente una masa activa en movimiento. Los taludes abruptos los cuales se forman en canteras abandonadas y con 30 grados de inclinación no son de desastres, sin embargo, la caída de rocas y colapsos superficiales ocurren frecuentemente en los taludes empinados.

Tabla S5-2-7 Clasificación de Inventario de Levantamientos

Característica Topográfica		Clasificación	Tipo de Desastre
I. Talud Inclinado	I-1	Talud Inclinado (Activo)	Caída de Rocas, Colapso de Talud
	I-2	Talud Inclinado formado por Canteras	Colapso de Talud
	I-3	Talud Inclinado >30 grados	Colapso de Talud
II. Deslizamiento Masivo	II-1	Deslizamiento Masivo (Activo)	Deslizamiento Masivo
III. Colapso	III-1	Trazas de Falla del Talud	Falla del Talud
	III-2	Trazas de Falla del Talud (Antiguas)	Falla del Talud
IV. Flujo de Lodo	IV-1	Flujo de Lodo	Flujo de Lodo
	IV-2	Flujo de Lodo (Potencial)	Flujo de Lodo

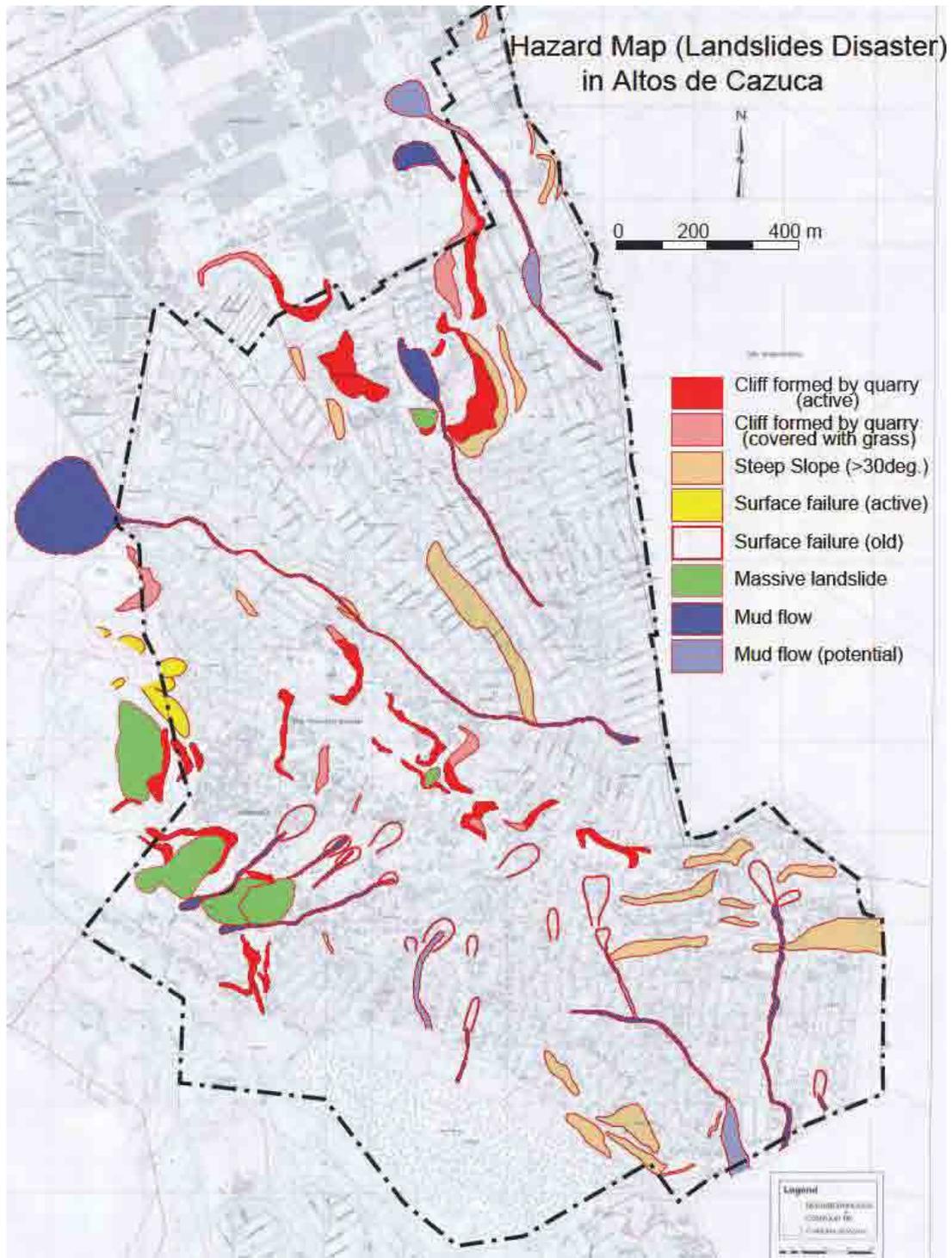


Figura S5-2-6 Mapa de Inventario de Desastres en Altos de Cazuca

### 2.3.2 Taludes Abandonados en Canteras Abandonadas

Taludes abruptos o empinados en las canteras abandonadas son los de condiciones más críticas con relación a la ocurrencia de desastres en Altos de Cazuca. En este proyecto, solamente taludes empinado en las canteras abandonadas son objeto de estudio, dado que INGEOMINAS se encuentra estudiando profundamente los desastres de deslizamientos en las áreas, y los taludes empinados en canteras abandonadas son las áreas más críticas comparado con movimiento de masas y otros.

### Fenómenos en Taludes Empinados

Las características de los taludes empinados en canteras abandonadas, son como siguen;

- a) Canteras que fueron operadas en los años 50 y 60, fueron abiertas para obtener arena y arcilla de las capas geológicas, por lo tanto taludes en canteras abandonadas son principalmente muy empinados, y en la parte de arriba y abajo son principalmente menos empinados.
- b) Como en la parte de arriba y de abajo son menos empinados, es fácil construir casas allí. Por lo tanto, hay muchas residencias cerca de los taludes empinados. La mayoría de las viviendas son ilegales y la mayoría de los residentes de las casas no se encuentran económicamente estables.
- c) Caída de Pequeñas rocas y pequeñas colapsos ocurren frecuentemente en los taludes.



Foto S5-2-2 Caída de Rocas de Talud Empinado

- d) Las áreas están cubiertas por capas alternadas de areniscas y lodolitas como rocas base en las áreas. Las rocas base expuestas en los taludes abruptos son rocas suaves o blandas (término geotécnico; fuerza de compresión ( $q_u$ )  $< 40\text{N/mm}^2$ ) con grietas. Esta condición, permite que estas rocas sean fácilmente meteorizadas, y algunas veces con erosión en surcos se observan en los taludes.
- e) Por lo tanto, caída de rocas o pequeñas colapsos pueden ocurrir en el futuro cercano y colapsos grandes y movimientos de masas pueden ocurrir en los taludes empinados. Los residentes cerca a los taludes se encuentran en peligro.

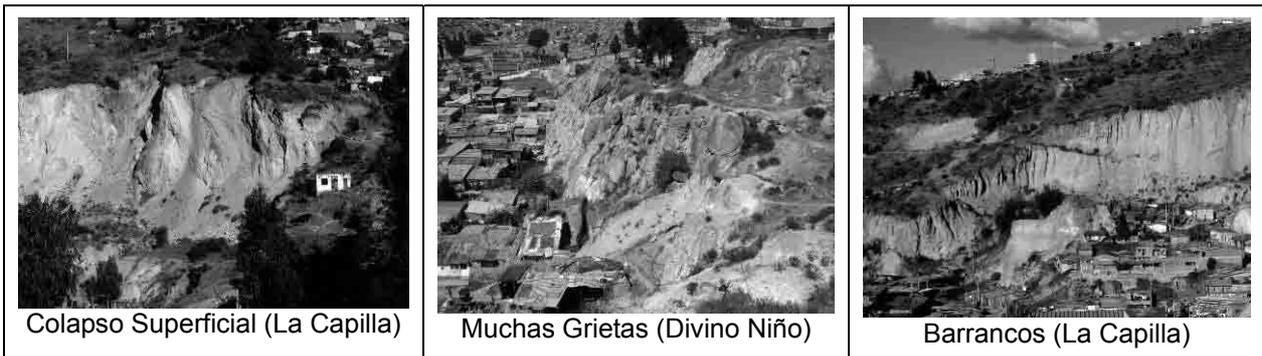


Foto S5-2-3 Taludes Empinados con Colapsos superficiales, muchas Grietas y Barrancos

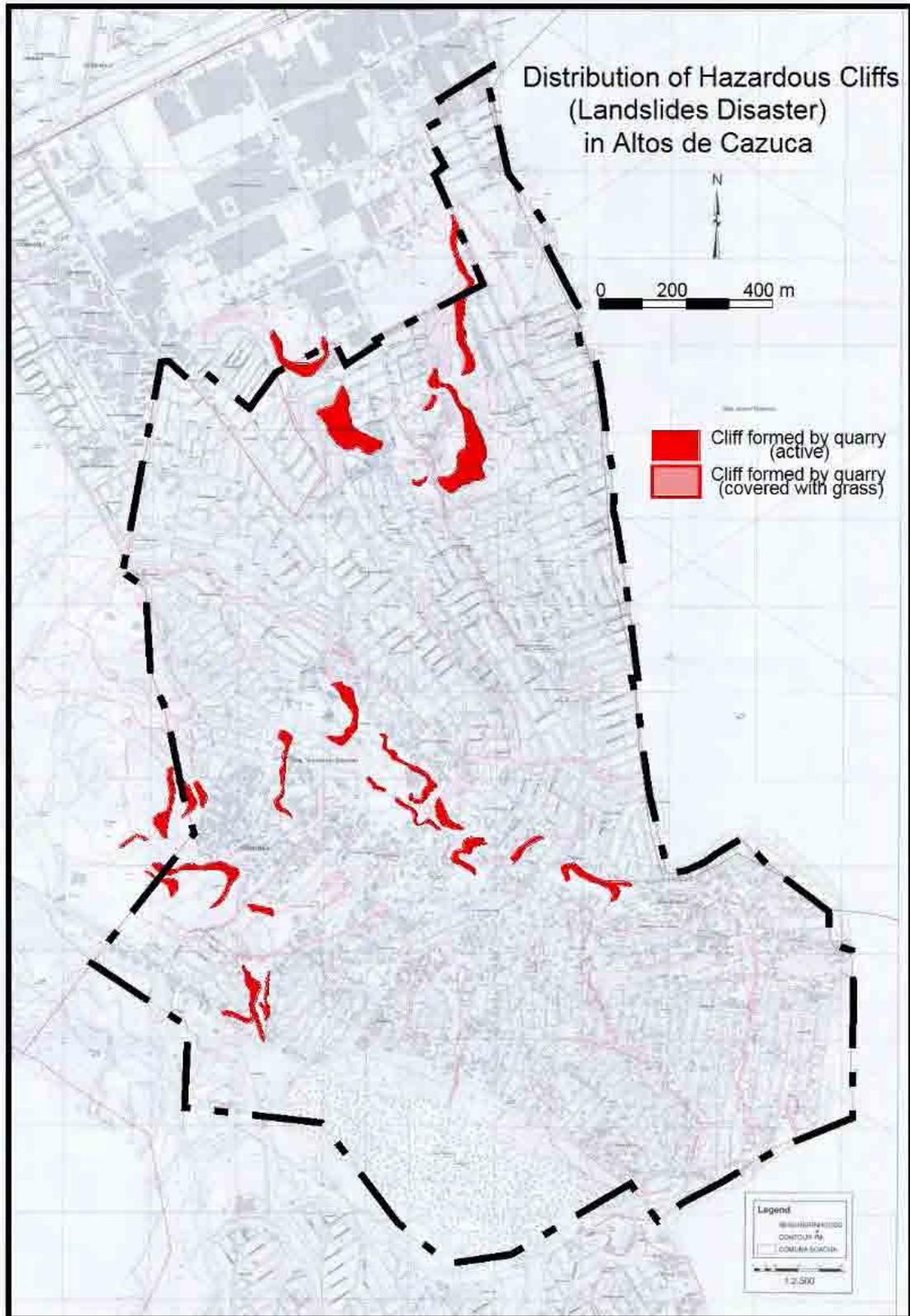


Figura S5-2-7 Distribución de Taludes Empinados Peligrosos

### 2.3.3 Zonas Críticas en El Divino Niño y La Capilla

En el área de estudio, Zonas Críticas han sido establecidas para ser verificadas en las áreas críticas en los barrios La Capilla en Altos de Cazucá y El Divino Niño, donde se encuentra una alta densidad de viviendas, los taludes son altos y ocurren frecuentemente deslizamientos

#### Establecimiento de Zonas Críticas

Zonas Críticas han sido definidas arriba y debajo de taludes abruptos. Los taludes abruptos son definidos en este proyecto, como taludes empinados con altura mayor a 5 m, una inclinación por encima de 30 grados y formados por actividad extractiva de canteras. La Zona Crítica se define como el área entre una distancia de 2 veces la altura del talud ( $2h$ ) desde la base del talud y el área entre la misma distancia de la altura del talud desde la parte alta, como se muestra en la Figura S5-2-8.

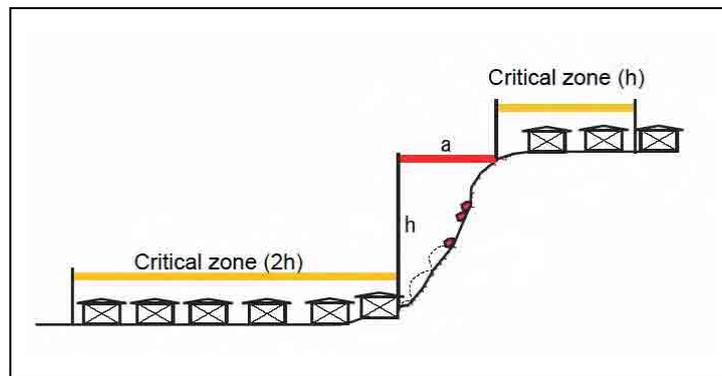


Figura S5-2-8 Definición de Zona Crítica en Talud Abrupto

El caso como se muestra en la Figura S5-2-9, la altura del talud es considerada como sigue

- $L > 2H_b$ : Considera Talud A y Talud B individuales
- $L \leq 2H_b$ :  $\theta > 30$  grd. : considera Talud A y Talud B combinados
- $\theta < 30$  grd. : considera Talud A y Talud B individuales

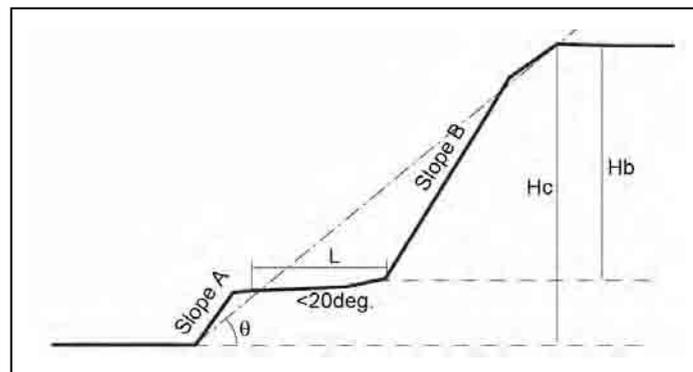


Figura S5-2- 9 Definición de la Altura del Talud en Caso de Medir en el Talud

Las razones porqué la Zona Crítica toma  $2h$  de la pata del talud son;

- a. Zonas Críticas son  $2h$  de la pata del talud en Japón, como se muestra en la Figura S5-2-10, y
- b. Colapsos existentes en taludes de canteras abandonadas en Soacha, muestran que los escombros alcanzan hasta de  $1h$  a  $1.5h$  de la altura de los taludes, como se muestra en la Foto S5-2-4.

La razón de porqué la Zona Crítica establece  $1h$  de la pata del talud es la existencia de colapsos, mostrando que los colapsos invaden dentro de la parte alta del talud hasta  $0.5h$  de la altura de los taludes.

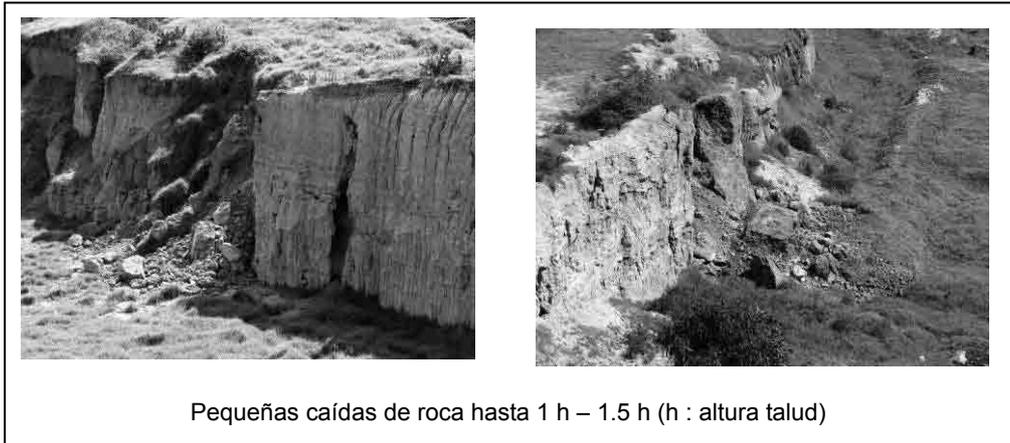
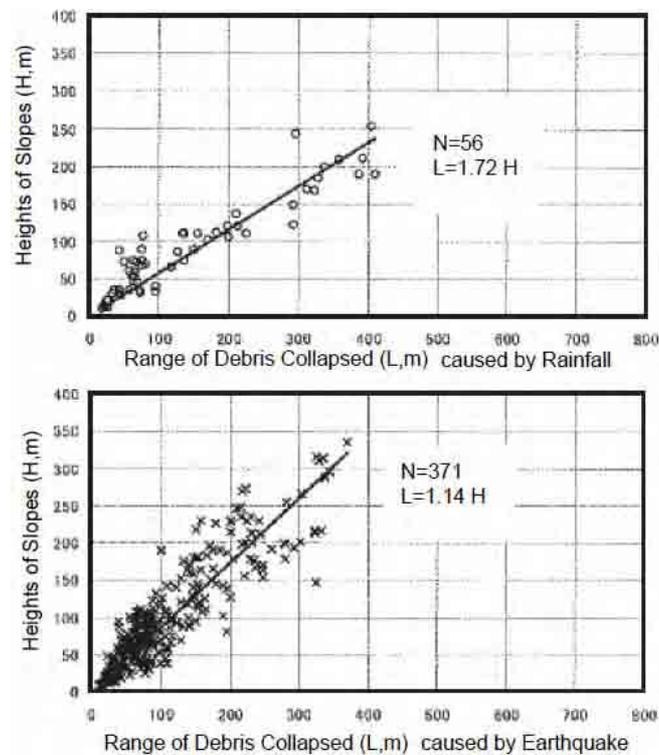


Foto S5-2- 4 Colapso de Taludes Empinados en Canteras Abandonadas (Cerca de Llano Grande, Comuna 6, Soacha)



(Fukuda et al., 2005, Journal of Engineering Geology)

Figura S5-2-10 Relación entre las Alturas de los Taludes y Rangos de Escombros Colapsados en Japón

Zonas Críticas en El Divino Niño y La Capilla

Las Zonas Críticas en El Divino Niño se muestran en la Figura S5-2-11. Las alturas máximas de los taludes abruptos son de 40 m, y la Zona Crítica se extiende a un máximo de 80 m desde el talud. Muchas casas se encuentran incluidas en las Zonas Críticas.

La Zona Crítica en La Capilla se muestra en la Figura S5-2-12. La máxima altura del talud empinado es de 40 m, y la Zona Crítica se extiende a un máximo de 80 m desde el talud. Muchas casas se encuentran incluidas en las Zonas Críticas.

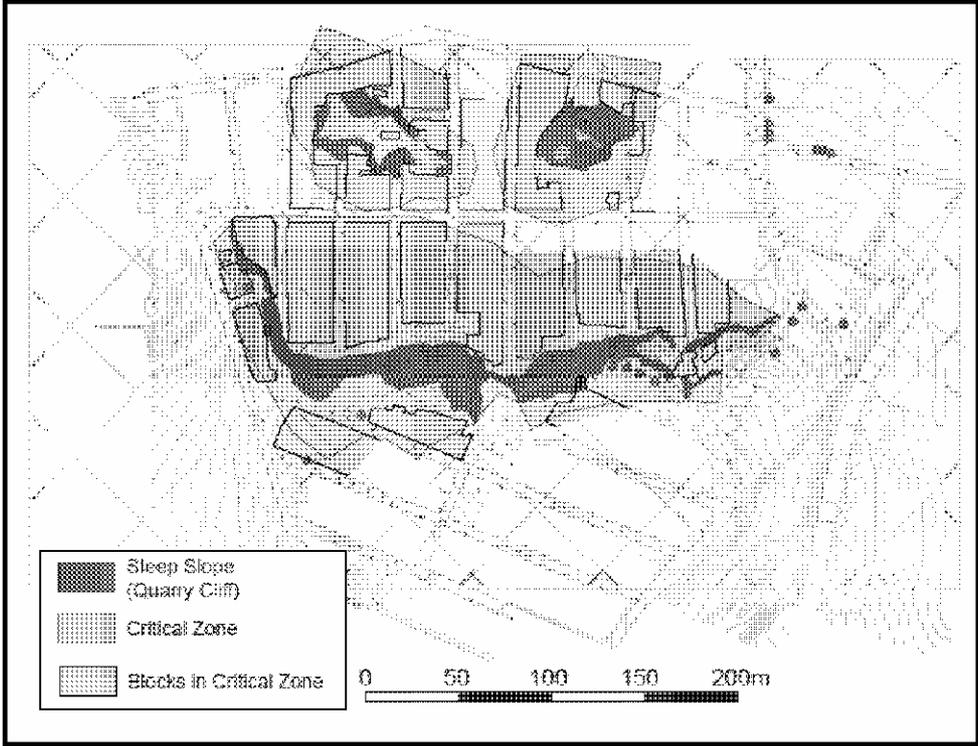


Figura S5-2-11 Zonas Críticas en El Divino Niño

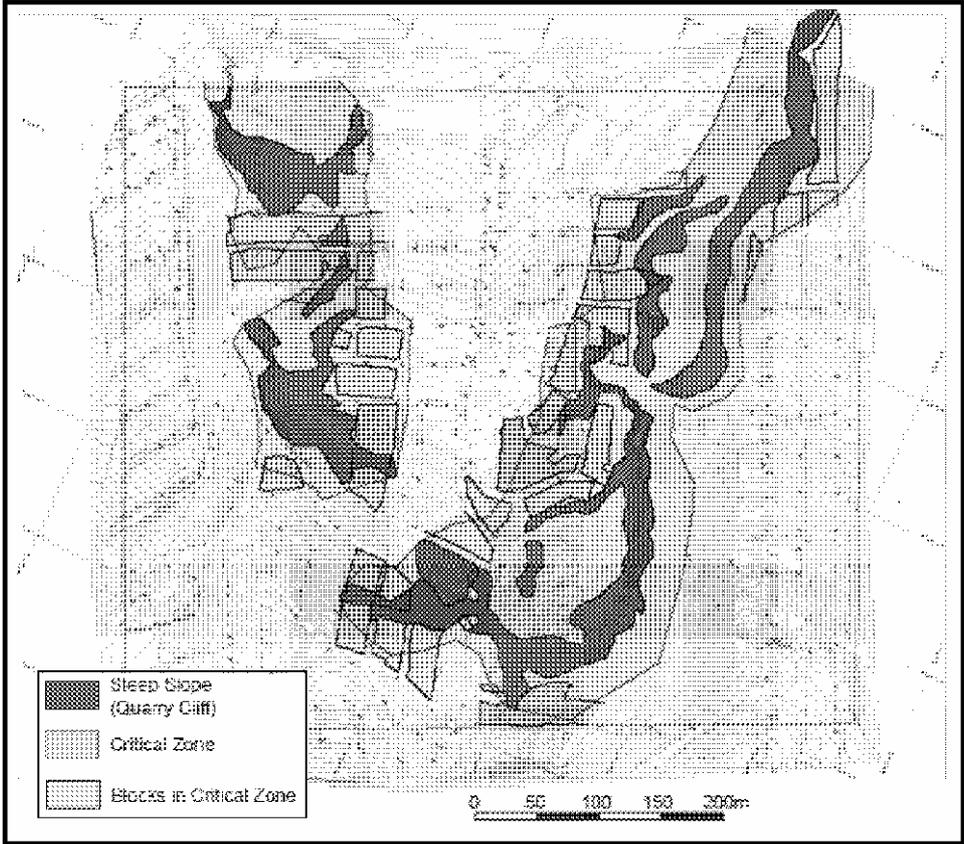


Figura S5-2-12 Zonas Críticas en La Capilla en Altos de Cazucá

### Definición de la Zona de Emergencia

El Municipio de Soacha tiene un esquema para la reubicación de las casas de áreas de alto riesgo, como parte de del programa de prevención de desastres. Los Mapas de Zonas Críticas que se muestra en la Figura S5-2-11 y Figura S5-2-12 pueden proveer información útil para el esquema de reubicación del Municipio de Soacha. Es obvio, sin embargo, que la reubicación de las casas de las Zonas Críticas de Divino Niño y La Capilla, de manera rápida, es difícil, dado que hay muchas viviendas incluidas en las Zonas Críticas. Como parte de la información para el esquema de reubicación del Municipio de Soacha, una Zona de Emergencia es definida en el Divino Niño, donde se encuentra el área más seria de Soacha. Las casas de la Zona de Emergencia deben ser evacuadas de manera inmediata. El criterio de la Zona de Emergencia se define dentro de los límites de 10m o 2 casas desde la base del talud, como se muestra en la Figura S5-2-13, sin embargo, la decisión final de la Zona de Emergencia en el Divino Niño fue establecida por el Equipo de Estudio con base en un levantamiento. La Zona de Emergencia del Divino Niño se muestra en la Figura S5-2-14

