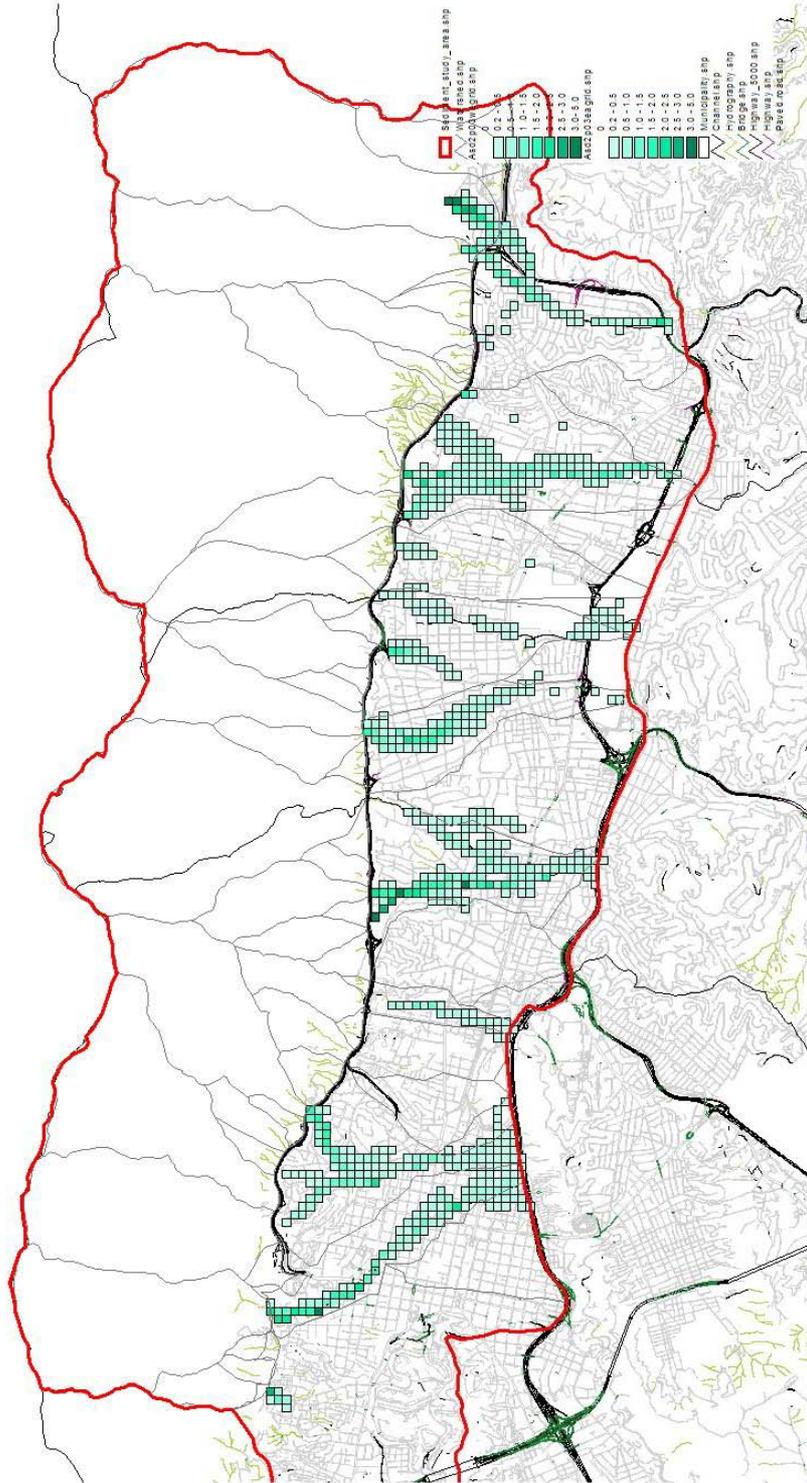


Figura S12-2.4.1 Gráfico de la Descarga de Sedimento



**Figura S12-2.4.2 Profundidad para un Período de Retorno de 100 Años, bajo Condiciones Existentes**

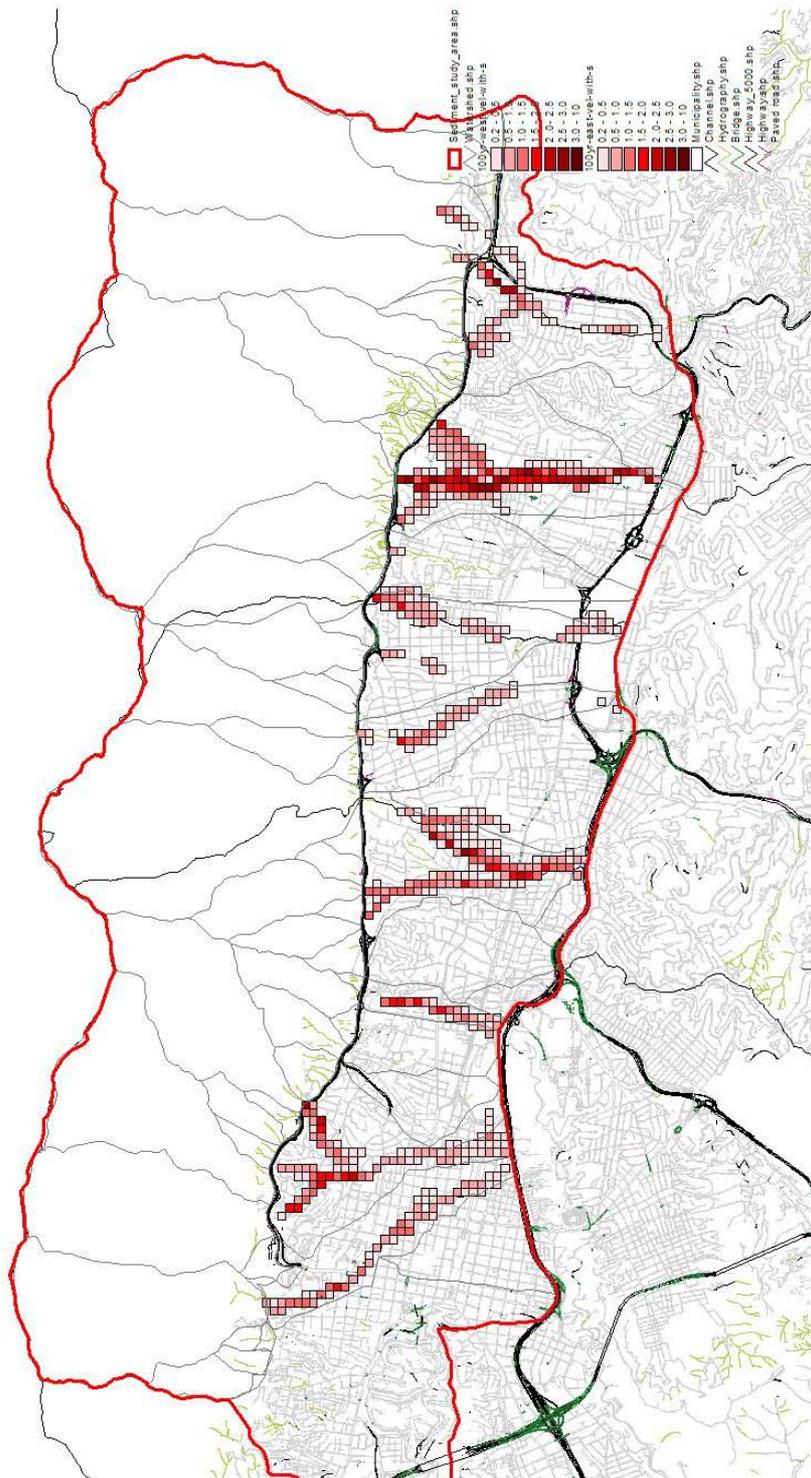


Figura S12-2.4.3 Velocidad para un Período de Retorno de 100 Años, bajo Condiciones Existentes

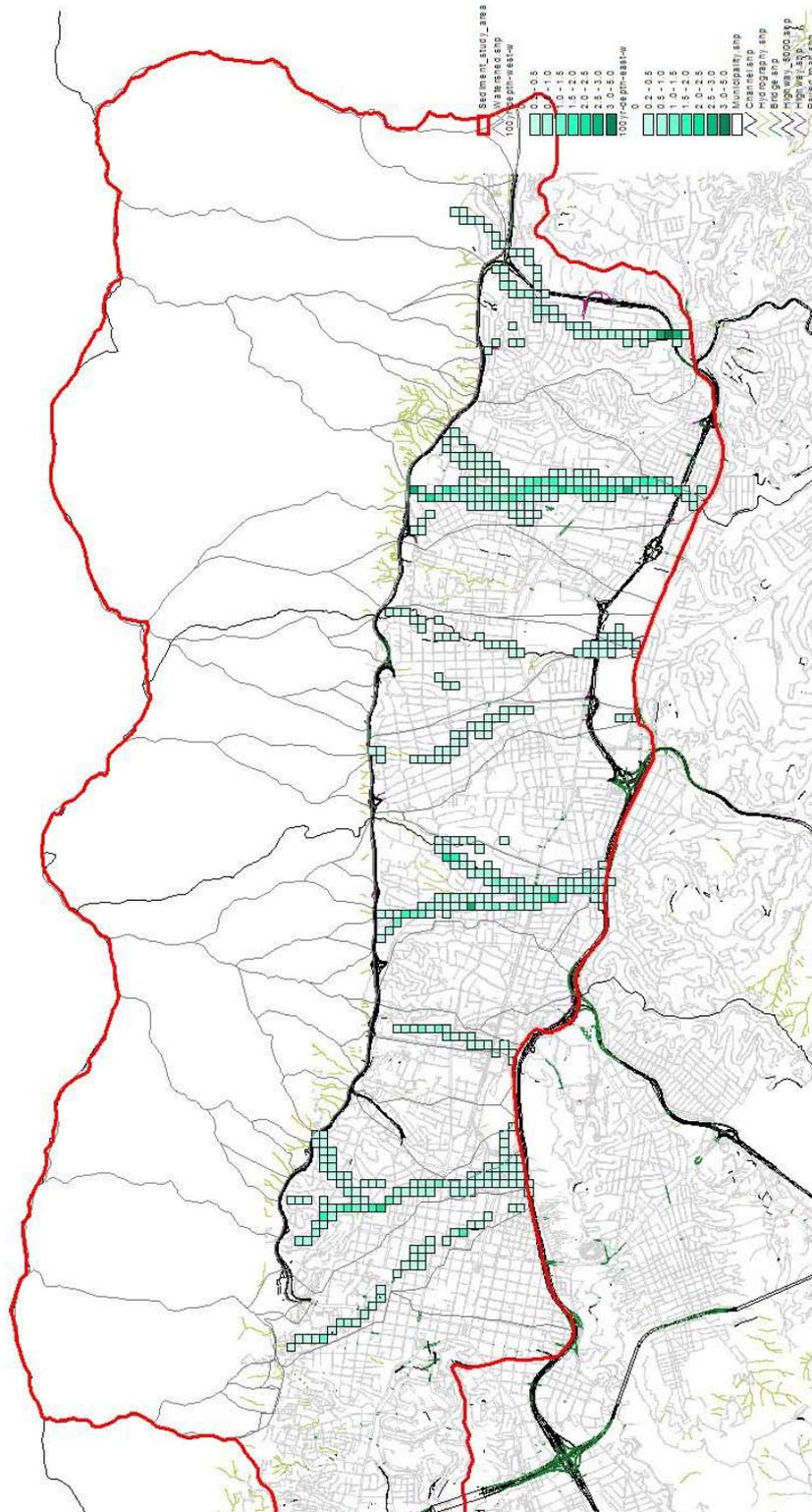


Figura S12-2.4.4 Profundidad para un Período de Retorno de 100 Años, bajo Condiciones de Presas Sabo

**S13**

**ANALISIS HIDROLOGICO Y DE INUNDACIONES**

*“Los riesgos de nuestras montañas y  
quebradas son nuestros, prepárate para prevenir un siniestro”*

