

CONVENCIONES		INDICE DE PLANCHAS		LEYENDA	
Curva de nivel índice		PL 1	AMENAZA		Alta
Curva de nivel intermedia		PL 2	Alta		Media
Río principal		PL 3	Media		Baja
Quebrada		PL 4	Baja		Línea de inundación en T=10 años
Manzanas					



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
ZONAS INUNDABLES Y DE  
AMENAZAS POR INUNDACIÓN ENTRE  
CANTARRANA Y LA AUTOPISTA SUR

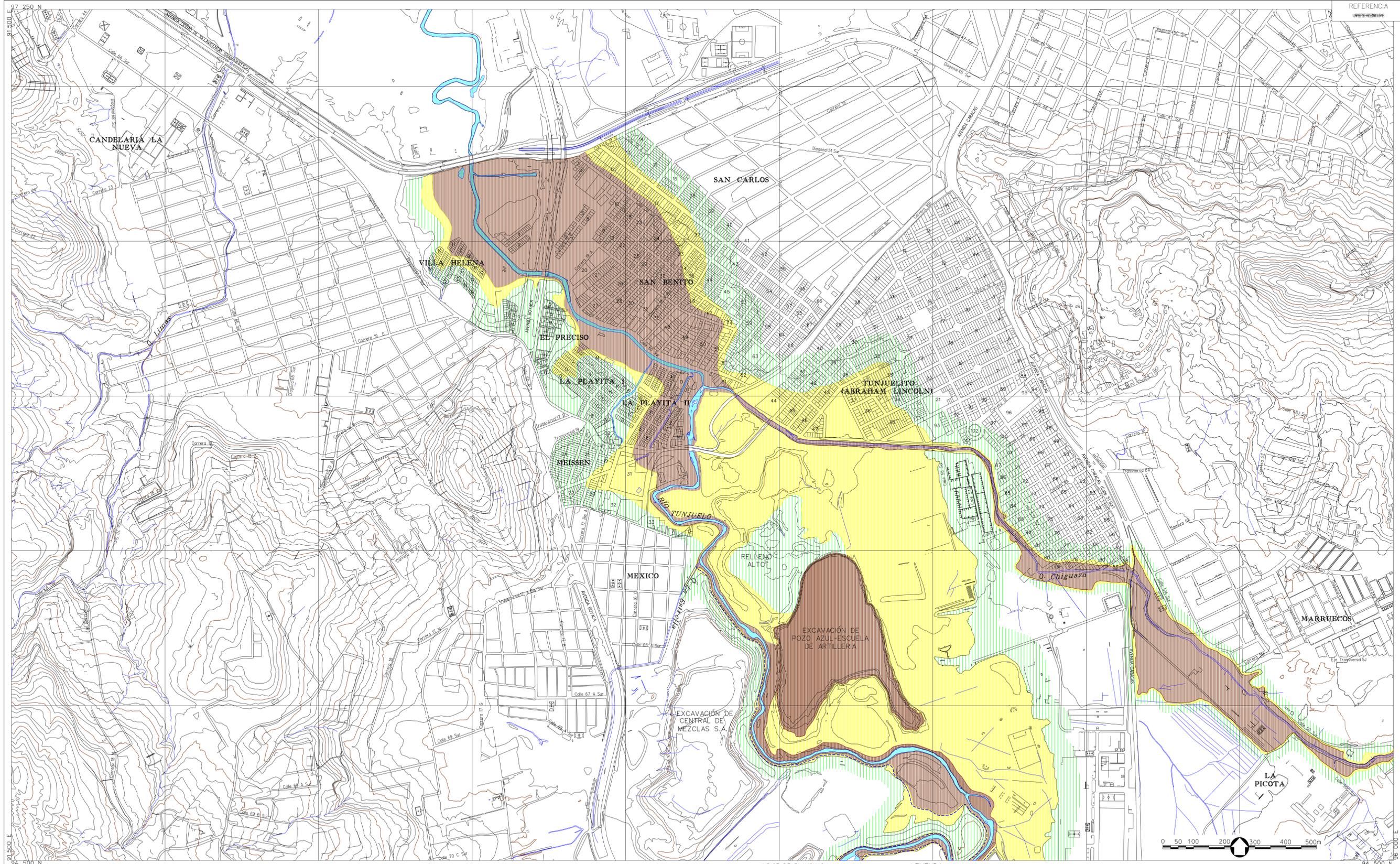
REVISIONES:  
1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISEÑÓ:  
G. Cortés  
DIBUJÓ:  
J.C. Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés  
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
1:5000  
FECHA:  
MAYO-1999

PLANO No. 6  
1 DE 4  
ARCHIVO:  
AMENAZA1



CONVENCIONES

- Curva de nivel índice
- Curva de nivel intermedia
- Río principal
- Quebrada
- Manzanas

INDICE DE PLANCHAS

- PL 1
- PL 2
- PL 3
- PL 4

LEYENDA

- AMENAZA
- Alta
  - Media
  - Baja
  - Línea de inundación en Tr-10 años



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
AMENAZAS POR INUNDACIÓN ENTRE  
CANTARRANA Y LA AUTOPISTA SUR

REVISIONES:

1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISEÑÓ:  
G. Cortés

DIBUJÓ:  
J.C. Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés

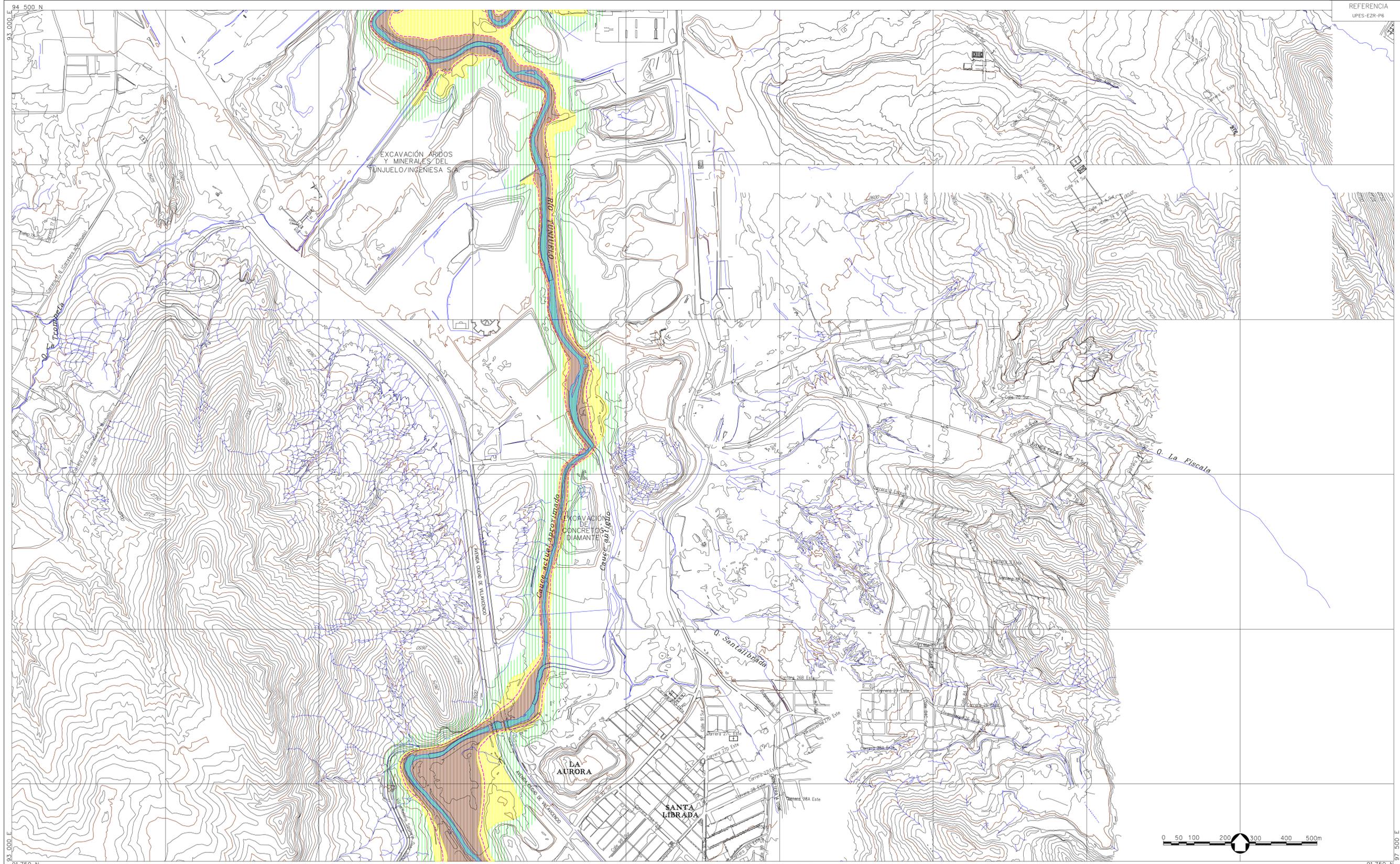
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
1:5000

FECHA:  
MAYO-1999

PLANO No. 6  
2 DE 4

ARCHIVO:  
AMENAZA2



CONVENCIONES

- Curva de nivel índice
- Curva de nivel intermedia
- Río principal
- Quebrada
- Manzanas

INDICE DE PLANCHAS

- PL 1
- PL 2
- PL 3
- PL 4

LEYENDA

- AMENAZA
- Alta
  - Media
  - Baja
  - Línea de inundación en Tr-10 años



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
AMENAZAS POR INUNDACIÓN ENTRE  
CANTARRANA Y LA AUTOPISTA SUR

REVISIONES:

1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISEÑÓ:  
G. Cortés

DIBUJÓ:  
J.C. Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés

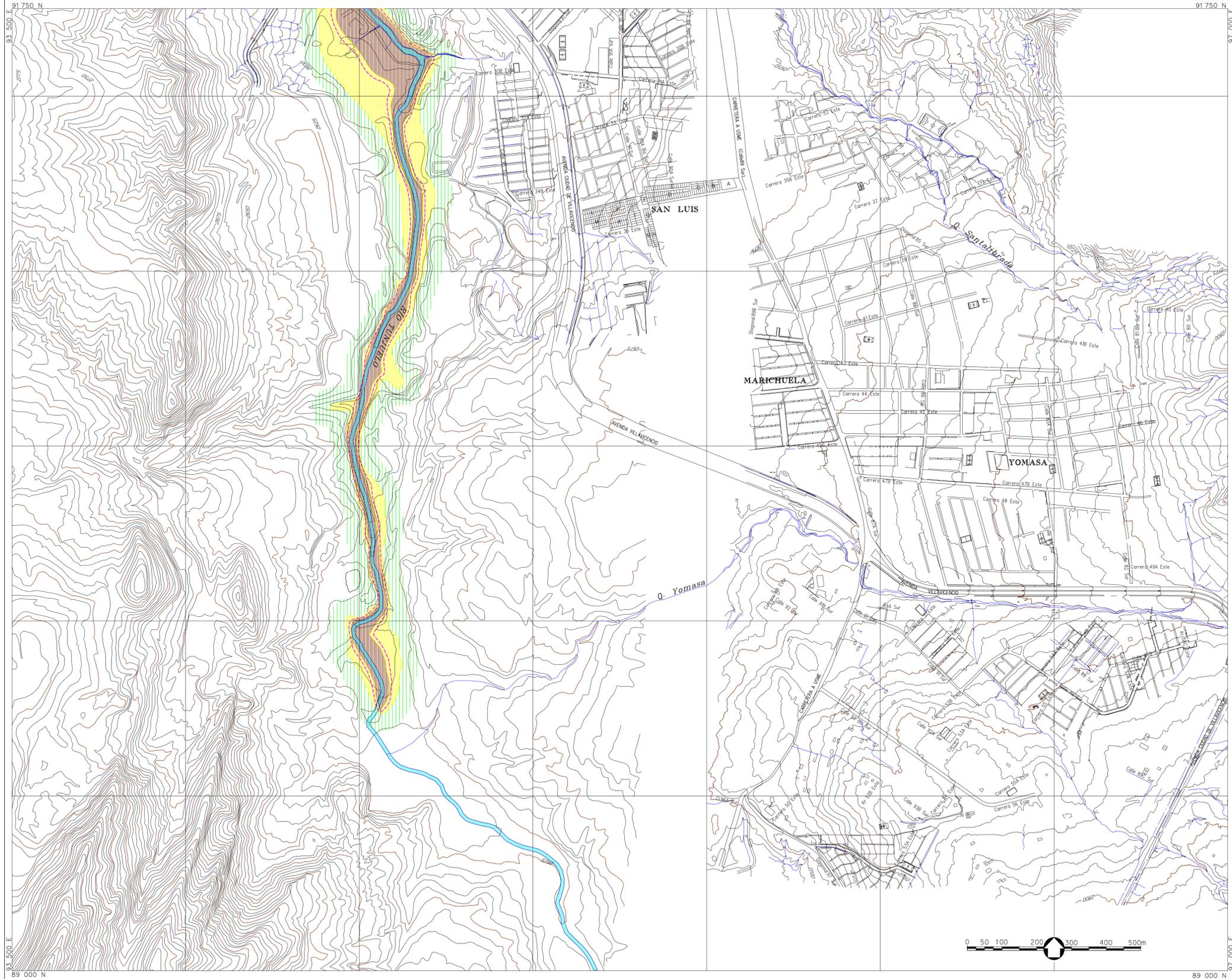
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
1:5000

FECHA:  
MAYO-1999

PLANO No. 6  
3 DE 4

ARCHIVO:  
AMENAZA3



**CONVENCIONES**

Curva de nivel índice

Curva de nivel intermedia

Río principal

Quebrada

Manzanas

**INDICE DE PLANCHAS**

PL 1

PL 2

PL 3

PL 4

**LEYENDA**

**AMENAZA**

Alta

Media

Baja

Línea de inundación en Tr=10 años



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
AMENAZAS POR INUNDACIÓN ENTRE  
CANTARRANA Y LA AUTOPISTA SUR

REVISIONES:

1: \_\_\_\_\_

2: \_\_\_\_\_

3: \_\_\_\_\_

DISEÑÓ:  
G. Cortés

DIBUJÓ:  
J.C. Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés

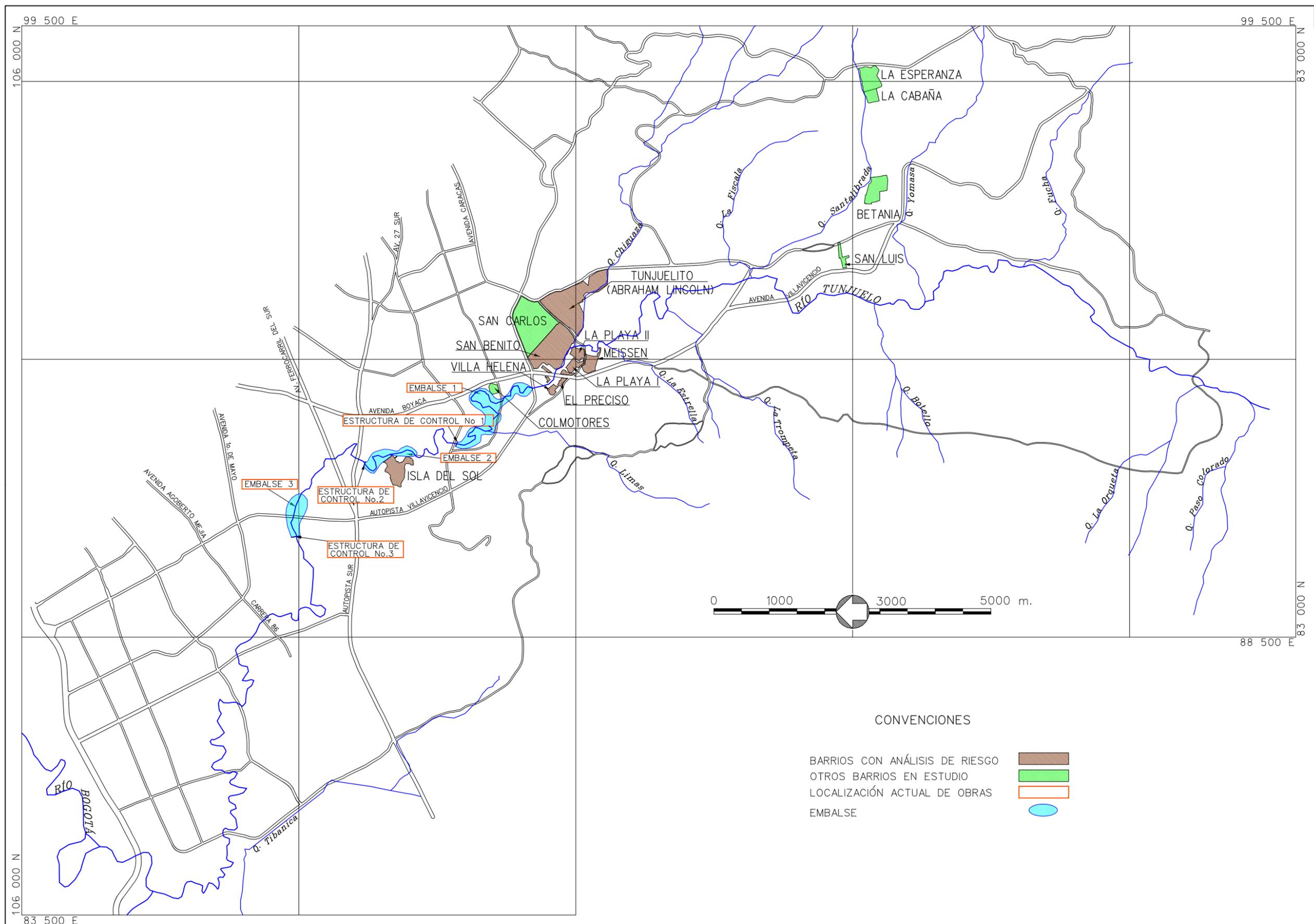
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
1:5000

FECHA:  
MAYO-1999

PLANO No. 6  
4 DE 4

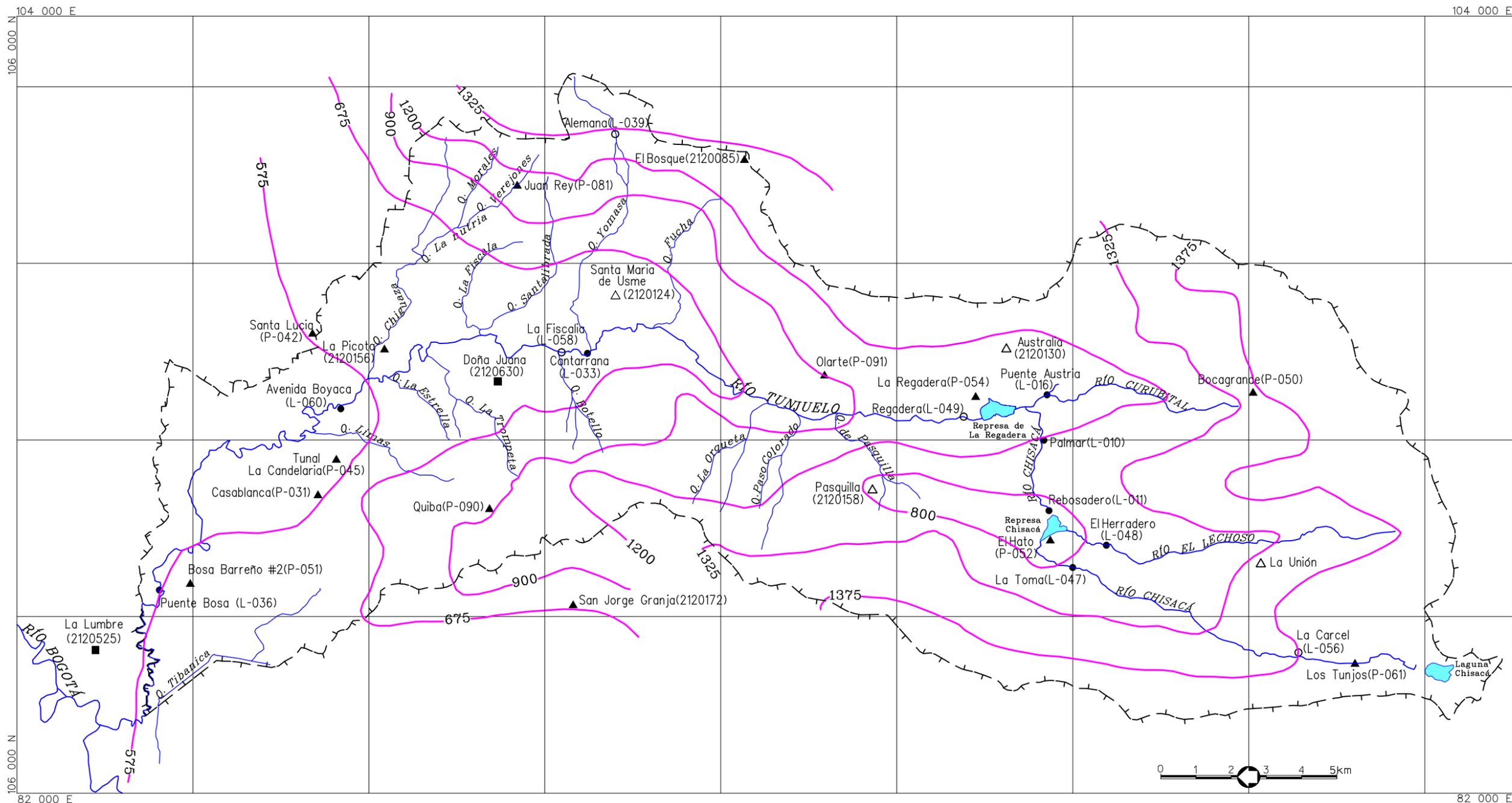
ARCHIVO:  
AMENAZA4



CONVENCIONES

- BARRIOS CON ANÁLISIS DE RIESGO
- OTROS BARRIOS EN ESTUDIO
- LOCALIZACIÓN ACTUAL DE OBRAS
- EMBALSE

 ALCALDÍA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.	CONSULTOR:  INGENIEROS CONSULTORES	CONTRATO No. 1314-001-98	PROYECTO: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES DE SANTA FE DE BOGOTÁ	CONTENIDO: LOCALIZACIÓN DE BARRIOS Y DE EMBALSES Nos. 1, 2 Y 3	REVISIONES: 1: _____ 2: _____ 3: _____	DISEÑO: L. Lagos DIBUJÓ: J.C. Tarazona	REVISÓ: G. Cortés APROBÓ: G. Cortés	ESCALA: Gráfica FECHA: FEBRERO-1999	PLANO No. 1 ARCHIVO: LOCALIZA
---	---	-----------------------------	---	--	---	---	--	--	--



CONVENCIONES

- |                               |  |                              |  |
|-------------------------------|--|------------------------------|--|
| Límite de cuenca hidrográfica |  | Isoyetas medias multianuales |  |
| Río principal                 |  | Estación limnigráfica        |  |
| Quebrada                      |  | Estación pluviométrica       |  |
| Manzanas                      |  | Estación pluviográfica       |  |
|                               |  | Estación climatológica       |  |

FUENTE: Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes de la Cuenca del Río Tunjuelo, CEI - EAAB, 1997



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
UBICACIÓN DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS ISOYETAS MEDIAS MULTIANUALES

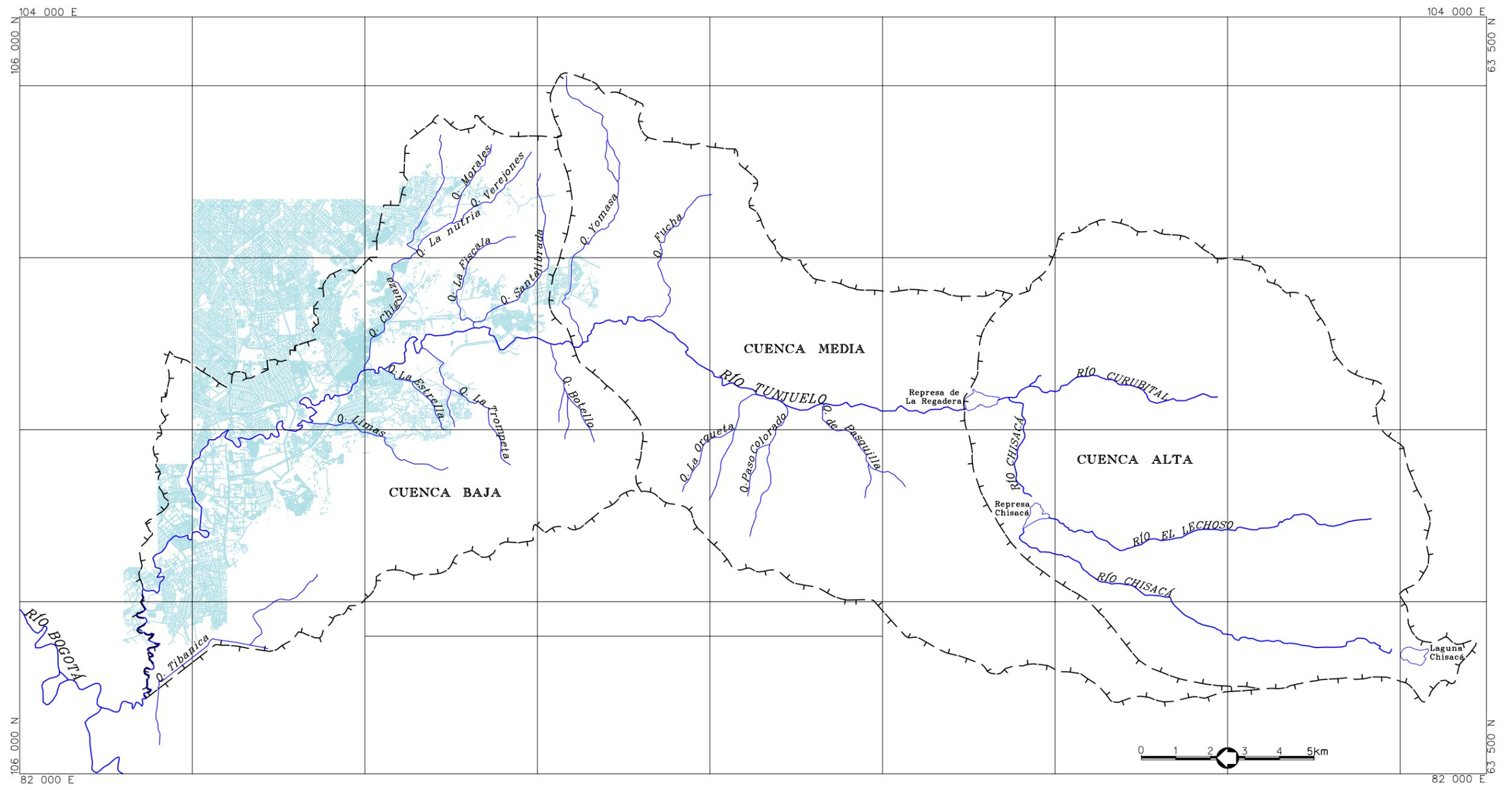
REVISIONES:  
1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISEÑO:  
F. Pardo  
DIBUJÓ:  
J.C. Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés  
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
1:125000  
FECHA:  
FEBRERO-1999

PLANO No.  
2  
ARCHIVO:  
ESTACIONES



CONVENCIONES

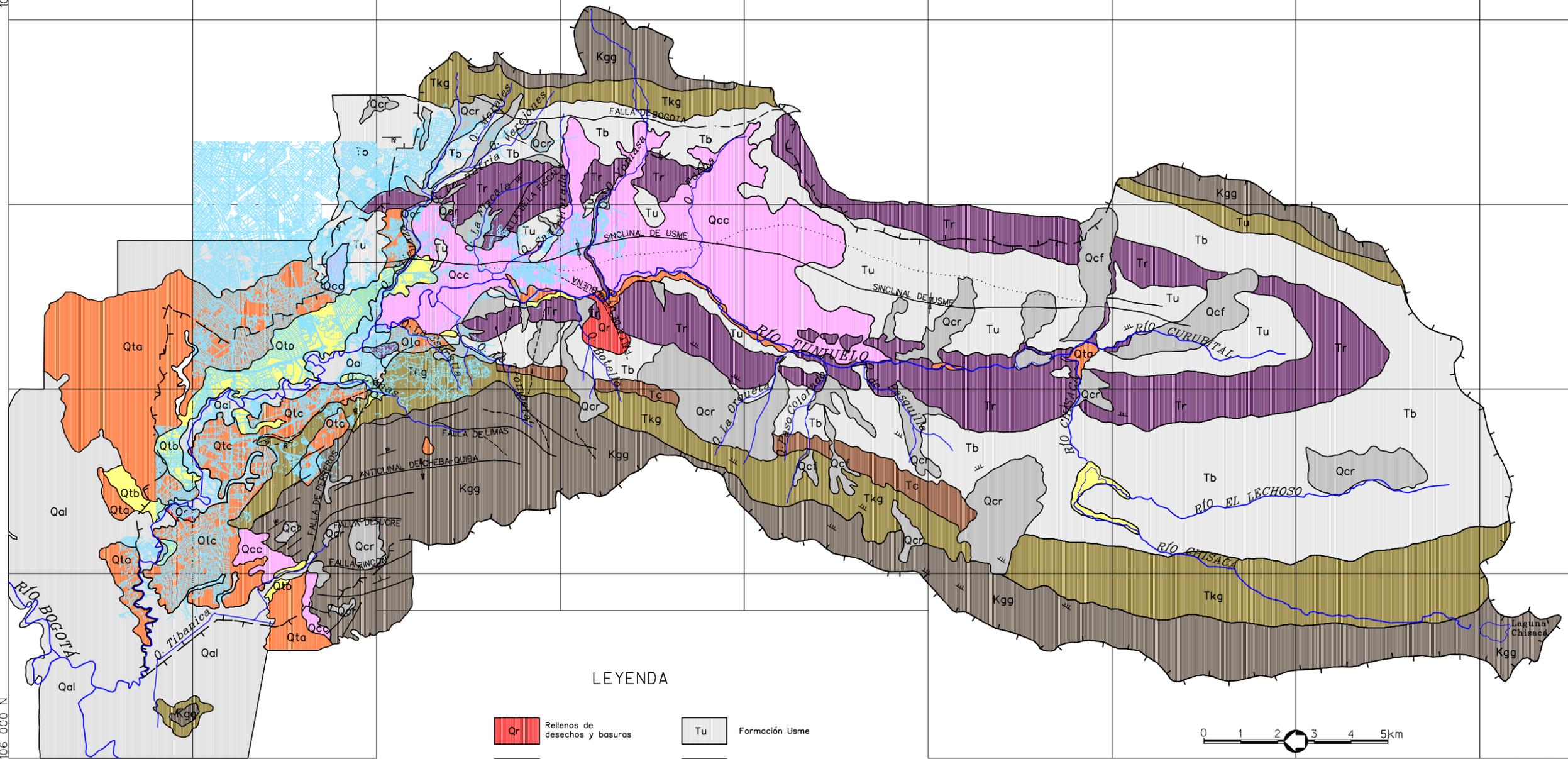
- Límite de cuenca hidrográfica
- Río principal
- Quebrada
- Manzanas

FUENTE: Estudio de Saneamiento Ambiental  
y Control de Crecientes de la Cuenca  
del Río Tunjuelo, CEI - EAAB, 1997

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.</p>	<p>CONSULTOR:</p> <p><b>INGETEC S.A.</b> INGENIEROS CONSULTORES</p>	<p>CONTRATO No.</p> <p>1314-001-98</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES DE SANTA FE DE BOGOTÁ</p>	<p>CONTENIDO:</p> <p>CUENCA DEL RÍO TUNJUELO</p>	<p>REVISIONES:</p> <p>1: _____</p> <p>2: _____</p> <p>3: _____</p>	<p>DISEÑO:</p> <p>G. Cortés</p>	<p>REVISÓ:</p> <p>G. Cortés</p>	<p>ESCALA:</p> <p>1:125000</p>	<p>FIGURA No.</p> <p>1.1</p>
					<p>DIBUJÓ:</p> <p>J.C. Tarazona</p>	<p>APROBÓ:</p> <p>G. Cortés</p>	<p>FECHA:</p> <p>FEBRERO-1999</p>	<p>ARCHIVO:</p> <p>CUENCAS</p>	

104 000 E  
106 000 N  
82 000 E

104 000 E  
63 500 N  
82 000 E



LEYENDA

- |     |                                 |     |                                   |
|-----|---------------------------------|-----|-----------------------------------|
| Qr  | Rellenos de desechos y basuras  | Tu  | Formación Usme                    |
| Qal | Aluvión reciente                | Tr  | Formación arenisca de la regadera |
| Qcc | Complejo de conos del tunjuelo  | Tb  | Formación Bogotá                  |
| Qcf | Depósitos Fluvioglaciales       | Tc  | Formación arenisca del Cacho      |
| Qcr | Coluviones depósitos de laderas | Tkg | Formación Guaduas                 |
| Qtb | Formación Tilata                | Kgg | Grupo Guadalupe                   |
| Qta |                                 |     |                                   |

CONVENCIONES

- Límite de cuenca hidrográfica
- Río principal
- Quebrada
- Manzanas

FUENTE: Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes de la Cuenca del Río Tunjuelo, CEI - EAAB, 1997

- |  |                                    |  |  |
|--|------------------------------------|--|--|
|  | Falla de rumbo (Strike-slip fault) |  | Falla inferida   |
|  | Buzamiento y rumbo                 |  | Buzamiento observado fotogeológicamente                    |
|  | Rumbo y buzamiento fotogeológico   |  | Buzamiento observado fotogeológicamente (Capas invertidas) |
|  | Falla Cubierta                     |  | Anticlinal   |
|  | Falla Definida                     |  | Sinclinal  |



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
GEOLOGÍA

REVISIONES:  
1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISEÑO:  
M. Bulla  
DIBUJÓ:  
J.C. Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés  
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
1:125000  
FECHA:  
FEBRERO-1999

3  
ARCHIVO:  
GEOLOGIA

104 000 E

104 000 E

106 000 N

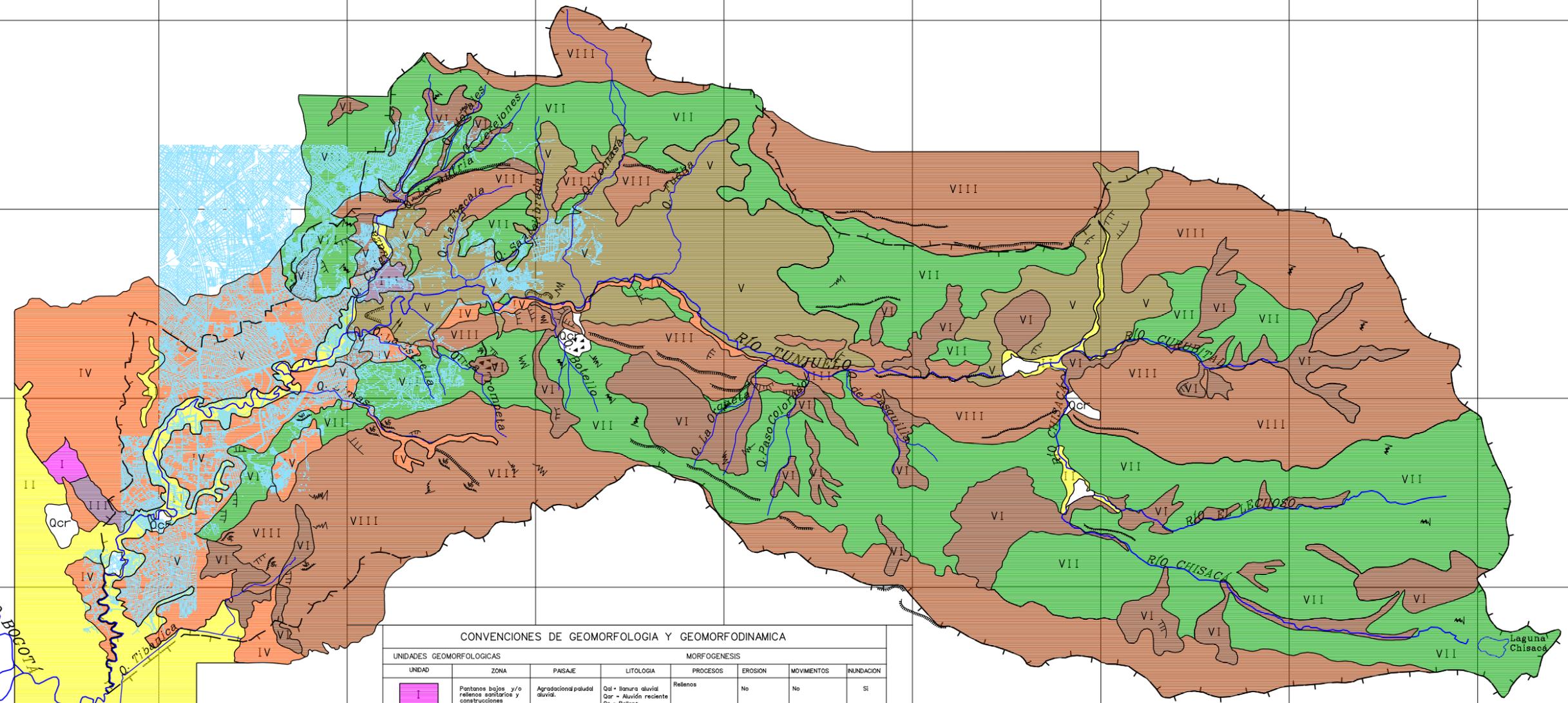
106 000 N

82 000 E

82 000 E

106 000 N

106 000 N



CONVENCIONES

- Límite de cuenca hidrográfica
- Río principal
- Quebrada
- Manzanas

FUENTE: Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes de la Cuenca del Río Tunjuelo, CEI - EAAB, 1997

CONVENCIONES DE GEOMORFOLOGIA Y GEOMORFODINAMICA							
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS				MORFOGENESIS			
UNIDAD	ZONA	PASAJE	LITOLOGIA	PROCESOS	EROSION	MOVIMIENTOS	INUNDACION
I	Pantanos bajos y/o rellenos sanitarios y construcciones	Agradacional paludal aluvial.	Qal = llanura aluvial Qar = Aluvión reciente Qr = Relleno	Rellenos	No	No	SI
II	Zona aluvial-lacustre inundable. Límite de zona de divagación natural.	Agradacional llanura aluvial.	Qal = llanura aluvial Qr = Relleno	Jarillones Talud de terraza Lecho mayor Cauce actual Gravilleras Meandros abandonados	Lateral Divagación del cauce	Inestabilidad de orillas, jarillón	SI
III	Zona de terraza bajo inundable. Lecho mayor del río.	Agradacional Terraza	Qtb = Terraza Baja	Talud de terraza Gravilleras Meandros abandonados	Lateral de orillas Divagación del cauce	Inestabilidad de orillas	SI
IV	Zona de Terraza, alta no inundable	Agradacional Terraza alta	Qta = Terraza Alta, Formación Sabana	Talud de terraza Cárcavas	Cárcavas	Inestabilidad de orillas	No
V	Zonas de Conos de origen fluvial y fluvio-glacial	Agradacional Conos Aluviales	Qcc = Conos Antiguos del Tunjuelo Qcl = Coluvión Fluvio-glaciales	Cárcavas Gravilleras Escarpe de reptación Dirección de reptación	Secavación lateral Cárcavas Escarpe de escurrimiento	Reptación Secavación Reptación de flujos	SI
VI	Zona de Coluviones, conos de deyección.	Agradacional Conos Aluviales y de deyección	Qcr = Coluvión	Cárcavas Gravilleras Escarpe de reptación Dirección de reptación	Secavación lateral Cárcavas Escarpe de escurrimiento	Deslizamientos Reptación de flujos	SI
VII	Zona de origen montañoso colinado erosional, con paisajes erosionales	Montañoso degradacional colinas suaves estructurales	Tkg = Formación Guadalupe Tc = Formación Cacho Tb = Formación Bogotá Tm = Formación Ume	Reptación Escarpe de bloque Cachos Escarpes Tb = Formación Bogotá Tm = Formación Ume	Cárcavas Escarpe de reptación	Reptación de suelos residuales y de coluviones Canteras	No
VIII	Zona de origen montañoso estructural plegado, correspondiente a la sierra que circula la Sabana, con topografía abrupta.	Montañoso plegado degradacional colinas suaves Anticlinal, sincinal, escarpes rocosos	Agg = Grupo Guadalupe Tr = Formación Arenas de la regadera	Caida de Bloque Escarpe Deslizamiento	Concentrada y difusa	Caida de bloques Reptación de suelos Secavación Canteras	No
Qcr	Depósito de coluvión						

LEYENDA

- Escarpes
- Deslizamiento
- Cantera
- Talud de terraza
- Reptación
- Caída de bloques
- Contacto geomorfológico



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
GEOMORFOLOGÍA

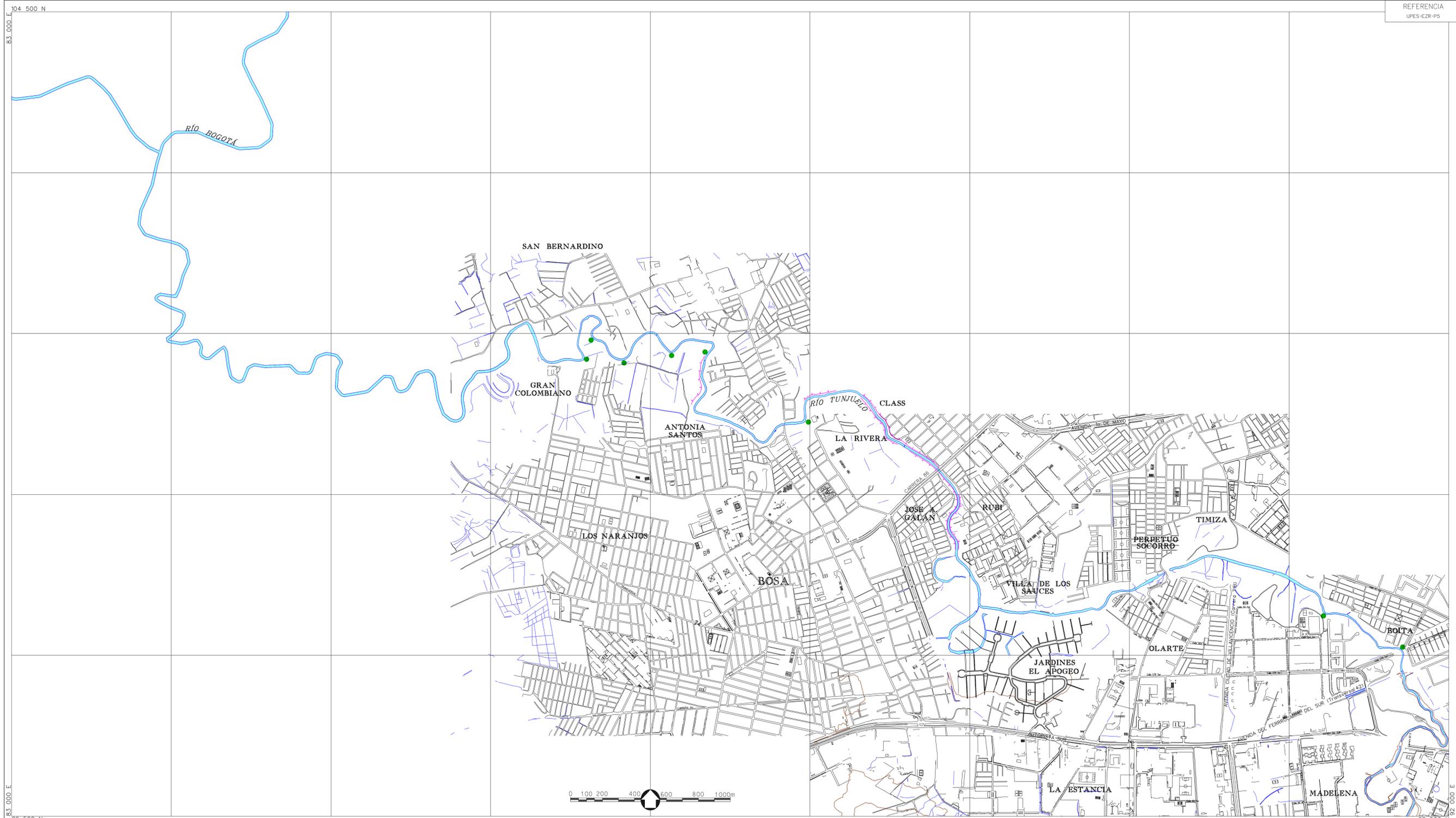
REVISIONES:  
1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISEÑO:  
M. Bulla  
DIBUJO:  
J.C. Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés  
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
1:125000  
FECHA:  
FEBRERO-1999

4  
ARCHIVO:  
GEOMORFOLOGIA



CONVENCIONES

- Curva de nivel índice
- Río principal
- Quebrada
- Manzanas

LEYENDA

- Jarillones con inestabilidad en parte superior
- Sítios con socavación del cauce



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-110-97

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
INVENTARIO DE SÍTIOS CRÍTICOS EN EL CAUCE DEL RÍO TUNJUELO AGUAS ABAJO DE LA AUTOPISTA SUR

REVISIONES:

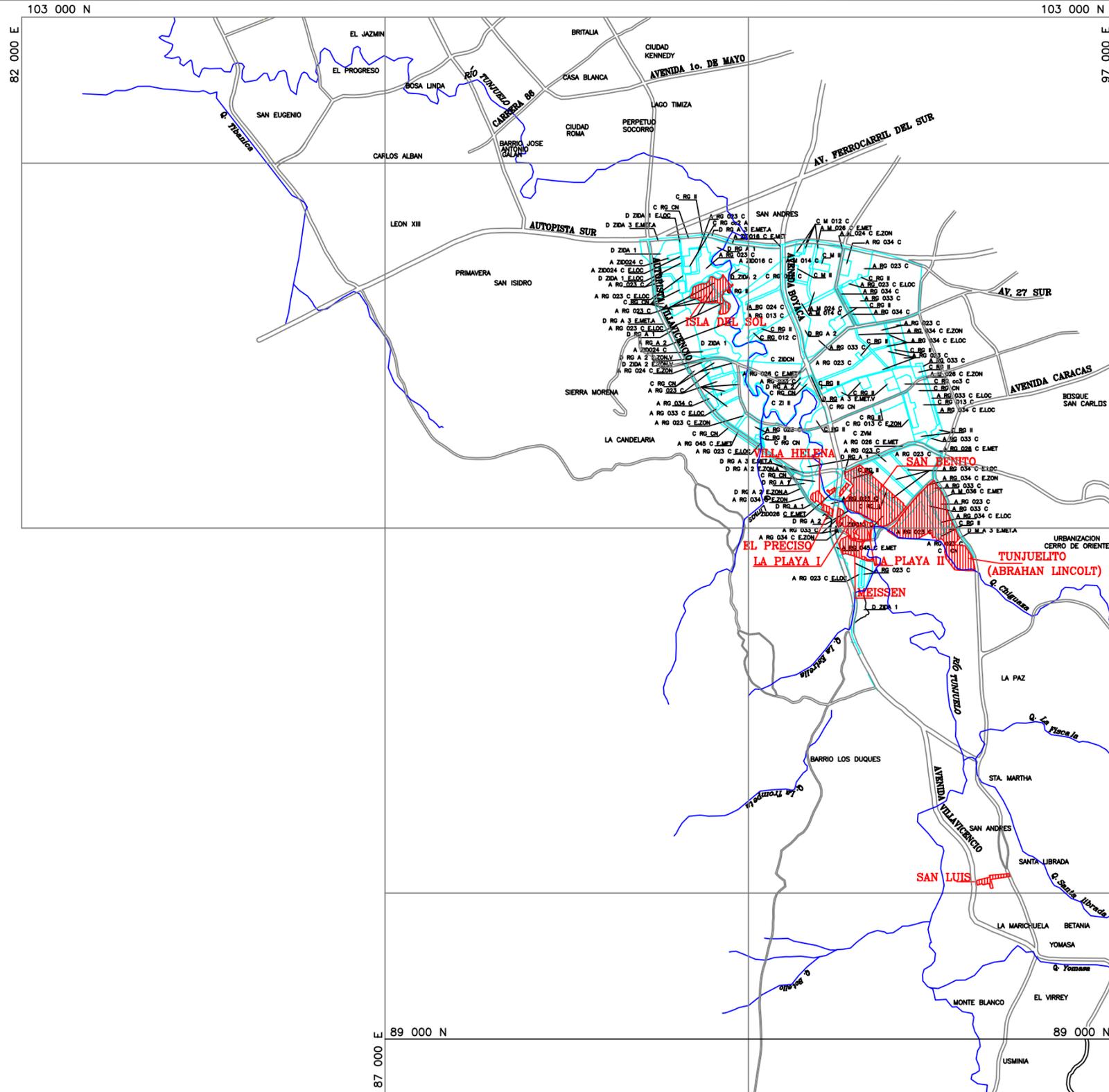
1:	_____
2:	_____
3:	_____

DISEÑÓ:  
G. Cortés  
DIBUJÓ:  
J.C.Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés  
APROBÓ:  
G. Cortés

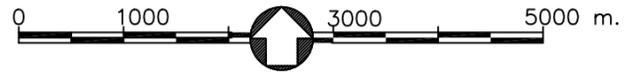
ESCALA:  
1:10000  
FECHA:  
MAYO-1999

PLANO No.  
5  
ARCHIVO:  
PL10000-1



ACUERDO 6/90

TRATAMIENTOS	ÁREAS DE ACTIVIDAD Y ZONAS	EJES DE TRATAMIENTO	TIPOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE DESARROLLO
ACTUALIZACIÓN A	ESPECIALIZADA Y ZONAS: RESIDENCIAL ESPECIAL RE RESIDENCIAL GENERAL RG ZONA INSTITUCIONAL ZI	LOCAL ZONAL DE ACTIVIDAD ZONAL VAL	(E.LOC) (E.ZON) (E.ZON.A) A-1 A-2 A-3 A-4
CONSERVACIÓN C	ZONA INDUSTRIAL ZI ZONA VERDE METROPOLITANA ZVM	METROPOLITANO METROPOLITANO DE ACTIVIDAD METROPOLITANO VAL	(E.MET) (E.MET.A) (E.MET.V) R-1 R-2
DESARROLLO D	ZONA SERVICIOS METROPOLITANOS ZSM ZONA DE RONDA DE RÍO ZRR MÚLTIPLE M	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN: CONSERVACIÓN ESTRICTA CONSERVACIÓN DE TRANSICIÓN CONTINUIDAD DE NORMA	C-1 C-2 C N I-1 I-2 I-3



CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGOS  
POR INUNDACION EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
ACUERDO 6 DE 1990  
PLAN DE ORDENAMIENTO FISICO DEL  
BORDE OCCIDENTAL DE LA CIUDAD

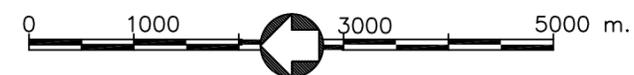
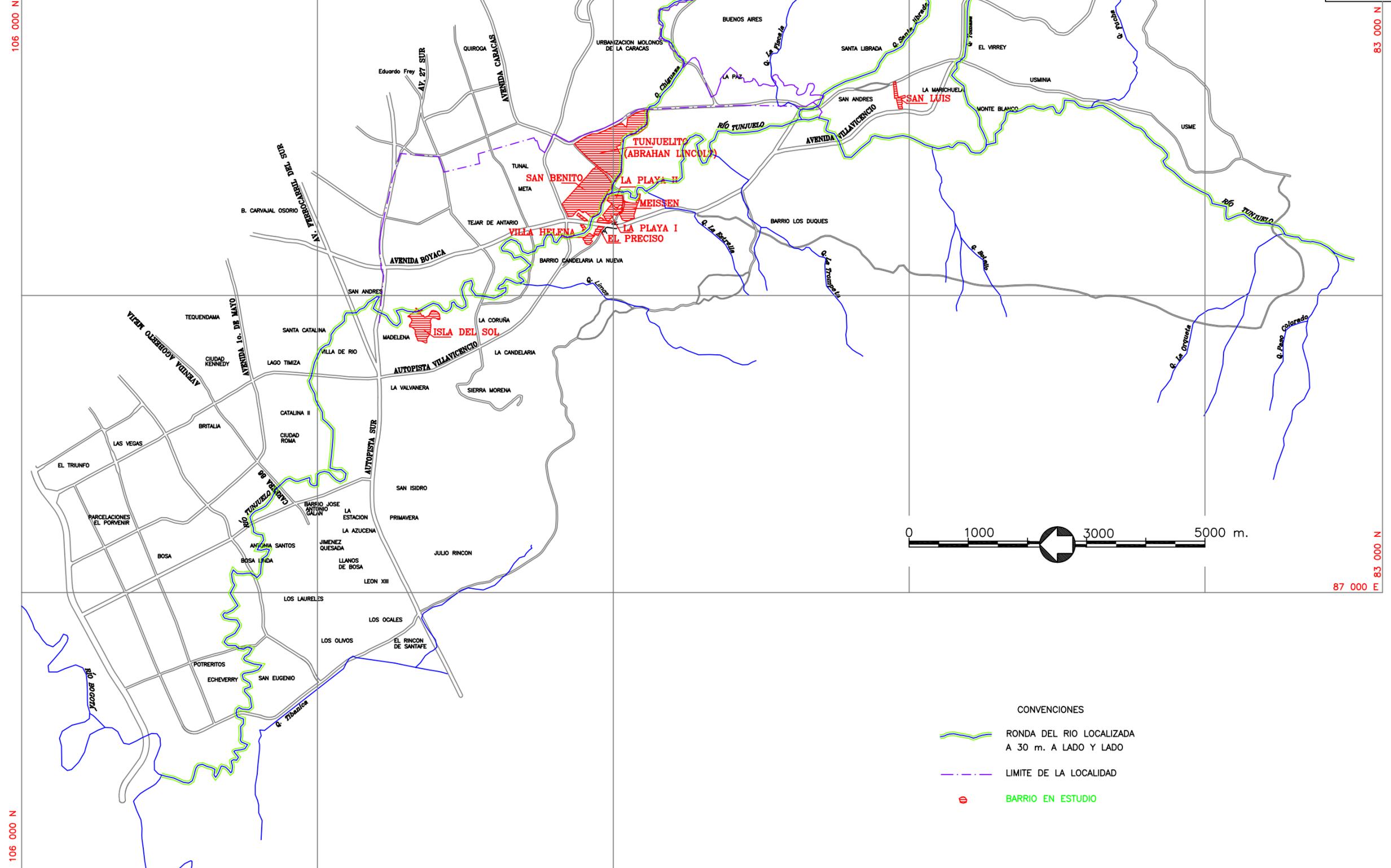
REVISIONES:  
1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISENÓ:  
M. Cóceres  
DIBUJÓ:  
N. Reyes

REVISÓ:  
G. Cortés  
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
Gráfica  
FECHA:  
FEBRERO-1999

PLANO No.  
10  
ARCHIVO:  
ACUERD-6.DWG



- CONVENCIONES
- RONDA DEL RIO LOCALIZADA A 30 m. A LADO Y LADO
  - LIMITE DE LA LOCALIDAD
  - BARRIO EN ESTUDIO

ALCALDÍA MAYOR  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
ACUERDO 2 DE 1997  
PLAN DE ORDENAMIENTO FÍSICO  
DEL BORDE SURORIENTAL DE LA  
CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ

REVISIONES:

1:	_____
2:	_____
3:	_____

DISEÑO:  
M. Cáceres

DIBUJÓ:  
N. Reyes

REVISÓ:  
G. Cortés

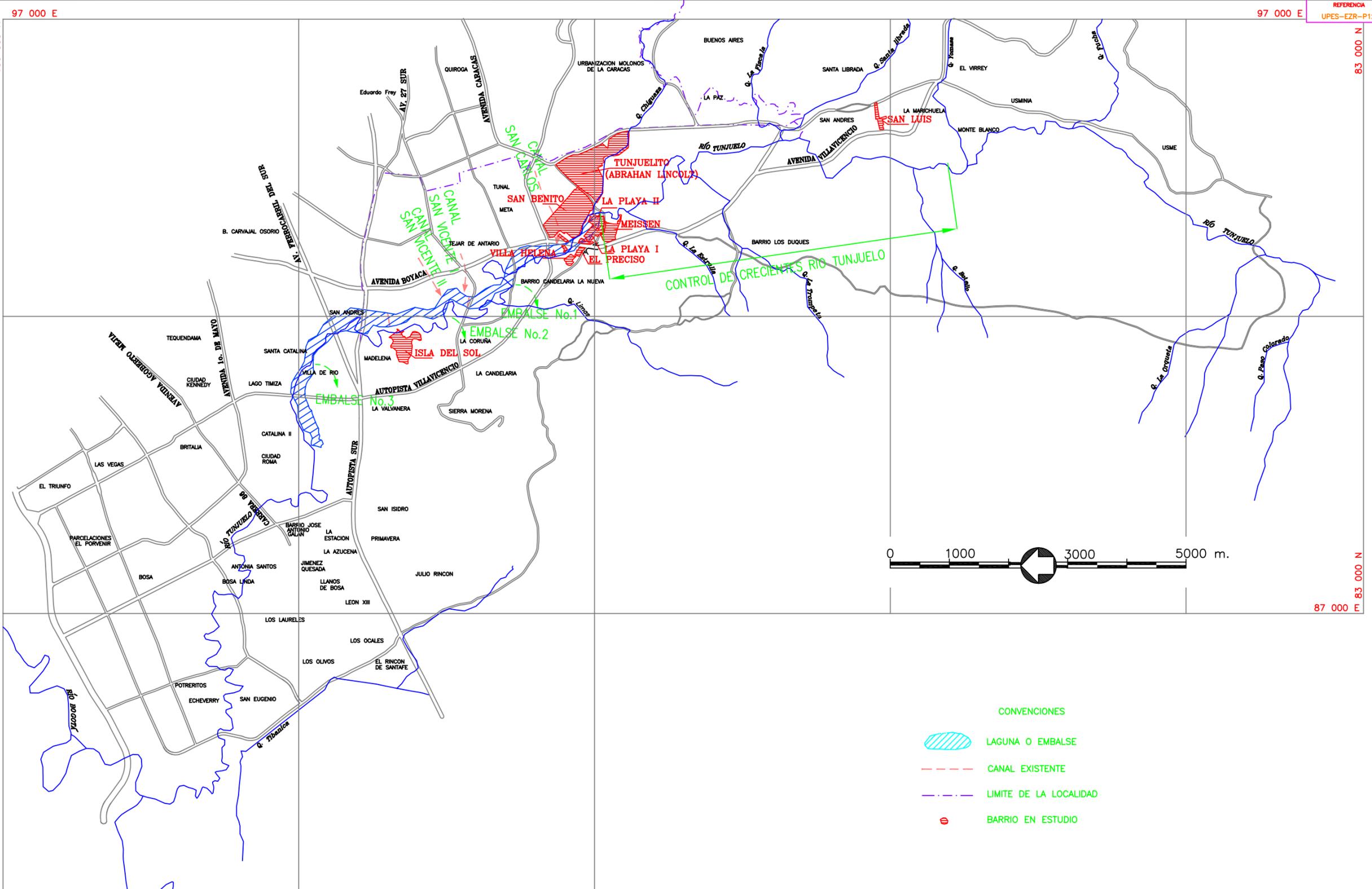
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
Gráfica

FECHA:  
FEBRERO-1999

PLANO No.  
11

ARCHIVO:  
RONDA.dwg



- CONVENCIONES**
-  LAGUNA O EMBALSE
  -  CANAL EXISTENTE
  -  LIMITE DE LA LOCALIDAD
  -  BARRIO EN ESTUDIO



**UPES-FOPAE**

CONSULTOR:

**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.

1314-001-98

PROYECTO:

ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:

SISTEMAS DE ALCANTARILLADO  
EXISTENTE  
AGUAS LLUVIAS

REVISIONES:

- 1: \_\_\_\_\_
- 2: \_\_\_\_\_
- 3: \_\_\_\_\_

DISEÑO:

M. Céceres

DIBUJO:

N. Reyes

REVISÓ:

G. Cortés

APROBÓ:

G. Cortés

ESCALA:

Gráfica

FECHA:

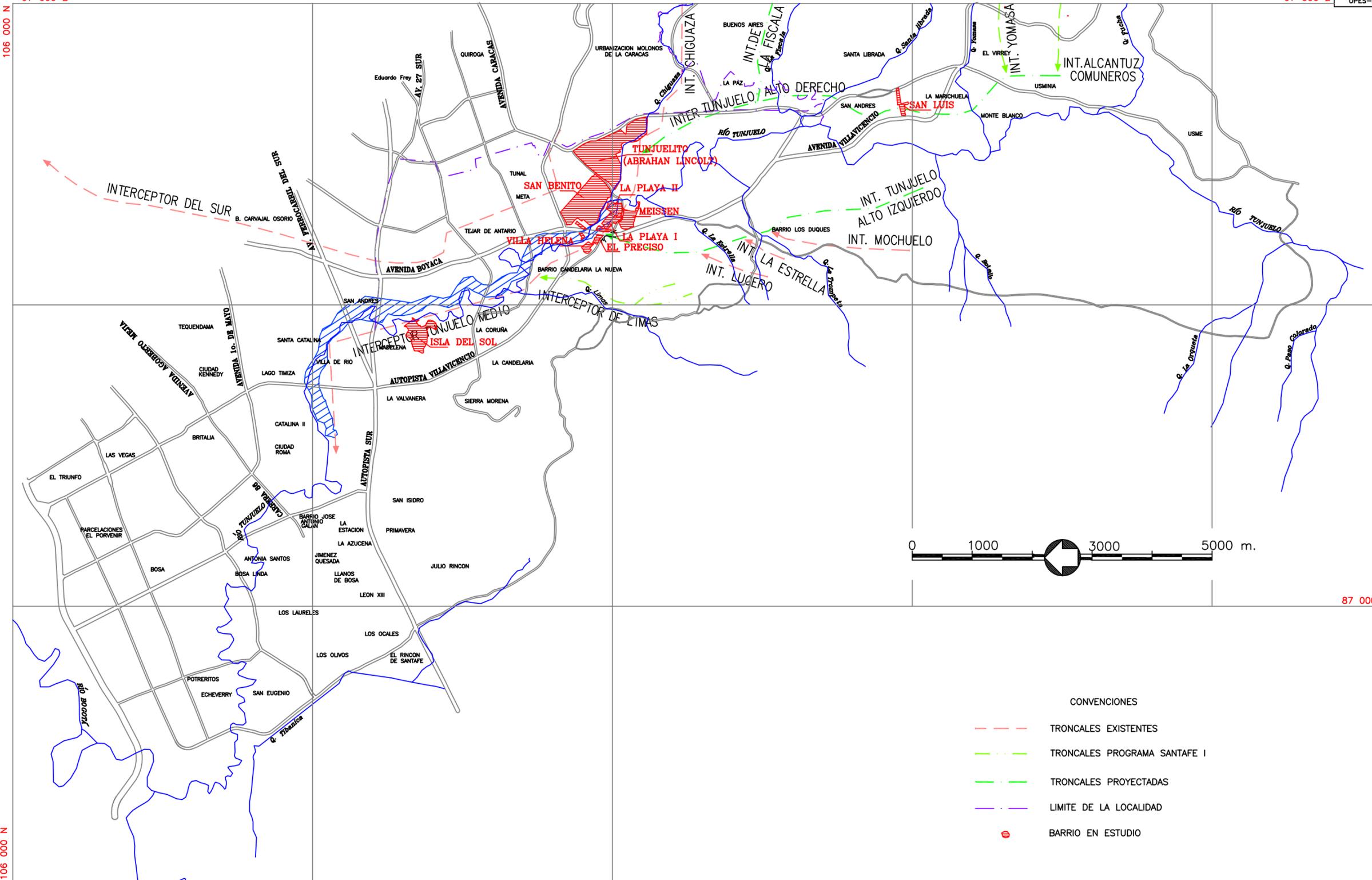
FEBRERO-1999

PLANO No.