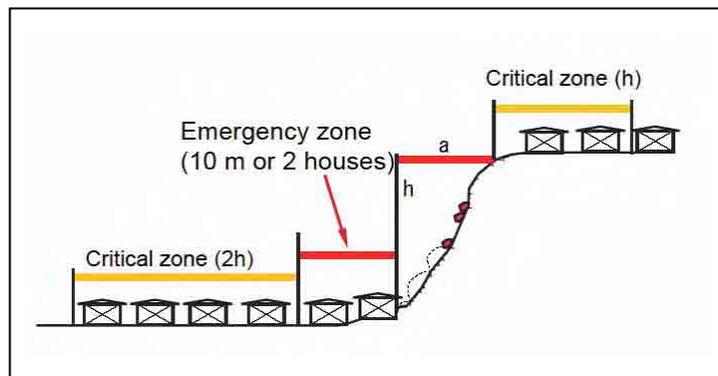


Figura S5-2-13 Definición de la Zona de Emergencia de Taludes Abruptos

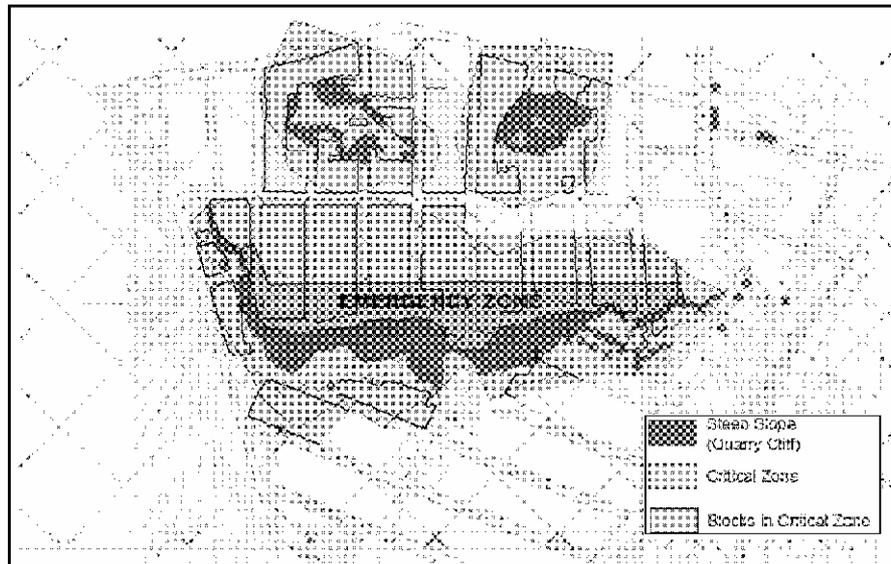


Figura S5-2-14 Zona de Emergencia en El Divino Niño

### 2.3.4 Mapa Comunitario de Amenaza

En el proceso del programa de reubicación en Divino Niño, el realizar la reubicación de todas las personas de las Zonas Críticas incluso las de las Zonas de Emergencia puede tomar un tiempo largo. Por lo tanto, es importante proteger a las personas que se encuentran en las Zonas de Emergencia y Crítica, hasta que sean reubicadas. Lo más importante es dar a conocer a las personas que están viviendo en esas zonas, utilizando los mapas que se muestran en las figuras, Figura S5-2-7, Figura S5-2-11 y Figura S5-2-12 Las personas en esas zonas deben ser educadas, siguiendo la información referida en el Mapa de Amenaza Comunitario de la Figura S5-2-15.

- Las personas que viven en las Zonas de Emergencia y en las Zonas Críticas, siempre están expuestas al peligro.
- Las personas deben siempre estar observando cosas inusuales en los taludes.
- Las personas deben siempre tener cuidado de los taludes cuando llueve.
- Si las personas encuentran alguna señal inusual en los taludes durante las lluvias o incluso en buen tiempo, deben informar de esto al Municipio de Soacha y buscar refugio, según su propio criterio.

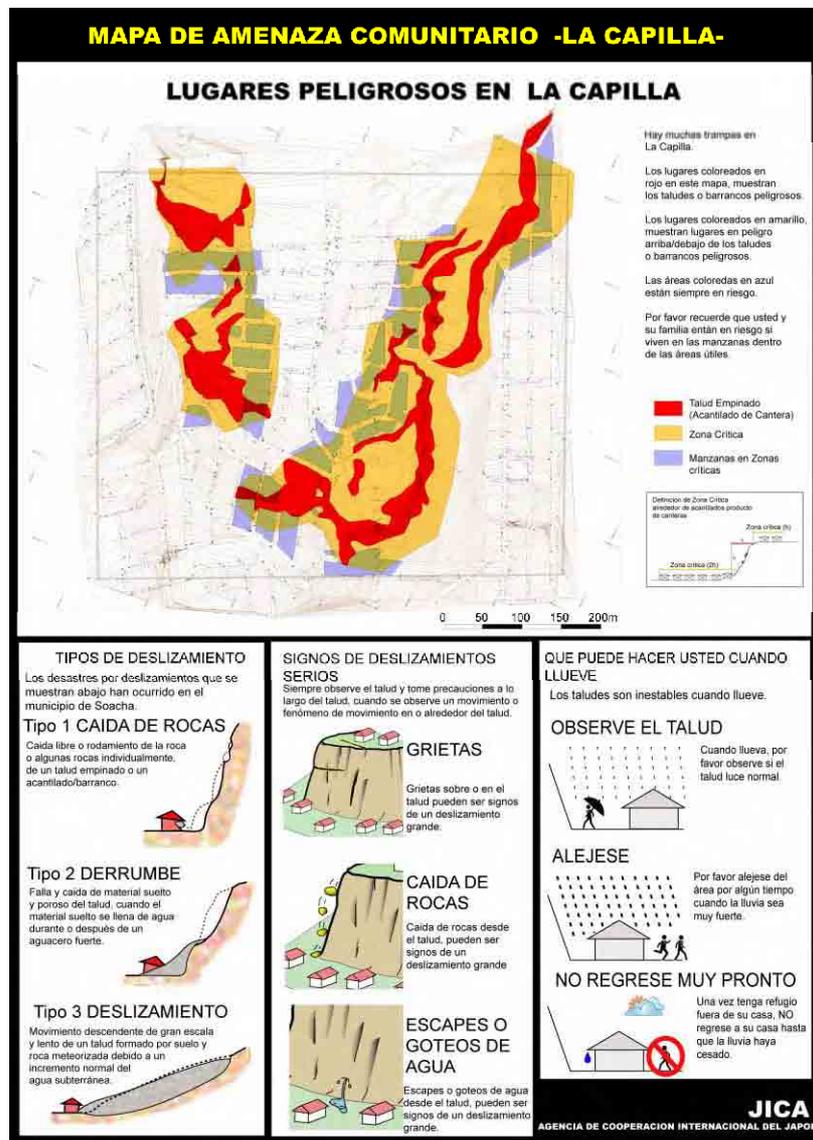


Figura S5-2-15 Mapa Comunitario de Amenaza

## **2.4 Medidas para las Zonas Críticas**

### **2.4.1 Consideraciones de Contramedidas Estructurales**

Muchas casas fueron construidas y muchas personas viven muy cerca de la base o en la parte alta de taludes formados para la actividad minera en el Municipio de Soacha. Caída de rocas y colapsos de los taludes ocurren frecuentemente durante la época de lluvias o incluso en buen tiempo. Además, esas áreas han sufrido de grandes movimientos de masas también. Se conoce que canteras de ese estilo, explotadas hace 50 años, generaron los movimientos de masas en Altos de la Estancia en Bogotá. En Villa Esperanza, para prevenir la ocurrencia de los movimientos de masas, el cuerpo de ingenieros del ejército implementó un trabajo de relleno con tierra. Es muy difícil detener un movimiento de deslizamiento una vez activado y debido a actividades humanas, debido al desbalance, ya que el cuerpo del deslizamiento es substancialmente más grande que en un caso natural. Por ejemplo, los taludes en el Divino Niño están cubiertos por material arcilloso, el cual se produce en el proceso de meteorización de las areniscas y las lodositas. Bloques cuboides y rocas se observan en los afloramientos en el talud, debido al desarrollo de grietas. Esos bloques y rocas pueden caer y colapsar el talud. Adicionalmente, la presencia de grietas abiertas que se observan sobre el talud, indican que el cuerpo entero del talud ha estado continuamente en movimiento en el pasado, por lo tanto es necesario prestar atención al fenómeno de transición a un proceso de movimiento de masas

Es cuidadosamente reconocido que cortes de pequeña escala en un talud y la excavación pueden generar movimientos de masas, en los cuales se registran condiciones topográficas y geológicas similares a los de Altos de la Estancia. En Altos de la estancia, el corte del talud y la excavación debido a las actividades humanas, realmente produjo la transición del fenómeno y disparó el movimiento de masas. Consecuentemente, el realizar cortes en el talud no debe ser realizado, porque su condición es inestable, debido a las actividades de cantera que lo produjeron. Plantear trabajos de protección de emergencia para la caída de roca y el colapso del talud, es una forma efectiva, considerando que la escala de la caída de las rocas y colapso, son fenómenos comparativamente pequeños en el momento. Sin embargo, tratar de hacer algo para suavizar la base del talud incrementaría el riesgo de movimiento de masas. Por lo que desde el punto de vista de prevención de deslizamientos esto es impracticable. Es obviamente difícil detener un movimiento de masas una vez ocurrida la actividad humana y se generan movimientos de masa pequeños como el que se observa en Villa Esperanza. Es teóricamente posible, hacer de un talud abrupto, un talud suave, después de realizarse trabajos de prevención como el uso de pilares y anclajes, pero esos trabajos son muy costosos, pero es una regla básica que esos trabajos costosos debe ser realizados después de completarse trabajos de llenado de contra-peso a la base del deslizamiento. Los trabajos de llenado como contra-peso pueden ser trabajos de gran escala en las áreas planas donde muchas casas existen en este momento y debe ser direccionada a recobrar la forma original del área. Por lo tanto, “trabajos de protección de emergencia” en taludes abruptos de canteras abandonadas en Divino Niño y Altos de Cazucá son desde el punto de vista técnico impracticables de realizar.

### **2.4.2 Recomendaciones para Mitigar los Daños por Deslizamientos**

Es recomendable evacuar la Zona Crítica como medida en contra de los desastres de talud en taludes abruptos de canteras abandonadas. Las casas cerca de los taludes empinados deben ser reubicadas en áreas seguras, fuera de las Zonas Críticas. Pero puede tomar un tiempo largo el evacuar la Zona Crítica, debido a que hay muchos taludes de canteras abandonadas y casas en las Zonas Críticas. Las siguientes medidas, son recomendables.

- a) Las personas en las Zonas Críticas deben ser evacuadas y la prioridad de evacuación está dada según el peligro en la Zona Crítica.
- b) Hasta que todas las personas de la Zona Crítica sean reubicadas, el Municipio de Soacha, deberá estar a cuidado de aquellas que permanecen en la Zona Crítica.

- c) Las personas que permanecen en la Zona Crítica deben conocer que ellos viven en estas zonas y que siempre están en peligro, incluso durante buenas condiciones climáticas.
- d) Durante las lluvias fuertes, el Municipio de Soacha debe estar en mayor alerta por las personas de las Zonas Críticas.
- e) Para obtener la información básica para los niveles de alerta por lluvias, el Municipio de Soacha debe coleccionar la información de las lluvias.

#### 2.4.3 Proceso para la Evacuación

La Evacuación de todas las Zonas Críticas en el Municipio de Soacha es necesaria para proteger la vida de las personas y sus bienes. Se puede tomar un tiempo largo para completar el plan; sin embargo, la evacuación de las áreas más peligrosas debe hacerse por pasos:

- a) Completar el programa de reubicación para la Zona de Emergencia del Divino Niño
- b) Declarar las Zonas de Emergencia en La Capilla (Las Zonas Críticas en la Capilla han sido establecidas en este estudio Figura S5-2-12)
- c) Proceder con el programa de reubicación para las Zonas de Emergencia en La Capilla, de acuerdo con el proceso desarrollado en Divino Niño.
- d) Definir las Zonas Críticas y las Zonas de Emergencia en El Arroyo (Villa Esperanza) donde se encuentran taludes abruptos por actividad minera y hay actividades extractivas en la cercanía.
- e) Proceder con el programa de reubicación para las Zonas de Emergencia en El Arroyo (Villa Esperanza), de acuerdo con el proceso desarrollado en Divino Niño.
- f) Definir las Zonas Críticas y Zonas de Emergencia en otras áreas donde se encuentren taludes abruptos, producto de canteras abandonadas (referirse a Figura S5-2-7) y proceder con el programa de reubicación para Zonas de Emergencia.
- g) Después de completar el programa de reubicación de las Zonas de Emergencia, proceder con la reubicación de las Zonas Críticas y continuar el mismo orden como en el programa de reubicación de las Zonas de Emergencia.

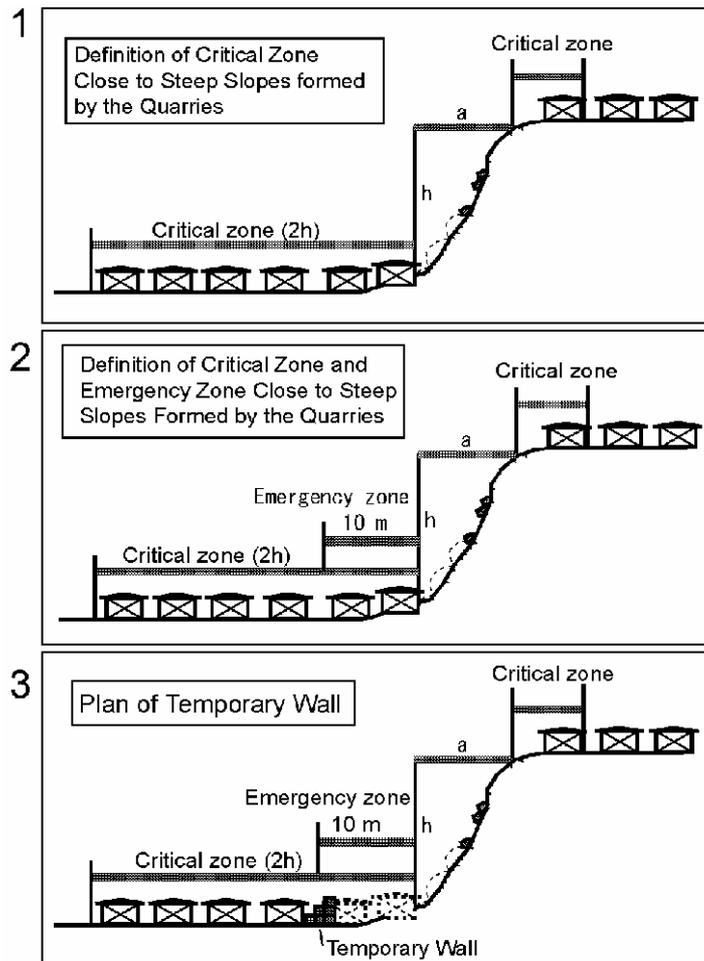


Figura S5-2-16 Proceso de Reubicación de Zonas de Emergencia

#### 2.4.4 Medidas hasta la Finalización del Programa de Evacuación

En el proceso del programa de reubicación en el Divino Niño, se encontró que la reubicación de las personas puede tomar un largo tiempo. Por lo tanto, es importante proteger las vidas de las personas que se encuentran en las Zonas de Emergencia y Críticas, usando el Mapa Comunitario de Amenaza, como se menciona en la Sección 2.4.2.

---

INFORME DE SOPORTE

---

S6

ESTUDIO DE INUNDACIÓN

TABLA DE CONTENIDOS  
DE  
S6 ESTUDIO POR INUNDACIONES

CAPÍTULO 1 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO .....	S6-1- 1
1.1 Ríos Relacionados con el Área de Estudio.....	S6-1- 1
1.2 Características del Río.....	S6-1- 7
1.2.1 Perfil Longitudinal .....	S6-1- 7
1.2.2 Cambio Histórico .....	S6-1-16
1.2.3 Capacidad de Caudal.....	S6-1-21
1.3 Desastre por Inundación.....	S6-1-34
1.3.1 Encuesta de Levantamiento en Bogota .....	S6-1-34
1.3.2 Encuesta de Levantamiento en Soacha .....	S6-1-35
 CAPITULO 2 ANALISIS DE INUNDACIONES GRAVES .....	 S6-2- 1
2.1 Análisis de la Inundación de Mayo 19 de 1994, de la Quebrada Chiguaza .....	S6-2- 1
2.1.1 Información de la Literatura.....	S6-2- 1
2.1.2 Estudio de Encuesta .....	S6-2- 1
2.1.3 Condiciones Hidrológicas .....	S6-2- 3
2.1.4 Análisis.....	S6-2- 5
2.2 Análisis de la Inundación de Mayo 31, 2002 en la Quebrada Chiguaza .....	S6-2- 8
2.2.1 General .....	S6-2- 8
2.2.2 Condiciones Hidrológicas .....	S6-2- 8
2.3 Análisis de la Inundación de Mayo 11, 2006 en el Río Soacha .....	S6-2-11
2.3.1 Condiciones Hidrológicas .....	S6-2-11
2.3.2 Cálculo Hidrológico .....	S6-2-19
 CAPITULO 3 MODELAMIENTO HIDROLOGICO.....	 S6-3- 1
3.1 Metodología .....	S6-3- 1
3.1.1 Delineación de la Sub-cuenca .....	S6-3- 1
3.1.2 Modelo de Escorrentía de Lluvia .....	S6-3- 9
3.2 Modelo Hidrológico .....	S6-3-15
3.2.1 Chiguaza.....	S6-3-15
3.2.2 Santa Librada .....	S6-3-16
3.2.3 Yomasa.....	S6-3-17
3.2.4 La Estrella y Trompeta.....	S6-3-18
3.2.5 Río Soacha .....	S6-3-19
3.2.6 Río Tibanica.....	S6-3-20
 CAPITULO 4 MAPEO DE SUSCEPTIBILIDAD DE INUNDACION .....	 S6-4- 1
4.1 General .....	S6-4- 1
4.1.1 Tipos de Avenidas Torrenciales.....	S6-4- 1
4.1.2 Avenidas Torrenciales en el Área de Estudio .....	S6-4- 1
4.2 Susceptibilidad de Inundación.....	S6-4- 2
4.2.1 Metodología .....	S6-4- 2
4.2.2 Parámetro Hidráulico .....	S6-4- 4
4.2.3 Quebrada Chiguaza .....	S6-4- 4
4.2.4 Río Soacha .....	S6-4- 5
4.3 Susceptibilidad de Avenida Torrencial .....	S6-4- 6
4.3.1 General .....	S6-4- 6
4.3.2 Identificación de la Cuenca y Establecimiento del Punto Básico .....	S6-4- 7
4.3.3 Definición de Quebrada .....	S6-4-11
4.3.4 Definición de “Zona Amarilla” .....	S6-4-11
4.3.5 Cálculo del Volumen de Sedimento.....	S6-4-14

### Lista de Tablas

Tabla S6-1-1	Sistema del Río Bogotá .....	S6-1- 1
Tabla S6-1-2	Localidades en cada Cuenca de Río en el Área de Estudio .....	S6-1- 6
Tabla S6-1-3	Secciones Levantadas en el Área de Estudio .....	S6-1-21
Tabla S6-1-4	Puntos Críticos en la Quebrada Chiguaza .....	S6-1-23
Tabla S6-1-5	Lista de Barrios por Encuesta de Levantamiento por Inundación en Bogota .....	S6-1-34
Tabla S6-1-6	Eventos de Inundación Graves en las Cuencas Objetivo en Bogotá por la Encuesta de Levantamiento .....	S6-1-34
Tabla S6-1-7	Lista de Barrios por Encuesta de Inundaciones en Soacha .....	S6-1-36
Tabla S6-2-1	Distribución de Lluvia Horaria en Juan Rey en Mayo 19, 1994 .....	S6-2- 4
Tabla S6-2-2	Área y Profundidad de la Deposición de Sedimento del Área Afectada.....	S6-2- 6
Tabla S6-2-3	Lluvia Horaria en Juan Rey en Mayo 30, 2002.....	S6-2- 9
Tabla S6-2-4	Descarga de Pico Asumida por el Método Racional.....	S6-2-21
Tabla S6-2-5	Comparación de la Descarga de Marca de Inundación y La Descarga de Lluvia asumida .....	S6-2-21
Tabla S6-3-1	Uso de la tierra y Coeficiente de Escorrentía de la Chiguaza y Santa Librada .....	S6-3-13
Tabla S6-3-2	Uso de la tierra y Coeficiente de Escorrentía de Yomasa y La Estrella Trompeta .....	S6-3-14
Tabla S6-3-3	Parámetro Modelo para la Sub cuenca en el Río Soacha .....	S6-3-20
Tabla S6-3-4	Modelo del Parámetro para el Canal en el Río Soacha .....	S6-3-20
Tabla S6-3-5	Parámetro Hidrológico para la Quebrada Chiguaza.....	S6-3-22
Tabla S6-3-6	Parámetro Hidrológico para la Cuenca de la Quebrada Santa Librada.....	S6-3-23
Tabla S6-3-7	Parámetro Hidrológico para la Cuenca de la Quebrada Yomasa .....	S6-3-23
Tabla S6-3-8	Parámetro Hidrológico para la Cuenca de la Quebradas Estrella y Trompeta .....	S6-3-24
Tabla S6-3-9	Parámetro Hidrológico para la Cuenca del Río Soacha .....	S6-3-25
Tabla S6-3-10	Parámetro Hidrológico para la Cuenca del Río Tibanica.....	S6-3-25
Table S6-4-1	Número de Literatura acerca de Avenidas Torrenciales (Nishimoto, 2005)..	S6-4- 2
Table S6-4-2	Rango de la Rugosidad Manning .....	S6-4- 4
Table S6-4-3	Transporte de Sedimento para el Talud del Lecho de la Quebrada.....	S6-4- 8
Table S6-4-4	Punto Básicos Candidatos en el Área de Estudio .....	S6-4-10
Table S6-4-5	Cálculo de “Ve” and “Vec”.....	S6-4-16
Table S6-4-6	Contenidos del reporte anual de Desastre de Sedimento (Avenida Torrencial) .....	S6-4-20