*Maybelin Hernandez*

ESTUDIO SOBRE  
EL PLAN BASICO DE PREVENCION DE DESASTRES  
EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS

INFORME FINAL

INFORME DE SOPORTE

S13

ANALISIS HIDROLOGICO Y DE INUNDACION

**CONTENIDO**

CAPITULO 1. METERELOGIA

1.1	General -----	S13-1
1.2	Patrones Climatológicos que Causaron Desastres de Flujo por Sedimentos en el Ávila-----	S13-2

CAPITULO 2. RIOS Y QUEBRADAS

2.1	Cuenca del Río Guaire -----	S13-8
2.2	Delineación de la Cuenca -----	S13-8
	2. 2. 1. Principales Cuencas del Ávila -----	S13-8
	2. 2. 2. Unidad de Captura -----	S13-8
	2. 2. 3. Abanicos Aluvionales -----	S13-9
2.3	Características de Captación-----	S13-10
2.4	Descarga Específica -----	S13-10

CAPITULO 3. HIDROLOGIA

3.1	Disponibilidad de Datos sobre Precipitación en el Valle de Caracas y sus Alrededores -----	S13-17
3.2	Precipitación Máxima Anual -----	S13-17
3.3	Precipitaciones en Febrero de 1951 y Diciembre de 1999-----	S13-17
	3. 3. 1. Febrero de 1951 -----	S13-17

3.3.2.	Diciembre de 1999 -----	S13-18
3.4	Análisis de Frecuencia para la Precipitación Máxima Anual -----	S13-19
3.4.1.	Método Aplicado -----	S13-19
3.4.2.	Resultados -----	S13-20
3.5	Análisis de Precipitaciones y Escorrentía -----	S13-20
3.5.1.	Modelo Hyetografico -----	S13-20
3.5.2.	Diseño Hyetografico -----	S13-20
3.5.3.	Modelo Escorrentía -----	S13-20
3.5.4.	Descarga Probable de Escorrentía -----	S13-22

#### CAPITULO 4. ANALISIS DE INUNDACIONES

4.1	Evaluación Hidrológica de la Inundación de Diciembre de 1999 en Caracas. -----	S13-37
4.1.1.	Precipitación Anual Registrada -----	S13-37
4.1.2.	Quebrada de Catuche -----	S13-37
4.1.3.	Quebrada Chacaíto -----	S13-39
4.1.4.	Volumen de Sedimentación de la Escorrentía -----	S13-40
4.1.5.	Conclusión -----	S13-40

## S13

### LISTA DE TABLAS

Tabla S13-1.1.1	Clima en y alrededor del Valle de Caracas -----	S13-4
Tabla S13-2.3.1	Aspectos Básicos de cada Captación Principal-----	S13-11
Tabla S13-3.1.1	Datos de Intensidad Disponibles en y alrededor del Valle de Caracas-----	S13-23
Tabla S13-3.2.1	Precipitación Diaria Máxima Anual -----	S13-23
Tabla S13-3.4.1	Precipitación Probable en las Cinco Estaciones Representativas ----	S13-27
Tabla S13-3.5.1	Modelo Hietográfico-----	S13-28
Tabla S13-3.5.2	Estaciones Pluviométricas Consideradas para la Captación Principal -----	S13-30
Tabla S13-3.5.3	Descarga Pico Probable de las Captaciones Principales -----	S13-30

## S13

### LISTA DE FIGURAS

Figura S13-1.1.1	Precipitación Mensual y Temperatura en y alrededor del Valle de Caracas-----	S13-5
Figura S13-1.2.1	Sinopsis Significativa del Tiempo -----	S13-6
Figura S13-1.2.2	Sinopsis Significativa del Tiempo en Febrero de 1951 y Diciembre de 1999 -----	S13-7
Figura S13-2.1.1	Cuenca del Río Guaire-----	S13-12
Figura S13-2.2.1	Captación Principal en Ávila -----	S13-13
Figura S13-2.2.2	Límite de Subcaptación en el Ávila-----	S13-14
Figura S13-2.2.3	Topografía de los Abanicos Aluviales en Caracas-----	S13-15
Figura S13-2.4.1	Descarga Especifica de las Quebradas del Ávila-----	S13-16
Figura S13-3.1.1	Ubicación de las Estaciones de Precipitación-----	S13-31
Figura S13-3.3.1	Distribución Total de la Precipitación en Febrero de 1951 -----	S13-32
Figura S13-3.3.2	Precipitación Durante el Evento de Diciembre de 1999 en y alrededor del Valle de Caracas -----	S13-33
Figura S13-3.3.3	Distribución Total de la Precipitación en Diciembre 1999 (USGS) -----	S13-34
Figura S13-3.4.1	Ploteo de la Precipitación Máxima Anual (Estación de Caurimare)-----	S13-34
Figura S13-3.5.1	Modelo Hietográfico-----	S13-35
Figura S13-3.5.2	Descarga Especifica para un Periodo de Retorno de 100 años (CGR-Ingeniera)-----	S13-36
Figura S13-3.5.3	Comparación de una Descarga pico para un Período de Retorno de 100 años-----	S13-36
Figura S13-4.1.1	Figura Conceptual del Hidrogáfico Cargado de Sedimento -----	S13-42

## S-13 ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DE INUNDACIÓN

### CAPÍTULO 1 METEOROLOGÍA

#### 1.1 GENERAL

El clima de Venezuela es afectado por la circulación atmosférica a escala global en general. Entre los 30° de la latitud septentrional y los 30° de la latitud meridional hay dos (2) centros donde los vientos bajan (las altas presiones subtropicales) mientras que en el Ecuador el viento se levanta (las presiones ecuatoriales bajas). Entre las altas presiones subtropicales y las presiones ecuatoriales bajas, los vientos alisios soplan del noreste y también del sureste. Todo el sistema de presiones altas y bajas es absolutamente dinámico y se mueve siguiendo la migración del sol entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio. Venezuela es afectada por la alta presión del Atlántico, asociada a los cielos claros, al predominio del hundimiento (aire que desciende) y a las escasas posibilidades que las nubes se formen. El país también es afectado por la zona intertropical de convergencia (ZITC, *Intertropical Convergence Zone*), que es la zona de presión baja con predominio de condiciones convectivas (aire que asciende) y de la gran actividad de las nubes.

El valle de Caracas está situado en la latitud de 10° 30' en el hemisferio norte y está dentro del rango de la ZITC de modo que es afectado por la atmósfera inestable antes descrita. Puesto que el Valle de Caracas se encuentra del lado meridional del Ávila, el valle es menos afectado por los vientos alisios del noroeste, resultando en las distintas estaciones secas y de lluvias en un año debido a la alta presión del Atlántico y del ZITC

La temperatura mensual, la precipitación mensual y la evaporación mensual, en y alrededor del valle de Caracas, se muestran en la Tabla S13-1.1.1 y la Figura S13-1.1.1. Las precipitaciones anuales en las estaciones Cagigal y Mariposa, que están en el valle de Caracas, son de 834.8 mm y 891.2 mm, respectivamente. Las estaciones de Maiquetía y Los Caracas, que están situadas en el Estado Vargas, son de 530.4 mm y de 1.091 mm, respectivamente. Éstas no tienen valores similares puesto que en Cagigal y en la Mariposa, las estaciones de lluvias son idénticas a partir de mayo o junio hasta noviembre, mientras que en Maiquetía y Los Caracas las estaciones de lluvias no son tan idénticas debido a que la variación mensual en el valle de Caracas es fuertemente afectada por el movimiento estacional de ZITC. Sin embargo, Vargas es afectado más por el viento alisio del norte-noreste del Mar Caribe. La presencia de la montaña de Ávila hace la diferencia significativa en términos de variación mensual de precipitación entre Caracas y Vargas.

La temperatura media mensual en Maiquetía y Los Caracas es superior a los 25°, sin embargo, las de Cagigal y de la Mariposa son inferiores a los 21° porque se encuentran en altitudes elevadas.

## 1.2 Patrones Climatológicos que Causaron Desastres de Flujo por Sedimentos en el Ávila

Debido a la situación geográfica de Caracas, la misma se ve afectada desde el punto de vista meteorológico, por las situaciones Norte de Vaguada durante casi todo el año y por los Restos de Frente Frío durante el último mes y primeros tres meses del año, además es afectada durante la época de lluvias por la Zona de Convergencia Intertropical, el paso por el Caribe de las Ondas, Depresiones y Tormentas Tropicales, y menos frecuente por Huracanes, como se ilustra en la Figura S13-1.2.1.

Las Ondas Tropicales son ondulaciones en el campo de los vientos Alisios, lo cual induce a la formación de nubes de gran desarrollo vertical asociadas a chaparrones y ráfagas de vientos, en franjas alineadas en dirección Norte-Sur en los mares tropicales. El ancho de la nubosidad asociada es de unos 200 km aproximadamente, abarcando entre los 08° y los 15° latitud norte, se desplazan regularmente por el Mar Caribe y la costa Norte de Sudamérica, del Este hacia el Oeste a una velocidad de 25 km/h. Las ondas Tropicales se dejan sentir sobre el país, durante el período de Abril/Mayo a Noviembre, generando en pocas horas cielos nublados con chaparrones cortos de gran intensidad.

Las Vaguadas son ondulaciones en el flujo del aire frío en la altura (provenientes del Oeste en las latitudes medias y altas), las cuales en su desplazamiento de ida y vuelta hacia los trópicos en circulación V, generan precipitaciones. El ancho del flujo en V, puede abarcar unos 1200 Km con una longitud desde las altas latitudes hasta los trópicos. Se desplazan hacia el Este generalmente asociados a los frentes fríos, y en ocasiones pueden regresar o quedar estacionarios por muchos días. Las vaguadas siempre están presentes y cuando penetran en el Caribe, originan varios días de nubosidad y precipitaciones generalizadas.

Los Restos de Frente Frío son zonas de discontinuidad que separan dos masas de aire con características físicas diferentes, en donde existe contacto de una masa de aire frío y otra caliente, pero a su paso por el Caribe se debilitan. Los mismos penetran en los trópicos entre Noviembre y Abril, originando dos a tres días de mal tiempo a lo largo de las montañas del Norte del país.

Venezuela se ve afectada durante los meses de Mayo a Noviembre por la Zona de Convergencia Intertropical, durante este periodo se desprenden de esta zona las ya mencionadas Ondas Tropicales, Depresiones Tropicales y Huracanes, que son fenómenos que se desplazan en sentido Este Oeste y en su desplazamiento pueden penetrar en territorio venezolano ocasionando grandes pérdidas humanas y materiales, sobre todo en la región norte costera del país.

Existen varios eventos meteorológicos de importancia que han ocurridos sobre la región de Caracas y Litoral Central como es el del año de 1951, que produjo deslizamiento de tierra y pérdidas de vidas humanas y materiales, debido a la penetración de restos de frente frío sobre la litoral central; la inundación del año 1980 que ocasionó grandes pérdidas en la California Sur y en los alrededores de

Petare, debido a la activación de la Zona de Convergencia Intertropical; la inundación del Litoral Central en el año de 1999, ocasionando muchas pérdidas de vidas, y esto fue debido al paso insistente de varias Vaguadas penetrando sobre la región Norte del país. Hay que recordar el paso del Huracán Iván en el año 2004 en donde tuvo mucha influencia sobre el país, ya que su trayectoria se encontraba muy cerca de las costas venezolanas produciendo pérdidas materiales y el deceso de 2 personas sobre la litoral central.

La litoral central está marcada por una época de mucha pluviosidad y es el período en donde penetran por las costas venezolanas los restos de frente frío y las vaguadas, además durante los primeros meses del año la penetración de los vientos Alisios desde el Atlántico traen humedad hacia las costas venezolanas y al encontrarse con la serranía del litoral, las masas de aire tienden a ascender y en el mismo se producen precipitaciones debido a la condensación provocando lluvia sobre la parte Norte de la serranía. Sin embargo para Caracas estas lluvias tienen poca repercusión porque la nubosidad tiende a descargar hacia la vertiente norte de la serranía. Cabe destacar que las precipitaciones ocurridas en el año de 1951 y la de 1999 en la litoral central fueron originadas por núcleos de precipitaciones fuertes que se formaron a lo largo de las costas venezolanas dentro de los restos de frente.