12

ARCHIVO:

A-LLUVIAS.dwg



CONVENCIONES

- TRONCALES EXISTENTES
- TRONCALES PROGRAMA SANTA FE I
- TRONCALES PROYECTADAS
- LIMITE DE LA LOCALIDAD
- ⊕ BARRIO EN ESTUDIO



UPES-FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO  
EXISTENTE  
AGUAS NEGRAS

REVISIONES:  
1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

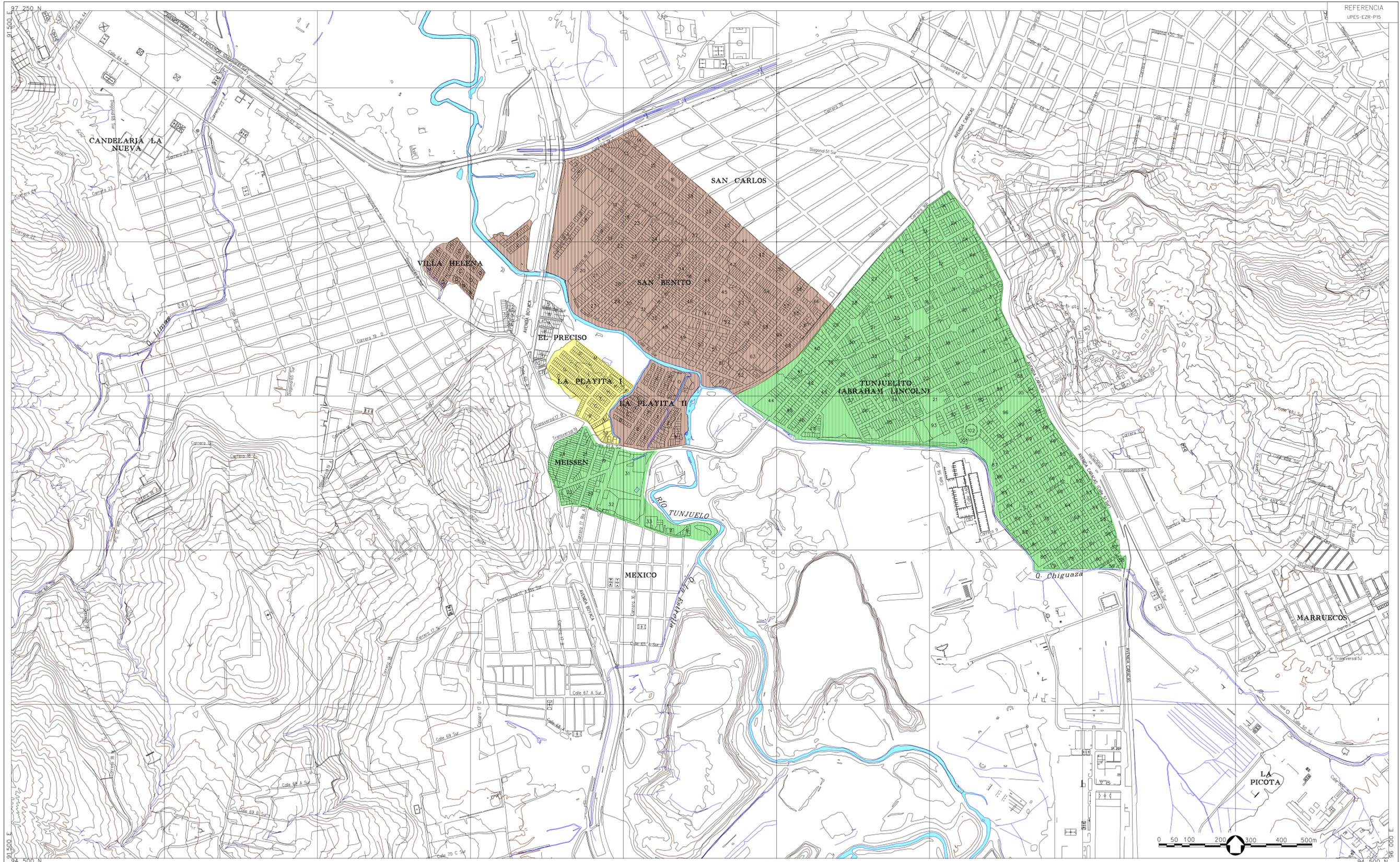
DISEÑO:  
M. Cáceres  
DIBUJÓ:  
N. Reyes

REVISÓ:  
G. Cortés  
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
Gráfica  
FECHA:  
FEBRERO-1999

PLANO No.  
13  
ARCHIVO:  
A-NEGRAS.dwg





CONVENCIONES

- Curva de nivel índice
- Curva de nivel intermedia
- Río principal
- Quebrada
- Manzanas

- 
- 
- 
- 
- 

LEYENDA

VULNERABILIDAD

- Alta
- Media
- Baja



UPES - FOPAE

CONSULTOR:

**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.

1314-001-98

PROYECTO:

ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:

VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN

REVISIONES:

- 1: \_\_\_\_\_
- 2: \_\_\_\_\_
- 3: \_\_\_\_\_

DISEÑÓ:

G. Cortés

DIBUJÓ:

J.C. Tarazona

REVISÓ:

G. Cortés

APROBÓ:

G. Cortés

ESCALA:

1:5000

FECHA:

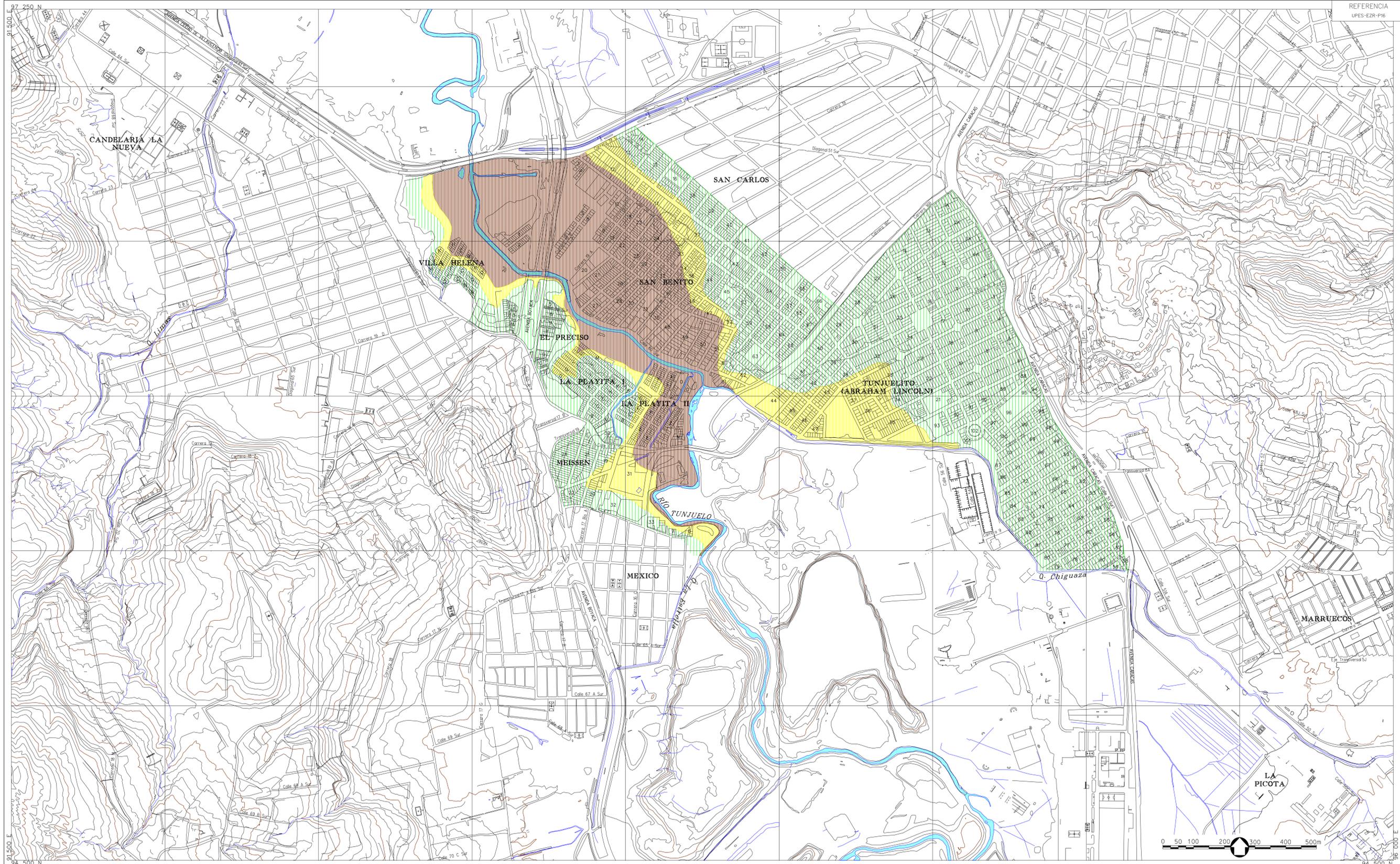
MAYO-1999

PLANO No.

15

ARCHIVO:

VULNERA2



**CONVENCIONES**

- Curva de nivel índice
- Curva de nivel intermedia
- Río principal
- Quebrada
- Manzanas

**LEYENDA RIESGOS**

- Alto
- Medio
- Bajo



**UPES - FOPAE**  
ALCALDÍA MAJOR  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-001-98

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
RIESGOS POR INUNDACIÓN

REVISIONES:

1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISEÑÓ:  
G. Cortés

DIBUJÓ:  
J.C. Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés

APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
1:5000

FECHA:  
MAYO-1999

PLANO No.  
16

ARCHIVO:  
RIESGOS2

## TABLA DE CONTENIDO

<b>0. RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>12</b>
0.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	12
0.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	12
0.2.1 Localización de zonas de inundación probable .....	12
0.2.2 Protecciones actuales contra inundaciones .....	13
0.2.3 Caudales máximos del río Tunjuelo y sus tributarios mayores.....	13
0.2.4 Aspectos socioeconómicos.....	14
0.3 RIESGOS POR INUNDACIÓN .....	14
0.3.1 Metodología.....	14
0.3.2 Análisis de la amenaza .....	15
0.3.3 Análisis de la vulnerabilidad.....	17
0.3.4 Determinación del riesgo de inundación.....	17
0.4 MEDIDAS PARA MITIGAR EL RIESGO DE INUNDACIÓN .....	18
0.5 RECOMENDACIONES .....	19
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>2. AMENAZA DE INUNDACIÓN EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNJUELO .....</b>	<b>21</b>
2.1 RELIEVE E HIDROGRAFÍA.....	21
2.2 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS .....	21
2.2.1 Aspectos Climatológicos.....	21
2.2.2 Régimen de Caudales .....	22
2.2.2.1 Caudales Medios .....	22
2.2.2.2 Caudales Máximos .....	23
2.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS.....	23
2.3.1 Geología.....	24
2.3.1.1 Estratigrafía .....	24
2.3.1.2 Geología Estructural.....	25
2.3.2 Geomorfología.....	25
2.3.3 Morfodinámica del río Tunjuelo.....	27
2.3.4 Otros cauces en la cuenca.....	28
2.4 OBRAS EXISTENTES DE CONTROL DE INUNDACIONES .....	28
2.4.1 Jarillones .....	29
2.4.1.1 Jarillones del Sector A.....	29
2.4.1.2 Jarillones del Sector B.....	31
2.4.1.3 Jarillones del Sector C.....	36
2.4.2 Embalses de Regulación de Crecientes.....	37
2.5 ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACIÓN EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNJUELO Y DE SUS AFLUENTES MAYORES .....	38
2.5.1 Amenaza de inundación por desbordamiento .....	39
2.5.1.1 Análisis del Desbordamiento del Río Tunjuelo.....	39
2.5.1.2 Zonificación de la amenaza inundación .....	48
2.5.2 Inundación por encharcamiento.....	55
<b>3. RIESGOS DE INUNDACIÓN EN BARRIOS DE INTERÉS .....</b>	<b>57</b>

3.1	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....	57
3.1.1	<i>Aspectos Socioeconómicos</i> .....	57
3.1.1.1	Políticas institucionales en relación al tema de riesgos .....	57
3.1.1.2	Contexto social y urbano de las localidades de Tunjuelito, Usme y Ciudad Bolívar .....	61
3.1.1.3	Caracterización de los barrios .....	65
3.1.2	<i>Uso de la Tierra</i> .....	85
3.1.2.1	Origen del estudio .....	85
3.1.2.2	Metodología .....	85
3.1.2.3	Normatividad existente.....	86
3.1.2.4	Marco Geográfico de Referencia.....	89
3.1.2.5	Planes maestros: viales, de acueducto y alcantarillado .....	89
3.1.2.6	Otros aspectos .....	91
3.1.3	<i>Determinación de la Vulnerabilidad</i> .....	94
3.1.3.1	Metodología .....	95
3.1.3.2	Variables e Indicadores .....	96
3.2	ANÁLISIS DE RIESGOS .....	101
3.3	MITIGACIÓN DE RIESGOS .....	102
3.3.1	<i>MEDIDAS ESTRUCTURALES</i> .....	102
3.3.2	<i>Medidas no estructurales de mitigación de riesgos</i> .....	104
3.3.2.1	Programas propuestos .....	104
3.3.2.2	Descripción de los Programas .....	104
4.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO</b> .....	<b>109</b>
5.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>111</b>

## LISTA DE ANEXOS - VOLUMEN 1

Anexo No.

- 1 Morfogénesis de las subcuencas afluentes
- 2 Registro fotográfico
- 3 Secciones transversales del Río Tunjuelo, K0+000 a K20+241
- 4 Simulaciones hidráulicas del Río Tunjuelo. Tramo K20+241 a K30+500
- 5 Análisis hidráulico del desbordamiento del río Tunjuelo en el Sector Cantarran - Q. La Estrella
- 6 Análisis hidráulico del desbordamiento del río Tunjuelo en el sector Embalse No. 3 - Confluencia con el río Tunjuelo
- 7 Análisis hidráulico del desbordamiento de las quebradas afluentes

## LISTA DE TABLAS - VOLUMEN 2

Tabla No.

- 2.1 Precipitación media mensual multianual estaciones en la cuenca del río Tunjuelo
- 2.2 Precipitaciones máximas en 24 horas estaciones en la cuenca del río Tunjuelo
- 2.3 Caudales medios mensuales multianuales estaciones en la cuenca del río Tunjuelo
- 2.4 Caudales máximos esperados estaciones seleccionadas de la cuenca del río Tunjuelo
- 2.5 Características morfométricas de las quebradas aguas abajo de Cantarrana
- 2.6 Crecientes para diferentes Tr. cuenca del río Tunjuelo hasta Cantarrana
- 2.7 Creciente para diferentes Tr. cuenca de la quebrada Botello
- 2.8 Creciente para diferentes Tr. cuenca en la quebrada Trompeta
- 2.9 Creciente para diferentes Tr. cuenca de la quebrada La Estrella
- 2.10 Creciente para diferentes Tr. cuenca de la quebrada Santa Librada
- 2.11 Creciente para diferentes Tr. cuenca de la quebrada Chiguaza
- 2.12 Creciente para diferentes Tr. cuenca de la quebrada La Fiscala
- 2.13 Creciente para diferentes Tr. cuenca de la quebrada Limas
- 2.14 Jarillón de la margen derecha del Río Tunjuelo en los últimos 3,2 km del río. Suelo de conformación del jarillón. Resumen de ensayos de laboratorio.
- 2.15 Jarillón de la margen izquierda del Río Tunjuelo en los últimos 3,2 km del río. Suelo de conformación del jarillón. Resumen de ensayos de laboratorio
- 2.16 Valores del factor de seguridad. Análisis de estabilidad.
- 2.17 Calibración del coeficiente de Manning de la estación Cantarrana
- 2.18 Perfiles de flujo en el río Tunjuelo
- 2.19 a 2.24 Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas para Tr = 10 años para el tramo Quebrada Yomasa-Embalse No.1
- 2.25 a 2.30 Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas para Tr = 25 años para el tramo Quebrada Yomasa-Embalse No.1
- 2.31 a 2.36 Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas para Tr = 50 años para el tramo barrio Yomasa-Embalse No.1
- 2.37 a 2.42 Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas para Tr = 100 años para el tramo barrio Yomasa-Embalse No.1
- 2.43 a 2.45 Tránsito de crecientes en los embalses Nos. 1, 2 y 3 para Tr = 10 años
- 2.46 a 2.48 Tránsito de crecientes en los embalses Nos. 1, 2 y 3 para Tr = 25 años
- 2.49 a 2.51 Tránsito de crecientes en los embalses Nos. 1, 2 y 3 para Tr = 50 años
- 2.52 a 2.54 Tránsito de crecientes en los embalses Nos. 1, 2 y 3 para Tr = 100 años

Tabla No.

- 2.55 Análisis de vertimiento de caudales en la creciente de los 10 años. K20+540
- 2.56 Análisis de vertimiento de caudales en la creciente de los 25 años. K20+540
- 2.57 Análisis de vertimiento de caudales en la creciente de los 50 años. K20+540
- 2.58 Análisis de vertimiento de caudales en la creciente de los 100 años. K20+540
- 2.59 Presupuesto general de las obras hidráulicas para manejo de crecientes del río Tunjuelo en las excavaciones de la minería

## LISTA DE FIGURAS - VOLUMEN 2

### Figura No.

- 1.1 Cuenca del Río Tunjuelo
- 2.1 Régimen de lluvias. Promedio mensual multianual, adimensional.
- 2.2 Régimen de caudales. Promedio mensual multianual, adimensional.
- 2.3 Esquema de sección compuesta de los jarillones
- 2.4 Sección considerada para análisis de estabilidad
- 2.5 Planta general del río Tunjuelo
- 2.6 Esquema básico del sistema hidráulico del río Tunjuelo y sus afluentes
- 2.7 Hidrogramas de crecientes del río Tunjuelo y sus afluentes para  $Tr = 10$  años
- 2.8 Hidrogramas de crecientes del río Tunjuelo y sus afluentes para  $Tr = 25$  años
- 2.9 Hidrogramas de crecientes del río Tunjuelo y sus afluentes para  $Tr = 50$  años
- 2.10 Hidrogramas de crecientes del río Tunjuelo y sus afluentes para  $Tr = 100$  años
- 2.11 Planta general del Río Bogotá
- 2.12 Curva de descarga del río Tunjuelo en su desembocadura
- 2.13 Perfil del río Tunjuelo
- 2.14 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 10$  años. Estructura de control No. 1
- 2.15 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 10$  años. Estructura de control No. 2
- 2.16 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 10$  años. Estructura de control No. 3
- 2.17 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 25$  años. Estructura de control No. 1
- 2.18 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 25$  años. Estructura de control No. 2
- 2.19 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 25$  años. Estructura de control No. 3
- 2.20 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 50$  años. Estructura de control No. 1
- 2.21 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 50$  años. Estructura de control No. 2
- 2.22 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 50$  años. Estructura de control No. 3
- 2.23 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 100$  años. Estructura de control No. 1
- 2.24 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 100$  años. Estructura de control No. 2

Figura No.

- 2.25 Tránsito de crecientes en los embalses para  $Tr = 100$  años. Estructura de control No. 3
- 2.26 Curva Cota - Volumen del Almacenamiento
- 2.27 Curva Cota - Volumen del Almacenamiento en el sector de los barrios de interés
- 2.28 Curva Cota - Volumen para el almacenamiento vecino a la confluencia de los ríos Bogotá y Tunjuelo
- 2.29 Curvas PADF para la sabana de Bogotá. Duración de la tormenta: 3 horas
- 2.30 Esquema típico del dragado y realce de diques del río Tunjuelo
- 2.31 Esquema típico de obras hidráulicas, para el manejo de crecientes en excavaciones para minería

## LISTA DE PLANOS - VOLUMEN 2

Plano No.

- 1 Localización general de barrios y de embalses Nos. 1, 2 y 3
- 2 Ubicación de estaciones climatológicas e hidrométricas, isoyetas medias multianuales.
- 3 Geología
- 4 Geomorfología
- 5 Inventario de sitios críticos en el cauce del Río Tunjuelo aguas abajo de la Autopista Sur
- 6 Amenaza de inundación por desbordamiento del río Tunjuelo entre Cantarrana y la Autopista Sur.
- 7 Amenaza de inundación por desbordamiento del río Tunjuelo aguas abajo de la Autopista Sur
- 8 Amenaza de inundación por desbordamiento de tributarios mayores del Río Tunjuelo
- 9 Uso del suelo
- 10 Acuerdo 6/90. Plan de ordenamiento físico del borde occidental de la ciudad
- 11 Acuerdo 2/97. Plan de ordenamiento físico del borde suroriental de la ciudad
- 12 Sistema de Alcantarillado existente Aguas Lluvias.
- 13 Sistema de Alcantarillado existente Aguas Negras.
- 14 Sistema de Acueducto existente.
- 15 Mapa de vulnerabilidad
- 16 Mapa de riesgos

## LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Copias de este documento han sido entregadas a las siguientes dependencias de la UPES e Ingetec S.A. Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas al Coordinador del Proyecto para proceder a realizar sus modificaciones:

<u>DEPENDENCIA</u>	<u>No. DE COPIAS</u>
UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - UPES	1
INTERVENTOR DEL CONTRATO	1
Coordinador del Proyecto	1



## ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Contrato.:		UPES - 1314 - 001 - 98			
Título Documento:		Informe Final			
Documento No.:		UPES-EZR-007			
<b>A</b>			<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>P</b>		Nombre	H. A. López	H. A. López	H. A. López
<b>R</b>	Vo. Bo. Coordinador Aseguramiento de Calidad	Firma			
<b>O</b>		Fecha	1998-12-22	1999-02-22	1999-02-22
<b>B</b>					
<b>A</b>	Vo. Bo. Coordinador del Proyecto	Nombre	E. Giraldo	E. Giraldo	E. Giraldo
<b>C</b>		Firma			
<b>I</b>		Fecha	1998-12-22	1999-02-22	1999-02-22
<b>Ó</b>	Vo. Bo. Director del Proyecto	Nombre	G. Cortés	G. Cortés	G. Cortés
<b>N</b>		Firma			
		Fecha	1998-12-22	1999-02-22	1999-02-22

## **0. RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO**

### **0.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO**

El estudio presentado en este documento, tiene por objeto establecer la amenaza de inundación en la zona plana de la cuenca del río Tunjuelo y en las cuencas de sus tributarios mayores, desde el sitio de Cantarrana hasta su confluencia con el río Bogotá; analizar el riesgo de inundación existente en barrios de las localidades de Tunjuelito (barrios Abraham Lincoln, Colmotores, San Benito, Isla del Sol, San Carlos y San Carlos Norte ), Usme (barrios Betania, La Cabaña, La Esperanza y San Juan) y Ciudad Bolívar (barrios La Playita I, La Playita II, El Preciso, Meissen y Villa Helena); identificar las medidas para mitigar estos riesgos, y conceptuar sobre la posibilidad de legalización de los barrios afectados por las inundaciones por desbordamiento del río Tunjuelo.

El estudio se realizó teniendo en cuenta la importancia para la Administración Distrital de contar con la información y elementos técnicos para adoptar medidas sobre la planificación territorial y la legalización de los barrios en el sur-oriente de Santa Fe de Bogotá.

### **0.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO**

#### **0.2.1 Localización de zonas de inundación probable**

La cuenca del río Tunjuelo, afluente del río Bogotá, tiene su origen en la laguna de Chisacá y está localizada en el sur-oriente de la Sabana de Bogotá.

En su cuenca pueden considerarse tres sectores: uno alto, hasta el sitio de la represa de La Regadera, la cual regula el caudal del río para aprovecharlo en el acueducto de la ciudad; uno medio, entre los sitios de La Regadera y Cantarrana, este último previsto para construir un embalse de control de crecientes; y uno bajo, a partir de Cantarrana hasta la confluencia con el río Bogotá.

En el área de estudio correspondiente a la cuenca baja, existen depósitos inconsolidados del Cuaternario que conforman zonas geomorfológicamente planas, propensas a inundaciones periódicas, debido a la incapacidad del cauce, aún con jarillones, de contener en él las crecientes que se generan en la cuenca, que son de magnitud considerable, como lo demuestra el caudal máximo de 224 m<sup>3</sup>/s, estimado para la creciente centenaria en Cantarrana. Aguas abajo de este sitio, el río recibe el aporte de numerosas quebradas, entre las cuales se destacan las quebradas La Fiscala, Santa Librada, Trompetas, La Estrella,

Chiguaza y Limas, cuyos caudales de creciente contribuyen a hacer aún más crítica la propensión del cauce del río a ser desbordado y causar inundaciones.

### 0.2.2 Protecciones actuales contra inundaciones

Para proteger las zonas aledañas al río en su cuenca baja se han construido obras de control de crecientes consistentes en jarillones marginales y tres pequeños embalses de regulación de crecientes, estos últimos de la EAAB. Actualmente, la altura de los jarillones entre Cantarrana y la entrada al Embalse No. 1 en vecindades del barrio Villa Helena, no es suficiente para evitar desbordamientos en ambas márgenes del río con períodos de retorno de 10 años. Debidamente mantenidas sus estructuras de control, los tres embalses de regulación son efectivos para reducir los caudales máximos del río Tunjuelo; sin embargo, en el tramo localizado aguas abajo del Embalse No. 3, la conformación de la corona de los jarillones es precaria en algunos sitios y se prevé que existan desbordamientos en ambas márgenes, especialmente entre los barrios El Rubí y José Antonio Galán y la confluencia con el río Bogotá.

De inspecciones realizadas a los jarillones existentes en la zona comprendida entre los barrios Meissen y Villa Helena, se concluyó que, en general, su estabilidad es satisfactoria; el dique adyacente al barrio la Isla del Sol, aunque actualmente puede considerarse estable, debido a las condiciones de su construcción y la presencia de filtraciones, no puede considerarse seguro en el mediano y largo plazo, dando lugar eventualmente a su falla y el paso del agua hacia el interior del barrio.

### 0.2.3 Caudales máximos del río Tunjuelo y sus tributarios mayores

Los caudales máximos para los análisis de inundabilidad del río Tunjuelo y sus tributarios mayores correspondientes a diversos períodos de retorno (Tr) se tomaron del Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes en la Cuenca del río Tunjuelo, preparado recientemente por CEI Ltda para la EAAB en 1997. Estos caudales son como sigue:

Cauce	Caudales máximos (m <sup>3</sup> /s)	
	Tr = 10 años	Tr = 100 años
Río Tunjuelo en Cantarrana	128,4	223,8
Q. Botello	18,7	27,0
Q. Trompetas	10,6	15,2
Q. La Estrella	6,9	10,0
Q. Santa Librada	11,6	16,7
Q. Chiguaza	32,9	47,9
Q. La Fiscala	7,4	10,6
Q. Limas	29,2	48,5

#### 0.2.4 Aspectos socioeconómicos

En desarrollo del presente estudio, se realizó una caracterización socioeconómica de los barrios afectados por las inundaciones, la cual permitió establecer los grados de vulnerabilidad de cada uno. En general, son barrios pertenecientes a estratos bajos (típicamente 1, 2 y 3), con grados variados de consolidación, siendo los más antiguos, como el Abraham Lincoln, los más consolidados, y con una baja consolidación los más recientes, como Villa Helena.

### 0.3 RIESGOS POR INUNDACIÓN

#### 0.3.1 Metodología

La evaluación de los riesgos por inundación parte de la consideración de los grados de amenaza de inundación y vulnerabilidad de los desarrollos urbanos ante este fenómeno, en la siguiente forma:

- Zonas de riesgo alto son aquellas en donde la amenaza de inundaciones es alta y la vulnerabilidad es alta o media.
- Zonas de riesgo medio son aquellas en donde, siendo media la amenaza, la vulnerabilidad es alta, media o baja, o donde siendo alta la amenaza, la vulnerabilidad es baja.
- Zonas de riesgo bajo son aquellas en donde la amenaza es baja, independientemente de si la vulnerabilidad es alta, media o baja.

La severidad se evalúa en función de la profundidad y duración de la inundación, así:

- La severidad es alta si la profundidad excede 0,50 m o si la duración excede tres días.
- La severidad es baja si la profundidad es menor de 0,50 m y la duración es inferior a tres días.

La amenaza se evalúa en función de la frecuencia y severidad de la inundación, de la siguiente manera:

- Para una severidad alta, la amenaza es alta, media o baja si la frecuencia es alta (período de recurrencia,  $Tr \leq 10$  años), media ( $10 < Tr \leq 100$  años) o baja ( $Tr > 100$  años).
- Para una severidad baja, la amenaza es baja independientemente de la frecuencia de la inundación.

### 0.3.2 Análisis de la amenaza

Los análisis de la amenaza de inundación en la cuenca baja del río Tunjuelo y en la de sus afluentes mayores se llevaron a cabo en los siguientes sectores:

a) Sector Cantarrana - Q. Chiguaza.

En este sector los efectos del desbordamiento del río corresponden a flujos de caudales desbordados (tramo Cantarrana - Q. La Estrella) y por almacenamiento de caudales de volúmenes desbordados (zona de confluencia del río Tunjuelo y la Q. Chiguaza). Estos caudales y volúmenes son los siguientes para diversos períodos de retorno:

- Caudales de desbordamiento

Tramo	Margen izquierda		Margen derecha	
	Tr = 10 años	Tr = 100 años	Tr = 10 años	Tr 100 = años
K0+000 a K2+830	14,20	61,91	14,20	61,91
K2+830 a K5+500	14,20	61,91	26,48	88,61
K5+500 a K8+720	14,20	61,91	130,77	206,18

- Volúmenes en la zona de almacenamiento

Período de retorno Tr en años	Volumen desbordado en hm <sup>3</sup>
10	3,81
100	7,42

Considerando que el tránsito de caudales desbordados en las zonas afectadas por el río tendrían una duración inferior a tres días y que la duración del almacenamiento de los volúmenes desbordados en los terrenos vecinos a la confluencia del río Tunjuelo con la Q. Chiguaza sería superior a tres días puesto que su evacuación debería ser producida mediante bombeo, se determinó la zonificación de la amenaza, de acuerdo con la metodología descrita, que se presenta en el Plano 6 (2 de 4 a 4 de 4).

En esta zonificación se ha tenido en cuenta la posibilidad existente de almacenar volúmenes desbordados del río Tunjuelo en una de las excavaciones dejadas por la explotación de gravas en la llanura aluvial del río Tunjuelo (Pozo Azul - Escuela de Artillería), que tiene una capacidad de 3,96 hm<sup>3</sup> la cual es suficiente para almacenar el volumen acumulado con período de retorno de 10 años. En el evento con Tr = 100 años, el volumen desbordado se almacenaría parcialmente en la excavación mencionada y el excedente ocuparía un zona circundante a la excavación, hasta la cota 2 565,25 msnm aproximadamente.

## b) Tramo Q. Chiguaza - Embalse No. 1

En este tramo, en el cual están ubicados los barrios estudiados, la inundación se produciría al almacenarse el volumen desbordado que corresponde a 0,79 hm<sup>3</sup> y 1,17 hm<sup>3</sup> para periodos de recurrencia de 10 y 100 años respectivamente. Teniendo en cuenta que la evacuación de estos volúmenes almacenados sería por bombeo, la duración de la inundación se estima en más de tres días. De acuerdo con la metodología descrita, existiría amenaza alta de inundación en cotas inferiores a 2 558,00 msnm, amenaza media en cotas situadas entre 2 558,00 y 2 558,60 msnm y amenaza baja en cotas superiores a 2 558,60 msnm. Esta zonificación se muestra en el Plano 6 (2 de 4).

## c) Tramo Embalse No. 1 a Embalse No. 3

En este tramo prácticamente todas las crecientes estarían confinadas dentro del área que limita estos embalse, por lo cual la amenaza sería baja. Solamente en una pequeña área vecina al Embalse No. 2, existirían amenazas alta y media, de acuerdo con los criterios expuestos anteriormente, tal como se muestra en el Plano 6 (1 de 4).

## d) Tramo Embalse No. 3 a Confluencia con el río Bogotá

Los resultados de los análisis hidráulicos realizados en este tramo indican que el desbordamiento del río ocurriría frente a los barrios El Rubí y José Antonio Galán. El caudal desbordado fluiría en ambas márgenes del río hasta un sitio vecino a Bosatama, aguas abajo del cual, los volúmenes desbordados se almacenarían en zonas bajas adyacentes a la confluencia de los ríos Tunjuelo y Bogotá. Los caudales y volúmenes desbordados son los siguientes:

Período de Retorno (Tr)	Volúmenes Desbordados (hm <sup>3</sup> )		Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)	
	Margen derecha	Margen izquierda	Margen derecha	Margen izquierda
10	2,05	0,14	27,8	4,9
25	2,53	0,17	30,3	5,4
50	2,53	0,20	32,1	5,7
100	2,59	0,22	33,6	5,9

La aplicación de la metodología para establecer la zonificación de la amenaza resultó en amenazas alta, medio y baja tanto en el tramo de flujo de los caudales desbordados como en las áreas de almacenamiento de los volúmenes desbordados. Esta zonificación se presenta en el Plano 7.

e) Tramo de los afluentes mayores

Del estudio de inundabilidad de los tributarios mayores del Río Tunjuelo se concluyó que las quebradas La Fiscala, Trompetas, La Estrella y Santa Librada no presentan amenaza de inundación, aún para crecientes con períodos de retorno de 100 años; solamente las quebradas Chiguaza y Limas tendrían amenaza de inundación.

La consideración de la metodología para la amenaza de inundación resultó en la zonificación de la amenaza que se muestra en el Plano 8 para las quebradas Chiguaza y Limas. Al aplicar la metodología se tuvo en cuenta que el flujo o almacenamiento en las áreas afectadas por la inundación es de corta duración, inferior a tres días.

### 0.3.3 Análisis de la vulnerabilidad

La caracterización socioeconómica y física incluyó los aspectos de tipología de la vivienda, líneas vitales existentes, grado y tipo de organización social y equipamiento comunal, los cuales, conjuntamente con otras consideraciones (sentido de pertenencia, nivel de escolaridad y servicio de salud), fueron la base para calificar la vulnerabilidad de los barrios de la siguiente manera:

<u>Vulnerabilidad</u>	<u>Barrios</u>
Baja	Meissen y Abraham Lincoln
Media	La Playita I
Alta	San Benito La Playita II Villa Helena

La zonificación de la vulnerabilidad se ilustra en el Plano 15.

### 0.3.4 Determinación del riesgo de inundación

Cotejando la calificación de la vulnerabilidad en los barrios, con la amenaza establecida para cada uno de ellos, se determinaron los siguientes niveles de riesgo de inundación:

Riesgo	Barrios
Alto	Los sectores de La Playita I, La Playita II, Villa Helena y San Benito, localizados a cotas inferiores a 2 558,00 msnm (cotas sistema IGAC).
Medio	Barrios Meissen y Abraham Lincoln, y los sectores de los barrios La Playita I y La Playita II, Villa Helena y San Benito, ubicados en cotas entre 2 558,00 y 2 558,60 msnm.
Bajo	Zonas de los barrios ubicadas en cotas superiores a 2 558,60 msnm.

La zonificación del riesgo de inundación se muestra en el Plano 16.

En otros barrios estudiados (La Isla del Sol y El Preciso), no existe actualmente riesgo de inundación, debido a la protección con jarillones en el primero de ellos y la favorable ubicación altimétrica en el segundo. El barrio Isla del Sol, sin embargo, estaría sujeto a amenaza y riesgo de inundación, si la estructura de control del Embalse No. 2 no funcionara adecuadamente debido un eventual taponamiento de las alcantarillas en cajón.

#### 0.4 MEDIDAS PARA MITIGAR EL RIESGO DE INUNDACIÓN

En la cuenca baja del río Tunjuelo en el estudio de CEI Ltda. En 1997, se han previsto obras de control integral de inundaciones consistentes en el embalse de Cantarrana, la reconformación y realce de los jarillones existentes de confinamiento del Embalse No. 3 y en los tramos comprendidos entre Cantarrana y el Embalse No. 1, y entre el Embalse No. 3 y la confluencia en el río Bogotá; y el dragado del cauce del río frente a los barrios San Benito y Meissen y en el tramo Embalse No. 3 a río Bogotá. De ellas, se considera que para mitigar el riesgo de inundación en los barrios estudiados, a corto plazo se deben realizar las relacionadas con el realce de jarillones y el dragado del cauce del río, en el Tramo Cantarrana - Embalse No. 1, cuyo costo sería de \$ 724 millones a precios de 1997. Estas obras requerirían complementariamente la construcción del embalse de Cantarrana que se considera una obra costosa y por realizar a largo plazo.

Como solución alternativa se planteada por Ingetec S.A. para el DAMA, en 1994, consiste en la utilización de una de las excavaciones dejadas por la extracción de gravas en las márgenes del río Tunjuelo para lo cual se requeriría la construcción de estructuras hidráulicas para derivar los excedentes del río en crecientes, almacenarlos en la excavación y posteriormente restituir al río estos excedentes al río mediante bombeo. El costo de esta solución, la cual podría construirse en 17 meses, sería de \$4 196,4 millones a precios de diciembre de 1998.

Otras medidas de mitigación, complementarias a las anteriores, son de orden no estructural, y se basan en la acción comunitaria para afrontar los eventos de inundación. Entre ellas se incluyen programas de mejoramiento de las condiciones de vida y la puesta en vigencia de la normatividad del uso del suelo, el mantenimiento adecuado de las obras existentes de control de crecientes, y la adopción de planes de emergencia para inundaciones.

## **0.5 RECOMENDACIONES**

Con base en los resultados de los estudios, se recomienda la legalización de los barrios Meissen, Abraham Lincoln, El Preciso e Isla del Sol y los sectores ubicados a cotas superiores a 2 558,00 msnm (cotas sistema IGAC) de los barrios La Playita I y II, Villa Helena y San Benito. La legalización de los sectores de estos últimos barrios, en cotas inferiores a la mencionada, debería efectuarse siempre y cuando se construyan las obras de mitigación recomendadas.

## 1. INTRODUCCIÓN

En este informe se presenta el estudio de la amenaza de inundación en la cuenca del río Tunjuelo y el estudio de riesgos de inundación de algunos barrios localizados en la zona plana de la cuenca, pertenecientes a las localidades de Tunjuelito y Ciudad Bolívar, en cumplimiento del Contrato No. 1314-01-98 firmado entre la Unidad de Prevención y Atención de Emergencias (UPES), Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE) de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, e Ingetec S.A.

La cuenca del río Tunjuelo puede dividirse en tres zonas, según se ilustra en la Figura 1.1: la cuenca alta, aguas arriba del embalse de La Regadera; la cuenca media, entre este embalse y la confluencia de la quebrada Yomasa; y la cuenca baja, entre esta confluencia y la entrega del río Tunjuelo al río Bogotá, aguas abajo de la localidad de Bosa.

La cuenca alta del río corresponde a zonas de páramo, y su producción hídrica se aprovecha para el abastecimiento de agua para el sistema de acueducto de Santa Fe de Bogotá; es una zona rural, con escaso desarrollo agropecuario. En la cuenca media, el curso del río es pendiente y discurre entre laderas cuya conformación impide desarrollos urbanos en zonas adyacentes al río.

En la cuenca baja, por el contrario, la disponibilidad de terrenos de baja pendiente adyacentes al río, hace propicios los asentamientos urbanos, los cuales existen, de una forma consolidada en ambos márgenes del río, desde la confluencia de la quebrada La Estrella (Barrio México) hasta proximidades de la desembocadura del río en el río Bogotá.

El área de interés del estudio de la amenaza de inundación es la zona plana de la cuenca del río Tunjuelo y de sus principales quebradas tributarias, ubicada aguas abajo de la confluencia de la quebrada Yomasa.

En la cuenca del río Tunjuelo existen los barrios Meissen, Playa I, Playa II, El Preciso, Villa Helena e Isla del Sol sobre la margen izquierda, y La Esperanza, La Cabaña, San Luis, San Carlos, Colmotores, San Benito y Abraham Lincoln, sobre la margen derecha, cuyo análisis de riesgo de inundación es de interés para la UPES, como base para la decisión sobre su legalización. Su localización se muestra en el Plano No. 1.

En el Capítulo 2 de este Informe se presenta el análisis de amenaza de inundación en la cuenca baja del río Tunjuelo; el Capítulo 3 se refiere al estudio del riesgo de inundación de los barrios de interés. En el Capítulo 4 se incluyen las referencias bibliográficas utilizadas en desarrollo de los estudios. Se incluyen también anexos referentes a aspectos específicos tratados en los estudios.

## **2. AMENAZA DE INUNDACIÓN EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNJUELO**

En este Capítulo se presentan los análisis realizados para establecer la amenaza de inundación en las zonas adyacentes al río Tunjuelo y sus principales quebradas afluentes en su cuenca baja, la cual está considerablemente urbanizada.

### **2.1 RELIEVE E HIDROGRAFÍA**

El relieve de la zona de estudio es relativamente plano, en donde la elevación del cauce del río Tunjuelo varía entre 2590 msnm (sistema de cotas IGAC) en la confluencia de la quebrada Yomasa y 2540 msnm en vecindades de desembocadura en el río Bogotá, en una longitud de 30,5 km, por lo cual la pendiente media del río en su cuenca baja es del orden de 1,6 m/km.

Los afluentes mayores del río Tunjuelo en su cuenca baja son: En la margen derecha, las quebradas Yomasa, Santa Librada y La Fiscala (que confluyen mediante un cauce común), y Chiguaza; y en la margen izquierda, las quebradas Botello, Trompetas, La Estrella y Limas. La localización de la cuenca del río Tunjuelo y de los afluentes mayores del río se muestra en el Plano No. 2.

### **2.2 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS**

Esta descripción se basa principalmente en la información del Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes de la Cuenca del río Tunjuelo, presentado en diciembre de 1997 por la Compañía de Estudios e Interventorías, CEI Ltda a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP (Ref. 1) y en el Atlas Regional de la CAR (Ref. 2).

#### **2.2.1 Aspectos Climatológicos**

La CAR identificó que la disponibilidad de agua en la cuenca del río Tunjuelo es variable, con base en el Índice de Aridez (IA), el cual se expresa como el cociente entre la evaporación faltante real para llegar a la evapotranspiración potencial y la evaporación potencial. En la zona alta de la cuenca, aguas arriba del embalse de La Regadera,  $IA < 0,1$ , indicando que el exceso de agua prevalece sobre el déficit; en la zona media, entre el

embalse de La Regadera y aproximadamente la confluencia de la quebrada Limas,  $0,1 < IA < 0,3$ , indicando un balance normal en el cual existe una compensación entre los excesos y los déficits hídricos; y en la zona aguas abajo de la quebrada Limas,  $IA > 0,3$ , indicando un balance deficitario.

Las Zonas de Vida en la cuenca del río Tunjuelo son las siguientes: Bosque muy húmedo Montano (bmh-M) en la zona alta, con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm/año y temperaturas medias entre 6 y 12°C; en la zona media, bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB) con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm/año y temperatura media entre 12 y 24 °C; y bosque seco Montano Bajo (bs-MB) en la zona baja, con temperaturas entre 12 y 24 °C y precipitaciones entre 500 y 1000 mm/año.

En el Plano No. 2 se presentan las curvas isoyetas medias multianuales, elaboradas por CEI con datos de lluvias de 16 estaciones, cuya información se presenta en la Tabla 2.1. la precipitación varía en la cuenca del río Tunjuelo entre 1375 mm/año en la zona alta y 575 mm/año cerca a la confluencia con el río Bogotá. El régimen de precipitación en la zona alta de la cuenca es monomodal, con el período húmedo de mayo a octubre y el período seco de diciembre a marzo, siendo abril y noviembre meses de transición. En el resto de la cuenca, el régimen es bimodal, con dos períodos lluviosos de abril a mayo y de octubre a noviembre, períodos secos de diciembre a marzo y de julio a agosto, siendo junio y septiembre meses de transición. Los dos regímenes se pueden observar en la Figura 2.1.

En cuanto a las características de las precipitaciones máximas en la cuenca del río Tunjuelo, en la Tabla 2.2 se presentan los estimativos de la precipitación máxima en 24 horas, con períodos de retorno entre 10 y 100 años para algunas estaciones de la cuenca.

## 2.2.2 Régimen de Caudales

### 2.2.2.1 Caudales Medios

La cuenca del río Tunjuelo es aprovechada para suministro de agua para el acueducto de Bogotá, mediante la regulación de los caudales en los embalses de Chisacá y La Regadera y extracción de los caudales de esta última para suministro de las plantas de Vitelma y La Laguna. En las estaciones río Chisacá - El Palmar y río Curubital - Puente Australia se aforan caudales naturales; en las demás estaciones sobre el río se aforan caudales modificados por la regulación de los embalses y por las extracciones de agua para acueducto. En la Tabla 2.3 se presenta la información sobre caudales medios mensuales en las diversas estaciones, y en la Figura 2.2 se grafican los histogramas de los caudales medios mensuales en las estaciones río Curubital - Puente Australia y río Tunjuelito - Cantarrana, representativos, respectivamente, del sector superior de la cuenca en donde ocurren los caudales naturales y el sector medio, en donde el caudal del río ya cuenta con la

regulación provista por los embalses existentes; como se observa en ambos histogramas, el régimen hidrométrico es monomodal, que coincide con el régimen pluviométrico del sector alto, siendo el período húmedo entre mayo y noviembre; el caudal medio multianual en el sitio de Cantarrana, localizado inmediatamente aguas abajo de la confluencia de la quebrada Yomasa, es de 2,91 m<sup>3</sup>/s.

#### 2.2.2.2 Caudales Máximos

Los caudales máximos fueron obtenidos por CEI de la siguiente forma:

Los caudales máximos esperados para diferentes períodos de retorno, que se presentan en la Tabla 2.4, fueron determinados en forma estadística, con base en los caudales máximos registrados en las estaciones río Curubital - Puente Australia, río Chisacá - Rebosadero y río Tunjuelo - Cantarrana.

Con base en los resultados obtenidos, se calibraron los picos de las hidrógrafas de las crecientes calculadas por un proceso lluvia-escorrentía basado en el hidrograma unitario sintético triangular del SCS, en donde al aplicar una lluvia de diseño a dichos hidrogramas, se obtiene el hidrograma de la creciete. Se utilizó un área de tormenta de 267 km<sup>2</sup>, correspondiente a la cuenca del río Tunjuelo en Cantarrana. Inicialmente se obtuvo la creciete en el sitio de la Regadera, y a medida que se desciende por el río, se superpusieron las crecientes de las quebradas afluentes. Los hidrogramas unitarios para el sitio de presa de La Regadera y para los afluentes del río Tunjuelo a partir de ese sitio, se basaron en las características fisiográficas de cada una de las cuencas (Tabla 2.5).

En la Tabla 2.6 se presenta la creciete obtenida para el sitio de Cantarrana. En las Tablas 2.7 a 2.13 se presentan las crecientes para cada uno de los afluentes mayores del río Tunjuelo aguas abajo de Cantarrana.

### **2.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS**

En el área de estudio, diferentes eventos tectónicos han dado como resultado unidades recientes de acumulación de sedimentos provenientes de las unidades preexistentes, las cuales generan las unidades morfológicas que son afectadas por diferentes procesos morfodinámicos de carácter natural o antrópico. En este numeral se presenta una síntesis de los aspectos geológicos y geomorfológicos de la cuenca del río Tunjuelo, extractada del Estudio del Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes en la Cuenca del río Tunjuelo (Ref. 3).

### 2.3.1 Geología

A continuación se presenta un resumen de la estratigrafía regional, acompañada de un mapa geológico (Plano No. 3).

La cordillera Oriental constituye la principal unidad física del Oriente Andino, en donde se presentan depósitos sedimentarios de origen marino y continental, producto del ciclo andino oriental, que comprende la fase de inmersión total del área de la cordillera bajo el mar, la fase de pre-emersión y retiro del mar hacia el norte, con eventos tectónicos que resultaron en el levantamiento de la cordillera, y la fase de erosión y depositación continental y lacustre del Cuaternario.

Esta evolución de la cordillera Oriental, originó la aparición de numerosas anticlinales y sinclinales, resultantes de las diferentes fases de plegamiento. Los sedimentos de mayor espesor (800 m) se depositaron en las depresiones sinclinales de la Sabana de Bogotá.

#### 2.3.1.1 Estratigrafía

En la cuenca del río Tunjuelo existen rocas desde las cretácicas competentes que forman los cerros del suroriente de la Sabana de Bogotá, hasta los depósitos no consolidados del Cuaternario que rellenan el valle de los ríos y la Sabana.

Las rocas sedimentarias más antiguas expuestas en superficie pertenecen al Grupo Guadalupe (Kgg), constituido por las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna, y las formaciones Terciarias Guaduas (Trg), Arenisca del Cacho (Tc), Bogotá (Tb), Arenisca de La Regadera (Tr), y Usme (Tu).

En el área de estudio, el Grupo Guadalupe y la formación Guaduas conforman los flancos de la gran estructura del sinclinal del Usme - Tunjuelo; otras unidades consolidadas del Terciario se presentan en el núcleo sinclinal a lo largo de la cuenca del río Tunjuelo, sobre las cuales se conforma la planicie aluvial. En el sector estudiado afloran las formaciones Areniscas del Cacho, Bogotá, Arenisca de La Regadera y Usme.

Los depósitos inconsolidados del Cuaternario que conforman las zonas geomorfológicas planas y de piedemonte, son los depósitos aluviales de terrazas (Qts, formación Sabana), depósitos fluvio-glaciares (Qgl), complejo de conos aluviales del Tunjuelo (Qcc), coluviones (Qcr), depósitos lagunares (Qdl), aluvión reciente (Qal) y desechos de construcción, con relleno y rellenos sanitarios (Qr).

La descripción detallada de estas unidades estratigráficas se presenta en la Ref. 3.

### 2.3.1.2 Geología Estructural

La región montañosa de la zona de estudio es tectónicamente compleja; sus estructuras tienen direcciones variadas y sus sistemas de fallas son complicados.

Según Ingeominas, el área de la Sabana de Bogotá se divide tectónicamente en tres bloques: El bloque oriental levantado (anticlinal de Bogotá, cerros surorientales, limitando con el flanco oriental del sinclinal de Usme por la falla de Bogotá; el bosque central hundido (sinclinal de Usme - Tunjuelo, limitado al oriente por la falla de Bogotá y al occidente por la Falla del Mochuelo); y el bloque occidental levantado (anticlinal de Cheba - Quiba, limitado al oriente por la falla de Mochuelo y al occidente por el valle y la falla del río Soacha). Dentro de estos bloques se encuentran estructuras de plegamientos y fallamientos que configuran morfológicamente el paisaje estructural, en cuyo núcleo se ubica el valle aluvial del río Tunjuelo.

En la Ref. 3 aparece una descripción detallada de las principales estructuras tectónicas en el área de estudio.

### **2.3.2 Geomorfología**

El valle del río Tunjuelo corresponde con la depresión alargada formada por el sinclinal de Usme, estructura tectónica que separa los bloques oriental y occidental, y rellenada por sedimentos coluviales, fluviales y fluvio - glaciares que atenuaron el contraste topográfico con las cumbres de los bloques que lo limitan.

En el área del río Tunjuelo, el agente erosivo más importante ha sido el agua, en forma sólida y líquida en el Glacial del Sumapaz, y actualmente, en forma líquida, dentro del régimen climático imperante. Se han originado también procesos destructivos del paisaje natural, principalmente en las zonas aledañas al río Tunjuelo y a algunos de sus principales tributarios.

El área del proyecto corresponde a dos principales unidades morfológicas regionales de paisaje. La primera corresponde a unidades de tipo montañoso estructural plegado, donde la morfogénesis es denudativa y estructural; la segunda es de tipo agradacional o acumulativa a partir del material arrastrado por corrientes y procesos erosivos, asociados en las últimas etapas a procesos de acumulación lagunar.

Estas unidades principales regionales han sido divididas en ocho unidades, dependiendo de la litología y morfogénesis imperante como consecuencia de los procesos morfodinámicos, tipos de depósitos superficiales, procesos erosivos y de remoción en masa e inundaciones. A continuación se hace una descripción de las ocho unidades geomorfológicas que se muestran en el Plano No. 4.

### Unidad I

Esta unidad corresponde con las zonas de pantanos bajos y depresiones inundables (cubetas de desborde) asociadas a las zonas de humedales que han sido o están siendo rellenadas para ser urbanizadas. En estas áreas se pueden presentar inundaciones a causa de descargas torrenciales con escorrentías muy altas.

### Unidad II

Esta área hace parte de la llanura aluvial lacustre. Comprende el área de máxima divagación lateral del río, y contiene al lecho menor actual, limitado por los taludes de la terraza baja y alta, con algunos puntos de control litológico, donde se presenta la zona de divagación meándrica, actualmente controlada con jarillones o diques y rellenos de construcción y/o sanitarios antiguos, áreas hoy urbanizadas. Parte de esta zona está siendo empleada en la explotación de gravilleras en la parte media del valle, donde el subsuelo está conformado por los complejos de conos aluviales y fluvioglaciales del Tunjuelo.

### Unidad III

Esta unidad hace parte de la terraza baja inundable y es límite del lecho mayor del río Tunjuelito en el talud de la terraza alta; sobre esta superficie divagó el río cuando no estaba intervenido. Dentro de esta zona se identifican jarillones artificiales, meandros, gravilleras, taludes de terraza y zonas de invasión. En estas zonas se pueden presentar inundaciones a causa de descargas torrenciales con escorrentías muy altas.

### Unidad IV

Esta área está formada por el nivel de terraza alta no inundable y sin registro histórico de influencia del río. Su límite con la unidad anterior es un talud de terraza de aproximadamente dos metros de altura, hoy enmascarado con urbanismo. Los procesos morfodinámicos presentes son los carcavamientos antiguos, hoy controlados en las zonas urbanizadas. Parte de esta unidad ha sido rellenada para urbanismo y parte ha sido destruida por el proceso de extracción de materiales.

### Unidad V

Esta unidad corresponde a la zona de piedemonte, con pendientes bajas a moderadas, conformadas por depósitos de tipo fluvial torrencial y fluvioglacial, denominadas unidades de paisaje y subpaisaje agradacional de complejo de conos antiguos y recientes del Tunjuelo. El proceso morfodinámico es la extracción de materiales en las gravilleras, con intensos carcavamientos y erosión regresiva por el mal manejo de aguas superficiales, tanto naturales como residuales.

## Unidad VI

Esta área hace parte de las zonas de pendientes moderadas a altas sobre los taludes rocosos que presentan depósitos cuaternarios coluviales y de origen fluvial y fluvio-glacial, y que se generan por los procesos morfodinámicos imperantes, como remociones en masa asociadas con la gravedad, manejo de aguas de escorrentía natural y de aguas negras, procesos de extracción de materiales y erosión laminar o concentrada. Los principales procesos morfodinámicos son el carcavamiento por el mal manejo del agua y la explotación de materiales de construcción, y los procesos de remoción en masa, con flujos de tierra, reptación y una alta permeabilidad, que facilita la infiltración para generar falla en los taludes.

## Unidad VII

Esta unidad corresponde con las unidades de origen montañoso colinado, estructural denudacional, y que forman parte de los flancos de la estructura sinclinal de Usme. Sobre los taludes rocosos se presentan depósitos cuaternarios coluviales y de origen fluvial y fluvio-glacial generados por los procesos morfodinámicos. Su morfología es de colinas y pendientes suaves a manera de pequeños valles, como es el caso de las cuencas de las quebradas Chiguaza, Yomasa y Mochuelo, donde el valle intramontano está limitado por unidades de roca competentes. Los procesos morfodinámicos presentes son reptación de suelos residuales, carcavamiento, deslizamientos e inestabilidad.

## Unidad VIII

Esta unidad está representada por las zonas de mayor pendiente, como las formaciones del Grupo Guadalupe, la formación Regadera, y los niveles más resistentes de las formaciones Guaduas y Cacho. Estos niveles arenosos sobresalen dentro de las unidades de paisaje y conforman los flancos de bloque hundido del sinclinal de Usme. Los procesos morfodinámicos son la caída de bloques en zonas de extracción de materiales, reptación de suelos residuales e inestabilidad de canteras.

### **2.3.3 Morfodinámica del río Tunjuelo**

La cuenca hidrográfica del río Tunjuelo es la más importante del sur de la Sabana de Bogotá. El cauce de dicho río ha sido modificado y se encuentra muy deteriorado en el trayecto de las explotaciones de gravilla; además ha sido intervenido para ubicar desarrollos urbanísticos, en muchos casos de origen subnormal, hoy legalizados y que ocuparon lechos y llanuras de inundación del río. En la parte baja del río Tunjuelo, la morfología ha sido menos modificada y su principal control corresponde a los jarillones construidos para el control de inundaciones.

Desde el embalse de La Regadera hasta el sitio de Cantarrana, el río Tunjuelo presenta un cauce tipo unicanal, con importante relleno aluvial torrencial, formando terrazas altas conformadas con bloques de areniscas muy heterogéneas en tamaño. El cauce es ligeramente sinuoso y está controlado litológicamente en algunos puntos por las rocas terciarias aflorantes.

A partir de Cantarrana, el cauce es más inestable, de tipo unicanal, donde el proceso de divagación e hace más evidente con un cauce ancho, con meandros y paleocauces; en esta zona el río Tunjuelo pierde sus características hidráulicas de río de montaña, y su área de drenaje se torna prácticamente urbana, incrementándose los volúmenes a drenar producto de las precipitaciones sobre esta área. La capacidad de su cauce es insuficiente, presentando inundaciones ocasionales.

En el tramo inferior, el río forma su llanura aluvial amplia, que se traslapa con la llanura aluvial del río Bogotá, y presenta un cauce muy sinuoso meándrico, donde el urbanismo ha rellenado y cubierto gran parte de la morfología. Una de las características principales de este tramo es la presencia del dique perimetral que controla parcialmente las inundaciones, el cual presenta zonas inestables y potencialmente inestables por procesos de socavamiento de la pata del talud con desplome de material de relleno.

#### **2.3.4 Otros cauces en la cuenca**

A lo largo de su cauce, el río Tunjuelo recibe quebradas afluentes en ambas márgenes, siendo las mayores en la margen derecha, las quebradas Yomasa, Santa Librada, La Fiscala y Chiguaza, y en la margen izquierda, las quebradas Trompetas, La Estrella y Limas. En el Anexo No. 1 se presenta la morfogénesis y otros aspectos geomorfológicos de estas quebradas.

### **2.4 OBRAS EXISTENTES DE CONTROL DE INUNDACIONES**

Como se ha descrito en el recuento geomorfológico anterior, en la cuenca del río Tunjuelo (ver Plano No. 4) existen zonas con propensión a la inundación que conforman las Unidades Geomorfológicas I, II, III, V y VI. Particularmente, aledañas al cauce del río Tunjuelo, aguas abajo de la confluencia de la quebrada Yomasa (sitio de Cantarrana) existen zonas aluviales-lacustres inundables (Unidad II), y zonas de conos de origen fluvial y fluvio-glacial (Unidad V). También en las partes bajas de los afluentes mayores del río Tunjuelo, se encuentran zonas descritas como Unidad V, con posibilidades de inundación; adicionalmente, en la cuenca de la quebrada Chiguaza existe una zona de terraza baja inundable (Unidad III).

Esta propensión natural de inundación en las zonas bajas de la cuenca del río Tunjuelo, y la utilización creciente del suelo para asentar urbanizaciones, ha generado la necesidad de construir obras para su control, consistentes en diques o jarillones longitudinales construidos por los ribereños, prácticamente desde la confluencia de la quebrada Yomasa hasta su desembocadura en el río Bogotá y en tres pondajes o embalses de control de crecientes construidos por la EAAB, ubicados en la cuenca baja del río. En la cuenca alta existen los embalses de Chisacá y La Regadera, que no tienen función efectiva reguladora de crecientes.

#### **2.4.1 Jarillones**

Como parte del presente estudio se realizó una revisión de la información existente sobre los jarillones longitudinales del río Tunjuelo, y un recorrido a lo largo de ellos, con el objeto de verificar su estado actual en cuanto a estabilidad y conservación y preparar un inventario de puntos o zonas de inestabilidad crítica. Durante el recorrido se tomaron fotografías que ilustran las condiciones actuales de los jarillones, las cuales se presentan en el Registro Fotográfico (Anexo No. 2) que acompaña a este Informe.

Para la descripción del estudio de los jarillones conviene establecer 3 sectores a saber: Un sector bajo (Sector A), que comprende el tramo del río Tunjuelo entre el barrio del Perpetuo Socorro y la confluencia con el río Bogotá; el tramo frente a los barrios de interés para la UPES, en cuanto se refiere a la posibilidad de su legalización (entre Meissen e Isla del Sol (Sector B); y el tramo entre la confluencia de las quebradas Yomasa y Chiguaza, de características semirrurales, en donde se localizan las industrias extractivas de gravas (Sector C). Entre los barrios Villa Helena y el Perpetuo Socorro existen los tres embalses de regulación de la EAAB; este tramo será descrito posteriormente.

##### 2.4.1.1 Jarillones del Sector A

En general, en este tramo los jarillones han sido construidos de manera irregular, aparentemente sin seguir normas técnicas en cuanto a la geometría de su sección, la separación entre jarillones en ambos márgenes, calidad de materiales y procedimientos de compactación. La mayoría de ellos fueron construidos inicialmente de una altura determinada, la cual fue posteriormente incrementada mediante la colocación, aún más irregular, de material, dando como resultado una sección compuesta del jarillón (ver Figura 2.3). A pesar de las probables deficiencias en su construcción, los jarillones en su altura original pueden considerarse estables, habiendo resistido el paso de numerosas crecientes del río.

Sin embargo, los relativamente recientes realces con material de residuos de construcción o basuras exhiben una notoria inestabilidad en su parte superior, la cual tiene aproximadamente 1 m de altura, tal como se muestra en la figura indicada.

En este sector se identificaron sitios críticos en los jarillones (ver Plano No. 5), en donde sería razonable considerar que en caso de una creciente, cuya cota de agua alcance el nivel máximo del jarillón, el último metro de éste, conformado con materiales inapropiados, se desestabilizaría, dando lugar a que exista un desbordamiento sobre el nivel del jarillón original, el cual se considera estable en el evento de dicho desbordamiento.

Los sitios críticos de los jarillones identificados son los siguientes, que se han localizado en el Plano No. 5, y a los cuales hace referencia el Registro Fotográfico (Anexo No. 2).

<u>Tramo</u>	<u>Descripción</u>	<u>Fotografías de Referencia</u>
Barrios Rubí en la margen derecha y José Antonio Galán, en la margen izquierda.	Posibilidad de desbordamiento en ambas márgenes, en longitud aproximada de 350 m.	Fotos 21 a 24
Barrio José Antonio Galán, próximo al puente de la Carrera 86, en la margen izquierda.	Posibilidad de desbordamiento en la margen izquierda en longitud aproximada de 150 m.	Foto 25
Luego del Puente de la Carrera 86, Bosa en la margen izquierda y Barrio Class en la margen derecha.	Posibilidad de desbordamiento de ambas márgenes en longitud aproximada de 200 m, continuando sobre la margen derecha en una longitud adicional de 100 m.	Fotos 26 a 28
Aguas abajo del puente peatonal entre los barrios La Riviera de Bosa y Class.	Posibilidad de desbordamiento en ambas márgenes en longitud aproximada de 400 m.	Fotos 29 a 31
Sector aguas arriba del puente de la Calle 13 de Bosa frente a barrio La Paz.	Posibilidad de desbordamiento de la margen derecha en longitud aproximada de 150 m.	Fotos 33 a 36
Frente al Barrio Antonia Santos de Bosa.	Posibilidad de desbordamiento sobre margen izquierda en una longitud de 350 m aproximadamente.	Fotos 37 a 41
Varios Aislados	Erosión en curvas exteriores del río que podrían eventualmente comprometer la estabilidad del jarillón a mediano plazo. Deben tomarse medidas correctivas.	Fotos 40 a 43, 45

Los jarillones del río Tunjuelo en el tramo del barrio Antonia Santos, hasta su confluencia con el río Bogotá, que corresponde a una zona semirural y rural, tiene una adecuada estabilidad. En particular, en este tramo se realizó en 1993 una caracterización del subsuelo para los jarillones en ambas márgenes, en los últimos 3,2 km de su recorrido antes de la entrega en el río Bogotá (Ref. 4).

En las Tablas 2.14 y 2.15 se muestran los ensayos de laboratorio sobre muestras del suelo que conforman los jarillones derecho e izquierdo respectivamente.

Los materiales que constituyen el jarillón de la margen derecha son arcillas limosas, de humedad y compresibilidad bajas, plasticidad media a baja y consistencia muy firme a dura. Localmente se encuentran bolsas de limo arcilloso algo arenoso a arenoso, de plasticidad ligera a baja y medianamente denso.

El jarillón de la margen izquierda está conformado parcialmente por limo arenoso, medianamente denso a denso y arcilla limosa con trazas de arena de consistencia muy firme a dura. Ocasionalmente se presentan bolsas de arena densas.

En la exploración realizada (Ref. 4), no se detectó nivel freático en el cuerpo de los jarillones.

Por lo anterior, se puede concluir que los jarillones del tramo final de 3,2 km del río Tunjuelo tienen una consistencia y conformación de materiales que garantiza su estabilidad.

#### 2.4.1.2 Jarillones del Sector B.

En este sector están localizados los barrios de interés para el estudio de riesgos de inundación.

##### *Antecedentes de Estudios Anteriores*

En 1997 Hidroestudios S.A., como parte del estudio “Diseño de Obras de Emergencia para el Control de Inundaciones del Río Tunjuelo” (Ref. 5), llevó a cabo un estudio geotécnico, en el cual desarrolló un programa de investigaciones del subsuelo consistente en la ejecución de 39 apiques y barrenos hasta una profundidad máxima de 6 m y la obtención de muestras de dichas exploraciones para la ejecución de ensayos en el laboratorio. Los ensayos incluyeron la determinación de la humedad natural, granulometría, límites de Atterberg, resistencia a la compresión confinada, gravedad específica, así como la ejecución de ensayos de densidad en el terreno. Entre las zonas incluidas en dicho estudio están los tramos del río adyacentes a los barrios San Benito e Isla del Sol, para los cuales se efectuó un diagnóstico geotécnico general de la estabilidad de los jarillones existentes en dichos sitios.

### *Inspección de los Jarillones*

Para complementar los estudios y análisis geotécnicos realizados previamente, se llevó a cabo una inspección detallada del estado de los jarillones, con el fin de identificar los procesos de inestabilidad que se registran en las márgenes del río Tunjuelo y establecer los factores que inciden en dichos fenómenos en los tramos del río adyacentes a los barrios Villa Helena, El Preciso, La Playita - Sectores 1 y 2, Meissen, San Benito, e Isla del Sol, que pertenecen a la localidad de Ciudad Bolívar y Tunjuelito. A continuación se comentan los principales aspectos geotécnicos observados durante la inspección.

- Barrio Villa Helena

Este barrio está localizado en la margen izquierda del río Tunjuelo, aguas abajo del puente de la Avenida Boyacá sobre el río.

El jarillón en esta parte del río tiene una altura aproximada de 4 m, con una berma intermedia de cerca de 3 m de ancho y taludes variables entre 45 y 60 grados. Dicha estructura está conformada por materiales de composición variada, los cuales incluyen limos areno arcillosos de color café, provenientes del lecho del río, material orgánica, fragmentos de roca, escombros de construcción y basuras. Estos materiales presentan un grado de densidad medio.

La superficie de los taludes se encuentra cubierta en su mayor parte con pasto, en los cuales se evidencian algunos signos de erosión, que están asociados principalmente con los sectores de los taludes con mayor pendiente. Los sectores con pendiente de 45 grados o menor presentan una buena cobertura vegetal y no se observan en ellos signos de erosión. La composición limoarenosa del material facilita el desarrollo de la erosión de las márgenes por causa de las aguas del río. El tramo del jarillón en el cual se observa erosión cubre una extensión de cerca de 100 m al frente del barrio Villa Helena. La magnitud de la erosión es, en general, baja y no se espera que ocurran fenómenos de inestabilidad de los taludes en el corto plazo por causa de dicha erosión.

- Barrios San Benito y El Preciso

Este sector corresponde al tramo inmediatamente aguas arriba del puente de la Avenida Boyacá, adyacente a los barrios San Benito, sobre la margen derecha, y El Preciso sobre la izquierda. Los jarillones en esta parte del río, al igual que en el tramo anterior, están conformados por limos arenoarcillosos cafés con bastante material orgánico, piedras, escombros de construcción y basuras, que se extienden hasta una profundidad media aproximada de 2,5 m. Por debajo de esta profundidad existen arcillas limosas de color café de baja compresibilidad con intercalaciones de arena fina oxidada. Estos materiales se encuentran en un estado de densidad media. Un ensayo de densidad en el terreno a 1,0 m de profundidad reveló una densidad de 1,9 g/cm<sup>3</sup>. En un ensayo de compresión inconfiada

efectuado sobre la arcilla limosa tomada a una profundidad de 2,5 m se obtuvo una resistencia a la compresión de 0,07 MPa. La humedad natural de este material varía entre 11% y 20%, su límite líquido entre 32% y 39% y su índice de plasticidad entre 13% y 19%, el contenido de finos es del orden de 60% a 75%. Cerca al puente de la Avenida Boyacá, en la margen izquierda del río, se han depositado recientemente algunos rellenos de material de recebo y escombros de construcción con un grado de compactación muy bajo, con los cuales se ha realizado el jarillón en este sector entre 1 y 2 m.

En el jarillón de la margen derecha del río, frente al barrio San Benito, existen dos sectores en los cuales se han construido protecciones con bolsas de concreto, los cuales se presentan en buenas condiciones de estabilidad, aunque con algunos signos de deterioro que no llegan a amenazar su estabilidad, para lo cual se requieren trabajos de mantenimiento. Los jarillones están cubiertos con pasto, con algunos sectores con signos de erosión, que corresponden en un caso a un tramo de cerca de 80 m donde la pendiente del talud es fuerte, mayor de 50°, y otros, de pequeña magnitud, donde se presenta acumulación de basuras sobre el mismo. En el resto del área, las márgenes del río presentan buena estabilidad y una adecuada protección con pasto.

En general, los problemas de erosión son de pequeña magnitud y no representan una amenaza a corto plazo en este sector por causa de inestabilidad en sus márgenes.

- Barrio La Playita, Sectores I y II

Este barrio está localizado sobre la margen izquierda del río, aguas arriba del barrio El Preciso. La geometría y composición de los jarillones en este sector son similares a las encontradas en el sector anterior, en el que se presentan algunos fenómenos de erosión superficial en tramos de fuerte pendiente y en sitios donde se arrojan basuras. Próximo a la desembocadura de un canal de aguas negras que divide el barrio en dos sectores, existe un gran depósito de basura, que representa una amenaza tanto para la salud de los vecinos como de contaminación del río y deslizamiento sobre el cauce, con el resultado de un posible taponamiento parcial del mismo y un incremento en los niveles del río.

Los fenómenos de erosión son, en general, de pequeña magnitud, presentándose el mayor de ellos hacia la confluencia con la quebrada Chiguaza, con una extensión del orden de 60m; en este sector el jarillón tiene una altura de unos 4 m y una pendiente cercana a 65°. No obstante, la estabilidad de los jarillones es satisfactoria y no representa actualmente una amenaza de taponamiento y desbordamiento del río.

- Barrio Meissen

En el tramo del río adyacente al barrio Meissen por su costado izquierdo, aguas arriba del puente de la Avenida Tunjuelito, el jarillón presenta una altura de cerca de 4 m, el cual está constituido parcialmente por arena limoarcillosa habana.

La superficie del jarillón se encuentra cubierta con pasto, observándose algunos fenómenos localizados de erosión superficial relacionados, como en los tramos anteriores, con sectores en donde el jarillón presenta una pendiente de más de 60° y donde existe acumulación de basuras sobre el talud.

A unos 250 m aguas arriba del puente de la Avenida Tunjuelito, se presenta una inestabilidad en el talud del jarillón que parece ser reciente. En este punto, las aguas del río golpean directamente la base del jarillón, que tiene una pendiente cercana a 60°. Cerca de la corona del jarillón existe una construcción abandonada. Dadas la fuerte pendiente del talud del cauce del río y la condición de erosión y socavación que producen las aguas del río sobre el talud, se considera que en este sitio existen condiciones favorables para que se desarrolle un fenómeno de inestabilidad que involucre la totalidad del talud y posiblemente afecte el predio donde se localiza la construcción de la parte superior. A unos 30 m aguas arriba del puente anterior, el jarillón presenta una menor altura, debido a que este sitio está siendo utilizado por algunas personas para sacar del río materiales redepositados extraídos aguas arriba, próximo a los sitios donde actualmente operan varias empresas mineras, y que son transportados por el río hasta este sitio.

Con excepción del punto anterior con problemas de inestabilidad, la condición general de estabilidad del jarillón que bordea el río Tunjuelito en su sector adyacente al barrio Meissen es buena.