### Lista de Figuras

Figura S6-1-1	Ubicación Del Río Bogotá en Colombia.....	S6-1- 2
Figura S6-1-2	Sub-Cuenca dentro de la Cuenca Alta del Río Bogotá.....	S6-1- 3
Figura S6-1-3	Cuenca del Río Tunjuelo.....	S6-1- 5
Figura S6-1-4	Perfil Longitudinal del Río Tunjuelo .....	S6-1- 6
Figura S6-1-5	Volumen y Curva de Área del Embalse Terreros.....	S6-1- 7
Figura S6-1-6	Perfil Longitudinal de la Quebrada Chiguaza .....	S6-1- 8
Figura S6-1-7	Perfil Longitudinal de la Quebrada Santa Librada .....	S6-1- 8
Figura S6-1-8	Perfil Longitudinal de la Quebrada Yomasa .....	S6-1- 9
Figura S6-1-9	Perfil Longitudinal de la Quebrada Estrella.....	S6-1- 9
Figura S6-1-10	Perfil Longitudinal de la Quebrada Trompeta.....	S6-1-10

Figura S6-1-11	Perfil Longitudinal de la Quebrada Infierno (Trompeta Tributario) .....	S6-1-10
Figura S6-1-12	Cuenca Subjetiva de la Quebrada Subjetiva (Chiguaza).....	S6-1-11
Figura S6-1-13	Cuenca de la Quebrada Subjetiva (Santa Librada,).....	S6-1-12
Figura S6-1-14	Cuenca de la Quebrada Subjetiva (Yomasa).....	S6-1-13
Figura S6-1-15	Cuenca de la Quebrada Subjetiva (La Estrella-Trompeta).....	S6-1-14
Figura S6-1-16	Perfil Longitudinal de la Profundidad y Ancho de la Quebrada Chiguaza .....	S6-1-15
Figura S6-1-17	Comparación de los Perfiles Longitudinales del Área de Estudio .....	S6-1-16
Figura S6-1-18	Comparación entre 1956 y 2004 en la Confluencia de la Quebrada Chiguaza (Área de San Benito –Tunjuelito) .....	S6-1-17
Figura S6-1-19	Comparación entre 1968 Y 1998 en la Parte Alta de la Quebrada Chiguaza.....	S6-1-18
Figura S6-1-20	Comparación entre 1941 y 2005 del Río Soacha .....	S6-1-20
Figura S6-1-21	Capacidad del Canal y Descarga Probable en la Quebrada Chiguaza.....	S6-1-24
Figura S6-1-22	Puntos Críticos Aguas debajo de la Quebrada Chiguaza .....	S6-1-25
Figura S6-1-23	Puntos Críticos en la Parte Alta de la Quebrada Chiguaza .....	S6-1-26
Figura S6-1-24	Capacidad del Canal y Descarga Probable en la Quebrada Santa Librada ....	S6-1-27
Figura S6-1-25	Capacidad del Canal y Descarga Probable en la Quebrada Yomasa.....	S6-1-28
Figura S6-1-26	Capacidad del Canal y Descarga Probable en la Quebrada Estrella .....	S6-1-29
Figura S6-1-27	Capacidad del Canal y Descarga Probable en el Quebrada Trompeta .....	S6-1-30
Figura S6-1-28	Sección Transversal y Capacidad del Canal dentro de HOLCIM y CEMEX.....	S6-1-31
Figura S6-1-29	Capacidad del Canal en el Río Soacha.....	S6-1-32
Figura S6-1-30	Capacidad del Canal en el Río Tibanica .....	S6-1-33
Figura S6-1-31	Eventos de Inundación Graves en las Cuencas Objetivo en Bogotá por las Encuestas de Levantamiento .....	S6-1-35
Figura S6-1-32	Área de la Inundación en Mayo 11, 2006 en Soacha .....	S6-1-36
Figura S6-2-1	Área afectada en la Inundación Mayo 19, 1994 en la quebrada Chiguaza....	S6-2- 3
Figura S6-2-2	Lluvia Diaria del 1 al 31 en Mayo 1994.....	S6-2- 4
Figura S6-2-3	Imagen Esquemática del Balance de Sedimento .....	S6-2- 5
Figura S6-2-4	Perfil Longitudinal de la Quebrada Zuque .....	S6-2- 7
Figura S6-2-5	Material de Presentación Material sobre la inundación de Mayo 2002por DPAE.....	S6-2- 8
Figura S6-2-6	Nivel de Agua observado desde Mayo 23 hasta Junio 6, 2002 en San Benito (EAAB).....	S6-2- 9
Figure S6-2-7	Cota de la Inundación en la Inundación de Mayo 2002 en el Río Tunjuelo y la Quebrada Chiguaza .....	S6-2-10
Figura S6-2-8	Curva de Descarga y Nivel de Agua del Río Tunjuelo (San Benito 0+068)..	S6-2-11
Figura S6-2-9	Lluvia diaria en San Jorge (IDEAM) en 2006 .....	S6-2-12
Figura S6-2-10	Intensidad de la Lluvia en San Jorge (IDEAM) en Mayo 11, 2006.....	S6-2-12
Figura S6-2-11	Nivel de Inundación y Sección Transversal en Fusunga.....	S6-2-13
Figura S6-2-12	Nivel de Agua y Curva de Descarga en Fusunga.....	S6-2-14
Figura S6-2-13	Nivel de la Inundación y Sección Transversal en la Prisión .....	S6-2-15
Figura S6-2-14	Nivel de Agua y Curva de Descarga en la Prisión .....	S6-2-15
Figura S6-2-15	Nivel de la Inundación y Sección Transversal en la Ladrillera Santa Fe .....	S6-2-16
Figura S6-2-16	Nivel de Agua y Curva de Descarga en la Ladrillera Santa Fe .....	S6-2-17
Figura S6-2-17	Nivel de la Inundación y Sección Transversal en Llano Grande .....	S6-2-18
Figura S6-2-18	Nivel de Agua y Curva de Descarga en Llano Grande .....	S6-2-18
Figura S6-2-19	Sub-cuenca de la Cuenca del Río Soacha .....	S6-2-20
Figura S6-3-1	Sub-cuenca de la Quebrada Chiguaza.....	S6-3- 2
Figura S6-3-2	Sub-cuenca de la Quebrada Santa Librada.....	S6-3- 3

Figura S6-3-3	Sub-cuenca de la Quebrada Yomasa.....	S6-3- 4
Figura S6-3-4	Sub-cuenca de las Quebradas La Estrella – Trompeta.....	S6-3- 5
Figura S6-3-5	Sub-cuenca de la Cuenca del Río Soacha (1).....	S6-3- 6
Figura S6-3-6	Sub-cuenca de la Cuenca del Río Soacha (2).....	S6-3- 7
Figura S6-3-7	Sub-cuenca de la Cuenca del Río Tibanica.....	S6-3- 8
Figura S6-3-8	Concepto de Tiempo de recorrido y tiempo de Concentración.....	S6-3-11
Figura S6-3-9	Definidas para las curvas IDF por EAAB.....	S6-3-11
Figura S6-3-10	EAAB datos IDF en el Área de Estudio en Bogota.....	S6-3-12
Figura S6-3-11	Árbol Modelo Hidrológico para la Quebrada Chiguaza.....	S6-3-15
Figura S6-3-12	Árbol Modelo Hidrológico para la Quebrada Santa Librada.....	S6-3-16
Figura S6-3-13	Árbol Modelo Hidrológico para la Quebrada Yomasa.....	S6-3-17
Figura S6-3-14	Árbol Modelo Hidrológico para la quebrada Estrella Trompeta.....	S6-3-18
Figura S6-3-15	Árbol Modelo Hidrológico para el Río Soacha.....	S6-3-19
Figura S6-3-16	Árbol Modelo Hidrológico para el Río Tibanica.....	S6-3-21
Figura S6-3-17	Distribución de Descarga de la Quebrada Chiguaza para un Período de retorno de 100 años.....	S6-3-26
Figura S6-3-18	Distribución de Descarga de la Quebrada Santa Librada para un Período de retorno de 100 años.....	S6-3-26
Figura S6-3-19	Distribución de Descarga de la Quebrada Yomasa para un periodo de retorno de 100 años.....	S6-3-27
Figura S6-3-20	Distribución de Descarga de la Quebradas Estrella y Trompeta para un periodo de retorno de 100 años.....	S6-3-27
Figure S6-4-1	Resultado de Simulación de Inundación por medio del FLO-2D para Soacha.....	S6-4- 6
Figure S6-4-2	Procedimiento Específico para el Mapeo de Susceptibilidad de Avenida Torrencial para el Área de Estudio en Bogotá.....	S6-4- 7
Figure S6-4-3	Imagen Esquemática de la Sub cuenca Subjetiva.....	S6-4- 8
Figure S6-4-4	Ejemplo de Ubicación del Punto Básico.....	S6-4- 9
Figure S6-4-5	Ubicación de Nuevas Fallas de Talud y Condición del Punto de Levantamiento de la Quebrada.....	S6-4-11
Figure S6-4-6	Concepto para Delinear la Zona Amarilla.....	S6-4-13
Figure S6-4-7	Área Susceptible a Avenidas Torrenciales (Zona Amarilla) en Yomasa.....	S6-4-14
Figure S6-4-8	Imagen Esquemática de los Parámetros de “B” y “De”.....	S6-4-15
Figure S6-4-9	Selección de “Le”.....	S6-4-16
Figure S6-4-10	Relación entre el Área de Cuenca y el Volumen de Escorrentía de Sedimento específico en Japón.....	S6-4-17
Figure S6-4-11	Concepto de Balance de Sedimento (Avenida torrencial sin Falla de Talud).....	S6-4-18
Figure S6-4-12	Concepto de Balance de Sedimento (Avenida Torrencial con Falla de Talud).....	S6-4-19
Figure S6-4-13	Lluvia que Causó las Avenidas Torrenciales en Japón.....	S6-4-20

### **Lista de Foto**

Foto S6-1-1	Condición del Lecho del río en Los Puentes en la quebrada Chiguaza (Izq.: Mayo 12, 2001, Derecha: Enero 16, 2007).....	S6-1-19
Foto S6-2-2	Barrio Altamira Afectado (Izq: después Mayo 19, 1994 fuente El Tiempo, derecha: Feb. 2007).....	S6-2- 2
Foto S6-2-2	Hidrograma de Mayo 19, 1994 de la Estación de Juan Rey.....	S6-2- 5
Foto S6-2-3	Foto de la sección de Fusungá.....	S6-2-13
Foto S6-2-4	Foto en la sección de la Prisión.....	S6-2-14
Foto S6-2-5	Foto en la sección de Ladrillera Santa Fe.....	S6-2-16
Foto S6-2-6	Foto en la Sección de Llano Grande.....	S6-2-17

## CAPÍTULO 1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 1.1 Ríos Relacionados con el Área de Estudio

El Río Bogotá es el tributario primario del Río Magdalena. El Río Magdalena es el sistema del río más grande en Colombia. El Río Magdalena se origina desde la Región montañosa de Andes cerca de Ecuador y pasando por el territorio colombiano hacia el Mar Caribeño. El área de cuenca y la longitud del Río Magdalena son de 262,075 km<sup>2</sup> y 1,505 km., respectivamente<sup>1</sup>.

El río de Bogotá se está originando desde Guacheneque (la Municipalidad de Villa Pinzón) y uniéndose a Río Magdalena río cerca de Girardot. La longitud total del Río Bogotá es 255 km. Hay una cascada llamada el Salto de Tequendama (la altura es 157 m) "localizado en el Municipio de San Antonio. El área de la cuenca del Río de Bogotá es de 6,107 km<sup>2</sup> y en el punto de la cascada está dividido en dos (2) cuencas, a saber "la cuenca alta" y "la cuenca baja".

El área del estudio está incluida en la cuenca alta. Así que la descripción siguiente se enfoca sólo en la cuenca superior del Río de Bogotá<sup>2</sup>.

En la cuenca alta de río Bogotá, los afluentes del río Bogotá son río de Chicú, río de Frio, río Muna, río Neusa-Barandillas, río Sisga, río Subchoque-Balsillas, río Teusaca, río Tomine y río Tunjuelo.

Tabla S6-1-1 Sistema del Río Bogotá

Sub Área	Tramo	Área	Tributarios	Área(km <sup>2</sup> )
Cuenca Alta	Desde el nacimiento hasta el Salto de Tequendama (Sabana de Bogotá)	4,321 km <sup>2</sup>	Bogotá	1,705
			Chicú	148
			Frio	199
			Muna	132
			Neusa-Barandillas	474
			Sisga	154
			Subchoque-Balsillas(incluyendo el Río Soacha)	633
			Teusaca	334
			Tomine	220
Tunjuelo(Tunjuelito)	414			
Cuenca Baja	Desde el Salto de Tequendama hasta la confluencia del Río Magdalena	1,786 km <sup>2</sup>		
Total		6,107 km <sup>2</sup>		

1 INTERMEDIO, Gran atlas y geografía de Colombia, P.41

2 Cundinamarca Gov., Cuenca alta del río bogota, plan de ordenamiento territorial, P.29

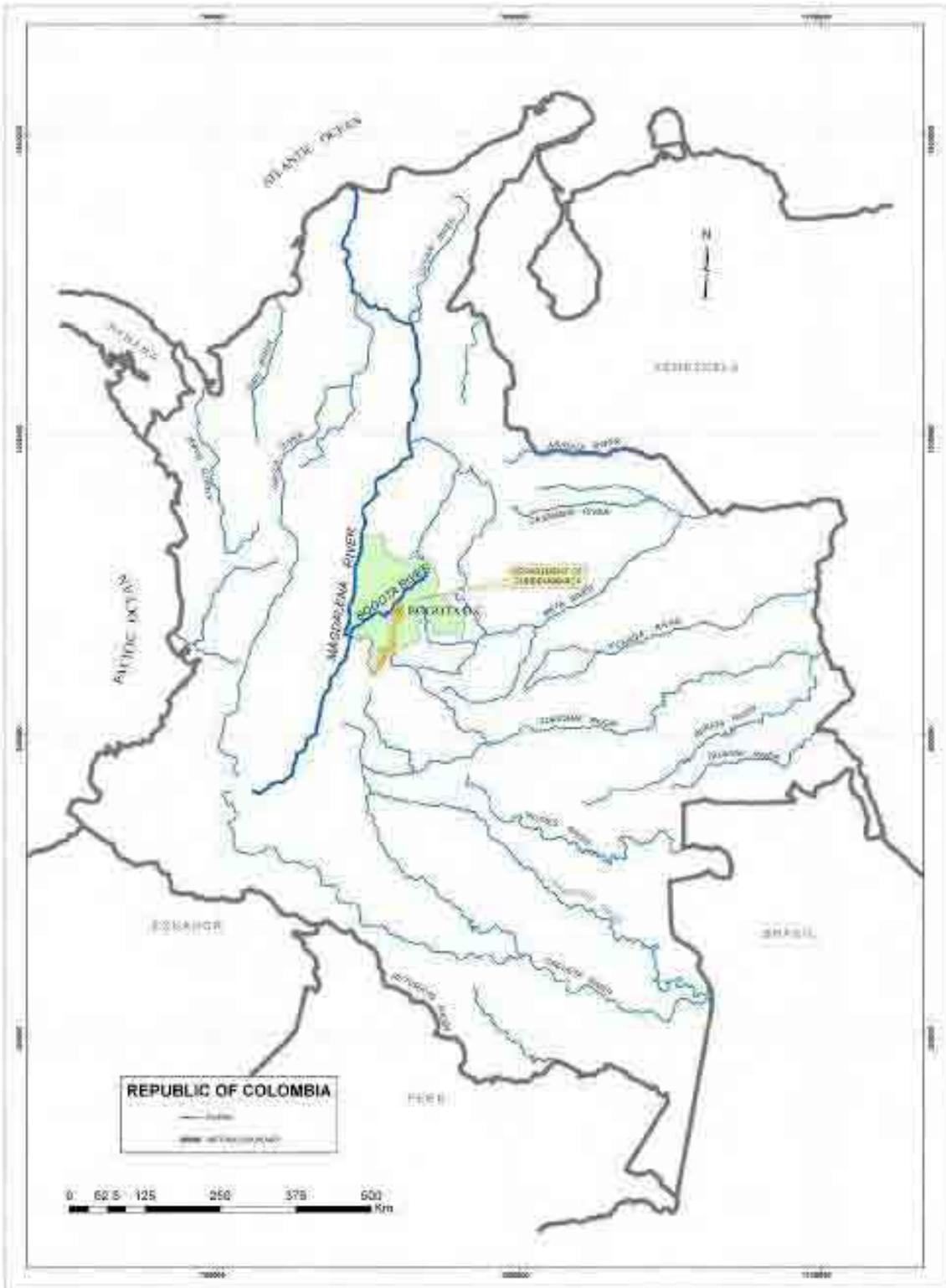


Figura S6-1-1 Ubicación del Río Bogotá en Colombia

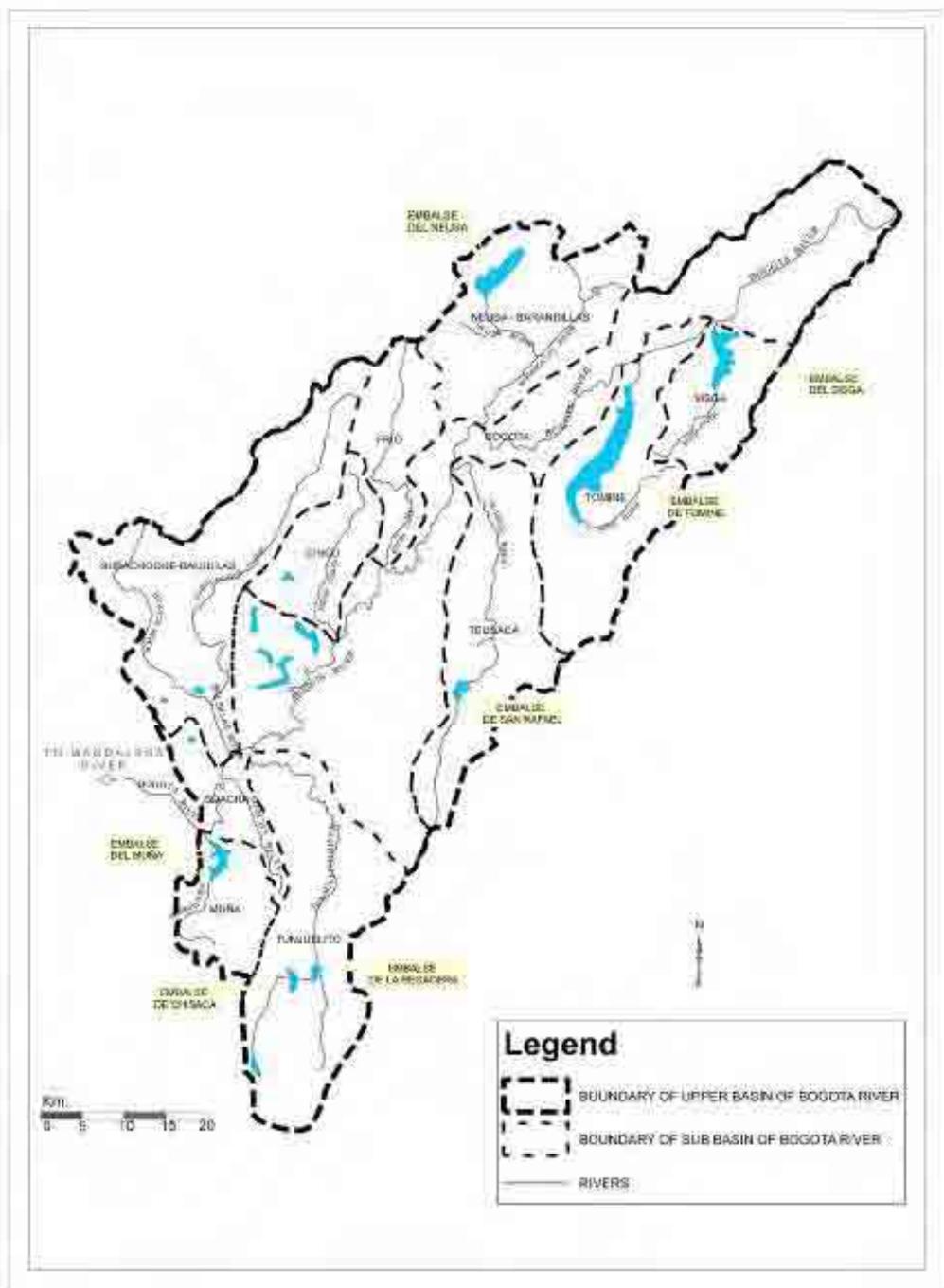


Figura S6-1-2 Sub-Cuenca dentro de la Cuenca Alta del Río Bogotá

### 1) Río Tunjuelo

El Río Tunjuelo, que es un tributario del Río Bogotá, está localizado en la parte sur del Distrito Metropolitano de Bogotá. El Área de Estudio de Bogotá está dentro de la cuenca del Río Tunjuelo (Figura S6-1-3).

El área de la cuenca del Río de Tunjuelo es 388.13 km<sup>2</sup> cuyo punto más alto es 3,850 m y el punto más bajo es 2,536 m en la confluencia al río de Bogotá. La cuenca puede ser dividida en la parte superior, media y baja (Figura S6-1-4).

Las partes superior y media tienen el área de 254 km<sup>2</sup> en el Embalse Cantarrana. En la captación

superior esta el Río Chisaca y el río de Curubital. Hay está el Embalse La Regadera en la confluencia de esos ríos. El río de Tunjuelo va hacia abajo recolectando algunos otros afluentes hacia el Embalse Cantarrana.

La parte baja puede definirse para el tramo desde Cantarrana a la confluencia del río Bogotá. La cuenca baja tiene ocho (8) afluentes principales como Yomasa, Santa Librada, La Fiscala, Chiguaza (los tributarios del banco derecho) y Botello, Trompeta, La Estrella y Limas (los tributarios del banco izquierdo). Entre éstos, la Chiguaza, Santa Librada, Yomasa y La quebradas Estrella-Trompeta son del Área de Estudio.

La lluvia anual en la parte superior es 1,122 mm en la estación Los Tunjos y 1,002 mm en la estación de La Regadera. La distribución de lluvia mensual tiene el mono-modo en que hay una estación seca entre diciembre y marzo mientras que entre abril y noviembre es la estación húmeda.

La lluvia anual en la parte baja es menor que en la parte superior. En la estación Doña Juana la estación la lluvia anual es 644 mm teniendo bi-modo en el que hay estaciones húmedas entre Marzo y Mayo y Octubre y Noviembre mientras que entre Diciembre - Febrero y Junio - Septiembre son las estaciones secas.

La cuenca del Área del Estudio pertenece a la Cuenca del Río Tunjuelo salvo el Río Soacha. El Río de Soacha esta directamente en confluencia al Río Bogotá justo aguas arriba en Las Huertas.

#### Embalse Cantarrana

El Embalse de Cantarrana esta localizado en el punto más aguas abajo de la parte media de la cuenca. El Embalse (con propósito de control de inundaciones, con período de retorno 100 años y su volumen de almacenamiento es de aproximadamente 2, 500,000 m<sup>3</sup>) han sido construido desde el año pasado y en Abril de 2007 se anunció que el embalse fue completado por la EAAB.