### Tabla S13-1.1.1 Clima en y alrededor del Valle de Caracas

Tabla S13-1.1.:Clima en y alrededor del Valle de Caracas

Estación	Item	Ene.	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio	Total
Aeropuerto Maiquetia	Temp. Media	24.5	24.5	24.9	25.7	26.6	26.7	26.4	27.1	27.5	27.3	26.6	25.4	26.1	
	Temp. Max	28.4	28.3	28.4	29.1	30.1	30.2	30.1	30.9	31.5	31.2	30.5	29.3	29.8	
	Temp. Min.	21.7	21.7	22.0	22.6	23.9	23.9	23.6	24.2	24.4	24.3	23.7	22.4	23.2	
	Evaporación	133.0	134.5	172.0	152.4	156.9	154.7	157.7	181.0	175.9	160.4	146.1	135.9	155.0	1860.5
	Cafda de Lluvia	40.1	26.5	20.2	24.1	35.8	53.4	54.8	51.2	54.9	50.7	58.8	59.9	44.2	530.4
Los Caracas	Temp. Media	23.7	24.3	24.7	25.5	26.7	26.8	25.6	25.8	26.1	26.2	25.6	24.2	25.4	
	Temp. Max	27.7	28.3	28.1	27.4	30.3	30.6	30.1	30.5	31.3	30.9	29.8	28.4	29.5	
	Temp. Min.	16.8	17.5	17.8	19.4	20.5	20.6	20.0	20.3	20.1	19.7	19.1	17.4	19.1	
	Evaporación	135.0	134.7	165.9	162.2	174.8	172.2	177.7	172.6	169.9	152.5	133.0	128.7	156.6	1879.2
	Cafda de Lluvia	104.0	68.0	55.1	55.6	46.4	88.1	106.3	80.1	57.2	80.3	158.1	192.0	90.9	1091.2
Cagigal	Temp. Media	19.2	19.6	20.4	21.3	21.9	21.6	21.2	21.5	21.7	21.4	20.7	19.8	20.9	
	Temp. Max	25.4	26.4	27.6	28.3	28.1	27.4	27.1	27.5	27.9	27.4	26.4	25.6	27.1	
	Temp. Min.	15.1	15.3	15.9	17.2	18.2	18.1	17.6	17.6	17.7	17.6	16.9	16.0	16.9	
	Evaporación	117.5	123.5	162.9	158.8	143.8	139.2	141.0	137.1	132.9	122.1	112.6	114.8	133.9	1606.2
	Cafda de Lluvia	19.4	11.7	12.3	35.2	81.1	106.7	105.8	115.3	106.4	115.2	84.9	40.8	69.6	834.8
La Mariposa	Temp. Media	19.1	20.0	20.7	21.6	22.1	21.4	21.0	21.4	21.4	21.4	20.9	19.7	20.9	
	Temp. Max	24.8	26.7	27.7	28.0	27.2	26.2	25.7	26.3	27.0	27.8	26.4	25.2	26.6	
	Temp. Min.	12.7	14.3	13.2	15.6	15.5	16.6	15.2	14.9	15.8	14.6	14.1	13.1	14.6	
	Evaporación	115.7	127.1	157.7	144.3	140.9	119.3	127.6	134.6	131.6	127.1	107.7	105.9	128.3	1539.5
	Cafda de Lluvia	20.1	12.5	13.6	42.2	93.8	131.2	118.6	124.4	97.7	112.3	82.4	42.4	74.3	891.2

Fuente: MARN, Aspectos Sinopticos y Climatologicos del Desastre Natural Ocurrido en la Region Norte Costera de Venezuela en diciembre de 1999, Tabla N-3 y N-08

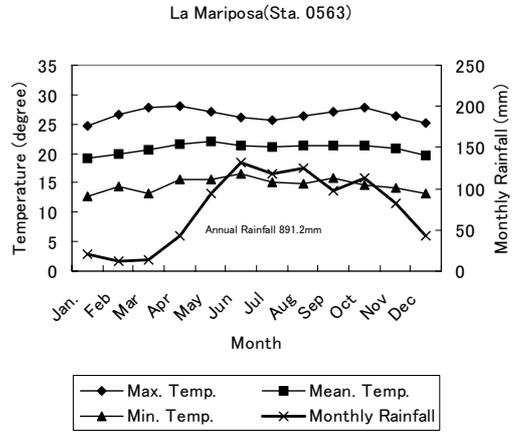
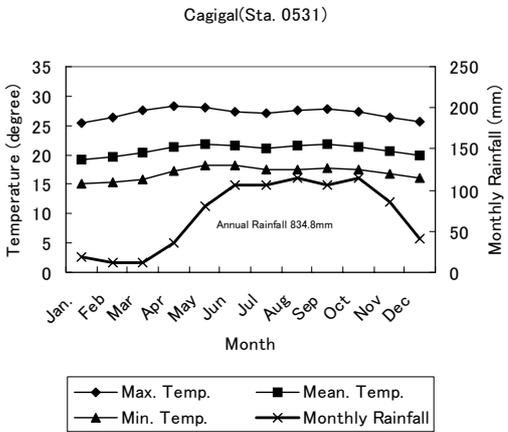
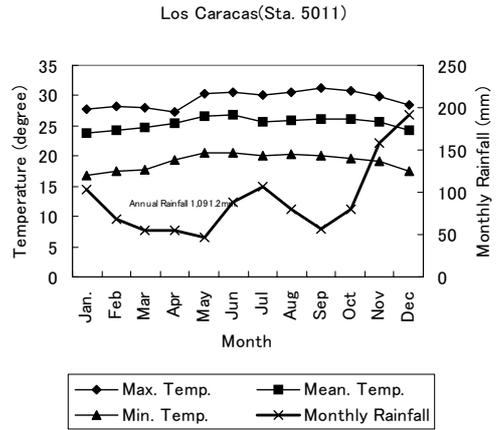
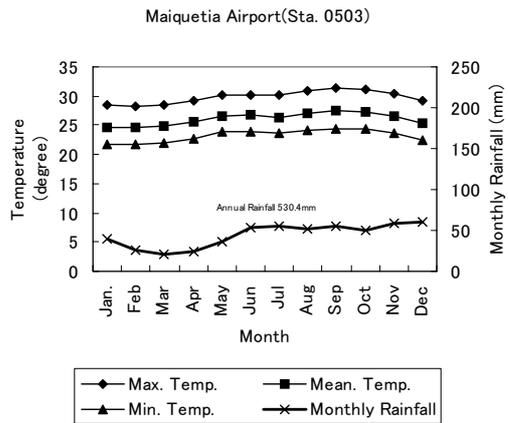
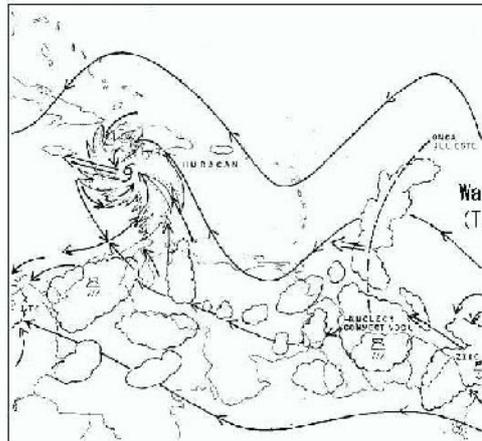
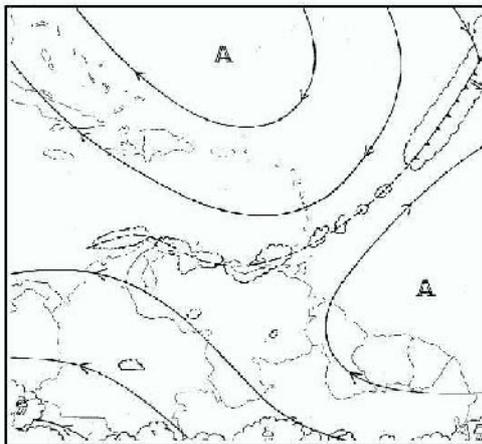


Figura S13-1.1.1 Precipitación Mensual y Temperatura en y alrededor del Valle de Caracas

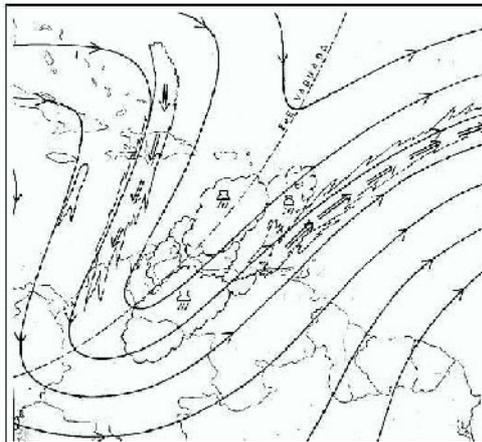
Hurricane/Tropical Depression Trail



Wave of the East  
(Tropical Waves)

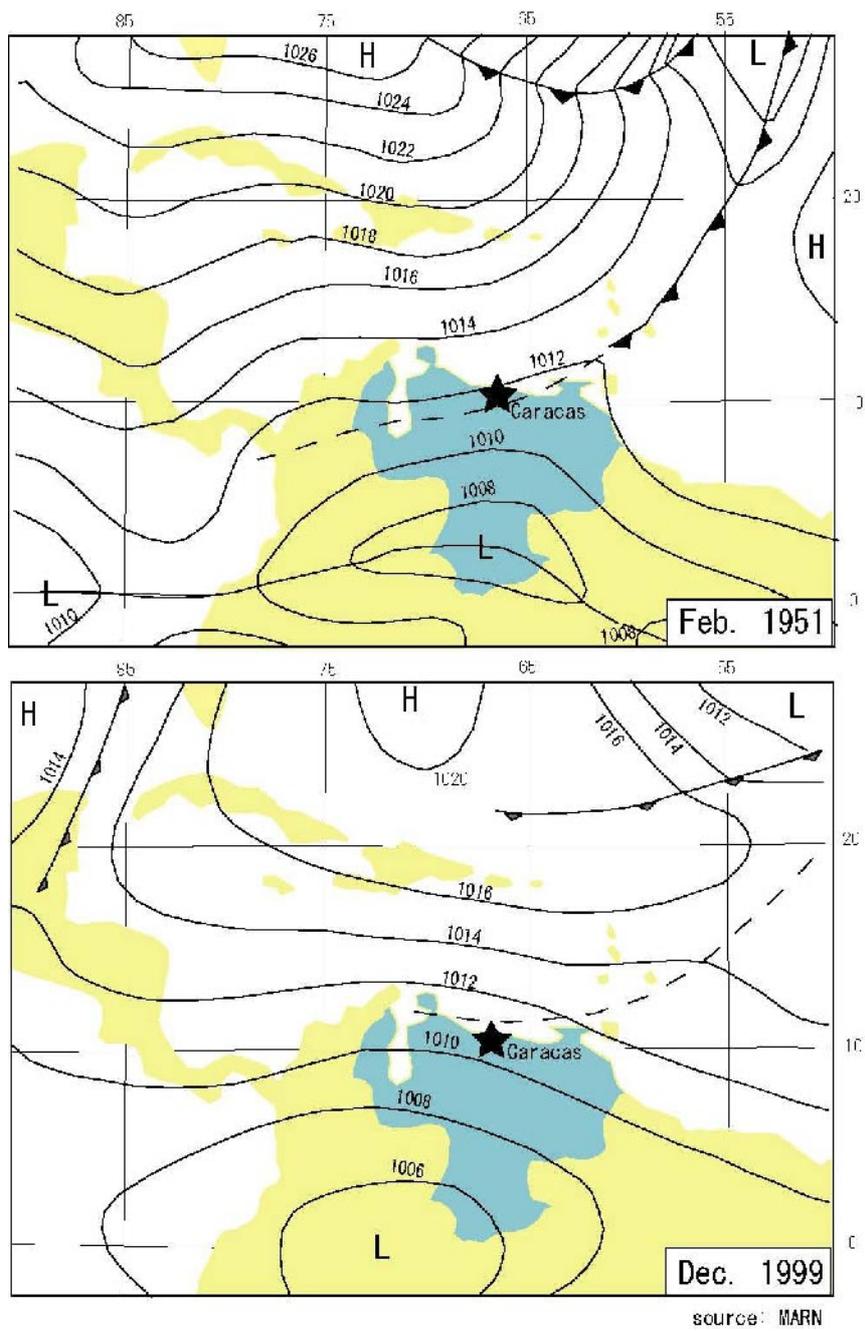


Gold Front



Low Pressure Zone on the High  
(Vaguadas)