- Barrio Isla del Sol

El dique adyacente al barrio Isla del Sol fue construido por los habitantes del sector con el fin de protegerse de las aguas del río, dado que el barrio se encuentra ubicado en una zona que antiguamente era inundada por el río. El dique fue construido con materiales variados que corresponden principalmente a arcillas limosas y limos arcillosos de color café, con rastros de arena fina, materia orgánica y fragmentos de roca y ladrillo, hasta una profundidad aproximada de 3 m, según se desprende de los registros de los apiques ejecutados en los estudios previos. Por debajo de esta profundidad, predomina la arcilla limosa gris y café, oxidada, con rastros de arena fina. El suelo encontrado a 3,2 m de profundidad presentó una densidad de 2,0 g/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la compresión inconfiada de 0,22 Mpa.

El dique conformado se encuentra retirado del cauce del río a una distancia de cerca de 20 m. Esta configuración permite mitigar la acción erosiva de las aguas del río, a la vez que sirve de barrera al paso del agua durante las crecientes. No obstante, durante las épocas de lluvias se presentan filtraciones a través del cuerpo del dique, según lo atestiguan los vecinos del lugar, lo cual es reflejo de las condiciones poco técnicas en que fue construido.

En las condiciones actuales el dique se presenta cubierto con pasto en su totalidad, sin signos de erosión, lo cual da razón de sus condiciones satisfactorias de estabilidad. Sin

embargo, dadas las condiciones irregulares de su construcción y la presencia de filtraciones, el dique no puede considerarse seguro en el mediano y largo plazo, existiendo la posibilidad de que falle y permita el paso de las aguas del río hacia el interior del barrio.

### *Análisis de Estabilidad*

Con el fin de establecer el grado de estabilidad de los jarillones del río Tunjuelo, se calcularon los factores de seguridad del talud, mediante un análisis de estabilidad por el método de tajadas de Bishop, implementado en el programa Galena. Para este análisis se tomó una sección representativa del jarillón adyacente al barrio San Benito, dado que solo para este sitio se cuenta con la información geotécnica suficiente para realizar dicho análisis. En la Figura 2.3 se presenta la sección utilizada en el análisis y las diferentes zonas en que se dividió la sección con sus correspondientes parámetros de resistencia. En los análisis se consideraron diferentes pendientes del talud del jarillón con el fin de establecer la variación del factor de seguridad con este parámetro. Para los análisis se consideraron además, dos condiciones de carga, correspondientes a la combinación de un nivel bajo del río con un nivel freático medio (condición crítica normal), y un nivel bajo del río con un nivel freático alto (descenso rápido del río); y una condición de carga de sismo, representado por una fuerza pseudoestática horizontal equivalente al 20% del peso de la masa potencial de deslizamiento.

En la Tabla 2.16 se presentan los valores del factor de seguridad para los diferentes casos y condiciones de carga considerados. Estos resultados indican que, aún para inclinaciones de los taludes hasta de 65°, los factores de seguridad son mayores de 2,0, para la condición de carga normal estática, de 1,2 para la condición de carga con sismo, y de 1,7 para la condición de descenso rápido. Estos valores cumplen con los requisitos mínimos de estabilidad establecidos para este tipo de obras, razón por la cual se puede concluir que no deben esperarse problemas de inestabilidad de magnitud importante durante la vida de las obras, que puedan constituirse en un factor de riesgo por inundación de los barrios adyacentes. Estos resultados son acordes con el estado actual de los jarillones, donde los principales fenómenos observados corresponden a una erosión superficial de los taludes, debida principalmente al desprendimiento de la cobertura vegetal por la fuerte pendiente de los taludes, en unos casos, y a la acumulación de basuras sobre ellos, en otros.

### *Evaluación General*

Los jarillones que bordean el río Tunjuelo en los tramos adyacentes a los barrios objeto del presente estudio, presentan, en general, una adecuada protección con pasto y una condición de estabilidad que puede catalogarse de satisfactoria. Se presentan tan solo algunos fenómenos de erosión superficial que no llegan a afectar de manera significativa la estabilidad del jarillón. En un solo caso, correspondiente al tramo adyacente al barrio Meissen, se observó una condición de inestabilidad incipiente que puede dar lugar a la falla del jarillón, la cual podría ocasionar daños en el predio ubicado en la parte superior del

talud y llegar a afectar la construcción allí localizada. Dicha inestabilidad no debe afectar el curso normal de las aguas del río, y por ello, no tendría mayores consecuencias desde el punto de vista de los riegos por inundación para el barrio.

Los fenómenos de erosión, en todos los casos observados, están relacionados con el desprendimiento de la cobertura vegetal en sectores donde la pendiente del talud es fuerte, mayor de 60°, y donde se presenta acumulación de basuras sobre la superficie del talud.

A partir de análisis de la información existente, de los reconocimientos del terreno y de los análisis de estabilidad efectuados, se desprenden las siguientes recomendaciones para la protección y refuerzo de los jarillones del río Tunjuelo en los tramos adyacentes a los barrios en estudio:

- Reconstrucción de la protección de los taludes de los jarillones con pasto en los sectores erosionados, para lo cual será necesario reconformar el talud con pendiente no mayor de 45° y limpiar de basuras las superficies de los taludes. Deberán adoptarse las medidas que sean necesarias para evitar que se sigan arrojando basuras al río y sobre la superficie de los jarillones.
- Reforzar el tramo del jarillón adyacente al barrio Isla del Sol con el fin de evitar las filtraciones a través de él y mejorar sus condiciones de estabilidad.
- Construir una protección con enrocado o bolsas de concreto en el talud del jarillón adyacente al barrio Meissen, con el fin de evitar que progrese la inestabilidad existente en dicho sector, por causa de las aguas del río que golpean directamente la base del talud. Los trabajos de protección de jarillón deberán incluir la reconformación del talud con una pendiente no mayor de 45° y la protección con pasto de la superficie resultante.

#### 2.4.1.3 Jarillones del Sector C

Este sector cubre el tramo del río Tunjuelo entre la confluencia de la quebrada Yomasa y el barrio Meissen, caracterizado por ser prácticamente rural y en cuyas márgenes existen explotaciones industriales de materiales aluviales para construcción en Bogotá.

El cauce del río está conformado por jarillones, en algunos sitios de considerable altura (ver Fotografías 56 a 58 del Registro Fotográfico, en inmediaciones del barrio México), construidos en el material proveniente de las mencionadas explotaciones industriales. En otros sitios, el jarillón separa el río de los pozos creados por las explotaciones, las cuales tienen un volumen considerable, como puede apreciarse en el pozo mostrado en las Fotografías 59, 62 y 63. Varios de los pozos están actualmente completamente llenos de agua (ver Fotografías 63 y 64), en donde el jarillón sirve de dique o presa de contención, fácilmente saturable, lo cual implica la posibilidad de su rompimiento y el consiguiente

desembalse hacia el río Tunjuelo, que recibiría un caudal considerable proveniente de la ruptura del dique.

Contrario a la situación descrita para el Sector A, los jarillones del Sector C no cuentan con realce ejecutado con materiales inestables, aunque debe anotarse que su geometría es en algunos sitios irregular, con trechos de altura insuficiente para contener el agua en caso de crecientes extraordinarias (ver Fotografías 60 y 61).

Por la conformación y materiales aluviales con que se construyeron estos terraplenes, además de la protección que ofrece el pasto y la vegetación que los cubre, puede considerarse que su estabilidad es satisfactoria. Solamente, como se ha anotado anteriormente, existiría desbordamientos en los sitios en donde su altura es insuficiente.

#### 2.4.2 Embalses de Regulación de Crecientes

Para complementar las medidas de control de inundaciones en el río Tunjuelo, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, construyó tres embalses en el sector comprendido entre los barrios Villa Helena y Perpetuo Socorro; las estructuras de control de estos embalses consisten en alcantarillas de cajón y vertederos de excesos, con las siguientes características.

ÍTEM	ESTRUCTURA 1	ESTRUCTURA 2	ESTRUCTURA 3
Ancho del conducto (B) - m	2.65	2.80	2.15
Altura del conducto (D) - m	2.65	2.80	2.15
Longitud del conducto (LC) - m	18.60	20.50	32.90
Longitud del vertedero (LV) - m	25.00	25.00	25.00
Número de Conductos	4.00	4.00	3.00
Nivel Fondo de Entrada (NF) - msnm (cotas sistema IGAC)	2580.96	2577.40	2573.93
Nivel Fondo de Salida (NFs) - msnm			2573.55
Nivel de la cresta del vertedero (NV) - msnm	2580.96	2583.00	2582.00

En el estudio realizado por CEI Ltda en 1997 (Ref. 1) se determinaron las curvas de capacidad de los embalses, mostradas a continuación.

EMBALSE 1	
COTA (msnm)	VOLUMEN (hm <sup>3</sup> )
2581.00	0.000
2582.00	0.000
2583.00	0.039
2584.00	0.120
2585.00	0.307
2586.00	0.576
2587.00	0.964
2587.36	1.110

Ecuación para Embalse 1:  $Vol(hm^3) = 0.00507 \times profundidad^{2.92789}$

EMBALSE 2	
COTA (msnm)	VOLUMEN (hm <sup>3</sup> )
2577.00	0.000
2578.00	0.000
2579.00	0.010
2580.00	0.023
2581.00	0.072
2582.00	0.140
2583.00	0.265
2584.00	0.503
2585.00	0.770

Ecuación para Embalse 2:  $Vol (hm^3) = 1.09123 \times 10E - 6 \times profundidad^{5.644012357}$

EMBALSE 3	
COTA (msnm)	VOLUMEN (hm <sup>3</sup> )
2575.00	0.000
2576.00	0.005
2577.00	0.014
2578.00	0.059
2579.00	0.194
2580.00	0.427
2581.00	0.743
2582.00	1.084
2582.30	1.192

Ecuación para Embalse 3:  $Vol (hm^3) = 0.012741612 \times profundidad^{2.483386729}$

Las áreas inundables están limitadas por jarillones de adecuada estabilidad, salvo lo anotado en el caso del barrio Isla del Sol y con altura suficiente para contener los niveles de agua en el paso de crecientes extraordinarias por los embalses.

Aunque algunas zonas inundables han sido rellenadas para desarrollos urbanos, es aparente que ello no ha disminuido sustancialmente la capacidad amortiguadora de los mismos; las curvas de capacidad indicadas anteriormente tienen en cuenta los rellenos mencionados.

## 2.5 ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACIÓN EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNJUELO Y DE SUS AFLUENTES MAYORES

La zonificación de la amenaza de inundación se adelantó con el objeto de identificar y delimitar la susceptibilidad de inundación a que se encuentran sometidos los sectores del Distrito Capital, por desbordamiento del río Tunjuelo o de sus afluentes mayores, o por encharcamientos. El área de estudio comprendió la extensión del cauce del río Tunjuelo y sus terrenos aledaños, entre sus confluencias con el río Bogotá y con la quebrada Yomasa (sitio de Cantarrana). A lo largo de este tramo, el uso de la tierra determinado en el

“Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes en la Cuenca del río Tunjuelo”, elaborado por CEI Ltda para la EAAB 1997, es , o se prevé, principalmente residencial, con algunos pequeños sectores industriales y de áreas verdes metropolitanas.

En este tramo, un área de extensión considerable, entre el cruce de la vía a Villavicencio y la confluencia de la quebrada Chiguaza, en ambas márgenes del río, está actualmente siendo explotada industrialmente para la obtención de gravas para la construcción; estas explotaciones han dejado numerosas excavaciones en la llanura aluvial del río que, podrían llegar a un volumen de 60 hm<sup>3</sup> al finalizar 2006.

Aguas arriba de Cantarrana hasta frente a la localidad de Usme, el uso previsto del suelo en ambas márgenes del río corresponde a zona verde metropolitana, y arriba de esta localidad, el uso previsto del suelo corresponde a zona verde metropolitana, en la margen izquierda, y para desarrollos residenciales, en la margen derecha. Teniendo en cuenta la reglamentación actual sobre la franja que abarca la ronda hidráulica y la zona de manejo y protección ambiental (ZMPA) externa a la ronda, de los cursos de agua (que podría sobrepasar los 30 m en la margen derecha en casos especiales) las posibles zonas inundables estarían contenidas dentro de dicha franja, que debe destinarse a usos públicos, a usos privados en donde se prohíbe toda construcción.

Por estas razones, la zona aguas arriba de Cantarrana se excluyó del análisis de la amenaza de inundación.

### **2.5.1 Amenaza de inundación por desbordamiento**

En esta sección se presentan los análisis realizados para zonificar las áreas inundables en la cuenca baja del río Tunjuelo y de sus afluentes mayores, para eventos hidrológicos específicos. Estos eventos fueron definidos como las crecientes que se presentarían en los cursos respectivos como consecuencia de la ocurrencia simultánea de crecientes de sus principales tributarios (quebradas Botello, La Fiscala, Santa Librada, Trompeta, La Estrella, Chiguaza y Limas) más el aporte propio del río Tunjuelo en el sitio conocido como Cantarrana (aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Yomasa), para períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años.

#### 2.5.1.1 Análisis del Desbordamiento del Río Tunjuelo

La determinación de la zonificación de la amenaza de inundación por desbordamiento se basó en análisis hidráulicos, cuyos objetivos fueron los siguientes:

- Calcular los volúmenes de inundación al producirse un desbordamiento del río Tunjuelo sobre sus jarillones, previa estimación de la capacidad de transporte del río, bajo

condiciones de flujo permanente gradualmente variado controlado por los niveles del río Bogotá.

- Delimitar las zonas de inundación para eventos específicos de creciente en el río Tunjuelo.

*a) Modelación Hidráulica*

La modelación hidráulica del río Tunjuelo se realizó a partir del K0+000, confluencia de la quebrada Yomasa con el río Tunjuelo, hasta el K30+500, desembocadura de río Tunjuelo en el río Bogotá (ver Figura No. 2.5 Planta general río Tunjuelo y Figura No. 2.6 Esquema básico sistema hidráulico río Tunjuelo y sus afluentes). El río Tunjuelo para el presente análisis, ha sido dividido en ocho subtramos, los cuales se definen a continuación:

Abscisas	Sectores
K0+000 - K1+200	Cantarrana a Qda Botello
K1+200 - K3+850	Qda Botello a Qdas Fiscala+Santa Librada
K3+850 - K5+900	Qdas Fiscala+Santa Librada a Qda Trompeta
K5+900 - K8+720	Qda Trompeta a Qda La Estrella
K8+720 - K9+600	Qda La Estrella a Qda Chiguaza
K9+600 - K10+600	Qda Chiguaza a Entrada Embalse No.1
K10+600 - K20+241	Embalse No.1 a Embalse No. 3
K20+241 - K30+500	Salida Embalse No.3 a Desembocadura río Tunjuelo

El río Tunjuelo es descrito topográficamente por medio de 59 secciones transversales, las cuales fueron tomadas del Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes en La Cuenca del Río Tunjuelo, elaborado por la Compañía de Estudios e Interventorías Ltda (CEI). En la Figura No. 2.5 se muestra la planta general del río Tunjuelo con la localización de las secciones mencionadas; las secciones transversales del río Tunjuelo utilizadas en los análisis hidráulicos se muestran en el Anexo No. 3 de este informe.

Algunas de estas secciones, localizadas aguas abajo del embalse de regulación No. 3, es decir entre el barrio Perpetuo Socorro y la confluencia con el río Bogotá, fueron modificadas para tener en cuenta el evento de que la parte superior del terraplén o terraplenes, en su último metro, falle en el paso de las crecientes en los puntos críticos indicados anteriormente. Las modificaciones de las secciones originales determinadas por CEI en 1997, fueron las siguientes:

<u>Abscisa</u>	<u>Terraplén Modificado</u>
K21+301	Izquierdo y Derecho
K21+550	Izquierdo y Derecho
K22+063	Izquierdo y Derecho
K22+305	Derecho
K23+570	Izquierdo
K22+386	Izquierdo
K23+055	Derecho
K24+290	Izquierdo
K24+546	Izquierdo
K25+070	Izquierdo

*b) Crecientes*

Los eventos hidrológicos seleccionados para los análisis hidráulicos en el río Tunjuelo corresponden a las crecientes con períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años que se presentan simultáneamente en cada uno de los tributarios principales del río Tunjuelo, y a la creciento generada en el río Tunjuelo en el sitio conocido como Cantarrana.

Los hidrogramas de las crecientes de los afluentes y del río Tunjuelo se muestran en las Figuras 2.7 a 2.10 para los períodos de 10, 25, 50 y 100 años respectivamente.

*c) Coeficiente de rugosidad*

Los valores del coeficiente de rugosidad de Manning utilizados para el cálculo de los perfiles de flujo en el río Tunjuelo y por tanto de sus capacidades máximas para diferentes tramos, fueron tomados del Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes en la Cuenca del Río Tunjuelo realizado por la Compañía de Estudios e Interventorías Ltda (CEI).

En la Tabla 2.17 se presenta un resumen de la calibración efectuada para la estación Cantarrana, indicando los coeficientes de Manning estimados para el grupo de aforos seleccionado. Como puede observarse resultaron dos coeficientes de Manning, uno de 0,036 para caudales medios entre 9 y 35 m<sup>3</sup>/s, y otro de 0,026 para caudales superiores a 50 m<sup>3</sup>/s. Estos valores se consideran aceptables para las condiciones de vegetación y rugosidad del fondo del cauce en el río Tunjuelo.

*d) Determinación de los volúmenes de inundación por desbordamiento del río Tunjuelo*

Para estimar los volúmenes de vertimiento del río Tunjuelo se siguieron los pasos siguientes:

1. Se calculó la curva de descarga del río Bogotá en la desembocadura del río Tunjuelo, a partir de perfiles de flujo gradualmente variado, del tipo M1, con control aguas abajo en las compuertas de Alicachín en la cota 2 568,5 msnm (nivel normal de operación de las compuertas). La sección sobre el río Bogotá en la desembocadura del río Tunjuelo está localizada en el K22+500 del abscisado con K0+000 en las compuertas de Alicachín (Ver Figura No. 2.11).
2. Se calculó la curva de descarga del río Tunjuelo en su desembocadura a partir de la curva de descarga calculada sobre el río Bogotá, considerando que el aporte del río Bogotá en la confluencia es de 69 m<sup>3</sup>/s, equivalente al caudal transportado por este río para un período de retorno de 10 años en dicha desembocadura.

El caudal del río Tunjuelo se calculó como la diferencia entre el caudal en el río Bogotá aguas abajo de la desembocadura del río Tunjuelo y el caudal proveniente del río Bogotá aguas arriba (69 m<sup>3</sup>/s). En seguida se resume el cálculo del caudal del río Tunjuelo en su desembocadura:

Nivel en la confluencia (Cotas EAAB)	Caudal del río Bogotá aguas abajo del río Tunjuelo	Caudal en el río Tunjuelo
msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
2571.00	75.3	6.4
2571.20	85.3	16.4
2571.40	95.3	26.4
2571.58	105.3	36.4
2571.76	115.3	46.4
2571.93	125.3	56.4
2572.09	135.3	66.4
2572.26	145.3	76.4
2572.41	155.3	86.4
2572.56	165.3	96.4
2572.70	175.3	106.4
2572.84	185.3	116.4
2573.11	205.3	136.4
2573.37	225.3	156.4

En la Figura No. 2.12 se muestra graficada la curva de descarga del río Tunjuelo en su desembocadura para las condiciones descritas anteriormente.

3. Cálculo de las máximas capacidades de descarga del río Tunjuelo.

Las máximas capacidades de descarga del río Tunjuelo se han calculado por medio de perfiles de flujo gradualmente variado del Tipo M2 con condición de control aguas abajo dado por la curva de descarga del río Tunjuelo en su desembocadura. La máxima

capacidad de descarga corresponde al caudal que es capaz de evacuar el río en un determinado tramo con nivel de agua hasta la corona de los jarillones (condición de banca llena), modificada, si es del caso, para tener en cuenta la inestabilidad de la parte superior de los jarillones, en sitios críticos.

Los perfiles se desarrollaron desde la desembocadura hacia aguas arriba, teniendo en cuenta los controles hidráulicos impuestos por los orificios (baterías de culverts) construidos como estructuras de control de los embalse No 1, 2 y 3. Estos se encuentran localizados en las abscisas K15+990, K17+600 y K20+241 (ver Figura No. 2.5). Además de las estructuras de control propias de los embalses de regulación construidos sobre el río Tunjuelo, existe un puente canal localizado 20 m aguas arriba del cruce de la avenida Boyacá con el río Tunjuelo (ver Figura No. 2.13; K10+422) el cual solo posee unos 2 m de gálibo sobre el nivel de aguas normales del río Tunjuelo en este sitio. Este puente canal, que ha sido construido por la EAAB para conducir aguas negras hacia la estación de bombeo San Benito, presenta una extraordinaria restricción al flujo en el caso de grandes avenidas, actuando como un orificio y sobreelevando los niveles del agua en sectores aguas arriba del mismo.

Para simular el comportamiento de orificio de las estructuras de control y del puente canal se utilizó un coeficiente de descarga de 0,6. Aguas arriba del puente canal, los perfiles se continúan hasta alcanzar el K0+000 ubicado en Cantarrana.

Para este cálculo se utilizó el programa HEC-RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, el cual permite calcular perfiles de flujo en canales con secciones irregulares; permite, además, utilizar un coeficiente de rugosidad diferente para cada uno de los componentes de una sección. En la Tabla 2.18 se presentan los resultados de los perfiles de flujo a todo lo largo del río Tunjuelo para caudales de 10, 25, 50 y 100 m<sup>3</sup>/s, y en la Figura 2.13 se presentan los perfiles de flujo calculados en el río Tunjuelo para los caudales anteriormente mencionados.

Del estudio de los perfiles anteriormente calculados y la comparación de su elevación con respecto a los niveles de los jarillones, se establecieron las siguientes capacidades máximas de descarga del río Tunjuelo, por sectores:

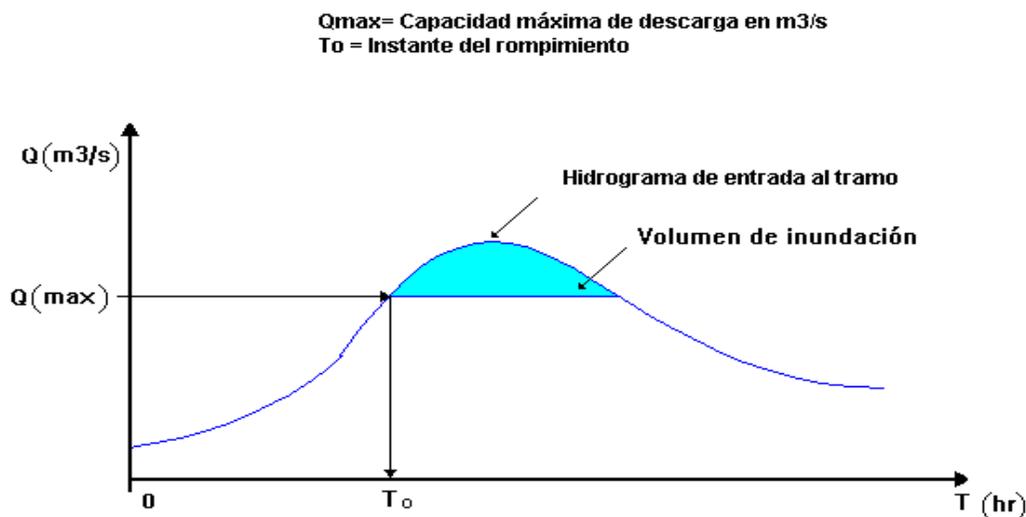
Sector	Abscisa km	Caudal máximo de descarga sin desbordamiento (m <sup>3</sup> /s)
Cantarrana a las Qdas. Fiscalá+Santa Librada	K0+000 - K3+850	100
Qdas. Fiscalá+Santa Librada a la Entrada al Embalse No.1	K3+850 - K10+600	25
Salida del Embalse No.3 a Desembocadura del río Tunjuelo	K20+242 - K30+500	10

#### 4. Cálculo de los volúmenes de inundación

Para calcular el volumen excedente, conocido el caudal de máxima capacidad de descarga del cauce y el hidrograma de entrada de cada uno de los subtramos en que se ha dividido el río Tunjuelo, se han seguido los pasos siguientes:

- \* Se traza una línea paralela al eje Tiempo del hidrograma de entrada al tramo, correspondiente al caudal de máxima capacidad de descarga.
- \* El área comprendida entre la curva del hidrograma y la paralela mencionada, constituye el volumen de excedencia que produce la inundación, en la localidad correspondiente.
- \* El procedimiento se repite para cada una de las crecientes seleccionadas de 10, 25, 50 y 100 años de período de retorno del río Tunjuelo y sus afluentes.

En el siguiente esquema se visualiza el procedimiento anteriormente descrito:



El hidrograma de entrada al subtramo es disminuido en el volumen de excedencia de ese subtramo, y seguidamente es trasladado en el cauce del río Tunjuelo hasta la confluencia de la próxima quebrada con la velocidad de la onda (Tránsito de creciente bajo la teoría de la onda cinemática), la cual es calculada por medio de la expresión:

$$C = \sqrt{g * y}$$

C = Velocidad de la onda, en m/s

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

y = Profundidad media de flujo, en m

Para una profundidad media de flujo de 4 m, el valor de celeridad de onda es de 6,26 m/s. La profundidad de 4 m corresponde a la profundidad media de flujo en el río Tunjuelo hasta la corona de los jarillones.

Durante el proceso de viaje de los hidrogramas en cada tramo, no se toman en cuenta efectos de almacenamiento en el tramo, y por tanto no hay atenuación de los caudales del hidrograma; de esta manera se obtienen volúmenes de vertimiento conservativos.

El tiempo de traslado del hidrograma hasta la confluencia del próximo afluente se obtiene dividiendo la distancia desde el sitio de entrada de un subtramo hasta la desembocadura del próximo afluente, por el valor de la celeridad de la onda. Este tiempo es tomado en cuenta al sumar el hidrograma que se traslada por el río, al hidrograma del próximo afluente en su respectiva confluencia, para determinar el hidrograma de entrada para el siguiente subtramo del río.

El procedimiento descrito anteriormente para el cálculo del volumen de inundación se repite en cada uno de los subtramos, en que se ha dividido el río Tunjuelo en el presente análisis. Los resultados detallados correspondientes se presentan en las Tablas 2.19 a 2.24, 2.25 a 2.30, 2.31 a 2.36 y 2.37 a 2.42, para períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, respectivamente.

A continuación se resumen los volúmenes de inundación en el sector comprendido entre Cantarrana y el barrio Villa Helena (Embalse No. 1)

Sector	Volumen de inundación (hm <sup>3</sup> )			
	Tr = 10 años	Tr = 25 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años
K0+00 - K1+200	0,364	1,170	1,860	2,500
K1+200 - K3+850	0,138	0,222	0,288	0,327
K3+850 - K5+900	2,963	3,478	3,966	4,055
K5+900 - K8+720	0,223	0,279	0,310	0,343
K8+720 - K9+600	0,131	0,161	0,179	0,197
Suma K0+00 a K9+600	3,819	5,310	6,603	7,422
K9+600 - K10+600	0,655	0,790	0,880	0,968

De este cuadro se establece que los sectores mayormente afectados por desbordamientos están localizados entre las abscisas K0+000 al K1+200 (Cantarrana a Quebrada Botello), K3+850 a K5+900 (Quebrada Fiscala y Santa Librada a Quebrada Trompeta) y K9+600 a K10+600 (Quebrada Chiguaza a Embalse No. 1).

Una vez transitados los hidrogramas del río Tunjuelo y sus afluentes a través de los primeros 10 km 600 m del río, el hidrograma de creciente resultante es transitado en forma consecutiva a través de los tres embalses de regulación No. 1, 2 y 3, existentes en el río Tunjuelo entre las abscisas K10+600 y K20+241. Los tránsitos se desarrollan bajo la teoría de tránsito agregado en piscina nivelada.

Los tránsitos de crecientes a través de los embalses se realizaron para los períodos de retorno seleccionados de 10, 25, 50 y 100 años, con los resultados mostrados en las Tablas 2.43 a 2.54 y en las Figuras 2.14 a 2.25.

En el subtramo comprendido entre las abscisas K10+600 al K20+241, en general no se presentan desbordamientos en el proceso del tránsito de las crecientes y su amortiguación se realiza en los embalses de regulación allí construidos; solamente existiría inundación dentro del área inundable del Embalse No.2, en donde se localiza, como se ilustra en el Plano No. 6 (1 de 4) un conjunto de campos deportivos.

En el tramo final del río Tunjuelo aguas abajo del Embalse No. 3, entre las abscisas K20+241 y K30+500, el río Tunjuelo se ha beneficiado de la regulación de sus crecientes en los embalses No. 1, 2 y 3. Sin embargo, como se ha anotado anteriormente, en algunos trechos los terraplenes son inestables en su parte superior (debido a realces con material inadecuado), pudiendo dar lugar a que esta parte falle y ocurran desbordamientos sobre el nivel del jarillón original (sin realce).

Los análisis hidráulicos realizados en este tramo, mediante el modelo HEC-RAS, cuyos resultados se incluyen en el Anexo 4, indican que la capacidad máxima, sin desbordamiento de este tramo es de 10 m<sup>3</sup>/s; el resumen de las simulaciones es el siguiente:

Caudal (m <sup>3</sup> /s)	SECCIONES DE DESBORDAMIENTO		
	Localización	Margen Derecha	Margen Izquierda
5	K20+504	NO	NO
10	K20+504	SI	NO
15	K20+504	SI	NO
20	K20+504	SI	NO
	K25+301	NO	SI
25	K20+504	SI	NO
	K23+301	NO	SI
30	K20+504	SI	SI
	K23+301	NO	SI

Lo anterior indica que el caudal sin desbordamiento en cualquier sección del río es de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ; caudales entre  $10$  y  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , en la sección K20+504 resultan en desbordamiento sobre su margen derecha; y caudales superiores a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , causarían desbordamiento en ambas márgenes.

Otro sitio crítico de desbordamiento está localizado más aguas abajo, en K23+301, en donde si los caudales fueran iguales o mayores a  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , causarían desbordamiento sobre la margen izquierda.

Por estar localizado aguas arriba, la ocurrencia de desbordamiento en K20+504 implica que de allí en adelante no existan desbordamientos, ya que el río transportaría en su cauce hacia abajo solamente  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ; el exceso de caudal se habrá vertido en K20+504.

En las Tablas 2.55 a 2.58 se muestra el cálculo de los volúmenes y caudales máximos vertidos en la abscisa K20+504, teniendo en cuenta que para caudales de entrada entre  $10$  y  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  existe vertimiento solamente sobre el jarillón derecho, y para caudales de entrada superiores a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , existirá vertimiento sobre ambos jarillones, en proporción a las láminas de vertimiento, elevadas a la potencia  $(3/2)$ .

El resumen de los estimativos realizados es como sigue, en cifras redondeadas:

Período de Retorno (Tr)	Volúmenes Vertidos ( $\text{hm}^3$ )		Caudal Máximo Vertido ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	
	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA
10	2,05	0,14	27,8	4,9
25	2,53	0,17	30,3	5,4
50	2,53	0,20	32,1	5,7
100	2,59	0,22	33,6	5,9

Como puede observarse, para los períodos de recurrencia de 10 y 100 años, existen pequeñas diferencias en los volúmenes vertidos sobre el jarillón derecho (máximo 26%) y los caudales máximos vertidos (máximo 21%) en ambas márgenes. Las mayores diferencias existen en los volúmenes vertidos sobre el jarillón izquierdo (un 57%). Los volúmenes vertidos sobre el jarillón derecho son entre 12 y 15 veces mayores que los vertidos sobre el jarillón izquierdo, y los caudales máximos son entre 5 y 6 veces mayores sobre el jarillón derecho que sobre el izquierdo.

Lo anterior significa que en el sitio de posible desbordamiento aguas abajo del Embalse No. 3, los barrios de la margen derecha, como El Rubí, serían más afectados que los localizados sobre la margen izquierda como el José Antonio Galán.

### 2.5.1.2 Zonificación de la amenaza inundación

#### a) Criterios para la evaluación de la amenaza

Los criterios adoptados para la evaluación de la amenaza por inundación se basan en los conceptos de frecuencia y severidad, representada ésta última por la Profundidad y la Duración.

Se considera una inundación de frecuencia alta la que tiene un período de recurrencia  $T_r$  inferior a 10 años; frecuencia media para  $T_r$  entre 10 y 100 años; y de frecuencia baja, la correspondiente a  $T_r$  superior a 100 años.

De otro lado, la severidad de la inundación, se considera función de la Profundidad  $H$ , en metros, y de la Duración  $D$ , en días, así:

Duración (días)	Profundidad (m)	
	< 0,50	> 0,50
< 3	Severidad Baja	Severidad Alta
>3	Severidad Alta	Severidad Alta

La amenaza se considera alta, media o baja, de acuerdo con la frecuencia y la severidad, así:

Frecuencia Período de recurrencia $T_r$ en años	Severidad	
	Alta	Baja
Alta $T < 10$ años	Amenaza Alta	Amenaza Baja
Media $10 < T < 100$ años	Amenaza Media	Amenaza Baja
Baja $T > 100$ años	Amenaza Baja	Amenaza Baja

## b) Amenaza de inundación en el sector Cantarrana - Quebrada La Estrella

- Tramo afectado por el flujo de agua

En este sector el caudal desbordado en las crecientes, en diversos puntos críticos, fluiría ocupando un área comprendida entre el lado externo del jarillón y el terreno adyacente. La simulación correspondiente al flujo en cada una de las márgenes del río se realizó utilizando el programa de computador HEC - RAS, el cual admite como datos básicos de entrada la geometría del cauce, los caudales desbordados y el valor del coeficiente de rugosidad (n) de Manning.

La geometría del cauce se definió mediante la determinación de secciones transversales del área de flujo, utilizando la cartografía suministrada por la UPES en escala 1:5000 con curvas de nivel cada 5 m. Los caudales desbordados corresponden a los valores acumulados de las diferencias entre los caudales máximos de las crecientes en cada sitio de posible desbordamiento y la capacidad del cauce del río Tunjuelo en dichos sitios. De otra parte, se consideró un coeficiente de rugosidad,  $n = 0,035$  teniendo en cuenta que el área de flujo tiene una cobertura natural de pastos altos.

De acuerdo con los análisis hidráulicos realizados en este sector, los caudales acumulados desbordados son los siguientes, en  $m^3/s$ .

Tramo	Margen izquierda		Margen derecha	
	Tr = 10 años	Tr = 100 años	Tr = 10 años	Tr 100 = años
K0+000 a K2+830	14,20	61,91	14,20	61,91
K2+830 a K5+500	14,20	61,91	26,48	88,61
K5+500 a K8+720	14,20	61,91	130,77	206,18

En el Anexo 5 se presenta la determinación de los perfiles de flujo para las condiciones y frecuencias indicadas.

Para una duración de la máxima inundación de muy corta duración (ya que ocurriría en el período de tiempo de paso del hidrograma correspondiente), la severidad de la inundación sería alta si la profundidad de flujo es superior a 0,50 m y baja si ésta es inferior a 0,50 m..

De acuerdo con los criterios para la determinación de la amenaza, a una severidad alta corresponde una amenaza alta cuando el período de retorno no excede los 10 años, una amenaza media, para períodos de retorno entre 10 y 100 años y una amenaza baja para períodos de retorno que exceden 100 años.

En consecuencia, en el Sector Cantarrana - Quebrada La Estrella y en el tramo afectado por el flujo de agua, la amenaza de inundación por desbordamiento del río Tunjuelo es alta en la zona en donde, con frecuencia corresponde a  $Tr = 10$  años, la profundidad es superior a

0,50 m; es media dentro de los límites definidos por la amenaza alta y el desbordamiento con  $Tr = 100$  años; y baja en el exterior de este último límite. Esta zonificación de la amenaza se muestra en el Plano 6 (3 de 4 y 4 de 4).

- Zona de almacenamiento de agua

Al final del sector, el flujo de agua se detendría en una zona ubicada en vecindades de la confluencia del río Tunjuelo y la quebrada Chiguaza, en donde se formaría un pondaje de almacenamiento debido a la existencia de jarillones en las márgenes oriental del río y sur de la quebrada. En esta zona existen dos accidentes topográficos notables: una gran excavación originada por la explotación de gravas (Pozo Azul - Escuela de Artillería), con un volumen aproximado de  $3,96 \text{ hm}^3$ ; y adyacente a esta excavación, hacia el nororiente, un relleno conformado con material de desecho de la explotación, el cual, por su elevación, no sería afectado por inundaciones con los períodos de retorno analizados.

Al occidente de la excavación existe una zona baja del jarillón, por la cual ingresarían que volúmenes desbordados en crecientes con períodos de retorno  $Tr = 10$  años y se depositarían en la excavación. Estos volúmenes, de  $3,81 \text{ hm}^3$ , ocuparían prácticamente toda la capacidad de la excavación con una profundidad de 25 m, y su evacuación, por bombeo, tendría una duración que se estima superior a 3 días.

Por lo anterior, la severidad de esta inundación debe considerarse alta, la cual, combinada con una frecuencia alta, resulta en una amenaza alta de inundación en la extensión de la excavación.

De otra parte, la capacidad de la excavación, de  $3,96 \text{ hm}^3$ , sería excedida por el volumen de agua desbordada con  $Tr = 100$  años ( $7,422 \text{ hm}^3$ ). El volumen de exceso, de  $3,462 \text{ hm}^3$ , se almacenaría sobre la superficie del terreno en la zona sur - este de la confluencia de la quebrada Chingaza y el río Tunjuelo, exceptuando el área de relleno conformado con material de desecho de la excavación. La curva de Cota - Volumen de esta zona de almacenamiento se muestra en la Figura 2.26, en la cual para un volumen de  $3,462 \text{ hm}^3$  corresponde a una cota de 2 565,25 msnm, aproximadamente.

Teniendo en cuenta el volumen de la inundación ( $3,46 \text{ hm}^3$ ) y la necesidad de evacuar sus aguas por bombeo, la duración de la inundación excedería los tres días, por lo cual, independiente de la profundidad de la inundación, su severidad debe considerarse alta. Para frecuencias intermedias, correspondiente a  $Tr$  entre 10 y 100 años, la amenaza de inundación es media. En terrenos con cota superior a 2 565,25 msnm, la frecuencia de inundación sería baja ( $Tr > 100$  años), para la cual la amenaza de inundación es baja.

La zonificación descrita de la amenaza de inundación en la zona de almacenamiento se muestra en el Plano 6 (2 de 4).

c) Amenaza de inundación en el sector de los barrios de interés

Este sector corresponde al tramo del río Tunjuelo comprendido entre la confluencia de la quebrada La Estrella, frente al barrio México, y la entrada al Embalse No. 3; en esta zona, en la cual el río recibe la afluencia de la quebrada Chiguaza, están localizados sobre la margen izquierda del río Tunjuelo, los barrios Meissen, Playita I y II, El Preciso y Villa Helena; y sobre la margen derecha, los barrios San Benito y Abraham Lincoln.

El río Tunjuelo es cruzado, frente al barrio San Benito, por la Avenida Boyacá, y al norte del barrio Villa Helena, por la vía a Villavicencio, las cuales conforman diques contra los cuales se almacenarían las aguas desbordadas en este sector. En la Figura 2.27 se muestra la curva Cota - Área - Capacidad del represamiento generada en la zona, obtenida de la cartografía suministrada por la UPES con curvas de nivel cada 5 m, la cual fue interpolada para obtener curvas de nivel cada 1 m.

Los volúmenes, cotas, profundidades máximas, y áreas de inundación estimadas para diversos períodos de retorno en esta zona son como sigue:

Tr (años)	Volumen de inundación (hm <sup>3</sup> )	Nivel de Altura (msnm)	Profundidad máxima (m)
10	0,786	2 558,00	3,00
25	0,950	2 558,25	3,25
50	1,059	2 558,35	3,35
100	1,165	2 558,60	3,60

Estos estimativos indican que las magnitudes de la inundación por desbordamiento en este sector son considerables para todos los períodos de retorno estudiados.

Debido a que los volúmenes vertidos estarían confinados por las vías principales (Avenida Boyacá y vía a Villavicencio) y los jarillones del río, en esta zona la evacuación de las aguas deberá hacerse principalmente mediante bombeo o por brechas que se abran en los jarillones una vez recedan los niveles del río. En cualquiera de estas instancias, la duración de la inundación sería superior a cinco días, teniendo en cuenta un tiempo de reacción para iniciar las operaciones de evacuación de dos días, y un período de evacuación de por lo menos tres días.

De acuerdo con los criterios para determinar la amenaza por inundación, siendo la duración superior a tres días, la severidad es alta para cualquier profundidad; a este grado de severidad corresponde una amenaza alta para áreas inundadas con  $Tr \leq 10$  años, o sea hasta la cota 2 558,00 msnm; una amenaza media para zonas afectadas por inundaciones con  $10 \leq Tr \leq 100$  años, es decir entre cotas 2 558,00 y 2 558,60 msnm; y una amenaza baja, para áreas cubiertas por inundaciones con  $Tr \geq 100$  años, o sea para cotas superiores a 2 588,60 msnm.

La zonificación correspondiente se muestra en el Plano 6 (2 de 4).

Los barrios proporcionalmente más afectados con amenaza alta serían en su orden: La Playita II, San Benito, Villa Helena y La Playita I. La amenaza media afecta a los barrios Villa Helena, La Playita I, La Playita II, Abraham Lincoln, Meissen, El Preciso y San Benito, en su orden (según proporción de predios por barrio). Con amenaza baja, los barrios afectados son, en orden descendente de proporciones relativas, los siguientes: El Preciso, Meissen, Abraham Lincoln, La Playita I, Villa Helena, San Benito y La Playita II.

El resumen de este análisis en el siguiente:

Barrio	Lotes en Amenaza Alta	Lotes en Amenaza Media	Lotes en Amenaza Baja	Total de Lotes	% de Lotes en Amenaza Alta	% de Lotes en Amenaza Media	% de Lotes en Amenaza Baja
Playita I	10	79	219	308	3,2	25,6	71,2
Playita II	219	46	40	305	71,8	15,1	13,1
Villa Helena	41	69	82	192	21,4	35,9	42,7
Meissen	0	21	174	195	0	10,8	89,2
San Benito	1109	80	541	1730	64,1	4,6	31,3
El Preciso	0	7	98	105	0	6,7	93,3
Abraham Lincoln	0	255	1648	1903	0	13,4	86,6

e) Amenaza de inundación en el sector Embalse No. 1 - Embalse No. 3

Como se indicó anteriormente, en este sector, la amortiguación de las crecientes estudiadas del río Tunjuelo (Tr hasta 100 años) en los Embalses No. 1, 2 y 3 de la EAAB se efectúa dentro de las áreas de los embalses, sin desbordamientos, excepto en una pequeña zona perteneciente al Embalse No. 2.

El apozamiento del agua desbordada en los campos deportivos no tendrá una profundidad mayor de 0,50 m, pero la inundación tendría una duración superior a tres días, ya que debería evacuarse por bombeo. Por lo tanto, la severidad de la inundación sería alta. Esta categoría de severidad, combinada con frecuencias alta, media y baja correspondería a amenaza alta para áreas cubiertas por la inundación con  $Tr \leq 10$  años, amenaza media para  $10 < Tr \leq 100$  años, y amenaza baja, para  $Tr > 100$  años. Esta zonificación de la amenaza se muestra en el Plano 6 (1 de 4).

e) Amenaza de inundación en el sector del Embalse No. 3 a confluencia con el río Bogotá

En este sector ocurrirían desbordamientos del río Tunjuelo en el tramo frente a los barrios Rubí y José Antonio Galán, aguas abajo de Jardines del Apogeo. El área afectada está considerablemente urbanizada de tal modo que la topografía original ha sido alterada por los desarrollos urbanos; la cartografía más reciente disponible es del IGAC, en escala 1:2 000 y curvas de nivel cada 2 m.

En este sector se determinaron en dos zonas específicas: la primera, que corresponde al tramo afectado por el flujo del agua desbordada en ambas márgenes, entre el barrio El Rubí y aproximadamente el sitio de ubicación de la hacienda La Isla, a unos 2 km al sur de la confluencia del río Tunjuelo con el río Bogotá; y la segunda, de almacenamiento de los volúmenes desbordados, ubicada en ambas márgenes del río Tunjuelo en vecindades de la confluencia con el río Bogotá, y limitada por los jarillones de ambos ríos y vías rurales en terraplén, que hacen de diques de confinamiento.

- Tramo afectado por el flujo de agua desbordada

El flujo de agua desbordada ocurriría en ambas márgenes en las áreas exteriores a los jarillones; dicho flujo se analizó utilizando el programa de computador HEC - RAS, el cual admite como datos de entrada las secciones transversales del área de flujo (obtenidas de la cartografía mencionada IGAC), el coeficiente de rugosidad de Manning (para el cual se adoptó un valor de 0,035, considerando que la superficie de flujo consiste en pasto alto) y los caudales de desbordamiento que, según los caudales hidráulicos previamente realizados, son como sigue:

Margen	Caudales de desbordamiento (m <sup>3</sup> /s)	
	Tr = 10 años	Tr = 100 años
Izquierda	4,7	5,9
Derecha	27,8	33,6

Los resultados del análisis de flujo en este tramo se incluyen en el Anexo 6.

El flujo de agua desbordado solo ocurre, en un lugar dado, durante el tránsito de la creciente de desbordamiento, con una duración inferior a tres días. La severidad de la inundación es alta en las áreas en donde la profundidad de la inundación es superior a 0,50 m y baja en donde dicha profundidad es inferior a 0,50 m.

La amenaza de inundación sería alta en las zonas ocupadas por el flujo con una frecuencia correspondiente a períodos de retorno hasta de 10 años, que tengan una profundidad de inundación superior a 0,50 m; media en la franja comprendida entre el límite de la amenaza alta y el determinado por el desbordamiento con período de retorno de 100 años; y baja en

todas las áreas exteriores a esta última franja. Esta zonificación se muestra en el Plano No. 7.

Es de anotar que la descripción geomorfológica del área indica la existencia de una terraza aluvial alta no inundable, hacia el norte del río y sobre la margen derecha, en el área de San Bernardino. Inspecciones de campo realizadas evidenciaron que entre el borde del río y dicha terraza existe una estrecha zona baja, que, como se presenta en el Plano 7, sería ocupada por el flujo de agua desbordada.

- Zona de almacenamiento de agua

Al final del río Tunjuelo, en terrenos adyacentes a su confluencia con el río Bogotá se almacenarían las aguas desbordadas en ambas márgenes del río. Las curvas de Cota - Capacidad respectivas se presentan en la Figuras 2.28. Estas zonas de almacenamiento están confinadas por los jarillones de los ríos Bogotá y Tunjuelo y por terraplenes de vías existentes que actúan como diques, por lo cual diversos volúmenes almacenados alcanzarían cotas diferentes, ocupando prácticamente la misma área.

Las siguientes son las cotas que alcanzarían los volúmenes almacenados en el caso de diversos eventos:

Frecuencia de inundación (Tr, años)	Cota de Agua en Zona de Almacenamiento	
	Margen derecha	Margen izquierda
10	2 570,84	2 571,06
100	2 570,13	2 570,21

La duración de la inundación en las zonas de almacenamiento duraría más de tres días puesto que la evacuación de las aguas deberá hacerse mediante bombeo. Por lo tanto, la severidad de la inundación debe catalogarse como alta. En consecuencia, la amenaza de inundación sería alta en las áreas ocupadas con una frecuencia correspondiente a Tr hasta de 10 años; media, para áreas afectadas por eventos con Tr entre 10 y 100 años; y baja, en áreas que se afectarían en crecientes con Tr mayor de 100 años. Esta zonificación se muestra en el Plano 7.

f) Amenaza de inundación en los afluentes mayores del río Tunjuelo

La determinación de las zonas de inundación en las cuencas de los tributarios del río Tunjuelo se realizó para aquellos localizados entre las confluencias del río Tunjuelo con las quebradas Yomasa y Limas. Estos tributarios son las quebradas Yomasa, Santa Librada, La Fiscala, y Chiguaza, en la vertiente derecha, y Trompetas, La Estrella y Limas, en la vertiente izquierda.

Para las quebradas mencionadas existe información cartográfica que permite establecer pendientes de los cauces y secciones transversales. De otra parte, se cuenta con información sobre las crecientes en las quebradas, con períodos de retorno entre 10 y 100 años, en su confluencia con el río Tunjuelo. Dado que la amenaza de inundación se determina para la zona relativamente plana y urbanizada de las cuencas de las quebradas en las vecindades de su entrega en el río, se han adoptado dichas crecientes como representativas para las zonas de posible inundación.

Para establecer la profundidad y, en consecuencia, el ancho del flujo en el paso del caudal máximo de las crecientes consideradas, se utilizó en el cálculo de los perfiles hidáulicos, el programa HEC-RAS del Cuerpo de Ingenieros del Ejercito de los Estados Unidos, el cual permite la determinación suficientemente confiable de dichos perfiles para condiciones de flujo subcrítico, supercrítico y mixto.

Las quebradas son en la mayoría, canales naturales, con taludes y fondo irregulares, para cuyos cauces se estima un coeficiente de rugosidad,  $n$ , de Manning, de 0,035. Existen algunos tramos, sin embargo, en los cuales las quebradas han sido canalizadas con cauces más regulares, para los cuales la rugosidad se considera inferior,  $n = 0,030$ .

En el Anexo No. 7 se presentan los resultados de la determinación de las profundidades y anchos de flujos en las diversas secciones de las quebradas en estudio, para caudales máximos de las crecientes con  $Tr$  de 10 y 100 años.

Los tributarios que pueden presentar problemas de inundación para crecientes con  $Tr = 100$  años son las quebradas Chiguaza y Limas; en las demás quebradas las crecientes hasta con  $Tr = 100$  años pueden contenerse dentro de sus cauces actuales. La áreas sujetas a inundación son afectadas durante el paso de las crecientes, que tienen una duración inferior a tres días. Para esta duración, la amenaza alta existiría en las zonas cubiertas durante desbordamientos, con período de retorno  $Tr$  de 10 años y que tengan una profundidad mayor de 0,50 m; la amenaza media correspondería la franja comprendida entre el límite de la amenaza alta y el determinado por el desbordamiento con  $Tr$  de 100 años; y la amenaza baja corresponde a zonas ubicadas en el exterior de esta última franja. Esta zonificación se muestra en los Planos 8.

## **2.5.2 Inundación por encharcamiento**

En los barrios en estudio se consideró necesario investigar la probabilidad de inundación por encharcamientos que se producirían como consecuencia de aguaceros notables y prolongados. En la Figura 2.29 se presenta la síntesis de los aguaceros en la Sabana de Bogotá, con duración de tres horas, que es la media de las duraciones de los aguaceros estudiados recientemente por la EAAB. De esta figura, que presenta las curvas PADF (Precipitación - Área - Duración - Frecuencia), se obtiene que para el área típica de un

barrio de unas 100 hectáreas, la precipitación para un período de retorno de 100 años sería de unos 83 mm.

Considerando que no exista infiltración y que la superficie de los barrios fuera uniformemente horizontal, situación extrema para el encharcamiento, la profundidad de éste sería de 0,08m, la cual no representaría condiciones críticas de inundación por encharcamiento.

### 3. RIESGOS DE INUNDACIÓN EN BARRIOS DE INTERÉS

En este capítulo se presentan los análisis para establecer los riesgos de inundación en los siguientes barrios: Meissen, La Playita I, La Playita II, El Preciso, Villa Helena, Isla del Sol, San Benito y Abraham Lincoln, que tienen amenaza de inundación por desbordamiento del río Tunjuelo.

#### 3.1 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

En esta sección se presenta el análisis de la vulnerabilidad en los barrios de interés teniendo en cuenta las condiciones socioeconómicas, otros aspectos relacionados como el uso del suelo, y la interacción de algunas características de la amenaza de inundación con la vulnerabilidad.

##### 3.1.1 Aspectos Socioeconómicos

Con el propósito de orientar medidas de coordinación interinstitucional a nivel distrital, se incorporan en esta descripción las políticas marco de la administración central y las respectivas localidades donde se ubican los barrios objeto de este estudio. Dichas políticas contienen programas y proyectos, que en algunas de las prioridades se constituyen por sí mismas en fórmulas de acción para mitigar o prevenir amenazas, y pueden estar fortalecidas por las medidas puntuales y globales que se propongan, para atenuar los impactos sociales que genera un fenómeno de inundación.

##### 3.1.1.1 Políticas institucionales en relación al tema de riesgos

###### *Plan de Desarrollo del Distrito Capital*

En el actual Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas para el Distrito Capital, la Alcaldía Mayor en una de sus prioridades, se propone la desmarginalización de la ciudad, concentrando la estrategia fundamentalmente en la dotación de servicios públicos, tales como acueducto, alcantarillado e infraestructura vial. En tal sentido, los barrios que ocupan en la actualidad parcial o totalmente zonas de ronda hidráulica en el río Tunjuelito, cuya circunstancia los hace estar en una condición de dotación inadecuada de servicios y en algunos casos considerados como ilegales, serán objeto de mejoramiento de condiciones y calidad de vida.

Las prioridades definidas por el Plan de Desarrollo de Santa Fe D.C. son las siete siguientes: Desmarginalización, interacción social, ciudad a escala humana, movilidad, urbanismo y servicios, seguridad y convivencia, y eficiencia institucional, estas prioridades se constituyen en estructurantes para potenciar el desarrollo humano, bajo los preceptos de alcanzar una mejor calidad de vida y garantizar los derechos colectivos.

De otro lado, las localidades en las que se ubican los barrios, que son Tunjuelito, Ciudad Bolívar y Usme, han diagnosticado como problemas sociales en dichas unidades territoriales, entre otros, las ocupaciones urbanísticas e industriales en rondas de quebradas y en zonas con pendientes inestables, con las consecuencias que de este hecho se derivan para estos desarrollos urbanos, en disminución de su calidad de vida.

Como programas a desarrollar para el logro de las prioridades están: La ampliación y mejoramiento de la infraestructura vial y de servicios públicos, la ampliación y mejoramiento de la infraestructura del sector social, promoción de la gestión comunitaria e institucional, y la adecuación de zonas de riesgo y atención a familias afectadas, entre otras.

El programa que adecua las zonas de riesgo se hará con base en la zonificación de riesgos para la ciudad por fenómenos naturales o antrópicos, se identificarán sitios críticos que merecen un tratamiento especial; así mismo se definirán las familias que requieran de reubicación o medidas preventivas frente a la situación de amenaza (Ref. 6).

El objetivo del programa es cubrir las necesidades de las familias con programas de reubicación y adoptar medidas para prevenir y mitigar el riesgo. Es así como la prioridad de Desmarginalización, contempla un programa que sustenta el estudio y acciones propuestas en el mismo para el control y prevención de riesgos.

#### *Planes de Desarrollo Local*

- Tunjuelito

Conforme a las políticas, estrategias y programas del Plan de Desarrollo Distrital, las Alcaldías Locales han considerado las siete prioridades del Plan, para poner en marcha sus programas sociales. Para la elaboración del diagnóstico, la Alcaldía de Tunjuelito ha dividido la localidad en 6 zonas según criterios de Necesidades Básicas Insatisfechas-NBI, homogeneidad y ubicación geográfica, así: Tunjuelito y Abraham Lincoln (zona 1), San Benito y San Carlos (zona 2), Sector Tunal, Tejar de Ontario y Santa Lucía Sur (zona 3), Fátima, El Carmen y San Vicente Ferrer (zona 4), Venecia y Laguneta (zona 5), y Villa Ximena, Nuevo Muzú, Rincón de Nuevo Muzú, Rincón de Venecia e Isla del Sol (zona 6) (Ref. 7).

La Alcaldía y el grupo de apoyo en la formulación del Plan de Desarrollo Local, definen sus programas con miras a dar una cobertura a los grupos más vulnerables de la población con

inversión social y con participación. En materia de inversión social se proponen programas en ampliación de cobertura en atención a la salud, apoyo a los programas educativos formales: Proyectos Educativos Institucionales y dotación de cobertura; así como el apoyo a talleres culturales y educativos.

El tema de riesgos se enfoca al mejoramiento de la calidad y aumento de cobertura de servicios públicos básicos, en apoyo a la población vulnerable o en situación de riesgo, así como la elaboración de un plan de contingencia para la prevención y atención de emergencias y desastres.

Además se proponen, en cuanto a prevención y atención de emergencias, las siguientes medidas: Elaboración de un plan de atención de emergencias local, dotación de la estación de bomberos, capacitación a la comunidad en prevención de emergencias, constitución de una red de apoyo comunitaria para la prevención de riesgos y atención de emergencias, y constitución de un sistema de monitoreo, información y comunicación local y distrital.

La preocupación de la localidad es también la recuperación del espacio público y de recreación, con programas de construcción de ciclo-rutas, y recuperación de parques y de la ronda, con miras a apoyar el ordenamiento de la cuenca del río Tunjuelito.

- Usme

El Plan de Desarrollo de la Localidad (PDL) de Usme diagnostica la problemática socioeconómica a partir de indicadores que permiten mostrar la existencia de un 50% de la población en estrato 1 y un 31% en estrato 2. Un 40% de la población vive con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), y el índice de miseria alcanza un 20%.

Adicionalmente, reporta información referente a las condiciones de los barrios de la localidad, donde preocupa especialmente la carencia de servicios básicos en gran proporción de los desarrollos urbanos. Según el PDL, el 45% de los barrios carece del servicio de agua potable, el 52% no tiene alcantarillado (o lo ha construido la comunidad sin las especificaciones técnicas exigidas por la EAAB), y el 32% carece de energía eléctrica.

Para efectos del diagnóstico, la localidad ha sido dividida en 5 zonas que guardan alguna homogeneidad o que pertenecen a un mismo sector geográfico, que son denominados comunas.

Dentro del esquema general del Plan de Desarrollo, se define como prioridad “La Desmarginalización”, cuyo propósito se logra en la medida que se pongan en marcha siete programas, entre los que se cuenta el mejoramiento de la infraestructura de servicios públicos, el mejoramiento de la infraestructura y calidad de los servicios del sector social, y la adecuación de las zonas de riesgo y atención a las familias afectadas.

Adicionalmente, el plan incluye unas líneas estratégicas que conducen a cumplir una concepción de “Gestión pública desde el respeto a la dignidad humana, la primacía del interés general sobre el particular y la sostenibilidad”.

Es de anotar que además de los planes, programas y proyectos que incluye el Plan de Desarrollo Local y el Plan de Inversión, la Alcaldía Mayor en cabeza de la entidad competente (DAPD), ha emitido una resolución de legalización de 88 barrios en Usme que tenían el carácter de ilegales; esta acción se ejecuta dentro del Plan de Desmarginalizar a Bogotá, lo cual implica que tanto el Fondo de Desarrollo Local y como las entidades del distrito deben hacer las inversiones necesarias para el desarrollo social de las comunidades.

- Ciudad Bolívar

El Plan de Desarrollo de la Localidad define sus programas y políticas en concordancia con el Plan Distrital, a partir de un diagnóstico zonal en la localidad, donde la zona de Meissen incluye los barrios que se ubican en la margen izquierda del río Tunjuelo, y hacen parte del estudio de riesgos, es decir: El Preciso, La Playita I y II, Meissen y Villa Helena.

Para esta zona se define como prioridad la Desmarginalización, cuya definición es “la intervención masiva y conjunta de la Administración Distrital, Local y la comunidad, en barrios considerados como marginales, que presenten deficiencias en infraestructura de servicios públicos y sociales, mejorando la calidad de vida y dinamizando la apropiación de la construcción de su futuro por parte de la población”. La prioridad se desglosa en programas y proyectos, y para el caso de esta prioridad, el programa de mejoramiento de infraestructura vial y de servicios, es definitiva para cumplir los objetivos propuestos, y hacia esto se enfoca el plan en la zona de interés en este estudio. Así mismo, uno de los objetivos ambientales es el de dar impulso a acciones tendientes a la recuperación de la ronda del río Tunjuelito y a la prevención de emergencias.

La estrategia de desmarginalización para la localidad consiste en una intervención sobre el entorno público que combina el esfuerzo de la administración Distrital y la localidad, prevé la vinculación de la comunidad y el sector privado, de forma tal que los habitantes de los barrios identificados susceptibles de ser intervenidos desde la prioridad, se conviertan en gestores, aportantes y garantes de continuidad a la acción realizada, asegurando que la suma de esfuerzos permita el equipamiento físico y social de los barrios de la localidad, que en general han surgido de procesos de desarrollo ilegal, estrategia que exige la coordinación de las empresas de servicios públicos, Instituto de Desarrollo Urbano, Instituto Distrital de Recreación y Deporte, Secretaria de Educación, Secretaria de Salud, Etc.

Existen de otro lado, proyectos ubicados en la prioridad de “Ciudad a Escala Humana”, que buscan contrarrestar el deterioro ocasionado al medio ambiente en la localidad, producto de la inadecuada explotación del suelo, la contaminación de ríos y quebradas, el mal manejo

de las basuras y la contaminación atmosférica. Para esto es necesario la implementación de programas de mejoramiento, recuperación y protección del entorno urbano y rural.

### 3.1.1.2 Contexto social y urbano de las localidades de Tunjuelito, Usme y Ciudad Bolívar

#### *Problemática del desarrollo espontáneo*

El crecimiento urbano de las localidades es distinto; la localidad de Tunjuelito tiene dentro de sus límites, barrios muy antiguos que hacen parte de la historia del desarrollo de la Bogotá obrera. En tal sentido su desarrollo en gran parte fue efectuado por autoconstrucción, muy seguramente sin contar con las licencias de construcción otorgadas por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, pero con resoluciones de legalización que datan de mediados de siglo. Por otra parte, el desarrollo de la localidad de Usme es más tardío, en gran parte porque esta localidad se constituyó como tal a partir de un antiguo municipio que se mantiene con características muy particulares en cuanto a su estructura rural - urbana, aún hasta hoy.

La población que alberga la localidad de Tunjuelito era para 1996, del orden de 223.000 habitantes, con unas 35.000 viviendas en 18 barrios con un área de 1.067 ha. Los hogares en su mayoría están estratificados en estratos 2 y 3; con un índice de necesidades básicas insatisfechas de 21.2%.

En la localidad de Usme, la población para 1996 era aproximadamente de 225.000 habitantes en un área de 2.493 ha, con gran proporción de tierra agrícola por su carácter rural. Su estrato es también 2 y 3 y con un intenso desarrollo urbano desde la segunda mitad de la década del 70. Un número representativo de barrios ha crecido con loteos en globos de terreno de mayor extensión, que hacían parte de antiguas fincas y que fueron vendidos como lotes sin servicios; algunos de ellos ocupan rondas de quebradas importantes que son tributarias del río Tunjuelito.

El área de la cuenca alta y media del río Tunjuelo se caracteriza por estar poco urbanizada, y sólo en algunos casos los barrios llegan a ocupar la ronda hasta su borde. Sin embargo, el territorio en la parte urbana que conforma su cuenca, está habitado por dos millones de personas, para quienes el río sirve como referente de apropiación del espacio, razón por la cual es de gran relevancia su manejo y preservación, adecuada a su potencial como eje paisajístico y no como factor de riesgo y contaminación, como es percibido actualmente.

Usme es una localidad que tiene una tradición agrícola, con un gran porcentaje de área rural que se extiende hasta la cuenca alta del río Tunjuelo en su nacimiento con los ríos que lo alimentan, Curubital, Chisacá y Mugroso, en donde se encuentra vegetación característica de páramo altoandino. En este paisaje ha crecido una cultura campesina de larga tradición

en cultivos de pancoger combinados con cultivos de cebolla y papa que comercializan en Bogotá, unido a la economía pecuaria que también es importante en la localidad.

Usme, al ser anexado a Bogotá en 1954, sufrió un proceso de urbanización que hoy ocupa gran parte de la cuenca media del río. Algunos de los desarrollos de este sector se han dado de manera ilegal, con ocupación tanto de rondas de las quebradas importantes que drenan al mismo río Tunjuelito, por ejemplo, la Yomasa, Santa Librada y Bolonia, como el piedemonte de lo que se considera una zona de preservación ambiental, en donde se ubica el parque Entre Nubes. Adicionalmente, algunos de los barrios se encuentran en pendientes que sufren de amenazas por deslizamiento.

Para la localidad de Ciudad Bolívar, la Agenda Local Ambiental reporta un área de 1443 ha, con alturas entre 2400 y 3100 msnm; sin embargo la EAAB, en el estudio de demanda de aguas, reporta un área de 4085 ha entre rural y urbana. La población estimada para 1996 era de 459.417 habitantes, cuyo estrato predominante es el 2, aún cuando se establece que por lo menos el 56.2% está en condiciones de NBI, y el 28.9% en condiciones de miseria (Ref. 8).

En una buena parte, los barrios de esta localidad se han desarrollado por loteos sin licencia de construcción, que los convierte en desarrollos urbanos ilegales, y que, adicionalmente, no ofrece las condiciones básicas a la población, tales como servicios públicos, mobiliario urbano, equipamiento comunal, infraestructura vial, etc. A ello se suma que los propietarios y demandantes de vivienda, al no encontrar soluciones acordes a sus condiciones económicas, aceptan la adquisición de un “lote con servicios” para construirlo con materiales reciclables como plástico, madera, láminas de zinc, cartón y otros que no ofrecen la garantía de estabilidad y menos, de una vida digna. En términos globales estos elementos contribuyen a generar una mayor vulnerabilidad ante amenazas por inundación e inestabilidad de suelos en esta población.

#### *Condiciones ambientales en el sector de estudio*

La localidad de Tunjuelito, para efectos del diagnóstico socioambiental, se dividió en cinco sectores según el uso del suelo y los factores socioeconómicos, y son los siguientes: Dos áreas habitacionales en la parte plana, una al norte y otra al sur; separadas por una tercera que ocupa el parque el Tunal; una cuarta área marginal y una quinta rural, esta última caracterizada por la explotación de materiales de canteras (Ref. 9).

El uso residencial cubre el 60% de su área, afrontando problemas hacia los cerros, dado que dicha zona carece de servicios públicos, excepto de electricidad, que se toma de manera ilícita.

Además del uso residencial, hay una extensa presencia industrial, con 32 grandes factorías, entre las que se cuenta la Chrysler, Sevillana, Indumil, y la industrial extractiva

representada por Central de Mezclas, fábricas de ladrillo y chircales, así como areneras y canteras, actividad ésta que ha producido fuerte impacto ambiental por la formación de cráteres en la tierra y el consiguiente peligro por fenómenos de remoción en masa.

Entre los problemas ambientales que se diagnostican en la localidad por la Agenda Ambiental, se menciona el de la contaminación del río Tunjuelo, de la quebrada Chiguaza y de los afluentes; estos cuerpos hídricos reciben vertimientos de aguas residuales. Adicionalmente, es usual la descarga de basuras en la corriente del río, produciendo la proliferación de vectores de enfermedades.

Uno de los problemas de la cuenca baja del río es la descarga de vertimientos industriales de las curtiembres ubicadas en el barrio San Benito, y de aguas servidas de las zonas residenciales del sector urbano, el cual además se encuentra localizado sobre una terraza baja de inundación del Tunjuelo, cuyo último desbordamiento se presentó en 1996, ocasionando desastres a su población.

Dicha descarga de vertimientos industriales y la urbanización ilegal, se constituyen en los principales factores de deterioro del cuerpo hídrico; se propone entonces, controlar la expansión hacia la partes altas y en la ronda hidráulica que aún no ha sido urbanizada, y de otro lado tomar las medidas del caso con respecto a la zona industrial de San Benito.

Otro de los factores más relevantes que genera problemas ambientales, es el que tiene que ver con el relleno sanitario de Doña Juana, con una influencia directa sobre el río, en lo que hace referencia al mal manejo de los lixiviados en la operación del relleno, vertidos al río Tunjuelo sin un manejo adecuado. Por otra parte, se presentan frecuentes deslizamientos, que afectan igualmente las condiciones ambientales y de salubridad de los habitantes de los sectores aledaños (Ref. 10).

De otro lado está la industria extractiva, que se desarrolla en las canteras de la cuenca alta (Localidad de Usme), generando emisiones de partículas al aire, y provocando contaminación atmosférica en el sector. El manejo inadecuado está asociado a la baja tecnología utilizada, por cuanto la gente vinculada a dicho trabajo es mano de obra no calificada y hasta el momento no hay un control adecuado de las canteras a nivel ambiental. Este problema no solo es de orden paisajístico, sino que conlleva un grave problema social, acompañado de la búsqueda de vivienda en sitios cercanos a los del trabajo de extracción, dando lugar a la ocupación de zonas de riesgo geotécnico o de inundación por ubicación en zonas de ronda. La problemática de extracción de materiales se da tanto en la localidad de Usme como en la de Tunjuelito.