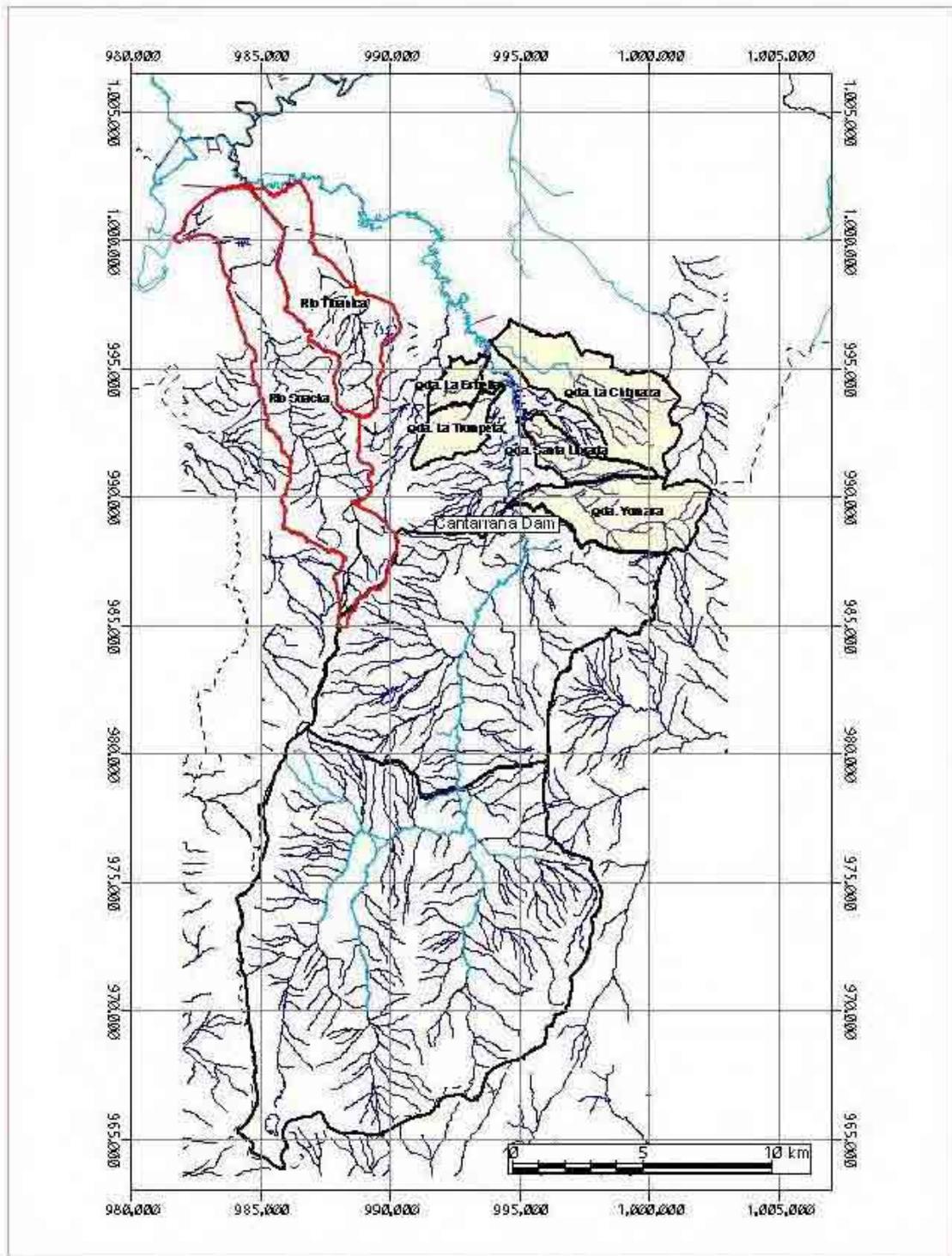


Figura S6-1-3 Cuenca del Río Tunjuelo

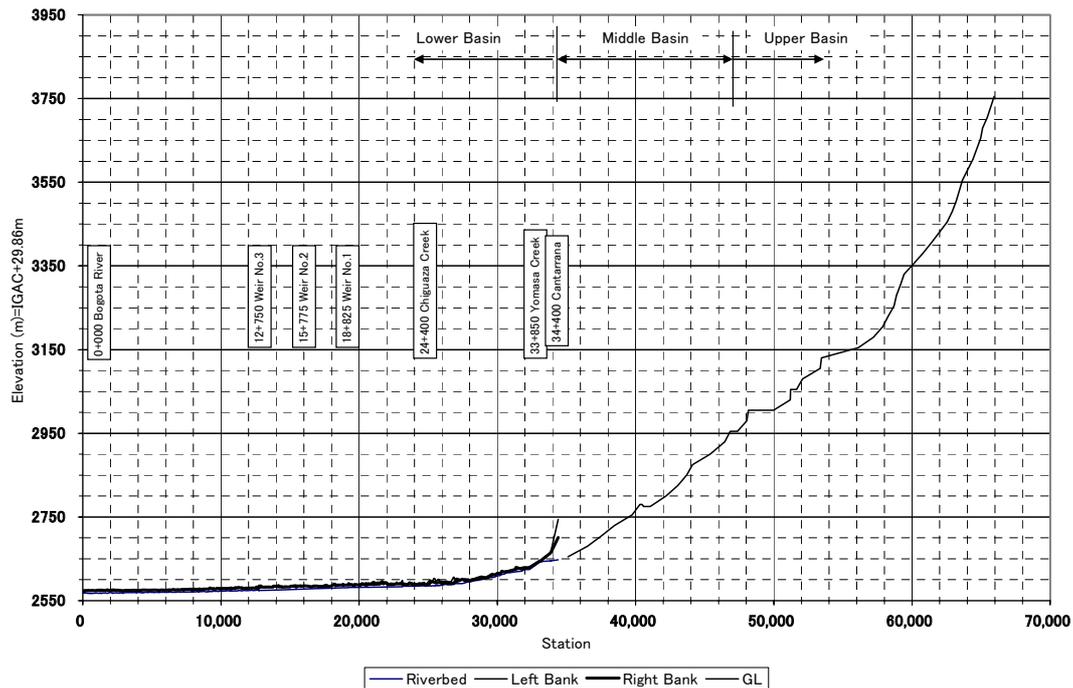


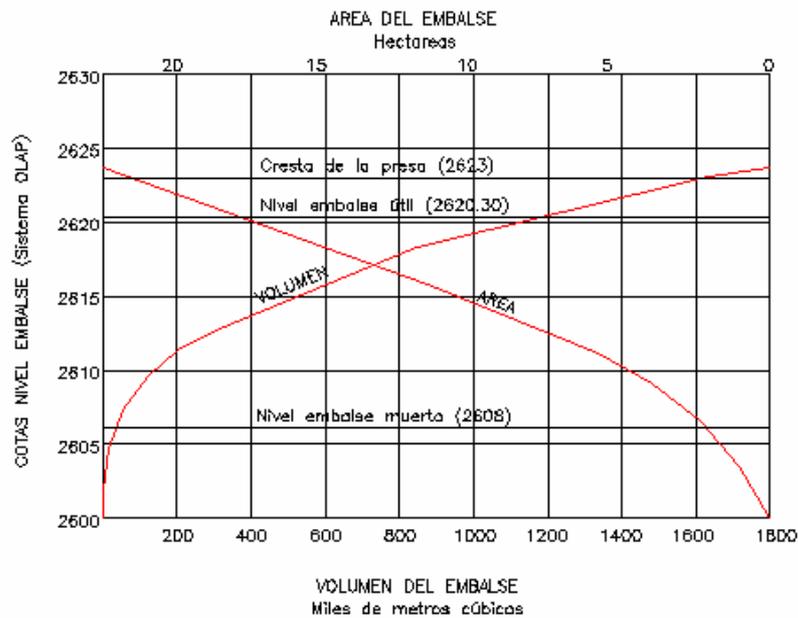
Figura S6-1-4 Perfil Longitudinal del Río Tunjuelo

Los ríos en el Área del Estudio están divididos en los afluentes del río de Tunjuelo y los afluentes del río de Bogotá. Los afluentes del río de Tunjuelo son Chiguaza, Santa Librada, Yomasa y las quebradas de Tibanica, y el afluente del río de Bogotá es el río Soacha.

Tabla S6-1-2 Localidades en cada Cuenca de Río en el Área de Estudio

Sistema de Río	Cuenca de Río en el Área de Estudio	Área de Cuenca	Localidad
Río Tunjuelo	Chiguaza	18.9 km <sup>2</sup>	Usme, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Tunjuelito
	Santa Librada	5.5 km <sup>2</sup>	Usme
	Yomasa	15.4 km <sup>2</sup>	Usme
	La Estrella	3.0 km <sup>2</sup>	Ciudad Bolívar
	Trompeta (El Infierno)	5.3 km <sup>2</sup>	Ciudad Bolívar
	Tibanica	19.2 km <sup>2</sup>	Ciudad Bolívar, Bosa
Río Bogotá	Soacha	44.3 km <sup>2</sup>	Municipio de Soacha

En el río Tibanica en la parte alta esta el Embalse Tererros, que fue construido en 1950's para propósitos de irrigación. La Figura S6-1-5 es el volumen y el área de la curva del Embalse tomado del Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado de Soacha por la EAAB.



(La fuente: Dibujando Curvas TIEMPO. dwg el Redes Sanitarias Construidas-Proyectadas, Maestro del Plan del Alcantarillado para el Municipio de Soacha, el 2000 de julio)

Figura S6-1-5 Volumen y Curva de Área del Embalse Terreros

## 1.2 Características del Río

### 1.2.1 Perfil Longitudinal

El Equipo de Estudio llevó a cabo el levantamiento del río de la sección transversal para la Chiguaza, Santa Librada, Yomasa y las quebradas La Estrella-Trompeta, Río Soacha y río Tibanica desde Enero 2007 hasta Julio 2007. En la Chiguaza, algunos tributarios principales también fueron levantados mientras que para las otras quebradas solo los afluentes principales fueron levantados. La Figura S6-1-6, Figura S6-1-7 y Figura S6-1-8 muestran los perfiles longitudinales para La Chiguaza, Santa Librada y Yomasa. La Figura S6-1-9, Figura S6-1-10 y Figura S6-1-11 muestran los perfiles longitudinales para la La Estrella, Trompeta y Infierno. Las Figura S6-1-12, Figura S6-1-13, Figura S6-1-14 y la Figura S6-1-15 son las cuencas de estas quebradas indicando la distancia desde el río Tunjuelo.

El perfil longitudinal y la cuenca del río Soacha y Tibanica se muestran en el Reporte Principal Capítulo 9.

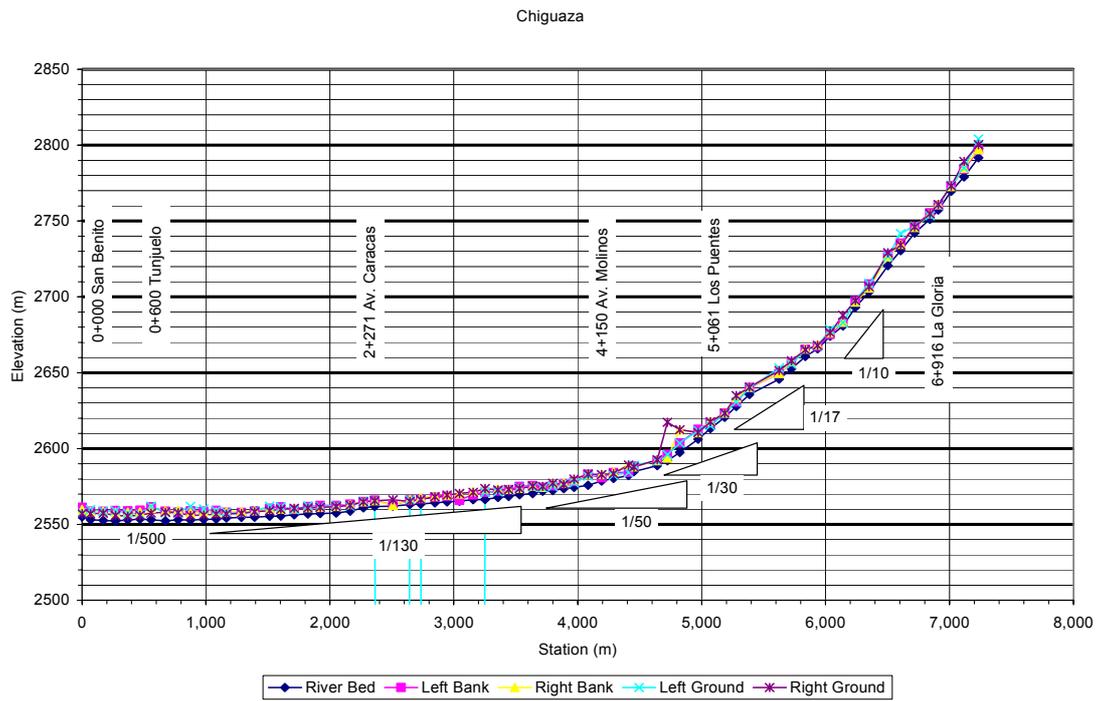


Figura S6-1-6 Perfil Longitudinal de la Quebrada Chiguaza

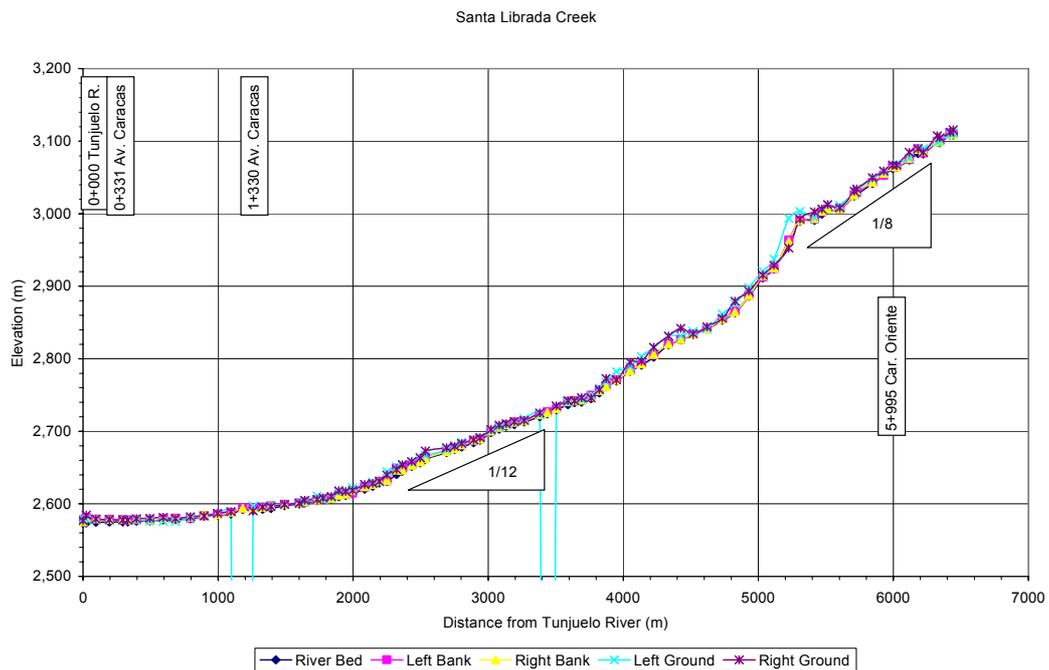


Figura S6-1-7 Perfil Longitudinal de la Quebrada Santa Librada

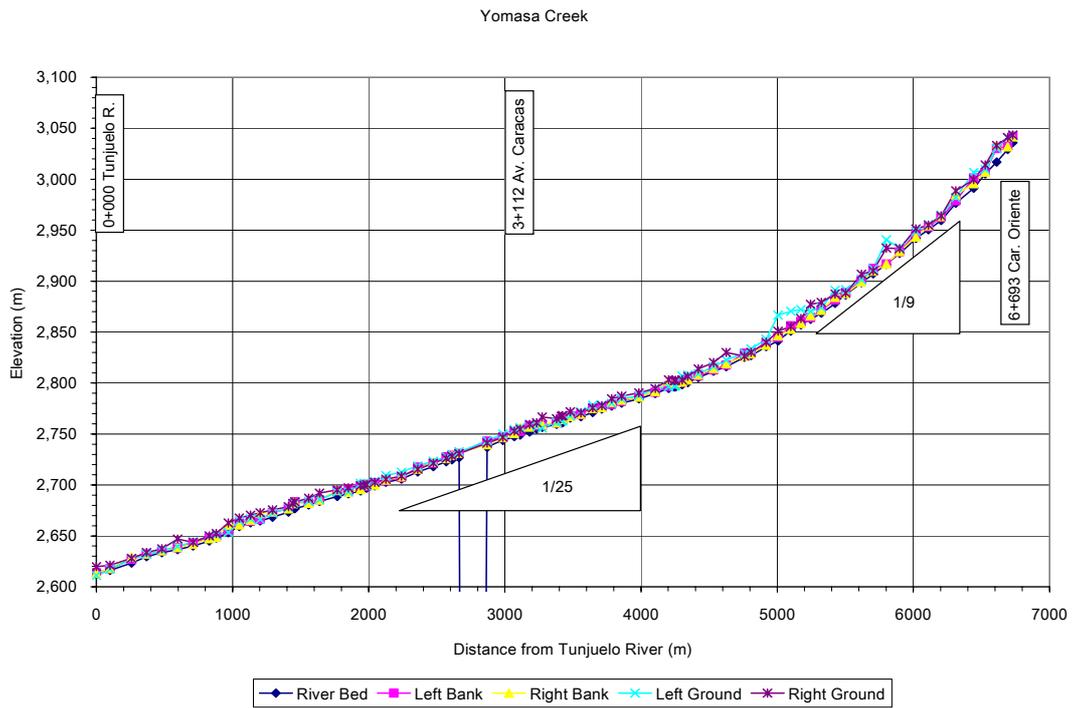


Figura S6-1-8 Perfil Longitudinal de la Quebrada Yomasa

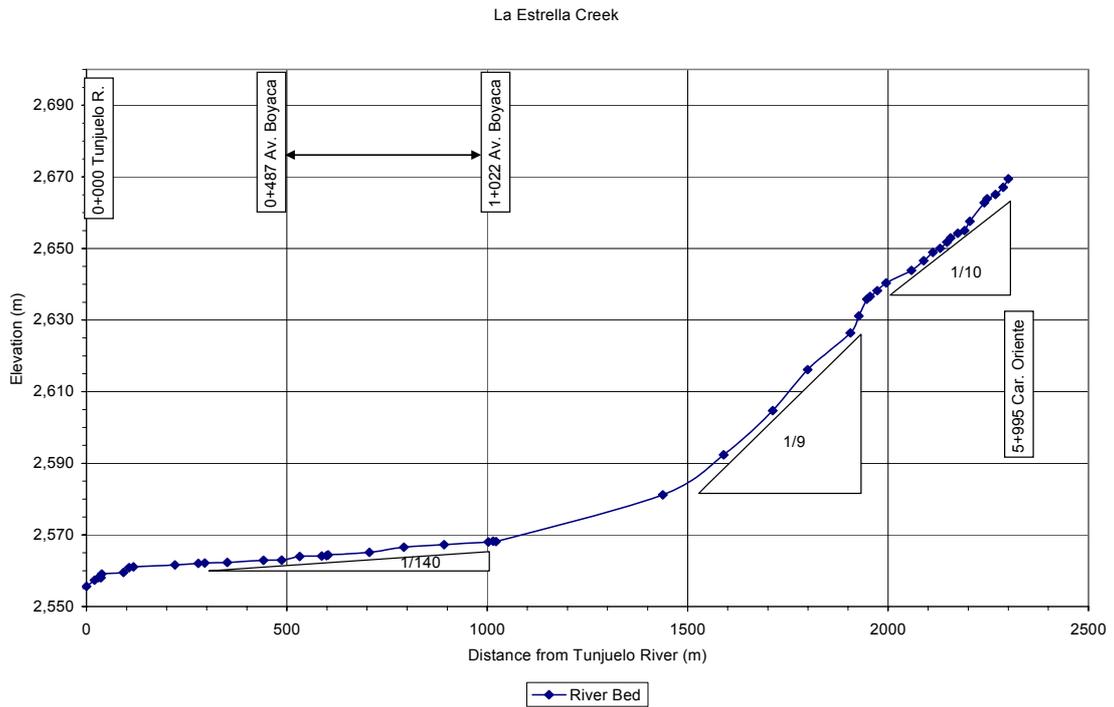


Figura S6-1-9 Perfil Longitudinal de la Quebrada Estrella

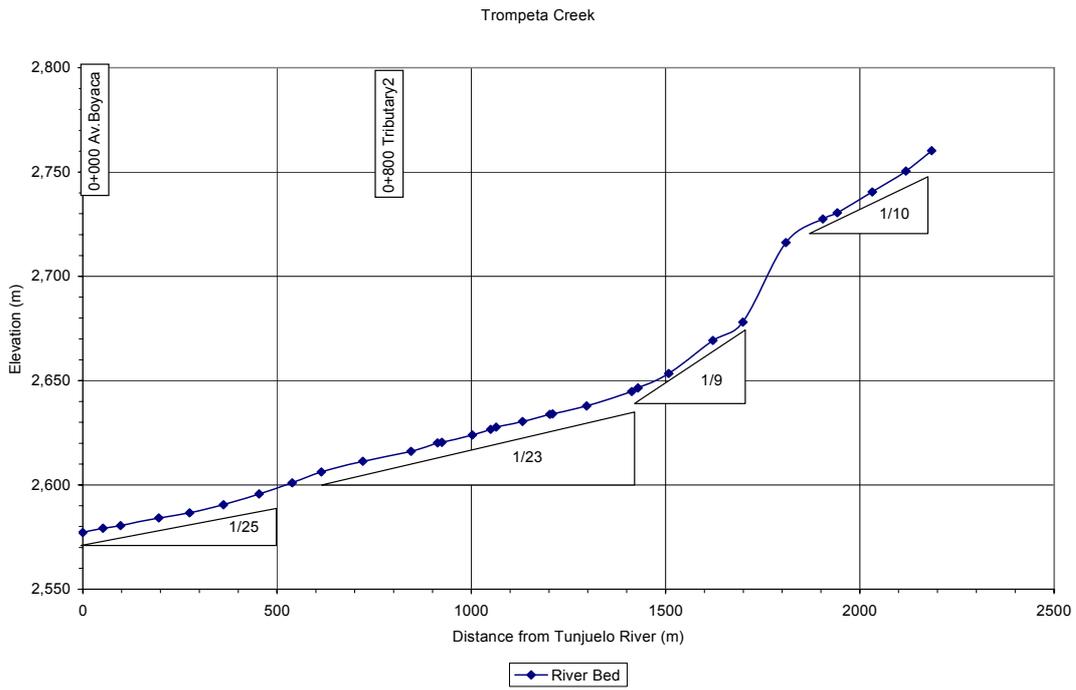


Figura S6-1-10 Perfil Longitudinal de la Quebrada Trompeta

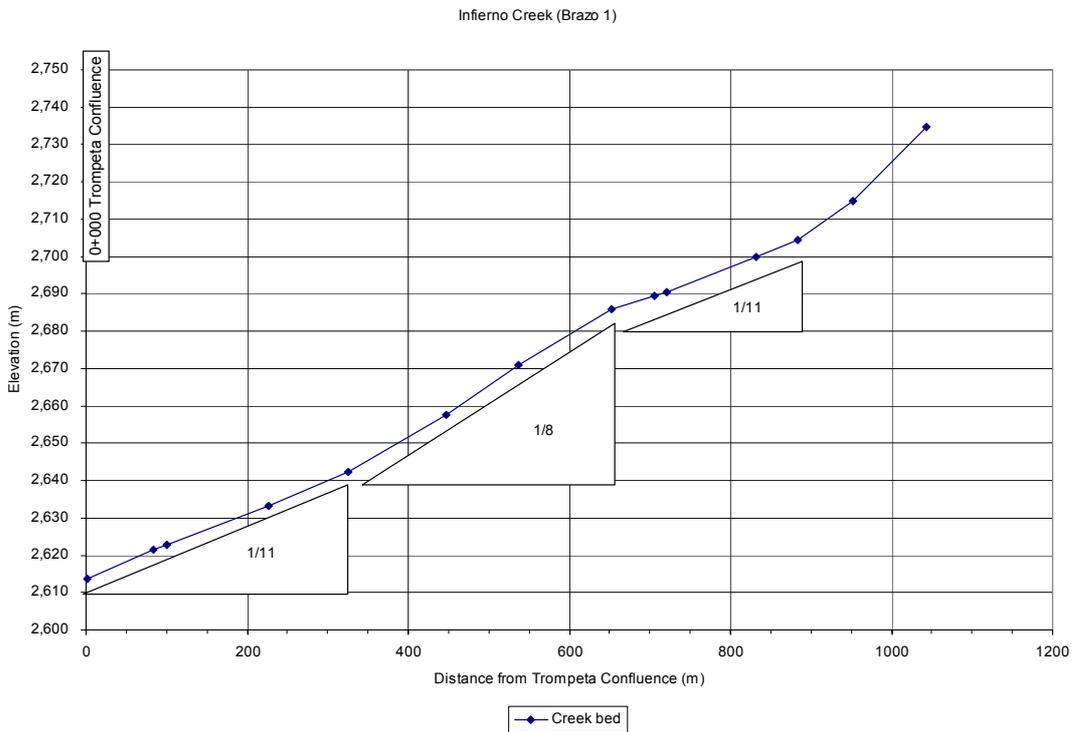


Figura S6-1-11 Perfil Longitudinal de la Quebrada Infierno (Trompeta Tributario)