**Figura S13-1.2.1 Sinopsis Significativa del Tiempo**



**Figura S13-1.2.2 Sinopsis Significativa del Tiempo en Febrero de 1951 y Diciembre de 1999**

## CAPÍTULO 2 RÍOS Y QUEBRADAS

### 2.1 Cuenca del Río Guaire

El río Guaire (Figura S13-2.1.1) fluye de Los Teques, a través del área metropolitana de Caracas, para unirse con el río Tuy en el estado de Miranda y su área de captación es alrededor de 546 km<sup>2</sup> en el puente de Baloa en Petare y de 652 km<sup>2</sup> después de la confluencia de la quebrada del Hatillo. Los tributarios de la parte superior del río de Guaire son el río San Pedro, río Macarao. Las quebradas del Ávila son los tributarios del lado izquierdo que se unen al tramo medio del río Guaire. También el río El Valle, que tiene la línea divisoria de las aguas de la represa de Mariposa y del río Guairita en el municipio Baruta, se unen al tramo medio e inferior del río de Guaire por el lado izquierdo

La pendiente del lecho del río, de la quebrada principal del río de Guaire, varía desde los 9 m/km en tramos aguas arriba hasta 2 m/km en La California Sur en Petare.

La quebrada principal del río Guaire desde Baloa hasta Las Adjuntas (la confluencia del río Macarao) es actualmente un canal trapezoidal alineado en concreto. La profundidad del canal es de 3.2 m hasta 5.2 m y el ancho de la tapa del canal es de 17 m hasta 33 m.

### 2.2 Delineación de la Cuenca

#### 2.2.1 Principales Cuencas del Ávila

Las cuencas hidrográficas principales, en términos del tamaño de su captación en el área del estudio, son (de este al oeste): Caurimare, Tocomé, Chacaíto, Gamboa, Anauco, Cotiza y Catuche. Todas fluyen en el río de Guaire, a través del área más urbanizada de Venezuela, situada en el sur de la ciudad de Caracas. También se orientan de N-S y algunos de ellas siguen las líneas de las fallas; por ejemplo, el curso de la quebrada de Chacaíto sigue la línea de la falla de Chacaíto.

La pendiente meridional del Ávila se puede dividir en cuarenta y siete (47) cuencas principales según se muestra en la Figura S13-2.2.1, de acuerdo a la conceptualización del proyecto de Ávila.

#### 2.2.2 Unidad de Captura

Con el fin del análisis geomorfológico, el llamado curso de la quebrada de montaña del 1<sup>er</sup> orden fue definido en el mapa topográfico de la escala 1:5,000.

El análisis del sedimento se estudia generalmente bajo el concepto de la unidad de captación. La Figura S13-2.2.1 muestra el concepto del orden de quebradas de Strahler. Cuando se aplica este concepto, es conveniente comparar muchas captaciones de quebradas bajo una condición común para los fenómenos del transporte de sedimentos. En el caso del área del estudio, las quebradas de 2<sup>do</sup>

orden se deben tratar como unidades de captación para considerar la escala completa de la captación y la densidad del drenaje.

La Figura S13-2.2.2 muestra el límite de la subcaptación para la unidad de captura de 2<sup>do</sup> orden en las quebradas de montaña. La delineación fue conducida basándose en el mapa topográfico de escala 1:5,000 en 1984 y 1954.

El número total de unidades de captación es 195. Entre las 47 quebradas, la cuenca de la quebrada Tocomé tiene un máximo de 26 unidades de captación.

El orden máximo de quebrada es 5 en la quebrada Tocomé. Las quebradas de 4<sup>to</sup> orden son Catuche, Cotiza, Chapellín, la Julia, Galindo y Caurimare, así como Tocomé.

### **2. 2. 3. Abanicos Aluvionales**

La Figura S13-2.2.3 muestra el relieve topográfico de los abanicos aluvionales en Caracas. El río Guaire está fluyendo para mantener cierta distancia del Ávila debido a que el sedimento del Ávila ha estado empujando al río Guaire hacia el sur. La colina del Ávila tiene una elevación de 1.000 m sobre nivel del mar y corresponde al punto de cambio de la pendiente de la quebrada.

Actualmente, la Cota Mil cruza la mayoría de los ápices de los abanicos de las quebradas del Ávila. Sin embargo, la topografía de la actual área urbana se ve severamente afectada por el comportamiento histórico-geológico del abanico aluvional. En Catuche y en Chacaíto, los ápices de los abanicos tienen rastros de cambios frecuentes en el curso de la quebrada. Bajo estas condiciones, el agua de inundación del Ávila tiende a distribuirse según las líneas de contorno del abanico, hacia el río Guaire.

El proyecto Ávila define los límites de captación en los abanicos aluvionales en Caracas, sin embargo, se espera que el agua de inundación del Ávila se expanda a través del límite de captura definido. En este estudio, basado en la definición del proyecto Ávila, los abanicos aluvionales de Caracas fueron divididos en ocho (8). El área de inundación de Seca, Sebucán y Agua de Maíz se podrían juntar para un acontecimiento de inundación grande. También las secciones aguas abajo de los sistemas de las quebradas Catuche y de Anauco se podrían unir para otro evento de inundación grave.

1. Quebrada Caroata
2. Quebrada Catuche- Anauco
3. Quebrada Canoas
4. Quebrada Maripérez
5. Quebrada Chacaíto
6. Quebrada Seca-Sebucán-Agua de Maíz
7. Quebrada Tocomé
8. Quebrada Caurimare

### 2.3 Características de Captación

La característica básica de cada captación principal se muestra en la Tabla S13-2.3.1.

### 2.4 Descarga Específica

Las mediciones de descarga en la parte meridional del Ávila fueron iniciadas por el INOS en 1948 y finalizaron en los años 70. Durante este período, el agua superficial del Ávila fue utilizada para usos domésticos en Caracas. Sin embargo, la fuente fue transferida al sur de Caracas y debido a la reforma institucional en aquella época, la medición ha sido interrumpida hasta ahora.

La Figura S13-2.4.1 es la descarga específica entre 1949 y 1952, en términos de la descarga media anual. El valor del área de captación es 30 km<sup>2</sup> es la Mariposa. La captación restante en el Ávila no tiene variación significativa.

En el río Guaire, la medición de descarga ha sido conducida por AYALA, MARN(R) y el INOS. Según las mediciones de AYALA, entre 1939 y 1981, la descarga máxima anual fue de 824 m<sup>3</sup>/s en 1945.

**Tabla S13-2.3.1 Aspectos Básicos de Cada Captación Principal**

Número de Abastecimiento Aluvial	Nombre del Alimento Aluvial	Área del Aluvial (km <sup>2</sup> )	N.º de Dboagüo	ZO IMF	Nombre de Dboagüo	Área de Desagüe (km <sup>2</sup> )	Longitud de la Corriente Principal (km)	Cociente (m <sup>3</sup> /m)	Estaciones de Medición de Lluvias	Cantidad de Lluvia (mm) por 100 años		
49	Uarocata	12.46	-	*	Agua Selad				San Jose Avila, Teleferico	155		
			47	*	Agua Selad	0.48		1.20	0.37	San Jose Avila, Teleferico	155	
			46			0.08		0.57	0.50	San Jose Avila, Teleferico	155	
			45	*	St. Isabe	0.09	0.65	0.56	0.56	San Jose Avila, Teleferico	155	
47	Cotuche	2.21	44	* *	Cotuche	4.50		4.09	0.22	San Jose Avila, Malquetla	212	
			43			0.27	4.77	0.79	0.32	San Jose Avila, Teleferico	155	
46	Araucan	3.00	42	*	Cotiza	3.80		4.17	0.21	San Jose Avila, Malquetla	212	
			41	*	Araucan	3.80		3.90	0.24	San Jose Avila, Malquetla	212	
			40			0.19		0.79	0.49	San Jose Avila, Teleferico	155	
			39		Beatas	0.43		1.47	0.37	San Jose Avila, Teleferico	155	
			38			0.19		0.73	0.45	San Jose Avila, Teleferico	155	
			37	*	Gambica	3.07		4.25	0.33	San Jose Avila, Teleferico	155	
			36			0.27	11.64	0.69	0.30	San Jose Avila, Teleferico	155	
			35	*	Canos(Sarile)	0.57		1.58	0.39	Teleferico	183	
43	Caracas	1.29	34			0.09	0.63	0.28	Teleferico	183		
			33	* *	Meriperaz	0.70		1.69	0.37	Teleferico	183	
42	Marpoez	0.60	32			0.06	0.75	0.50	Teleferico	183		
			31			0.24		0.73	0.40	Teleferico	183	
48	Chancillo	2.80	30		Cunc	0.60		1.90	0.42	Teleferico, Los Choros	204	
			29			0.07		0.40	0.55	Los Choros	227	
			28	* *	Chacelln	1.19		2.68	0.28	Teleferico, Los Choros	204	
			27			0.25		0.97	0.35	Los Choros	227	
			26			0.16		0.40	0.52	Los Choros	227	
			25	* *	Chacaito	6.33		8.84	5.55	0.26	Teleferico, Los Choros	204
			24			0.21		0.56	0.52	Los Choros	227	
			23		Seca	0.78		1.49	0.40	Teleferico, Los Choros	204	
46	Seca	2.07	22	* *	Quincero	1.97	2.95	3.60	0.40	Teleferico, Los Choros	204	
			21			0.27		0.97	0.50	Teleferico, Los Choros	204	
44	Sabucan	2.82	20			0.11		0.47	0.45	Los Choros	227	
			19	* *	Pajarito	1.37		3.03	0.53	Teleferico, Los Choros	204	
			18			0.17		0.54	0.44	Los Choros	227	
			17	* *	Sabucan	1.57	3.49	2.66	0.57	Teleferico, Los Choros	204	
			16	* *	Agua de maíz	0.38	0.33	0.70	0.42	Teleferico, Los Choros	204	
42	Agua de maíz	2.32	15	*	Tenarias	1.40		2.40	0.47	Teleferico, Los Choros	204	
			14	*	Tocome	9.45		6.60	0.24	Los Choros	227	
			13			0.33		0.70	0.41	Los Choros	227	
			12	*	La Julia	2.10		3.18	0.37	Los Choros	227	
			11		Gamburi	0.25	13.53	1.16	0.29	Los Choros	227	
48	Caurimare	4.75	10			0.06		0.42	0.41	Caurimare, Los Choros	182	
			9			0.12		0.45	0.42	Caurimare, Los Choros	182	
			8	* *	Pasqure	1.14		2.21	0.47	Caurimare, Los Choros	182	
			7			0.36		1.12	0.38	Caurimare, Los Choros	182	
			6			0.09		0.53	0.19	Caurimare	143	
			5	* *	Galinda	3.85		4.51	0.34	Caurimare	143	
			4	* *	Caurimare	6.35		5.40	0.29	Caurimare	143	
			3			0.08		0.59	0.12	Caurimare	143	
			2			0.99		2.12	0.34	Caurimare	143	
			1			0.16		0.42	0.10	Caurimare	143	
Total		38.45				50.64	60.84					

Fuente: JCV, BIF, Impacto y prevención de inundaciones y otros fenómenos en el valle de Cauca. Informe técnico no 1 2006