En la parte alta de la cuenca del río, localidad de Usme, donde nace el río Tunjuelo, un factor socio-ambiental que genera conflictos es el uso agrícola con cultivos de papa, que afectan el ecosistema de páramo y con ello el nacimiento de los ríos Curubital y Chisacá, además de los agroquímicos e insecticidas que afectan la calidad del agua y del suelo.

Por otro lado, está la tradición campesina que vive de cultivos de pancoger y del comercio de cebolla y papa, con lo cual garantizan su subsistencia. Con el propósito de preservar el páramo, la EAAB ha ido adquiriendo tierras.

Según la información reportada por la agenda ambiental de la localidad de Usme, existen problemas de remoción en masa, causada por la degradación de suelos en toda la zona de explotación de la Ladrillera Santa Fe; adicionalmente, entre las vertientes medias y bajas de los cerros del suroccidente, se presenta una explotación antitécnica de canteras que, junto a la urbanización espontánea y de condiciones precarias, ha desestabilizado una serie de sectores donde el peligro de movimiento en masa de las tierras ya no es potencial sino real.

Por otra parte, en la Localidad de Ciudad Bolívar, una de las quebradas tributarias del río, la Quebrada Limas, ha sido objeto de intervención urbana en la ronda y convertida en la receptora de aguas residuales de gran número de barrios de la localidad.

#### *Condiciones sociales del sector*

Si bien el río Tunjuelo tiene influencia en las localidades de Usme, Ciudad Bolívar, Tunjuelito, Kennedy y Bosa, su influencia sobre zonas urbanizadas solo se presenta en Ciudad Bolívar, Tunjuelito y Kennedy. Este hecho ha generado una fuerte presión antrópica en sectores puntuales de estas localidades, razón por la cual el río Tunjuelo recibe una gran cantidad de efluentes domésticos e industriales, generando un alto nivel de contaminación de sus aguas, que en su desembocadura al río Bogotá alcanza los 115 mg/l de DBO5, así como un acelerado proceso de sedimentación de su lecho, que aumenta en su espesor, según cálculos de la EAAB, unos 5,5 cm anualmente. El proceso de sedimentación se debe no solamente a los vertimientos residenciales, sino a la explotación incontrolada de canteras a lo largo de la cuenca, que acrecienta la erosión natural de la cuenca del río Tunjuelo (Ref. 11).

Siendo el río Tunjuelo el más largo y con mayor cuenca hidrográfica de los que atraviesa la ciudad, el documento referenciado plantea que el principal problema de éste río es el deterioro de los suelos por la industria extractiva, en especial las gravilleras, su gran deficiencia de zonas verdes, y la contaminación de sus fuentes de agua, así como los problemas de inundación que ocasionan serios impactos a los habitantes de los barrios ubicados en las riberas del río.

El río, que nace en el páramo de Sumapaz, fue el primero en aprovecharse a través de embalses de regulación para el suministro de agua a Bogotá con los embalses de La Regadera y Chisacá. A lo largo de su recorrido por el área urbana y suburbana recibe aportes de varios tributarios, que son pequeñas quebradas que drenan por las márgenes izquierda y derecha del río; al mismo tiempo recibe vertimientos de aguas servidas e industriales de los desarrollos urbanos a lo largo de su recorrido en las cuencas media y baja.

Adicionalmente sufre problemas de erosión e inestabilidad en tierras, asociada a la industria extractiva y de contaminación atmosférica. En relación a las rondas hidráulicas de los ríos que conforman el sistema hídrico de Bogotá, el río Tunjuelo es el que más área de ronda tiene, con 2.453.900.3 m<sup>2</sup>, después del río Bogotá. Desde el punto de vista ambiental, esta área de la cuenca del río es importante como área de protección hídrica, y además se constituye en una franja de importancia social, como espacio de recreación, paisajístico y de preservación del recurso para consumo humano.

### 3.1.1.3 Caracterización de los barrios

En este apartado se realiza la descripción de las características principales de los emplazamientos humanos, teniendo en cuenta aspectos sociales y urbanísticos de cada uno, orientados a describir elementos que se constituyen como factores importantes en el análisis de vulnerabilidad.

#### *Localidad de Tunjuelito*

- Barrio Isla del Sol

Es un barrio que tiene un buen nivel de consolidación, cuyo proceso de ocupación se dio por loteos de un terreno de mayor extensión, desarrollándose de manera informal, en su mayor parte por autoconstrucción. Los propietarios de las viviendas han ido constituyendo sus escrituras de propiedad, aún cuando la mayoría solo posee una promesa de compraventa.

Según información otorgada por el presidente de la Junta de Acción Comunal, el barrio ya está legalizado, después de que en el año 1987 fuera rectificado el curso del río Tunjuelo con la consecuente “desafectación de la urbanización”, cuya resolución del DAPD es la 1198 de 1994.



Barrio Isla del Sol

– Tipología de la vivienda

La mayoría de viviendas han construido dos y tres pisos, usando material resistente como ladrillo, cemento, planchas en concreto; no tienen acabados completos. Los cimientos, en las construcciones cercanas al río, no son altos sino a ras de tierra, y en algunas manzanas se observó que los niveles de construcción quedan por debajo de la cota de las vías.

– Líneas vitales

Las vías se encuentran sin pavimentación, excepto la principal, y se observaron obras de pavimentación en vías internas del barrio. La EAAB está adecuando las redes de alcantarillado. Los servicios son completos, con acometidas domiciliarias y desagües en las calles; proyecto que está incorporado al Plan Santa Fe I. Cuentan con el servicio de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado de aguas sanitarias, gas natural y servicio telefónico.

Estas redes han sido construidas por las empresas a quienes corresponde la competencia de dotación de servicios y construcción de infraestructura. La EAAB por ejemplo, hizo altas inversiones en el sistema de alcantarillado en el barrio, lo mismo que las redes de energía, telefonía y gas; esto supone una construcción adecuada con las especificaciones técnicas que dichas obras requieren.

– Organización

La población habitante del barrio ya sufrió una inundación, no por desbordamiento sino por reflujo, ya que al represarse las aguas por la carga de basuras y sedimentos, se devolvieron por el alcantarillado, lo que generó la inundación del año 1996. En esa ocasión las entidades distritales y locales pusieron en marcha un plan de contingencia para la reubicación temporal y apoyo a las familias afectadas. Pero esto no generó una organización permanente de la población para prepararse en el caso de un nuevo evento. Existe la Junta de Acción Comunal que promueve las obras de desarrollo social, tales como las instalaciones comunales en cuanto a colegio, iglesia, parque infantil y la gestión de recursos locales para la terminación de las obras viales.

Se han dado invasiones de la ronda por propietarios de ganado que le ganan espacio al río, cosa que los vecinos consideran perjudicial ambiental y socialmente, para lo cual la comunidad ha hecho gestiones ante las dos localidades que limitan por el río (Ciudad Bolívar y Tunjuelito), para que se ponga solución al problema y se restituya el espacio público.

- San Benito

Este es un barrio antiguo, que hacia la década de los 40's comenzó su proceso de ocupación con población que provenía de Villapinzón (Cundinamarca) y otros municipios de Boyacá. Alrededor de la actividad económica de curtiembres, se fue asentando población en las riberas del río Tunjuelo, con el fin de facilitar el procesamiento de las pieles y demás actividades propias de la industria, que se fue conformando con empresas comunitarias y asociativas. Progresivamente se extendió la urbanización residencial, combinada con la industria de curtiembres; actualmente su grado de consolidación es alto, precisamente por su antigüedad y porque las familias que habitan, en un buen porcentaje están ligadas económicamente a la actividad de las curtiembres. Por la información recogida en campo se sabe que existen aproximadamente 500 establecimientos entre pequeña y mediana industria, dedicados al procesamiento de curtiembres.

En la actualidad, el barrio tiene una combinación de usos residenciales e industriales que ocasiona problemas sociales y ambientales por su alto nivel de contaminación por vertimientos, y que a su vez genera una afectación a la salud humana con olores agresivos, manejo inadecuado de residuos líquidos y sólidos, paisaje poco agradable, taponamiento de desagües y por tanto encharcamiento de las calles, carencia de espacios verdes y zonas de recreación.



Barrio San Benito

– Tipología de vivienda

El promedio de pisos por vivienda oscila entre dos y tres pisos; en un buen porcentaje se utilizan para ubicación de grandes bodegas, cuyo nivel es de la altura de una vivienda de dos pisos; dado que se trata de un barrio bastante consolidado, sus viviendas presentan materiales de construcción sólidos, paredes en bloque y ladrillo, techos con placa de cemento y pisos en baldosa o cemento. Su arquitectura es heterogénea, y está diseñada de acuerdo con las posibilidades de autoconstrucción de cada familia.

El barrio se encuentra más valorizado que barrios aledaños como el San Carlos, dada la posibilidad de instalación de industrias en el sector occidental del mismo, pues desde hace 12 años fue declarado como zona de uso mixto residencial-industrial.

#### – Líneas Vitales

El barrio presenta sus vías principales pavimentadas, mientras las secundarias se hallan en mal estado (sin pavimentar), y sufren de frecuentes inundaciones. Tienen un paradero de buses dentro de su perímetro, lo que facilita su acceso.

Gracias a la gestión de las anteriores Juntas de Acción Comunal, el barrio cuenta con las redes de los servicios públicos de energía, acueducto y alcantarillado, la facturación se hace bajo la estratificación dos. Sin embargo los establecimientos que procesan las pieles son incluidos por la EEB bajo una tarifa industrial que tiene costos más elevados.

Debido a que el barrio se encuentra en una terraza baja, es muy propenso a inundarse por fenómenos de encharcamiento durante época de lluvias, lo cual evidencia un problema en el drenaje del alcantarillado, pues se encuentra taponado por la cantidad de desechos y basuras que no permiten un flujo adecuado del agua. De acuerdo con información de los habitantes y los registros encontrados en los reportes de la EAAB y la UPES, las inundaciones más importantes que se han presentado fueron en 1973 y 1996, cuya afectación requirió de la evacuación de algunos sectores bajos del barrio, ya que en el caso de mayo del 96, el nivel de las aguas ascendió en algunos sectores hasta 2,20 m y la duración fue de 8 a 10 días. En aquella ocasión, la población evacuó hacia el salón comunal, y otras familias recurrieron temporalmente a viviendas de familiares para su albergue.



Curtiembre en San Benito

Además de estas dos grandes inundaciones, el barrio padece de frecuentes encharcamientos que alcanzan el nivel de los andenes, y su duración es de uno a tres días. Además de los daños materiales presentados por las inundaciones mencionadas, son de importancia los efectos de estas, ya que las aguas son altamente contaminadas, lo cual genera problemas sanitarios, principalmente en la población infantil.

– Organización:

Es importante anotar que existe una grave desorganización comunitaria y de la localidad para prevenir futuros eventos de inundación, evidenciándose una ausencia de las autoridades locales y distritales que propendan por el desarrollo de campañas de prevención, y establecimiento de planes de contingencia que permitan a los habitantes de San Benito actuar de manera adecuada y coordinada frente a posibles inundaciones. Pese a esto, hay que mencionar que la UPES puso en marcha un Plan de Atención de Emergencias y coordinó la evacuación y atención a damnificados en 1996, con apoyo de otras entidades públicas.

Sin embargo, ha sido la Junta de Acción Comunal (JAC), y en general la acción de los habitantes, lo que ha permitido que actualmente el barrio goce de legalización y la consiguiente prestación de servicios públicos domiciliarios.

En relación a organizaciones no gubernamentales-ONG y entidades gubernamentales, ellas hacen presencia en el barrio, a través de las autoridades locales y distritales, pero no hay presencia de organizaciones que no sean institucionales.

- Barrio San Carlos

Este es un barrio muy antiguo, se originó en 1943, caracterizado como un barrio popular u obrero de mitad de siglo, fue receptor de mucha población inmigrante de diversas regiones, en particular de Boyacá, Quindío y Cundinamarca, generando incluso colonias regionales; por esta y otras razones fue dando lugar a inquilinatos en gran parte de las viviendas, gracias a la cercanía a una avenida principal y precios de arrendamiento más baratos que en otros sectores de la ciudad; este factor hace que a pesar de que existen 5760 lotes estructurados en 36 manzanas, se alberga una población aproximada de 45000 habitantes, pues en cada vivienda habita más de una familia.

Su grado de consolidación es alto, siendo de los más antiguos barrios del sur, con importancia comercial hasta hace pocos años; su comunidad ha logrado elementos de importancia social como el Hospital San Carlos, colegios y escuelas distritales. El barrio fue legalizado en el año 1954, por la Resolución 71-U/54.



Barrio San Carlos

#### - Tipología de la vivienda

Este barrio, por su origen y antigüedad, fue desarrollándose lentamente en su urbanismo con uso múltiple. Las viviendas han sido construidas con materiales sólidos y acabados completos, paredes en ladrillo, techos en placa y piso en cemento, y acabados en baldosa de dos y tres pisos en promedio, con la expectativa de arrendar uno o dos pisos. Generalmente las viviendas tienen un patio interior y un pasillo de entrada; aunque en su inicio pudieron tener buenos espacios abiertos, los propietarios fueron construyendo habitaciones y apartamentos con miras a ser arrendados; hacia el exterior las fachadas guardan similitud en su arquitectura y carencia de antejardines.

Generalmente se construye en el primer piso un garaje que da lugar a un local de uso comercial o de pequeña industria. Según la información del entrevistado, perteneciente a la JAC, existe aproximadamente un 18% de construcciones con uso comercial, un 12% con uso de pequeña y media industria y el restante en uso residencial exclusivo; hay que anotar, que dentro del uso comercial e industrial, una parte es en realidad uso mixto, pues las familias que trabajan en el sector terciario, tienen el negocio en el mismo sitio de la vivienda.

#### - Organización

Además de la Junta de Acción Comunal, está la Defensa Civil y la Organización de las Madres Comunitarias. Esta última se ha dado en la medida que se extiende la instalación de Hogares de Bienestar - HOBIS en el barrio que, brinda una cobertura de atención a la infancia para familias de estratos 1 y 2. Aún cuando los espacios son reducidos y no es la mejor opción pedagógica, ha sido la única forma de que muchos niños y niñas no permanezcan solos en sus casas y que muchas mujeres dedicadas al hogar se capaciten y desarrollen esta labor. Su situación ha hecho que se organicen en el

lo que se ha dado en llamar “madres comunitarias”, y la entidad de la cual dependen es el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar - ICBF.

Es la JAC la que es tradicionalmente el núcleo de la organización del barrio y con la que han obtenido los servicios públicos básicos y han adelantado un programa de seguridad, con el apoyo de la Defensa Civil, pues los habitantes se quejan de la inseguridad en las calles.

#### - Líneas vitales

Actualmente tienen todos los servicios públicos, las redes de acueducto y alcantarillado existen hace varias décadas, lo mismo que la energía eléctrica y la telefonía; más reciente es la red de gas domiciliario de la que goza todo el barrio. Todos los servicios los facturan para estrato 3. La recolección de basuras se hace tres veces por semana y la hace Ciudad Limpia.

La infraestructura vial es pavimentada, pero la avenida principal que es la Troncal de la Caracas, permanece en malas condiciones por su grado de deterioro y falta de mantenimiento.

#### - Equipamiento comunal

San Carlos cuenta con dos zonas verdes de unos 300 metros cuadrados cada una, que para la cantidad de habitantes es insuficiente como zona recreacional; no obstante, está cerca el parque Tunal, muy usado por la población adolescente e infantil de este sector. Cuenta también con un salón comunal y una iglesia.

Los hospitales de Tunal y Tunjuelito están cerca y a ellos asiste un 20% de la población del barrio por cuenta de la suscripción al programa SISBEN; los que trabajan de empleados y obreros cuentan con atención en alguna EPS; en el barrio hay además varios consultorios y pequeños centros médicos de atención privada. A nivel de educación, hay dos colegios distritales de básica primaria y secundaria y otros privados.

#### • Barrio Abraham Lincoln

Este es un barrio que combina la existencia de algunas casas en condiciones de miseria, ocupando área de ronda de la quebrada Chiguaza, con desarrollos más consolidados. Su origen es de 1950, junto con el desarrollo urbano del sur, que se fue dando alrededor de la Avenida Caracas, y que albergó gente de varias regiones del país, que llegó en busca de vivienda y de trabajo. Las casas se construyeron en áreas grandes, en promedio 10 x 22 metros.

Hay mucha movilidad por efectos del arrendamiento, pues llegan y salen familias que no son propietarias. La itinerancia se da también por la movilidad de trabajo.

– Tipología de Vivienda

La mayoría de las casas son construidas en material sólido, ladrillo y cemento, con techos de placas en concreto y pisos con bases sólidas, excepto 7 casas que se ubican en la ronda de la Quebrada Chiguaza, cuyos materiales combinan zinc, madera y cartón. El uso mayoritario (95%) es residencial, con un 5% de comercio y una industria.

– Líneas Vitales

El barrio cuenta con redes legalizadas a nivel de acueducto, alcantarillado, energía, telefonía y gas natural. Al estar aprobadas por las empresas de gas, acueducto y energía, se supone que están diseñadas con las especificaciones técnicas exigidas, de tal manera que los drenajes tienen la capacidad suficiente para recoger las aguas lluvias y sanitarias de la zona; el inconveniente se presenta con las viviendas que están afectadas por la ronda hidráulica, pues están por fuera del perímetro de servicios.

– Organización

La organización más reconocida en el barrio es la Junta de Acción Comunal, sin embargo existe la asociación de Madres Comunitarias. Estas son las organizaciones que a nivel de comunidad hacen presencia en el barrio. A nivel institucional han intervenido la EAAB con obras de mantenimiento en las redes de acueducto y alcantarillado, y el DAMA con programas de siembra de árboles en la ronda de una de las quebradas tributarias del río Tunjuelo.

La alcaldía local que tiene su sede en el barrio ha destinado recursos para el mejoramiento del barrio en apoyo a la construcción de muros de contención, para el jardín infantil y la construcción del salón comunal.

Gracias a la JAC, se han logrado las partidas para el jardín, el salón y la gestión para la construcción de muros de contención en la quebrada.

– Equipamiento comunal

El barrio cuenta con salón comunal, una escuela de básica primaria y un colegio distrital de secundaria. Aunque no hay centro de salud, existe un CAA (Centro de Atención Administrativo del Seguro Social), que es el sitio de atención de afiliados a la EPS del ISS. Aproximadamente un 50% de la población asiste al Hospital de Tunjuelito, donde son atendidos a través de la suscripción del SISBEN.

No existen parques o zonas verdes dedicados a la recreación, lo cual hace recomendable que sea prevista una obra en la ronda de la quebrada que brinde la posibilidad del uso recreativo.

### *Localidad de Usme*

- Barrio San Luis

Este barrio se originó en 1975, cuando empezó la urbanización del mismo con 200 lotes vendidos y construidos, que el urbanizador vendió sin servicios, pero con escrituras. Tiene un alto grado de consolidación, que por su antigüedad tanto a nivel urbanístico como social, ha logrado mejoramientos en el barrio y cohesión social entre vecinos.

La presencia del sector comercial es fuerte, con abundantes tiendas y negocios, además de algunos talleres de ornamentación que no hacen relevante la actividad industrial. En lo comercial muestra que existe una fuerte actividad económica informal.

#### – Tipología de la Vivienda

En su totalidad las viviendas han sido construidas con material resistente, como ladrillo, cemento, bloque; techos generalmente con planchas de concreto y pisos sobre bases firmes; no se observaron construcciones en marcha, ni casas de material desechable o permeable al agua.

El promedio de pisos es de dos, aunque la expectativa de las familias es continuar con el tercer piso; esto generalmente depende de los recursos económicos.

La tipología es más o menos homogénea, teniendo en cuenta que el tamaño de los lotes fue igual (72 m<sup>2</sup>), desarrollado por autoconstrucción sin antejardines, ni zonas verdes que permitan un paisaje combinado entre lo natural y lo construido. De igual manera, las áreas verdes recreativas son escasas y más bien inexistentes, constituyéndose la ronda de las quebradas en una posibilidad de suplir deficiencias en este sentido, pues las rondas pueden convertirse en senderos de recreación pasiva e incluso en ciclovías que guarden armonía en su uso con la preservación de esta franja protectora del lecho y cauce de las mismas.

#### – Organización

La Junta de Acción Comunal es lo más consolidado a nivel de organización de la comunidad; se destaca un liderazgo femenino que convoca y promueve las acciones de la comunidad en pro del mejoramiento del barrio. Con dicha organización se ha logrado la consecución de los servicios públicos legalizados, el salón comunal y el proyecto de la

biblioteca comunal con partidas que se apropian a través de la JAL en el Plan de Inversiones de la localidad.

Además de la JAC, las Madres Comunitarias del barrio hacen parte de una organización zonal, que orienta el ICBF para la atención de los Hogares de Bienestar. Para el caso particular de manejo de inundaciones o riesgos en general, no hay una organización particular; sin embargo, la Junta de Acción Comunal es reconocida como promotora de varias actividades de índole social que en determinado caso, puede enfrentar una situación de amenaza.

#### – Líneas vitales

Las redes en este barrio son completas en cuanto a servicios públicos se refiere, tiene acueducto y alcantarillado de aguas sanitarias y pluviales separadas, gas domiciliario y energía eléctrica. El hecho de contar con alcantarillado separado hace que el barrio sea poco vulnerable a inundaciones, pues se observan buenos drenajes en las calles, y en tal caso se verían afectadas las viviendas ubicadas en una cota por debajo del nivel de la vía que hace insuficiente el drenaje. Pero en general presenta una baja vulnerabilidad a la amenaza por inundación.

La infraestructura vial está en su mayoría pavimentada y con accesos al interior del barrio, además de los andenes peatonales que permiten la movilización de los habitantes; solo faltan dos calles por pavimentar.

Los equipamientos comunales son básicamente el salón comunal, pues en cuanto a infraestructura de salud y educación no se tiene; las escuelas y colegios públicos, así como los centros de salud a los cuales acuden los pobladores de este barrio son aledaños, ubicados en otros barrios o en el centro urbano de Usme.

#### • Barrio La Cabaña

El barrio La Cabaña se encuentra en cercanías a la quebrada Yomasa y su origen data del año 1971, cuando se inició la venta de lotes sin servicios, y se contaba con energía de manera ilegal. Sin embargo el barrio fue legalizado después de conseguida la personería jurídica, con el decreto 428 de 1975.

Es un barrio consolidado, no tiene lotes vacíos y su desarrollo ha sido básicamente por autoconstrucción, el urbanizador dispuso un lote para el salón comunal y un parque donde se construyó una cancha dura, para uso múltiple.

– Tipología de la vivienda

La vivienda es más o menos homogénea, sus construcciones son de material sólido utilizando ladrillo o bloque y cemento, los techos son usualmente plancha de concreto y pisos con bases fuertes. El promedio de pisos es dos, aún cuando la expectativa es construir el tercero. El uso en el 95% es de vivienda, existe poco comercio y no hay industrias.

– Organización

La Junta de Acción Comunal es la organización reconocida por la comunidad, las actividades que programa las asumen a través de comités de trabajo que se desprenden de la misma JAC y giran alrededor de la religiosidad, de los deportes y de las necesidades focalizadas de la comunidad: la pavimentación de una vía, el mejoramiento del salón comunal, etc.

Particularmente para prevención de riesgos o responder a una emergencia, la comunidad no tiene una estructura organizativa ni logística, y menos aún un plan de contingencia. Por ello, para los pobladores no existe un problema de amenaza que implique una posible reubicación o traslado de vivienda; se evidencia un sentido de pertenencia al barrio, dado que la gente ha trabajado y participado activamente en la consecución de mejoras del barrio, y la permanencia de un grupo humano desde su fundación hace que se sientan arraigados a su vecindad; entre otras, se valora mucho el haber logrado la legalización con todos los servicios públicos.

– Líneas Vitales

El barrio La Cabaña cuenta con todos los servicios a nivel de redes de alcantarillado de aguas sanitarias y lluvias separadas, acueducto, telefonía, energía y gas domiciliario. En tal sentido cumple con la dotación de servicios básicos en redes legalizadas, lo que supone que cumplen con las especificaciones técnicas. La ocurrencia de una inundación puede afectar las redes enterradas.

– Equipamiento comunal

Existe un salón comunal que cumple las veces de iglesia cuando se requiere para ello; es el sitio de reuniones, celebraciones y actividades de la comunidad. Además está la cancha múltiple con un cerramiento dentro del área comunal. No cuentan con zonas verdes, tampoco hay centro de salud ni escuelas, es decir, el equipamiento es escaso.

- Barrio La Esperanza

Este es un barrio poco consolidado, aún no cuenta con urbanismo adecuado, las casas se hacen por autoconstrucción y el equipamiento comunal con aporte de la comunidad. Sus calles están sin pavimentar, mostrando rellenos con desechos de construcción. El barrio, sin ser tan reciente, pues según la información de la representante de la JAC lleva 11 años desde sus primeros loteos, pareciera ser más joven, pues su grado de urbanismo y desarrollo habitacional es muy precario.

La vivienda se hace por autoconstrucción, y se ha dotado de servicios a la comunidad por redes que los mismos habitantes han construido. El barrio está en una parte alta, y colinda con una quebrada de la que no se reportó su nombre, pero está en una parte muy baja con relación al barrio.

- Tipología de la vivienda

Las construcciones están en marcha, la mayoría sin acabados, y apenas en obra negra, pero utilizando materiales firmes y duros como ladrillos, tejas de zinc o eternit en el techo y pisos rústicos; se observaron casas prefabricadas, siendo de un piso el promedio de construcciones, sin embargo, la expectativa es ir desarrollando progresivamente los otros pisos, pues se hace generalmente por autoconstrucción, en la medida que las condiciones de la familia así lo permitan; además, el tipo de empleo contribuye a que se pueda hacer con relativa facilidad, ya que hay un gran porcentaje de personas que se desempeñan en el trabajo de construcción.

- La organización

La comunidad que habita el barrio está organizada en la Junta de Acción Comunal, a través de la cual han logrado conseguir recursos para el salón comunal, el recebo de las vías, y se está adelantando la consecución de recursos para un proyecto de biblioteca comunitaria y de reforestación, pues hay interés de la comunidad por adelantar actividades de ese orden.

En un período reciente, hizo presencia una organización no gubernamental en el barrio, la cual adelantó algunas gestiones para la biblioteca, pero se retiró por petición de la comunidad al no percibirlos como parte de su comunidad. Para el caso que nos ocupa, no hay una organización particular que dinamice la prevención de riesgos o que actúe frente a un caso de emergencia, pues los habitantes no consideran que exista una amenaza de inundación, argumentando que la quebrada está retirada y en una parte más baja que el barrio, y que cuando llueve las aguas se filtran rápidamente ya que el suelo las absorbe con facilidad.

– Líneas Vitales

El barrio carece de servicios públicos básicos como son el acueducto y el alcantarillado sanitario y pluvial. La comunidad ha conectado la energía aún no legalizada por la EEB, pero por convenio con la empresa se hace un cobro por tarifa básica sin instalación de contadores. Tampoco tienen redes para gas domiciliario, mientras que la Empresa de Teléfonos sí instaló las líneas telefónicas con redes aprobadas.

Por la forma en que están construidas las redes de alcantarillado sanitario y el acueducto, se presume que no cumplen con las especificaciones técnicas de la EAAB, lo que lleva a concluir que hay una vulnerabilidad por las condiciones de las redes y la falta de drenajes al no haber colectores de aguas lluvias. Esto indica que este barrio puede presentar encharcamientos con lluvias fuertes, mas no inundación por desbordamiento, pues está alejado de la quebrada y muy por encima de ella.

– Equipamiento Comunal

El barrio no cuenta con un equipamiento comunal; precisamente su bajo grado de consolidación y precariedad urbanística se conjuga con la carencia de zonas verdes y de recreación; a nivel de áreas comunales se cuenta con tres lotes destinados a un parque que no ha sido construido y está en marcha la construcción del salón comunal. De la misma manera, se carece de centro de atención hospitalaria, no hay centro de salud ni infraestructura educativa. La población asiste a los centros educativos de la localidad y la atención en salud se hace en barrios cercanos.

La infraestructura vial existe en cercanías al barrio, como la vía central a Usme que está pavimentada; las demás, en la medida en que son vías sectoriales que sirven de acceso al barrio y las internas, se encuentran sin pavimentar, en una capa de afirmado cuyo estado es bastante precario y ha sido hecho con escombros de construcción.

• Barrio Betania

El barrio Betania se desarrolló en dos etapas; en la actualidad tiene un alto grado de consolidación, con infraestructura vial pavimentada, equipamiento comunal y dotación de servicios básicos; el barrio está legalizado totalmente, la primera etapa por resolución 107 de 1982 y la segunda por resolución 431 de 1985.

El inicio del loteo se dio aproximadamente hace 30 años; en ese entonces se vendieron lotes sin servicios, pues se hizo en predios de una antigua finca de Usme que dividieron y vendieron por lotes. El servicio de agua lo tomaban a través de mangueras, desde un tanque que instalaron en un sitio cuya altura permitía llevarla a las casas por gravedad; la luz se tomaba de forma ilegal.

– Tipología de la vivienda

El barrio muestra una homogeneidad en la forma de construcción de la vivienda, con arquitectura y formas similares; los materiales usados son firmes, con uso predominantemente de ladrillo y bloque en paredes, pisos con bases sólidas y techos en planchas de concreto para la continuidad de la construcción.

Hay dos pisos como promedio construido, con expectativas de continuar el tercero. El uso es mayoritariamente en vivienda, con existencia de comercio en tiendas y pequeños negocios y talleres de carpintería, mecánica o eléctricos, con un gran porcentaje de población empleada, y un bajo porcentaje de trabajo informal.

– La organización

Al igual que la mayoría de estos barrios, la institución más reconocida por la población barrial es la Junta de Acción Comunal, con una fortaleza en la organización de la comunidad para asuntos de seguridad, con alarma y un sistema de comunicación a los habitantes que permite en determinado caso ser usada para casos de emergencia, ante la probabilidad de un evento que ponga en riesgo a la población y los bienes materiales expuestos.

Este tipo de mecanismos permite poner en marcha acciones rápidas frente a un factor de amenaza, adoptando la comunicación a través de altoparlantes y alarma si es del caso, fortaleciendo la organización de los comités existentes.

– Líneas vitales

Betania, en los dos sectores, cuenta con todos los servicios básicos legalizados, es decir las redes han sido incorporadas al sistema de la EAAB y la EEB, además de la red de gas domiciliario y la telefonía.

Se observa el sistema de drenaje en las calles dispuesto adecuadamente. El barrio se desarrolló en pendiente, lo que hace que las aguas corran hacia abajo, sin embargo la presidente de la JAC explicó que con los nuevos desarrollos urbanísticos de la parte alta, sin alcantarillado, las aguas bajan con sedimentos, tapando los drenajes y provocando inundación de calles en algunos sectores del barrio. Se infiere que en la urbanización en el piedemonte de los cerros, donde se ubica el parque Entre Nubes, se generó además de la ocupación de la ronda, inestabilidad del suelo haciendo que las lluvias arrastren sedimentos. Los drenajes entonces no tienen suficiente capacidad de recoger las aguas del sector.

– Equipamiento comunal

La infraestructura que tiene el barrio a nivel de equipamiento es relativamente buena, pues hay centro de salud, un colegio privado o escuela distrital, salón comunal que cuenta con una casa de dos pisos, un parque con cancha de fútbol y una pequeña área empedrada. Adicionalmente se tiene una casa vecinal, donde funciona un Hogar de Bienestar, para atención de la población infantil.

*Barrios de Ciudad Bolívar*

• Barrio La Playita:

La estructura de La Playita, ubicado en la margen izquierda del río Tunjuelo, está conformada por dos sectores. El primer sector está más consolidado, cuenta con redes de servicios públicos, algunos provisionales y otros ya oficializados ; en tanto que el segundo sector tiene un proceso incipiente de urbanización y no cuenta con servicios públicos.

La Playita Primer Sector tiene un uso combinado entre residencial y comercial; fundamentalmente la manzana que da frente a la Avenida Boyacá, ha desarrollado el sector económico secundario con algunas pequeñas industrias. Mientras al interior del barrio, predomina el uso residencial.

Es de atención la reutilización de canecas de aceite que se hace en el segundo sector, para venderlas ya limpias, pues el aceite que se extrae de estas canecas va a dar al alcantarillado provisional que tiene el barrio, agravando la situación de contaminación del Río Tunjuelo.

– Tipología de la vivienda

La vivienda guarda una homogeneidad en la arquitectura, que responde a su vez a patrones culturales de construcción y distribución de espacios privados y la relación con el espacio público. La autoconstrucción promueve la construcción del área total del lote (72 m<sup>2</sup>), sin espacios para antejardín u otros elementos que maten el paisaje; se diseña para optimizar el espacio ya sea para vivienda o adecuación de un local o bodega en los primeros pisos, con la perspectiva de desarrollar un negocio.

El uso de materiales es predominantemente ladrillo o bloque de cemento; los techos con placas en concreto y cimentación en material fuerte. Aunque no es notorio el acabado completo de las construcciones, se tienen viviendas en buenas condiciones.

En tanto en el segundo sector, que ofrece una menor consolidación, y aún tiene viviendas en estado precario de construcción y materiales débiles y de un piso, sin cimentación, se observaron actividades de reciclaje en varias viviendas que se ubican en cercanía a la

ronda del río Tunjuelo y a un caño de aguas servidas que divide los dos sectores que conforman La Playita. En este sector se ubican algunos chircales en el costado oriental, que contribuyen con las emisiones contaminantes del sector.

Este sector no cuenta con servicios domiciliarios básicos legalizados, el alcantarillado y acueducto es provisional, aún no se instalan contadores de la EAAB.

El estado de las vías es malo, están todas sin pavimentar, y no obstante pasar un colector por una de sus calles, este no recoge las aguas sanitarias de este barrio. Dentro de los proyectos presentados en el Plan de Inversión Local, está la construcción del alcantarillado sanitario para este barrio, con un diseño que permita conectarlos al interceptor que va paralelo al río de oriente a occidente, llegando hasta el sector de Bosa.

#### – Líneas Vitales

Las redes de alcantarillado fueron construidas por la comunidad, lo mismo que el acueducto, el primer sector tiene gas domiciliario, el segundo sector no tiene este servicio. El suministro de energía es total. El servicio de teléfonos está en proceso; en una parte del barrio ya se instalaron y en otra Capitel tiene las solicitudes de líneas, que está haciéndose en el interior del barrio.

#### – Organización

La Junta de Acción Comunal es la organización representativa de la comunidad, y es quien ha gestionado la solicitud de legalización y presentación de plano ante el Departamento Administrativo de Planeación Distrital.

Es notoria la presencia de líderes del barrio que conocen la problemática y proponen soluciones técnicas y sociales. En lo que tiene que ver con servicios públicos, han hecho una propuesta de red de alcantarillado para el barrio que se conectaría al interceptor que lo atraviesa, presentando su plano a la oficina de planeación de la localidad para que el Fondo de Desarrollo Local destine los recursos necesarios, lo que fue aprobado por la JAL.

Estos líderes han sido gestores y promotores de su propio desarrollo, lo que hace que defiendan su barrio y comunidad, negando incluso la existencia de amenazas por la ubicación en cercanías al río y al caño.

– Equipamiento comunal

El mobiliario urbano, así como el equipamiento comunitario, es escaso, la población de este barrio asiste a atención en salud y educación a Meissen, donde se ubica la dotación social del sector.

• Barrio El Preciso

Este barrio se ubica en la margen izquierda del río Tunjuelo, y es atravesado por la Avenida Boyacá, dejando una manzana al costado occidental y el restante en el costado oriental de la vía.

El barrio tiene un alto desarrollo comercial, fundamentalmente en las manzanas que se localizan sobre la Avenida Boyacá, con proliferación de negocios de autopartes y talleres. En uno de los predios que limita con el río se ubica un parqueadero de buses y camiones, ocupando indebidamente el espacio de ronda extralimitando tal uso, fuera del predio privado.

– Tipología de la vivienda

La manzana ubicada en la parte occidental cuenta con viviendas hasta de 3 pisos, con material sólido y acabados completos, techos, cimientos y columnas en concreto con planchas entre pisos que dan firmeza a las estructuras. En el costado oriental, las viviendas son de dos y tres pisos, algunas en proceso de construcción, sobre la Avenida Boyacá, las construcciones disponen de amplias bodegas o locales donde funcionan talleres, restaurantes, comercio variado y pequeñas industrias. Tiene en total 160 lotes, 30 de los cuales quedan localizados en el costado occidental de la Avenida Boyacá; está construido en una pendiente que desemboca en una parte baja y plana donde se localiza una casa en zinc y material reciclado en condiciones precarias, con cría de animales en predios aledaños al río y que son de propiedad de la EAAB, dado que hace parte de la ronda hidráulica del río Tunjuelo.

– Líneas vitales

El barrio cuenta con todos los servicios públicos, tales como red de acueducto y alcantarillado, gas domiciliario y teléfono, que van instaladas de forma subterránea, y la red de energía eléctrica con postería de concreto. Tiene vías pavimentadas, aunque parte del barrio tiene sus vías de acceso destapadas.

– Equipamiento comunal

No existe equipamiento comunal, por tanto la población asiste al servicio de salud y educación (hay un área disponible para construir un colegio), en barrios vecinos, en

especial al barrio San Francisco o Meissen. El inmobiliario urbano es precario, se cuenta con un área compartida para parque, con los barrios La Arenosa, y Villa Helena.

– Organización

Existe un Comité de Desarrollo Urbano, organización de la comunidad del sector encargada de velar por los procesos urbanísticos (desarrollo vial, protección del espacio público y ordenamiento territorial), promovidos desde la alcaldía local. Además existe, como en todos los barrios, la Junta de Acción Comunal como base organizativa del barrio.

• Barrio Meissen

Este es un barrio muy consolidado, se destaca por su desarrollo comercial, en infraestructura vial y de servicios, creando una atracción económica y social en el sector, con acceso a avenidas principales de carácter distrital, como la Avenida Caracas y la Avenida Boyacá, que lo hace atractivo a la actividad terciaria y lo valoriza en su uso residencial.

De acuerdo con la información otorgada por los líderes de la comunidad, este barrio ya contaba con legalización por parte de DAPD y normalización de servicios públicos; no obstante, a raíz de la inundación de San Benito y la afectación parcial de este sector, se reversionó la legalización. Aún cuando no se conoció un concepto oficial de Planeación Distrital, los habitantes manifiestan su preocupación al respecto.



Vista al fondo del barrio Meissen, en primer plano el colector que divide al primer y segundo sector de La Playa

– Tipología de la vivienda

En general, las viviendas han logrado una construcción de tres pisos, casas unifamiliares que responden a patrones culturales y sociales referidos a la expectativa de arrendar apartamentos o habitaciones dentro de la casa como fuente adicional de ingresos familiares. De otro lado está el hecho del origen boyacense de muchos habitantes de esta localidad, para los que su perspectiva es lograr una vivienda libre de deudas o hipotecas, por ello no les parece atractivo un plan de vivienda de propiedad horizontal.

El tipo de materiales es el ladrillo y bloque, cimientos, columnas y techos en concreto; se ofrece un panorama de consolidación urbana.

– Líneas vitales

Las redes de acueducto y alcantarillado son oficiales, la facturación se hace con medidor domiciliario y se presta el servicio normal por parte de la EAAB, lo mismo que la energía eléctrica por CODENSA; tienen gas domiciliario. Según la estratificación de las empresas públicas, el barrio se clasifica en estrato 2.

– Equipamiento comunal

Una de las mayores bondades de este barrio es precisamente la dotación en inmobiliario urbano y equipamiento comunal y social. De presentarse un evento de inundación, afectaría a un sector importante que confluente a solicitar estos servicios.

Dentro del equipamiento comunal está el CAMI de segundo nivel, que presta un servicio de salud no sólo al barrio, sino a un amplio sector de la parte baja de la localidad, e incluso a San Benito, un área verde y recreativa con piscina en el centro del barrio; al lado se construye una edificación prevista para el funcionamiento de la administración local (Alcaldía y JAL), que está suspendida por decisión de la alcaldía. Sobre la vía que desemboca a la Avenida Caracas, se ubica una estación de policía, que según la población de la zona aledaña brinda seguridad al sector.

– Organización

La organización que representa a la comunidad es la Junta de Acción Comunal, que ha intervenido activamente en la definición de prioridades en el Plan de Desarrollo Local a través de los encuentros ciudadanos. Adicionalmente se logró una curul en la corporación pública local, con un edil representante en la Junta Administradora Local.

- Barrio Villa Helena

Este es tal vez, el barrio menos consolidado del sector de estudio en la localidad de Ciudad Bolívar; se inició su loteo hace 4 años, y se ubica en la margen izquierda del río Tunjuelo y limita con él. Incluso se desarrollan actividades de quema de madera para carbón vegetal en área de la ronda hídrica del río, además de actividades de pastoreo y otras actividades pecuarias.

- Tipología de la vivienda

La vivienda en general está en uno o dos pisos, excepto una construcción que se distingue por sus cuatro pisos, con estructuras sólidas y fachada con buenos acabados; el resto está en proceso de desarrollo, sin mobiliario urbano, ni equipamiento comunal. Se localiza en la parte baja de la localidad, a unos 5 metros más bajo que la cota por donde pasa la vía de acceso al barrio Lucero.



Parte del Barrio Villa Helena, en el sector más cercano al río Tunjuelo.

- Líneas vitales

Las vías se encuentran sin pavimentar, no tienen servicios públicos legalizados. La red de acueducto y alcantarillado con sus acometidas domiciliarias, han sido construidas por la misma comunidad y aún no han sido normalizadas por las empresas públicas.

- Equipamiento comunal

El barrio no tiene equipamiento comunal ni mobiliario urbano. Sin embargo el barrio vecino tiene una cancha deportiva, que al considerarse Cesión A o espacio público es obviamente es el sitio de recreación de la población infantil del sector, incluida la de este barrio.

### – Organización

La comunidad se está organizando para conformar la JAC, hasta el momento está constituida en comité de trabajo del barrio, y es este organismo el que gestiona sus proyectos y representa la comunidad en la localidad.

### **3.1.2 Uso de la Tierra**

Como resultado del análisis de aptitud del suelo en la cuenca media y baja del Río Tunjuelo, se emitirá el concepto básico a nivel urbano del riesgo de inundación de cada uno de los siguientes barrios: San Luis, Isla del Sol, Meissen, La Playita I, La Playita II, El Preciso, Villa Helena, San Benito y Abraham Lincoln. En cada uno de los barrios enumerados se determinan las áreas ocupadas por usos actuales del suelo urbano, sin incidir en áreas de expansión ó ampliación del perímetro de servicios.

Se identificarán las áreas con problemas por contaminación del agua, erosión o uso inadecuado del suelo urbano que puedan incrementar la susceptibilidad a fenómenos de inundación.

#### 3.1.2.1 Origen del estudio

Ubicación de terrenos urbanizados ilegalmente que presentan situaciones de riesgo frente a posibles inundaciones producidas por los caudales máximos del río Tunjuelo para los períodos de retorno definidos por la UPES.

Ubicación de los predios en áreas sin posibilidad de servicios públicos de acueducto, alcantarillado de aguas lluvias y alcantarillado de aguas residuales.

Las zonas de alto riesgo de inundación deben ser excluidas del proceso de legalización y obviamente del concepto favorable emitido por la UPES.

#### 3.1.2.2 Metodología

Para el desarrollo o del trabajo se utilizó la siguiente metodología:

- Registro de información cualitativa, tal como observación directa del uso actual del suelo, su cobertura vegetal, las áreas de acción antrópica (vertimientos, rellenos y/o usos inadecuados), fotointerpretación de la región TUNJUELO, fotos del 29 de diciembre de 1994.

- Lo anterior se confrontó con documentación secundaria institucional de carácter local en UPES, DAPD, EAAB, IDU, DAMA e informes existentes en Ingetec S.A.
- Para la identificación y caracterización de barrios se definieron los siguientes aspectos: Características físicas y su grado de afectación antrópica, infraestructura vial y de servicios públicos que determinan las áreas de conflicto, manejo del espacio público y privado en relación con el proceso o tendencias de expansión urbana.
- Adecuación normativa vigente que determine su legalización o exclusión definitiva.
- Elaboración de planos a escala 1:5000, para la identificación de barrios que puedan ser legalizados sin restricciones, localizados en las zonas de riesgo bajo, medio y alto, donde la legalización pueda estar condicionada a la ejecución de obras de prevención y control o labores de mitigación que consideren la situación ambiental específica del área.
- Presentación de recomendaciones y propuesta técnica en razón de la normatividad para los usos del suelo en el área, para cada barrio o sector de barrios, indicando las acciones propuestas acerca del adecuado uso del suelo, zonas incompatibles con el uso de vivienda donde las familias afectadas deben ser reubicadas.

### 3.1.2.3 Normatividad existente

Para determinar y analizar la incidencia del uso actual y la aptitud futura de uso de la tierra se tuvo en cuenta la Normatividad existente aplicable al uso adecuado de la tierra en el Distrito Capital .

La normativa aplicable al uso de la tierra está contenida en el Acuerdo No. 2 de 1997, Plan de Ordenamiento del borde suroriental de la ciudad, Acuerdo No. 6 de 1990, Estatuto de Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá, la Ley No. 388 de 1997 de ordenamiento territorial. El Acuerdo No. 2 de 1997 presenta las normas urbanísticas aplicables fuera del perímetro de servicios. El Acuerdo 6/90 es la suma de las reglamentaciones urbanísticas aplicables dentro del perímetro de servicios; la Ley No. 388 de 1997 contiene normas para el ordenamiento de los municipios.

#### *Acuerdo 2/97*

Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Físico - Borde Suroriental de la Ciudad de Santa Fe de Bogotá, se establecen normas urbanísticas y medidas para la prevención, protección y adecuado uso de las áreas que conforman dichos sistemas.

Las normas contenidas en este Acuerdo se aplican a 4.597 ha de borde suroriental aproximadamente.

Los objetivos específicos son:

- Recuperar, preservar, proteger y adecuar los elementos de los sistemas orográficos e hídricos, integrándolo a los sistemas de zonas verdes y recreativas y en especial creando en el borde suroriental una barrera ambiental.
- Detener el proceso de deterioro ambiental generado por la industria extractiva y los desarrollos subnormales.
- Ejecutar los procesos de incorporación para diferentes usos urbanos en las áreas desarrollables y las ya desarrolladas.
- Reservar terrenos para servicios metropolitanos.

Establece doce zonas de reglamentación ajustadas a los tres niveles de zonificación del Acuerdo 6/90 según su ubicación y utilidad.

En el Plano No. 11 se muestran las zonas reglamentadas por el Acuerdo en las localidades de Tunjuelito y Usme.

#### *Acuerdo 6/90*

Por medio del cual se adopta el estatuto para el ordenamiento físico del Distrito Especial (conforme a la anterior nomenclatura constitucional) de Bogotá.

Los 547 artículos de este acuerdo se distribuyen en dos partes: la primera, denominada general, que en un solo título, sobre estructura urbana y planeación, señala los objetivos y alcances del estatuto, y luego, en la parte especial, subdividida en diez títulos, adopta el ordenamiento urbano de la ciudad en su jurisdicción urbana y rural. En la actualidad este acuerdo está reglamentado en su mayor parte, siendo de especial significado los decretos sobre protección del Sistema Orográfico y del Sistema Hídrico de la ciudad (rondas y cauces).

El Acuerdo establece tres niveles de zonificación:

- Elementos del primer nivel de zonificación: Sistema orográfico (Art. 152), sistema hídrico (Art. 138), zonas recreativas de uso público (Art. 87), zonas recreativas privadas (Art. 92), cesiones tipo A zonas de protección ambiental, Plan Verde (Art. 148), conservación (Art. 155), zonas viales (Art. 77), zonas de servicios públicos (Art. 94) y afectaciones (Art. 99).
- Segundo nivel de zonificación: Áreas urbanas (Art. 173), áreas suburbanas (Art. 185), áreas rurales y de reserva agrícola (Art. 161 - 167).

- Tercer nivel de zonificación: Áreas de actividad múltiple (Art. 285), áreas de actividad especializada (Art. 285) y categorías de los usos (Art. 329)
- Título Octavo, Normas para el tratamiento de desarrollo, se establecen las normas que sirven de base para adoptar la reglamentación específica que elabora el D.A.P.D., contenida en los decretos de asignación de tratamiento en los cuales se definen las normas que deben actuar los urbanizadores y los constructores.

\* Bases para la elaboración específica. Véase Plano No. 10.

<b>SISTEMA VERDE - CESIONES TIPO A (Art. 423)</b>			
<b>Tratamiento - Área</b>	<b>Actividad</b>	<b>% del Área neta urbanizable</b>	<b>Condiciones Mínimo 50% en un globo (por desarrollo integral posible 10%)</b>
Suburbana de Expansión (Art. 424)	Múltiple	12 - 15%	
	Residencial	17 - 25%	
	Otros usos	15 - 20%	

### *Ley 388/97*

Modifica la Ley 9 de 1989 y la Ley 3 de 1991; establece los mecanismos principios, instrumentos y disposiciones sobre planificación y gestión territorial, que deben ser utilizados por administraciones locales, en coordinación y concurrencia con los departamentos, áreas metropolitanas y Nación, con el fin de lograr un ordenamiento físico-territorial que promueva el desarrollo socioeconómico en armonía con la naturaleza, garantizando el acceso a los diversos sectores poblacionales, a los servicios, vivienda, infraestructura, suelo, equipamientos y la plena realización de los derechos ciudadanos, de tal forma que eleve la calidad de vida y alcance su desarrollo sustentable.

Los objetivos generales de la ley son: Complementar la planificación socioeconómica con la planificación y gestión físico-espacial, integrando los aspectos urbanos-rurales y regionales, lograr la armonía entre las diversas formas de ocupación del territorio y el proceso de desarrollo económico, con el objeto de elevar el nivel de vida de la población, establecer reglas para concertar los usos y ocupación del suelo, atendiendo la prevalencia del interés general y establecer un proceso de planificación y gestión territorial permanente, con visión de futuro.

Es indispensable identificar los diferentes aspectos legales contenidos en los capítulos III, IV y V.

Adicional a los documentos anteriores, se tuvieron en cuenta los siguientes Decretos y Acuerdos relacionados con la legalización de los barrios del sector:

*El Decreto 688/96 de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá*, Establece los requerimientos necesarios para legalizar un asentamiento.

*El Decreto 689/96 de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá*, Establece las excepciones al decreto anterior.

*El Acuerdo 19/94 del Concejo de Santa Fe de Bogotá*, Establece cuales son las reservas naturales y/o humedales existentes dentro del perímetro de la cuenca.

#### 3.1.2.4 Marco Geográfico de Referencia

##### *Localización*

La localidad de Tunjuelito está ubicada al sur de la ciudad en la margen derecha del Río de su nombre. Límite al norte con las localidades de Puente Aranda y Kennedy, al occidente con ciudad Bolívar, al sur con Usme y Ciudad Bolívar y al oriente con la localidad Rafael Uribe.

##### *Evolución Urbana*

Su población asciende a 200.000 habitantes, localizados en 35.170 viviendas y repartidos en los barrios Abraham Lincoln, Tunjuelito, San Carlos, San Benito, Santa Lucía Sur, Tunal I, Ciudad Tunal II, El Carmen, San Vicente Ferrer, Fátima, Venecia, Nuevo Muzo y el Tejar.

En proceso de legalización La Isla del Sol, Villa Ximena o Villa Helena, sus habitantes son de estrato 2 y 3 con un índice de necesidades básicas insatisfechas que ascienden al 21,3% y un total de hogares de 43.639 (Estudio de Pobreza en Bogotá) lo que infiere un nivel de hacinamiento familiar del 25% del total de la población.

#### 3.1.2.5 Planes maestros: viales, de acueducto y alcantarillado

##### *Plan Maestro Vial*

El “Estudio del Plan Maestro del Transporte Urbano de Santa Fe de Bogotá en la República de Colombia”, elaborado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, (JICA), en 1996 tiene como finalidad:

- Conseguir el reconocimiento y el avance en la voluntad política frente a la necesidad evidente de una integración institucional como condición para una mayor coordinación y eficiencia en la gestión de la administración Distrital.
- Presentar los recursos financieros requeridos para que la ciudad pueda adoptar el conjunto de las soluciones allí planteadas, algunas de las cuales se identifican con proyectos actualmente en estudio y ejecución por parte del IDU dentro de las prioridades del Plan Formar Ciudad.

Dentro de las consideraciones básicas realiza la descripción de la red vial, definiendo como patrón de la red futura para el año 2020 el planteamiento básicamente de cinco vías circunvalares y nueve vías radiales, de las cuales las siguientes vías se encuentran ubicadas dentro de la Localidad de Tunjuelito: Vías circunvalares (Avenida Boyacá) y Vías radiales (Autopista Sur).

#### *Plan Maestro de Acueducto*

Sistema Red Matriz Planta El Dorado: Con las obras de tratamiento se construirá, por etapas el sistema red matriz que alimentará la nueva planta de tratamiento, el cual está compuesto por varios tanques cuyo volumen de almacenamiento total es aproximadamente 33.000 m<sup>3</sup>, y 40 km de tuberías con diámetros comprendidos entre 12” y 24”. Estas obras beneficiarán una población aproximada de 1’000.000 de habitantes, del sector de Usme como también al sector localizado en la margen izquierda del Tunjuelo y la parte alta de Ciudad Bolívar.

Para ubicar las redes localizadas sobre el sector de estudio véase Plano No. 14.

#### *Plan Maestro de Alcantarillado*

La necesidad de contar con un sistema que solucione los problemas de contaminación ambiental de los cuerpos de agua y humedales debido a las deficiencias del alcantarillado de aguas residuales, así como los riesgos por inundación, originó que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, realizara El Plan de Expansión complementario a las obras definidas en el Programa Santa Fe I y en el Programa Santa Fe II que tendrá un horizonte hasta el año 2015.

El sistema de alcantarillado en este Plan de Expansión para la zona de estudio es el Sistema Tunjuelo, que tiene previsto construir las redes de alcantarillado troncal y secundario para complementar las obras definidas en los programas citados anteriormente, obteniéndose la descontaminación de aguas residuales del río.

Para el manejo de las aguas lluvias se ha estimado la construcción de aproximadamente 7 km. de canales y 25 km. de adecuación de quebradas.

Las obras consideradas beneficiarán un área de 11.000 ha y una población del orden de tres millones de habitantes en el horizonte de saturación.

Las redes de alcantarillado localizadas sobre la localidad de Tunjuelito se presentan en los Planos Nos. 12 y 13.

### 3.1.2.6 Otros aspectos

Otros aspectos que involucran el desarrollo futuro del uso del suelo dentro de la zona de estudio y en particular de los barrios, son los programas contenidos dentro del Plan de Gestión Ambiental para la Localidad de Tunjuelito y Programas y Proyectos de las Agendas Locales del DAMA.

#### *Plan de Gestión Ambiental para la Localidad de Tunjuelito*

– Marco Jurídico:

La Constitución Nacional del 91 y sus normas ambientales (Art.78, 79, 80 y 82).

Las disposiciones de carácter Nacional.

Las disposiciones de carácter Regional Nacional CAR.

Las disposiciones específicas del D.C. acuerdo 6/90, Acuerdo 18/89.

Acuerdo 9/90 PGA (Plan de Gestión Ambiental), Decreto Ley 1421/93, Decreto 322 que señala las funciones del DAMA según lo establecido en la Ley 99/93.

Decretos 318 / 19 / 20 / 22 y 24 de 1992.

– Objetivos y metas:

Recuperar las corrientes superficiales de agua y las rondas de los ríos de la localidad.

Recuperar el espacio público a través de un adecuado amoblamiento urbano.

Reducir los niveles de contaminación atmosférica provenientes de la industria.

Controlar el proceso de expansión tanto de la industria como de urbanización no planificadas.

Atender todos los aspectos de saneamiento ambiental y recuperación de la malla verde y arborización de parques y avenidas.

Buscar una mayor eficiencia en los sistemas de recolección de basuras.

Promover programas de educación ambiental para concientizar la comunidad de los problemas enumerados.

– Problemática ambiental:

#### Contaminación del Río Tunjuelo

En el barrio San Benito, ubicado en la margen oriental del río existen alrededor de 457 curtiembres, evidenciando la disposición de desechos sólidos, particularmente carnazas a lo largo de la margen del río Tunjuelito.

Como la curtición la hacen al Cromo (químico) y no al Tanino (vegetal) la contaminación hídrica del Río Tunjuelo y la Quebrada Chiguaza es altísima, al igual que el deterioro causado por la industria extractiva (materia orgánica, metales pesados grasas, etc.) a través de vertimientos incontrolados que destruyen y alteran el cauce normal debido al alto aporte de sedimentos.

#### Riesgo de inundación

Más del 50% de las industrias de curtiembres drenan su aguas residuales directamente al río o al sistema de alcantarillado sin tratamiento previo alguno.

El otro 50% tienen trampas de grasa dentro de sus instalaciones que no operan satisfactoriamente.

El alcantarillado de San Benito está obstruido por sólidos de las aguas de desecho, cuyo resultado es la inundación de las calles con profundidades entre 50 y 100 cm. en época de invierno.

La Quebrada Chiguaza prácticamente es un colector abierto de aguas negras de los barrios allí ubicados.

Además allí se presenta la invasión de las rondas, con asentamientos humanos, cultivos de maíz, criadero de cerdos, al igual que ocurren en las rondas del río Tunjuelito en el sector San Benito.

En el barrio la Isla del Sol se está dando un proceso acelerado de urbanización ilegal sobre el antiguo cauce del río, lo cual constituye un eminente peligro para sus habitantes debido al posible desplome del talud del antiguo lecho del río a menos de 10 metros de distancia.

El mismo peligro de inundación presentan los barrios Abraham Lincoln y el nuevo asentamiento Villa Helena, con el agravante de la construcción de viviendas precarias localizadas en el antiguo cauce del río Tunjuelito, zona potencialmente peligrosa, que debe reservarse para amortiguar los cambios y fluctuaciones naturales del río.

#### Parque y zonas verdes

Existe el parque distrital del Tunal, pero su deficiente mantenimiento y descuido lo convirtió en botadero de basuras, habito que se extiende a otras áreas de la localidad por la insuficiencia en la recolección de basuras.

En el barrio Abraham Lincoln, está ubicado el parque El Hoyo, con canchas deportivas en mal estado y terrenos destapados. El paisaje vegetal esta constituido por pastizales de kikuyo en las riberas del río Tunjuelo, las quebradas La Pichosa y Chiguaza. No existe arborización en la localidad.

#### Manejo de basuras

La recolección de basuras por la EDIS, en esta localidad no abarca todos los barrios.

En el barrio Abraham Lincoln existen dos botaderos de basuras enormes (kra 16B con diagonal 54 sur), mientras que en San Benito por lo angosto de las vías existen áreas de difícil tránsito, impidiendo la prestación del servicio lo mismo que en la Isla del Sol, plaza de mercado y Santa Rosita.

#### Tratamiento de aguas industriales

Es viable esperar que las industrias que vierten sus efluentes líquidos cuenten con sistema de control en la fuente o sea con sistemas de tratamiento de aguas dentro de cada industria a su salida de cada fabrica o grupo limitado de industrias afines.

En cuanto a los vertimientos domésticos, se considera viable lograr que en toda la localidad se cuente con sistemas separados de aguas lluvias y aguas domésticas.

En lo relacionado con la calidad de aire se requiere un control de emisiones gaseosas en los puntos de generación fijos en cada chimenea o desfogue contaminante. En las industrias extractivas dispone de planes de manejo ambiental para cada sitio de extracción en donde se cumpla la minimización de emisión de partículas.

### *DAMA*

– Plan para Gestión Ambiental (PGA) Ac.9/90 y Plan de Inversiones.

Programa: Recuperación de corrientes superficiales de agua.

Proyecto No. 1: Control de vertimientos industriales.

Proyecto No 2: Control de vertimientos de aguas domésticas

Programa: Manejo adecuado de basuras.

Proyecto No 3: Implementación de un sistema eficiente de recolección de basuras

Programa: Recuperación de rondas.

Proyecto No 4: Recuperación y limpieza de las rondas de la quebrada Chiguaza y río Tunjuelo

Proyecto No 5: Detención de los procesos de urbanización clandestina en las rondas del río Tunjuelo y quebrada Chiguaza.

Programa: Descontaminación atmosférica.

Proyecto No 6: Control de emisiones industriales gaseosas.

Programa: Recuperación de la malla verde y dotación de viveros.

Proyecto No 7: Recuperación y limpieza de las rondas de la quebrada Chiguaza y del río Tunjuelo.

Proyecto No 8: Recuperación del parque metropolitano el Tunal .

Proyecto No 9: Adecuación de zonas recreativas.

Programa: Control y recuperación de zonas afectadas por la industria extractiva.

Proyecto No 10: Recuperación y control de zonas afectadas por la industria extractiva.

Programa: Educación Ambiental.

Proyecto No 11: Sensibilización y educación ambiental integral local.

### **3.1.3 Determinación de la Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad es un concepto relacionado con la afectación de los elementos físicos de un lugar y las características socioeconómicas de la comunidad que la habita expuesta a una amenaza, en cuanto estas últimas hacen referencia a la posibilidad y capacidad de un grupo humano de responder y adaptarse frente a la ocurrencia de un fenómeno natural. En algunos textos se menciona no solo la capacidad de adaptación, sino la capacidad de restitución de las pérdidas en un evento dado. En tal sentido, las pérdidas humanas o daños que afecten la organización y estructura social de un grupo humano son difíciles de valorar.

### 3.1.3.1 Metodología

La metodología de análisis supone un enfoque, un procedimiento y unos instrumentos. El enfoque se orienta a tomar una unidad de análisis, la cual, en el presente estudio es la mínima unidad territorial, que es el barrio. Las características sociales y las condiciones de exposición en que se encuentre una comunidad o grupo social genera distintos tipos de vulnerabilidad, entre otras: económica, social, física, cultural, y educativa, cuya interrelación conduce a la vulnerabilidad global. Los mayores grados de vulnerabilidad se evidencian en las poblaciones que viven en condiciones marginales, con ingresos insuficientes, y carencias educativas; es decir, con baja calidad de vida.

El análisis de la vulnerabilidad se enfoca hacia la evaluación de las condiciones sociales y físicas que pueden ser afectadas en inundaciones con períodos de retorno entre 10 y 100 años.

Los pasos metodológicos se indican a continuación:

Obtención de información, tanto de fuentes secundarias como primarias, mediante los siguientes instrumentos:

- Evaluación de eventos ocurridos (caso San Benito)
- Revisión de información secundaria (Planes de Desarrollo Local, Agendas Ambientales, Censo 93)
- Visita de campo (observación directa)
- Entrevista a líderes comunitarios

Definición de variables e indicadores: actividad interrelacionada con la información obtenida (puede no ser completamente a priori).

Sistematización: Se organizó la información recogida de acuerdo a los temas por desarrollar y la confirmación de información secundaria en campo.

Caracterización o diagnóstico situacional: Se desarrolló una descripción de la situación actual del barrio, en cada uno de los temas previstos, como sustento de la calificación y la evaluación ponderada de la vulnerabilidad. Estos son insumos sin los cuales no es comprensible la calificación posterior.

Ponderación cualitativa: Se determinaron, con base en las variables tenidas en cuenta, indicadores que sirven de parámetros de calificación; estos indicadores dan cuenta de las condiciones de cada variable y se califican de acuerdo a su debilidad o fortaleza frente a la amenaza. A los indicadores se les asigna un valor de importancia y se establece un rango para ponderar el nivel de vulnerabilidad como bajo, medio y alto.

Análisis de nivel de afectación en función de la amenaza: Corresponde a un análisis conjunto que interrelaciona los determinantes de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad, para establecer cómo un evento de determinado período de retorno, puede condicionar la vulnerabilidad de una población barrial.

Calificación cualitativa: Este es el resultado final del análisis consistente en una calificación de tipo cualitativo, deducida de la consideración de elementos determinantes de la vulnerabilidad.

Los barrios cuyo estudio de riesgo por inundación fue solicitado por la UPES son: La Esperanza, La Cabaña, San Luis, San Carlos, Colmotores, Meissen, Playa I, Playa II, El Preciso, Villa Helena, Isla del Sol, Betania, San Benito y Abraham Lincoln. De estos barrios, La Cabaña, San Luis, La Esperanza, Betania, San Carlos y Colmotores no están expuestos a amenaza por inundación y por lo tanto en ellos no existe riesgo de inundación, pues su localización sobre pendientes pronunciadas y la cercanía a quebradas con poco caudal no se exponen a amenaza natural. Además cuentan con servicios públicos y construcciones sólidas, lo cual disminuye su vulnerabilidad.

### 3.1.3.2 Variables e Indicadores

Se combinaron variables sociales y físicas para llegar a una calificación cualitativa, para lo cual se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

En lo social, es necesario establecer la información sobre población potencialmente afectada y proporción del barrio, por fenómenos de inundación, aspecto éste que hace referencia al grado de extensión y consolidación del barrio, condiciones que ofrece el entorno y grado de hacinamiento.

En lo cultural, se requiere determinar: El nivel de arraigo a la vivienda y al contexto social y físico del barrio y, en una posible reubicación, las percepciones y actitudes o expectativas de los habitantes que generan resistencias o aceptación a ser trasladados; la capacidad de autogestión para la atención de emergencias, asociada con el grado de organización y cohesión social a través de redes sociales, que contribuyen a mejorar o disminuir la calidad de vida colectiva; y la capacidad de atención oportuna por parte de las entidades pertinentes para la contingencia de un fenómeno determinado, que refleja la presencia del Estado y la seguridad social que puede tener la población.

En cuanto a la vulnerabilidad física, se hace referencia a la cercanía de las viviendas al jarillón, condiciones del mismo y la estructura física de las construcciones, así como las características de la infraestructura de servicios (líneas vitales). El tipo de vivienda es un indicador importante en la definición de vulnerabilidad, por cuanto la capacidad de

restitución de la vivienda está dada por la pérdida que se ocasione y depende en gran parte de los materiales usados en la misma.

### 3.2.3.3 Análisis de vulnerabilidad por barrios

Teniendo en cuenta lo anterior, se determinaron las siguientes variables que actúan como indicadores sociales y de infraestructura para el establecimiento y evaluación de la vulnerabilidad, lo cual permite jerarquizarla de acuerdo con las condiciones existentes en cada barrio en estudio:

#### Indicadores de tipo social

- Organización Social
- Sentido de Pertenencia
- Nivel de Escolaridad
- Servicios de Salud

#### Indicadores que incluyen las variables social y física

- Equipamiento comunitario
- Tipología de la vivienda

#### Indicadores de tipo físico

- Líneas vitales (redes de servicios, estaciones, centrales)
- Proporción del barrio potencialmente afectado
- Estado del jarillón
- Tipo de amenaza (baja, media o alta)

De acuerdo con los elementos de diagnóstico planteados es necesario valorar de manera cualitativa la vulnerabilidad de los barrios afectados en caso de un evento de inundación. Los indicadores anteriormente mencionados dan cuenta del estado y condiciones de la vivienda del grupo social, cuyas características y calidades serán valoradas integralmente, de acuerdo con la información recogida a nivel secundario y de fuentes primarias. En principio, se le dan valores entre 0 y un valor máximo, conforme existan o no unas condiciones en cada uno de los indicadores; dichos valores son arbitrarios, por tanto se

califica cualitativamente si el barrio cuenta o no con equipamiento, redes, servicios sociales y si socioculturalmente puede responder a un desastre. Sin embargo, el estado de cada uno de estos elementos no se evalúa en detalle, por el alcance mismo del estudio, de manera que se suple esta evaluación con un análisis cualitativo e integral.

La descripción por barrio que se presentó anteriormente, es el soporte del análisis y evaluación de la vulnerabilidad. Por tal razón los indicadores están referidos a dicha descripción, por lo que se recomienda remitirse a ella para una mayor comprensión de la calificación que se realiza en esta Sección. En seguida se explicarán los criterios para asignar una calificación ponderada a cada indicador.