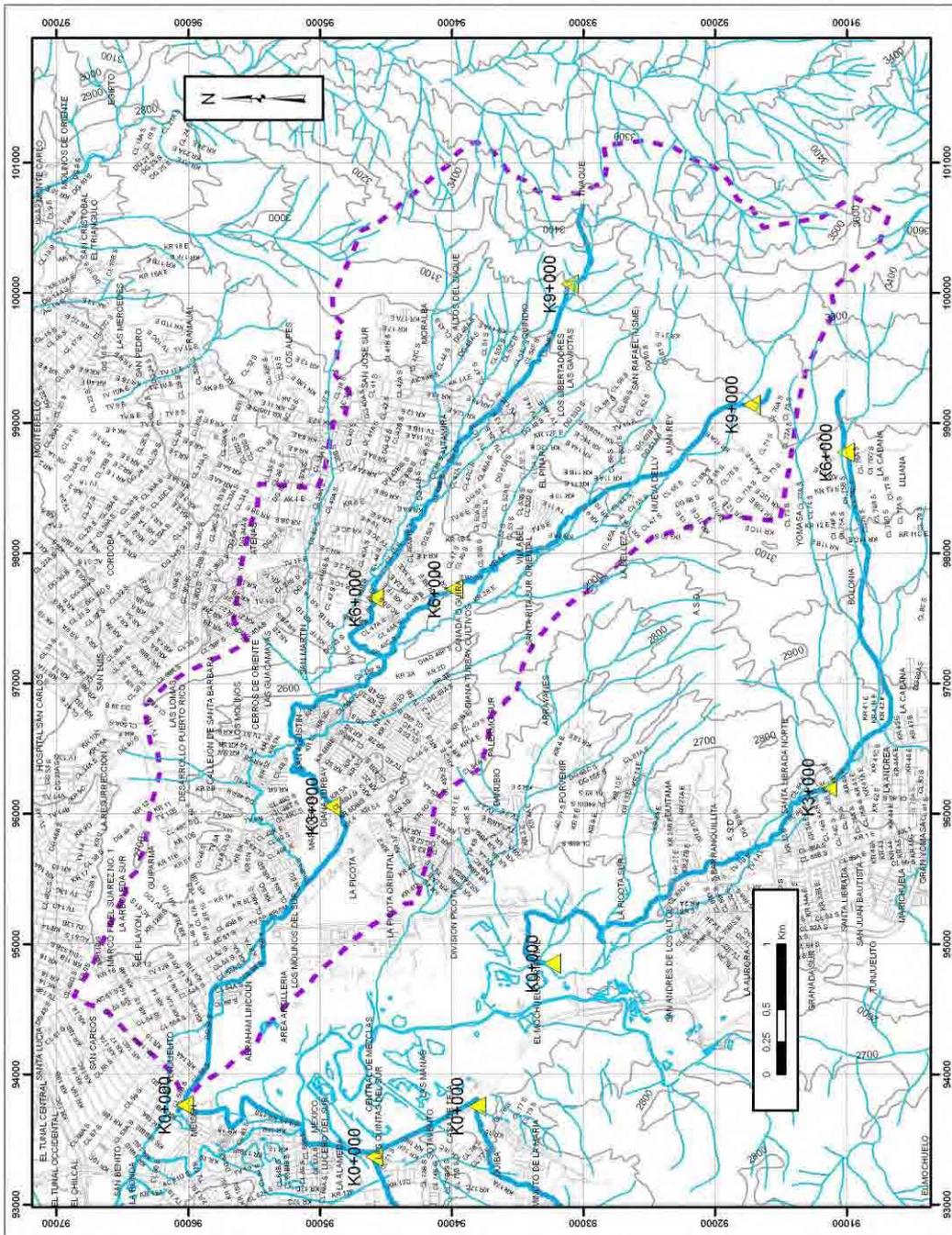


Figura S6-1-12 Cuenca Subjetiva de la Quebrada Subjetiva (Chiguaza)

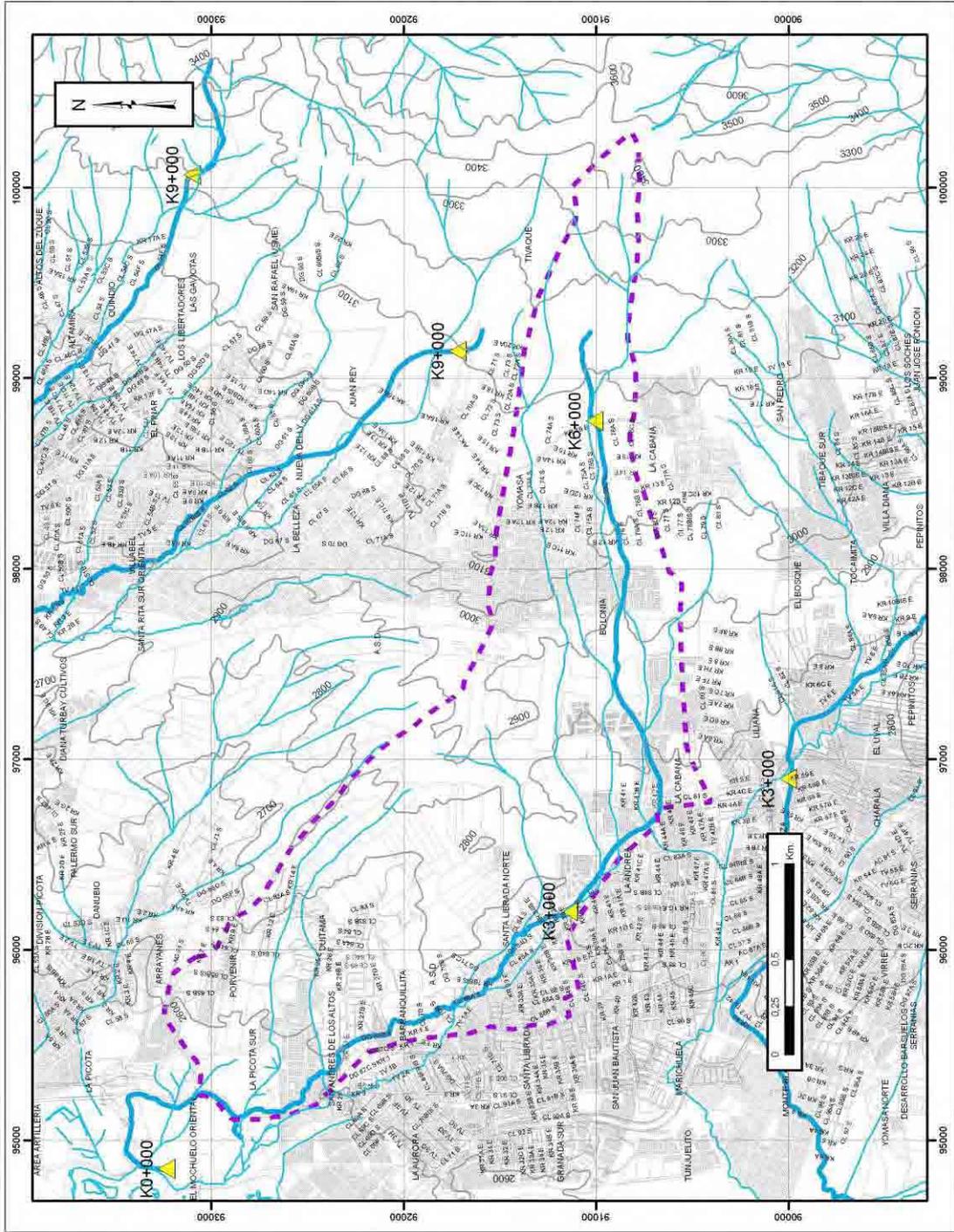


Figura S6-1-13 Cuenca de la Quebrada Subjetiva (Santa Librada.)

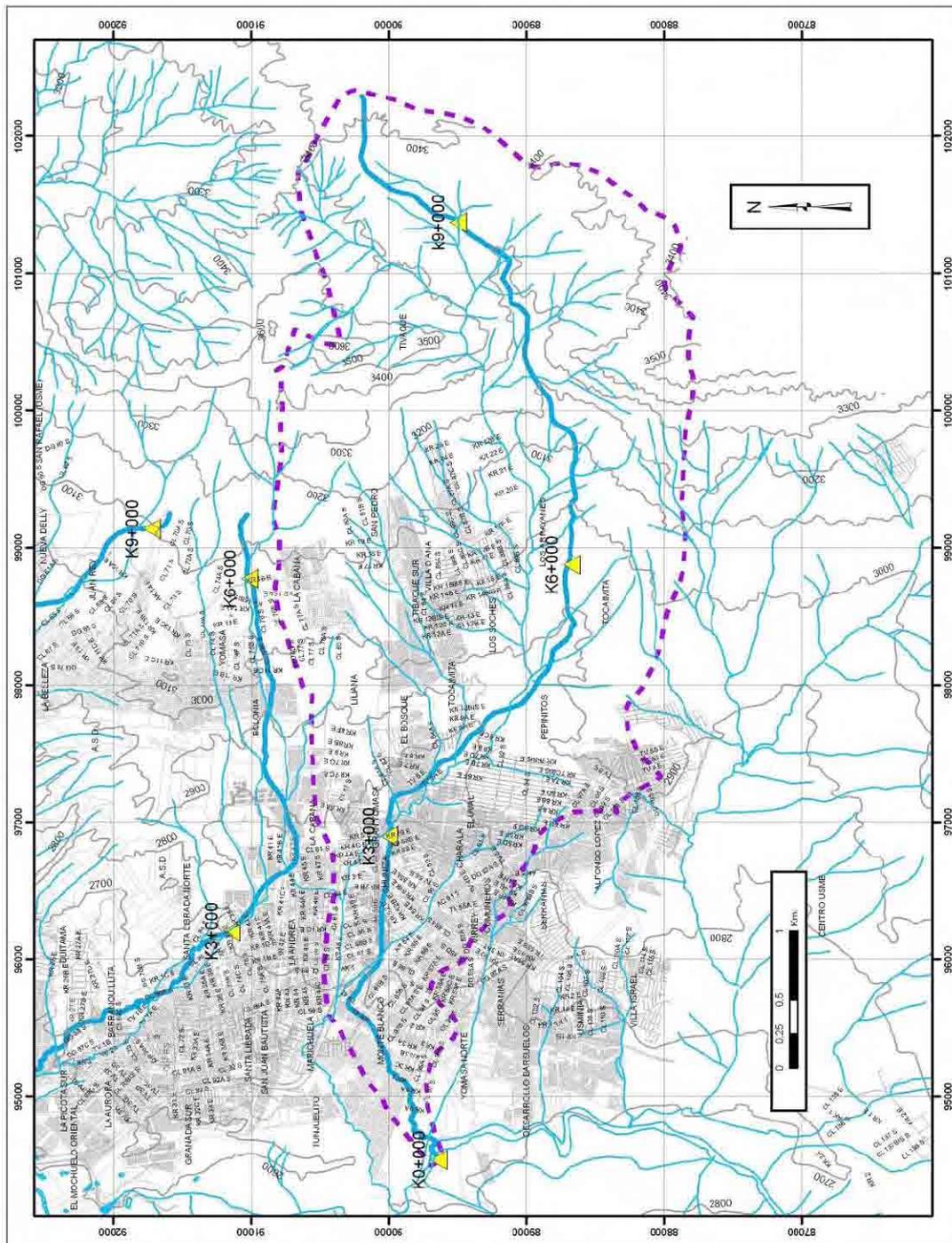


Figura S6-1-14 Cuenca de la Quebrada Subjectiva (Yomasa)

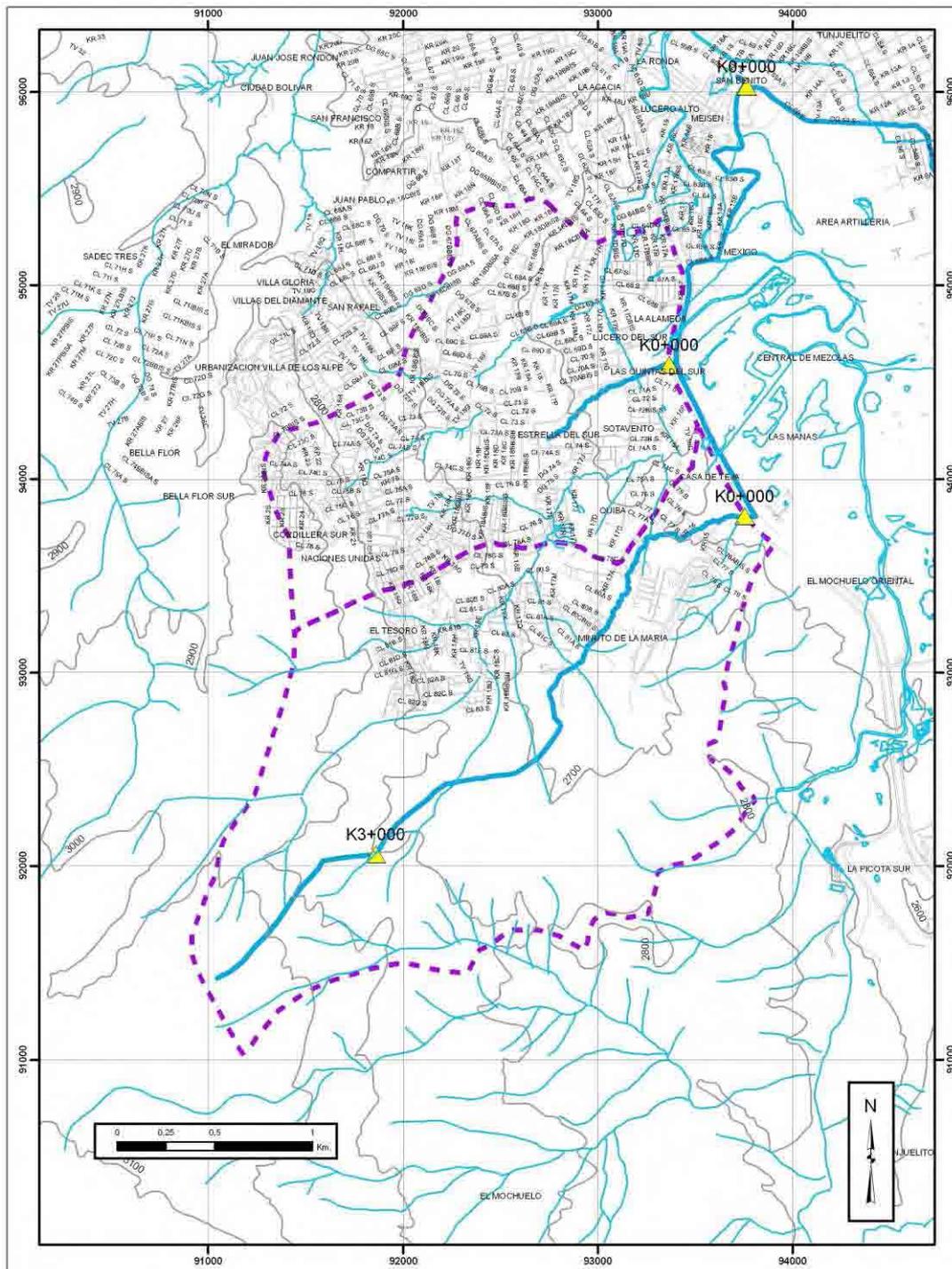


Figura S6-1-15 Cuenca de la Quebrada Subjetiva (La Estrella-Trompeta)

La Figura S6-1-16 es el perfil de la profundidad y ancho de la Quebrada Chiguaza. El ancho de la quebrada esta definido entre el banco izquierdo y el banco derecho.

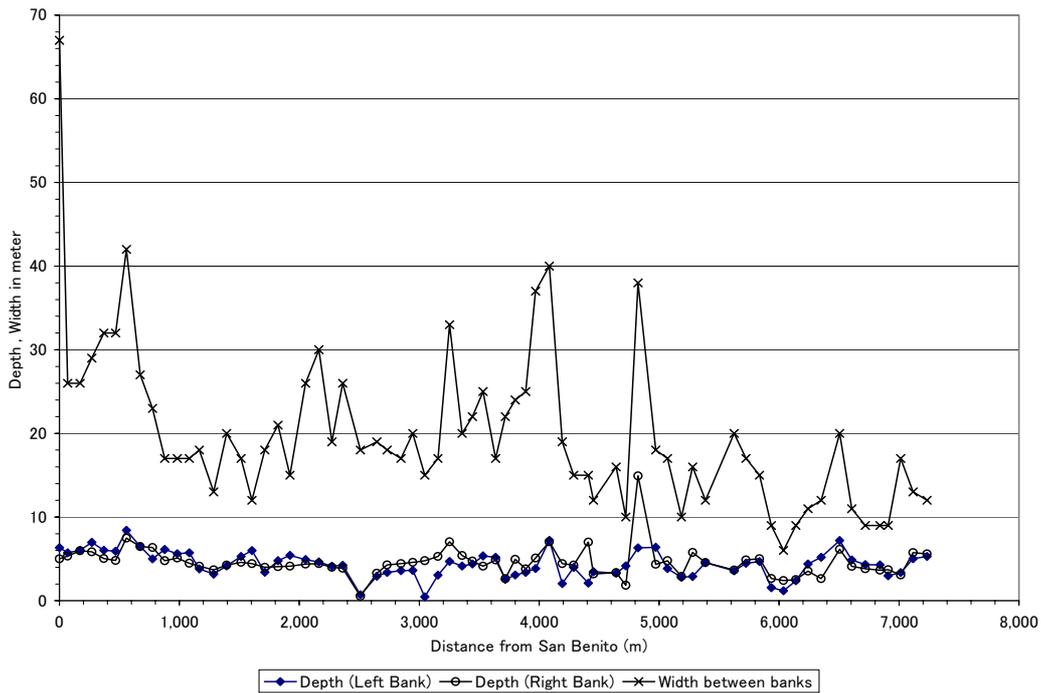


Figura S6-1-16 Perfil Longitudinal de la Profundidad y Ancho de la Quebrada Chiguaza

Básicamente el talud del lecho del Área del Estudio es bastante empinado. En la Chiguaza, el área de Los Puentes río aguas arriba tiene la pendiente de 1/30. En el Yomasa, el alcance principal está conectando constantemente a la confluencia del Tunjuelo por la pendiente 1/25 constantemente.

La pendiente empinada de la quebrada podría generar inundaciones repentinas asociadas con sedimentos, dependiendo de los flujos potenciales de ocurrencia de flujo de escombros en la cuenca. Si el flujo de escombros ocurre o no depende de la cuesta de la cuenca, la historia de la falla del talud, el depósito de sedimento en la quebrada como también la cantidad de lluvia. Sin embargo, en primer lugar es importante ver el posible comportamiento del flujo de escombros basado en la cuesta de la quebrada para considerar el plan de alerta temprano apropiado en cada cuenca.

Generalmente la relación entre la generación de flujo de escombros y el talud del lecho de la corriente es como sigue,

Categoría de talud en grados	Categoría del Talud en Fracción	Descripción General de la Sección
$20^\circ < \theta$	$1/2.7 < \theta$	Generación
$15^\circ < \theta < 20^\circ$	$1/3.7 < \theta < 1/2.7$	Generación y Transporte
$10^\circ < \theta < 15^\circ$	$1/5.6 < \theta < 1/3.7$	Transporte
$3^\circ < \theta < 10^\circ$	$1/19 < \theta < 1/5.6$	Deposito

Si se habla solo con respecto a la pendiente del río, el flujo de escombros se detiene en un tramo cuya pendiente es más moderada de tres (3) grados. La Figura S6-1-17 muestra la comparación de los perfiles longitudinales en el Área de Estudio. Con respecto a la categoría del lecho del río, todas las quebradas / los ríos tienen potencial de la generación de flujo de escombros y transporte, sin embargo, considerando la ubicación de los tres (3) grados del tramo del río y el área urbana, la quebrada Chiguaza es más susceptible a flujo de escombros.

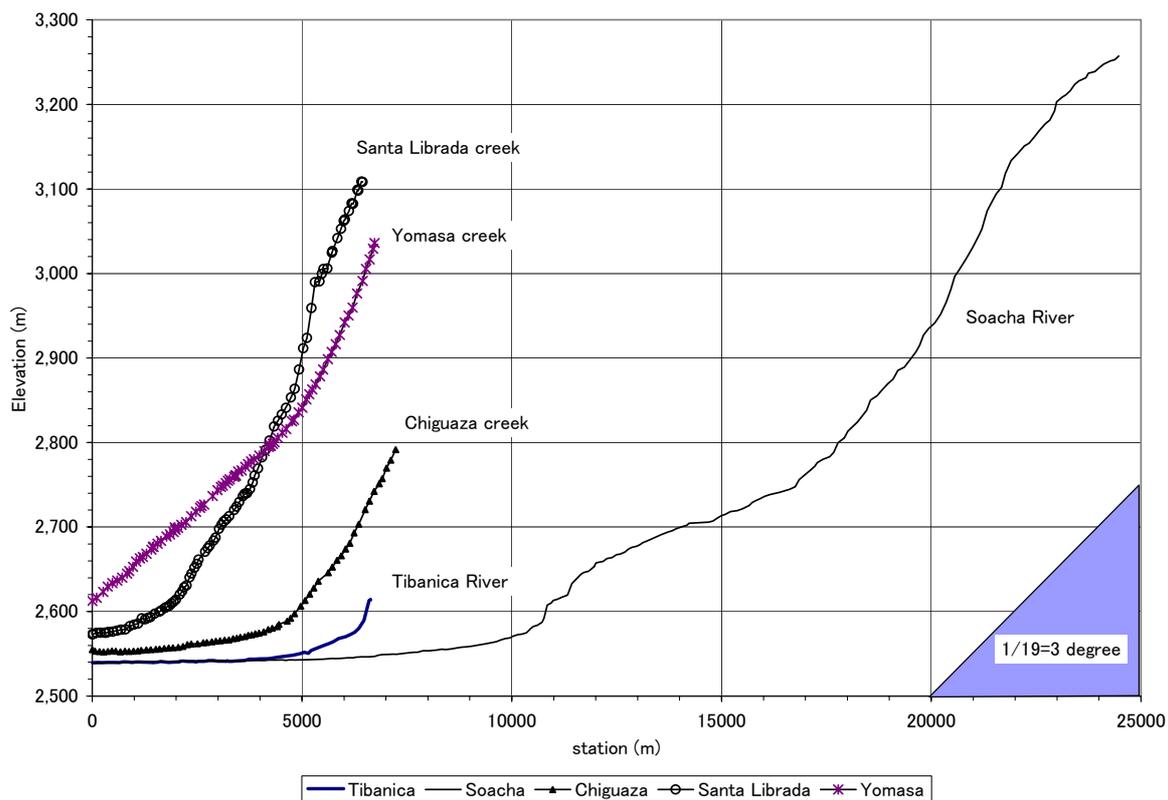


Figura S6-1-17 Comparación de los Perfiles Longitudinales del Área de Estudio

Aguas debajo de los tres (3) grados del tramo del río, claro, tiene susceptibilidad de inundaciones asociadas con agua si la capacidad del canal no es suficiente comparada con el agua de escorrentía de lluvia.