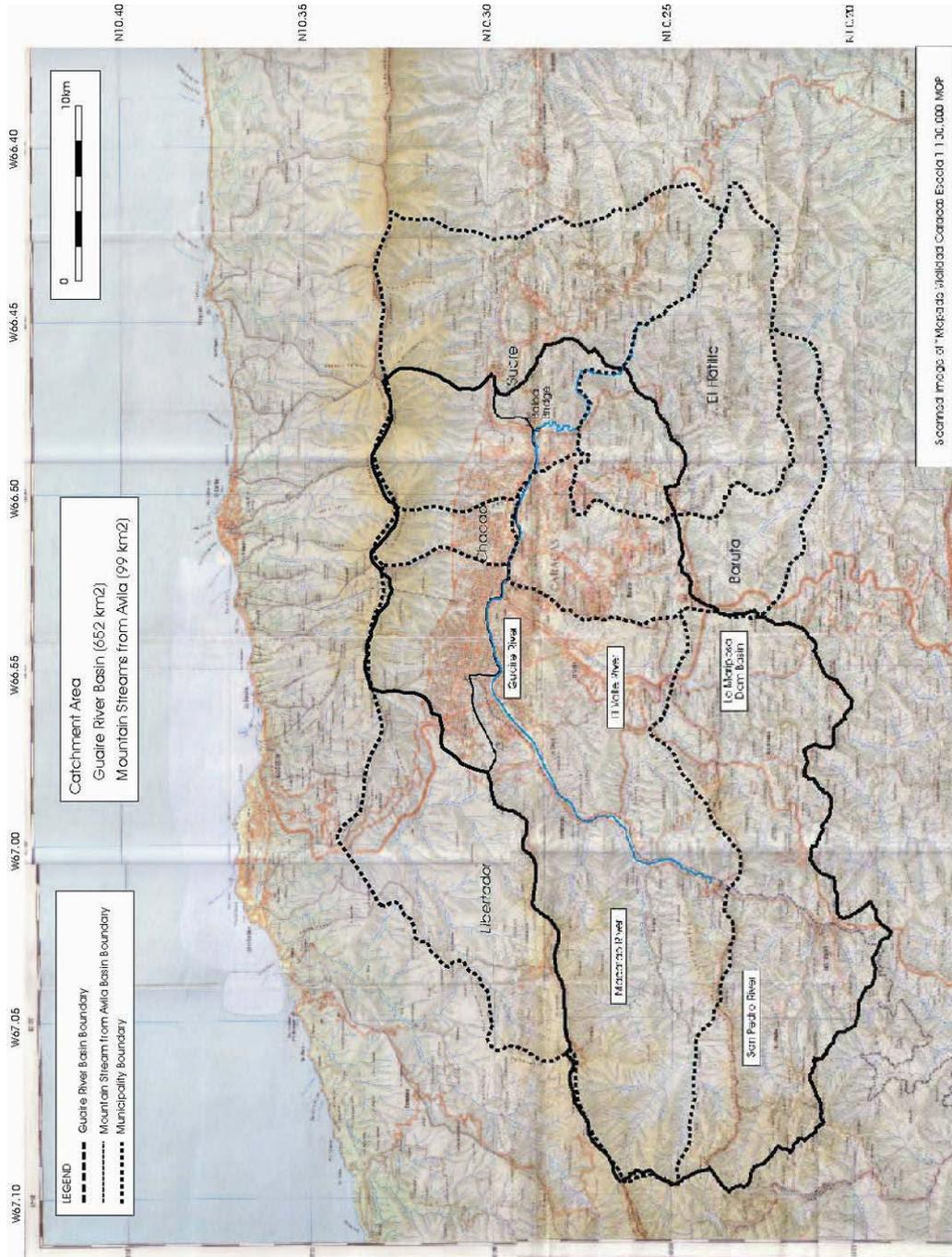
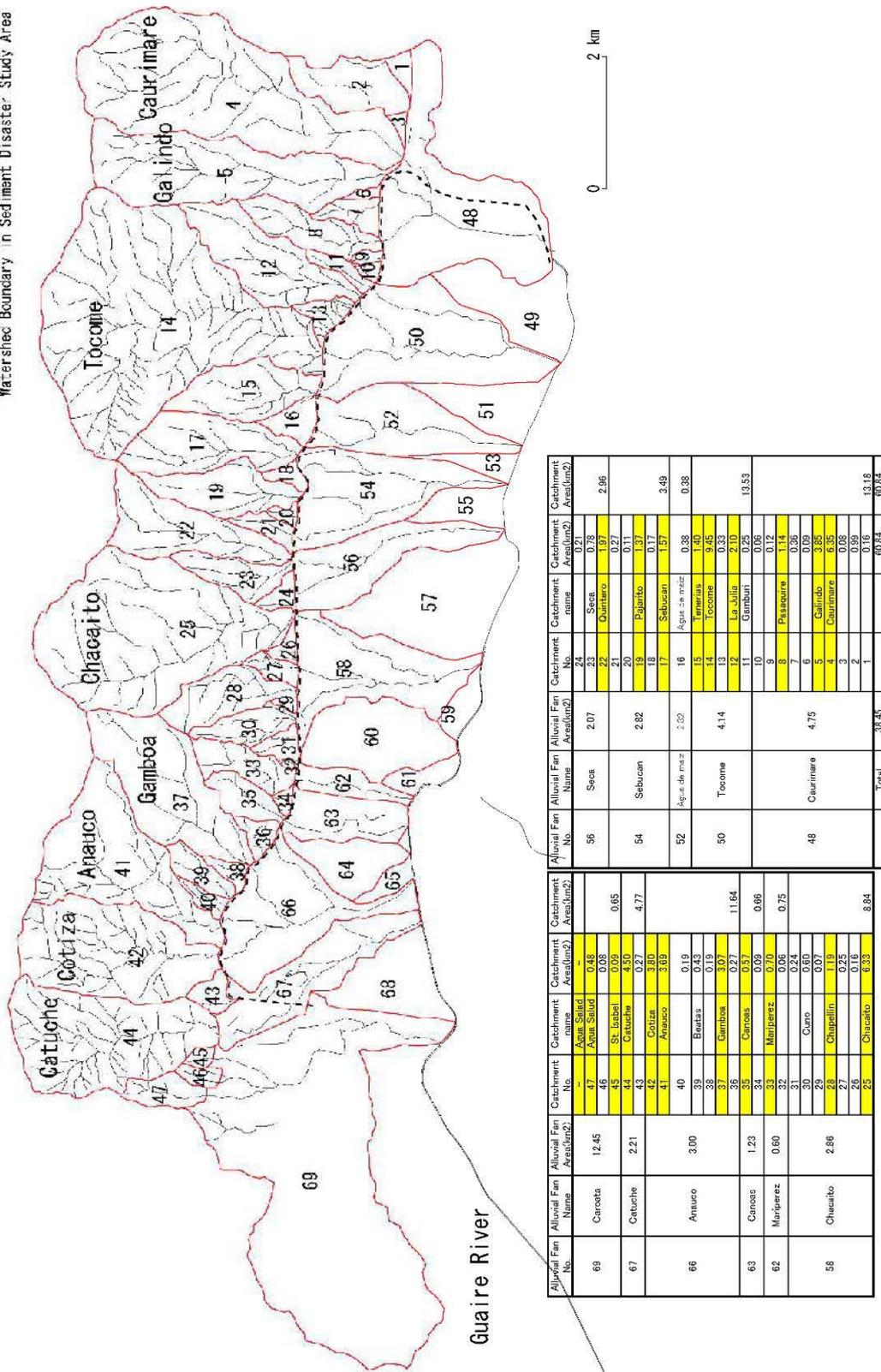


Figura S13-2.1.1 Cuenca del Río Guaire



Alluvial Fan No.	Alluvial Fan Name	Alluvial Fan Area (km <sup>2</sup> )	Catchment No.	Catchment Name	Catchment Area (km <sup>2</sup> )	Alluvial Fan No.	Alluvial Fan Name	Alluvial Fan Area (km <sup>2</sup> )	Catchment No.	Catchment Name	Catchment Area (km <sup>2</sup> )
69	Carota	12.45	47	Avan Salud	0.48	56	Seaca	2.07	23	Seaca	0.78
			48	Avan Salud	0.08				22	Quintero	1.97
			45	St. Isabel	0.08				21		0.27
67	Caturche	2.21	44	Caturche	4.50	54	Seburon	2.82	20	Pajarito	0.11
			43	Cotiza	0.27				19	Pajarito	1.37
			42	Cotiza	3.80				18	Seburon	0.17
			41	Anauco	3.69				17	Seburon	1.57
66	Anauco	3.00	40	Beratas	0.19	52	Agua de mar	2.02	16	Agua de mar	0.38
			39	Beratas	0.43				15	Ternaria	1.40
			38	Gamboa	0.19				14	Tocoome	9.45
			37	Gamboa	3.07				13	Tocoome	0.33
63	Canoas	1.23	36	Canoas	0.27				12	La Jilla	2.10
			35	Canoas	0.06				11	Gamburi	0.68
			33	Maniperez	0.70				10	Gamburi	0.68
62	Maniperez	0.60	32	Maniperez	0.06				9	Prisacura	0.12
			31	Cunc	0.24				8	Prisacura	1.14
			30	Cunc	0.60				7		0.39
58	Chucabito	2.86	29	Chupallin	0.07	48	Caurimare	4.75	6		0.09
			28	Chupallin	1.19				5	Galindo	3.85
			27		0.25				4	Caurimare	6.95
			26		0.16				3		0.08
			25	Chucabito	3.33				2		0.16
			24		0.84				1		13.18
											60.84
											60.84