**Organización Social (O. Soc.):** Si hay fortaleza de la organización comunitaria y tienen incorporado algún mecanismo de alerta y prevención colectiva, se califica 0; si es débil en el sentido que existe formalmente una organización (JAC) pero no está preparada ante el evento se califica con 1; si no existe siquiera organización alguna y se muestra dispersión de la comunidad se califica 2. Se asume que la JAC es la organización de la comunidad que los representa y que puede liderar una respuesta social en caso de presentarse un fenómeno de inundación, dado que en ninguno de los barrios se encontró una organización específica para emergencias y el Comité Local de Emergencias funciona esporádicamente.

**Sentido de Pertenencia (S. Pert.):** Si se percibe arraigo, tejido social, expectativas positivas de legalización y defensa de su barrio como unidad territorial, se califica 0. En caso de antigüedad del barrio, pero poca identidad con la vecindad y su unidad territorial se califica con 1; y en caso de ser un desarrollo reciente y su proceso de apropiación territorial sea incipiente, se califica con 2.

**Afectación de la Salud:** Se califican dos indicadores: cobertura e infraestructura en salud para la atención de la población, y la calidad del agua de inundación, que en caso de un evento puede generar epidemias o riesgos sanitarios inmediatos. Si existe amplia cobertura e infraestructura cercana, y si la calidad de las aguas es aceptable (aguas lluvias que no se combinen con aguas residuales y contaminantes químicos), se califica 0; si existe cobertura en un centro de asistencia hospitalaria, aunque no se tenga la infraestructura cercana, con una calidad media del agua, se califica 1; si existe asistencia cercana o en el barrio a nivel de infraestructura, pero la inundación proviene de aguas de baja calidad, se califica con 2; si no existe ninguna de las dos, adicionalmente el agua es de baja calidad, se califica con 3.

**Formación educativa:** En este factor se consideraron la facilidad de acceso a un centro educativo y el conocimiento sobre el tema de riesgos por inundación, prevención y contingencias; y si existe la infraestructura para ello y los niveles de acceso y manejo de tecnología que pueda ofrecer la institución. Esto supone que la población mejor preparada y con conocimiento de causa sobre los fenómenos que la amenazan, puede generar mecanismos de prevención. Se califica con 0 si existe infraestructura y cobertura hasta secundaria o educación no formal sobre el tema; con 1 si hay un centro educativo de básica

primaria en el barrio; y con 2 si no existe centro educativo formal o centro de formación técnica en el barrio o hay desconocimiento del tema.

**Líneas Vitales (redes):** Se valoró con 0 la existencia de acometidas de redes de alcantarillado de aguas servidas por gravedad separadas del alcantarillado pluvial, 1 si el sistema es por bombeo y con 2 colector abierto. En casos de inundación se supone que las redes de energía no se afectan.

**Equipamiento comunitario (Eq. Co):** Se le da una valoración a partir de la calidad de infraestructura y tipo de dotación con el que cuenta. Se califica con 0, si se cuenta con un equipamiento comunal como escuela, centro de salud o salón comunal en el barrio; con 1, si se tiene una infraestructura de servicios institucionales cercana como bomberos o policía; y 2 si se carece de equipamiento comunal y de presencia institucional cercana.

**Tipología de la Vivienda (T. Viv):** Se valora con 0, viviendas con cimientos en concreto, paredes y columnas que fortalecen la estructura, y promedio de pisos 3; con 1 viviendas con bases menores a 30 cm y en promedio de 2 pisos; y 2, viviendas con piso en tierra, paredes y techo de material reciclable (madera, zinc o cartón) y un piso en promedio de construcción.

**Uso de los predios:** Se valora con 0, los predios sin construcción; con 1, los destinados a uso exclusivamente residencial; con 2 los predios destinados a uso exclusivamente comercial o industrial; con 3 los destinados a un uso mixto residencial - comercial o residencial - industrial.

**Potencial de población afectada:** Se valora la proporción de viviendas y población expuesta ante los diferentes tipos de amenaza; este indicador tendrá un valor de importancia mayor, pues se consideran pérdidas materiales y humanas. Si el barrio está incluido en la posibilidad de un evento calificado como amenaza alta en una proporción mayor del 80% ( $80 < P < 100$ ), cuya población sea mayor de 5000 hab, se dará un valor de 4; si se expone entre el 40 y 80% ( $40 < P < 80$ ) con población entre 2000 y 5000 hab, se dará un valor de 3, si se expone entre 20% y 40% ( $20 < P < 40$ ) cuya población sea entre 1000 y 2000 hab, se dará una calificación de 2; y un valor de 1 por debajo del 20% de afectación, ( $P < 20$ ) cuya población sea inferior a 1000 hab.

**Condiciones del Jarillón:** Se relaciona con dos elementos: la cercanía del barrio al jarillón, y el estado o condiciones técnicas del jarillón permiten una adecuada protección. Para un barrio que guarda una distancia equivalente a los 30 metros de ronda hidráulica y el jarillón es estable, se califica con 1; si una parte del barrio se localiza a menos de 30 metros del jarillón, aún cuando sus condiciones sean estables, se califica con 2; si se localiza a más de 30 metros de jarillón, pero este presenta erosión o roturas que lo hacen frágil, se califica con 3; y si se localiza dentro de los 30 metros de ronda y el jarillón no es estable, se califica con 4.

Como resultado de la aplicación de la calificación a cada uno de los indicadores, se efectúa una ponderación según valor de importancia, para hacer preponderante alguno de los indicadores que tienen más peso que otros, para medir el nivel de vulnerabilidad frente a un evento de inundación. Es el caso de los indicadores que reflejan una vulnerabilidad física, que den cuenta de la capacidad de resistencia o fragilidad ante una inundación; a ellos se les da un mayor valor de importancia.

Con base en las condiciones anteriores, se aplicó la calificación cualitativa asignando a cada indicador un valor de importancia. A continuación se presenta la tabla de la calificación ponderada por barrio, según indicadores mencionados:

Indicador Barrios	O. Soc.	S. Pert.	Salud	Formac. Educ.	Líneas vitales	T. Viv.	Equipam. Comunal	Uso del predio	Poblac. Afectada	Cond. del Jarillón	Total	Calificación
San Benito	1	2	2	1	1	1	0	3	4	2	17	Alta
La Playita II	0	2	2	2	2	2	1	3	2	2	18	Alta
Villa Helena	1	2	3	2	2	1	1	1	2	4	19	Alta
La Playita I	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	12	Media
Meissen	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	7	Baja
Abraham Lincoln	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	8	Baja

Rangos: Inferior a 10: vulnerabilidad baja; 11 a 14: vulnerabilidad media; y mayor de 15: vulnerabilidad alta.

En el Plano No. 15 se presenta en forma gráfica los grados de vulnerabilidad de los barrios; como se aprecia, los barrios con vulnerabilidad alta son San Benito, La Playita II y Villa Helena; en vulnerabilidad media: La Playita I; y Meissen y Abraham Lincoln en vulnerabilidad baja. San Benito, La Playita I, La Playita II, La Playita III y Villa Helena no cuentan con adecuada infraestructura que pueda brindar refugio en caso de inundación y necesidad de traslado temporal, pero cuentan con el equipamiento de Meissen, estación de policía y hospital, que por estar cerca ofrece posibilidades de atención inmediata. Aún con el grado de consolidación que ofrece San Benito, su vulnerabilidad alta se da por el hecho de la combinación de usos que presenta el barrio y que en caso de emergencia por inundación, se suman otros factores problemáticos, fundamentalmente sanitarios que ponen en riesgo la salud de la población, en especial las viviendas que se localizan en límites con el río Tunjuelo, pues están en condiciones precarias y combinan el uso residencial con el industrial.

Meissen y Abraham Lincoln, están en vulnerabilidad baja. Las condiciones de Meissen, por su desarrollo, brindan a los habitantes una oportunidad de tomar medidas preventivas e incluso de mitigación, por la dotación de equipamiento y el grado de organización, que

contribuyen a una respuesta eficaz en caso de presentarse una inundación. En el caso de Abraham Lincoln, debe tenerse en cuenta que aunque la mayoría del barrio está en condiciones de baja vulnerabilidad, existen viviendas que están construidas con material no resistente y que podrían ser afectadas en caso de un fenómeno de inundación.

### 3.2 ANÁLISIS DE RIESGOS

De acuerdo con las condiciones de amenaza y vulnerabilidad presentados anteriormente, en esta sección se analiza el riesgo de inundación en los barrios considerados, de la siguiente forma:

Barrio	Rango de Cota (msnm)	Vulnerabilidad	Amenaza	Riesgo
Meissen y Abraham Lincoln	C<2 558,00 2558,00<C<2 558,60 C>2 558,60	Baja	Alta Media Baja	Medio Medio Bajo
La Playita I	C<2 558,00 2558,00<C<2 558,60 C>2 558,60	Media	Alta Media Baja	Alta Medio Bajo
La Playita II, Villa Helena y San Benito	C<2 558,00 2558,00<C<2 558,60 C>2 558,60	Alta	Alta Media Baja	Alto Medio Bajo

En el Plano No. 16 se ilustra la zonificación de los riesgos por inundación en los barrios considerados.

Es de anotar que la calificación del riesgo se presenta de manera simplificada, pero que en realidad su comportamiento es dinámico y responde a la combinación de variables que confluyen en un momento dado y a las condiciones en que se encuentren las construcciones, bienes materiales y población cuando ocurra el evento.

El resultado aquí expuesto, genera la necesidad de poner en marcha medidas preventivas que se requieren para evitar un desastre. Estas medidas son de tipo estructural y no estructural; en ello cabe la planeación del territorio para las franjas que se mantienen sin ocupación y las medidas modificatorias en aquellos sectores que aún cuando están ocupados, debe dárseles un uso distinto teniendo en cuenta las necesidades sociales de los que allí habitan.

Todo ello implica que la población se prepare en conocimiento, técnicas de prevención y atención de emergencias; así como las instituciones se fortalezcan para prevenir un riesgo y atender las emergencias, pero ante todo asumir su rol regulador para que se oriente adecuadamente el uso del suelo.

### 3.3 MITIGACIÓN DE RIESGOS

La capacidad actual del río Tunjuelo es insuficiente para manejar controladamente, sin desbordamientos ni inundaciones, y en forma compatible con los requerimientos del drenaje pluvial de su cuenca, crecientes con períodos de retorno de una vez en 10 años.

Las crecientes que se desbordan en el tramo Quebrada La Estrella - Embalse 1, inundan Meissen, La Playita I y II, Villa Helena, San Benito y Abraham Lincoln, y aguas arriba de esta quebrada hasta el sitio de Cantarrana, áreas de canteras. Los volúmenes desbordados en esta zona del río reducen significativamente el pico de la creciente y en buena medida protegen de inundaciones los sectores de aguas abajo.

#### 3.3.1 MEDIDAS ESTRUCTURALES

Los problemas de inundaciones en la cuenca baja del río Tunjuelo ha sido estudiada en forma detallada por la Compañía de Estudios e Interventorías Ltda. (CEI Ltda.) en el estudio realizado para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), denominado Estudio de Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes en la Cuenca del Río Tunjuelo (Ref. 10), en el cual se plantean alternativas factibles para control integral de inundaciones del río Tunjuelo en toda su extensión, teniendo en cuenta las implicaciones que obras de control de inundaciones en los tramos de aguas arriba, tienen en los tramos más bajos.

Todas las alternativas estudiadas incluyen el mejoramiento de los Embalses Nos. 1, 2 y 3 existentes en el tramo medio del río Tunjuelo, mediante el realce de los diques que los conforman, y el dragado de los embalses para aumentar su capacidad de almacenamiento, y la sobreelevación o realce de los diques existentes en el cauce inferior del río Tunjuelo, para incrementar la capacidad hidráulica de dicho cauce, así como el dragado del río en los sitios más críticos, lo cual incrementaría aún más, dicha capacidad.

Para una completa solución al problema de las inundaciones, en el estudio mencionado se proponen las siguientes alternativas de embalses: Embalse de Cantarrana con una presa de 35 m de altura; realce de la presa de La Regadera, en 2,5 m; y la construcción conjunta de la presa y embalse de Cantarrana y el realce de la presa de La Regadera.

Del análisis técnico - económico de estas alternativas se concluyó en la recomendación de seleccionar la alternativa que incluye la presa y embalse de Cantarrana, el mejoramiento de las condiciones de los embalses de regulación Nos. 1, 2 y 3, el realce de los jarillones y el dragado del cauce del río Tunjuelo, a un costo total a precios de 1997, de \$33.354 millones.

De este conjunto de obras, que tienen un valor considerable y cuya ejecución total podría considerarse a largo plazo, sería necesario adelantar a corto plazo las correspondientes a la adecuación del río que beneficiarían a los barrios estudiados, amenazados actualmente por

desbordamiento. Estas obras serían el dragado del cauce en el tramo Cantarrana - Embalse No. 1 y el realce del dique izquierdo en una longitud de 2 300 m (K24+400 a K26+700) y del dique derecho en una longitud de 1 200 m (K26+000 a K27+800), cuyo costo conjunto es de \$724 millones, discriminado así:

ÍTEM	COSTO (\$ millones)
1- Dragados en el tramo Cantarrana - Embalse No. 1	288
2- Realce diques en el Tramo Cantarrana - Embalse No. 1	436

El esquema de estas obras se presenta en la Figura 2.30.

Estas obras locales tendrían un efecto hidráulico negativo en sectores del río Tunjuelo ubicados aguas abajo de ellas, puesto que los volúmenes y caudales de las crecientes se incrementarían en dichos sectores, al evitarse los desbordamientos en el tramo Cantarrana - Embalse No. 1. Por ello es necesario complementar las obras locales mencionadas con costosas obras de regulación de caudales; estas, en el estudio citado de CEI Ltda., corresponden a las del Embalse de Cantarrana.

De otra parte, se ha estudiado por Ingetec S.A. (Ref. 12) la posibilidad de aprovechar las excavaciones dejadas por la minería de agregados pétreos en las márgenes del río, como una solución rápida y económica de controlar las inundaciones en el bajo Tunjuelo. En el estudio preliminar de esta alternativa, que eliminaría la necesidad del dragado y realce de diques en el tramo Cantarrana - Embalse No. 1 y su complementación con el embalse de Cantarrana, se analizó su viabilidad general, sus costos aproximados y la posibilidad de realizarla y ponerla en funcionamiento en el corto plazo.

Como se ha indicado anteriormente, la capacidad requerida para almacenar crecientes con período de retorno  $Tr = 100$  años es de  $7,4 \text{ hm}^3$ . En el estudio de Ingetec S.A. en 1994, se identificaron industrias mineras con excavaciones de varias capacidades; tres de ellas tendrían al final de su explotación más de  $10 \text{ hm}^3$  de volumen (Concretos Diamante:  $12,8 \text{ hm}^3$ ; Aridos y Minerales del Tunjuelo / Ingeniesa:  $11,5 \text{ hm}^3$ ; y Central de Mezclas S.A.:  $24,1 \text{ hm}^3$ ) por lo cual cualquiera de ellas podría ser aprovechada para la amortiguación de crecientes tan pronto su explotación haya terminado. La localización de estas excavaciones se muestra en el Plano 6 (2 de 4 a 4 de 4).

Las obras hidráulicas necesarias para el manejo de crecientes consisten en una estructura de control sobre el río Tunjuelo con rebosadero lateral, una estructura de descarga de los caudales excedentes hasta el fondo de la excavación, y una estación de bombeo para restituir lentamente al cauce del río los excedentes almacenados. En la Figura 2.31 se muestra el esquema de las obras hidráulicas previstas; el costo de estas obras y de la

estación de bombeo se estima en \$4 196,4 millones a precios de diciembre de 1998 (ver Tabla No. 2.59) y podrían construirse en un plazo de 17 meses.

### **3.3.2 Medidas no estructurales de mitigación de riesgos**

Las medidas no estructurales de mitigación de riesgos consisten en procedimientos alternativos o complementarios de las medidas estructurales de mitigación, que al ser aplicadas reducirán los riesgos por inundación en las localidades. Así mismo, la mitigación no estructural busca reducir la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas a algún tipo de amenaza.

#### 3.3.2.1 Programas propuestos

Los planes de mitigación no estructurales se orientan a programas de educación, manejo ambiental, aplicación de la reglamentación normativa sobre ordenamiento territorial, y uso del suelo, acciones que en su conjunto permitirán disminuir la vulnerabilidad.

Los programas de educación y aplicación de la normatividad están orientadas a dos actores sociales a saber, la población expuesta, y el sector institucional. Dichos programas contribuirán a que la misma población genere mecanismos de autorregulación en zonas de mediano riesgo, y a que las instituciones hagan uso efectivo de la normatividad en cuanto a control y prevención de la expansión urbana ilegal se refiere.

El desarrollo de acciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población expuesta, y la consecuente disminución del nivel de vulnerabilidad, permitirá mitigar el riesgo en dichas poblaciones, las cuales se encuentran en riesgo medio o alto, y generar un nivel de respuesta adecuada en el caso de ocurrencia de una situación de emergencia; tanto desde el punto de vista de la ciudadanía como de las instituciones implicadas.

#### 3.3.2.2 Descripción de los Programas

Los programas que se proponen se desarrollan a dos niveles; el institucional y el de población asentada en la zona de riesgo.

A nivel institucional, se propone que la normatividad existente se aplique eficazmente, ya que las normas de ordenamiento territorial y uso del suelo, brindan las herramientas de control necesarias para evitar que se sigan urbanizando áreas incompatibles para tal uso, previniendo así mismo la exposición de población a riesgos por amenazas naturales. En los casos de asentamientos existentes y donde no se propicia su traslado, es necesario que las

autoridades distritales hagan uso de los instrumentos legales para formalizar, a través de la legalización, los desarrollos urbanos ya constituidos, localizados en zonas de riesgo, y así incluirlos en los planes de inversión local y distrital, además de destinar las zonas restringidas para uso urbano, a usos compatibles ambientalmente, como son el recreativo y paisajístico. En particular, se deben tomar medidas, en coordinación con las entidades del distrito ocupadas del ordenamiento territorial, sobre el traslado de la zona industrial de San Benito y el control de vertimientos y basuras al río.

Las medidas mitigatorias que se desarrollen con la comunidad parten de la necesidad de mitigar el nivel de vulnerabilidad en el que actualmente se encuentran, mediante el mejoramiento de la calidad de vida, fortaleciendo la infraestructura de servicios sociales y la organización comunitaria. El mejoramiento de la calidad de vida requiere igualmente la puesta en marcha de proyectos de educación no formal, focalizados hacia la temática de manejo preventivo y de respuesta efectiva y organizada a los fenómenos de inundación, así como de la formación en la gestión para la consecución de recursos orientados al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y urbanísticas.

### *Objetivos y Política*

Los objetivos de los programas son: Contribuir a la aplicación de las normas legales y al desarrollo de proyectos de inversión social, para la normalización de los desarrollos urbanos semiconsolidados y consolidados ubicados en zonas de mediano riesgo; contribuir al fortalecimiento institucional, para la aplicación de medidas oportunas y eficaces en el control y prevención de la expansión urbana en zonas de mediano riesgo, y manejo en situaciones de emergencia presentadas en dichas zonas pobladas actualmente; y aportar elementos de autorregulación por parte de la población expuesta en el momento de ocurrencia de una eventual inundación, y apoyar su gestión institucional para proyectos de desarrollo social que conlleven su articulación urbana con la ciudad.

Como políticas se proponen las siguientes:

En materia legislativa, es necesario aplicar la normatividad que regula los desarrollos urbanos, definiendo los usos del suelo y en particular la delimitación de zonas de preservación de rondas alrededor de los cuerpos de agua, que a la vez se constituyen en zonas de riesgo por inundación, razón por la cual se restringe su ocupación habitacional, y que se menciona en el capítulo de Usos del Suelo, dado que la ausencia de aplicación de normas existentes ha ayudado a que los procesos urbanísticos ilegales se extiendan, en particular en la localidad de Ciudad Bolívar, y al ordenamiento urbano en la localidad de Tunjuelito.

Una de las respuestas del Estado ha sido la encaminada a reglamentar el uso y ocupación territorial, expresada en la Ley 388 de 1997, sobre ordenamiento territorial, que en su

Artículo No. 104, especifica las sanciones urbanísticas a quienes infrinjan las normas de urbanización y los planes de ordenamiento territorial. Tales sanciones incluyen entre otras, multas, demolición de las obras y suspensión de servicios domiciliarios para quienes parcelen, urbanicen o construyan en terrenos no urbanizables; en caso de terrenos urbanizables para quienes lo hagan sin licencia, así como para quienes ocupen terrenos de uso público.

De otra parte, los mecanismos y espacios de participación y de educación ciudadana buscan consolidar los procesos organizativos y de autorregulación que generen respuestas colectivas de manera organizada y autónoma, lo cual es posible siempre y cuando la población expuesta conozca la situación en que se encuentra, los niveles de riesgo que pueden presentarse, y los organismos a que pueden acudir, así como el fortalecimiento de las autoridades locales que ejerzan su función de regulación, control y sanción.

#### *Planes de Acción*

Los planes de acción son los siguientes:

A nivel institucional:

- Legalización de los desarrollos localizados en zonas de riesgo medio: El Departamento Administrativo de Planeación Distrital debe emitir la resolución que produzca la legalización de estos desarrollos.
- De forma simultánea a la resolución de legalización, las empresas prestadoras de servicios públicos deberán anular los convenios provisionales establecidos con los barrios en mención, oficializando y optimizando la prestación de dichos servicios, mediante la ejecución de obras que mejoren la calidad y amplíen su cobertura actual.

A nivel local:

- Las Juntas Administradoras Locales, las Alcaldías Locales y los Fondos de Desarrollo Local, deben incorporar los barrios que se proponen para ser legalizados, dentro de las prioridades del Plan de Desarrollo de dichas localidades, estableciendo un orden de necesidades básicas para la destinación de recursos en el plan de inversiones a ejecutar durante el trienio administrativo, tomando en cuenta que la prioridad denominada Desmarginalización, permite apropiar recursos de los FDL para ejecutar proyectos de infraestructura de servicios públicos.
- Fortalecimiento de la coordinación interinstitucional, para la ejecución de las obras requeridas en orden de prioridades, para la optimización de los recursos y coherencia en el diseño de los cronogramas.

- Fortalecimiento del Comité Local de Emergencias, con las entidades distritales y ONGs, privadas y descentralizadas que deben participar en él, quienes deben realizar presencia y evaluaciones periódicas de las condiciones físicas y técnicas de los barrios, intensificadas en época de lluvias.
- Construcción de un centro de atención de emergencias en el sector que agilice los procesos de información e interacción con la comunidad, encargado de establecer los niveles de alerta cuando se prevean problemas de inundaciones. Adicionalmente, el centro de atención de emergencias deberá impartir capacitación y definir funciones y responsabilidades tanto a nivel de la comunidad como de instituciones que atienden emergencias, como el cuerpo de bomberos, la policía, carabineros, la Cruz Roja, la Defensa Civil, CAMI y personal de salud, de manera que no se lleven a cabo acciones improvisadas al momento de una emergencia.
- Elaborar el Plan de Emergencia Local que contemple:
  1. Destinación de recursos técnicos, humanos y administrativos necesarios para la atención de emergencias.
  2. Definir posibles sitios de albergue, y si se carece de ellos, llevar a cabo su construcción.
  3. Establecimiento y difusión de estrategias de alarma, evacuación, y restablecimiento de las condiciones normales de vida.
  4. Elaboración de cartillas informativas y preventivas destinadas a la comunidad.
- Con respecto al manejo institucional, es indispensable efectuar un diagnóstico de la situación actual de la comunidad, que incluya un inventario de la infraestructura social en los barrios que se encuentran en riesgo medio por fenómenos de inundación.

A nivel comunitario:

- La comunidad debe participar del diagnóstico que efectúe el sector institucional, a través del cual se evalúen las condiciones en que se encuentra con respecto al riesgo mismo, y a sus posibilidades de respuesta.
- Se requiere la conformación de comités de emergencia por barrio o sector barrial, que participen en el Comité Local de Emergencia, los cuales se activarán solamente en los momentos en que se evalúe la necesidad de implementar la acción.
- La comunidad podrá participar de manera cogestionada con las entidades gubernamentales en el desarrollo de infraestructura social del barrio, en adecuación de rondas como espacios de recreación pasiva, y construcción de equipamiento comunal,

entre otros, acciones que puede desarrollar con aportes de mano de obra y trabajos colectivos.

- Diseño y ejecución de un programa de educación comunitaria coordinado por las JAC, CLE, y la UPES, en función de aportar elementos a los habitantes en el manejo preventivo y de respuesta a las situaciones de emergencia. El plan de educación debe contemplar:
  - \* Conocimiento por parte de la comunidad del inventario de infraestructura existente en el sector y la localidad, para la atención de emergencias.
  - \* Realización de talleres para el mejoramiento de calidad de vida a partir de acciones de la propia comunidad en cuanto a educación ambiental, manejo de desechos sólidos, arborización de rondas, cuidado de los humedales, mantenimiento adecuado de los espacios públicos, y buen manejo de la cría de animales domésticos.
  - \* Diseño de estrategias de respuesta de la comunidad para el momento del evento, mediante desarrollo de simulacros de desalojo, detallamiento del equipamiento mínimo requerido por unidad familiar para la atención del evento y buen manejo de alertas entre otras.
  - \* Elaboración de un plan de restablecimiento de la normalidad en los barrios afectados por un evento de emergencia.
- La comunidad ejercerá veeduría ciudadana de los sectores de protección ambiental, así como los de uso residencial restringido, avisando oportunamente a las autoridades locales sobre nuevos rellenos, loteos y urbanizaciones que no sean compatibles con los usos permitidos del suelo.

### *Ubicación*

Los barrios objeto de este programa son los calificados como de riesgo alto y medio dentro de las localidades, siendo los responsables de su ejecución, la Junta Administradora Local, Alcaldía Local, Comité Local de Emergencia, Juntas de Acción Comunal, UPES.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

En este estudio se han analizado las condiciones físicas y socioeconómicas de la zona plana de la cuenca del río Tunjuelo y de barrios de las localidades de Usme, Tunjuelito y Ciudad Bolívar, para determinar la amenaza de inundación en la zona mencionada, y calificar la vulnerabilidad y el riesgo de inundación, y conceptuar sobre la legalización de los barrios estudiados.

Inicialmente, la UPES solicitó analizar el riesgo de inundación en los siguientes barrios: Abraham Lincoln, Betania, San Benito, Colmotores, La Cabaña, La Esperanza, San Carlos, San Carlos Norte, San Luis e Isla del Sol. De este listado inicial de barrios, Betania, Colmotores, La Cabaña, La Esperanza, San Carlos, San Carlos Norte y San Luis, por estar situados a cotas considerablemente superiores al río Tunjuelo, no tienen amenaza de inundación por desbordamiento del río.

A los barrios restantes, Abraham Lincoln, San Benito e Isla de Sol, ubicados en zonas planas adyacentes al río Tunjuelo, posteriormente fueron adicionados el siguiente conjunto de barrios: Meissen, La Playita, sectores I y II, El Preciso y Villa Helena.

En el estudio se determinó que actualmente existe la posibilidad de desbordamientos del río Tunjuelo, aún para caudales con períodos de retorno de 10 años, en el tramo comprendido entre Cantarrana (aguas abajo de la confluencia de la quebrada Yomasa) y la entrada al Embalse No. 1, construido por la EAAB para el control de las crecientes, en inmediaciones del barrio Villa Helena, y en el tramo comprendido entre los barrios El Rubí y San Antonio Galán y la confluencia con el río Bogotá. Estos tramos están localizados en la planicie aluvial del río.

En el tramo entre Cantarrana y la confluencia de la quebrada La Estrella, las inundaciones afectan zonas no urbanizadas, actualmente explotadas comercialmente para la obtención de gravas; aguas abajo de la quebrada mencionada, hasta la entrada al Embalse No. 1, las inundaciones afectan áreas urbanizadas, correspondientes a los barrios Meissen, La Playita (sectores I y II), Villa Helena, San Benito y Abraham Lincoln. El barrio El Preciso, vecino a los anteriores, por su ubicación alta, no tiene amenaza significativa de inundación.

El barrio Isla del Sol está ubicado en el interior de un antiguo meandro del río, el cual fue rectificado y canalizado entre jarillones, el izquierdo de los cuales protege al barrio contra inundaciones por desbordamiento del Embalse No. 2.

En el tramo aguas abajo de los barrios Rubí y José Antonio Galán, los desbordamientos afectarían tanto a zonas urbanizadas como no urbanizadas de Bosa y Kennedy.

De los afluentes mayores del río Tunjuelo, solamente las quebradas Chiguaza y Limas presentan amenaza de inundación.

La vulnerabilidad de los barrios inundados es baja en Abraham Lincoln y Meissen, media en La Playita I y alta en La Playita II, Villa Helena y San Benito.

Las inundaciones en los barrios cuyo análisis de riesgo de inundación es de interés, implican un riesgo alto en las zonas localizadas por debajo de la cota 2 558,00 msnm, un riesgo medio entre cotas 2 558,00 y 2 558,60 msnm y un riesgo bajo en cotas superiores de dichos barrios. En el barrio Isla del Sol no existiría amenaza de inundación siempre y cuando la estructura de control del Embalse No. 2, consistente en una batería de alcantarillas de cajón, sea mantenida permanentemente, libre de obstrucción.

Las obras previstas en el estudio realizado por CEI Ltda. para la EAAB que se deben considerar a corto plazo para mitigar los riesgos de inundación en los barrios estudiados consisten en reconformar y realzar los jarillones y dragar el cauce del río Tunjuelo en el sector comprendido entre Cantarrana y el Embalse No. 1. El valor conjunto de estas obras es de \$724 millones a precios de diciembre de 1997. Estas obras, sin embargo, agravarían el problema de inundaciones en sectores ubicados aguas abajo, a no ser que fueran complementadas con obras de regulación a un costo considerable, como el Embalse de Cantarrana.

Como solución alternativa se plantea la utilización de una de las excavaciones dejadas por la extracción de gravas en las márgenes del río Tunjuelo para lo cual se requeriría la construcción de estructuras hidráulicas para derivar los excedentes del río en crecientes, almacenarlos en la excavación y posteriormente restituir al río estos excedentes al río mediante bombeo. El costo de esta solución, la cual podría construirse en 17 meses, sería de \$4 196,4 millones a precios de diciembre de 1998.

Se recomienda legalizar los barrios o parte de ellos que tienen riesgo bajo y medio, es decir, Meissen, Abraham Lincoln, El Preciso e Isla del Sol y el sector de los barrios La Playita I y II, Villa Helena y San Benito localizados sobre la cota 2 558,00 msnm, y no legalizar, hasta tanto su riesgo alto no sea mitigado con las obras descritas, las áreas por debajo de la cota 2 558,00 msnm en los barrios La Playita I y II, Villa Helena y San Benito.

La determinación de la cota mencionada debería hacerse mediante topografía y trabajos de campo detallados, fuera del alcance de este estudio, ya que la cartografía disponible con curvas de nivel cada 5 m no permite realizarla.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. “Estudio de saneamiento ambiental y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo (Hidrología)”, CEI - EAAB, 1997.
2. “Atlas Regional” CAR, 1986.
3. “Estudios de saneamiento ambiental y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo (Geología y Geomorfología), CEI - EAAB, 1997.
4. “Plan Maestro de Alcantarillado. Control de inundaciones del río Bogotá. Estudio Geotécnico - Anexo 4. Caracterización del subsuelo para los jarillones del río Fucha y del río Tunjuelo”. Gómez Cajiao y Asociados - James Montgomery, enero de 1993.
5. “Diseño de obras de emergencia para el control de inundaciones del río Tunjuelo. Apéndice B”. Hidroestudios S.A. 1997.
6. “Proyecto de plan de desarrollo económico y social 1999 - 2001”. Alcaldía local de Tunjuelito. Localidad sexta, Avance social con participación y solidaridad. Santa Fe de Bogotá, 1998
7. “Agenda local ambiental”. Localidad 19, Ciudad Bolívar. Santa Fe de Bogotá, Agosto 1994.
8. “Agenda local ambiental”. DAMA, 1995.
9. Conferencia sobre “Evaluación del manejo de residuos sólidos, caso relleno Doña Juana”. Ministerio del Medio Ambiente, Agosto 1998.
10. “Estudio de saneamiento ambiental y control de crecientes en la cuenca del Río Tunjuelo. Informe final ejecutivo EA - Programa Santa Fe I”. Compañía de Estudios e Interventorías Ltda.
11. “Perfil ambiental de Bogotá”. Corporación Siglo XXI, DAMA.
12. “Proyecto de manejo de crecientes del río Tunjuelo en las excavaciones dejadas por la minería”, DAMA - Ingetec S.A., junio de 1994.

## ANEXO 1 - MORFOGÉNESIS DE LAS SUBCUENCAS AFLUENTES

## ANEXO 2 - REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO 3 - SECCIONES TRANSVERSALES DEL RÍO TUNJUELO,  
K0+000 A K20+241

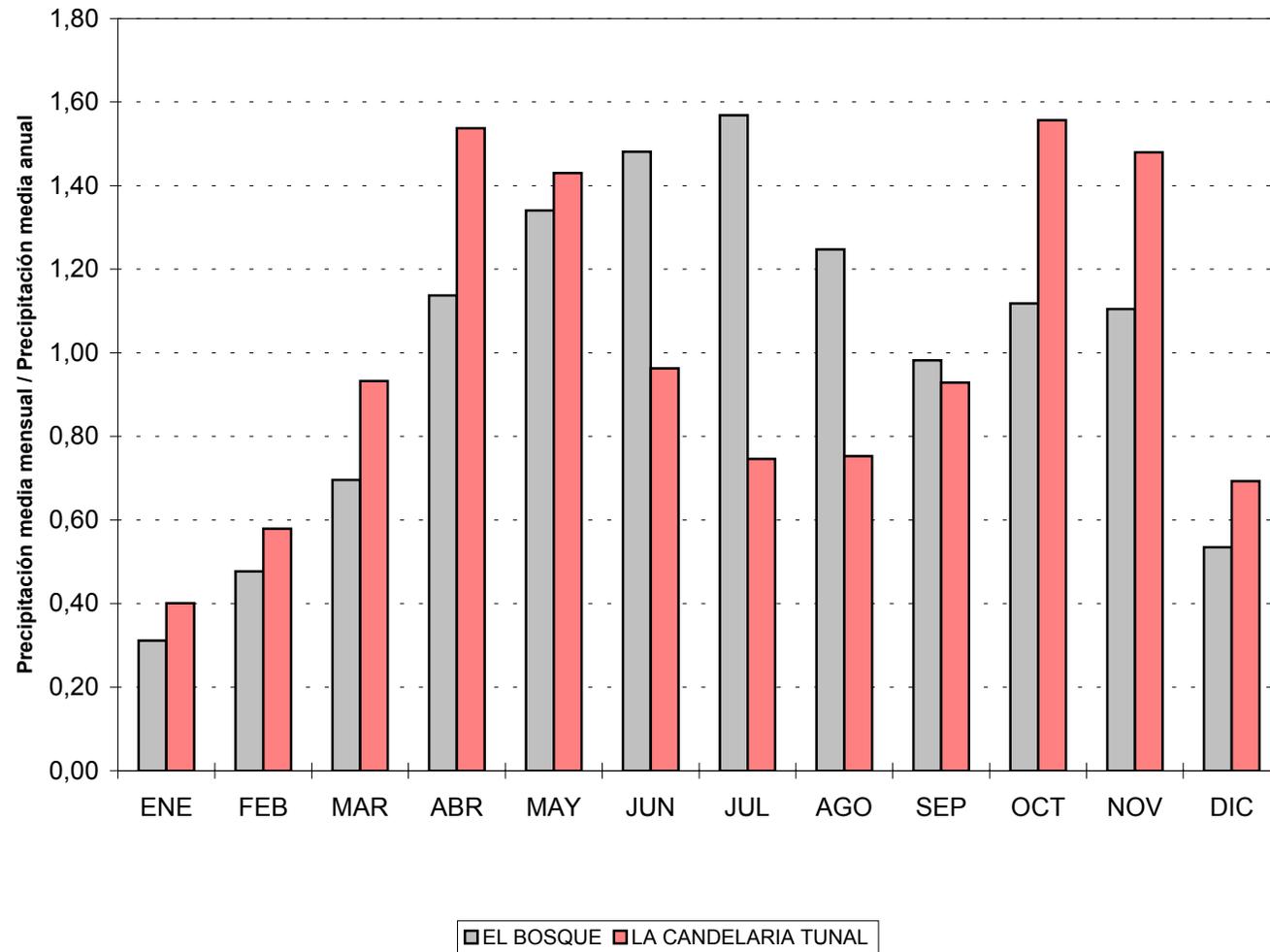
ANEXO 4 - SIMULACIONES HIDRÁULICAS DEL RÍO TUNJUELO.  
TRAMO K20+241 A K30+500

ANEXO 5 - ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL DESBORDAMIENTO DEL  
RÍO TUNJUELO EN EL SECTOR CANTARRAN - Q. LA ESTRELLA

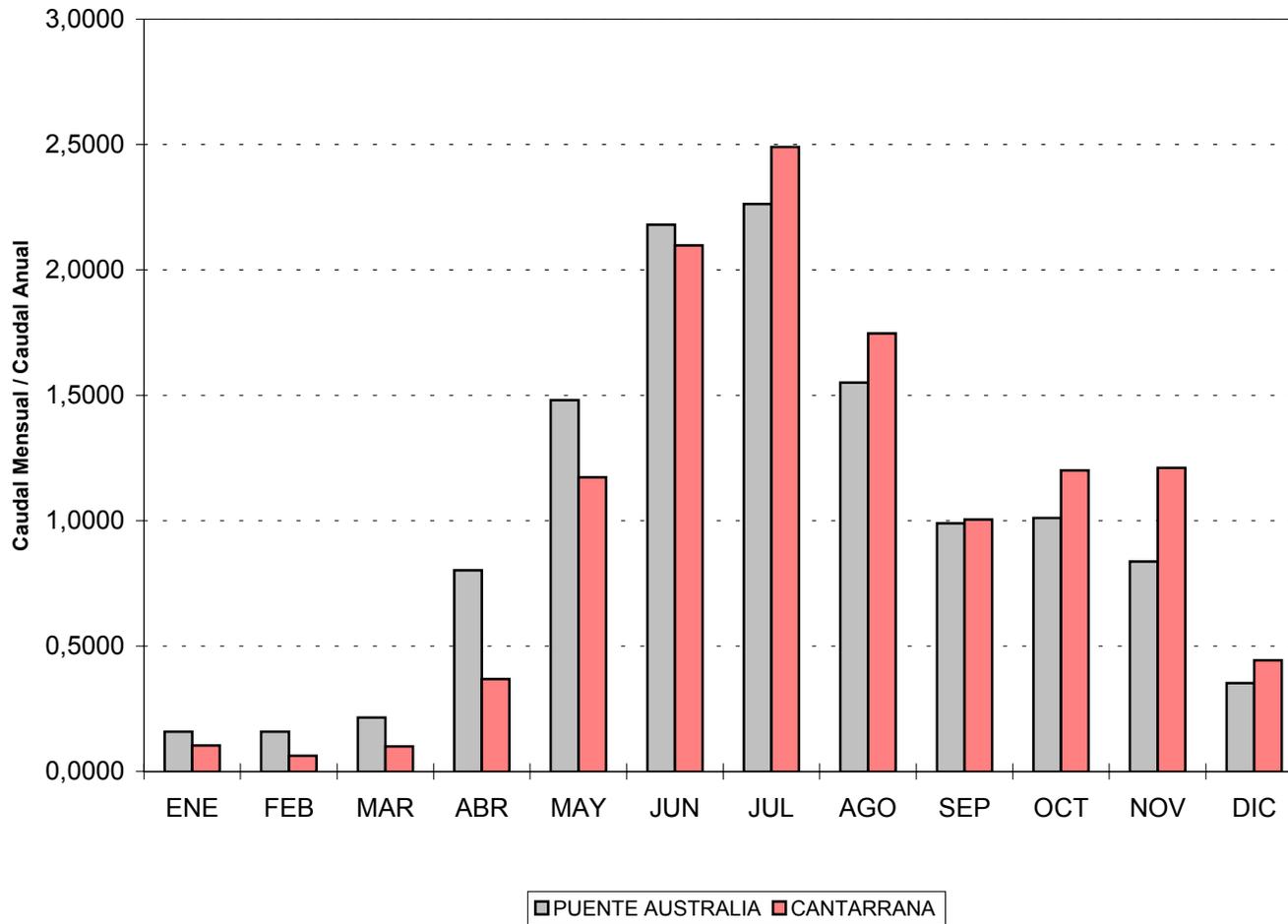
ANEXO 6 - ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL DESBORDAMIENTO DEL  
RÍO TUNJUELO EN EL SECTOR EMBALSE NO. 3 - CONFLUENCIA  
CON EL RÍO TUNJUELO

ANEXO 7 - ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL DESBORDAMIENTO DE LAS  
QUEBRADAS AFLUENTES

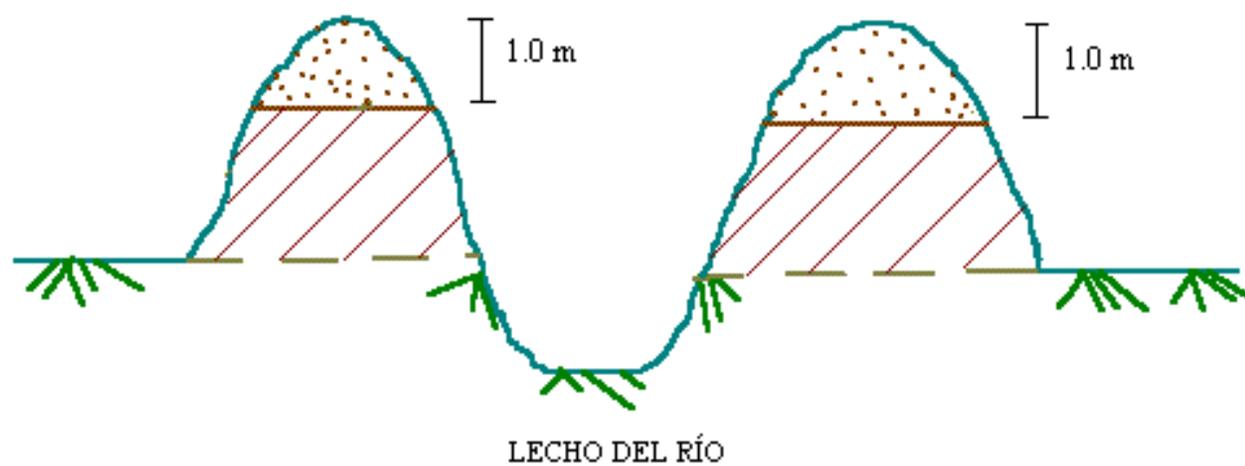
**FIGURA 2.1 - Régimen de lluvia en la cuenca del río Tunjuelo**  
**Promedio mensual multianual, adimensional**



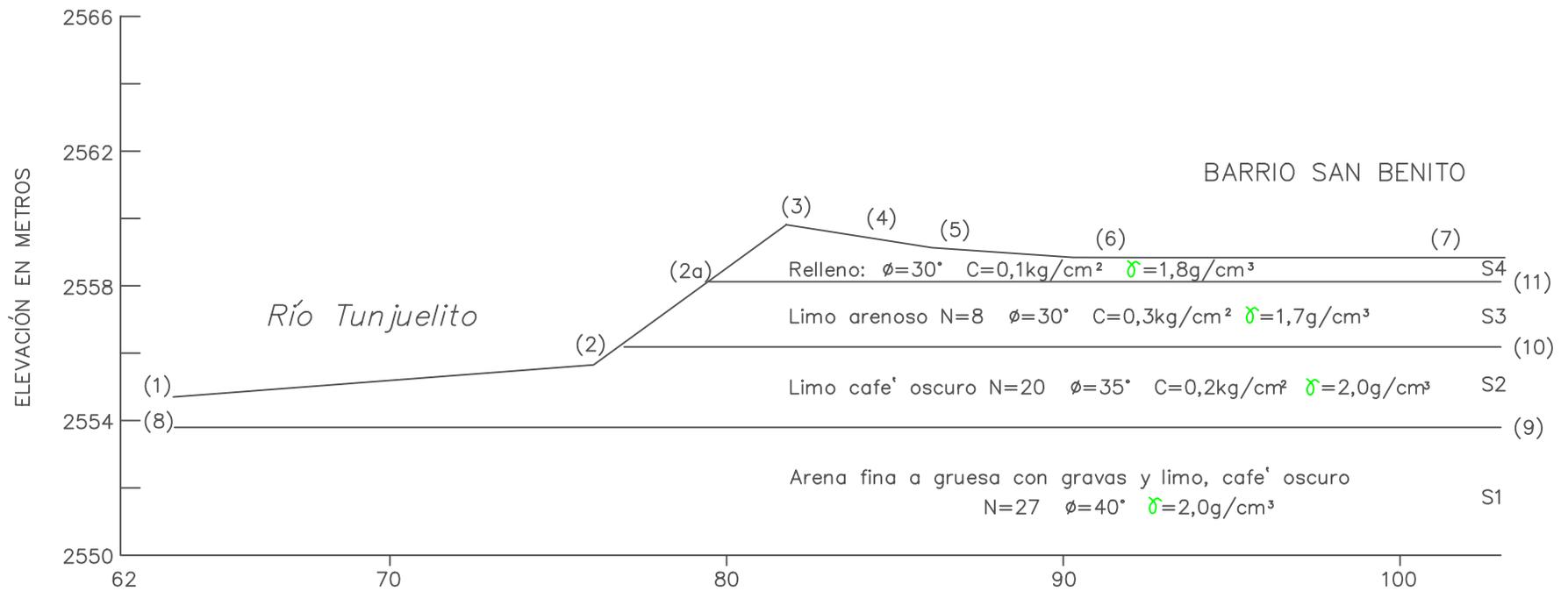
**FIGURA 2.2 - Régimen de caudal en la cuenca del río Tunjuelo**  
**Promedio mensual multianual, Adimensional**



**FIGURA No. 2.3**  
**ESQUEMA DE SECCIÓN COMPUESTA**  
**DE LOS JARILLONES**



-  REALCE CON MATERIAL INESTABLE
-  JARILLÓN ORIGINAL

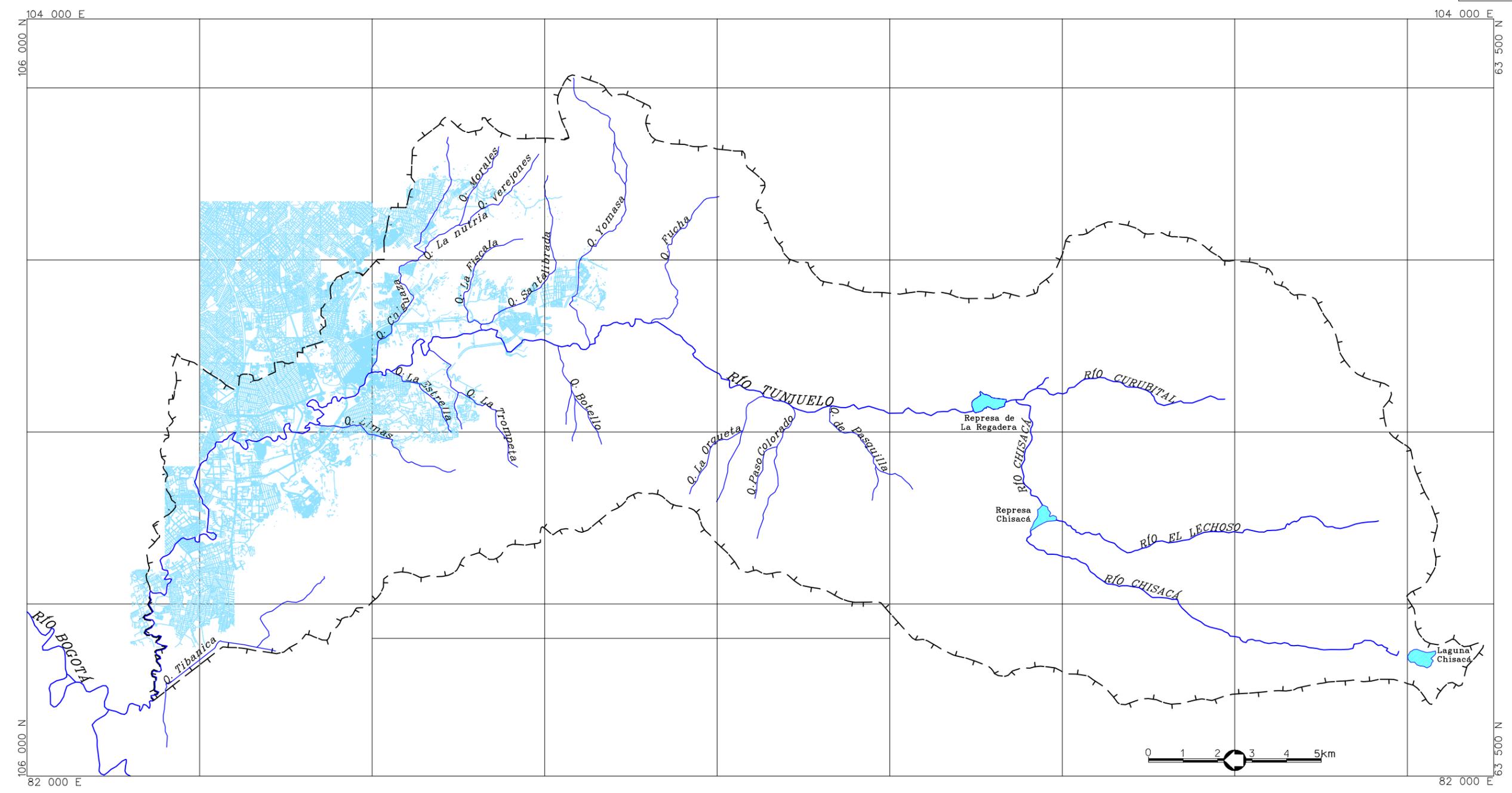


(Tomado de Hidroestudios, 1997)

**ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN  
DE LAS LOCALIDADES DE FONTIBÓN Y  
TUNJUELITO**

**PERFIL GEOTÉCNICO DEL JARILLÓN  
ADYACENTE AL BARRIO SAN BENITO**

INGETEC S.A.	FECHA	ESCALA	FIGURA
	FEB,1999	1:200	2.4

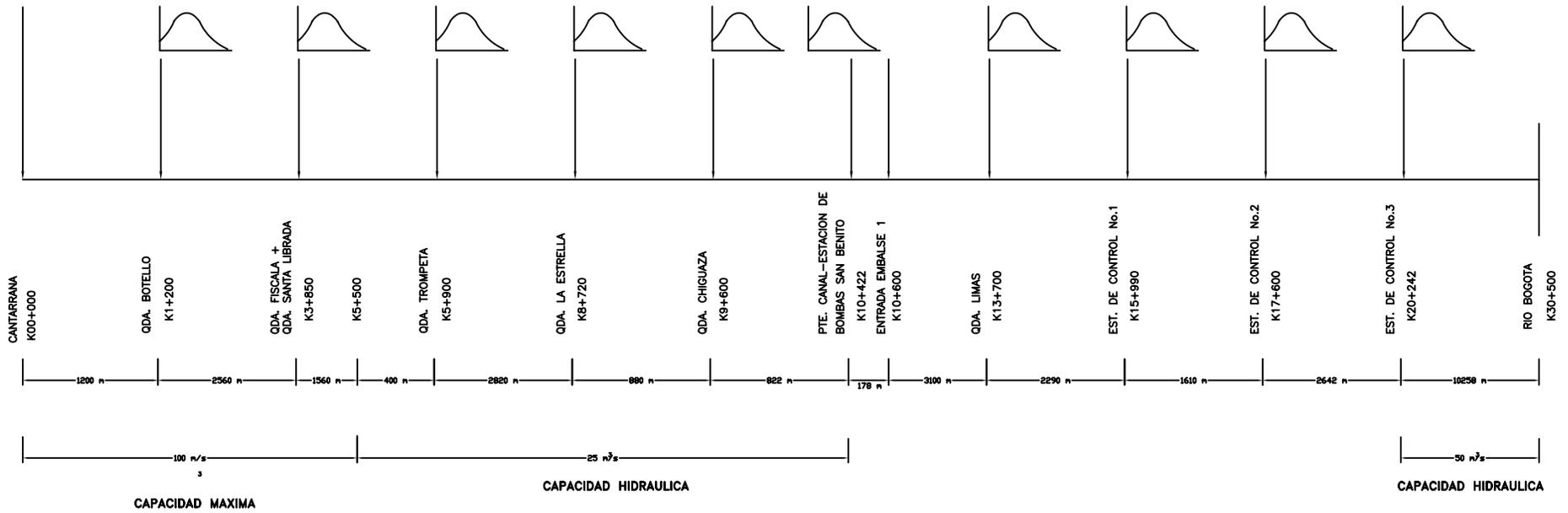


CONVENCIONES

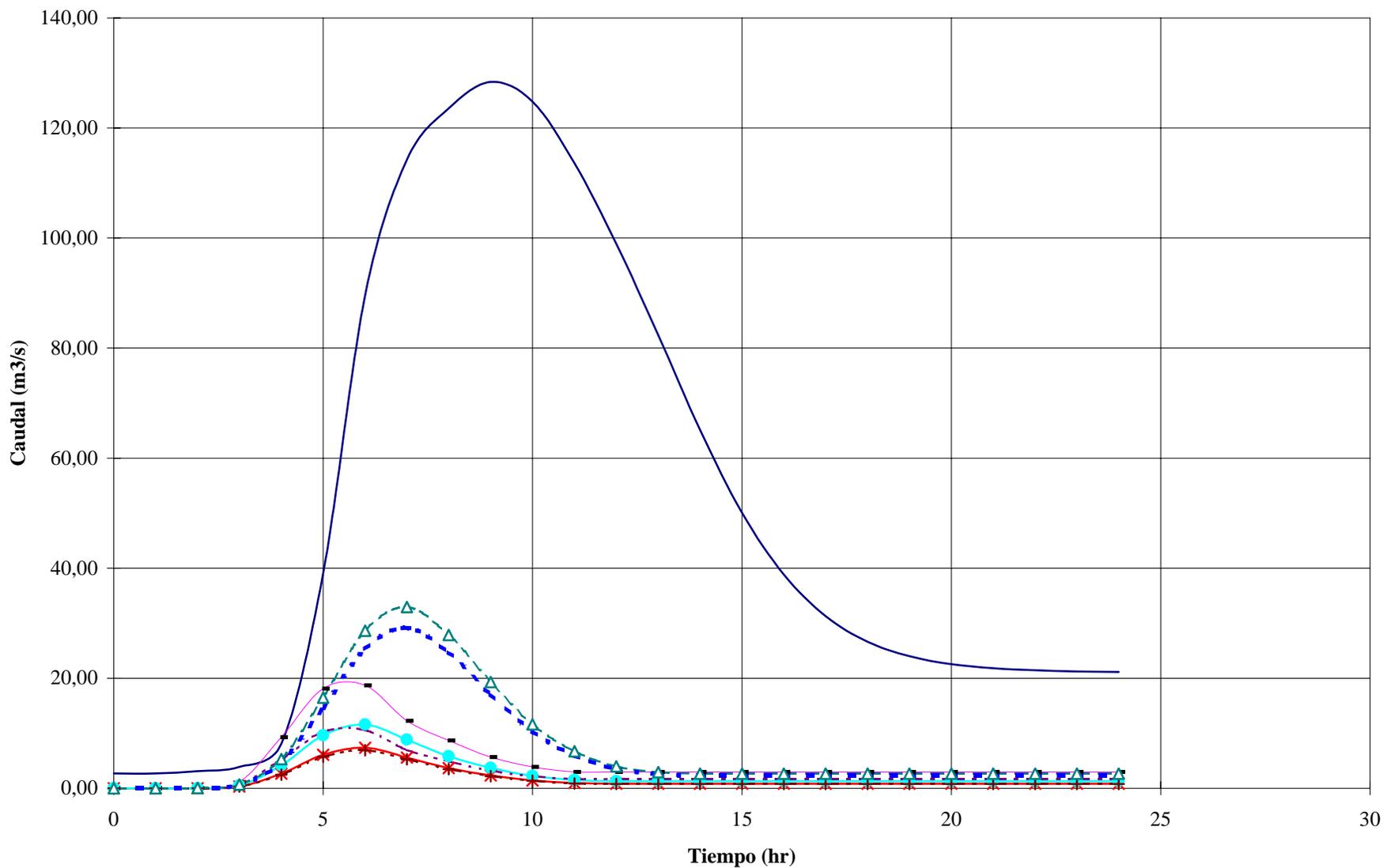
- Límite de cuenca hidrográfica 
- Río principal 
- Quebrada 
- Manzanas 

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.</p>	<p>UPES - FOPAE</p>	<p>CONSULTOR:</p> <p><b>INGETEC S.A.</b></p> <p>INGENIEROS CONSULTORES</p>	<p>CONTRATO No.</p> <p>1314-001-98</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES DE SANTA FE DE BOGOTÁ</p>	<p>CONTENIDO:</p> <p>PLANTA GENERAL RÍO TUNJUELO</p>	<p>REVISIONES:</p> <p>1: _____</p> <p>2: _____</p> <p>3: _____</p>	<p>DISEÑO:</p> <p>L.Lagos</p>	<p>REVISÓ:</p> <p>G. Cortés</p>	<p>ESCALA:</p> <p>1:125000</p>	<p>FIGURA No.</p> <p>2.5</p>
		<p>DIBUJÓ:</p> <p>J.C. Tarazona</p>	<p>APROBÓ:</p> <p>G. Cortés</p>	<p>FECHA:</p> <p>FEBRERO-1999</p>	<p>ARCHIVO:</p> <p>PLANTA-GENERAL</p>					

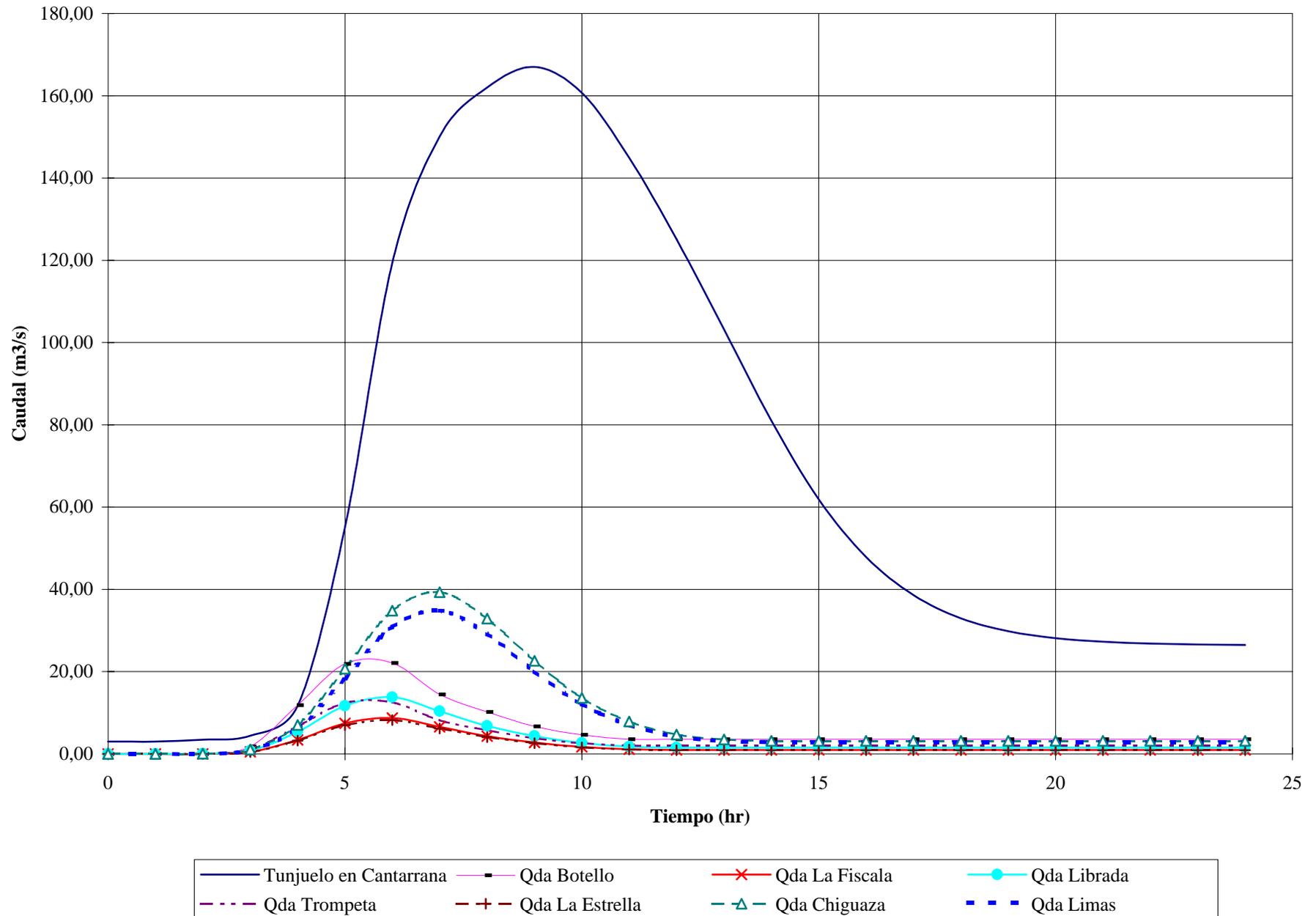
FIGURA 2.6 ESQUEMA BÁSICO SISTEMA HÍDRICO  
 RÍO TUNJUELO Y SUS AFLUENTES



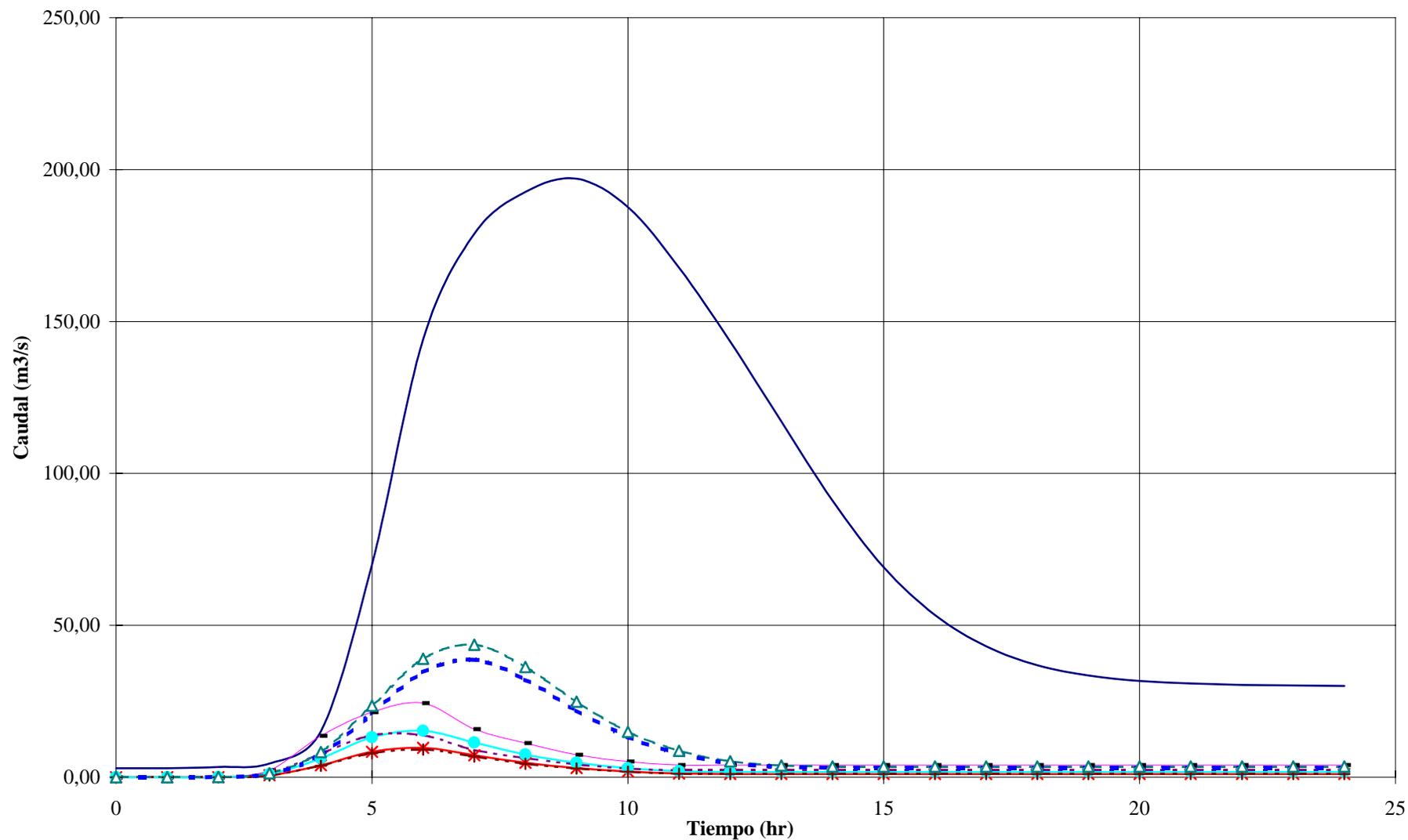
**FIGURA 2.7 HIDROGRAMAS RÍO TUNJUELO Y SUS AFLUENTES  
PARA  $T_r = 10$  AÑOS**



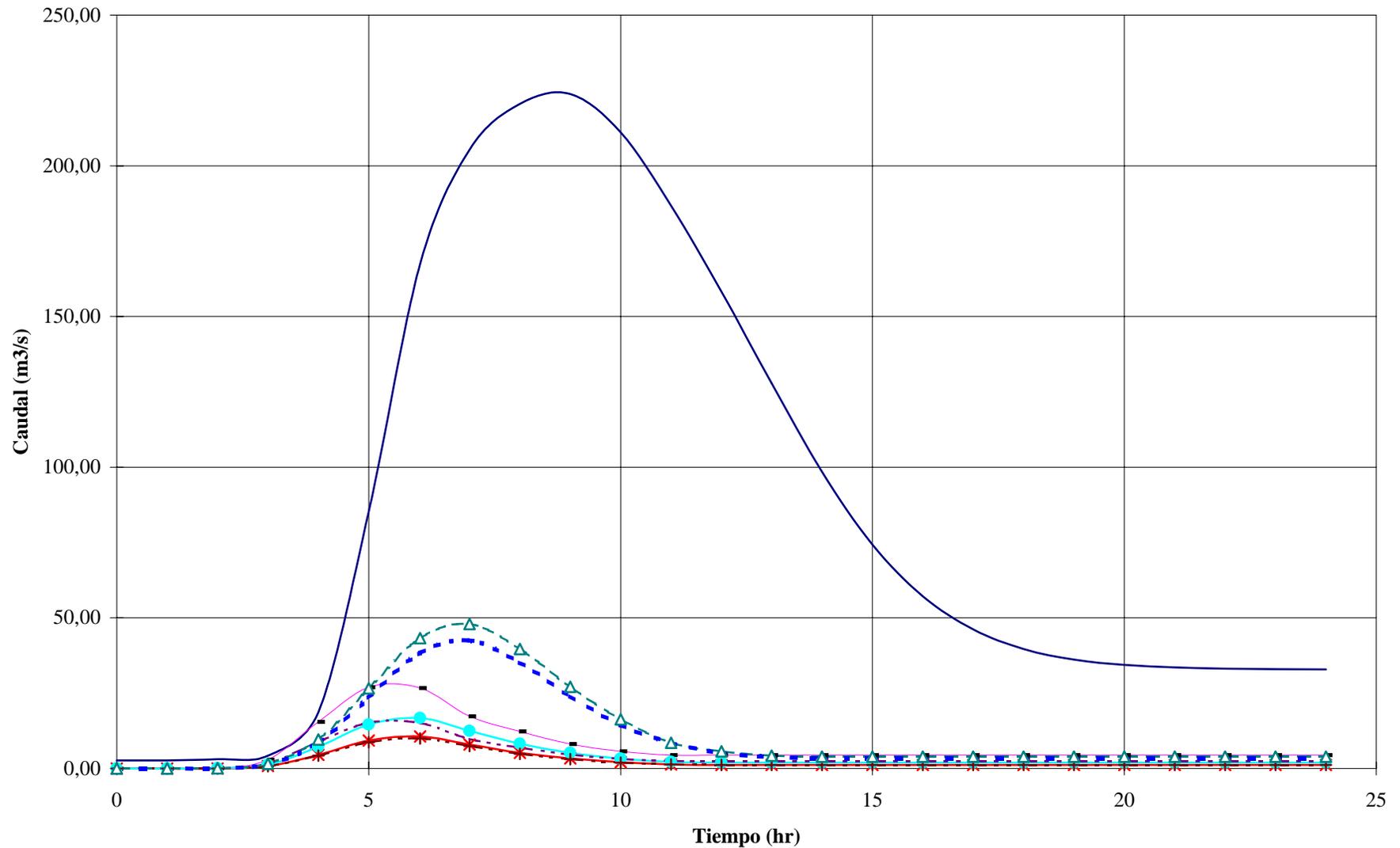
**FIGURA 2.8 HIDROGRAMAS RÍO TUNJUELO Y SUS AFLUENTES  
PARA  $T_r = 25$  AÑOS**