### 1.2.2 Cambio Histórico

#### 1) Quebrada Chiguaza

La cuenca de la quebrada Chiguaza ha estado experimentando grandes cambios en el mejoramiento del río Tunjuelo en la parte baja y rápida / urbanización substancial en el área alta.

La Figura S6-1-18 es la comparación entre 1956 y 2004 en San Benito-Tunjuelito. La meandrización del río Tunjuelo también como la quebrada Chiguaza se ha confinado por el dique para ser un canal recto. Se reconoce que el área propensa a inundación en San Benito - Tunjuelito que fue afectado por la inundación del río Tunjuelo en 2002 Tunjuelo río diluvio estaba dentro del curso antiguo del río Tunjuelo y la quebrada Chiguaza. Generalmente los ríos aluviales intentan formar la posición original, por consiguiente esas áreas urbanizadas siempre pueden ser áreas propensas a inundación -prona y el objetivo del sistema de alerta temprana.

La Figura S6-1-19 es la comparación entre 1968 y 1998 en la Parte Superior de la quebrada Chiguaza. El área urbana se extendió y se volvió densa. Algunas quebradas se reemplazaron por el culvert en el subsuelo. En el caso de la quebrada Chiguaza en si misma, ya que, la cuesta del lecho del río es bastante empinada, la posición de la quebrada no se ha cambiado, sin embargo, se considera que debido al aumento de escorrentía del agua de lluvia, el banco natural se erosiona mientras que el lecho del río se erosiona resultando en que sólo piedras grandes que no se puede mover por el agua de la inundación permaneciendo en el lecho del río (Foto S6-1-1)

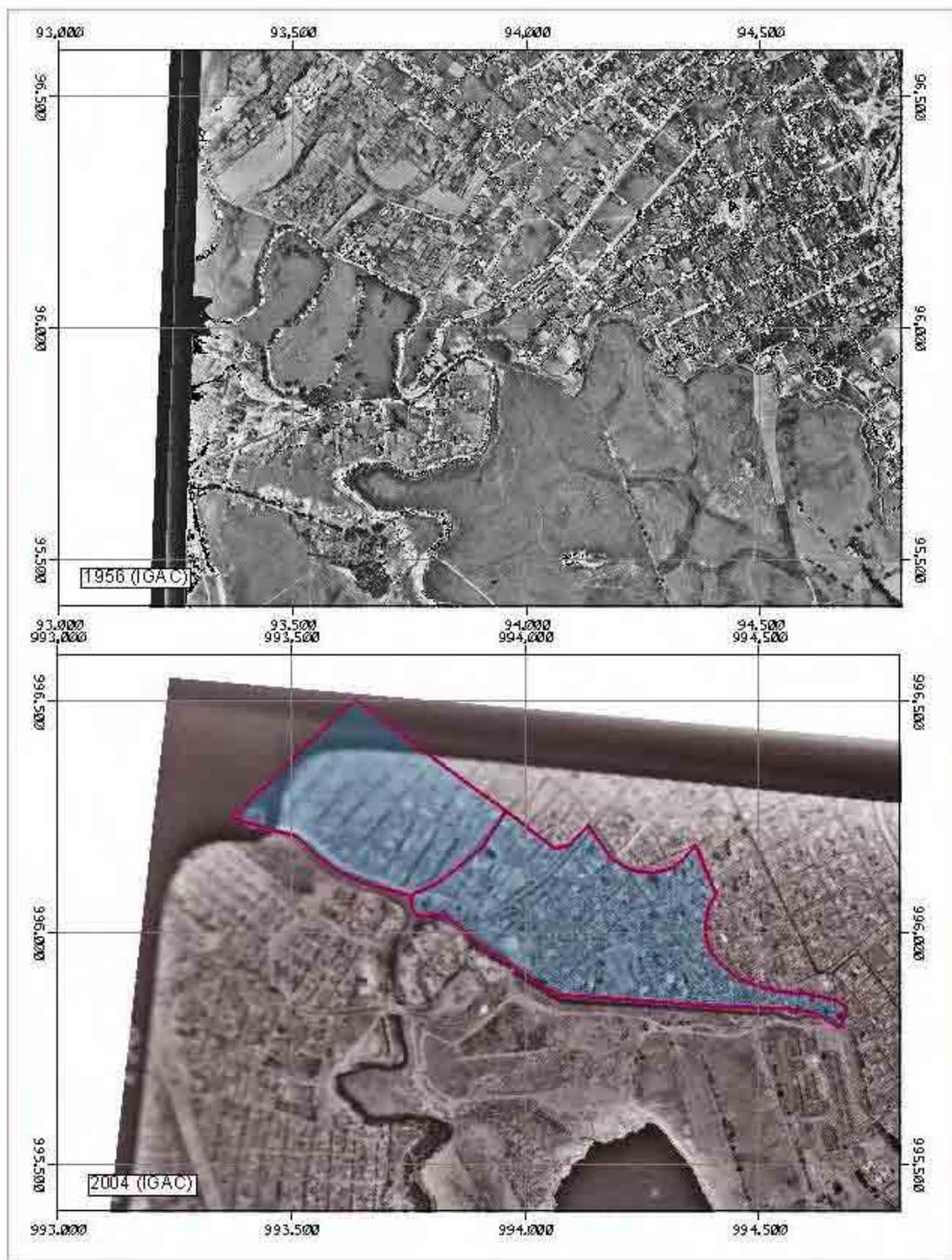


Figura S6-1-18 Comparación entre 1956 y 2004 en la Confluencia de la Quebrada Chiguaza (Área de San Benito –Tunjuelito)

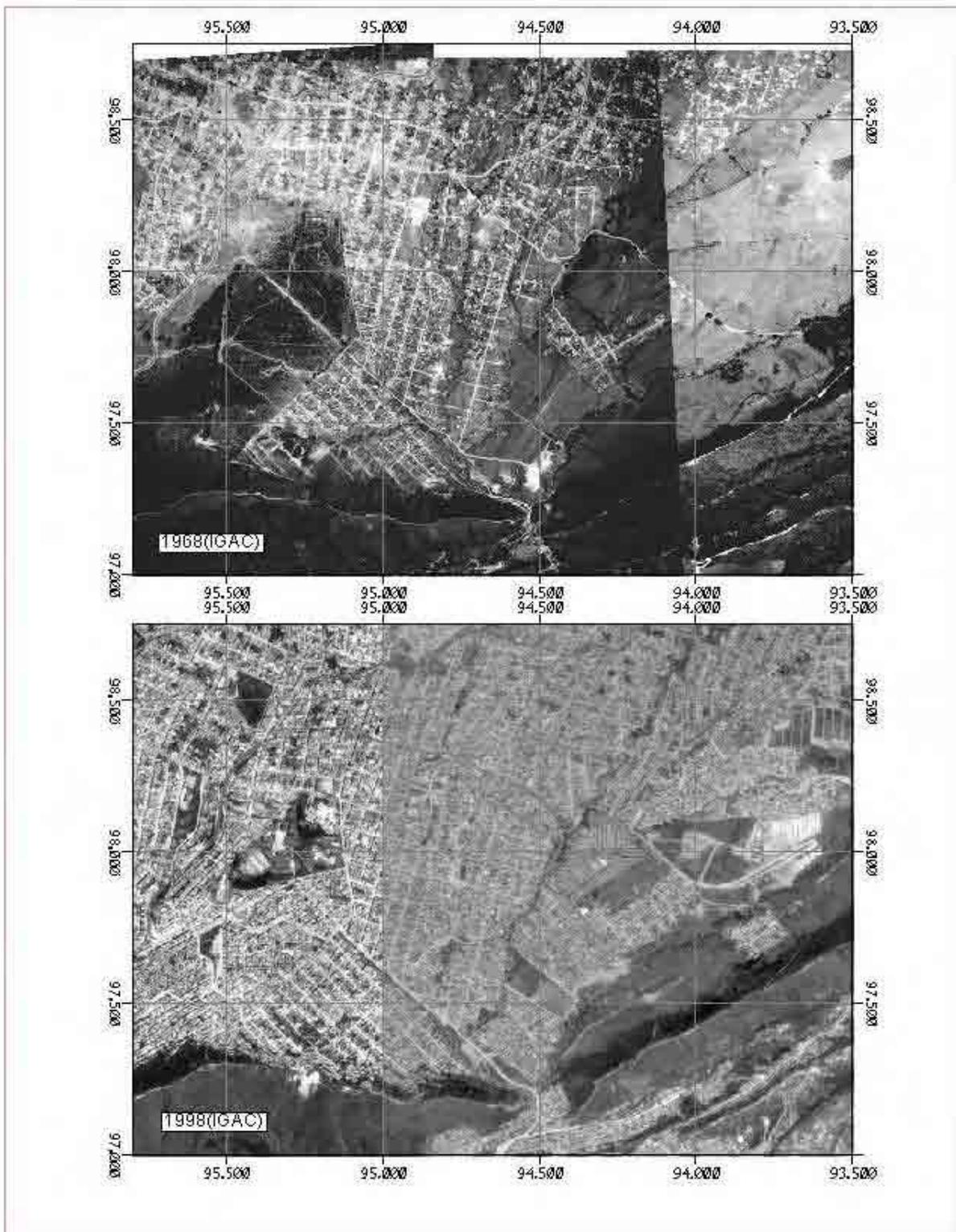


Figura S6-1-19 Comparación entre 1968 y 1998 en la Parte Alta de la Quebrada Chiguaza



Foto S6-1-1 Condición del Lecho del río en Los Puentes en la quebrada Chiguaza (Izq.: Mayo 12, 2001, Derecha: Enero 16, 2007)

## 2) Río Soacha

La Figura S6-1-20 muestra las fotos del río Soacha de 1942 y 2005. El área de estas fotografías es aguas arriba de la Autopista Sur. Esta área es el área afectada por la inundación del 11 de mayo, 2006 anteriormente era un humedal del río de Soacha. El área de la tierra baja a lo largo del río se ha desarrollado ahora por casas residenciales.

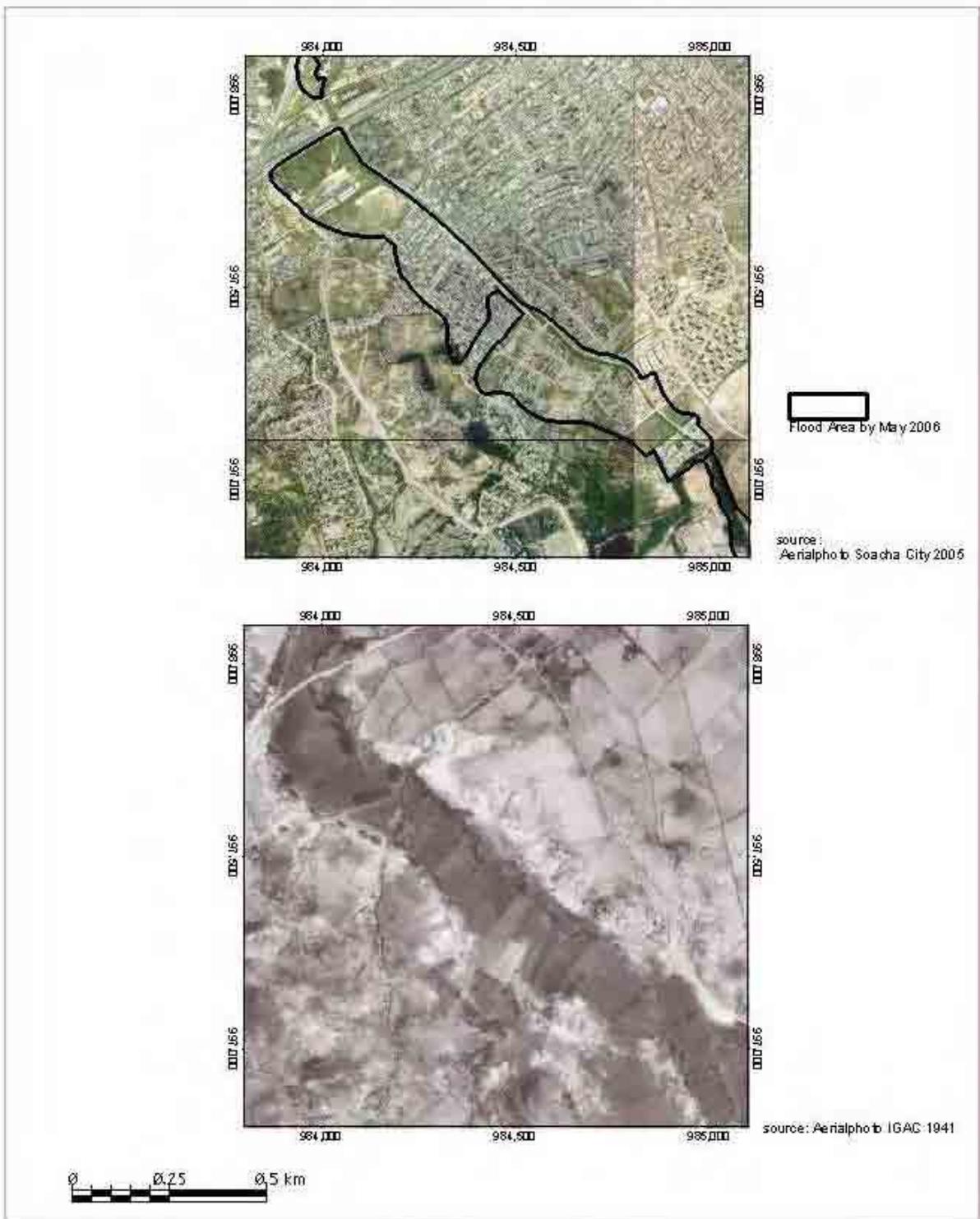


Figura S6-1-20 Comparación entre 1941 y 2005 del Río Soacha

### 1.2.3 Capacidad de Caudal

#### (1) General

La capacidad del caudal de la quebrada y el río es un índice fundamental para la evaluación de las secciones críticas a lo largo de las quebradas y ríos. La capacidad de caudal es expresada por metro cúbicos por segundo para cada altura de banco. La capacidad de caudal será comparada con la descarga de agua probable y evaluada para saber si es crítica o no.

#### (2) Quebrada/ levantamiento de Sección Transversal

El Equipo de Estudio llevó a cabo levantamientos de las quebradas / ríos en el Área de Estudio desde Diciembre 2006 hasta Julio 2007.

El intervalo de la sección transversal es básicamente 100 m. La sección del puente también fue levantada.

Tabla S6-1-3 Secciones Levantadas en el Área de Estudio

Quebrada/Nombre del Río	Tributarios	Longitud levantada
Chiguaza	Chiguaza aguas abajo y arriba	0+000 hasta 7+117
	Zuque	0+000 hasta 0+885
	Verejones	0+000 hasta 2+461
	San Camilo	0+000 hasta 0+932
	Nueva Delhi	0+000 hasta 1+504
	Silverio Norte	0+157 hasta 1+141
	Silverio Sur	0+000 hasta 1+509
	Seca	0+000 hasta 1+497
	Nutria	0+000 hasta 2+589
Santa Librada		0+000 hasta 6+443
Yomasa		0+000 hasta 6+730
Trompeta		0+000 hasta 2+185
La Estrella		0+000 hasta 2+300
Río Soacha		0+000 hasta 24+473
Río Tibanica		0+000 hasta 6+635

#### (3) Metodología

La capacidad del caudal de la sección transversal del río es definida como descarga de agua pasable dentro de ambos bancos en la elevación del banco. Normalmente las elevaciones de los bancos izquierdo y derecho son diferentes, de modo que, la capacidad del caudal se evaluó para cada elevación de banco.

Hay varias maneras de calcular la capacidad del caudal de la sección transversal del río. El famoso software hidráulico llamado HECRAS versión 4 se usó para este análisis. HECRAS se ha usado ampliamente en el mundo y se fue desarrollado por los Cuerpos de Ingenieros en los Estados Unidos de América. Normalmente HEC-RAS se usa para el análisis de caudal de no-uniforme así como el cómputo de flujo inestable. Aquí el HEC-RAS fue usado para calcular la transmisión de flujo a las elevaciones específicas de los bancos izquierdo y derecho.

El procedimiento es como sigue,

Cada sección transversal (las estaciones y elevaciones) fueron introducidas en el HEC RAS, menú de datos de Geometría y las elevaciones específicas para los bancos derecho e izquierdo se especificaron.

En el menú de caudal en marcha constante, se selecciona una opción conocida de nivel de agua . También las elevaciones de los bancos, en las que la capacidad de flujo a ser evaluada es dada.

Después de la simulación imitada, por ejemplo, se darán 0.1 m<sup>3</sup>/s, se hace, la tabla de resultados HECRAS que dará el valor de la transmisión "K" en la elevación del banco dado para cada sección

transversal. El coeficiente Manning de aspereza es fijado en 0.04 para el lado conservador.

Si la pendiente del lecho del río se da, la capacidad de flujo puede calcularse como sigue,

$$Q_c = K \times \sqrt{S}$$

K : transporte (m<sup>3</sup>/s)

S : El talud del lecho del río para el cálculo de la capacidad del cauce

Qc : Capacidad del cauce en m<sup>3</sup>/s

#### Puente/Culvert

En el Área del Estudio hay tres (3) tipos de estructura cruzando las quebradas. Ellos son puente, caja del culvert y tubo de culvert. Para el puente, la fórmula de Manning (el flujo uniforme) es aplicada. El coeficiente Manning fue establecido en 0.03 a 0.02 dependiendo de la condición del concreto. Para la caja del culvert y el tubo del culvert, el concepto del orificio fue aplicado. La siguiente es la ecuación de concepto del orificio.

$$Q_c = C_d A \sqrt{2g(HW - b/2)}$$

C<sub>d</sub> : coeficiente orificio de descarga (= 0.6)

b : altura del culvert (m)

HW - b/2 : cabeza sobre el culvert medido desde la línea central del cañón

Qc : Capacidad del cauce en m<sup>3</sup>/s

#### (4) Chiguaza

En la actualidad el tramo de la Estación 1+500 río aguas abajo ha sido mejorado por la EAAB. El levantamiento de la sección transversal fue hecha por el Equipo de Estudio en Febrero 2007. En este tramo es necesario confirmar el plan de mejora del canal por el lado colombiano.

En el 2+271 hay un puente cruzando la Avenida de Caracas. Éstos son dos tipos de culvert y si esos 2 culverts son considerados para el cálculo de capacidad de flujo, la capacidad está correspondiendo a 10 años de período de retorno. Sin embargo, en el lado aguas arriba del puente, hay sedimentación, y también por lo que se refiere a la alineación del cauce, el lado derecho del culvert no es eficaz durante la inundación. Este caso la sección 2+271 podría ser más crítica.

En el tramo desde la Avenida de Caracas hasta Molinos, algunas secciones del banco izquierdo tienen capacidad de cauce más baja. Sin embargo, básicamente el lado del banco derecho está ocupado por las áreas residenciales y comerciales.

En 4+723 (aprox), cerca de Molinos II (el complejo Residencial) hay un tipo de obstáculo que cruza la quebrada. También este tramo es un punto cambiante de la pendiente del lecho. La topografía es un abanico aluvial-. El banco izquierdo de este tramo esta protegido por la pared vertical en concreto, sin embargo, la elevación del terreno es la misma de la quebrada. Esta área debe considerarse como el punto crítico.

Los Puentes, justo aguas arriba de la confluencia de la quebrada Nutria es también un área propensa a inundación en términos de la alineación de la quebrada Chiguaza

Desde la "Cra. 3 Este", "Cra. 3B Este", "Cra. 6A Este" y Ave. Villaviciencio, los fenómenos comunes como el de 19 de mayo, 1994 en el Barrio Altamira pueden preverse. La capacidad de flujo de cada puente y culvert es de amplia variación; sin embargo, es bastante fácil que la tal apertura pudiera ser cerrada por la sedimentación, árboles y basura.

El punto de vista hidráulico puede decir que el culvert en 6+504 (CRA 3B Este) es bastante pequeño (3 años de período de retorno).

Tabla S6-1-4 Puntos Críticos en la Quebrada Chiguaza

Nombre del Área	Estación	Fenómeno Anticipado	Observaciones
Avenida Caracas	2+271	Cuando la sedimentación procede en el sitio aguas arriba, el desbordamiento podría ocurrir hacia los alrededores.	Se debe realizar la remoción de sedimentos del Puente aguas arriba.
Molinos II (Complejo residencial)	4+723	Topografía de ápice de abanico. El desbordamiento debido a los obstáculos podría esparcirse hacia el banco izquierdo.	
Los Puentes (Nutria confluencia aguas arriba)	5+450	En términos de alineamiento de la quebrada, el flujo desde aguas arriba Chiguaza podría golpear el lado del banco derecho.	
CRA3 Este	6+388	Cuando la sedimentación procede en el sitio aguas arriba, el desbordamiento podría ocurrir hacia el banco izquierdo.	Mantenimiento del puente del lado aguas arriba.
(CRA 3B Este)	6+504	Tubo de culvert pequeño, el desbordamiento podría ocurrir hacia los alrededores.	Mantenimiento del puente del lado aguas arriba.
La Gloria (CRA 6A Este)	6+916	Cuando la sedimentación procede en el sitio aguas arriba, el desbordamiento podría ocurrir hacia el banco izquierdo.	Mantenimiento del puente del lado aguas arriba.
Avenida Villavicencio	0+109 (Zuque)	Cuando la sedimentación procede en el sitio aguas arriba, el desbordamiento podría ocurrir hacia el banco izquierdo.	Mantenimiento del puente del lado aguas arriba.