Figura S13-2.2.1 Captación Principal en el Ávila

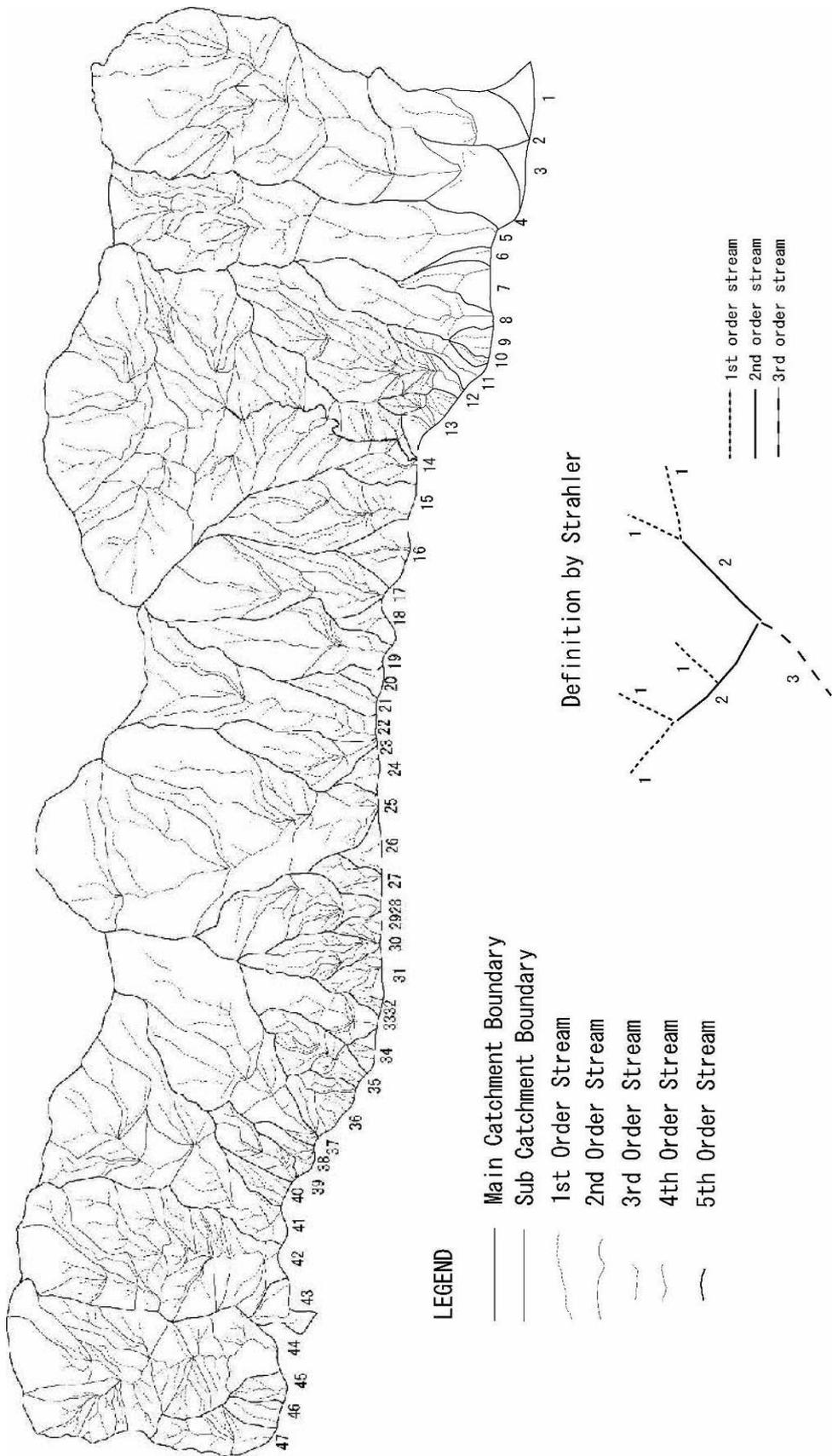


Figura S13-2.2.2 Límite de Subcaptación en el Ávila

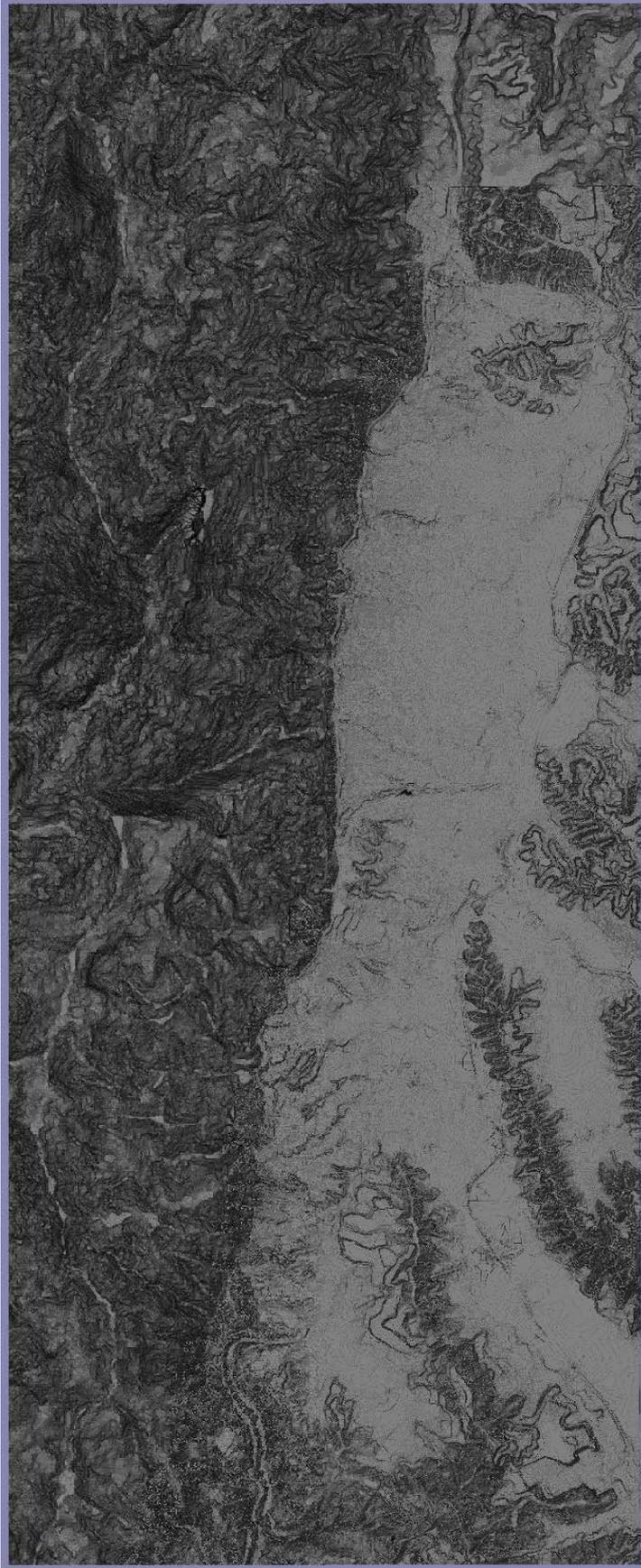
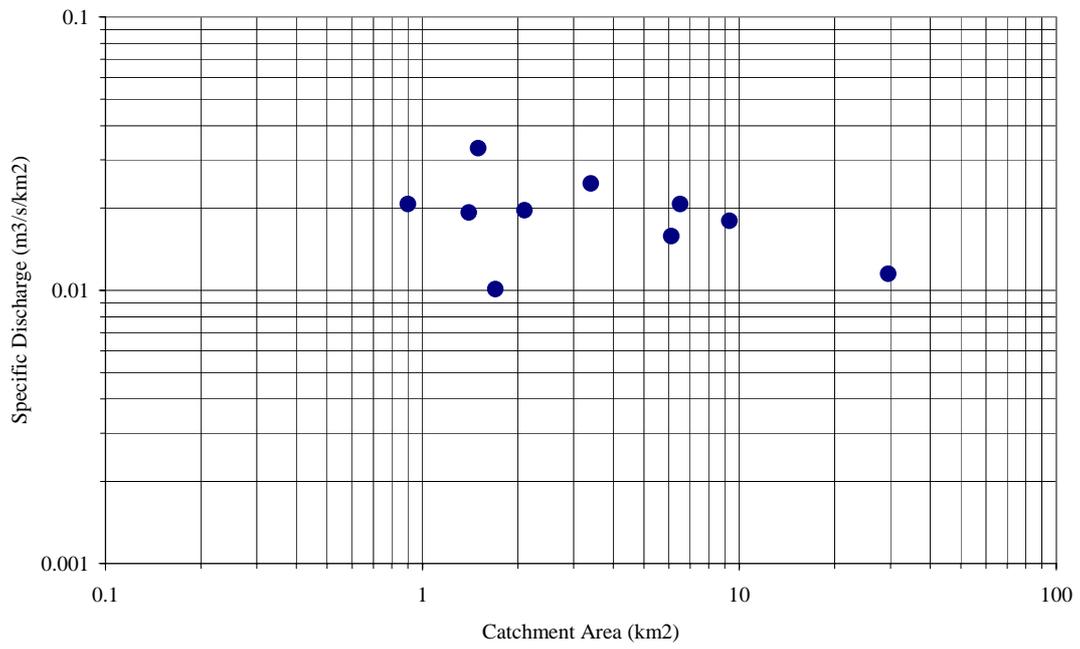


Imagen de relieve generada del Mapa de Elevación Digital (resolución 5m)

**Figura S13-2.2.3 Topografía de los Abanicos Aluviales en Caracas**



**Figura S13-2.4.1 Descarga Especifica de las Quebradas del Ávila**

## **CAPÍTULO 3    HIDROLOGIA**

### **3.1      Disponibilidad de Datos sobre Precipitación en el Valle de Caracas y sus Alrededores**

Existen alrededor de cincuenta (50) estaciones pluviométricas en y alrededor del valle de Caracas. Entre ellas las estaciones La Mariposa y Cagigal son las estaciones meteorológicas principales y claves en términos del período de observación.

Sin embargo, el número de estaciones con datos de intensidad de corta duración es reducido, y se requieren para la estimación hidrográfica de descarga con corto tiempo de concentración. En y alrededor de Caracas las ocho (8) estaciones siguientes están disponibles:

Maiquetía, San José Ávila, Teleférico, Los Chorros, Petare, Chacaíto, Cagigal y Caurimare

Entre las ocho (8) estaciones, cinco (5) de ellas tienen comparativamente datos históricos continuos en términos de intensidad de precipitación de corta duración, como se observa en la Tabla S13-3.1.1. La localización de estas estaciones se muestra en la Figura S13-3.1.1.

Maiquetía, San José Ávila, Teleférico, Los Chorros y Caurimare

Estas cinco (5) estaciones también se utilizan en el proyecto Ávila como las cinco (5) estaciones representativas.

### **3.2      Precipitación Máxima Anual**

La Tabla S13-3.2.1 muestra la precipitación máxima diaria para las ocho (8) estaciones, incluyendo las cinco (5) estaciones representativas. En el valle de Caracas la precipitación diaria máxima histórica es 141,6 mm en 1971 en la estación del Teleférico.

### **3.3      Precipitaciones en Febrero de 1951 y Diciembre de 1999**

#### **3.3.1.    Febrero de 1951**

La Figura S13-3.3.1 muestra la distribución de la precipitación en el área de Caracas entre febrero 15 y 17 de 1951. No se puede observar diferencias notables entre la precipitación del oeste y el este en el área del estudio. La precipitación diaria máxima era de 193,0 mm en Maiquetía, 72,9 mm en Cagigal y 36,2 mm en UCV.

### 3.3.2. Diciembre de 1999

#### (1) Precipitación observada en las estaciones terrestres

La precipitación durante el acontecimiento de diciembre de 1999 en Caracas fue solamente sobre base diaria. La Figura S13-3.3.2 muestra la localización de las estaciones de precipitación operantes en Caracas. En la estación de la UCV una precipitación de 63,7 mm fue registrada el 15 de diciembre de 1999. Las estaciones Cagigal y La Carlota registraron una menor cantidad que la de UCV, sin embargo, la precipitación diaria el 15 de diciembre en Maiquetía fue de 380.7 mm. Las tres (3) estaciones en Caracas están situadas valle abajo en Caracas, de modo que la precipitación en el Ávila no está reflejada en esos datos. De hecho, los períodos de retorno para estos 3 datos eran bastante bajos.

#### (2) Precipitación analizada de la imagen satelital

El Servicio Geológico de Investigación de los Estados Unidos (USGS, *United States Geological Survey*) hizo disponible los resultados de investigación del desastre ocurrido en diciembre de 1999 en Venezuela, en su página *Web*. Uno de los resultados es el análisis de precipitación basado en la imagen satelital desde el GOES-8 durante el acontecimiento del desastre. El equipo de estudio recibió los resultados del análisis (Informe Abierto del Archivo 01-339) del Dr. Gerald F. Wiczorek, de USGS.

Una representación espacial y temporal de la distribución de la precipitación (Figura S13-3.3.3) fue desarrollada a partir de las estimaciones de precipitación de NOAA/NESDIS extraídos de los datos del sensor infrarrojo del satélite GOES-8. Los datos satelitales del GOES-8 de las temperaturas de la parte superior de las nubes proporcionaron la base para las estimaciones de la precipitación en una resolución 16 km<sup>2</sup> (cuadrícula de 4 x 4 km) cada 30 minutos. Los datos GOES-8 abarcan 52 horas, a partir de la 19:45 hrs del 15 de diciembre hasta las 23:45 hrs del 17 de diciembre, UTC. Estas estimaciones de la precipitación se han computado usando una relación entre la tasa de precipitación y la temperatura superior de la nube determinada por los sensores infrarrojos del satélite GOES-8. Este procedimiento fue desarrollado más bien para las tormentas convectivas que para las tormentas tropicales, como en el caso de diciembre de 1999 en Venezuela. La calibración original de la tasa de precipitación para el satélite GOES-8 fue realizada en una topografía relativamente plana de Great Plains, EUA. y en áreas adyacentes al golfo de México usando el radar de WSR-88D Doppler y medidas terrestres.

Las medidas terrestres de precipitación de tormentas anteriores en esta región indican que las elevaciones más altas hacia la cresta del Ávila reciben casi dos veces más precipitación que las regiones a lo largo de la costa (Salcedo, 2000). Un mapa de la precipitación, contorneado de los

datos GOES-8, demuestra que la precipitación más fuerte ocurrió a 8 km de la costa, tierra adentro y en las elevaciones más altas del Ávila, centrándose aproximadamente sobre la parte media superior río arriba de Caraballeda. La precipitación disminuyó hacia Caracas en el lado meridional del Ávila, al este de Naiquatá y al oeste hacia Maiquetía a lo largo de la costa. Estas áreas de fuerte precipitación corresponden en grosso modo a las áreas que sufrieron la mayor cantidad de derrumbes, inundaciones y daños por flujo de escombros más severos.