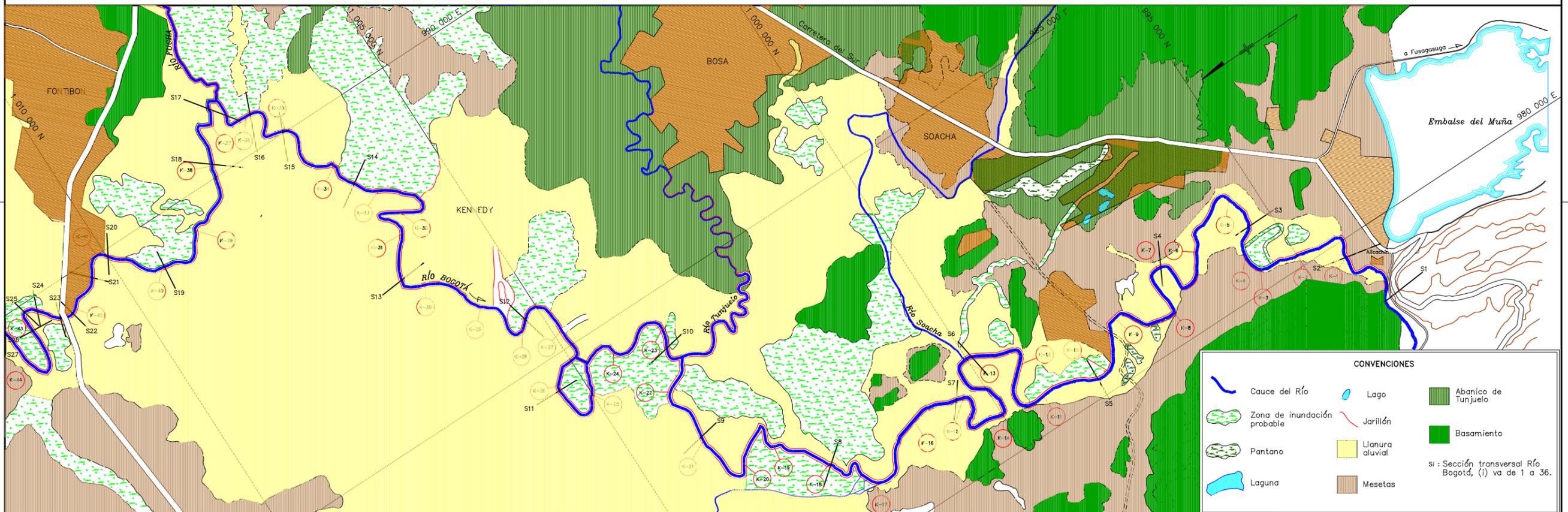
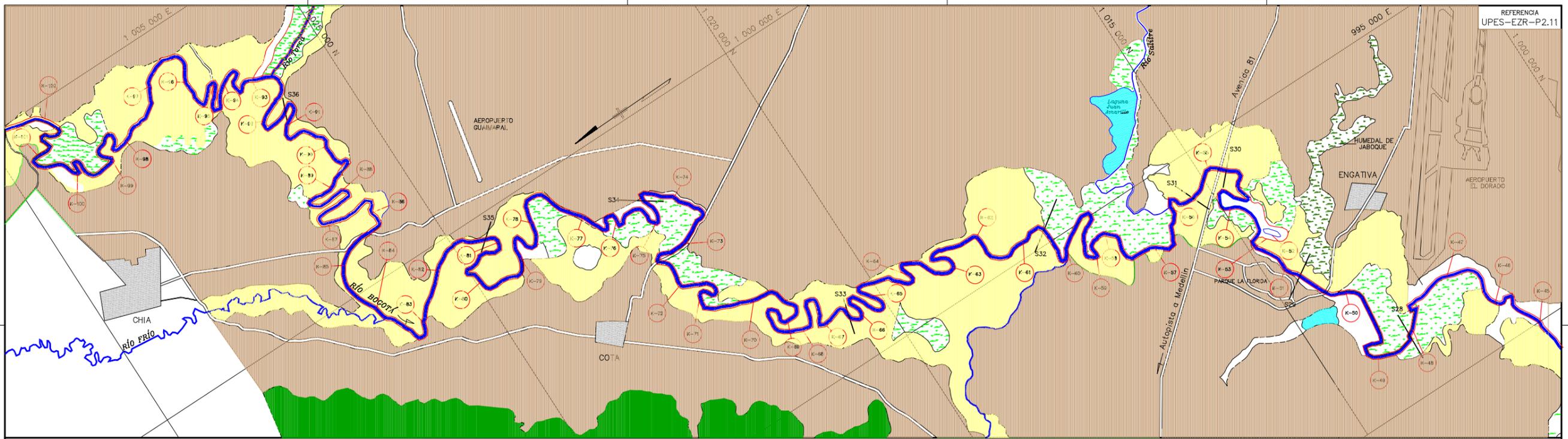


**FIGURA 2.9 HIDROGRAMAS RÍO TUNJUELO Y SUS AFLUENTES  
PARA  $T_r = 50$  AÑOS**



**FIGURA 2.10 HIDROGRAMAS RÍO TUNJUELO Y SUS AFLUENTES  
PARA  $T_r = 100$  AÑOS**





FUENTE: Adecuación hidráulica del río Bogotá, extensión de plan maestro de alcantarillado y estudio de tratamiento de aguas negras de la ciudad de Bogotá. Hidroestudios Ltda, Black & Veatch Int.1985

REVISION No.	0	1	2	3	4	5	6
Geotecnia							
Estructuras							
Electrica							
Mecanica							
Vías, Topografía							
Planeamiento							
Dpto. Geotecnia							

**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

DISEÑADO: J. Garnez  
JEFE DIVISION: J.J. Marifio  
REFERENCIA: UPES-EZR-P2.11

DIBUJADO: A. Fágúene  
C. TECNICA: E. Giraldo  
FECHA: FEBRERO-1999

REVISADO: F. Castellanos  
D. PROYECTO: G. Cortés  
ARCHIVO: BOG-1.DWG

**UPES FOPAE**  
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

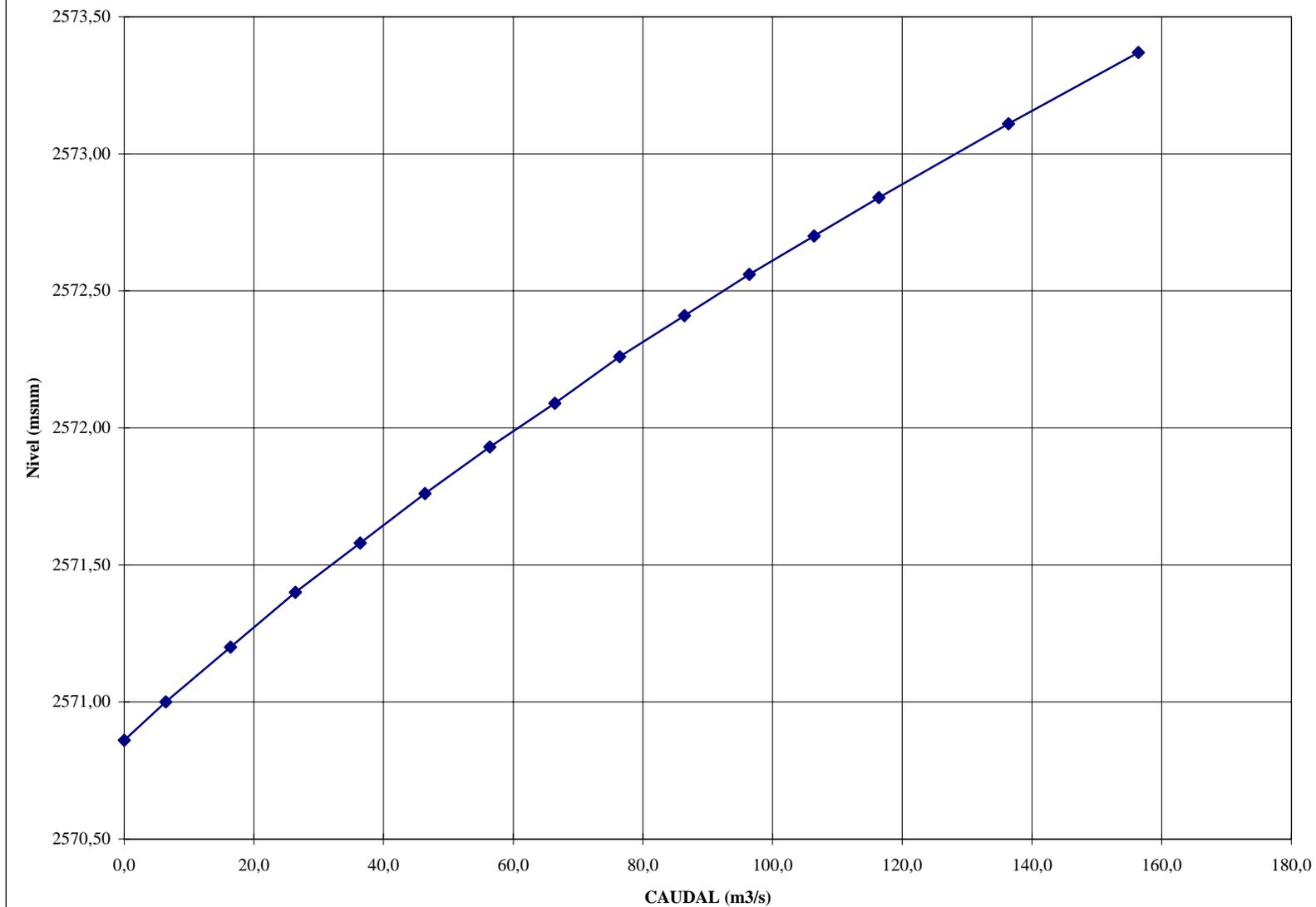
UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS  
FONDO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ADECUACIÓN HIDRAULICA DEL RÍO BOGOTÁ

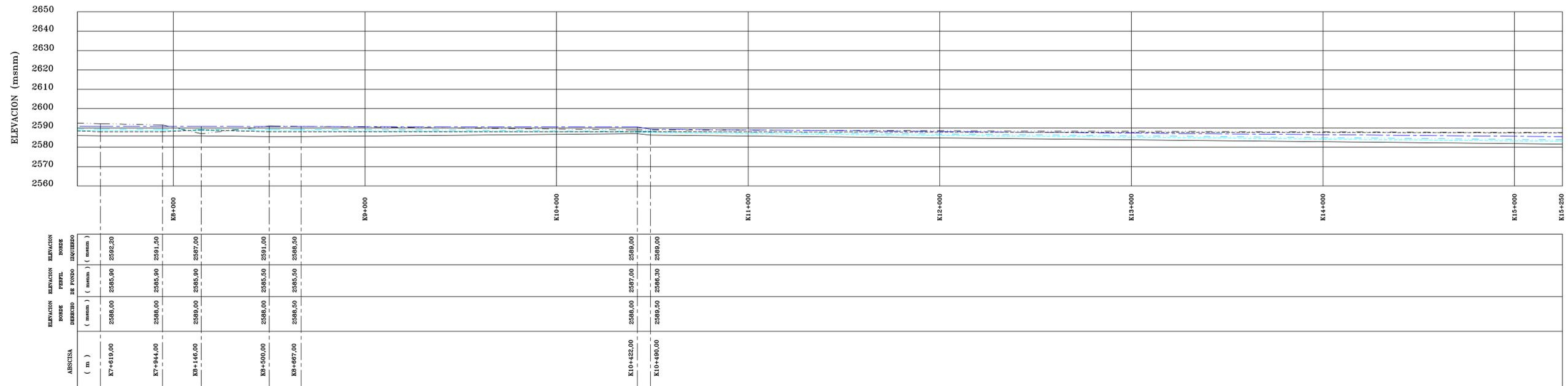
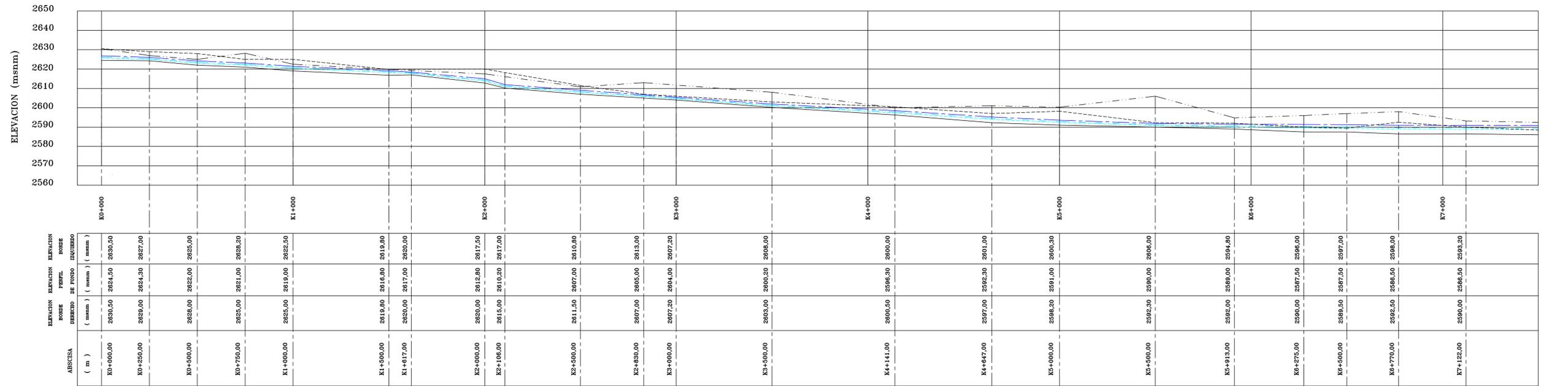
PLANTA GENERAL RÍO BOGOTÁ

CONTRATO 1314-001/98  
FIGURA 2.11

**ZONIFICACIÓN POR RIESGOS DE INUNDACIÓN**  
**FIGURA 2.12 CURVA DE DESCARGA RÍO TUNJUELO EN LA DESEMBOCADURA**



# PERFIL LONGITUDINAL



CONVENCIONES

- JARILLON IZQUIERDO \_\_\_\_\_
- PERFIL POR EL FONDO \_\_\_\_\_
- JARILLON DERECHO \_\_\_\_\_
- NIVEL DE AGUA 25,0 m/s \_\_\_\_\_
- NIVEL DE AGUA 50,0 m/s \_\_\_\_\_
- NIVEL DE AGUA 100,0 m/s \_\_\_\_\_

ESCALA 1 : 10000

21/12/98							
FECHA	DESCRIPCION	DIS.	DIB.	REV.	J.D.T.	C.T.	D.P.

REVISION No.	0	1	2	3	4	5	6
OTRAS DIVISIONES	Geotecnia						
	Estructuras						
	Electrica						
	Mecanica						
	Vias, Topografia						
	Planimetria						
	Dpto. Coqueta						

**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

DISEÑADO: J. Garnez  
DIBUJADO: O. Caballero  
REVISADO: J. Piñeros

JEFE DIVISION: J.J. Mariño  
C. TECNICA: E. Giraldo  
D. PROYECTO: G. Cortés

REFERENCIA: 70.1-7000-  
FECHA: AGOSTO-1998  
ARCHIVO: TUNJUELO.DWG

**UPES FOPAE**  
ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ, D.C.

UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS  
FONDO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

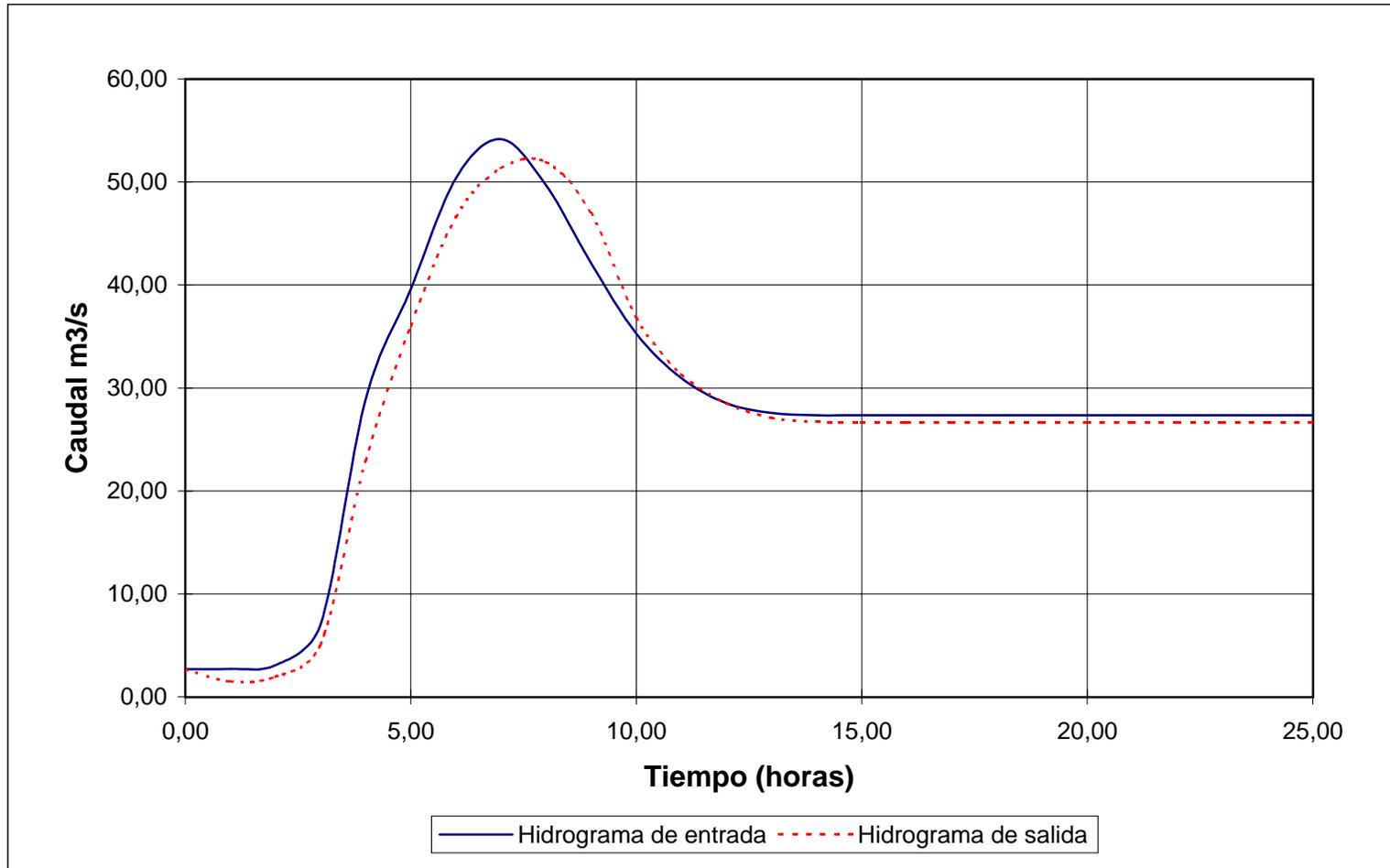
ADECUACIÓN HIDRAULICA DEL RÍO BOGOTÁ

PERFIL DEL RÍO TUNJUELO

CONTRATO 1314-001/98  
FIGURA 2.13

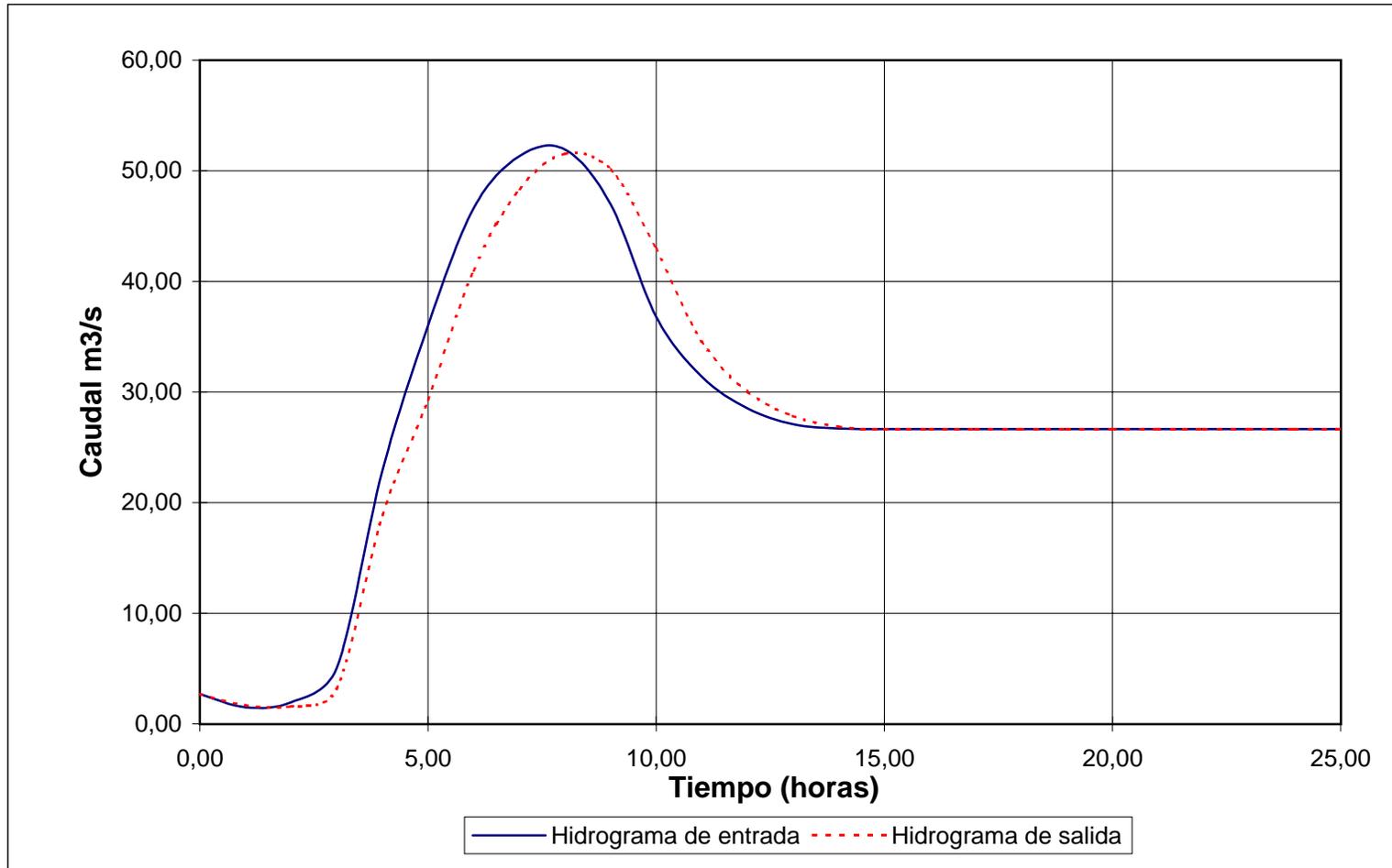
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
 ESTRUCTURA DE CONTROL No.1

FIGURA 2.14 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 10 AÑOS



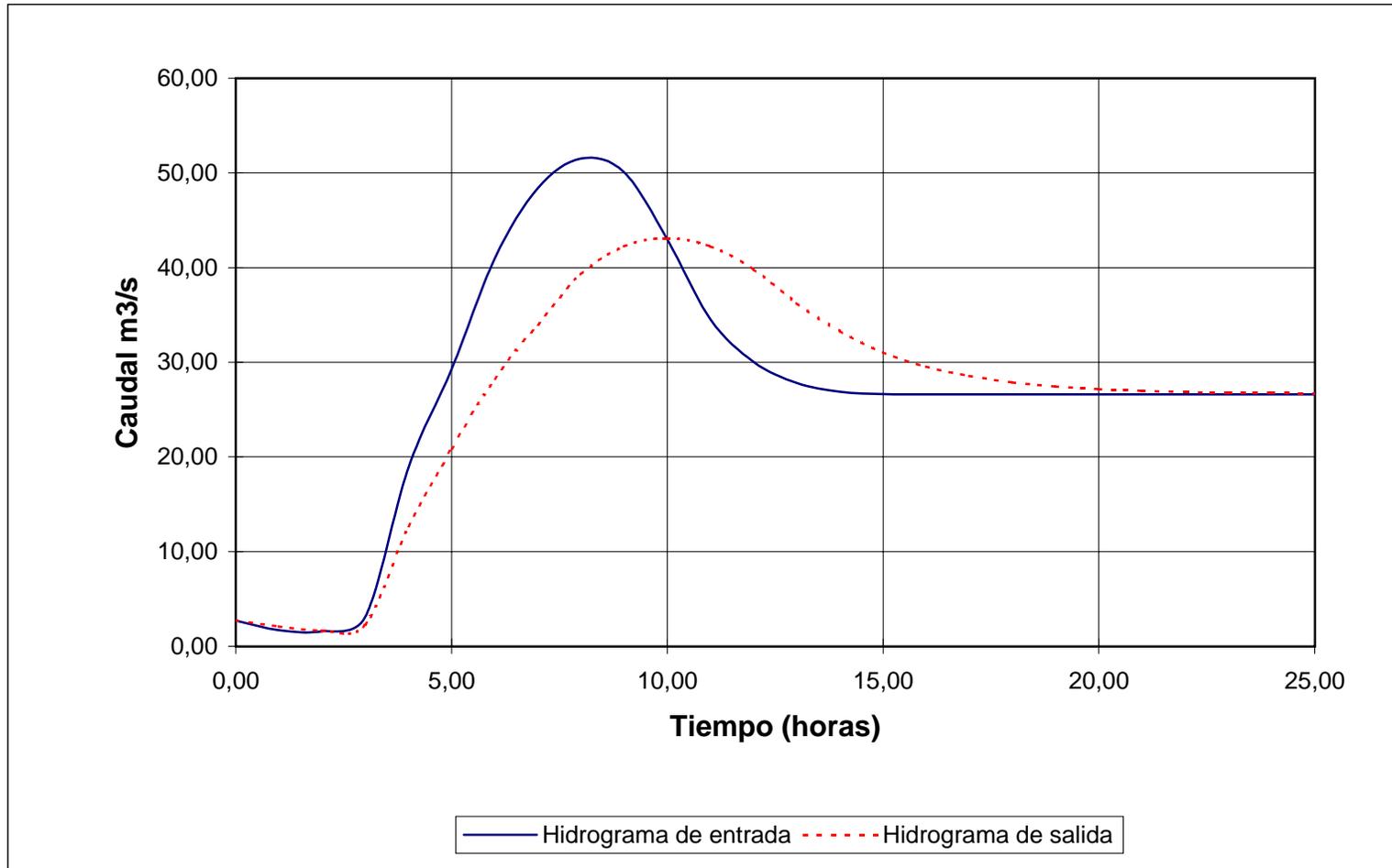
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
ESTRUCUTURA DE CONTROL No.2

FIGURA 2.15 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 10 AÑOS



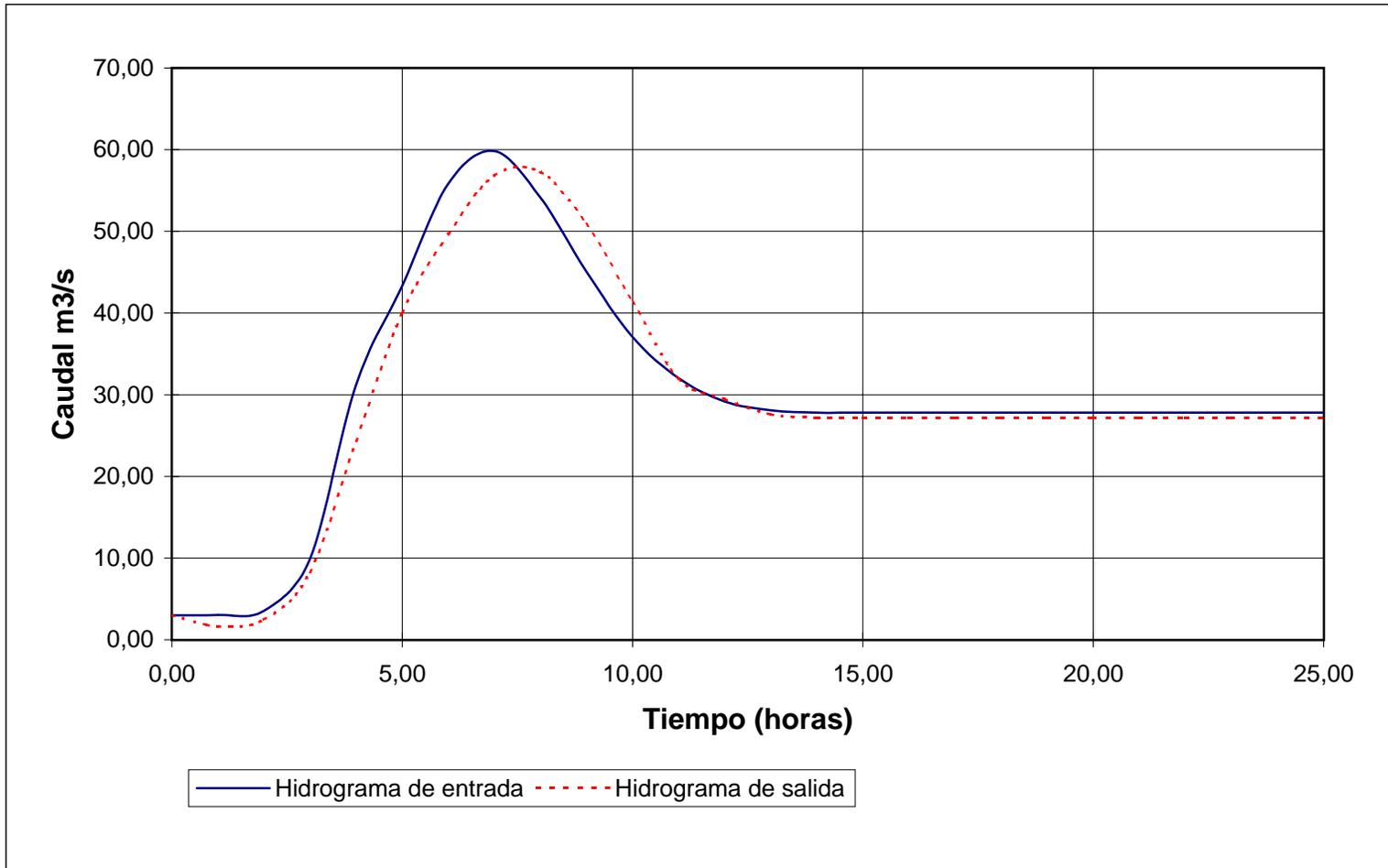
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
 ESTRUCTURA DE CONTROL No.3

FIGURA 2.16 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 10 AÑOS



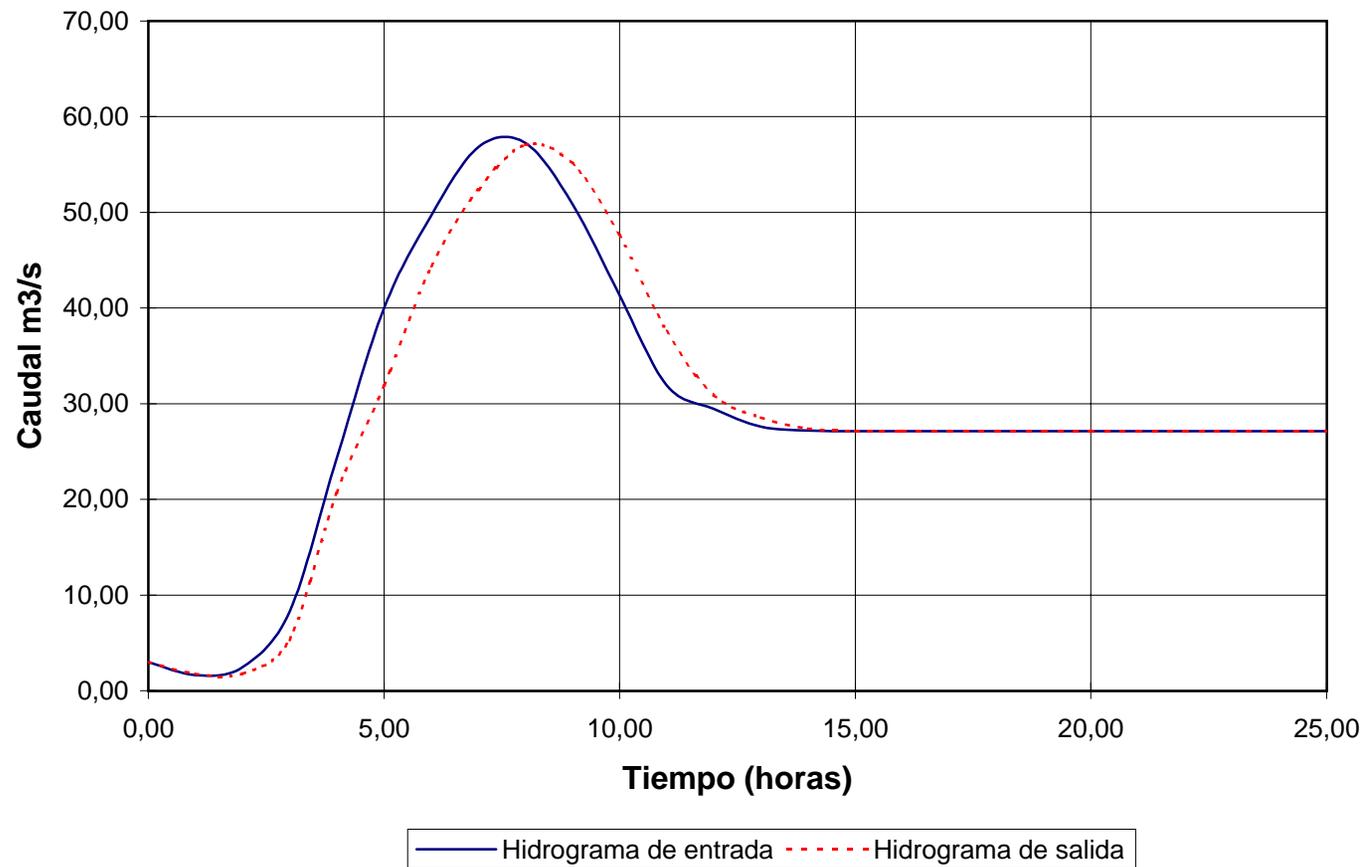
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
 ESTRUCTURA DE CONTROL No.1

FIGURA 2.17 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA TR = 25 AÑOS



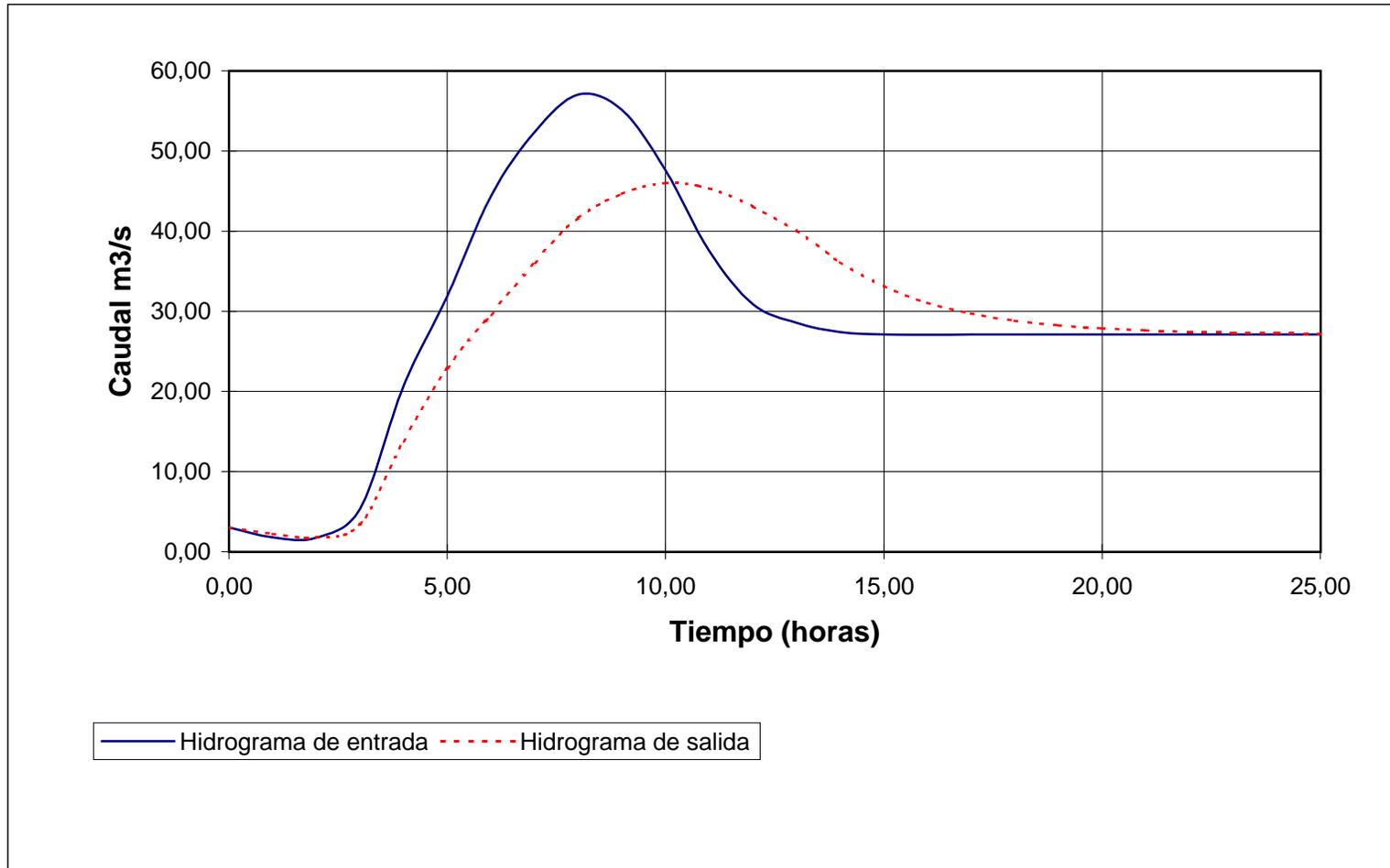
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
ESTRUCUTURA DE CONTROL No.2

FIGURA 2.18 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 25 AÑOS



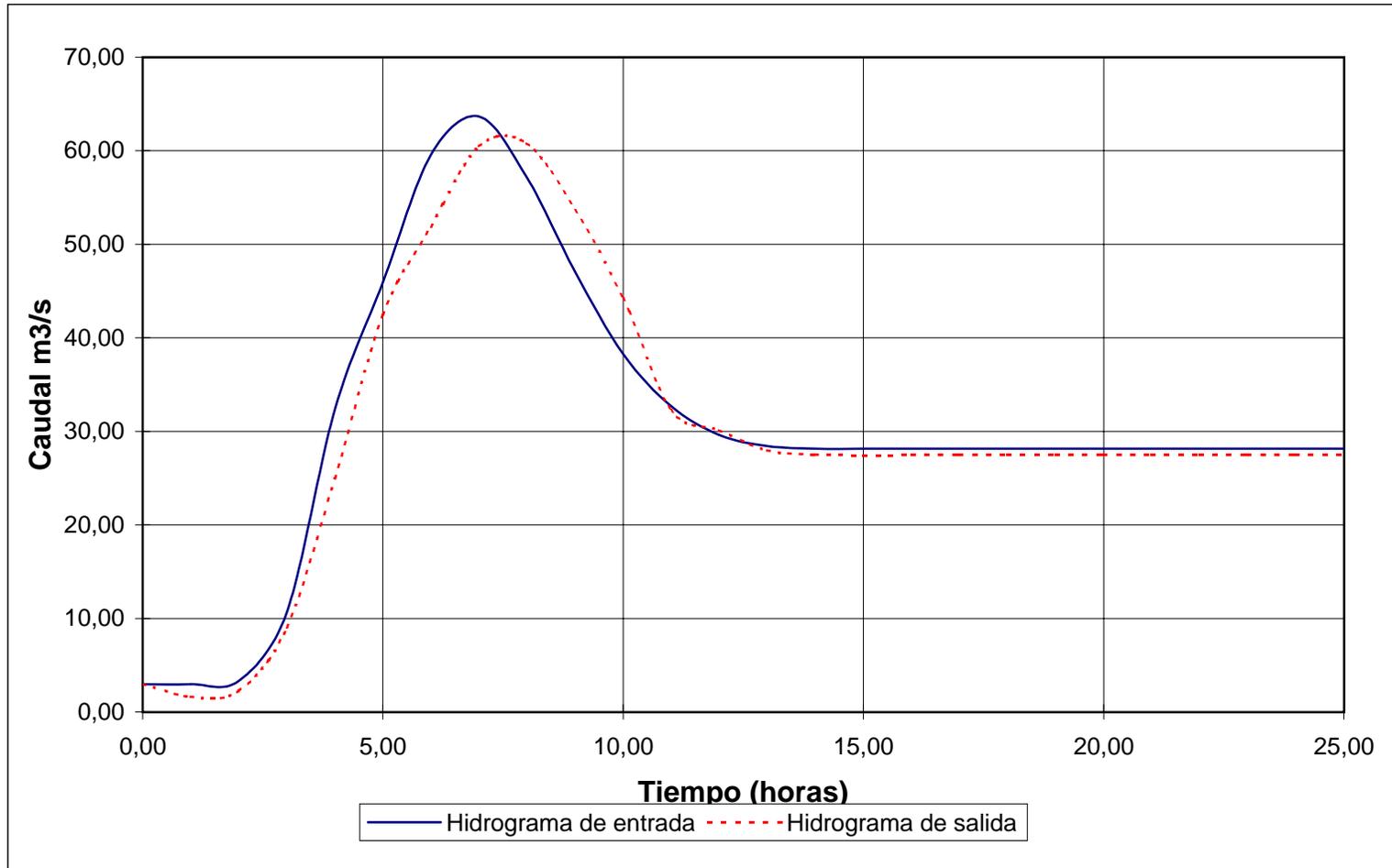
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
 ESTRUCTURA DE CONTROL No.3

FIGURA 2.19 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 25 AÑOS



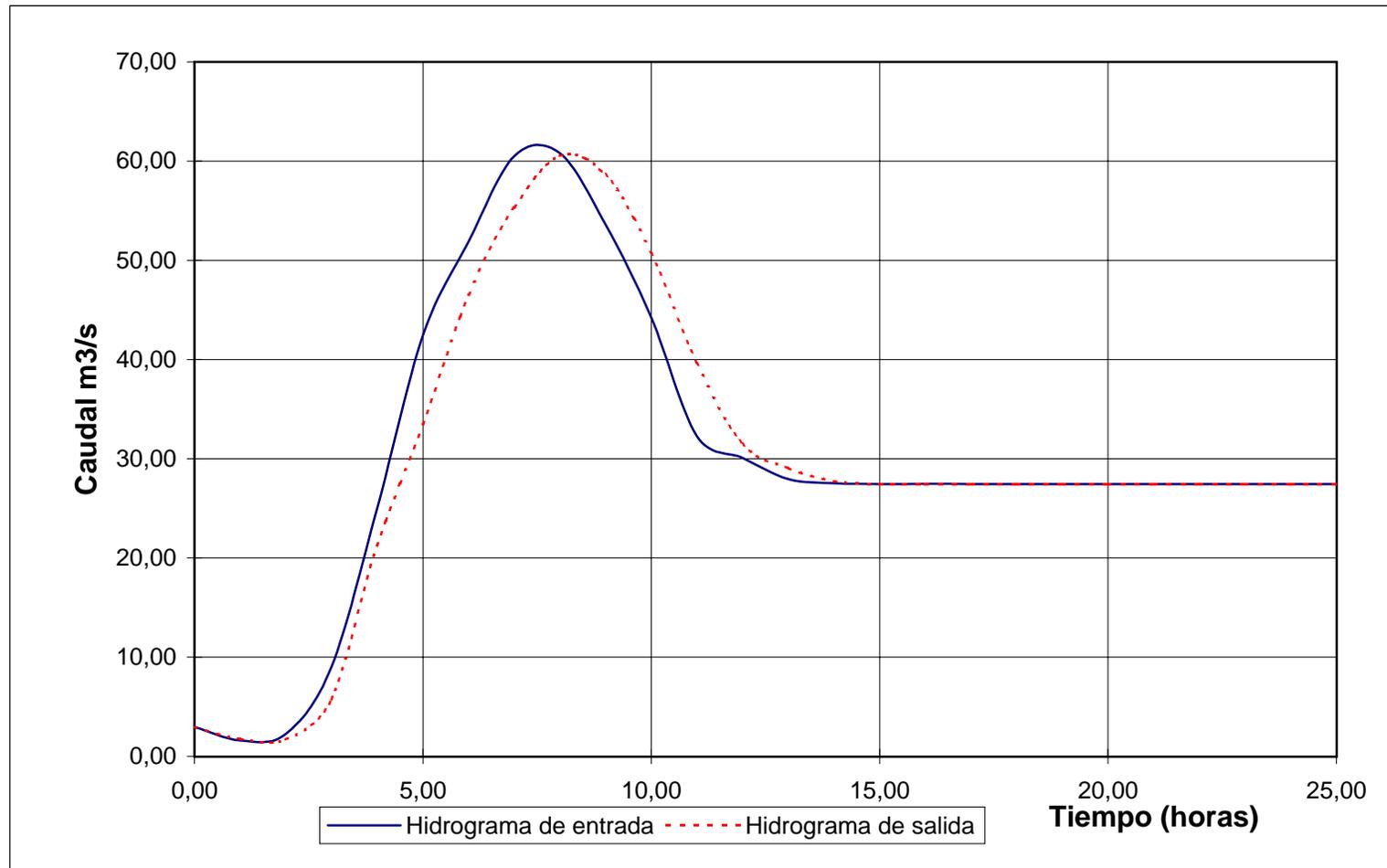
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
 ESTRUCTURA DE CONTROL No.1

FIGURA 2.20 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 50 AÑOS



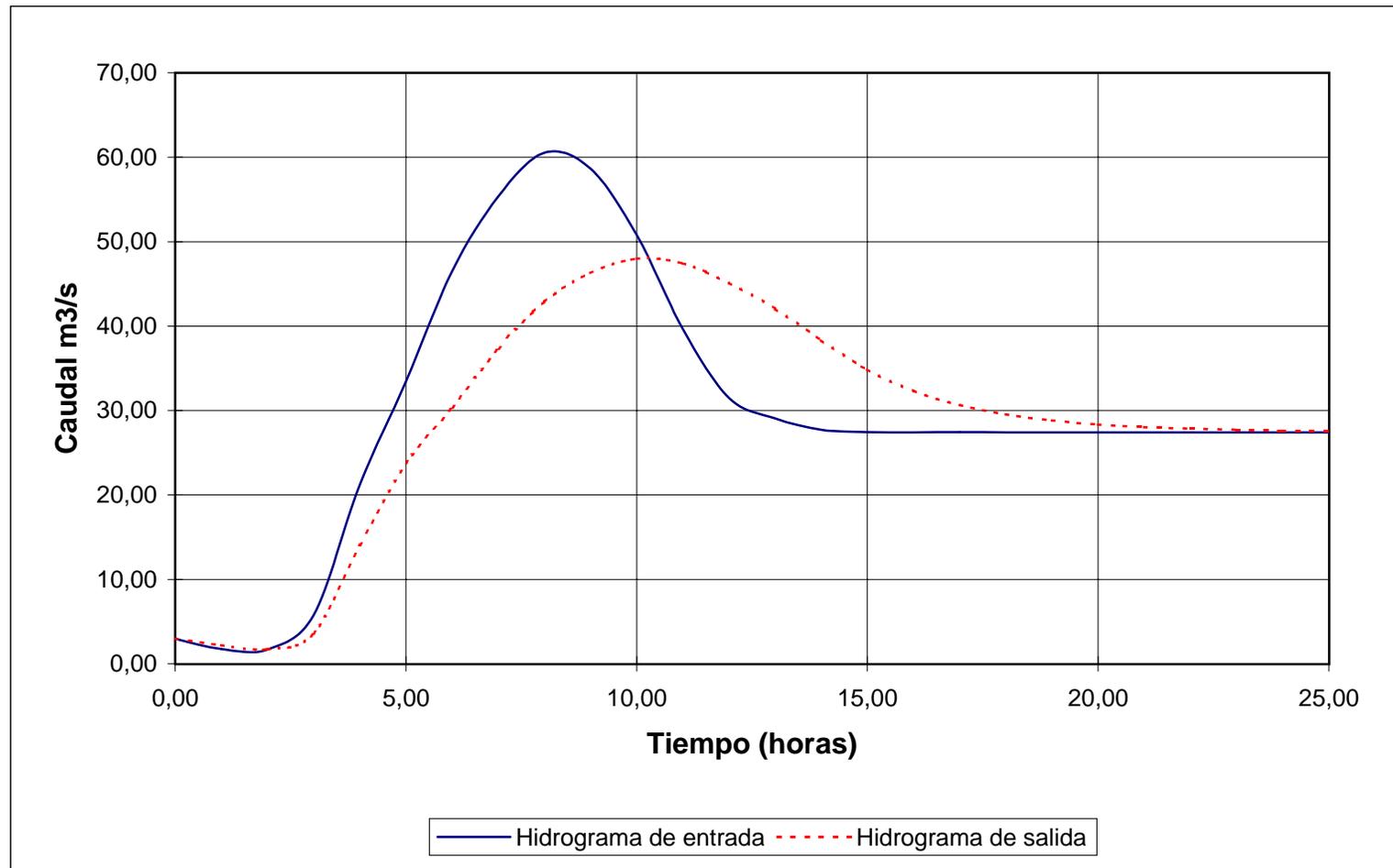
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
ESTRUCUTURA DE CONTROL No.2

FIGURA 2.21 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 50 AÑOS



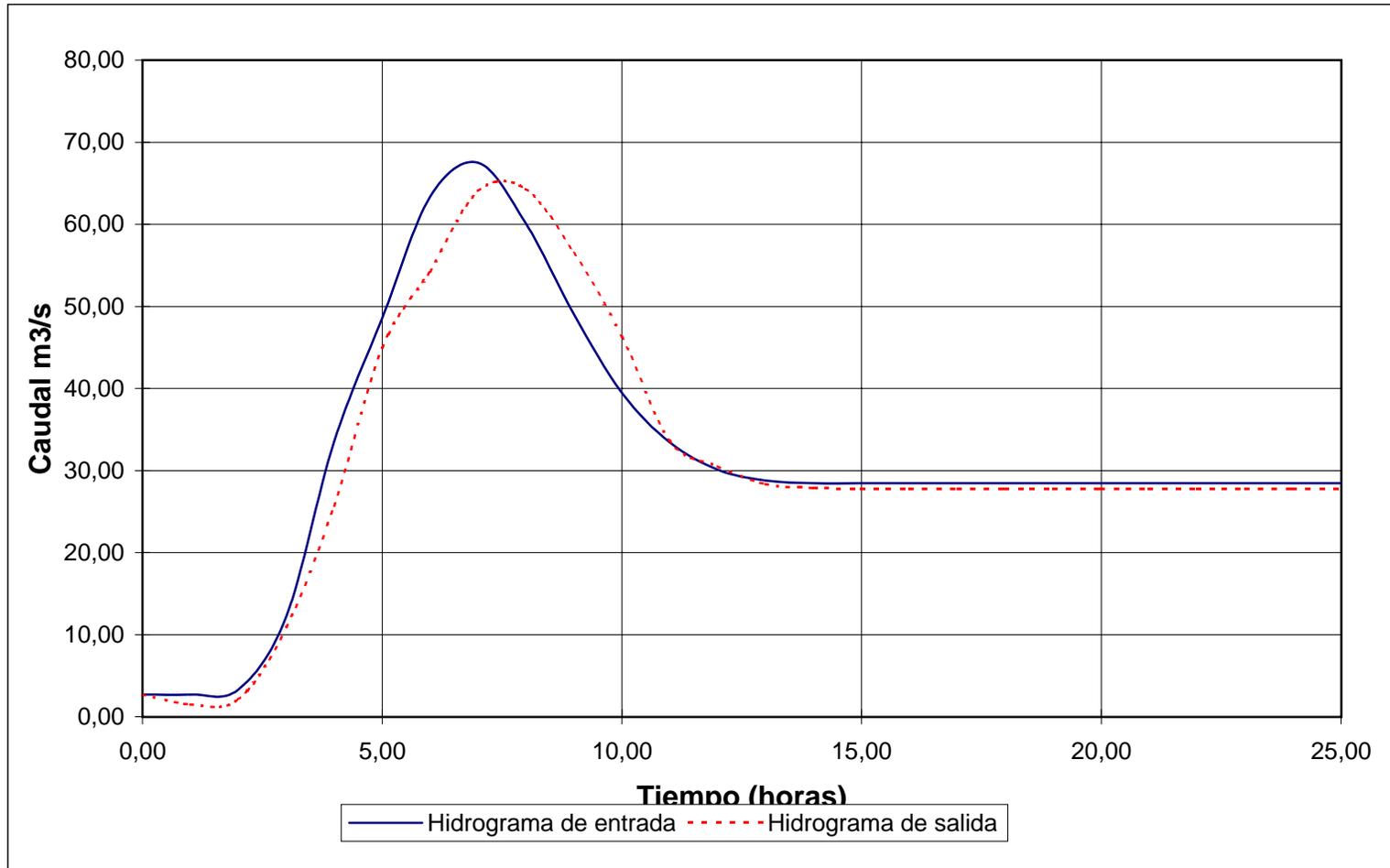
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.3

FIGURA 2.22 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 50 AÑOS



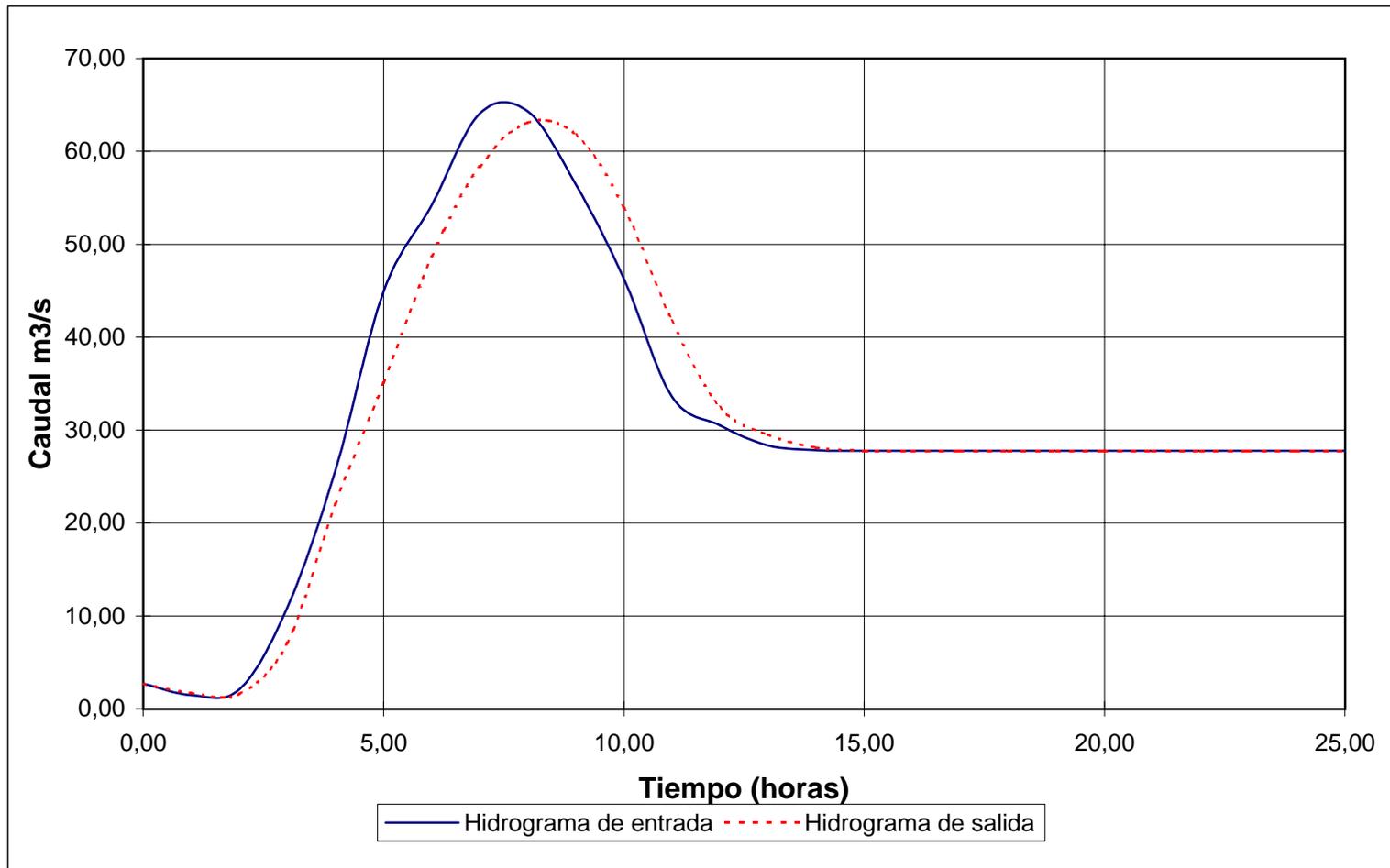
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
 CONTRATO No. SF-

FIGURA 2.23 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 100 AÑOS



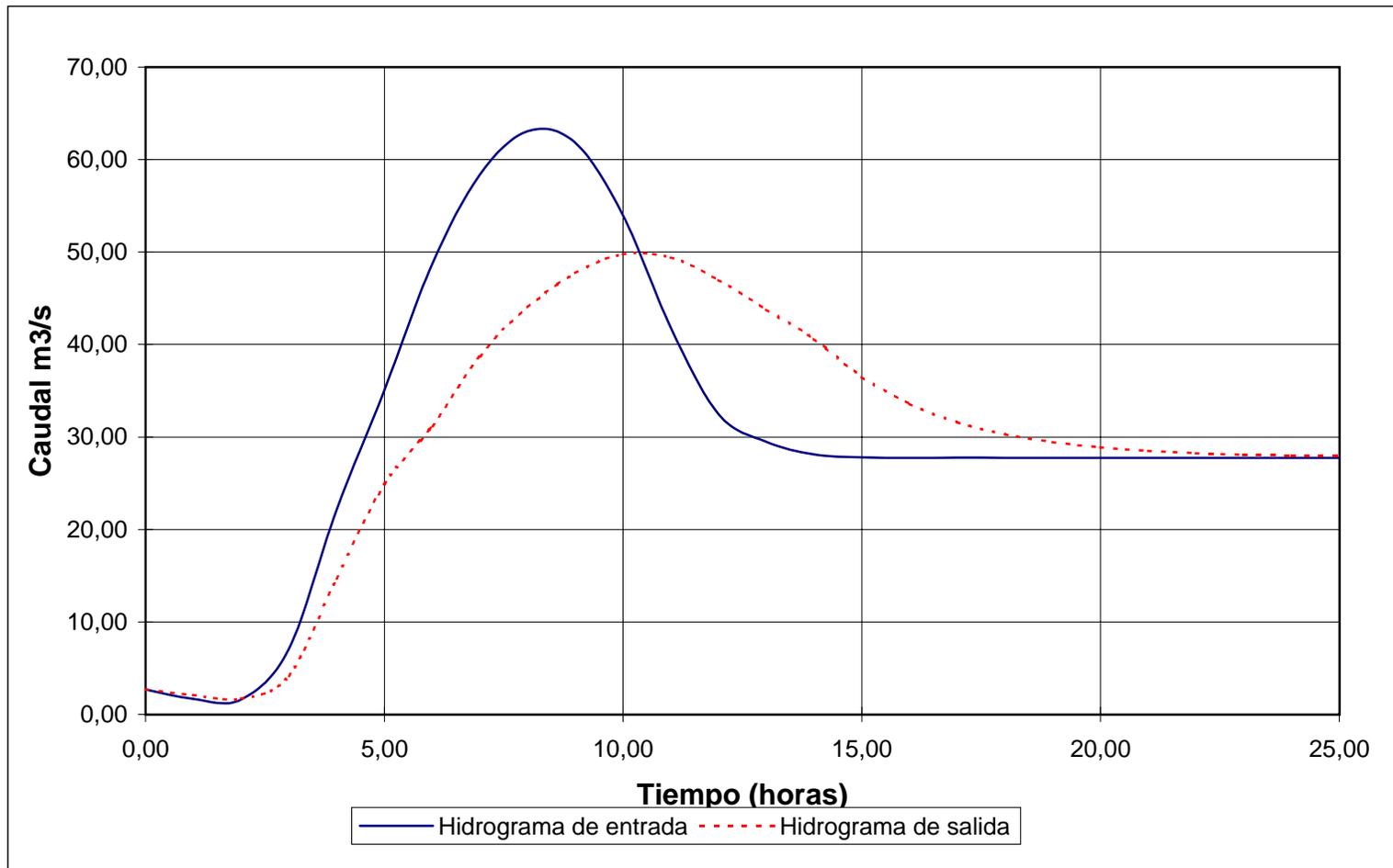
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
ESTRUCUTURA DE CONTROL No.2

FIGURA 2.24 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 100 AÑOS



ZONIFICACIÓN DE RIESGOS TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.3

FIGURA 2.25 - TRANSITO DE CRECIENTES PARA UN TR = 100 AÑOS



**Figura 2.26 - Curva de Cota - Volumen**  
**Zona de Almacenamiento en el Sector de Explotación Pozo Azul - Escuela de Artillería**

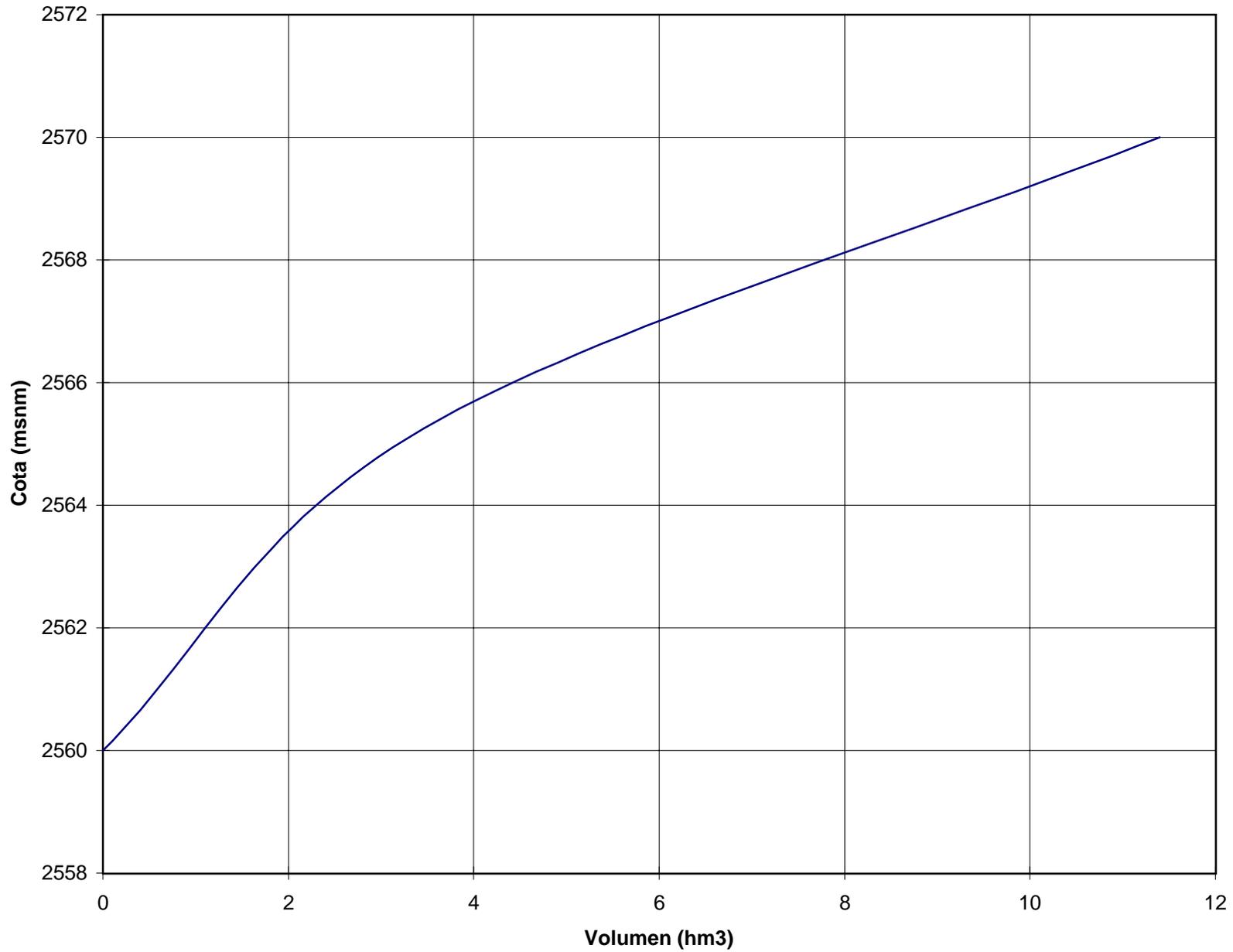
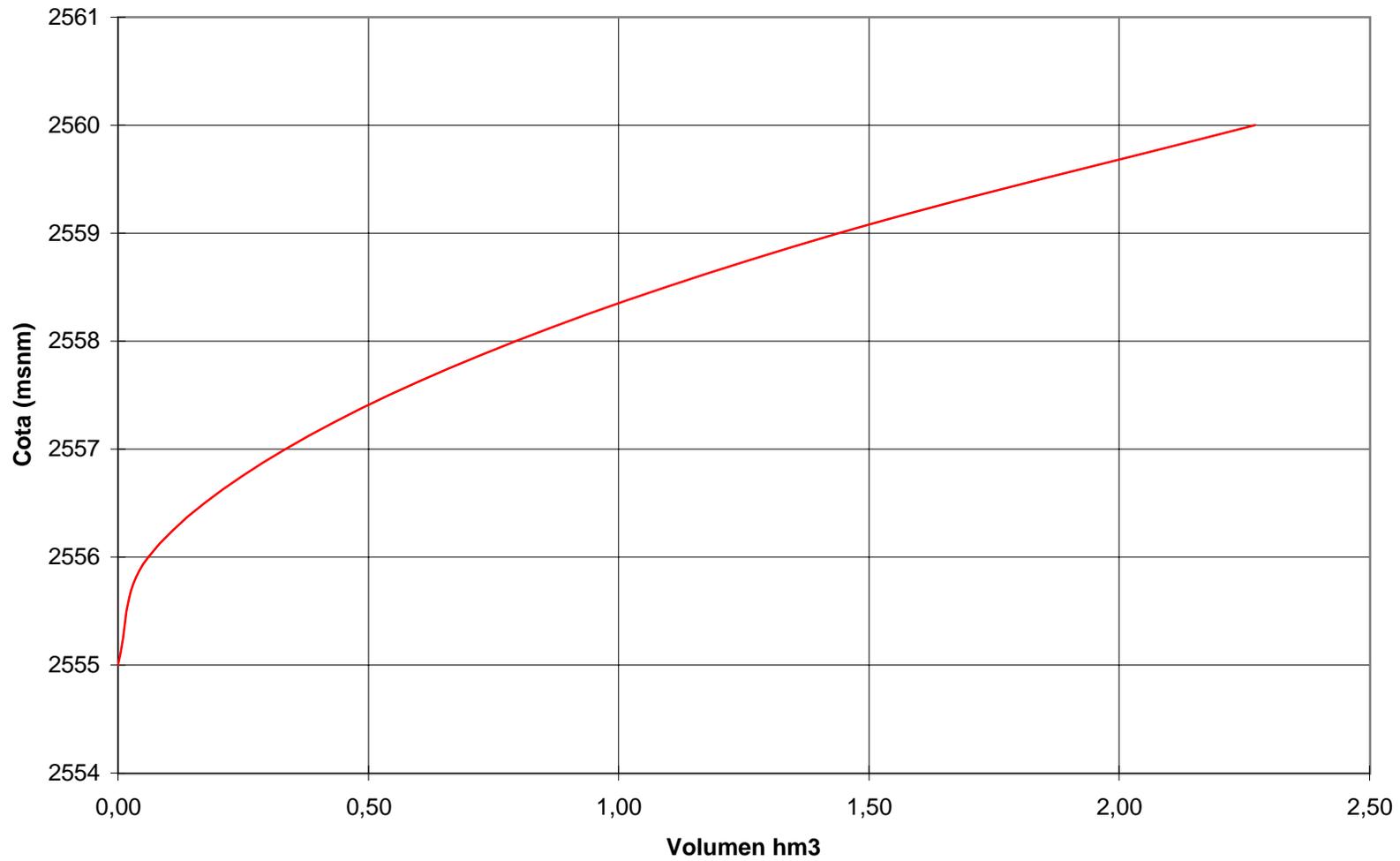
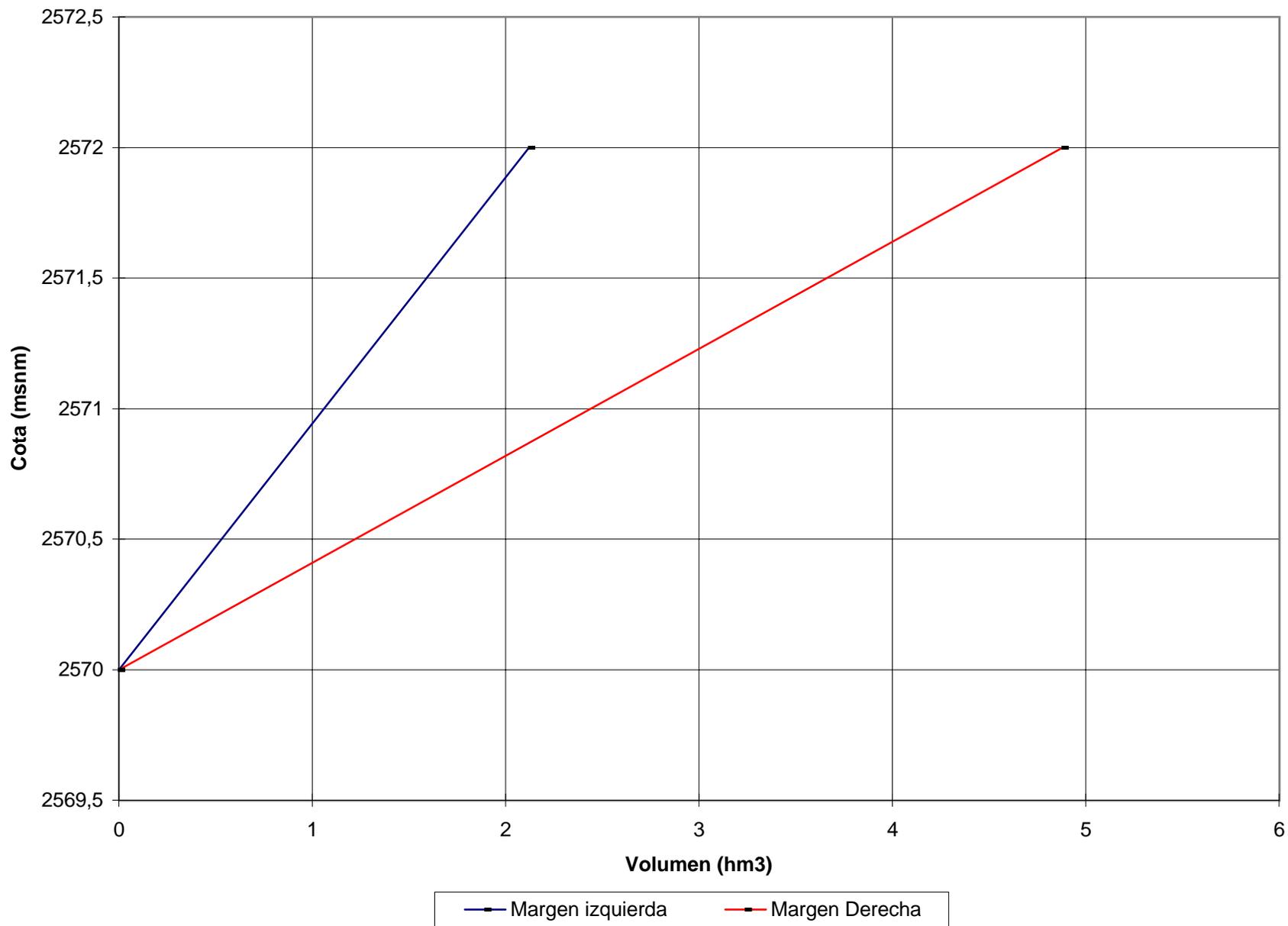