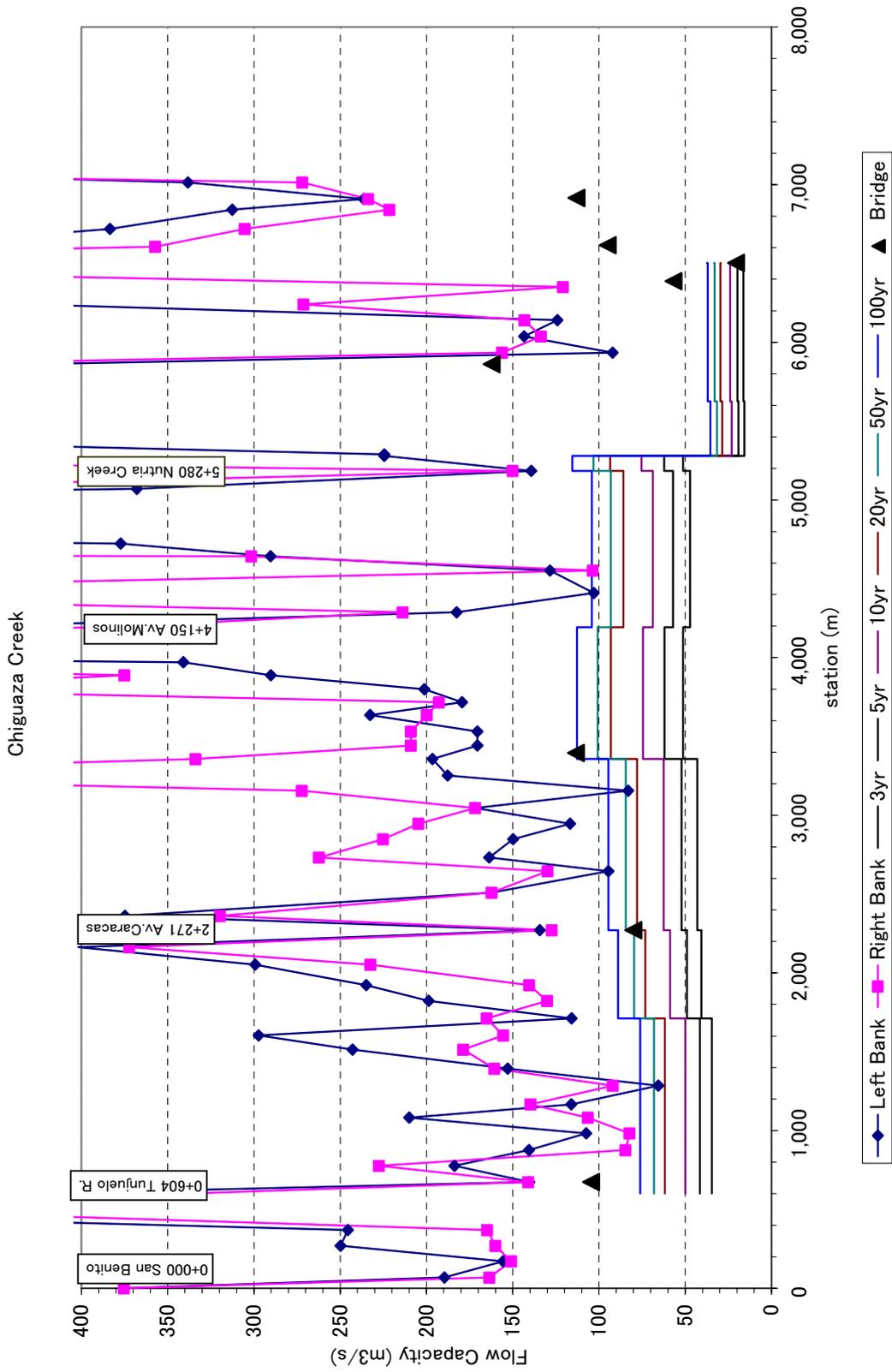


Figura S6-1-21 Capacidad del Canal y Descarga Probable en la Quebrada Chiguaza

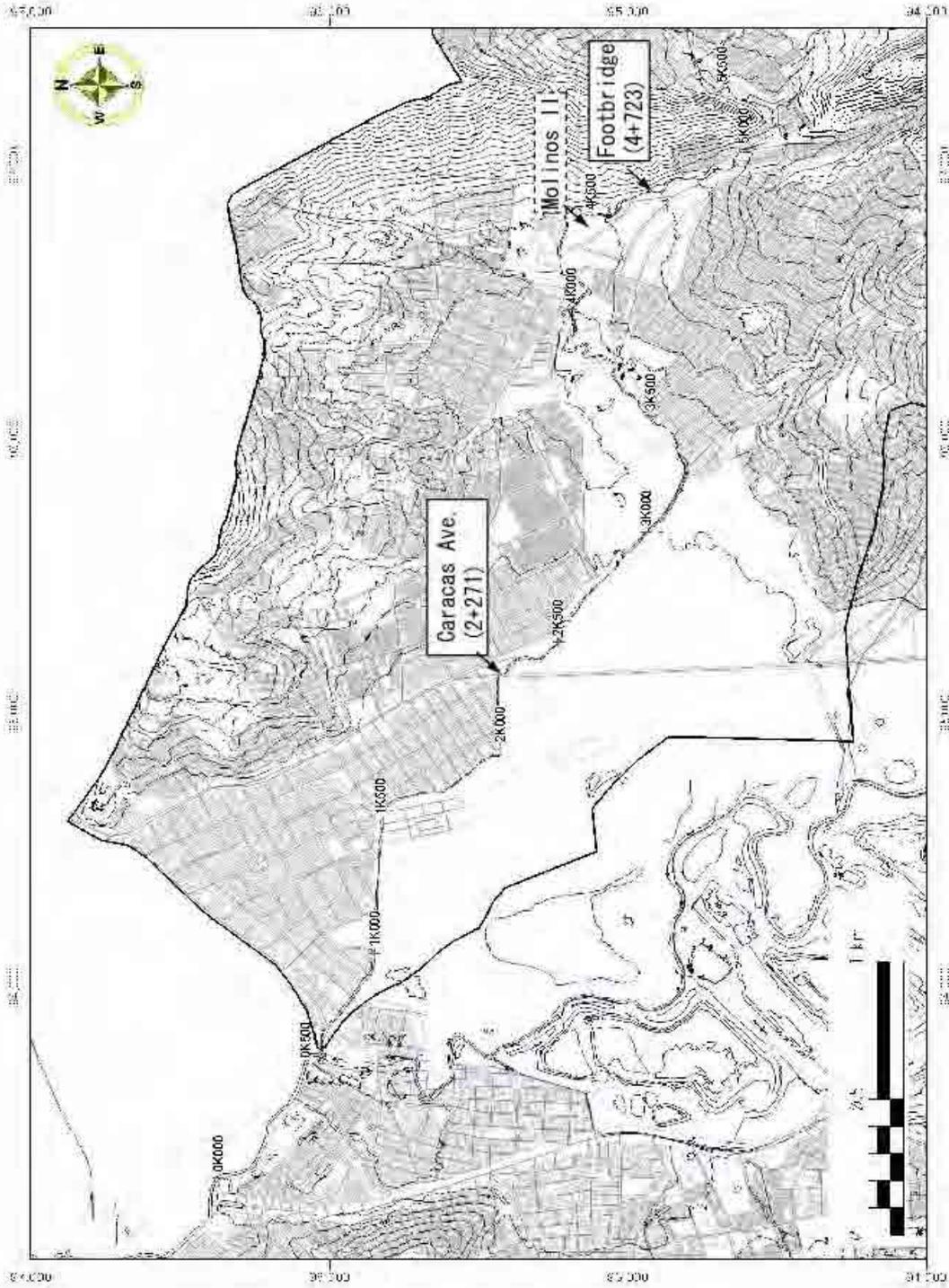


Figura S6-1-22 Puntos Críticos Aguas debajo de la Quebrada Chiguaza

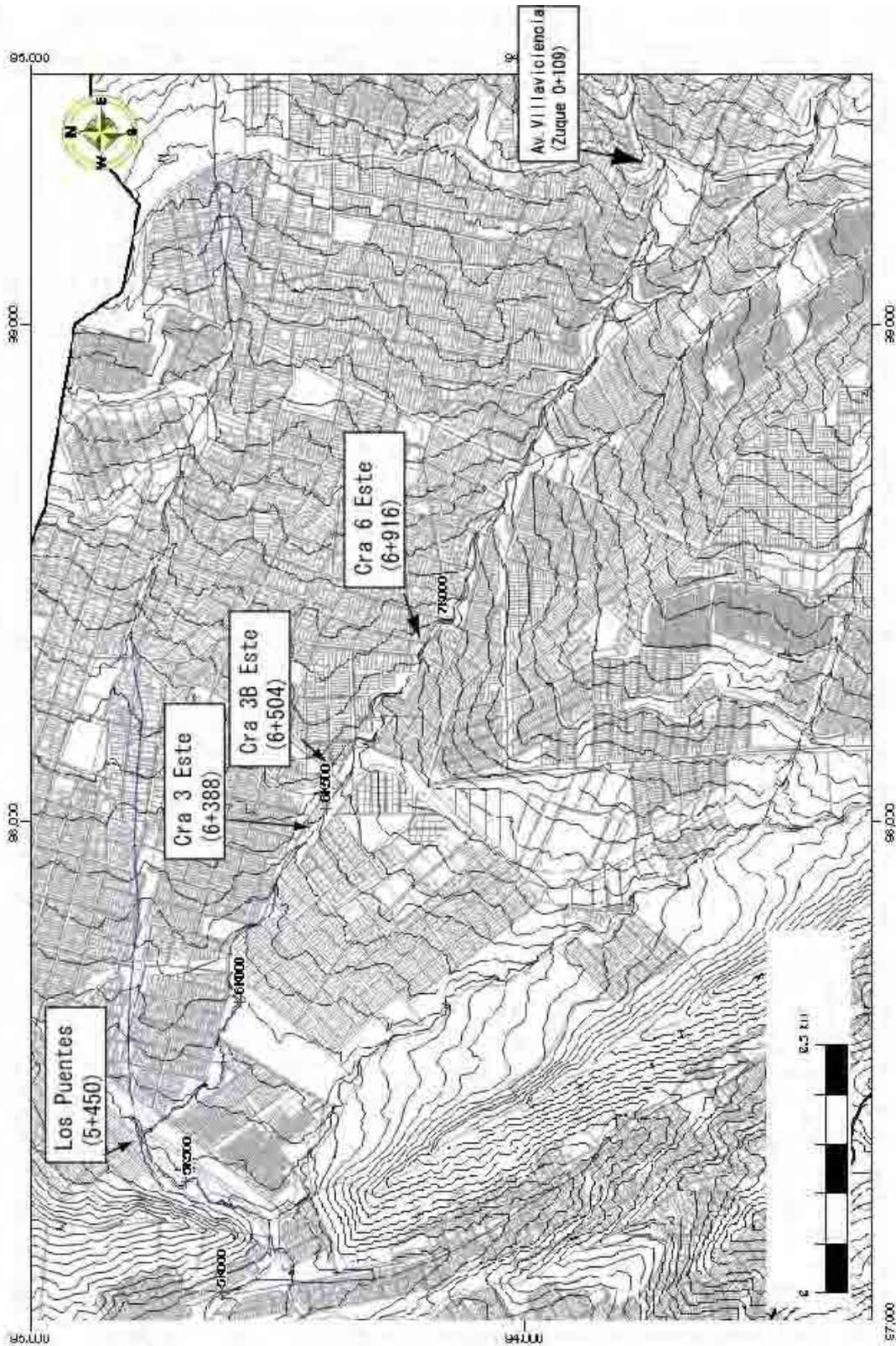


Figure S6-1-23 Puntos Críticos en la Parte Alta de la Quebrada Chiguaza

(5) Santa Librada

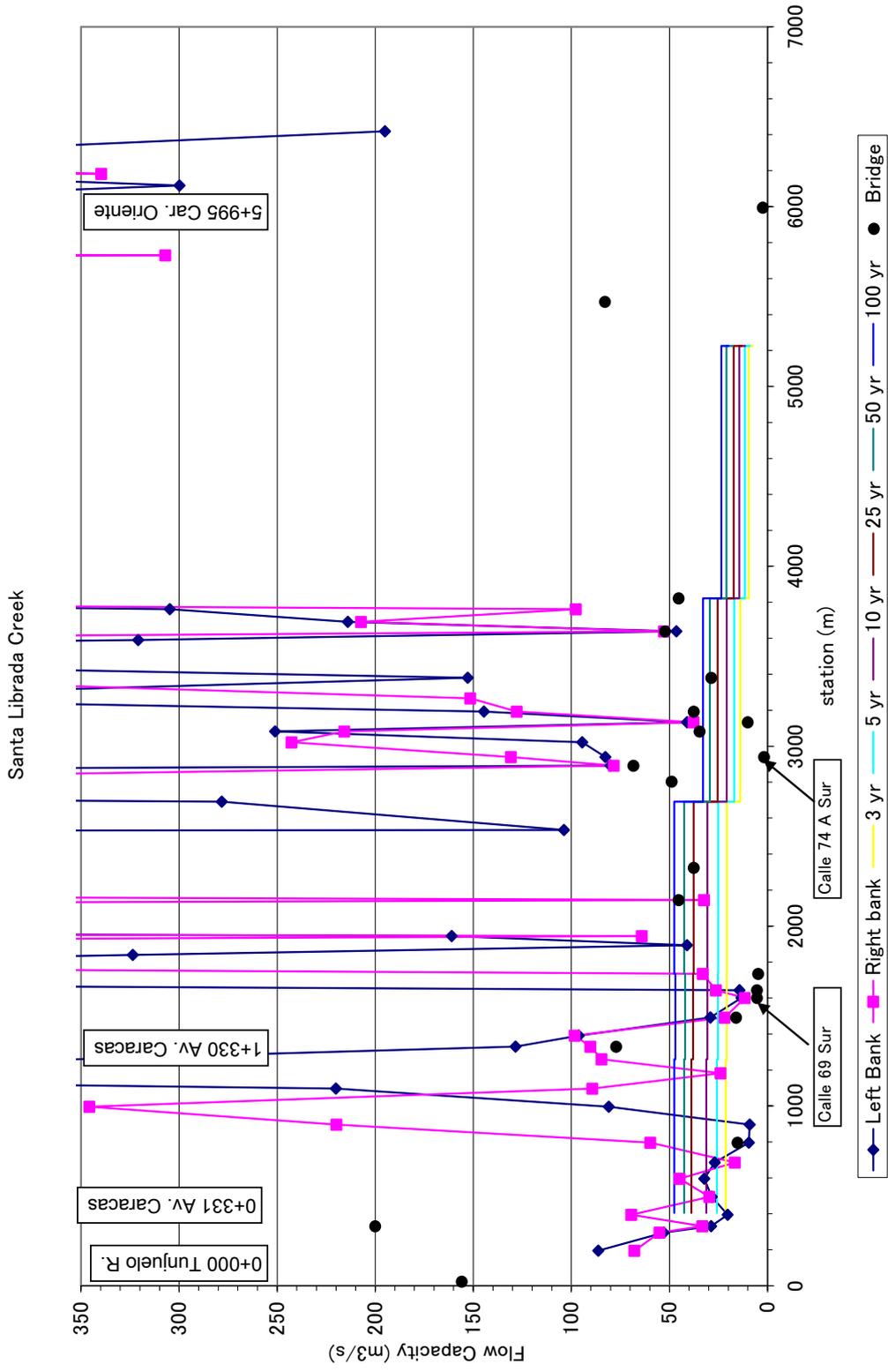


Figura S6-1-24 Capacidad del Canal y Descarga Probable en la Quebrada Santa Librada

(6) Yomasa

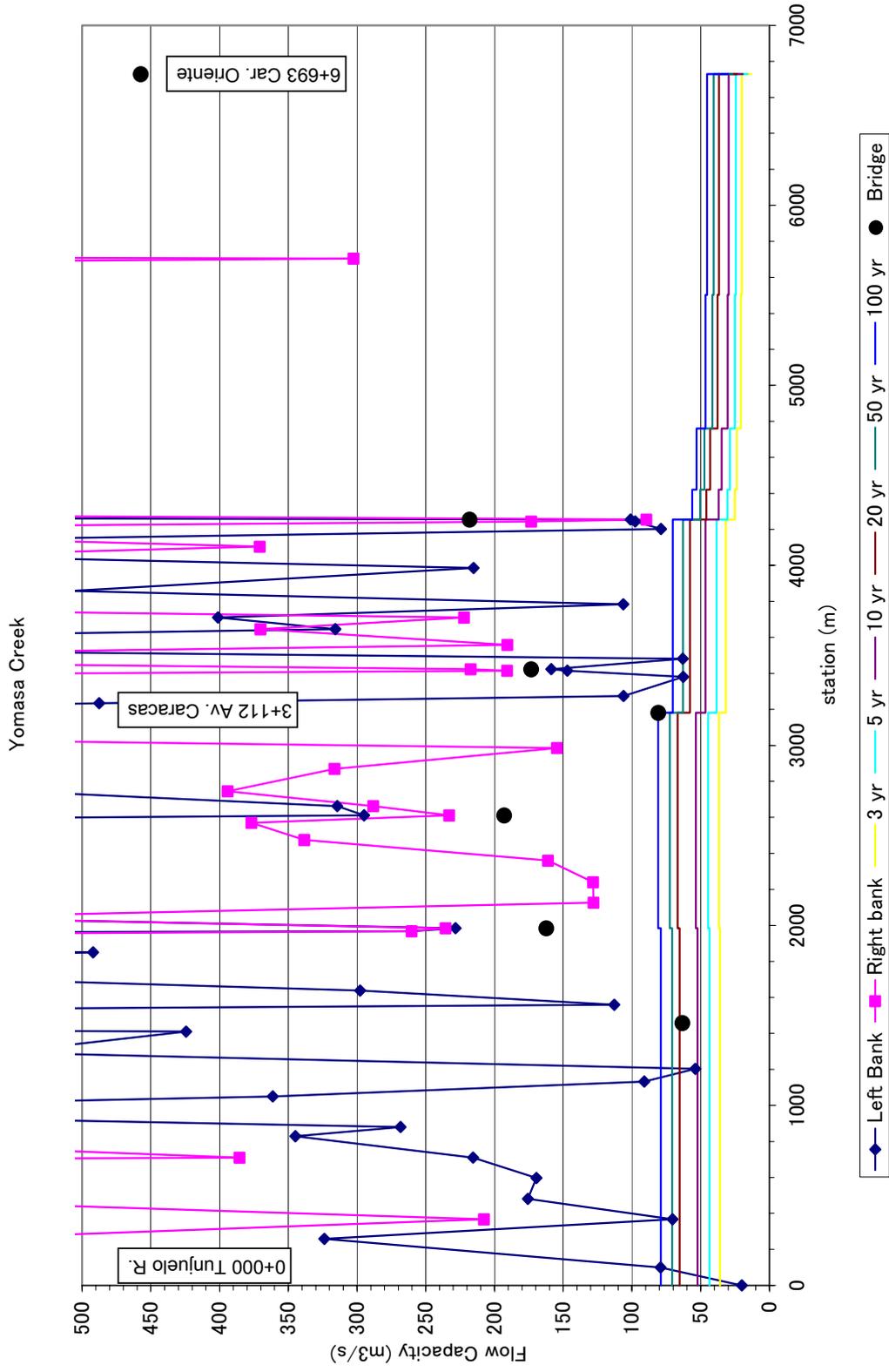


Figura S6-1-25 Capacidad del Canal y Descarga Probable en la Quebrada Yomasa

(7) La Estrella y Trompeta

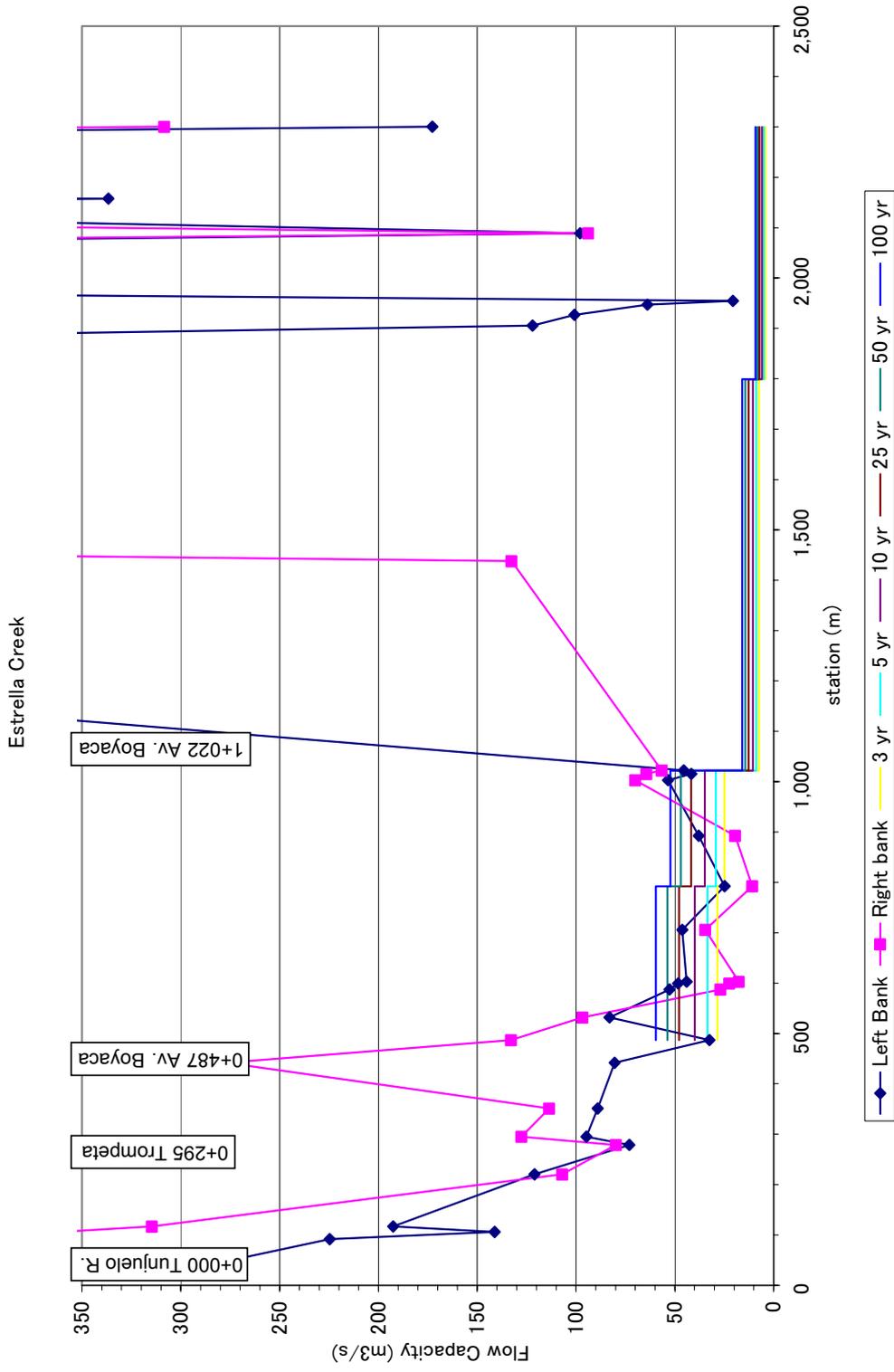


Figura S6-1-26 Capacidad del Canal y Descarga Probable en la Quebrada Estrella

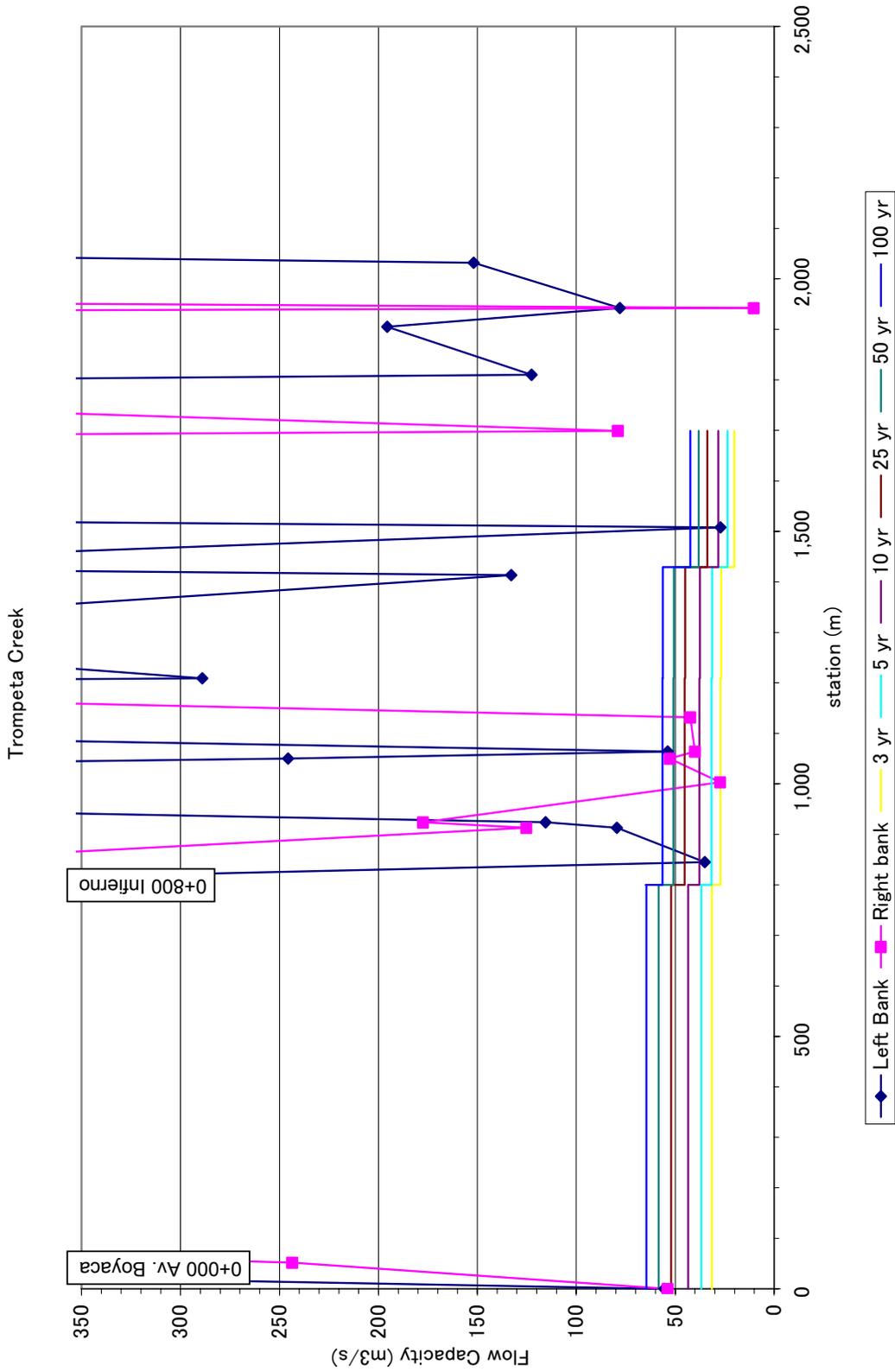
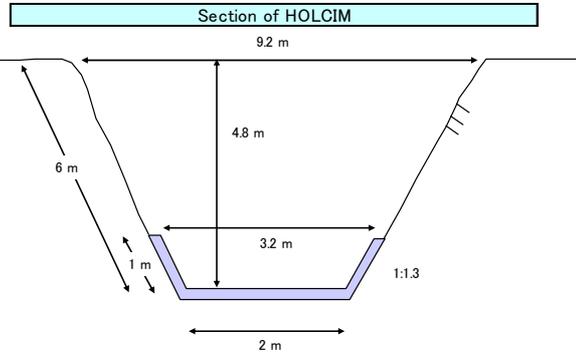


Figura S6-1-27 Capacidad del Canal y Descarga Probable en el Quebrada Trompeta

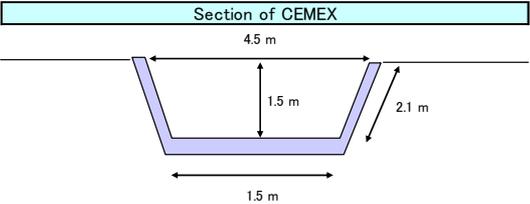
La sección de 0+000 de la Trompeta hacia la confluencia con La quebrada Estrella está dentro del terreno privado de las cementeras (HOLCIM y CEMEX). El Equipo del Estudio no pudo enviar al topógrafo dentro del área como en otras áreas, sin embargo, el Equipo del Estudio pidió a las fábricas formalmente y fue permitido entrar y medir la dimensión del canal. El Equipo del Estudio midió la dimensión del canal en el sitio.