Con respecto a la precipitación diaria del 15 y 16 de diciembre en la estación de Maiquetía (FAV), se dice que los datos previamente divulgados (Figura S14-2.3.1) tenían problemas y en vez de ése dato, la precipitación diaria del 15 de diciembre fue de 110 mm. Si tomamos esta información como verídica, es comprensible que USGS analice los datos de Maiquetía.

### 3. 4 Análisis de Frecuencia para la Precipitación Máxima Anual

#### 3. 4. 1. Método Aplicado

La muestra de la precipitación máxima anual tiende a ser lineal en el Papel de Probabilidad Extrema, así que el análisis de frecuencia fue hecho usando la precipitación máxima anual para cada duración si se asume la Distribución Extrema de Gumbel. El método siguiente es igual al del "Estudio de Crecidas".

La fórmula básica para la distribución extrema es como sigue,

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Donde  $x$  es el valor hidrológico probable (cantidad máxima anual de precipitación),  $F(x)$  es la probabilidad excedente de la distribución y  $\alpha$  y  $\beta$  son valores constantes.

En esta fórmula, si se proporcionan  $\alpha$  y  $\beta$ , el valor hidrológico probable por cierto período de retorno  $T$  se calcula así:

$$T = \frac{1}{1 - F(x)}, \quad x = \beta + \frac{1}{\alpha} y, \quad y = -\ln \left[ \frac{\ln T}{\ln(T - 1)} \right]$$

Donde  $y$  es la variante reducida de Gumbel.

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{S_x}{S_m}, \quad \beta = X_m - \frac{1}{\alpha} Y_m$$

$Y_m$  y  $S_m$  son la media de  $y$  y la desviación estándar de  $y$ , respectivamente.  $X_m$  y  $S_m$  son la media de  $x$  y la desviación estándar de  $x$ .

### **3. 4. 2. Resultados**

La Tabla S13-3.4.1 muestra la precipitación probable de las cinco (5) estaciones representativas. Como ejemplo, los resultados de la estación de Caurimare se trazan en el papel de probabilidad cada 30 minutos, 60 minutos y 1440 minutos como se ve en la Figura S13-3.4.1.

## **3. 5 Análisis de Precipitaciones y Escorrentía**

### **3. 5. 1. Modelo Hietográfico**

Un modelo hietográfico es generado de los resultados del análisis de frecuencia para cada duración de precipitación. El hidrograma generado muestra una concentración en el centro y tiene una duración de 24 horas. El pico de los 30 minutos está compuesto de seis (6) columnas de precipitación con una duración de 5 minutos cada una, para considerar el corto tiempo de concentración de la captación principal (véase la Tabla S13-3.5.1 y la Figura S13-3.5.1).

Las cantidades de precipitación de duración de 5 minutos a 24 horas se reflejan en el modelo hietográfico para cierto período de retorno.

### **3. 5. 2. Diseño Hietográfico**

El hietográfico diseñado para cada captación principal es un promedio de los modelos hietográficos implicados en la captación. Las estaciones de precipitación representativas involucradas se muestran en la Tabla S13-3.5.2 que considera la topografía de cada captación principal

### **3. 5. 3. Modelo de Escorrentía**

#### **(1) Revisión del estudio anterior en Venezuela.**

“ESTUDIO DE CRECIDAS EN LAS CUENCAS DE LA VERTIENTE SUR DEL PARQUE NACIONAL AVILA (2001)” es un estudio hidrológico comprensivo conducido por C.G.R. Ingeniería para proveer las condiciones básicas de delimitación con el mapeo de amenaza del proyecto Ávila en términos de precipitación y de descarga para el valle de Caracas. Lo importante aquí es que este informe es oficial, autorizado por el MARN y un estudio hidrológico patrón para el valle de Caracas y ha sido utilizado para la condición básica del proyecto Ávila.

Según el estudio, la precipitación en la captación de la quebrada de montaña puede ser representada por cinco (5) estaciones de precipitación. La Tabla S13-3.4.1 muestra la precipitación probable (Intensidad-Duración y Frecuencia) de las cinco (5) estaciones representativas.

### **Estaciones Representativas para Cada Quebrada**

Las estaciones representativas para la captación de las quebradas principales se muestran en la Tabla S13-3.5.2. Se seleccionaron las estaciones vecinas de cada quebrada.

### **Precipitación Efectiva**

El método del Servicio para la Conservación de Suelos de los EUA. (de aquí en adelante denominado SCS") se utiliza para estimar la precipitación efectiva.

El número de la curva de SCS para cada vertiente es decidido principalmente por fotografías aéreas y el gráfico hecho por el SCS, calibrado por el número de la curva SCS de otra vertiente similar a la del Ávila, misma que haya sido calibrada anteriormente por el análisis de escorrentía llevado a cabo en el informe anterior.

Los números de la curva SCS en esta área de estudio son de 55 a 80.

### **Análisis de Escorrentía**

El método de la onda cinética se aplica para producir los hidrográficos de escorrentía. Este método asume que el peso o la fuerza de gravedad del agua que fluye es balanceado simplemente por la fuerza resistente a la fricción del lecho. Se asumen que todos los flujos obedecen las ecuaciones de la continuidad y del ímpetu según se demuestra a continuación:

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = i - f = i_e$$

$$q = \frac{1}{n} S_0^{1/2} y^{5/3}$$

Donde,  $y$  es la profundidad del flujo superficial,  $q$  es la tasa de flujo superficial/unidad de ancho,  $i - f = i_e$  es la tasa neta de precipitación,  $n$  es el coeficiente efectivo de dureza y  $S_0$  es la pendiente media del flujo superficial

El coeficiente efectivo de aspereza es 0.4-0.8 para la vertiente, y 0.04-0.06 para el canal.

### 3. 5. 4. Descarga Probable de Escorrentía

La descarga probable computada por período de retorno se muestra en la Tabla S13-3.5.3. La Figura S13-3.5.2 muestra el período de retorno de 100 años de la distribución específica de la descarga para el área de captación contracorriente de la Cota Mil. Las captaciones principales, cuya área es mayor de 3 km<sup>2</sup>, tienen una descarga específica en la gama de 10-20 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>.

El equipo de estudio comparó la descarga pico para el período de retorno de 100 años con la descarga por la fórmula racional para comprobar la descarga del proyecto Ávila, como se muestra en la Figura S13-3.5.3. Según la comparación, hay una buena correlación entre la descarga del proyecto Ávila y el método racional. La descarga probable del proyecto Ávila fue utilizada en este estudio como descarga de agua.

La formula racional es como sigue,

$$Q = \frac{1}{3.6} frA$$

Donde,  $Q$  es la descarga pico (m<sup>3</sup>/s),  $f$  es el coeficiente de escorrentía (=0.7 para zona montañosa en general),  $r$  es la intensidad de la precipitación durante el tiempo de concentración y  $A$  es el área de captación (km<sup>2</sup>).

El tiempo de concentración en horas fue calculada mediante una formula Japonesa (Doken en Japonés).

$$Tc = \frac{1.67}{10^3} (L \times 1000 / \sqrt{S})^{0.7}$$

Donde,  $L$  es la longitud máxima de la quebrada (Km.),  $S$  es la pendiente principal de la quebrada.

**Tabla S13-3.1.1 Datos de Intensidad Disponibles en y alrededor del Valle de Caracas**

Nombre de la Estación	1930's	1940's	1950's	1960's	1970's	1980's	1990's	2000's	Representante
Petare									
Caurimare									○
Los Chorros									○
Chacaito									
Teleferico									○
San Jose del Avila									○
Cagigal									
Maiquetia(MARN)									○

**Tabla S13-3.2.1 Precipitación Diaria Máxima Anual**

**Estación Maiquetia (FAV)**

Año	Cantidad de Lluvia Anual	Máxima Cantidad de Lluvia Diaria		Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes		
1962	532.5	58.9	5	2	completo
1963	434.0	72.2	11	14	completo
1964	435.6	30.0	7	19	completo
1965	565.5	71.6	1	3	completo
1966	766.1	100.0	4	23	completo
1967	525.3	33.7	7	4	completo
1968	441.2	49.9	6	24	completo
1969	615.1	56.1	12	12	completo
1970	697.7	142.3	3	3	completo
1971	304.1	28.6	8	26	completo
1972	402.0	54.8	3	28	completo
1973	532.2	74.1	11	25	completo
1974	301.3	60.0	7	30	completo
1975	524.3	50.9	9	21	completo
1976	414.4	38.6	6	11	completo
1977	429.5	53.4	8	15	completo
1978	572.8	132.5	6	17	completo
1979	570.3	50.7	12	29	completo
1980	431.7	40.8	12	10	completo
1981	685.7	84.3	4	13	completo
1982	367.5	38.8	2	25	completo
1983	296.1	27.4	7	14	completo
1984	530.4	67.0	12	23	completo
1985	591.0	116.7	12	4	completo
1986	340.6	23.2	5	30	completo
1987	449.5	55.0	12	19	completo
1988	743.2	67.9	12	31	completo
1989	597.7	87.3	6	11	completo
1990	814.9	89.0	5	6	completo
1991	537.2	39.7	11	24	completo
1992	530.5	47.1	5	2	completo
1993	504.0	71.6	4	28	completo
1994	456.4	83.6	8	23	completo
1995	725.0	44.3	5	31	completo
1996	598.5	41.2	12	4	completo
1997	312.6	35.9	6	18	completo
1998	402.3	44.3	11	2	completo
1999	1025.2	121.2	12	2	incompleto
2000	762.8	101.0	11	15	completo
2001	420.2	51.0	7	16	completo
2002	367.0	43.1	4	10	completo

**Estación Maiquetia (MARN-0502)**

Año	Cantidad de Lluvia Anual	Máxima Cantidad de Lluvia Diaria		Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes		
1948	602.3	87.4	8	3	completo
1949	884.6	150.8	12	26	completo
1950	796.0	109.4	1	12	completo
1951	1077.0	183.0	2	16	completo
1952	405.3	49.0	10	18	incompleto
1953	541.4	57.6	10	25	incompleto
1954	955.4	55.4	12	14	incompleto
1955	865.2	75.4	1	9	completo
1956	1083.3	129.4	1	5	incompleto
1957	588.5	48.1	12	13	completo
1958	539.6	78.4	8	11	completo
1959	306.0	37.4	5	2	completo
1960	-	-	-	-	no data
1961	573.1	27.1	8	10	incompleto
1962	560.7	38.0	10	20	completo
1963	766.4	89.7	5	15	incompleto
1964	-	-	-	-	Faltan 4 días en Julio
1965	-	-	-	-	no hay datos
1966	-	-	-	-	no hay datos
1967	739.7	80.4	4	22	incompleto
1968	565.5	63.2	4	24	incompleto
1969	710.1	83.9	1	30	completo
1970	874.1	127.0	3	2	completo
1971	435.0	45.6	8	25	completo
1972	448.3	42.0	8	27	completo
1973	672.2	71.7	11	24	completo
1974	413.2	64.0	7	30	incompleto
1975	689.0	57.0	9	21	completo
1976	472.0	37.4	2	16	incompleto
1977	522.8	109.0	8	15	completo
1978	589.8	48.6	10	24	incompleto
1979	731.3	66.6	9	7	incompleto
1980	451.4	33.6	8	9	completo
1981	847.6	65.4	4	13	incompleto
1982	391.6	29.8	5	21	incompleto
1983	-	-	-	-	Faltan 15 días en Feb., May, Jun. y Oct. Faltan 83 días en Ene., Julio a Dec.