FIGURA 2.27

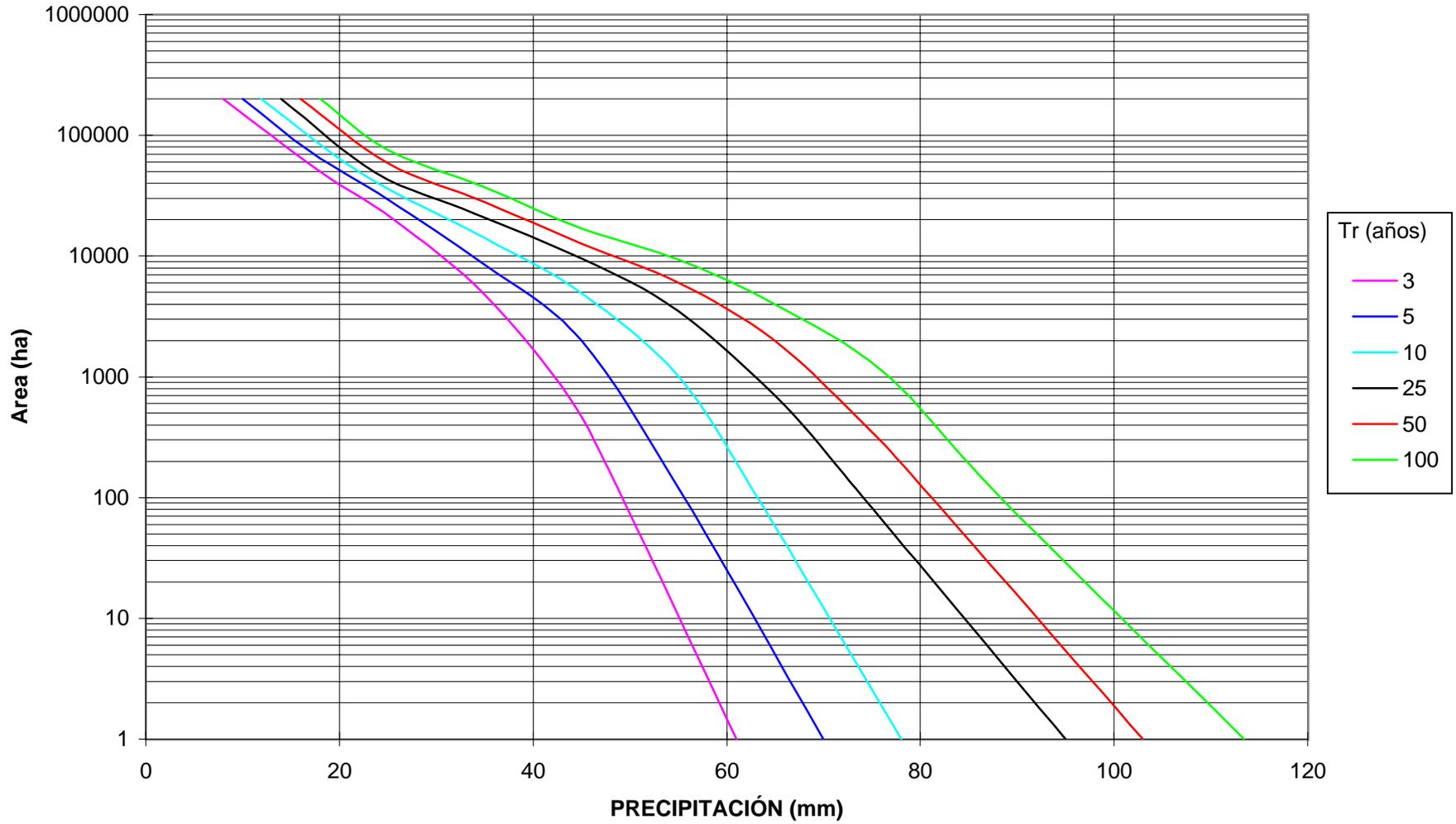
**Curva Cota - Volumen de Almacenamiento en el Sector de los Barrios de Interés**

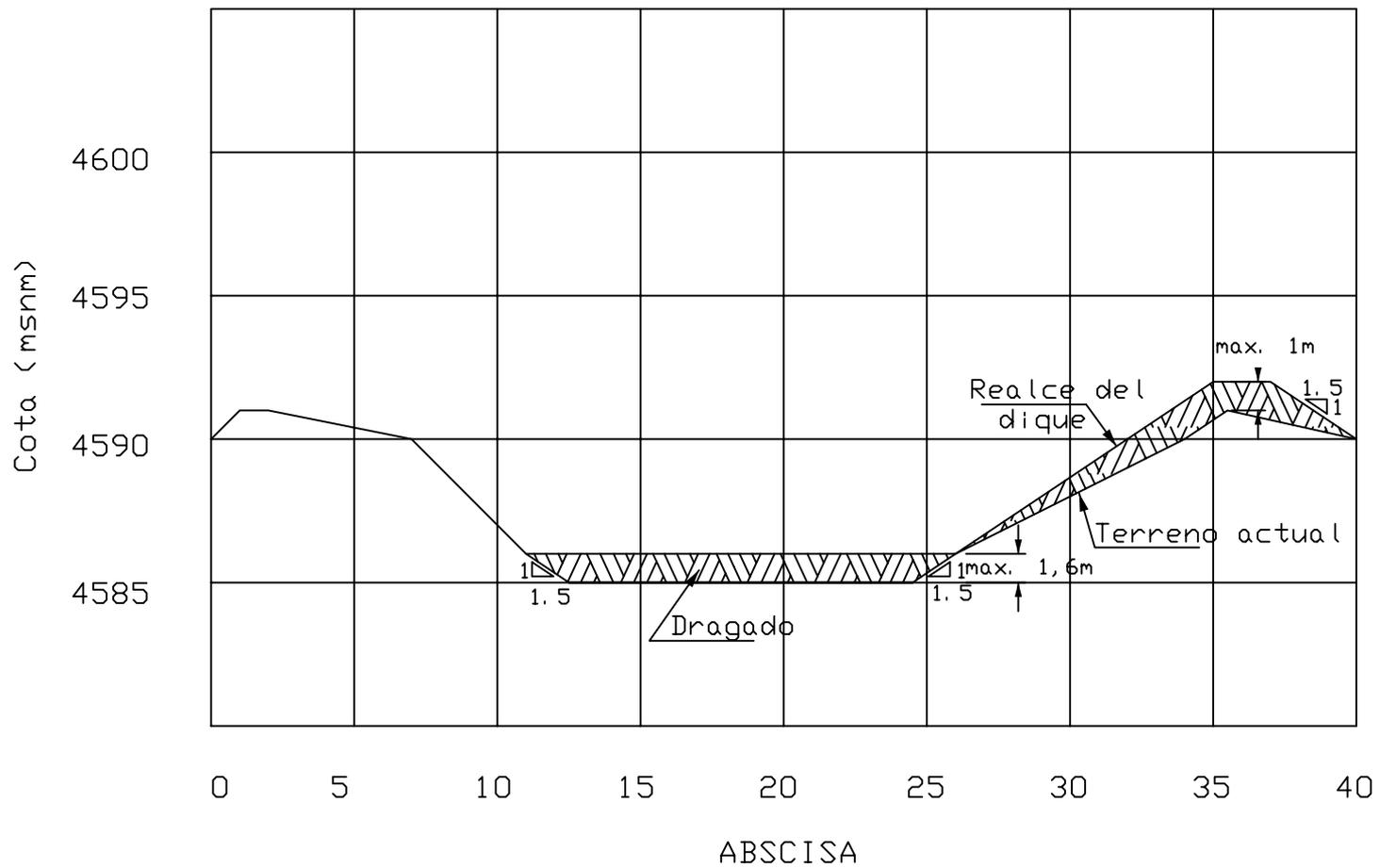


**Figura 2.28 Curva Cota - Volumen para el Almacenamiento  
Vecino a la Confluencia de los Ríos Bogotá y Tunjuelo**



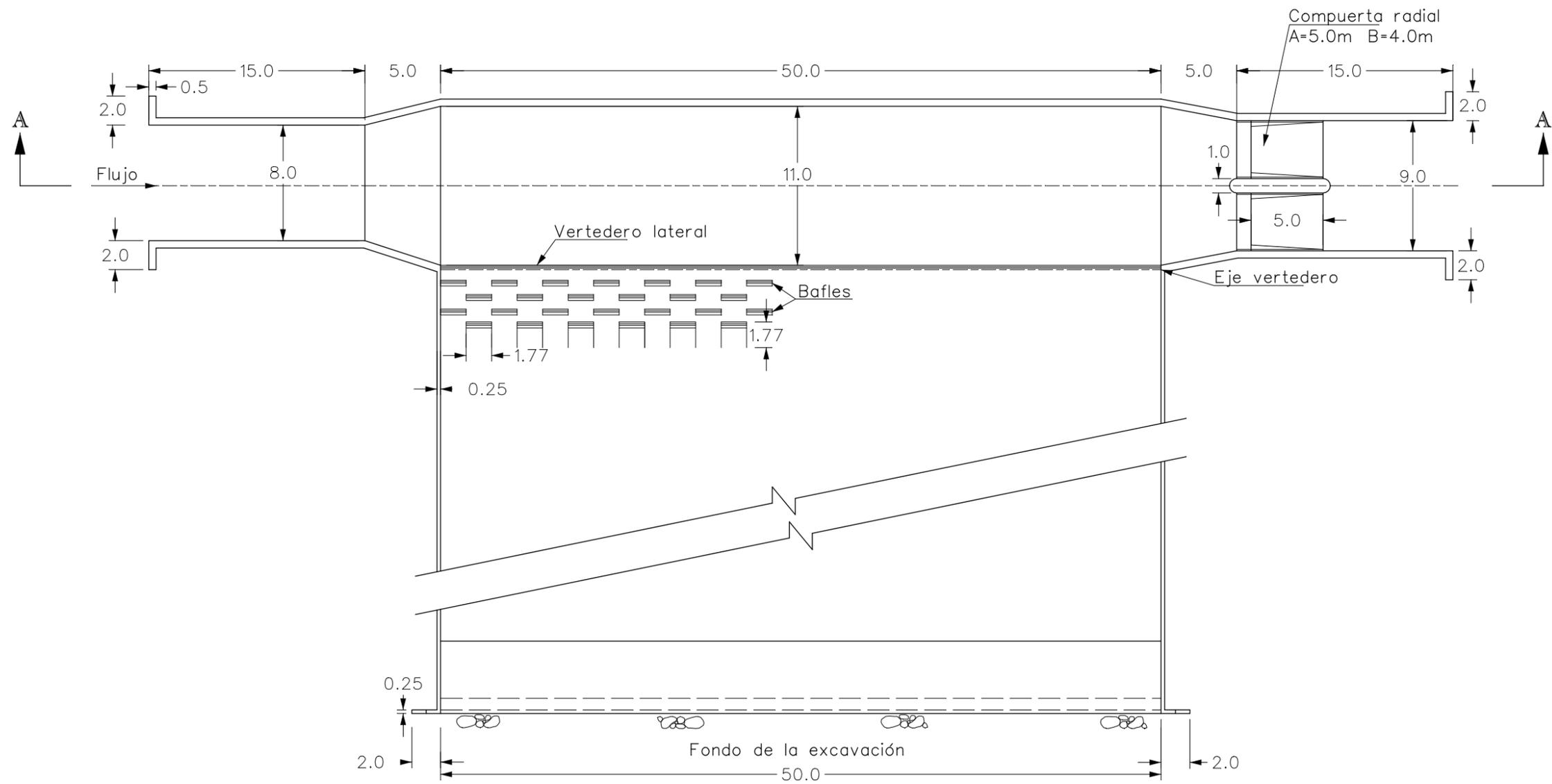
**FIGURA No 2.29**  
**CURVAS PADF PARA LA SABANA DE BOGOTÁ**  
**DURACIÓN DE LA TORMENTA: 3 HORAS**



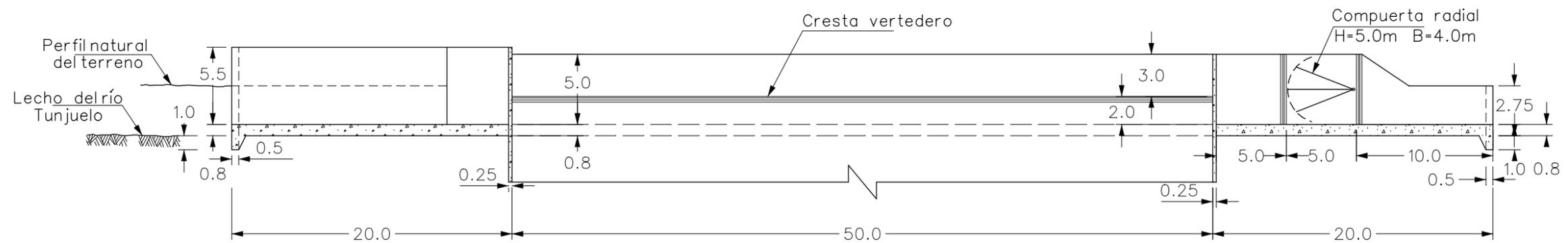


Adaptado de Ref. 10

 <b>UPES-FOPAE</b> <small>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DEL QUINDIO</small>	CONSULTOR <b>INGETEC S.A.</b> <small>INGENIERIA CONSULTORAS</small>	CONTRATO No. 1314-110-97	PROYECTO SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS POR DREDAJE DE DEPÓSITOS EXISTENTES EN BARRA DE UN DIQUE	CONTENIDO ESQUEMA TÍPICO DEL DRAGADO Y REALCE DE DIQUES DEL RÍO TUNJUELO	REVISADO 1. _____ 2. _____ 3. _____	DISEÑO G. Cortés	REVISÓ G. Cortés	ESCALA	FIGURA No. 2.30
	DISEÑO J. C. Tarazona	APROBÓ G. Cortés	FECHA MAYO-1999	ARCHIVO ESTRUCTURA					



PLANTA GENERAL



CORTE A-A



Adaptado de Ref. 12



UPES - FOPAE

CONSULTOR:  
**INGETEC S.A.**  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTRATO No.  
1314-110-97

PROYECTO:  
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS  
POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES  
DE SANTA FE DE BOGOTÁ

CONTENIDO:  
ESQUEMA TÍPICO DE OBRAS  
HIDRÁULICAS PARA EL MANEJO DE  
CRECIENTES EN EXCAVACIONES  
PARA MINERÍA

REVISIONES:  
1: \_\_\_\_\_  
2: \_\_\_\_\_  
3: \_\_\_\_\_

DISEÑO:  
G. Cortés  
DIBUJÓ:  
J.C.Tarazona

REVISÓ:  
G. Cortés  
APROBÓ:  
G. Cortés

ESCALA:  
GRAFICA  
FECHA:  
MAYO-1999

FIGURA No.  
2.31  
ARCHIVO:  
ESTRUCTURA

**TABLA 2.1. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL MULTIANUAL  
ESTACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO**

CÓDIGO	ENT	NOMBRE	INSTALACIÓN	CUENCA	COORDENADAS		ELEVACIÓN [msnm]	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)												
					N	E		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
P-050	EAAB	BOCAGRANDE	Ago-45	CHISACA	970800	993400	3570	31,8	50,0	79,7	131,0	160,0	180,0	187,2	150,8	118,2	124,5	108,4	50,3	1.372
P-052	EAAB	EL HATO	Jun-32	CURUBITAL	976670	989200	3150	16,7	29,8	44,9	84,0	97,7	88,3	76,9	65,6	60,0	85,7	66,0	28,0	744
2120130	IDEAM	AUSTRALIA	Mar-89	TUNJUELO	977880	994620	3050	25,4	40,7	64,6	119,6	147,6	148,5	131,5	110,5	93,9	126,4	91,1	41,4	1.141
P-054	CAR	LA REGADERA	Ene-42	TUNJUELO	978730	993289	3000	21,7	34,0	55,3	102,6	125,4	124,2	110,3	93,3	78,2	107,1	79,8	34,7	967
2120158	IDEAM	PASQUILLA	Nov-85	TUNJUELO	981680	990660	3000	21,9	32,9	47,7	82,7	93,6	85,4	82,1	70,6	57,1	80,3	67,2	31,2	753
2120085	CAR	EL BOSQUE	Dic-66	TUNJUELO	986380	995560	3300	34,7	53,1	77,5	126,7	149,4	165,0	174,7	139,0	109,4	124,6	123,1	59,6	1.337
2120124	IDEAM	SANTA MARÍA DE	Dic-81	BOGOTÁ	989000	996100	2800	16,2	26,1	41,0	67,8	81,8	71,6	63,9	56,3	47,7	73,1	60,1	25,1	631
2120131	IDEAM	PREVENTORIO	Mar-89	SOACHA	985280	979800	2750	22,8	35,3	51,7	82,1	76,1	57,8	40,4	45,3	54,1	83,3	82,4	36,6	668
2120172	CAR	GRANJA SAN JORGE	Abr-64	TUNJUELO	990160	987380	2890	21,6	36,9	48,1	86,9	79,1	62,6	46,0	44,2	49,7	85,6	89,3	38,4	688
2120156	CAR	LA PICOTA	Jun-84	TUNJUELO	995500	994600	2570	29,2	35,6	54,6	76,8	68,4	51,0	40,0	40,9	48,7	74,7	71,6	40,0	632
P-042	EAAB	SANTA LUCIA	Jul-60	TUNJUELO	997550	995080	2650	22,2	32,3	47,7	80,0	71,8	49,5	34,9	37,9	44,4	79,7	74,7	36,3	611
P-045	EAAB	LA CANDELARIA TUNAL	Abr-61	TUNJUELO	996900	991500	2600	18,7	27,0	43,5	71,7	66,7	44,9	34,8	35,1	43,3	72,6	69,0	32,3	560
P-031	EAAB	CASABLANCA	May-80	TUNJUELO	997400	990500	2700	21,2	29,5	40,5	70,7	67,3	46,3	36,2	37,8	45,8	72,1	68,4	34,2	570
P-051	EAAB	BOSA BARRENO	Sep-51	TUNJUELO	1001000	988000	2540	18,2	28,0	43,6	75,1	68,3	54,7	36,8	43,2	48,1	78,5	76,4	33,6	605
2120525	CAR	LA LUMBRE	Mar-59	CHECUA	1003743	987000	2540	18,8	26,0	42,0	72,8	63,1	46,0	31,4	32,5	44,3	71,9	70,2	30,4	549
2120558	IDEAM	VENADO ORO VIVE	Ago-69	BOGOTÁ	1000000	1001500	2725	50,7	65,5	86,7	116,6	106,1	78,5	68,3	68,3	75,4	115,6	122,3	69,3	1.023

Fuente: Estudio de Saneamiento ambiental y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo, hidrología Básica de la Cuenca, CEI Ltda diciembre de 1997

**TABLA 2.2. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS  
ESTACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO**

CÓDIGO	ENT	NOMBRE	INSTALACIÓN	CUENCA	PERIODO DE RETORNO					
					2,33	5	10	25	50	100
P-045	EAAB	LA CANDELARIA TUNAL	Abr-61	TUNJUELO	30,6	37,2	42,6	49,4	54,4	59,4
P-031	EAAB	CASABLANCA	May-80	TUNJUELO	32,8	40,0	45,9	53,3	58,8	64,3
P-051	EAAB	BOSA BARRENO #2	Sep-51	TUNJUELO	31,7	38,1	43,3	49,9	54,8	59,7
P-050	EAAB	BOCAGRANDE - SALITRE	Ago-45	CHISACA	41,0	47,3	52,4	58,9	63,7	68,5
P-052	EAAB	EL HATO	Jun-32	CURUBITAL	28,1	35,1	40,9	48,1	53,5	58,8
P-054	CAR	LA REGADERA	Ene-42	TUNJUELO	31,7	37,2	41,7	47,5	51,7	55,9
P-042	EAAB	SANTA LUCIA	Jul-60	TUNJUELO	35,3	43,1	49,4	57,4	63,3	69,2

Fuente: Estudio de Saneamiento ambiental y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo, hidrología Básica de la Cuenca, CEI Ltda diciembre de 1997

**TABLA 2.3. CAUDALES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES  
ESTACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO**

CÓDIGO	ENT	NOMBRE	CORRIENTE	PERIODO	CAUDALES [m3/s]												
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIO
L-010	EAAB	EL PALMAR	CHISACÁ	59-91	0,83	0,89	0,75	0,78	1,38	2,36	2,16	1,68	1,29	1,74	1,79	0,79	1,37
L-011	EAAB	REBOSADERO	CHISACÁ	86-90	1,77	0,27	0,02	0,33	0,91	5,49	6,37	2,79	1,35	4,36	1,72	1,09	2,21
L-016	EAAB	PUENTE AUSTRALIA	CURUBITAL	46-94	0,23	0,23	0,31	1,16	2,14	3,15	3,27	2,24	1,43	1,46	1,21	0,51	1,45
L-033	EAAB	CANTARRANA	TUNJUELO	58-89	0,30	0,18	0,29	1,07	3,41	6,10	7,24	5,08	2,92	3,49	3,52	1,29	2,91
L-033	EAAB	PUENTE BOSA	TUNJUELO	70-94	2,08	1,87	2,23	2,57	4,95	6,69	8,39	5,99	4,48	4,82	4,98	3,44	4,37
L-039	EAAB	ALEMANA	Q. YOMASA	85-90	0,02	0,06	0,10	0,10	0,29	0,33	0,50	0,26	0,14	0,23	0,20	0,17	0,20
L-047	EAAB	LA TOMA	CHISACÁ	90-95	0,22	0,35	0,36	0,41	0,50	0,45	0,58	0,46	0,29	0,36	0,57	0,33	0,41
L-048	EAAB	EL HERRADERO	MUGROSO	53-95	0,09	0,06	0,09	0,40	0,79	1,22	1,23	0,80	0,50	0,78	0,65	0,23	0,57
L-056	EAAB	LA CARCEL	CHISACÁ	88-90	0,11	0,08	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,06	0,09	0,09	0,08
L-059	EAAB	REGADERA	TUNJUELO	89-95	2,83	4,91	4,78	4,79	6,92	5,16	5,13	2,07	4,68	4,91	3,24	2,54	4,33
L-060	EAAB	AVENIDA BOYACA	TUNJUELO	90-94	2,00	2,29	3,05	3,69	6,36	6,11	8,10	6,65	3,96	3,38	4,59	3,29	4,46

Fuente: Estudio de Saneamiento ambiental y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo, hidrología Básica de la Cuenca, CEI Ltda diciembre de 1997

**TABLA 2.4. CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS  
ALGUNAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO**

Periodo de retorno	CHISACÁ		PTE AUSTRALIA	REGADERA	CANTARRANA
	Antes del embalse	Después del embalse		Antes del embalse	
2,33	51,57	37,63	71,75	96,9	78,58
5	74,33	52,27	96,07	128,37	118,22
10	92,86	64,2	115,87	154	150,5
25	116,28	79,26	140,9	186,38	191,29
50	133,66	90,44	159,47	210,41	221,55
100	150,9	101,53	177,9	234,26	251,59

Fuente: Estudio de Saneamiento ambiental y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo, hidrología  
Básica de la Cuenca, CEI Ltda diciembre de 1997

**TABLA 2.5. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS QUEBRADAS AGUAS ABAJO DE CANTARRANA**

<b>QUEBRADA nombre</b>	<b>AREA km<sup>2</sup></b>	<b>LONG km</b>	<b>COTA SUP msnm</b>	<b>COTA INF msnm</b>	<b>PENDIENTE %</b>
Botello	8,88	4,1	3100	2595	12,32
Trompeta	5,5	2,9	2750	2570	6,21
Estrella	3,2	3,9	2750	2560	4,87
Santa librada	4,9	6	3200	2585	10,25
Chiguaza	18,6	8	2900	2557	4,29
Fiscalá	3,1	4,5	2900	2570	7,33
Limas	16,96	9,2	3000	2550	4,89
Tibanica	22,67	11	2900	2540	3,27

**TABLA 2.6**  
**Crecientes Para Diferentes Períodos de Retorno**  
**Cuenca del río Tunjuelo hasta Cantarrana**

Duración de la tormenta:	<b>9</b>	horas		
Area de tormenta:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Longitud del cauce:	<b>30</b>	km		
Area de la cuenca:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Tiempo de concentración:	<b>6,94</b>	horas		
Tiempo Horas	Caudales para diferentes Tr, en m <sup>3</sup> /s			
	10 años	25 años	50 años	100 años
0	2,70	3,01	2,97	2,70
1	2,71	3,02	2,98	2,71
2	3,09	3,45	3,39	3,09
3	3,88	4,43	4,50	4,29
4	8,11	11,67	15,09	18,64
5	39,06	55,08	70,01	85,27
6	89,65	119,38	144,10	167,43
7	114,22	150,12	178,91	205,35
8	123,57	162,01	192,63	220,58
9	128,39	167,00	197,00	223,82
10	124,82	160,74	187,70	211,09
11	113,60	144,95	167,68	186,74
12	98,96	125,16	143,44	158,19
13	82,36	103,21	117,14	127,84
14	65,17	81,01	91,12	98,48
15	50,07	61,89	69,18	74,26
16	38,84	47,89	53,38	57,12
17	31,29	38,62	43,10	46,17
18	26,64	32,97	36,91	39,68
19	24,01	29,81	33,49	36,15
20	22,56	28,11	31,71	34,38
21	21,84	27,28	30,86	33,55
22	21,45	26,84	30,42	33,14
23	21,24	26,61	30,20	32,95
24	21,14	26,50	30,09	32,85
<b>Máximo</b>	<b>128,39</b>	<b>167,00</b>	<b>197,00</b>	<b>223,82</b>

**TABLA 2.7**  
**Crecientes Para Diferentes Períodos de Retorno**  
**Cuenca de la Quebrada Botello**

Duración de la tormenta:	<b>9</b>	horas		
Area de tormenta:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Longitud del cauce:	<b>4,1</b>	km		
Area de la cuenca:	<b>8,88</b>	km <sup>2</sup>		
Tiempo de concentración:	<b>0,52</b>	horas		
Tiempo Horas	Caudales para diferentes Tr, en m <sup>3</sup> /s			
	10 años	25 años	50 años	100 años
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,04	0,06	0,08	0,11
3	1,15	1,81	2,33	2,90
4	9,27	11,87	13,66	15,50
5	18,12	21,88	21,41	26,96
6	18,71	22,13	24,41	26,70
7	12,28	14,44	15,89	17,34
8	8,68	10,21	11,24	12,27
9	5,66	6,70	7,40	8,10
10	3,88	4,63	5,14	5,65
11	2,99	3,59	4,00	4,42
12	2,99	3,59	4,00	4,42
13	2,99	3,59	4,00	4,42
14	2,99	3,59	4,00	4,42
15	2,99	3,59	4,00	4,42
16	2,99	3,59	4,00	4,42
17	2,99	3,59	4,00	4,42
18	2,99	3,59	4,00	4,42
19	2,99	3,59	4,00	4,42
20	2,99	3,59	4,00	4,42
21	2,99	3,59	4,00	4,42
22	2,99	3,59	4,00	4,42
23	2,99	3,59	4,00	4,42
24	2,99	3,59	4,00	4,42
<b>Máximo</b>	<b>18,71</b>	<b>22,13</b>	<b>24,41</b>	<b>26,96</b>

**TABLA 2.8**  
**Crecientes Para Diferentes Períodos de Retorno**  
**Cuenca de la Quebrada Trompeta**

Duración de la tormenta:	<b>9</b>	horas		
Area de tormenta:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Longitud del cauce:	<b>2,9</b>	km		
Area de la cuenca:	<b>5,5</b>	km <sup>2</sup>		
Tiempo de concentración:	<b>0,65</b>	horas		
Tiempo Horas	Caudales para diferentes Tr, en m <sup>3</sup> /s			
	10 años	25 años	50 años	100 años
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,02	0,03	0,05	0,06
3	0,65	1,02	1,32	1,64
4	5,24	6,71	7,72	8,76
5	10,24	12,37	13,80	15,24
6	10,58	12,51	13,80	15,09
7	6,94	8,16	8,98	9,80
8	4,90	5,77	6,35	6,93
9	3,20	3,79	4,18	4,58
10	2,20	2,62	2,90	3,19
11	1,69	2,03	2,26	2,50
12	1,69	2,03	2,26	2,50
13	1,69	2,03	2,26	2,50
14	1,69	2,03	2,26	2,50
15	1,69	2,03	2,26	2,50
16	1,69	2,03	2,26	2,50
17	1,69	2,03	2,26	2,50
18	1,69	2,03	2,26	2,50
19	1,69	2,03	2,26	2,50
20	1,69	2,03	2,26	2,50
21	1,69	2,03	2,26	2,50
22	1,69	2,03	2,26	2,50
23	1,69	2,03	2,26	2,50
24	1,69	2,03	2,26	2,50
<b>Máximo</b>	<b>10,58</b>	<b>12,51</b>	<b>13,80</b>	<b>15,24</b>

**TABLA 2.9**  
**Crecientes Para Diferentes Períodos de Retorno**  
**Cuenca de la Quebrada Estrella**

Duración de la tormenta:	<b>9</b>	horas		
Area de tormenta:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Longitud del cauce:	<b>3,9</b>	km		
Area de la cuenca:	<b>3,2</b>	km <sup>2</sup>		
Tiempo de concentración:	<b>1,05</b>	horas		
Tiempo Horas	Caudales para diferentes Tr, en m <sup>3</sup> /s			
	10 años	25 años	50 años	100 años
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,01	0,02	0,02	0,03
3	0,30	0,47	0,60	0,75
4	2,49	3,23	3,75	4,28
5	5,73	7,00	7,86	8,73
6	6,92	8,23	9,11	9,99
7	5,27	6,20	6,83	7,45
8	3,47	4,07	4,47	4,88
9	2,21	2,60	2,86	3,12
10	1,35	1,60	1,77	1,94
11	0,89	1,06	1,18	1,30
12	0,77	0,93	1,04	1,14
13	0,77	0,93	1,04	1,14
14	0,77	0,93	1,04	1,14
15	0,77	0,93	1,04	1,14
16	0,77	0,93	1,04	1,14
17	0,77	0,93	1,04	1,14
18	0,77	0,93	1,04	1,14
19	0,77	0,93	1,04	1,14
20	0,77	0,93	1,04	1,14
21	0,77	0,93	1,04	1,14
22	0,77	0,93	1,04	1,14
23	0,77	0,93	1,04	1,14
24	0,77	0,93	1,04	1,14
<b>Máximo</b>	<b>6,92</b>	<b>8,23</b>	<b>9,11</b>	<b>9,99</b>

**TABLA 2.10**  
**Crecientes Para Diferentes Períodos de Retorno**  
**Cuenca de la Quebrada Santa Librada**

Duración de la tormenta:	<b>9</b>	horas		
Area de tormenta:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Longitud del cauce:	<b>6</b>	km		
Area de la cuenca:	<b>4,9</b>	km <sup>2</sup>		
Tiempo de concentración:	<b>0,89</b>	horas		
Tiempo Horas	Caudales para diferentes Tr, en m <sup>3</sup> /s			
	10 años	25 años	50 años	100 años
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,02	0,03	0,04	0,05
3	0,50	0,78	1,01	1,26
4	4,17	5,41	6,27	7,17
5	9,59	11,71	13,15	14,60
6	11,58	13,78	15,25	16,72
7	8,82	10,38	11,43	12,47
8	5,81	6,82	7,49	8,16
9	3,69	4,35	4,78	5,22
10	2,26	2,68	2,96	3,24
11	1,49	1,78	1,98	2,18
12	1,29	1,56	1,73	1,91
13	1,29	1,56	1,73	1,91
14	1,29	1,56	1,73	1,91
15	1,29	1,56	1,73	1,91
16	1,29	1,56	1,73	1,91
17	1,29	1,56	1,73	1,91
18	1,29	1,56	1,73	1,91
19	1,29	1,56	1,73	1,91
20	1,29	1,56	1,73	1,91
21	1,29	1,56	1,73	1,91
22	1,29	1,56	1,73	1,91
23	1,29	1,56	1,73	1,91
24	1,29	1,56	1,73	1,91
<b>Máximo</b>	<b>11,58</b>	<b>13,78</b>	<b>15,25</b>	<b>16,72</b>

**TABLA 2.11**  
**Crecientes Para Diferentes Períodos de Retorno**  
**Cuenca de la Quebrada Chiguaza**

Duración de la tormenta:	<b>9</b>	horas		
Area de tormenta:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Longitud del cauce:	<b>8</b>	km		
Area de la cuenca:	<b>18,6</b>	km <sup>2</sup>		
Tiempo de concentración:	<b>2,36</b>	horas		
Tiempo Horas	Caudales para diferentes Tr, en m <sup>3</sup> /s			
	10 años	25 años	50 años	100 años
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,03	0,05	0,07	0,09
3	0,70	1,06	1,33	1,63
4	5,29	7,04	8,30	9,62
5	16,48	20,69	23,60	26,58
6	28,62	34,81	39,01	43,27
7	32,92	39,32	43,62	47,95
8	27,87	32,90	36,26	39,64
9	19,30	22,65	24,88	27,12
10	11,61	13,61	14,95	16,29
11	6,72	7,91	8,72	8,52
12	3,97	4,72	5,22	5,73
13	2,91	3,49	3,89	4,28
14	2,65	3,19	3,55	3,92
15	2,65	3,19	3,55	3,92
16	2,65	3,19	3,55	3,92
17	2,65	3,19	3,55	3,92
18	2,65	3,19	3,55	3,92
19	2,65	3,19	3,55	3,92
20	2,65	3,19	3,55	3,92
21	2,65	3,19	3,55	3,92
22	2,65	3,19	3,55	3,92
23	2,65	3,19	3,55	3,92
24	2,65	3,19	3,55	3,92
<b>Máximo</b>	<b>32,92</b>	<b>39,32</b>	<b>43,62</b>	<b>47,95</b>

**TABLA 2.12**  
**Crecientes Para Diferentes Períodos de Retorno**  
**Cuenca de la Quebrada La Fiscala**

Duración de la tormenta:	<b>9</b>	horas		
Area de tormenta:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Longitud del cauce:	<b>4,5</b>	km		
Area de la cuenca:	<b>3,1</b>	km <sup>2</sup>		
Tiempo de concentración:	<b>0,89</b>	horas		
Tiempo Horas	Caudales para diferentes Tr, en m <sup>3</sup> /s			
	10 años	25 años	50 años	100 años
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,01	0,02	0,02	0,03
3	0,31	0,50	0,64	0,80
4	2,64	3,43	3,98	4,55
5	6,08	7,43	8,34	9,26
6	7,35	8,74	9,67	10,61
7	5,60	6,59	7,25	7,91
8	3,68	4,32	4,75	5,18
9	2,34	2,76	3,03	3,31
10	1,43	1,70	1,88	2,06
11	0,94	1,13	1,26	1,38
12	0,82	0,99	1,10	1,21
13	0,82	0,99	1,10	1,21
14	0,82	0,99	1,10	1,21
15	0,82	0,99	1,10	1,21
16	0,82	0,99	1,10	1,21
17	0,82	0,99	1,10	1,21
18	0,82	0,99	1,10	1,21
19	0,82	0,99	1,10	1,21
20	0,82	0,99	1,10	1,21
21	0,82	0,99	1,10	1,21
22	0,82	0,99	1,10	1,21
23	0,82	0,99	1,10	1,21
24	0,82	0,99	1,10	1,21
<b>Máximo</b>	<b>7,35</b>	<b>8,74</b>	<b>9,67</b>	<b>10,61</b>

**TABLA 2.13**  
**Crecientes Para Diferentes Períodos de Retorno**  
**Cuenca de la Quebrada Limas**

Duración de la tormenta:	<b>9</b>	horas		
Area de tormenta:	<b>267</b>	km <sup>2</sup>		
Longitud del cauce:	<b>9,2</b>	km		
Area de la cuenca:	<b>16,96</b>	km <sup>2</sup>		
Tiempo de concentración:	<b>2,46</b>	horas		
Tiempo Horas	Caudales para diferentes Tr, en m <sup>3</sup> /s			
	10 años	25 años	50 años	100 años
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,03	0,05	0,06	0,08
3	0,62	0,94	1,18	1,45
4	4,69	6,24	7,35	8,53
5	14,60	18,33	20,91	23,55
6	25,36	30,84	34,57	38,34
7	29,16	34,84	38,65	42,48
8	24,69	29,15	32,13	35,12
9	17,10	20,07	22,05	24,03
10	10,28	12,06	13,25	14,43
11	5,95	7,01	7,72	8,44
12	3,52	4,18	4,63	5,08
13	2,58	3,10	3,44	3,79
14	2,35	2,82	3,15	3,47
15	2,35	2,82	3,15	3,47
16	2,35	2,82	3,15	3,47
17	2,35	2,82	3,15	3,47
18	2,35	2,82	3,15	3,47
19	2,35	2,82	3,15	3,47
20	2,35	2,82	3,15	3,47
21	2,35	2,82	3,15	3,47
22	2,35	2,82	3,15	3,47
23	2,35	2,82	3,15	3,47
24	2,35	2,82	3,15	3,47
<b>Máximo</b>	<b>29,16</b>	<b>34,84</b>	<b>38,65</b>	<b>42,48</b>

**TABLA No. 2.14**  
**JARILLON DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO TUNJUELO**  
**EN LOS ÚLTIMOS 3,2 km DEL RÍO**  
**SUELO DE CONFORMACIÓN DEL JARILLÓN**  
**RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

<b>BARRENO</b>	<b>Z m</b>	<b>Wn %</b>	<b>LL %</b>	<b>IP %</b>	<b>Su* Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>FINOS %</b>	<b>USC</b>
JTR-2	0.0-1.3	12	43	17	-	-	CL-ML
	1.3-2.5	7	27	3	2.46	70	ML
JTR-4	0.0-1.6	12	38	13	2.54	-	CL-ML
	1.6-2.5	16	43	18	-	95	CL-ML
	2.5-3.8	20	38	18	1.86	94	CL
JRT-6	0.0-1.4	14	32	14	2.51	92	CL
	1.4-3.5	12-13	33-34	14-15	2.19	90-93	CL
JTR-8	0.0-2.3	7	27	9	2.59	74	CL
	2.3-3.9	8-10	26-28	10-11	2.27	73-78	CL
JTR-10	0.0-3.0	10-13	32	14	1.62	88	CL
JTR-12	0.0-0.8	5	22	4	-	78	CL-ML
	0.8-2.2	6	22	5	-	63	CL-ML
	2.2-4.9	15	26	8	1.93	74	CL
JTR-14	0.0-3.0	7	26	6	2.44	74	CL-ML
	3.0-4.4	18	30	12	1.42	82	CL

Tomado de Ref. 4

**CONVENCIONES:**

Z: Profundidad del estrato

Wn: Humedad Natural

LL: Límite Líquido

IP: Índice de Plasticidad

Su\*: Resistencia al corte no drenada corregida por Azzouz

USC: Clasificación Unificada de Suelos

**TABLA No. 2.15**  
**JARILLON MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO TUNJUELO**  
**EN LOS ÚLTIMOS 3,2 km DEL RÍO**  
**SUELO DE CONFORMACIÓN DEL JARILLÓN**  
**RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

<b>BARRENO</b>	<b>Z m</b>	<b>Wn %</b>	<b>LL %</b>	<b>IP %</b>	<b>Su* Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>FINOS %</b>	<b>USC</b>
JRT-1	0.0-1.4	10	29	7	-	74	CL-ML
	1.4-2.0	5	16	NP	-	27	SM
	2.0-4.0	18	38	16	2.51-2.77	91	CL
JRT-3	0.0-1.5	10	33	12	1.92	92	CL
JRT-5	0.0-2.8	7	18	NP	-	48	SM a ML
	2.8-3.8	15	34	15	2.22	93	CL
JRT-7	0.0-1.8	8	22	3	2.34	60	ML
	1.8-3.5	7	17	1	-	38	SM
	3.5-5.1	15	29	12	1.6-1.8	76	CL
JRT-9	0.0-1.5	12	24	3	-	51	ML a SM
	1.5-2.5	13	26	5	1.97	62	CL-ML
	2.5-4.0	16	23	3	-	52	ML a SM
JRT-11	0.0-0.7	6	19	NP	-	49	SM a ML
	0.7-1.3	11	27	1	-	56	ML a SM
	1.3-3.8	13-16	26-27	8-9	1.62	73-81	CL
JRT-13	0.0-0.4	6	23	3	-	61	ML
	0.4-3.0	9	25	6	2.64	63	CL-ML

Tomado Ref. 4

**CONVENCIONES:**

Z: Profundidad del estrato

Wn: Humedad Natural

LL: Límite Líquido

IP: Índice de Plasticidad

Su\*: Resistencia al corte no drenada corregida por Azzouz

USC: Clasificación Unificada de Suelos

**JARILLÓN RÍO SAN BENITO**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**  
**TABLA No. 2.16**

TALUD DEL JARILLÓN	CONDICIÓN DE CARGA			FACTOR DE SEGURIDAD	
		Nivel Río	N.Freático		
37°	Crítica	bajo	medio	Estática	2,41
	Normal			Sismo	1,49
	Descenso Rápido	bajo	alto	Estática	2,15
50°	Crítica	bajo	medio	Estática	2,18
	Normal			Sismo	1,33
	Descenso Rápido	bajo	alto	Estática	1,89
65°	Crítica	bajo	medio	Estática	2,00
	Normal			Sismo	1,19
	Descenso Rápido	bajo	alto	Estática	1,68

**ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN**

**TABLA 2.17 CALIBRACIÓN COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING  
ESTACIÓN CANTARRANA  
RESUMEN DE AFOROS SELECCIONADOS - AÑOS 1958-1988**

Nivel de fondo actual : 2614,40 msnm

Nivel cero de la mira actual : 2614,34 msnm

Grupo 1:  $9 < Q < 35 \text{ m}^3/\text{s}$

Año	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Lectura de mira H (m)	Lámina de agua y (m)	Coef de Manning n
1958	27,60	1,16	1,60	0,034
1959	26,00	1,18	1,62	0,037
1959	21,40	1,05	1,49	0,037
1959	20,60	1,04	1,48	0,038
1964	12,75	1,69	1,13	0,032
1970	16,26	1,99	1,43	0,044
1971	19,53	1,59	1,53	0,043
1973	9,34	1,14	1,08	0,040
1975	30,25	1,75	1,69	0,035
1975	21,34	1,45	1,39	0,031
1975	15,14	1,30	1,24	0,034
1976	25,45	1,66	1,60	0,037
1978	10,73	1,16	1,10	0,036
1979	9,32	1,05	0,99	0,032
Coeficiente promedio de rugosidad - Grupo 1:				<b>0,036</b>

Grupo 2:  $Q > 50 \text{ m}^3/\text{s}$

1959	54,00	1,48	1,92	0,027
1964	107,90	3,07	2,51	0,025
1964	52,12	2,50	1,94	0,027
Coeficiente promedio de rugosidad - Grupo 2:				<b>0,026</b>

**ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN**

**TABLA 2.18 PERFILES DE FLUJO EN EL RÍO TUNJUELO**

Abscisa	Cota de fondo	Cota Jarillon izquierdo	Cota Jarillon derecho	Q = 25 m3/s	Q = 50 m3/s	Q = 100 m3/s	Capacidad Máxima
				Nivel del agua	Nivel del agua	Nivel del agua	
	msnm	msnm	msnm	(m)	(m)	(m)	(m3/s)
K0+0,00	2624,50	2630,50	2630,50	2625,66	2626,17	2626,85	100
K0+250,00	2624,30	2627,00	2629,00	2624,99	2625,39	2626,07	100
K0+500,00	2622,00	2625,00	2628,00	2622,98	2623,51	2624,24	100
K0+750,00	2621,00	2628,20	2625,00	2622,03	2622,47	2623,10	100
K1+000,00	2619,00	2622,50	2625,00	2620,29	2620,77	2621,44	100
K1+500,00	2616,80	2619,80	2619,80	2618,21	2618,64	2619,17	100
K1+617,00	2617,00	2620,00	2620,00	2617,73	2618,00	2618,42	100
K2+000,00	2612,80	2617,50	2620,00	2613,84	2614,32	2614,99	100
K2+106,00	2610,20	2617,00	2615,00	2610,95	2611,35	2611,95	100
K2+500,00	2607,00	2610,80	2611,50	2607,89	2608,37	2609,08	100
K2+830,00	2605,00	2613,00	2607,00	2605,81	2606,19	2606,67	100
K3+000,00	2604,00	2607,20	2607,20	2604,62	2604,95	2605,46	100
K3+500,00	2600,20	2608,00	2603,00	2600,92	2601,32	2601,93	100
K4+141,00	2596,30	2600,00	2600,50	2597,33	2597,82	2598,51	100
K4+647,00	2592,30	2601,00	2597,00	2593,93	2594,47	2595,22	100
K5+000,00	2591,00	2600,30	2598,20	2592,38	2592,87	2593,58	100
K5+500,00	2590,00	2606,00	2592,30	2590,81	2591,17	2591,87	100
K5+913,00	2589,00	2594,80	2592,00	2590,10	2590,62	2591,52	25
K6+275,00	2587,50	2596,00	2590,00	2589,50	2590,28	2591,35	25
K6+500,00	2587,50	2597,00	2589,50	2589,27	2590,06	2591,25	25
K6+770,00	2586,50	2598,00	2592,50	2588,95	2589,71	2590,98	25
K7+122,00	2586,50	2593,20	2590,00	2588,78	2589,54	2590,90	25
K7+619,00	2585,90	2592,20	2588,00	2588,64	2589,41	2590,80	25
K7+944,00	2585,90	2591,50	2588,00	2588,62	2589,39	2590,79	25
K8+146,00	2585,90	2587,00	2589,00	2588,60	2589,37	2590,77	25
K8+500,00	2585,50	2591,00	2588,00	2588,57	2589,33	2590,74	25
K8+667,00	2585,50	2588,50	2588,50	2588,57	2589,33	2590,73	25
<b>K10+022,00</b>	2587,00	2589,00	2588,00	2587,80	2588,25	2590,47	25
K10+490,00	2586,30	2589,00	2589,50	2587,60	2588,25	2589,38	10
<b>K15+990,00</b>	2580,96	2587,40	2587,40	2582,36	2583,15	2584,88	10
K16+008,00	2580,96	2587,40	2587,40	2582,14	2582,79	2584,05	10
<b>K17+600,00</b>	2578,80	2583,96	2583,86	2580,23	2581,19	2583,28	10
K17+620,00	2578,80	2583,96	2583,86	2580,11	2581,02	2582,79	10
<b>K20+241,00</b>	2575,50	2580,66	2580,56	2577,96	2579,63	2582,33	10
K20+261,00	2575,50	2580,66	2580,56	2577,74	2578,55	2579,47	10
K20+504,00	2574,66	2578,86	2577,56	2577,63	2578,47	2579,39	10
K21+011,00	2575,06	2580,56	2580,36	2577,26	2577,99	2578,87	10
K21+550,00	2574,86	2578,86	2579,86	2576,90	2577,61	2578,50	10
K22+063,00	2573,86	2579,86	2579,86	2576,63	2577,30	2578,19	10
K22+305,00	2574,36	2580,86	2578,66	2576,57	2577,22	2578,10	10
K22+503,00	2574,66	2578,86	2578,86	2576,35	2577,00	2577,88	10
K22+816,00	2573,41	2578,66	2577,96	2575,71	2576,48	2577,49	10
K23+055,00	2573,06	2578,11	2578,16	2575,42	2576,09	2577,04	10
K23+301,00	2573,56	2575,66	2578,26	2575,20	2575,91	2576,92	10
K23+570,00	2573,36	2577,86	2578,86	2574,65	2575,43	2576,47	10
K23+870,00	2570,86	2575,66	2575,86	2574,60	2575,42	2576,50	10
K24+059,00	2572,26	2579,36	2577,56	2574,54	2575,34	2576,37	10
K24+290,00	2572,16	2577,36	2578,36	2574,45	2575,22	2576,24	10
K24+546,00	2572,36	2576,56	2579,06	2574,26	2575,02	2576,02	10
K24+835,00	2571,96	2579,16	2577,16	2573,95	2574,75	2575,79	10
K25+070,00	2572,06	2577,36	2577,96	2573,79	2574,60	2575,64	10
K25+330,00	2571,16	2578,36	2577,66	2573,63	2574,41	2575,45	10
K25+584,00	2571,66	2576,86	2576,36	2573,54	2574,32	2575,37	10
K25+868,00	2571,36	2576,86	2576,06	2573,46	2574,19	2575,19	10
K26+140,00	2570,86	2575,86	2576,86	2573,43	2574,14	2575,14	10
K26+433,00	2570,86	2575,36	2576,36	2573,38	2574,06	2575,04	10
K26+615,00	2571,66	2576,86	2575,66	2573,32	2574,00	2574,97	10
K26+911,00	2571,06	2576,56	2576,36	2573,12	2573,78	2574,72	10
K30+500,00	2568,50	2574,00	2573,75	2571,37	2571,82	2572,61	10



<b>TABLA 2.20</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 10 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Cantarrana + Qda Botello	Qda Fiscala + Santa Librada	
Tramo:	K1+200,00	K3+850,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,118	hr	
Capacidad máxima =	100	m3/s	
Volumen de inundación	0,138	hm3	
<b>Cantarrana +Botello</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,0	2,70		
1,0	2,71		
2,0	3,11		
3,0	4,99		
4,0	17,15		
5,0	55,53		
5,9	100,00	0,00	0,0
6,0	105,67	5,67	1153,4
7,0	112,28	12,28	32306,4
8,0	108,68	8,68	37728,0
9,0	105,66	5,66	25812,0
10,0	103,88	3,88	17172,0
11,0	102,99	2,99	12366,0
12,0	102,73	2,73	10294,3
12,2	100,00	0,00	812,7
13,0	86,23		
14,0	69,07		
15,0	53,86		
16,0	42,43		
17,0	34,68		
18,0	29,88		
19,0	27,14		
20,0	25,63		
21,0	24,87		
22,0	24,46		
23,0	24,24		
24,0	24,14		
24,1	24,13		

TABLA 2.21			
Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo			
para un período de 10 años			
Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1			
Sector	Qda Fiscala+Santa Librada	Qda Trompeta	
Tramo:	K3+850,00	K5+900,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,091	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	2,963	hm3	
Botello+(Fis+Librada)			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,0	2,70		
1,0	2,71		
2,0	3,09		
3,0	5,58		
4,0	22,54		
4,1	25,00	0,00	0,0
5,0	66,69	41,69	70858,7
6,0	118,71	93,71	243719,6
7,0	114,42	89,42	329627,8
8,0	109,49	84,49	313038,0
9,0	106,03	81,03	297936,0
10,0	103,69	78,69	287496,0
11,0	102,43	77,43	281016,0
12,0	102,11	77,11	278172,0
13,0	90,28	65,28	256305,2
14,0	73,20	48,20	204269,1
15,0	57,76	32,76	145731,7
16,0	45,88	20,88	96556,4
17,0	37,70	12,70	60450,1
18,0	32,55	7,55	36457,2
19,0	29,57	4,57	21822,5
20,0	27,91	2,91	13475,8
21,0	27,07	2,07	8968,3
22,0	26,62	1,62	6635,0
23,0	26,38	1,38	5392,1
24,0	26,26	1,26	4742,5
24,2	26,24	1,24	767,6

<b>TABLA 2.22</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 10 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Trompeta	Qda La Estrella	
Tramo:	K5+900,00	K8+720,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,125	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,223	hm3	
<b>Fis+Librada + Trompeta</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,0	2,70		
1,0	2,71		
2,0	3,08		
3,0	6,00		
3,9	25,00	0,00	0,0
4,0	26,23	1,23	135,4
5,0	35,24	10,24	20652,5
6,0	35,58	10,58	37476,0
7,0	31,94	6,94	31536,0
8,0	29,90	4,90	21312,0
9,0	28,20	3,20	14580,0
10,0	27,20	2,20	9720,0
11,0	26,69	1,69	7002,0
12,0	26,69	1,69	6084,0
13,0	26,69	1,69	6084,0
14,0	26,69	1,69	6084,0
15,0	26,69	1,69	6084,0
16,0	26,69	1,69	6084,0
17,0	26,69	1,69	6084,0
18,0	26,69	1,69	6084,0
19,0	26,69	1,69	6084,0
20,0	26,69	1,69	6084,0
21,0	26,69	1,69	6084,0
22,0	26,69	1,69	6084,0
23,0	26,69	1,69	6084,0
24,0	26,69	1,69	6084,0
24,3	26,69	1,69	1591,7

<b>TABLA 2.23</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 10 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda La Estrella	Qda Chiguaza	
Tramo:	K8+720,00	K9+600,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,039	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,131	hm3	
<b>Trompeta+La Estrella</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,0	2,70		
1,0	2,71		
2,0	3,04		
3,0	5,94		
3,9	25,00	0,00	0,0
4,0	26,19	1,19	126,6
5,0	30,73	5,73	12462,4
6,0	31,92	6,92	22770,0
7,0	30,27	5,27	21942,0
8,0	28,47	3,47	15732,0
9,0	27,21	2,21	10224,0
10,0	26,35	1,35	6408,0
11,0	25,89	0,89	4032,0
12,0	25,77	0,77	2988,0
13,0	25,77	0,77	2772,0
14,0	25,77	0,77	2772,0
15,0	25,77	0,77	2772,0
16,0	25,77	0,77	2772,0
17,0	25,77	0,77	2772,0
18,0	25,77	0,77	2772,0
19,0	25,77	0,77	2772,0
20,0	25,77	0,77	2772,0
21,0	25,77	0,77	2772,0
22,0	25,77	0,77	2772,0
23,0	25,77	0,77	2772,0
24,0	25,77	0,77	2772,0
24,4	25,77	0,77	1071,9

TABLA 2.24			
Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo			
para un período de 10 años			
Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1			
Sector	Qda Chiguaza	Embalse1	
Tramo:	K9+600,00	K10+600,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,044	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,655	hm3	
La Estrella+Chiguaza			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,0	2,70		
1,0	2,71		
2,0	3,06		
3,0	6,52		
4,0	25,00	0,00	0,0
4,0	30,29	5,29	0,0
5,0	41,48	16,48	39186,0
6,0	53,62	28,62	81180,0
7,0	57,92	32,92	110772,0
8,0	52,87	27,87	109422,0
9,0	44,30	19,30	84906,0
10,0	36,61	11,61	55638,0
11,0	31,72	6,72	32994,0
12,0	28,97	3,97	19242,0
13,0	27,91	2,91	12384,0
14,0	27,65	2,65	10008,0
15,0	27,65	2,65	9540,0
16,0	27,65	2,65	9540,0
17,0	27,65	2,65	9540,0
18,0	27,65	2,65	9540,0
19,0	27,65	2,65	9540,0
20,0	27,65	2,65	9540,0
21,0	27,65	2,65	9540,0
22,0	27,65	2,65	9540,0
23,0	27,65	2,65	9540,0
24,0	27,65	2,65	9540,0
24,4	27,65	2,65	4061,2

<b>TABLA 2.25</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 25 años</b>			
<b>Tramo Q.Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Cantarrana	Qda Botello	
Tramo:	K0+000,00	K1+200,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,053	hr	
Capacidad máxima =	100	m3/s	
Volumen de inundación	1,17	hm3	
<b>Cantarrana</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0	3,01		
1	3,02		
2	3,45		
3	4,43		
4	11,67		
5	55,08		
5,70	100,00	0,00	0,0
6	119,38	19,38	10515,4
7	150,12	50,12	125101,0
8	162,01	62,01	201839,9
9	167,00	67,00	232226,1
10	160,74	60,74	229928,7
11	144,95	44,95	190243,4
12	125,16	25,16	126197,0
13	103,21	3,21	51067,1
13,1	100,00	0,00	837,1
14	81,01		
15	61,89		
16	47,89		
17	38,62		
18	32,97		
19	29,81		
20	28,11		
21	27,28		
22	26,84		
23	26,61		
24	26,50		



**TABLA 2.27**

<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 25 años</b>			
<b>Tramo Q.Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Fiscala+Santa Librada	Qda Trompeta	
Tramo:	K3+850,00	K5+900,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,091	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	3,916	hm3	
<b>Botello+(Fis+Librada)</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	3,01		
1,00	2,74		
2,00	3,15		
3,00	7,44		
3,59	25,00	0,00	0,0
4,00	37,44	12,44	9285,0
5,00	113,86	88,86	182343,3
6,00	122,52	97,52	335485,6
7,00	116,97	91,97	341082,0
8,00	111,14	86,14	320598,0
9,00	107,11	82,11	302850,0
10,00	104,38	79,38	290682,0
11,00	102,91	77,91	283122,0
12,00	102,55	77,55	279828,0
13,00	102,55	77,55	279180,0
14,00	102,55	77,55	279180,0
15,00	84,97	59,97	247539,8
16,00	66,64	41,64	182902,6
17,00	54,63	29,63	128283,5
18,00	47,37	22,37	93589,2
19,00	43,32	18,32	73236,7
20,00	41,24	16,24	62215,8
21,00	40,25	15,25	56683,4
22,00	39,76	14,76	54018,4
23,00	39,53	14,53	52733,6
24,00	39,42	14,42	52112,6
24,17	39,40	14,40	8855,7

<b>TABLA 2.28</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 25 años</b>			
<b>Tramo Q.Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Trompeta	Qda La Estrella	
Tramo:	K5+900,00	K8+720,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,125	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,279	hm3	
<b>Fis+Librada + Trompeta</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	3,01		
1,00	2,73		
2,00	3,17		
3,00	8,87		
3,71	25,00	0,00	0,0
4,00	31,71	6,71	3547,7
5,00	37,37	12,37	34344,0
6,00	37,51	12,51	44784,0
7,00	33,16	8,16	37206,0
8,00	30,77	5,77	25074,0
9,00	28,79	3,79	17208,0
10,00	27,62	2,62	11538,0
11,00	27,03	2,03	8370,0
12,00	27,03	2,03	7308,0
13,00	27,03	2,03	7308,0
14,00	27,03	2,03	7308,0
15,00	27,03	2,03	7308,0
16,00	27,03	2,03	7308,0
17,00	27,03	2,03	7308,0
18,00	27,03	2,03	7308,0
19,00	27,03	2,03	7308,0
20,00	27,03	2,03	7308,0
21,00	27,03	2,03	7308,0
22,00	27,03	2,03	7308,0
23,00	27,03	2,03	7308,0
24,00	27,03	2,03	7308,0
24,26	27,03	2,03	1912,0

TABLA 2.29			
Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo			
para un período de 25 años			
Tramo Q.Yomasa - Embalse No.1			
Sector	Qda La Estrella	Qda Chiguaza	
Tramo:	K8+720,00	K9+600,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,039	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,161	hm3	
Trompeta+La Estrella			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	3,01		
1,00	2,73		
2,00	3,19		
3,00	9,34		
3,83	25,00	0,00	0,0
4,00	28,23	3,23	993,9
5,00	32,00	7,00	18414,0
6,00	33,23	8,23	27414,0
7,00	31,20	6,20	25974,0
8,00	29,07	4,07	18486,0
9,00	27,60	2,60	12006,0
10,00	26,60	1,60	7560,0
11,00	26,06	1,06	4788,0
12,00	25,93	0,93	3582,0
13,00	25,93	0,93	3348,0
14,00	25,93	0,93	3348,0
15,00	25,93	0,93	3348,0
16,00	25,93	0,93	3348,0
17,00	25,93	0,93	3348,0
18,00	25,93	0,93	3348,0
19,00	25,93	0,93	3348,0
20,00	25,93	0,93	3348,0
21,00	25,93	0,93	3348,0
22,00	25,93	0,93	3348,0
23,00	25,93	0,93	3348,0
24,00	25,93	0,93	3348,0
24,39	25,93	0,93	1294,6

<b>TABLA 2.30</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 25 años</b>			
<b>Tramo Q.Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Chiguaza	Embalse1	
Tramo:	K9+600,00	K10+600,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,044	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,791	hm3	
<b>La Estrella+Chiguaza</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	3,01		
1,00	2,72		
2,00	3,21		
3,00	10,44		
3,67	25,00	0,00	0,0
4,00	32,04	7,04	4129,8
5,00	45,69	20,69	49914,0
6,00	59,81	34,81	99900,0
7,00	64,32	39,32	133434,0
8,00	57,90	32,90	129996,0
9,00	47,65	22,65	99990,0
10,00	38,61	13,61	65268,0
11,00	32,91	7,91	38736,0
12,00	29,72	4,72	22734,0
13,00	28,49	3,49	14778,0
14,00	28,19	3,19	12024,0
15,00	28,19	3,19	11484,0
16,00	28,19	3,19	11484,0
17,00	28,19	3,19	11484,0
18,00	28,19	3,19	11484,0
19,00	28,19	3,19	11484,0
20,00	28,19	3,19	11484,0
21,00	28,19	3,19	11484,0
22,00	28,19	3,19	11484,0
23,00	28,19	3,19	11484,0
24,00	28,19	3,19	11484,0
24,43	28,19	3,19	4888,7

<b>TABLA 2.31</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 50 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Cantarrana	Qda Botello	
Tramo:	K0+000,00	K1+200,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,053	hr	
Capacidad máxima =	100	m3/s	
Volumen de inundación	1,86	hm3	
<b>Cantarrana</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0	2,97		
1	2,98		
2	3,39		
3	4,50		
4	15,09		
5	70,01		
5,40	100,00	0,00	0,0
6	144,10	44,10	47246,4
7	178,91	78,91	221421,8
8	192,63	92,63	308787,0
9	197,00	97,00	341340,4
10	187,70	87,70	332467,8
11	167,68	67,68	279687,6
12	143,44	43,44	200006,7
13	117,14	17,14	109035,6
13,7	100,00	0,00	20318,6
14	91,12		0,0
15	69,18		
16	53,38		
17	43,10		
18	36,91		
19	33,49		
20	31,71		
21	30,86		
22	30,42		
23	30,20		
24	30,09		

**TABLA 2.32**

<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 50 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Cantarrana + Qda Botello	Qda Fiscala + Santa Librada	
Tramo:	K1+200,00	K3+850,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,118	hr	
Capacidad máxima =	100	m3/s	
Volumen de inundación	0,288	hm3	
<b>Cantarrana +Botello</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,97		
1,00	2,71		
2,00	3,15		
3,00	6,56		
4,00	31,54		
4,96	100,00	0,00	0,0
5,00	103,13	3,13	247,0
6,00	124,41	24,41	49580,0
7,00	115,89	15,89	72540,0
8,00	111,24	11,24	48834,0
9,00	107,40	7,40	33552,0
10,00	105,14	5,14	22572,0
11,00	104,00	4,00	16452,0
12,00	104,00	4,00	14400,0
13,00	104,00	4,00	14400,0
14,00	104,00	4,00	14400,0
14,2	100,00	0,00	1177,9
15,00	79,55		
16,00	62,03		
17,00	50,75		
18,00	44,03		
19,00	40,34		
20,00	38,47		
21,00	37,59		
22,00	37,16		
23,00	36,96		
24,00	36,86		
24,05	36,85		
0,00	0,00		
0,00	0,00		