La Figura S6-1-28 muestra la típica sección transversal dentro de las fábricas de cemento y el cálculo de la capacidad del canal. En HOLCIM, el canal de concreto esta puesto en la parte inferior de la longitud es de 6 metros del talud del canal. La capacidad de flujo en la parte alta del terreno es de is 166 m<sup>3</sup>/s. En CEMEX, hay algunas secciones similares a la de HOLCIM, sin embargo, algunas secciones se muestran en la figura. La capacidad de flujo es de 13 m<sup>3</sup>/s. para este cálculo.

La descarga del periodo de retorno de 100 años de retorno del final aguas abajo de la quebrada Trompeta es de 64 m<sup>3</sup>/s. Durante la inundación, el agua de inundación es distribuida en ambos lados HOLCIM y el lado de CEMEX. La capacidad de flujo del lado de HOLCIM es suficiente para los 100 años de período de retorno, de modo que la sección aguas abajo de 0+000 de la Trompeta tiene un alto nivel de seguridad.



H	(m)	0.8	4.8
A	(m <sup>2</sup> )	2.1	26.9
S	(m)	4.0	14.0
R	(m)	0.5	1.9
n		0.025	0.025
I		0.007	0.010
V	(m/s)	2.2	6.2
Q	(m <sup>3</sup> /s)	4.5	166.1



H	(m)	1.5
A	(m <sup>2</sup> )	4.5
S	(m)	5.7
R	(m)	0.8
n		0.025
I		0.007
V	(m/s)	2.9
Q	(m <sup>3</sup> /s)	13.0

Figura S6-1-28 Sección Transversal y Capacidad del Canal dentro de HOLCIM y CEMEX

(8) Soacha

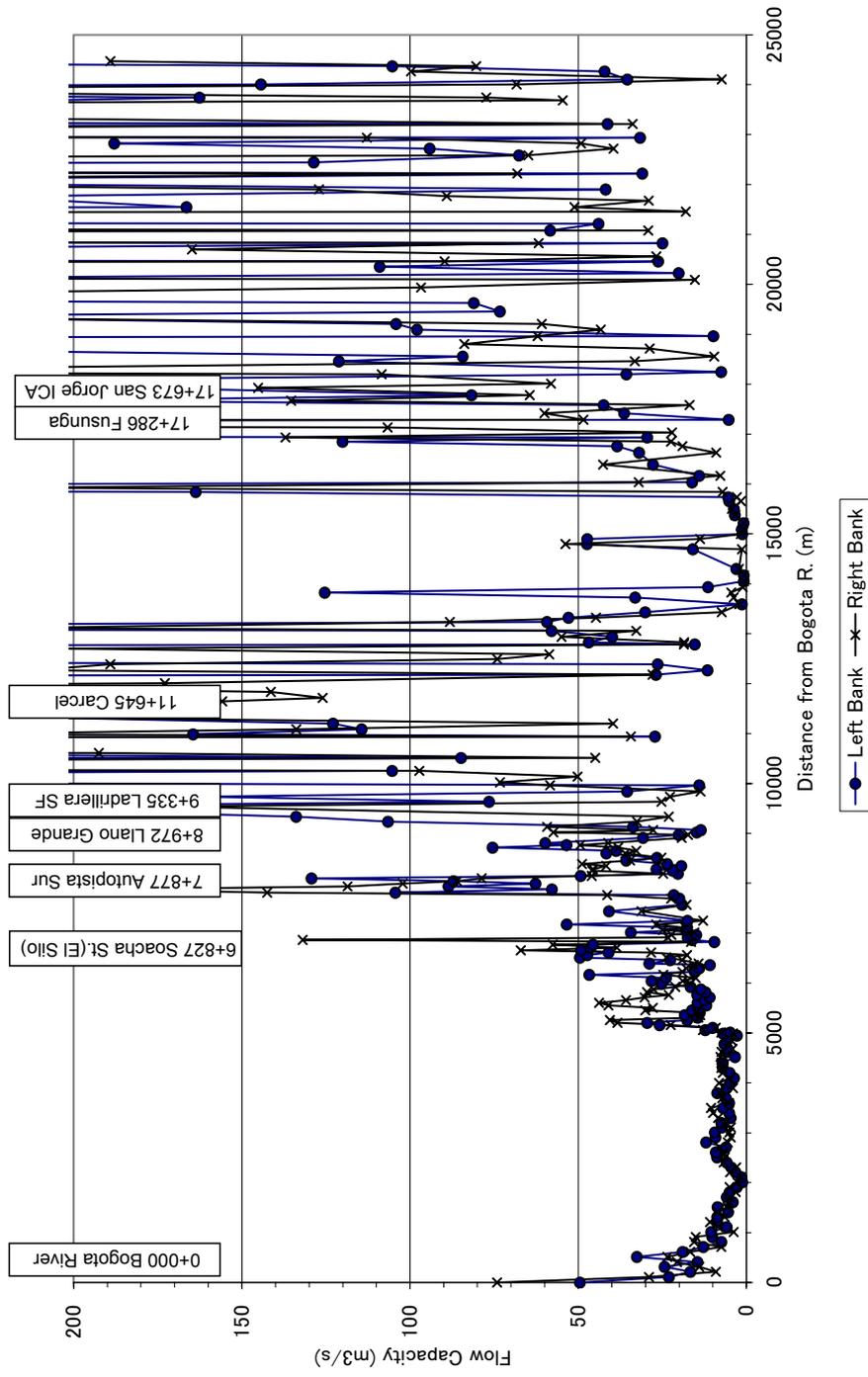


Figura S6-1-29 Capacidad del Canal en el Río Soacha

(9) Tibanica

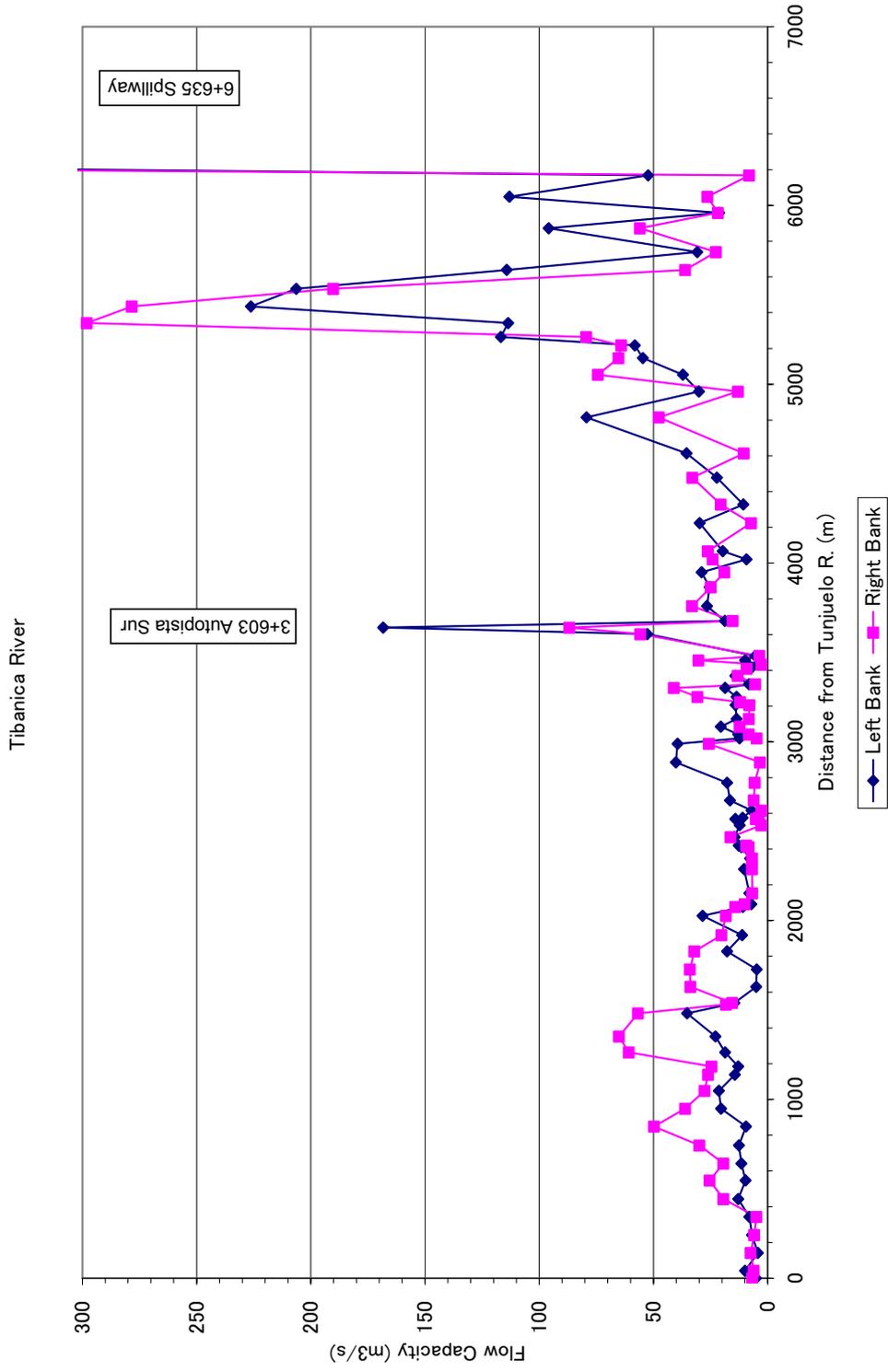


Figura S6-1-30 Capacidad del Canal en el Río Tibanica

### 1.3 Desastre por Inundación

#### 1.3.1 Encuesta de Levantamiento en Bogotá

El Equipo del Estudio empezó la encuesta de levantamiento acerca de inundaciones serias pasadas en las cuencas objetivo en Bogotá en Septiembre del 2006. Diferente del caso de Soacha, el área del estudio en Bogotá no tenía la información clara sobre el área de la inundación pasada excepto aguas abajo de la Chiguaza y Yomasa, de modo que el Equipo del Estudio contactó a los líderes JAC al principio en cada cuenca e intentó obtener la información general sobre las inundaciones pasadas.

Con respecto a la quebrada Yomasa, el Equipo del Estudio llevó a cabo la encuesta de levantamiento en Octubre 2006 y Enero 2007 a los líderes de JAC y residentes, respectivamente para confirmar el área de inundación especificada por el líder de JAC. Según la entrevista para los residentes, el área de inundación fue bastante limitada a lo largo de la quebrada Yomasa. El área de inundación aguas abajo de Yomasa en la Figura S6-1-31 es el área mostrada por los líderes de JAC.

Tabla S6-1-5 Lista de Barrios por Encuesta de Levantamiento por Inundación en Bogotá

NOMBRE DE BARRIO	No.	NOMBRE DE BARRIO	No.
A.S.D	1	LA NUEVA GLORIA	4
ABRAHAM LINCOLN	7	LAS GAVIOTAS	1
ALTAMIRA	14	LOS LIBERTADORES	1
BARRANQUILLITA	1	LOS MOLINOS	1
CANADA O GUIRA	9	LOS MOLINOS DEL SUR	13
CERROS DE ORIENTE	3	MARRUECOS	2
CHUNIZA	1	MONTE BLANCO	14
DIANA TURBAY	2	PRIMAVERA	1
EL PINAR	1	QUINDIO	11
EL TESORO	1	SAN AGUSTIN	7
EL UVAL	1	SAN BENITO	15
ESTRELLA DEL SUR	1	SAN MARTIN	1
LA ALAMEDA	1	SANTA LIBRADA NORTE	4
LA GLORIA	6	TUNJUELITO	18
LA GLORIA OCCIDENTAL	7		
		TOTAL	149

Tabla S6-1-6 Eventos de Inundación Graves en las Cuencas Objetivo en Bogotá por la Encuesta de Levantamiento

Fecha	Chiguaza	Yomasa	Santa Librada	La Estrella & Trompeta
1978	Los Molinos (Inundación)	—	—	—
1994	Altos de Zuque (Flujo de Escombros ), Altamira (Flujo ), Diana Turbay (Flujo & Flujo de Escombros)	—	—	—
1997	San Benito (Flujo)	—	—	—
2002 May	Confluence with Rio Tunjuelo (Flood), San Benito (Inundación), Tunjuelito (Inundación)	—	—	—
2002 June 11	—	Monte Blanco (Inundación)	—	—
2004 Oct.	—	Monte Blanco (Inundación)	—	—
2004 Nov	—	Monte Blanco (Inundación)	—	—
2006	Los Libertadores (Inundación y Erosión del Banco)	—	—	—
2006 May	—	—	—	Estrella del Sur (Inundación)
2006 June	Canadá o Guira (Inundación)	—	—	—

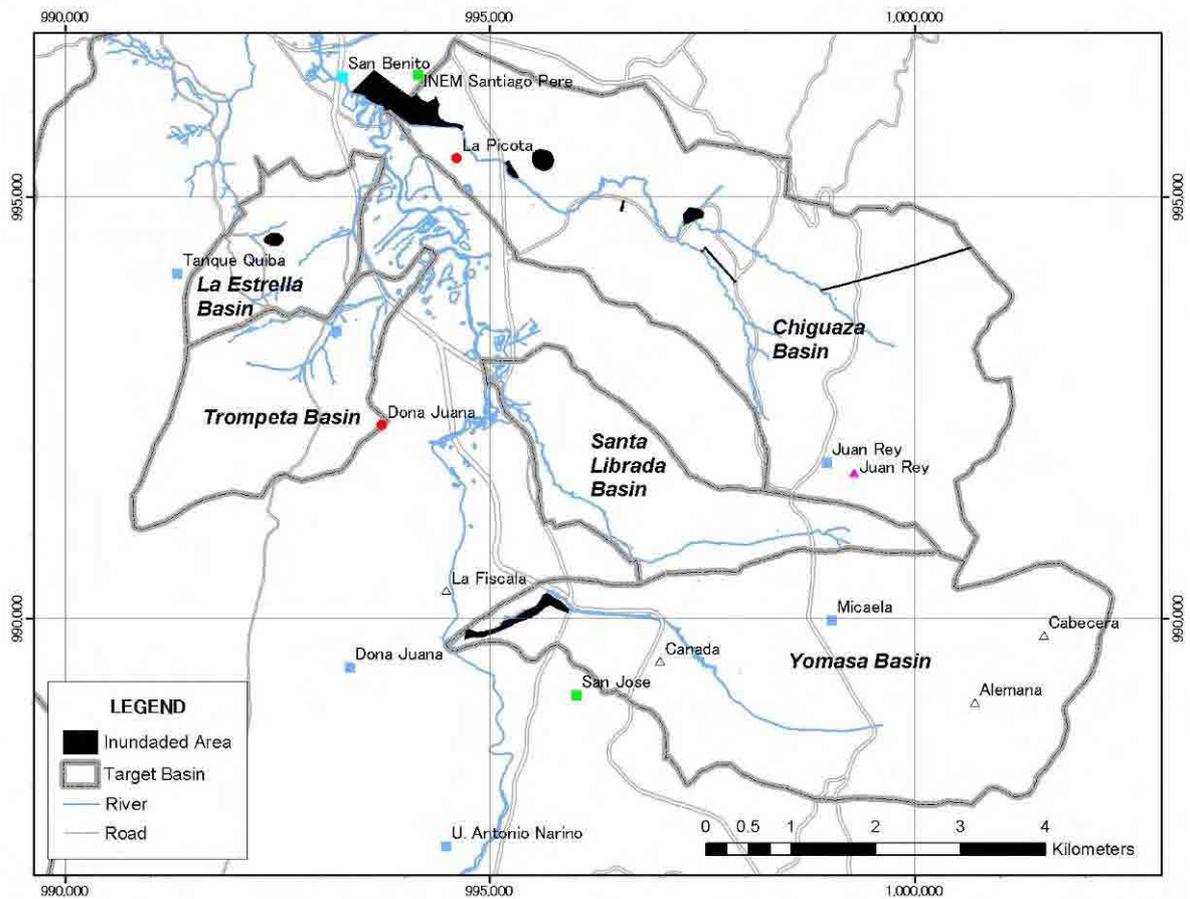


Figura S6-1-31 Eventos de Inundación Graves en las Cuencas Objetivo en Bogotá por las Encuestas de Levantamiento

### 1.3.2 Encuesta de Levantamiento en Soacha

La encuesta de levantamiento de inundación en Soacha fue hecha concentrándose en la inundación de Mayo 11, 2006, debido a que se dijo que la inundación fue la máxima en los últimos 20 años y las personas afectadas tenían fresca la memoria acerca del fenómeno de inundación.

Tabla S6-1-7 Lista de Barrios por Encuesta de Inundaciones en Soacha

Barrio Name	No.	Barrio Name	No.	Barrio Name	No.
BARBADOS II	2	JUAN PABLO I	1	LOS OLIVOS II	1
CASALINDA XI	1	JULIO RINCON I	1	LOS OLIVOS III	4
CENTRO COMERCIAL UNISUR	2	LA ARBOLEDA	1	MIRADOR DE SAN IGNACIO V	1
CIEN FAMILIAS	3	LA CAPILLA	4	MIRADOR DE SAN IGNACIO VI	1
CIUDAD DE QUITO	1	LA DESPENSA	7	NUEVA PORTALEGRE	1
CIUDAD LATINA I	1	LA FLORIDA I	6	NUEVO COLON	8
CIUDAD LATINA II	2	LA FLORIDA II	5	PABLO VI	1
CIUDAD SATELITE	2	LA FONTANA I	1	PARQUE DE LAS FLORES	1
COHABITAR	2	LA FRAGUA	1	PARQUES DE SAN MATEO I	2
COLMENA II	1	LA MARIA	1	PARQUES DE SAN MATEO II	1
COMPARTIR	1	LA PRADERA I	2	PASEO REAL	1
EL CARDAL	12	LA PRADERA II	6	QUINTANAR DE LOS OCALES	1
EL CEDRO I	1	LAS ACASIAS I	1	QUINTAS DE SANTA ANA I	2
EL CIPRES	1	LAS ACASIAS II	1	SANTA MARIA DEL RINCON	7
EL DANUBIO	4	LEON XIII	5	SIMON BOLIVAR	1
EL PARAISO	3	LEON XIII SEGUNDO SECTOR	5	TERRAGRANDE	4
EL PRADO DE LAS VEGAS	5	LEON XIII TERCER SECTOR	5	TIERRA BLANCA	1
EL RINCON DE SANTA FE	4	LLANO GRANDE	11	UBATE	1
EL ROSAL	1	LLANOS DE SOACHA	1	VALLES DE SANTA ANA	2
EL SILO	4	LOS CEREZOS	1	VILLA ITALIA	1
EL TABACAL	1	LOS DUCALES II	1	VILLA SOFIA II	4
EL TREBOL	4	LOS OCALES	1	VILLAS DE SANTA ROSA	1
EUGENIO DIAZ CASTRO	1	LOS OLIVARES	11	ZONA INDUSTRIAL DE CAZUCA	6
HOGAR DEL SOL	2	LOS OLIVOS I	2		
				TOTAL	195

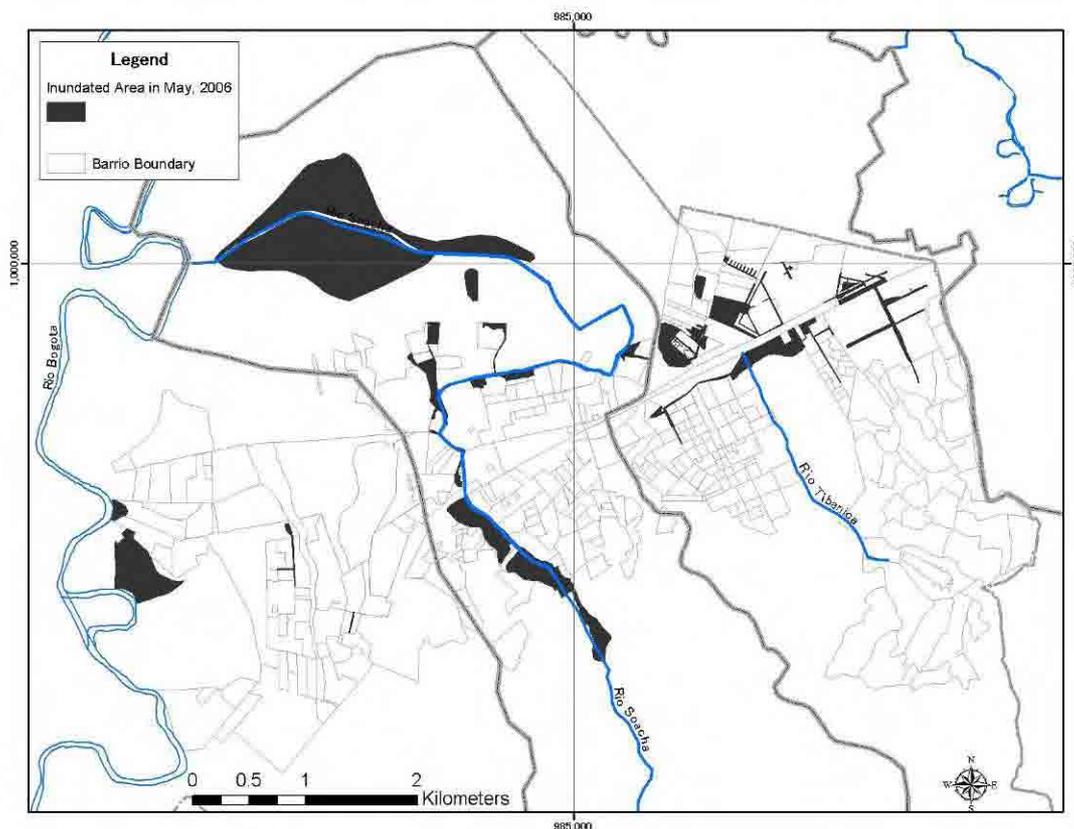


Figura S6-1-32 Área de la Inundación en Mayo 11, 2006 en Soacha