TABLA 2.33			
Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo			
para un período de 50 años			
Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1			
Sector	Qda Fiscala+Santa Librada	Qda Trompeta	
Tramo:	K3+850,00	K5+900,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,091	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	4,004	hm3	
Botello+(Fis+Librada)			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,97		
1,00	2,71		
2,00	3,18		
3,00	8,31		
3,52	25,00	0,00	0,0
4,00	40,54	15,54	13490,2
5,00	121,32	96,32	201359,9
6,00	124,92	99,92	353240,8
7,00	118,68	93,68	348480,0
8,00	112,24	87,24	325656,0
9,00	107,81	82,81	306090,0
10,00	104,84	79,84	292770,0
11,00	103,24	78,24	284544,0
12,00	102,83	77,83	280926,0
13,00	102,83	77,83	280188,0
14,00	102,83	77,83	280188,0
15,00	85,67	60,67	249303,8
16,00	67,34	42,34	185422,6
17,00	55,33	30,33	130803,5
18,00	48,07	23,07	96109,2
19,00	44,02	19,02	75756,7
20,00	41,94	16,94	64735,8
21,00	40,95	15,95	59203,4
22,00	40,46	15,46	56538,4
23,00	40,23	15,23	55253,6
24,00	40,12	15,12	54632,6
24,17	40,10	15,10	9286,0

<b>TABLA 2.34</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 50 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Trompeta	Qda La Estrella	
Tramo:	K5+900,00	K8+720,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,125	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,311	hm3	
<b>Fis+Librada + Trompeta</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,97		
1,00	2,71		
2,00	3,21		
3,00	9,54		
3,67	25,00	0,00	0,0
4,00	32,72	7,72	4628,2
5,00	38,80	13,80	38736,0
6,00	38,80	13,80	49680,0
7,00	33,98	8,98	41004,0
8,00	31,35	6,35	27594,0
9,00	29,18	4,18	18954,0
10,00	27,90	2,90	12744,0
11,00	27,26	2,26	9288,0
12,00	27,26	2,26	8136,0
13,00	27,26	2,26	8136,0
14,00	27,26	2,26	8136,0
15,00	27,26	2,26	8136,0
16,00	27,26	2,26	8136,0
17,00	27,26	2,26	8136,0
18,00	27,26	2,26	8136,0
19,00	27,26	2,26	8136,0
20,00	27,26	2,26	8136,0
21,00	27,26	2,26	8136,0
22,00	27,26	2,26	8136,0
23,00	27,26	2,26	8136,0
24,00	27,26	2,26	8136,0
24,26	27,26	2,26	2128,6

TABLA 2.35			
Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo			
para un período de 50 años			
Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1			
Sector	Qda La Estrella	Qda Chiguaza	
Tramo:	K8+720,00	K9+600,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,039	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,179	hm3	
Trompeta+La Estrella			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,97		
1,00	2,71		
2,00	3,18		
3,00	9,63		
3,80	25,00	0,00	0,0
4,00	28,75	3,75	1323,9
5,00	32,86	7,86	20898,0
6,00	34,11	9,11	30546,0
7,00	31,83	6,83	28692,0
8,00	29,47	4,47	20340,0
9,00	27,86	2,86	13194,0
10,00	26,77	1,77	8334,0
11,00	26,18	1,18	5310,0
12,00	26,04	1,04	3996,0
13,00	26,04	1,04	3744,0
14,00	26,04	1,04	3744,0
15,00	26,04	1,04	3744,0
16,00	26,04	1,04	3744,0
17,00	26,04	1,04	3744,0
18,00	26,04	1,04	3744,0
19,00	26,04	1,04	3744,0
20,00	26,04	1,04	3744,0
21,00	26,04	1,04	3744,0
22,00	26,04	1,04	3744,0
23,00	26,04	1,04	3744,0
24,00	26,04	1,04	3744,0
24,39	26,04	1,04	1447,7

<b>TABLA 2.36</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 50 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Chiguaza	Embalse 1	
Tramo:	K9+600,00	K10+600,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,044	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,881	hm3	
<b>La Estrella+Chiguaza</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,97		
1,00	2,71		
2,00	3,24		
3,00	10,85		
3,63	25,00	0,00	0,0
4,00	33,30	8,30	5524,2
5,00	48,60	23,60	57420,0
6,00	64,01	39,01	112698,0
7,00	68,62	43,62	148734,0
8,00	61,26	36,26	143784,0
9,00	49,88	24,88	110052,0
10,00	39,95	14,95	71694,0
11,00	33,72	8,72	42606,0
12,00	30,22	5,22	25092,0
13,00	28,89	3,89	16398,0
14,00	28,55	3,55	13392,0
15,00	28,55	3,55	12780,0
16,00	28,55	3,55	12780,0
17,00	28,55	3,55	12780,0
18,00	28,55	3,55	12780,0
19,00	28,55	3,55	12780,0
20,00	28,55	3,55	12780,0
21,00	28,55	3,55	12780,0
22,00	28,55	3,55	12780,0
23,00	28,55	3,55	12780,0
24,00	28,55	3,55	12780,0
24,43	28,55	3,55	5440,5

<b>TABLA 2.37</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 100 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Cantarrana	Qda Botello	
Tramo:	K0+000,00	K1+200,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,053	hr	
Capacidad máxima =	100	m3/s	
Volumen de inundación	2,50	hm3	
<b>Cantarrana</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0	2,70		
1	2,71		
2	3,09		
3	4,29		
4	18,64		
5	85,27		
5,2	100,00	0,00	0,0
6,02	167,43	67,43	101605,8
7	205,35	105,35	304783,9
8	220,58	120,58	406674,0
9	223,82	123,82	439920,0
10	211,09	111,09	422838,0
11	186,74	86,74	356094,0
12	158,19	58,19	260874,0
13	127,84	27,84	154854,0
13,9	100,00	0,00	47517,6
14	98,48		0,0
15	74,26		
16	57,12		
17	46,17		
18	39,68		
19	36,15		
20	34,38		
21	33,55		
22	33,14		
23	32,95		
24	32,85		

**TABLA 2.38**

<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 100 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Cantarrana + Qda Botello	Qda Fiscala + Santa Librada	
Tramo:	K1+200,00	K3+850,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,118	hr	
Capacidad máxima =	100	m3/s	
Volumen de inundación	0,326	hm3	
<b>Cantarrana +Botello</b>			
Tiempo	Caudal	ΔQ	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,70		
1,00	2,71		
2,00	3,18		
3,00	7,13		
4,00	33,38		
4,88	100,00	0,00	0,0
5,00	108,68	8,68	1802,7
6,02	126,70	26,70	64965,8
7,00	117,34	17,34	77686,6
8,00	112,27	12,27	53298,0
9,00	108,10	8,10	36666,0
10,00	105,65	5,65	24750,0
11,00	104,42	4,42	18126,0
12,00	104,42	4,42	15912,0
13,00	104,42	4,42	15912,0
14,00	104,42	4,42	15912,0
14,2	100,00	0,00	1438,2
15,00	79,97		0,0
16,00	62,45		
17,00	51,17		
18,00	44,45		
19,00	40,76		
20,00	38,89		
21,00	38,01		
22,00	37,58		
23,00	37,38		
24,00	37,28		
24,05	37,27		

**TABLA 2.39**

<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>un período de 100 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Fiscala+Santa Librada	Qda Trompeta	
Tramo:	K3+850,00	K5+900,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,091	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	4,055	hm3	
<b>Botello+(Fis+Librada)</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,70		
1,00	2,71		
2,00	3,20		
3,00	8,72		
3,49	25,00	0,00	0,0
4,00	42,01	17,01	15648,2
5,00	123,69	98,69	208271,9
6,02	127,33	102,33	369081,7
7,00	120,38	95,38	348760,4
8,00	113,34	88,34	330696,0
9,00	108,53	83,53	309366,0
10,00	105,30	80,30	294894,0
11,00	103,56	78,56	285948,0
12,00	103,12	78,12	282024,0
13,00	103,12	78,12	281232,0
14,00	103,12	78,12	281232,0
15,00	85,96	60,96	250347,8
16,00	67,63	42,63	186466,6
17,00	55,62	30,62	131847,5
18,00	48,36	23,36	97153,2
19,00	44,31	19,31	76800,7
20,00	42,23	17,23	65779,8
21,00	41,24	16,24	60247,4
22,00	40,75	15,75	57582,4
23,00	40,52	15,52	56297,6
24,00	40,41	15,41	55676,6
24,17	40,39	15,39	9464,2



<b>TABLA 2.41</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 100 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda La Estrella	Qda Chiguaza	
Tramo:	K8+720,00	K9+600,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,039	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,197	hm3	
<b>Trompeta+La Estrella</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,70		
1,00	2,71		
2,00	3,19		
3,00	9,78		
3,78	25,00	0,00	0,0
4,00	29,28	4,28	1691,0
5,00	33,73	8,73	23418,0
6,02	34,99	9,99	34369,9
7,00	32,45	7,45	30764,2
8,00	29,88	4,88	22194,0
9,00	28,12	3,12	14400,0
10,00	26,94	1,94	9108,0
11,00	26,30	1,30	5832,0
12,00	26,14	1,14	4392,0
13,00	26,14	1,14	4104,0
14,00	26,14	1,14	4104,0
15,00	26,14	1,14	4104,0
16,00	26,14	1,14	4104,0
17,00	26,14	1,14	4104,0
18,00	26,14	1,14	4104,0
19,00	26,14	1,14	4104,0
20,00	26,14	1,14	4104,0
21,00	26,14	1,14	4104,0
22,00	26,14	1,14	4104,0
23,00	26,14	1,14	4104,0
24,00	26,14	1,14	4104,0
24,39	26,14	1,14	1586,9

<b>TABLA 2.42</b>			
<b>Cálculo del volumen de vertimiento en las riberas del Tunjuelo</b>			
<b>para un período de 100 años</b>			
<b>Tramo Q. Yomasa - Embalse No.1</b>			
Sector	Qda Chiguaza	Embalse 1	
Tramo:	K9+600,00	K10+600,00	
Celeridad =	6,264	m/s	
Desplazamiento en el tiempo	0,044	hr	
Capacidad máxima =	25	m3/s	
Volumen de inundación	0,968	hm3	
<b>La Estrella+Chiguaza</b>			
Tiempo	Caudal	$\Delta Q$	Volumen
hr	m3/s	m3/s	m3
0,00	2,70		
1,00	2,71		
2,00	3,26		
3,00	11,15		
3,59	25,00	0,00	0,0
4,00	34,62	9,62	7098,5
5,00	51,58	26,58	65160,0
6,02	68,27	43,27	128244,6
7,00	72,95	47,95	160912,1
8,00	64,64	39,64	157662,0
9,00	52,12	27,12	120168,0
10,00	41,29	16,29	78138,0
11,00	33,52	8,52	44658,0
12,00	30,73	5,73	25650,0
13,00	29,28	4,28	18018,0
14,00	28,92	3,92	14760,0
15,00	28,92	3,92	14112,0
16,00	28,92	3,92	14112,0
17,00	28,92	3,92	14112,0
18,00	28,92	3,92	14112,0
19,00	28,92	3,92	14112,0
20,00	28,92	3,92	14112,0
21,00	28,92	3,92	14112,0
22,00	28,92	3,92	14112,0
23,00	28,92	3,92	14112,0
24,00	28,92	3,92	14112,0
24,43	28,92	3,92	6007,5

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.1**

**TABLA 2.43 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 10 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2586,00	m	Creciente =	10 años
Clave Culverts = 2583,61	m	Nivel máximo en el embalse=	2583,20 msnm
Batea Culverts = 2580,96	m	Caudal pico de entrada=	54,16 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,65	m	Caudal pico de salida =	51,93 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,65	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,70	1652,63	2581,30	2,70	0,00	2,70	3,624
1,00	2,71	1054,14	2581,18	1,49	0,00	1,49	4,873
2,00	3,07	1385,35	2581,24	1,96	0,00	1,96	8,872
3,00	6,99	2445,63	2581,46	5,03	0,00	5,03	32,185
4,00	28,87	14502,57	2582,28	22,93	0,00	22,93	53,594
5,00	39,60	29554,80	2582,73	36,02	0,00	36,02	70,359
6,00	50,36	42808,61	2583,05	46,60	0,00	46,60	81,700
7,00	54,16	55022,30	2583,19	51,32	0,00	51,32	83,094
8,00	49,69	56524,11	2583,20	51,93	0,00	51,93	71,258
9,00	42,10	43777,14	2583,06	46,97	0,00	46,97	54,730
10,00	35,28	30353,45	2582,75	36,81	0,00	36,81	46,278
11,00	30,95	24410,91	2582,58	31,39	0,00	31,39	41,646
12,00	28,52	21153,91	2582,48	28,53	0,00	28,53	39,325
13,00	27,58	19522,09	2582,43	27,10	0,00	27,10	38,680
14,00	27,35	19069,01	2582,42	26,70	0,00	26,70	38,596
15,00	27,35	19009,90	2582,42	26,65	0,00	26,65	38,615
16,00	27,35	19023,29	2582,42	26,66	0,00	26,66	38,611
17,00	27,35	19020,25	2582,42	26,65	0,00	26,65	38,612
18,00	27,35	19020,94	2582,42	26,66	0,00	26,66	38,612
19,00	27,35	19020,79	2582,42	26,66	0,00	26,66	38,612
20,00	27,35	19020,82	2582,42	26,66	0,00	26,66	38,612
21,00	27,35	19020,81	2582,42	26,66	0,00	26,66	38,612
22,00	27,35	19020,81	2582,42	26,66	0,00	26,66	38,612
23,00	27,35	19020,81	2582,42	26,66	0,00	26,66	38,612
24,00	27,35	19020,81	2582,42	26,66	0,00	26,66	38,612
25,00	27,35	19020,81	2582,42	26,66	0,00	26,66	0,272

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCUTURA DE CONTROL No.2**

**TABLA 2.44 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 10 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2583,00	m	Creciente =	10 años
Clave Culverts = 2581,60	m	Nivel máximo en el embalse=	2581,24 msnm
Batea Culverts = 2578,8	m	Caudal pico de entrada=	51,93 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,80	m	Caudal pico de salida =	51,52 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,80	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,70	11807,00	2579,14	2,70	0,00	2,70	8,051
1,00	1,49	10577,27	2579,04	1,69	0,00	1,69	7,642
2,00	1,96	10365,72	2579,03	1,57	0,00	1,57	11,179
3,00	5,03	12195,43	2579,17	3,13	0,00	3,13	31,615
4,00	22,93	22767,98	2579,98	18,86	0,00	18,86	52,742
5,00	36,02	42231,54	2580,39	29,28	0,00	29,28	76,810
6,00	46,60	64615,25	2580,85	40,98	0,00	40,98	92,842
7,00	51,32	80920,78	2581,13	48,37	0,00	48,37	99,848
8,00	51,93	88644,22	2581,24	51,52	0,00	51,52	96,630
9,00	46,97	85096,87	2581,19	50,07	0,00	50,07	80,989
10,00	36,81	68502,19	2580,93	42,97	0,00	42,97	63,292
11,00	31,39	52043,73	2580,59	34,55	0,00	34,55	54,281
12,00	28,53	43663,19	2580,42	30,04	0,00	30,04	49,836
13,00	27,10	39528,62	2580,34	27,82	0,00	27,82	47,929
14,00	26,70	37755,73	2580,30	26,87	0,00	26,87	47,447
15,00	26,65	37307,17	2580,29	26,63	0,00	26,63	47,399
16,00	26,66	37262,13	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,407
17,00	26,65	37269,81	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,405
18,00	26,66	37268,03	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,405
19,00	26,66	37268,43	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,405
20,00	26,66	37268,34	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,405
21,00	26,66	37268,36	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,405
22,00	26,66	37268,36	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,405
23,00	26,66	37268,36	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,405
24,00	26,66	37268,36	2580,29	26,61	0,00	26,61	47,405
25,00	26,66	37268,36	2580,29	26,61	0,00	26,61	-0,783

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.3**

**TABLA 2.45 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 10 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2582,00	m	Creciente =	10 años
Clave Culverts = 2577,65	m	Nivel máximo en el embalse=	2579,15 msnm
Batea Culverts = 2575,5	m	Caudal pico de entrada=	51,52 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,15	m	Caudal pico de salida =	43,12 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,15	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,70	5903,00	2576,10	2,70	0,00	2,70	4,965
1,00	1,69	5114,58	2576,01	2,09	0,00	2,09	4,011
2,00	1,57	4198,07	2575,92	1,68	0,00	1,68	5,353
3,00	3,13	5352,16	2576,04	2,27	0,00	2,27	22,688
4,00	18,86	17705,05	2577,08	12,67	0,00	12,67	45,298
5,00	29,28	43847,89	2577,66	20,88	0,00	20,88	73,739
6,00	40,98	81938,78	2578,17	28,28	0,00	28,28	106,590
7,00	48,37	131075,03	2578,53	33,97	0,00	33,97	138,740
8,00	51,52	179162,39	2578,89	39,27	0,00	39,27	161,862
9,00	50,07	215416,61	2579,09	42,23	0,00	42,23	170,479
10,00	42,97	229395,71	2579,15	43,12	0,00	43,12	161,837
11,00	34,55	215375,10	2579,09	42,23	0,00	42,23	142,012
12,00	30,04	184055,58	2578,93	39,80	0,00	39,80	120,323
13,00	27,82	151615,31	2578,69	36,27	0,00	36,27	102,662
14,00	26,87	125199,03	2578,49	33,29	0,00	33,29	89,771
15,00	26,63	105918,57	2578,35	31,06	0,00	31,06	81,026
16,00	26,61	92838,58	2578,25	29,54	0,00	29,54	75,254
17,00	26,61	84204,02	2578,19	28,54	0,00	28,54	71,459
18,00	26,61	78528,58	2578,14	27,89	0,00	27,89	68,962
19,00	26,61	74793,94	2578,12	27,45	0,00	27,45	67,320
20,00	26,61	72337,39	2578,10	27,17	0,00	27,17	66,239
21,00	26,61	70721,31	2578,09	26,98	0,00	26,98	65,529
22,00	26,61	69658,20	2578,08	26,86	0,00	26,86	65,061
23,00	26,61	68958,84	2578,07	26,78	0,00	26,78	64,753
24,00	26,61	68498,77	2578,07	26,72	0,00	26,72	64,551
25,00	26,61	68196,12	2578,07	26,69	0,00	26,69	-1,595

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.1**

**TABLA 2.46 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 25 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2586,00	m	Creciente =	25 años
Clave Culverts = 2583,61	m	Nivel máximo en el embalse=	2583,35 msnm
Batea Culverts = 2580,96	m	Caudal pico de entrada=	59,84 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,65	m	Caudal pico de salida =	57,26 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,65	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	3,01	1758,41	2581,32	3,01	0,00	3,01	4,000
1,00	3,02	1153,87	2581,20	1,63	0,00	1,63	5,578
2,00	3,55	1572,28	2581,28	2,46	0,00	2,46	11,827
3,00	9,87	3229,16	2581,62	8,25	0,00	8,25	34,655
4,00	31,24	16239,02	2582,33	24,30	0,00	24,30	59,295
5,00	43,33	33562,67	2582,85	40,00	0,00	40,00	77,816
6,00	55,84	50839,70	2583,14	49,65	0,00	49,65	94,275
7,00	59,84	68565,74	2583,34	56,83	0,00	56,83	95,254
8,00	54,15	69620,24	2583,35	57,26	0,00	57,26	80,642
9,00	45,07	53882,83	2583,17	50,86	0,00	50,86	61,204
10,00	37,06	34905,02	2582,89	41,34	0,00	41,34	47,120
11,00	32,01	25002,49	2582,59	31,91	0,00	31,91	43,175
12,00	29,18	22229,24	2582,51	29,47	0,00	29,47	40,158
13,00	28,10	20108,21	2582,45	27,61	0,00	27,61	39,481
14,00	27,82	19632,33	2582,43	27,19	0,00	27,19	39,355
15,00	27,82	19543,23	2582,43	27,11	0,00	27,11	39,383
16,00	27,82	19563,41	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,377
17,00	27,82	19558,84	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,378
18,00	27,82	19559,87	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,378
19,00	27,82	19559,64	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,378
20,00	27,82	19559,69	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,378
21,00	27,82	19559,68	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,378
22,00	27,82	19559,68	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,378
23,00	27,82	19559,68	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,378
24,00	27,82	19559,68	2582,43	27,13	0,00	27,13	39,378
25,00	27,82	19559,68	2582,43	27,13	0,00	27,13	0,257

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCUTURA DE CONTROL No.2**

**TABLA 2.47 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 25 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2583,00	m	Creciente =	25 años
Clave Culverts = 2581,60	m	Nivel máximo en el embalse=	2581,44 msnm
Batea Culverts = 2578,8	m	Caudal pico de entrada=	57,26 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,80	m	Caudal pico de salida =	57,04 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,80	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	3,01	12089,10	2579,16	3,01	0,00	3,01	8,349
1,00	1,63	10731,34	2579,06	1,77	0,00	1,77	8,291
2,00	2,46	10701,83	2579,05	1,75	0,00	1,75	14,906
3,00	8,25	14123,88	2579,32	5,33	0,00	5,33	35,060
4,00	24,30	25786,89	2580,06	20,67	0,00	20,67	57,951
5,00	40,00	47076,12	2580,49	31,88	0,00	31,88	83,925
6,00	49,65	71232,65	2580,98	44,36	0,00	44,36	101,692
7,00	56,83	90677,60	2581,27	52,35	0,00	52,35	112,109
8,00	57,26	102161,10	2581,44	57,04	0,00	57,04	107,830
9,00	50,86	97444,59	2581,37	55,12	0,00	55,12	91,223
10,00	41,34	79135,58	2581,10	47,64	0,00	47,64	69,575
11,00	31,91	57886,34	2580,71	37,55	0,00	37,55	55,986
12,00	29,47	45249,06	2580,45	30,90	0,00	30,90	51,323
13,00	27,61	40912,02	2580,37	28,57	0,00	28,57	48,964
14,00	27,19	38717,74	2580,32	27,39	0,00	27,39	48,427
15,00	27,11	38218,84	2580,31	27,12	0,00	27,12	48,358
16,00	27,13	38154,00	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,370
17,00	27,13	38165,62	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,367
18,00	27,13	38162,93	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,368
19,00	27,13	38163,54	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,368
20,00	27,13	38163,40	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,368
21,00	27,13	38163,44	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,368
22,00	27,13	38163,43	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,368
23,00	27,13	38163,43	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,368
24,00	27,13	38163,43	2580,31	27,09	0,00	27,09	48,368
25,00	27,13	38163,43	2580,31	27,09	0,00	27,09	-0,811

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.3**

**TABLA 2.48 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 25 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2582,00	m	Creciente =	25 años
Clave Culverts = 2577,65	m	Nivel máximo en el embalse=	2579,35 msnm
Batea Culverts = 2575,5	m	Caudal pico de entrada=	57,04 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,15	m	Caudal pico de salida =	46,00 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,15	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	3,01	6302,90	2576,14	3,01	0,00	3,01	5,269
1,00	1,77	5300,57	2576,03	2,23	0,00	2,23	4,231
2,00	1,75	4427,46	2575,94	1,77	0,00	1,77	7,772
3,00	5,33	6832,18	2576,20	3,42	0,00	3,42	26,378
4,00	20,67	21972,04	2577,18	13,79	0,00	13,79	50,966
5,00	31,88	50401,40	2577,81	22,90	0,00	22,90	81,335
6,00	44,36	93300,59	2578,25	29,59	0,00	29,59	118,949
7,00	52,35	149560,59	2578,67	36,04	0,00	36,04	156,443
8,00	57,04	206624,94	2579,05	41,68	0,00	41,68	185,272
9,00	55,12	253391,82	2579,25	44,63	0,00	44,63	198,896
10,00	47,64	275492,97	2579,35	46,00	0,00	46,00	192,241
11,00	37,55	264698,26	2579,30	45,33	0,00	45,33	170,165
12,00	30,90	228886,32	2579,15	43,08	0,00	43,08	143,538
13,00	28,57	186339,27	2578,94	40,05	0,00	40,05	119,430
14,00	27,39	150279,52	2578,68	36,12	0,00	36,12	101,878
15,00	27,12	124027,32	2578,48	33,15	0,00	33,15	89,959
16,00	27,09	106200,02	2578,35	31,09	0,00	31,09	82,090
17,00	27,09	94429,73	2578,26	29,73	0,00	29,73	76,918
18,00	27,09	86693,94	2578,21	28,83	0,00	28,83	73,515
19,00	27,09	81603,34	2578,17	28,24	0,00	28,24	71,276
20,00	27,09	78254,92	2578,14	27,85	0,00	27,85	69,803
21,00	27,09	76052,10	2578,13	27,60	0,00	27,60	68,835
22,00	27,09	74603,02	2578,12	27,43	0,00	27,43	68,197
23,00	27,09	73649,75	2578,11	27,32	0,00	27,32	67,778
24,00	27,09	73022,65	2578,10	27,25	0,00	27,25	67,502
25,00	27,09	72610,11	2578,10	27,20	0,00	27,20	-1,723

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.1**

**TABLA 2.49 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 50 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2586,00	m	Creciente =	50 años
Clave Culverts = 2583,61	m	Nivel máximo en el embalse=	2583,45 msnm
Batea Culverts = 2580,96	m	Caudal pico de entrada=	63,65 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,65	m	Caudal pico de salida =	60,80 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,65	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,97	1744,76	2581,32	2,97	0,00	2,97	3,937
1,00	2,97	1136,95	2581,19	1,61	0,00	1,61	5,312
2,00	3,32	1501,61	2581,27	2,26	0,00	2,26	12,525
3,00	10,63	3414,42	2581,66	9,01	0,00	9,01	35,871
4,00	32,35	17094,03	2582,36	24,97	0,00	24,97	62,788
5,00	45,91	36018,93	2582,92	42,45	0,00	42,45	83,040
6,00	59,57	56466,29	2583,20	51,91	0,00	51,91	102,679
7,00	63,65	77616,94	2583,44	60,49	0,00	60,49	103,412
8,00	57,13	78405,67	2583,45	60,80	0,00	60,80	86,941
9,00	47,05	60666,61	2583,25	53,62	0,00	53,62	65,386
10,00	38,25	37845,20	2582,98	44,27	0,00	44,27	47,728
11,00	32,72	25430,65	2582,61	32,28	0,00	32,28	44,197
12,00	29,63	22947,85	2582,53	30,10	0,00	30,10	40,717
13,00	28,44	20500,91	2582,46	27,95	0,00	27,95	40,025
14,00	28,15	20014,46	2582,45	27,53	0,00	27,53	39,892
15,00	28,15	19920,73	2582,44	27,45	0,00	27,45	39,922
16,00	28,15	19941,95	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,915
17,00	28,15	19937,15	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,917
18,00	28,15	19938,23	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,916
19,00	28,15	19937,99	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,916
20,00	28,15	19938,04	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,916
21,00	28,15	19938,03	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,916
22,00	28,15	19938,03	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,916
23,00	28,15	19938,03	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,916
24,00	28,15	19938,03	2582,44	27,46	0,00	27,46	39,916
25,00	28,15	19938,03	2582,44	27,46	0,00	27,46	0,246

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCUTURA DE CONTROL No.2**

**TABLA 2.50 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 50 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2583,00	m	Creciente =	50 años
Clave Culverts = 2581,60	m	Nivel máximo en el embalse=	2581,58 msnm
Batea Culverts = 2578,8	m	Caudal pico de entrada=	60,80 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,80	m	Caudal pico de salida =	60,53 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,80	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,97	12052,70	2579,16	2,97	0,00	2,97	8,304
1,00	1,61	10708,49	2579,05	1,76	0,00	1,76	8,060
2,00	2,26	10582,02	2579,04	1,69	0,00	1,69	15,456
3,00	9,01	14408,40	2579,34	5,75	0,00	5,75	36,229
4,00	24,97	26873,75	2580,08	21,23	0,00	21,23	61,122
5,00	42,45	50025,07	2580,55	33,46	0,00	33,46	88,691
6,00	51,91	76344,83	2581,06	46,50	0,00	46,50	108,316
7,00	60,49	97980,08	2581,38	55,34	0,00	55,34	120,385
8,00	60,80	111285,52	2581,58	60,53	0,00	60,53	115,708
9,00	53,62	106129,05	2581,50	58,66	0,00	58,66	98,181
10,00	44,27	86806,84	2581,22	50,77	0,00	50,77	74,003
11,00	32,28	62004,83	2580,80	39,65	0,00	39,65	57,180
12,00	30,10	46358,79	2580,48	31,49	0,00	31,49	52,319
13,00	27,95	41838,20	2580,38	29,06	0,00	29,06	49,661
14,00	27,53	39366,12	2580,33	27,74	0,00	27,74	49,106
15,00	27,45	38850,02	2580,32	27,46	0,00	27,46	49,033
16,00	27,46	38781,96	2580,32	27,42	0,00	27,42	49,046
17,00	27,46	38794,19	2580,32	27,43	0,00	27,43	49,043
18,00	27,46	38791,36	2580,32	27,43	0,00	27,43	49,044
19,00	27,46	38792,00	2580,32	27,43	0,00	27,43	49,043
20,00	27,46	38791,86	2580,32	27,43	0,00	27,43	49,043
21,00	27,46	38791,89	2580,32	27,43	0,00	27,43	49,043
22,00	27,46	38791,88	2580,32	27,43	0,00	27,43	49,043
23,00	27,46	38791,88	2580,32	27,43	0,00	27,43	49,043
24,00	27,46	38791,88	2580,32	27,43	0,00	27,43	49,043
25,00	27,46	38791,88	2580,32	27,43	0,00	27,43	-0,830

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.3**

**TABLA 2.51 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 50 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2582,00	m	Creciente =	50 años
Clave Culverts = 2577,65	m	Nivel máximo en el embalse=	2579,49 msnm
Batea Culverts = 2575,5	m	Caudal pico de entrada=	60,53 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,15	m	Caudal pico de salida =	47,98 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,15	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,97	6251,30	2576,14	2,97	0,00	2,97	5,228
1,00	1,76	5275,61	2576,03	2,21	0,00	2,21	4,160
2,00	1,69	4354,00	2575,94	1,74	0,00	1,74	8,117
3,00	5,75	7043,86	2576,23	3,58	0,00	3,58	27,307
4,00	21,23	23046,08	2577,20	14,07	0,00	14,07	53,420
5,00	33,46	53239,01	2577,87	23,78	0,00	23,78	85,758
6,00	46,50	99916,13	2578,30	30,36	0,00	30,36	126,980
7,00	55,34	161573,08	2578,76	37,35	0,00	37,35	168,281
8,00	60,53	225829,39	2579,14	42,89	0,00	42,89	201,767
9,00	58,66	280150,16	2579,37	46,28	0,00	46,28	218,792
10,00	50,77	307768,35	2579,49	47,98	0,00	47,98	213,428
11,00	39,65	299067,93	2579,45	47,44	0,00	47,44	189,850
12,00	31,49	260818,45	2579,29	45,10	0,00	45,10	160,359
13,00	29,06	212978,56	2579,08	42,08	0,00	42,08	133,043
14,00	27,74	170640,64	2578,83	38,34	0,00	38,34	111,659
15,00	27,46	138656,90	2578,59	34,84	0,00	34,84	97,070
16,00	27,42	116835,41	2578,43	32,32	0,00	32,32	87,443
17,00	27,43	102435,49	2578,32	30,65	0,00	30,65	81,114
18,00	27,43	92970,19	2578,25	29,56	0,00	29,56	76,950
19,00	27,43	86741,76	2578,21	28,84	0,00	28,84	74,211
20,00	27,43	82644,85	2578,18	28,36	0,00	28,36	72,409
21,00	27,43	79949,64	2578,16	28,05	0,00	28,05	71,224
22,00	27,43	78176,64	2578,14	27,84	0,00	27,84	70,444
23,00	27,43	77010,28	2578,13	27,71	0,00	27,71	69,931
24,00	27,43	76243,01	2578,13	27,62	0,00	27,62	69,594
25,00	27,43	75738,26	2578,12	27,56	0,00	27,56	-1,817

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.1**

**TABLA 2.52 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 100 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2586,00	m	Creciente =	100 años
Clave Culverts = 2583,61	m	Nivel máximo en el embalse=	2583,55 msnm
Batea Culverts = 2580,96	m	Caudal pico de entrada=	67,48 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,65	m	Caudal pico de salida =	64,31 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,65	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,70	1652,62	2581,30	2,70	0,00	2,70	3,624
1,00	2,71	1054,14	2581,18	1,49	0,00	1,49	5,113
2,00	3,31	1448,85	2581,26	2,10	0,00	2,10	14,267
3,00	12,25	3876,27	2581,76	10,90	0,00	10,90	37,034
4,00	33,53	17911,38	2582,38	25,68	0,00	25,68	66,349
5,00	48,55	38522,22	2583,00	44,94	0,00	44,94	88,351
6,00	63,34	62185,86	2583,27	54,24	0,00	54,24	111,133
7,00	67,48	86720,71	2583,55	64,06	0,00	64,06	111,717
8,00	60,12	87350,45	2583,55	64,31	0,00	64,31	93,370
9,00	49,03	67591,06	2583,33	56,43	0,00	56,43	69,579
10,00	39,43	41968,68	2583,04	46,28	0,00	46,28	49,902
11,00	33,44	26958,48	2582,65	33,62	0,00	33,62	44,875
12,00	30,08	23424,48	2582,55	30,52	0,00	30,52	41,363
13,00	28,79	20955,44	2582,47	28,35	0,00	28,35	40,549
14,00	28,47	20382,60	2582,46	27,85	0,00	27,85	40,413
15,00	28,47	20287,33	2582,45	27,77	0,00	27,77	40,444
16,00	28,47	20308,90	2582,45	27,79	0,00	27,79	40,437
17,00	28,47	20304,02	2582,45	27,78	0,00	27,78	40,438
18,00	28,47	20305,12	2582,45	27,78	0,00	27,78	40,438
19,00	28,47	20304,87	2582,45	27,78	0,00	27,78	40,438
20,00	28,47	20304,93	2582,45	27,78	0,00	27,78	40,438
21,00	28,47	20304,92	2582,45	27,78	0,00	27,78	40,438
22,00	28,47	20304,92	2582,45	27,78	0,00	27,78	40,438
23,00	28,47	20304,92	2582,45	27,78	0,00	27,78	40,438
24,00	28,47	20304,92	2582,45	27,78	0,00	27,78	40,438
25,00	28,47	20304,92	2582,45	27,78	0,00	27,78	0,236

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCUTURA DE CONTROL No.2**

**TABLA 2.53 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 100 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2583,00	m	Creciente =	100 años
Clave Culverts = 2581,60	m	Nivel máximo en el embalse=	2581,71 msnm
Batea Culverts = 2578,8	m	Caudal pico de entrada=	64,31 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,80	m	Caudal pico de salida =	63,08 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,80	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,70	11807,00	2579,14	2,70	0,00	2,70	8,051
1,00	1,49	10577,27	2579,04	1,69	0,00	1,69	7,785
2,00	2,10	10439,72	2579,03	1,61	0,00	1,61	17,193
3,00	10,90	15306,80	2579,41	7,08	0,00	7,08	38,007
4,00	25,68	28527,77	2580,11	22,07	0,00	22,07	64,400
5,00	44,94	53074,17	2580,61	35,09	0,00	35,09	93,567
6,00	54,24	81719,91	2581,14	48,69	0,00	48,69	115,003
7,00	64,06	105352,03	2581,49	58,35	0,00	58,35	128,551
8,00	64,31	120287,98	2581,71	63,08	0,00	63,08	124,487
9,00	56,43	115807,55	2581,64	61,81	0,00	61,81	105,242
10,00	46,28	94590,55	2581,33	53,95	0,00	53,95	78,506
11,00	33,62	66193,03	2580,88	41,79	0,00	41,79	59,129
12,00	30,52	48171,53	2580,51	32,47	0,00	32,47	53,170
13,00	28,35	42629,42	2580,40	29,49	0,00	29,49	50,398
14,00	27,85	40051,21	2580,35	28,10	0,00	28,10	49,763
15,00	27,77	39461,52	2580,34	27,79	0,00	27,79	49,688
16,00	27,79	39391,23	2580,33	27,75	0,00	27,75	49,701
17,00	27,78	39403,64	2580,33	27,76	0,00	27,76	49,698
18,00	27,78	39400,77	2580,33	27,76	0,00	27,76	49,699
19,00	27,78	39401,42	2580,33	27,76	0,00	27,76	49,699
20,00	27,78	39401,27	2580,33	27,76	0,00	27,76	49,699
21,00	27,78	39401,30	2580,33	27,76	0,00	27,76	49,699
22,00	27,78	39401,29	2580,33	27,76	0,00	27,76	49,699
23,00	27,78	39401,30	2580,33	27,76	0,00	27,76	49,699
24,00	27,78	39401,30	2580,33	27,76	0,00	27,76	49,699
25,00	27,78	39401,30	2580,33	27,76	0,00	27,76	-0,849

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO  
ESTRUCTURA DE CONTROL No.3**

**TABLA 2.54 - TRÁNSITO DE CRECIENTES EN EMBALSES No. 1,2 Y 3 PARA TR = 100 AÑOS**

Cresta Rebosadero = 2582,00	m	Creciente =	100 años
Clave Culverts = 2577,65	m	Nivel máximo en el embalse=	2579,61 msnm
Batea Culverts = 2575,5	m	Caudal pico de entrada=	63,08 m <sup>3</sup> /s
Ancho Culverts = 2,15	m	Caudal pico de salida =	49,77 m <sup>3</sup> /s
Alto Culverts = 2,15	m		

Tiempo	Caudal de Entrada	Volumen del embalse	Cota del embalse	Caudal Culverts	Caudal Vertedero	Caudal total de salida	2*V/Δt + Q
Horas	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	msnm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0,00	2,70	5903,00	2576,10	2,70	0,00	2,70	4,965
1,00	1,69	5114,58	2576,01	2,09	0,00	2,09	4,051
2,00	1,61	4239,16	2575,92	1,70	0,00	1,70	9,353
3,00	7,08	7800,08	2576,31	4,17	0,00	4,17	29,314
4,00	22,07	25366,42	2577,25	14,68	0,00	14,68	56,579
5,00	35,09	56891,52	2577,95	24,90	0,00	24,90	90,488
6,00	48,69	106991,13	2578,36	31,18	0,00	31,18	135,299
7,00	58,35	174015,72	2578,85	38,71	0,00	38,71	179,396
8,00	63,08	243859,57	2579,21	44,03	0,00	44,03	216,340
9,00	61,81	303790,72	2579,47	47,73	0,00	47,73	236,804
10,00	53,95	336987,85	2579,61	49,77	0,00	49,77	233,186
11,00	41,79	331119,71	2579,59	49,41	0,00	49,41	208,801
12,00	32,47	291562,32	2579,42	46,98	0,00	46,98	176,953
13,00	29,49	239896,72	2579,20	43,78	0,00	43,78	147,091
14,00	28,10	191653,22	2578,98	40,63	0,00	40,63	121,740
15,00	27,79	153735,36	2578,70	36,50	0,00	36,50	104,451
16,00	27,75	127875,14	2578,51	33,60	0,00	33,60	92,953
17,00	27,76	110676,86	2578,38	31,61	0,00	31,61	85,394
18,00	27,76	99370,79	2578,30	30,30	0,00	30,30	80,420
19,00	27,76	91931,40	2578,24	29,44	0,00	29,44	77,148
20,00	27,76	87037,87	2578,21	28,87	0,00	28,87	74,996
21,00	27,76	83818,62	2578,18	28,50	0,00	28,50	73,580
22,00	27,76	81700,88	2578,17	28,25	0,00	28,25	72,649
23,00	27,76	80307,74	2578,16	28,09	0,00	28,09	72,036
24,00	27,76	79391,27	2578,15	27,99	0,00	27,99	71,633
25,00	27,76	78788,38	2578,15	27,92	0,00	27,92	-1,910

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO**  
**TABLA 2.55 - ANÁLISIS DE VERTIMIENTO DE CAUDALES EN LA CRECIENTE DE LOS 10 AÑOS - K20+540**

Tiempo	Caudal	Caudal neto	Volumen l hasta	Volumen	Caudal neto	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Total
hr	m3/s	Q>10m3/s	30m3/s	acumulado	Q>30	Q>30m3/s	acumulado	vertido lado	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen
		m3/s	m3	m3	m3/s	m3	m3	derecho	acumulado	vertido lado	acumulado	vertido
										izquierdo	lado izq.	vertido
												Hm3
0,0	2,70											
1,0	2,09											
2,0	1,68											
3,0	2,27											
4,0	12,67	2,67	4.814,14	4.814,14								0,005
5,0	20,88	10,88	24.396,30	29.210,44								0,029
6,0	28,28	18,28	52.486,07	81.696,52								0,082
7,0	33,97	23,97		81.696,52	23,97	76.044,54	76.044,54	64.637,86	64.637,86	11.406,68	11.406,68	0,158
8,0	39,27	29,27		81.696,52	29,27	95.819,53	171.864,08	81.446,60	146.084,47	14.372,93	25.779,61	0,254
9,0	42,23	32,23		81.696,52	32,23	110.700,23	282.564,30	94.095,19	240.179,66	16.605,03	42.384,65	0,364
10,0	43,12	33,12		81.696,52	33,12	117.630,79	400.195,09	99.986,17	340.165,83	17.644,62	60.029,26	0,482
11,0	42,23	32,23		81.696,52	32,23	117.626,07	517.821,16	99.982,16	440.147,99	17.643,91	77.673,17	0,600
12,0	39,80	29,80		81.696,52	29,80	111.654,96	629.476,12	94.906,72	535.054,70	16.748,24	94.421,42	0,711
13,0	36,27	26,27		81.696,52	26,27	100.915,86	730.391,98	85.778,48	620.833,18	15.137,38	109.558,80	0,812
14,0	33,29	23,29		81.696,52	23,29	89.193,98	819.585,96	75.814,88	696.648,07	13.379,10	122.937,89	0,901
15,0	31,06	21,06		81.696,52	21,06	79.816,17	899.402,13	67.843,74	764.491,81	11.972,42	134.910,32	0,981
16,0	29,54	19,54	73.074,41	154.770,92		37.899,70	937.301,83	32.214,75	796.706,55	5.684,96	140.595,27	1,054
17,0	28,54	18,54	68.550,54	223.321,47								1,123
18,0	27,89	17,89	65.569,29	288.890,76								1,188
19,0	27,45	17,45	63.608,86	352.499,61								1,252
20,0	27,17	17,17	62.319,03	414.818,64								1,314
21,0	25,64	15,64	59.063,73	473.882,37								1,373
22,0	24,87	14,87	54.927,51	528.809,88								1,428
23,0	24,13	14,13	52.204,04	581.013,92								1,480
24,0	23,42	13,42	49.599,12	630.613,04								1,530
25,0	22,74	12,74	47.102,88	677.715,92								1,577
26,0	22,09	12,09	44.706,59	722.422,51								1,622
27,0	21,46	11,46	42.402,56	764.825,07								1,664
28,0	20,86	10,86	40.183,95	805.009,02								1,704
29,0	20,28	10,28	38.044,64	843.053,66								1,742
30,0	19,71	9,71	35.979,16	879.032,82								1,778
31,0	19,17	9,17	33.982,58	913.015,40								1,812
32,0	18,64	8,64	32.050,45	945.065,85								1,844
33,0	18,13	8,13	30.178,74	975.244,59								1,875
34,0	17,63	7,63	28.363,78	1.003.608,37								1,903
35,0	17,15	7,15	26.602,24	1.030.210,61								1,930
36,0	16,68	6,68	24.891,06	1.055.101,67								1,955
37,0	16,22	6,22	23.227,43	1.078.329,09								1,978

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO**  
**TABLA 2.55 - ANÁLISIS DE VERTIMIENTO DE CAUDALES EN LA CRECIENTE DE LOS 10 AÑOS - K20+540**

Tiempo	Caudal	Caudal neto	Volumen l hasta	Volumen	Caudal neto	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Total
hr	m <sup>3</sup> /s	Q>10m <sup>3</sup> /s	30m <sup>3</sup> /s	acumulado	Q>30	Q>30m <sup>3</sup> /s	acumulado	vertido lado	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	derecho	acumulado	vertido lado	acumulado	vertido
										izquierdo	lado izq.	Hm <sup>3</sup>
38,0	15,78	5,78	21.608,78	1.099.937,88								1,999
39,0	15,35	5,35	20.032,76	1.119.970,64								2,019
40,0	14,93	4,93	18.497,16	1.138.467,80								2,038
41,0	14,52	4,52	16.999,97	1.155.467,76								2,055
42,0	14,12	4,12	15.539,31	1.171.007,07								2,070
43,0	13,72	3,72	14.113,44	1.185.120,51								2,085
44,0	13,34	3,34	12.720,74	1.197.841,25								2,097
45,0	12,97	2,97	11.359,71	1.209.200,95								2,109
46,0	12,60	2,60	10.028,93	1.219.229,88								2,119
47,0	12,25	2,25	8.727,09	1.227.956,96								2,127
48,0	11,90	1,90	7.452,95	1.235.409,92								2,135
49,0	11,55	1,55	6.205,37	1.241.615,29								2,141
50,0	11,22	1,22	4.983,26	1.246.598,55								2,146
51,0	10,89	0,89	3.785,60	1.250.384,15								2,150
52,0	10,56	0,56	2.611,42	1.252.995,57								2,152
53,0	10,25	0,25	1.459,83	1.254.455,41								2,154
54,0	9,94		444,79	1.254.900,20								2,154
55,0	9,63			1.254.900,20								2,154
56,0	9,33			1.254.900,20								2,154
57,0	9,04			1.254.900,20								2,154
58,0	8,75			1.254.900,20								2,154
59,0	8,46			1.254.900,20								2,154
60,0	8,18			1.254.900,20								2,154
				1.254.900,20								2,154
				1.254.900,20								2,154

MÁRGEN:	DERECHA	IZQUIERDA
VOLUMEN TOTAL [m <sup>3</sup> ]:	2.051.606,75	140.595,27
CAUDAL MÁX [m <sup>3</sup> /s]:	27,77	4,90

**RIESGOS POR INUNDACIÓN RÍO TUNJUELO**  
**TABLA 2.56 - ANÁLISIS DE VERTIMIENTO DE CAUDALES EN LA CRECIENTE DE LOS 25 AÑOS - K20+540**

Tiempo	Caudal	Caudal neto	Volumen 1	Volumen	Caudal neto	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Total
hr	m3/s	Q>10m3/s	hasta 30m3/s	acumulado	Q>30	Q>30m3/s	acumulado	vertido lado	acumulado	vertido lado	acumulado	Volumen
		m3/s	m3	m3	m3/s	m3	m3	derecho	lado der.	izquierdo	lado izq.	vertido
								m3	m3	m3	m3	Hm3
0,0	3,01											
1,0	2,23											
2,0	1,77											
3,0	3,42											
4,0	13,79	3,79	6.822,14	6.822,14								0,007
5,0	22,90	12,90	30.045,13	36.867,27								0,037
6,0	29,59	19,59	58.493,95	95.361,22								0,095
7,0	36,04	26,04		95.361,22	26,04	82.145,58	82.145,58	69.823,74	69.823,74	12.321,84	12.321,84	0,178
8,0	41,68	31,68		95.361,22	31,68	103.897,15	186.042,73	88.312,58	158.136,32	15.584,57	27.906,41	0,281
9,0	44,63	34,63		95.361,22	34,63	119.358,13	305.400,86	101.454,41	259.590,73	17.903,72	45.810,13	0,401
10,0	46,00	36,00		95.361,22	36,00	127.129,31	432.530,17	108.059,91	367.650,64	19.069,40	64.879,53	0,528
11,0	45,33	35,33		95.361,22	35,33	128.396,09	560.926,26	109.136,68	476.787,32	19.259,41	84.138,94	0,656
12,0	43,08	33,08		95.361,22	33,08	123.153,97	684.080,23	104.680,88	581.468,19	18.473,10	102.612,03	0,779
13,0	40,05	30,05		95.361,22	30,05	113.637,72	797.717,95	96.592,06	678.060,26	17.045,66	119.657,69	0,893
14,0	36,12	26,12		95.361,22	26,12	101.101,72	898.819,67	85.936,47	763.996,72	15.165,26	134.822,95	0,994
15,0	33,15	23,15		95.361,22	23,15	88.687,95	987.507,63	75.384,76	839.381,48	13.303,19	148.126,14	1,083
16,0	31,09	21,09		95.361,22	21,09	79.630,70	1.067.138,32	67.686,09	907.067,57	11.944,60	160.070,75	1,162
17,0	29,73	19,73	73.464,53	168.825,75		37.958,34	1.105.096,66	32.264,59	939.332,16	5.693,75	165.764,50	1,236
18,0	28,83	18,83	69.400,77	238.226,52								1,305
19,0	28,24	18,24	66.728,60	304.955,12								1,372
20,0	27,85	17,85	64.970,47	369.925,59								1,437
21,0	26,89	16,89	62.539,39	432.464,98								1,500
22,0	26,22	16,22	59.603,19	492.068,16								1,559
23,0	25,58	15,58	57.251,26	549.319,42								1,616
24,0	24,97	14,97	55.001,72	604.321,14								1,671
25,0	24,39	14,39	52.846,02	657.167,15								1,724
26,0	23,82	13,82	50.776,64	707.943,80								1,775
27,0	23,28	13,28	48.786,94	756.730,74								1,824
28,0	22,76	12,76	46.871,00	803.601,73								1,871
29,0	22,25	12,25	45.023,54	848.625,27								1,916
30,0	21,77	11,77	43.239,84	891.865,11								1,959
31,0	21,30	11,30	41.515,64	933.380,74								2,001
32,0	20,84	10,84	39.847,10	973.227,84								2,040
33,0	20,40	10,40	38.230,73	1.011.458,58								2,079
34,0	19,97	9,97	36.663,38	1.048.121,96								2,115
35,0	19,55	9,55	35.142,16	1.083.264,12								2,150
36,0	19,15	9,15	33.664,42	1.116.928,53								2,184
37,0	18,76	8,76	32.227,75	1.149.156,28								2,216
38,0	18,37	8,37	30.829,92	1.179.986,20								2,247
39,0	18,00	8,00	29.468,91	1.209.455,11								2,277
40,0	17,64	7,64	28.142,80	1.237.597,91								2,305
41,0	17,28	7,28	26.849,86	1.264.447,77								2,332
42,0	16,93	6,93	25.588,47	1.290.036,24								2,357

TABLA 2.56 - ANÁLISIS DE VERTIMIENTO DE CAUDALES EN LA CRECIENTE DE LOS 25 AÑOS - K20+540

Tiempo	Caudal	Caudal neto	Volumen l	Volumen	Caudal neto	Volumen	Total						
hr	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3	Hm3						
43,0	16,60	6,60	24.357,12	1.314.393,36									2,382
44,0	16,27	6,27	23.154,42	1.337.547,78									2,405
45,0	15,94	5,94	21.979,06	1.359.526,84									2,427
46,0	15,63	5,63	20.829,83	1.380.356,68									2,447
47,0	15,32	5,32	19.705,60	1.400.062,27									2,467
48,0	15,02	5,02	18.605,29	1.418.667,56									2,486
49,0	14,72	4,72	17.527,90	1.436.195,46									2,503
50,0	14,43	4,43	16.472,52	1.452.667,98									2,520
51,0	14,15	4,15	15.438,24	1.468.106,22									2,535
52,0	13,87	3,87	14.424,25	1.482.530,48									2,550
53,0	13,59	3,59	13.429,77	1.495.960,25									2,563
54,0	13,33	3,33	12.454,05	1.508.414,30									2,576
55,0	13,06	3,06	11.496,41	1.519.910,72									2,587
56,0	12,80	2,80	10.556,18	1.530.466,90									2,598
57,0	12,55	2,55	9.632,75	1.540.099,65									2,607
58,0	12,30	2,30	8.725,52	1.548.825,17									2,616
59,0	12,05	2,05	7.833,94	1.556.659,11									2,624
60,0	11,81	1,81	6.957,47	1.563.616,57									2,631
61,0	11,57	1,57	6.095,61	1.569.712,18									2,637
62,0	11,34	1,34	5.247,88	1.574.960,06									2,642
63,0	11,11	1,11	4.413,82	1.579.373,88									2,647
64,0	10,88	0,88	3.593,01	1.582.966,90									2,650
65,0	10,66	0,66	2.785,03	1.585.751,92									2,653
66,0	10,44	0,44	1.989,48	1.587.741,40									2,655
67,0	10,23	0,23	1.205,98	1.588.947,38									2,656
68,0	10,01	0,01	434,18	1.589.381,56									2,657
69,0	9,80		25,58	1.589.407,14									2,657
70,0	9,60			1.589.407,14									2,657

MÁRGEN:	DERECHA	IZQUIERDA
VOLUMEN TOTAL [m <sup>3</sup> ]:	2.528.739,30	165.764,50
CAUDAL MÁX [m <sup>3</sup> /s]:	30,32	5,35

**ZONIFICACIÓN DE RIESGOS RÍO TUNJUELO**  
**TABLA 2.57 - ANÁLISIS DE VERTIMIENTO DE CAUDAL EN LA CRECIENTE DE LOS 50 AÑOS - K20+540**

Tiempo	Caudal	Caudal neto	Volumen 1	Volumen	Caudal neto	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Total
hr	m3/s	Q>10m3/s	hasta 30m3/s	acumulado	Q>30	Q>30m3/s	acumulado	vertido lado derecho	acumulado lado der.	vertido lado izquierdo	acumulado lado izq.	Volumen vertido
		m3/s	m3	m3	m3/s	m3	m3	m3	m3	m3	m3	Hm3
0,0	2,97											
1,0	2,21											
2,0	1,74											
3,0	3,58											
4,0	14,07	4,07	7.327,57	7.327,57								0,007
5,0	23,78	13,78	32.127,02	39.454,58								0,039
6,0	30,36	20,36		39.454,58	20,36	61.448,65	61.448,65	52.231,35	52.231,35	9.217,30	9.217,30	0,101
7,0	37,35	27,35		39.454,58	27,35	85.879,21	147.327,85	72.997,33	125.228,68	12.881,88	22.099,18	0,187
8,0	42,89	32,89		39.454,58	32,89	108.434,31	255.762,17	92.169,17	217.397,84	16.265,15	38.364,33	0,295
9,0	46,28	36,28		39.454,58	36,28	124.511,98	380.274,15	105.835,18	323.233,03	18.676,80	57.041,12	0,420
10,0	47,98	37,98		39.454,58	37,98	133.663,36	513.937,51	113.613,85	436.846,88	20.049,50	77.090,63	0,553
11,0	47,44	37,44		39.454,58	37,44	135.751,15	649.688,66	115.388,48	552.235,36	20.362,67	97.453,30	0,689
12,0	45,10	35,10		39.454,58	35,10	130.569,68	780.258,34	110.984,23	663.219,59	19.585,45	117.038,75	0,820
13,0	42,08	32,08		39.454,58	32,08	120.918,55	901.176,88	102.780,76	766.000,35	18.137,78	135.176,53	0,941
14,0	38,34	28,34		39.454,58	28,34	108.752,31	1.009.929,20	92.439,47	858.439,82	16.312,85	151.489,38	1,049
15,0	34,84	24,84		39.454,58	24,84	95.728,16	1.105.657,35	81.368,93	939.808,75	14.359,22	165.848,60	1,145
16,0	32,32	22,32		39.454,58	22,32	84.894,23	1.190.551,59	72.160,10	1.011.968,85	12.734,13	178.582,74	1,230
17,0	30,65	20,65		39.454,58	20,65	77.348,11	1.267.899,69	65.745,89	1.077.714,74	11.602,22	190.184,95	1,307
18,0	29,56	19,56	72.376,18	111.830,77		37.174,06	1.305.073,75	31.597,95	1.109.312,69	5.576,11	195.761,06	1,380
19,0	28,84	18,84	69.106,66	180.937,42								1,449
20,0	28,36	18,36	66.955,54	247.892,97								1,516
21,0	27,89	17,89	65.248,50	313.141,46								1,581
22,0	26,80	16,80	62.437,30	375.578,76								1,643
23,0	26,10	16,10	59.216,61	434.795,37								1,703
24,0	25,43	15,43	56.744,36	491.539,73								1,759
25,0	24,78	14,78	54.375,24	545.914,97								1,814
26,0	24,16	14,16	52.100,98	598.015,96								1,866
27,0	23,57	13,57	49.914,29	647.930,25								1,916
28,0	22,99	12,99	47.808,66	695.738,91								1,964
29,0	22,44	12,44	45.778,30	741.517,20								2,009
30,0	21,90	11,90	43.818,00	785.335,20								2,053
31,0	21,39	11,39	41.923,10	827.258,31								2,095
32,0	20,89	10,89	40.089,37	867.347,67								2,135
33,0	20,40	10,40	38.312,98	905.660,65								2,174
34,0	19,93	9,93	36.590,45	942.251,10								2,210
35,0	19,47	9,47	34.918,61	977.169,71								2,245
36,0	19,03	9,03	33.294,57	1.010.464,28								2,278
37,0	18,59	8,59	31.715,67	1.042.179,95								2,310
38,0	18,17	8,17	30.179,45	1.072.359,40								2,340
39,0	17,76	7,76	28.683,69	1.101.043,09								2,369
40,0	17,36	7,36	27.226,29	1.128.269,38								2,396
41,0	16,97	6,97	25.805,34	1.154.074,73								2,422
42,0	16,59	6,59	24.419,07	1.178.493,80								2,446
43,0	16,22	6,22	23.065,81	1.201.559,61								2,469
44,0	15,86	5,86	21.744,04	1.223.303,65								2,491

**ZONIFICACIÓN DE RIESGOS RÍO TUNJUELO**  
**TABLA 2.57 - ANÁLISIS DE VERTIMIENTO DE CAUDAL EN LA CRECIENTE DE LOS 50 AÑOS - K20+540**

Tiempo	Caudal	Caudal neto	Volumen I	Volumen	Caudal neto	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Total
hr	m <sup>3</sup> /s	Q>10m <sup>3</sup> /s	hasta 30m <sup>3</sup> /s	acumulado	Q>30	Q>30m <sup>3</sup> /s	acumulado	vertido lado derecho	acumulado lado der.	vertido lado izquierdo	acumulado lado izq.	Volumen vertido
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Hm <sup>3</sup>
45,0	15,50	5,50	20.452,32	1.243.755,97								2,512
46,0	15,16	5,16	19.189,31	1.262.945,28								2,531
47,0	14,82	4,82	17.953,77	1.280.899,05								2,549
48,0	14,49	4,49	16.744,52	1.297.643,57								2,566
49,0	14,16	4,16	15.560,48	1.313.204,05								2,581
50,0	13,84	3,84	14.400,60	1.327.604,65								2,596
51,0	13,53	3,53	13.263,93	1.340.868,58								2,609
52,0	13,22	3,22	12.149,55	1.353.018,13								2,621
53,0	12,92	2,92	11.056,61	1.364.074,73								2,632
54,0	12,63	2,63	9.984,29	1.374.059,03								2,642
55,0	12,34	2,34	8.931,84	1.382.990,87								2,651
56,0	12,05	2,05	7.898,52	1.390.889,39								2,659
57,0	11,77	1,77	6.883,67	1.397.773,06								2,666
58,0	11,50	1,50	5.886,62	1.403.659,67								2,672
59,0	11,23	1,23	4.906,76	1.408.566,44								2,676
60,0	10,96	0,96	3.943,52	1.412.509,95								2,680
61,0	10,70	0,70	2.996,33	1.415.506,28								2,683
62,0	10,45	0,45	2.064,67	1.417.570,95								2,685
63,0	10,19	0,19	1.148,04	1.418.719,00								2,687
64,0	9,94		346,71	1.419.065,71								2,687
65,0	9,70											2,687
66,0	9,46											2,687
67,0	9,22											2,687
68,0	8,99											2,687
69,0	8,76											2,687
70,0	8,53											2,687
71,0	8,31											2,687
72,0	8,08											2,687

MÁRGEN:	DERECHA	IZQUIERDA
VOLUMEN TOTAL [m <sup>3</sup> ]:	2.528.378,40	195.761,06
CAUDAL MÁX [m <sup>3</sup> /s]:	32,05	5,66

## ZONIFICACIÓN DE RIESGOS RÍO TUNJUELO

TABLA 2.58 - ANÁLISIS DE VERTIMIENTO DE CAUDALES EN LA CRECIENTE DE LOS 100 AÑOS - K20+540

Tiempo	Caudal	Caudal neto	Volumen l	Volumen	Caudal neto	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Total
hr	m3/s	Q>10m3/s	hasta 30m3/s	acumulado	Q>30	Q>30m3/s	acumulado	vertido lado derecho	acumulado lado der.	vertido lado izquierdo	acumulado lado izq.	Volumen vertido
		m3/s	m3	m3	m3/s	m3	m3	m3	m3	m3	m3	Hm3
0,0	2,70											
1,0	2,09											
2,0	1,70											
3,0	4,17											
4,0	14,68	4,68	8.419,49	8.419,49								0,008
5,0	24,90	14,90	35.248,11	43.667,61								0,044
6,0	31,18	21,18		43.667,61	21,18	64.951,77	64.951,77	55.209,01	55.209,01	9.742,77	9.742,77	0,109
7,0	38,71	28,71		43.667,61	28,71	89.792,90	154.744,68	76.323,97	131.532,97	13.468,94	23.211,70	0,198
8,0	44,03	34,03		43.667,61	34,03	112.922,41	267.667,09	95.984,05	227.517,03	16.938,36	40.150,06	0,311
9,0	47,73	37,73		43.667,61	37,73	129.169,36	396.836,45	109.793,96	337.310,98	19.375,40	59.525,47	0,441
10,0	49,77	39,77		43.667,61	39,77	139.497,08	536.333,53	118.572,52	455.883,50	20.924,56	80.450,03	0,580
11,0	49,41	39,41		43.667,61	39,41	142.513,16	678.846,69	121.136,18	577.019,69	21.376,97	101.827,00	0,723
12,0	46,98	36,98		43.667,61	36,98	137.499,92	816.346,61	116.874,93	693.894,62	20.624,99	122.451,99	0,860
13,0	43,78	33,78		43.667,61	33,78	127.369,60	943.716,21	108.264,16	802.158,78	19.105,44	141.557,43	0,987
14,0	40,63	30,63		43.667,61	30,63	115.930,54	1.059.646,75	98.540,96	900.699,74	17.389,58	158.947,01	1,103
15,0	36,50	26,50		43.667,61	26,50	102.821,29	1.162.468,04	87.398,10	988.097,83	15.423,19	174.370,21	1,206
16,0	33,60	23,60		43.667,61	23,60	90.167,19	1.252.635,23	76.642,12	1.064.739,95	13.525,08	187.895,28	1,296
17,0	31,61	21,61		43.667,61	21,61	81.365,00	1.334.000,23	69.160,25	1.133.900,20	12.204,75	200.100,03	1,378
18,0	30,30	20,30		43.667,61	20,30	75.426,59	1.409.426,83	64.112,60	1.198.012,80	11.313,99	211.414,02	1,453
19,0	29,44	19,44	71.521,29	115.188,90		36.535,58	1.445.962,41	31.055,24	1.229.068,04	5.480,34	216.894,36	1,525
20,0	28,87	18,87	68.951,93	184.140,83								1,594
21,0	28,25	18,25	66.814,54	250.955,37								1,660
22,0	27,47	17,47	64.286,18	315.241,55								1,725
23,0	26,72	16,72	61.527,99	376.769,54								1,786
24,0	26,00	16,00	58.889,87	435.659,41								1,845
25,0	25,31	15,31	56.361,81	492.021,22								1,901
26,0	24,65	14,65	53.934,98	545.956,20								1,955
27,0	24,02	14,02	51.601,58	597.557,78								2,007
28,0	23,40	13,40	49.354,69	646.912,47								2,056
29,0	22,81	12,81	47.188,11	694.100,58								2,104
30,0	22,24	12,24	45.096,30	739.196,88								2,149
31,0	21,69	11,69	43.074,27	782.271,15								2,192
32,0	21,15	11,15	41.117,52	823.388,67								2,233
33,0	20,64	10,64	39.221,95	862.610,62								2,272
34,0	20,13	10,13	37.383,86	899.994,47								2,309
35,0	19,64	9,64	35.599,86	935.594,33								2,345
36,0	19,17	9,17	33.866,86	969.461,20								2,379
37,0	18,71	8,71	32.182,03	1.001.643,23								2,411
38,0	18,26	8,26	30.542,76	1.032.185,98								2,442
39,0	17,82	7,82	28.946,64	1.061.132,62								2,471
40,0	17,40	7,40	27.391,47	1.088.524,09								2,498
41,0	16,98	6,98	25.875,19	1.114.399,28								2,524
42,0	16,57	6,57	24.395,91	1.138.795,20								2,548
43,0	16,18	6,18	22.951,87	1.161.747,06								2,571
44,0	15,79	5,79	21.541,42	1.183.288,48								2,593
45,0	15,41	5,41	20.163,04	1.203.451,52								2,613

TABLA 2.58 - ANÁLISIS DE VERTIMIENTO DE CAUDALES EN LA CRECIENTE DE LOS 100 AÑOS - K20+540

Tiempo	Caudal	Caudal neto	Volumen l	Volumen	Caudal neto	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Total
hr	m3/s	Q>10m3/s	hasta 30m3/s	acumulado	Q>30	Q>30m3/s	acumulado	vertido lado derecho	acumulado lado der.	vertido lado izquierdo	acumulado lado izq.	Volumen vertido
		m3/s	m3	m3	m3/s	m3	m3	m3	m3	m3	m3	Hm3
46,0	15,04	5,04	18.815,29	1.222.266,81								2,632
47,0	14,68	4,68	17.496,86	1.239.763,67								2,649
48,0	14,32	4,32	16.206,49	1.255.970,16								2,665
49,0	13,98	3,98	14.943,00	1.270.913,17								2,680
50,0	13,64	3,64	13.705,31	1.284.618,48								2,694
51,0	13,30	3,30	12.492,38	1.297.110,86								2,707
52,0	12,98	2,98	11.303,24	1.308.414,11								2,718
53,0	12,66	2,66	10.136,98	1.318.551,09								2,728
54,0	12,34	2,34	8.992,72	1.327.543,81								2,737
55,0	12,03	2,03	7.869,66	1.335.413,46								2,745
56,0	11,73	1,73	6.767,02	1.342.180,48								2,752
57,0	11,43	1,43	5.684,08	1.347.864,56								2,757
58,0	11,14	1,14	4.620,14	1.352.484,70								2,762
59,0	10,85	0,85	3.574,54	1.356.059,24								2,765
60,0	10,57	0,57	2.546,68	1.358.605,92								2,768
61,0	10,29	0,29	1.535,94	1.360.141,86								2,770
62,0	10,01	0,01	541,78	1.360.683,64								2,770
63,0	9,74		24,39	1.360.708,03								2,770
64,0	9,48			1.360.708,03								2,770
65,0	9,22			1.360.708,03								2,770
66,0	8,96			1.360.708,03								2,770
67,0	8,71			1.360.708,03								2,770
68,0	8,46			1.360.708,03								2,770
69,0	8,21			1.360.708,03								2,770
70,0	7,97			1.360.708,03								2,770
71,0	7,73			1.360.708,03								2,770
72,0	7,49			1.360.708,03								2,770
73,0	7,26			1.360.708,03								2,770
74,0	7,03			1.360.708,03								2,770
75,0	6,81			1.360.708,03								2,770
76,0	6,58			1.360.708,03								2,770

MÁRGEN:	DERECHA	IZQUIERDA
VOLUMEN TOTAL [m <sup>3</sup> ]:	2.589.776,07	216.894,36
CAUDAL MÁX [m <sup>3</sup> /s]:	33,65	5,94

**Tabla 2.59**  
**Presupuesto General de las Obras Hidráulicas para Manejo de Crecientes del río**  
**Tunjuelo en las Excavaciones de la Minería**

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario \$	Vr. Total \$
1.0	Obras de derivación y descarga				
1.1	Movimiento de tierra	m3	25.000	12.000	300.000.000
1.2	Concreto 3000 psi, incluye formaleta	m3	4.280	340.000	1.455.000.000
1.3	Acero de refuerzo	kg	300.000	1.800	540.000.000
1.4	Protección en piedra de espesor 0,30 de diámetro	m3	1.500	18.000	27.000.000
1.5	Compuerta radial con accionamiento	#	2	230.000.000	460.000.000
			Subtotal 1		2.782.000.000
2.0	Sistema de bombeo	S.G			
2.1	Estructura de toma	S.G			25.000.000
2.2	Equipos de bombeo	S.G			480.000.000
2.3	Subestación y acometida	S.G			210.000.000
			Subtotal 2		715.000.000
			Total 1 + 2		3.497.000.000
3.0	Ingeniería e imprevistos (20 %)				699.400.000
			Gran Total		4.196.400.000