Estación Cagigal (Estación No. 0531)

Año	Cantidad de Lluvia		Máxima Cantidad de Lluvia Diaria		Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes	Día		
1891	753.5	40.0	11	20		
1892	1195.4	98.0	10	7		
1893	1020.7	54.7	6	14		
1894	515.6	60.4	11	5		
1895	786.2	45.1	6	22		
1896	741.6	68.5	4	28		
1897	784.7	60.3	7	20		
1898	773.4	34.8	7	8		
1899	610.0	54.8	6	19		
1900	845.3	81.5	10	11		
1901	821.4	36.4	10	1		
1902	770.7	63.6	9	1		
1903	833.5	38.3	8	29		
1904	794.1	45.6	4	4		
1905	977.6	48.4	9	19		
1906	915.0	43.8	10	14		
1907	896.8	38.8	1	11		
1908	785.4	44.5	4	27		
1909	968.3	73.6	4	19		
1910	783.0	28.0	5	14		
1911	899.5	65.9	8	24		
1912	641.9	67.6	6	30		
1913	664.8	45.6	8	26		
1914	458.9	39.0	6	19		
1915	881.0	45.9	9	30		
1916	946.0	53.0	9	26		
1917	762.5	46.4	12	24		
1918	680.9	37.0	5	16		
1919	794.8	64.7	9	15		
1920	764.2	83.2	9	4		
1921	1137.8	70.3	6	9		
1922	732.1	51.6	5	12		
1923	683.2	40.3	1	20		
1924	1101.3	74.1	9	22		
1925	685.2	45.1	5	31		
1926	965.2	44.9	10	15		
1927	1243.4	64.1	5	18		
1928	961.8	49.5	8	11		
1929	578.2	43.1	5	20		
1930	714.1	56.4	6	6		
1931	960.3	45.0	11	30		
1932	1128.3	56.1	10	26		
1933	1253.7	53.0	9	6		
1934	499.1	51.0	5	26		
1935	643.3	27.7	5	11		
1936	833.7	48.4	10	17		
1937	683.8	38.2	4	25		
1938	1269.0	45.0	8	31		
1939	953.3	35.0	11	12		
1940	595.4	33.4	8	17		
1941	584.6	46.3	9	6		
1942	1033.2	70.3	10	28		
1943	840.0	86.3	9	1		
1944	893.9	71.4	11	16		
1945	701.1	28.0	5	22		
1946	722.6	45.0	9	5		
1947	581.5	45.2	8	10		
1948	822.8	57.8	4	11		
1949	806.5	54.0	6	29		
1950	1214.5	53.4	10	29		
1951	920.6	72.9	2	17		
1952	808.0	43.5	10	19		
1953	770.8	51.1	10	12		
1954	1196.4	60.2	8	27		
1955	911.0	49.5	9	19		
1956	660.4	40.5	12	5		
1957	637.1	36.7	10	15		
1958	988.9	77.0	8	15		
1959	689.5	75.9	5	3		
1960	964.0	57.8	4	29		
1961	655.2	45.3	11	18		
1962	760.3	46.4	8	28		
1963	950.4	49.6	5	25		
1964	915.5	54.7	5	24		
1965	756.1	73.1	7	17		
1966	1007.0	41.9	4	23		
1967	758.7	49.0	10	24		
1968	788.1	37.0	2	7		
1969	808.5	40.6	4	17		
1970	914.4	54.4	8	21		
1971	584.7	42.2	11	3		
1972	825.1	93.9	3	28		
1973	642.5	34.2	8	15		
1974	948.8	57.0	10	28		
1975	963.8	53.3	9	1		
1976	685.4	69.2	10	10		
1977	719.6	52.8	10	31		
1978	641.8	31.0	5	8		
1979	857.1	45.0	10	18		
1980	771.0	83.1	9	18		
1981	940.4	62.3	7	5		
1982	687.5	46.2	10	21		
1983	534.2	27.4	6	29		
1984	653.1	35.5	9	29		
1985	780.4	70.8	12	3		
1986	785.2	37.0	9	5		
1987	912.7	65.3	5	21		
1988	-	-	-	-		
1989	927.1	-	-	-		
1990	1161.0	-	-	-		
1991	742.3	-	-	-		
1992	867.4	-	-	-		
1993	1004.9	125.7	8	-		
1994	913.6	-	-	-		
1995	968.5	-	-	-		
1996	1213.0	-	-	-		
1997	907.6	-	-	-		
1998	-	-	-	-		
1999	-	62.1	12	15		

**Estación San Jose del Avila (Estación No. 0607)**

Año	Cantidad de Lluvia	Máxima Cantidad de Lluvia Diaria				Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes	Día			
1967	766.9	45.7	10	25	completo		
1968	810.6	56.6	5	30	completo		
1969	967.1	35.0	9	18	completo		
1970	958.1	63.0	9	5	completo		
1971	649.8	49.2	9	17	completo		
1972	682.1	42.6	10	23	completo		
1973	883.4	32.0	11	16	completo		
1974	845.3	69.0	9	1	completo		
1975	927.7	63.9	11	12	completo		
1976	571.5	74.7	10	11	completo		
1977	633.5	51.5	8	21	completo		
1978	539.5	48.7	5	9	completo		
1979	755.3	42.6	9	28	incompleto	Faltan en total 6 días en Dic.	
1980	757.8	66.5	9	19	incompleto	Faltan en total 27 días en Feb. y Mayo	
1981	1043.1	86.9	7	6	incompleto	Faltan en total 18 días en Feb. y Abr.	
1982	592.6	25.5	4	30	completo		
1983	-	-	-	-	incompleto	Faltan datos de Oct. a Dic.	

**Estación Hotel Humboldt (Estación No. 0519)**

Año	Cantidad de Lluvia	Máxima Cantidad de Lluvia Diaria				Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes	Día			
1959	705.9	48.8	8	28	incompleto	Faltan en total 17 días en Ene.	
1960	1336.6	91.7	8	24	incompleto	Faltan en total 10 días en Nov.	
1961	845.9	43.3	11	17	incompleto	Faltan en total 27 días en Jun. Sep. Oct. y Nov.	
1962	946.1	45.2	10	12	incompleto	Faltan en total 17 días en Ene. Abr. Mayo y Jun.	
1963	1347.3	58.0	4	2	incompleto	Faltan en total 13 días en Mar. y Jun.	
1964	-	-	-	-	-	-	
1965	-	-	-	-	-	-	
1966	-	-	-	-	-	-	
1967	928.7	43.5	7	23	incompleto	Faltan en total 6 días en Mayo	
1968	603.1	50.0	9	23	incompleto	Faltan en total 6 días en Dic.	
1969	1014.1	85.7	11	16	incompleto	Faltan en total 6 días en Mayo	
1970	1200.1	97.0	3	1	incompleto	Faltan en total 5 días en Mar. y Jun.	
1971	885.0	73.5	8	26	completo		
1972	878.9	54.9	4	25	completo		
1973	824.9	41.7	11	24	incompleto	Faltan en total 20 días en Mar., Abr. y Ago.	
1974	873.2	73.0	5	24	completo		
2000	-	-	-	-	incompleto	Faltan los datos de Ene. a Jun.	
2001	642.1	47.0	9	22	completo		

**Estación Teleferico (Estación No. 0622)**

Año	Cantidad de Lluvia	Máxima Cantidad de Lluvia Diaria				Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes	Día			
1968	903.1	59.4	9	24	incompleto	Faltan en total 13 días en Julio y Octubre	
1969	1045.0	54.0	3	2	incompleto	Faltan en total 34 días en Nov. y Dic.	
1970	1020.7	49.0	8	21	incompleto	Faltan en total 129 días de Sep. Dec.	
1971	831.6	141.6	4	28	completo		
1972	657.9	38.0	5	4	incompleto	Faltan en total 23 días en Abr. Junio y Julio	
1973	761.7	61.2	1	1	incompleto	Faltan en total 16 días en Jun. Ago. y Sep.	
1974	896.8	53.4	7	30	completo		
1975	1089.0	61.3	10	15	incompleto	Faltan en total 29 días en Ago. y Sep.	
1976	-	-	-	-	incompleto		
1977	881.5	23.6	10	9	incompleto	Faltan en total 38 días de Mayo a Nov.	
1978	489.2	35.4	10	9	incompleto	Faltan en total 79 días de Abr. a Oct.	
1979	783.3	37.5	11	1	incompleto	Faltan en total 36 días en Mar., Abr. y Sep. y Oct.	
1980	-	79.1	9	19	incompleto	Faltan en total 126 días de May a Nov.	

**Estación La Carlota (FAV)**

Año	Cantidad de Lluvia	Máxima Cantidad de Lluvia Diaria				Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes	Día			
1964	740.6	55.4	6	29	completo		
1965	1030.7	69.3	8	3	completo		
1966	941.7	58.8	6	5	completo		
1967	736.4	57.7	12	7	completo		
1968	922.4	79.3	6	7	completo		
1969	1199.6	52.2	4	18	completo		
1970	972.9	51.6	6	15	completo		
1971	645.5	55.0	8	16	completo		
1972	605.5	50.4	10	23	completo		
1973	591.4	24.6	10	16	completo		
1974	759.7	53.7	7	30	completo		
1975	948.2	62.0	10	14	completo		
1976	848.0	45.5	6	17	completo		
1977	797.6	47.1	5	5	completo		
1978	878.3	49.7	4	21	completo		
1979	1190.5	57.6	3	24	completo		
1980	954.3	59.3	9	3	completo		
1981	1194.6	96.7	2	22	completo		
1982	854.4	64.3	6	3	completo		
1983	679.8	44.5	6	30	completo		
1984	933.6	51.9	10	3	completo		
1985	995.5	56.4	4	24	completo		
1986	865.8	68.0	9	22	completo		
1987	1165.3	78.9	5	18	completo		
1988	1084.1	65.2	8	2	completo		
1989	625.3	34.9	5	10	completo		
1990	1356.5	72.3	6	15	completo		
1991	850.2	66.7	8	2	completo		
1992	906.7	65.6	5	4	completo		
1993	843.1	94.7	8	7	completo		
1994	734.1	67.8	10	22	completo		
1995	805.2	85.4	3	23	completo		
1996	1091.8	64.5	11	9	completo		
1997	593.0	54.3	10	1	completo		
1998	769.5	45.3	5	7	completo		
1999	1117.6	53.3	7	31	completo		
2000	797.7	41.7	10	30	completo		
2001	715.8	34.0	7	22	completo		
2002	636.5	61.2	4	7	completo		

**Estación Los Chorros (Estación No. 0626)**

Año	Cantidad de Lluvia		Máxima Cantidad de Lluvia Diaria		Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes	Día		
1967	791.1	43.3	9	11	completo	
1968	884.0	59.1	5	30	incompleto	Faltan en total 40 días en Ene. y Feb.
1969	1195.6	58.1	9	18	completo	
1970	999.1	42.4	6	18	completo	
1971	871.6	85.9	4	28	completo	
1972	703.6	44.6	5	9	completo	
1973	592.0	31.8	5	6	completo	
1974	768.0	68.7	7	30	completo	
1975	1133.8	90.3	10	14	completo	
1976	885.1	67.0	6	17	completo	
1977	890.2	104.1	10	17	completo	
1978	949.2	72.4	4	18	completo	
1979	1136.7	53.3	3	22	completo	
1980	1153.7	105.9	4	24	incompleto	Faltan en total 7 días en May y Sep.
1981	1267.7	107.9	4	25	incompleto	Faltan en total 14 días en Sep.
1982	776.0	51.0	6	3	incompleto	Faltan en total 33 días de Mar a Dic.
1983	799.2	71.5	9	23	incompleto	Faltan en total 87 días de Julio a Dic.

**Estación Caurimare (Estación No. 5027)**

Año	Cantidad de Lluvia		Máxima Cantidad de Lluvia Diaria		Status de los Datos	Periodo de Datos que faltan
	(mm)	(mm)	Mes	Día		
1949	-	-	-	-	incompleto	Instalado a fines de 1949
1950	245.4	50.4	1	21	incompleto	Faltan Datos desde Junio a Dic.
1951	424.2	57.8	11	18	incompleto	Faltan Datos desde Ene. a Sep.
1952	-	-	-	-	no hay datos	
1953	940.5	87.2	5	5	incompleto	Faltan en total 39 días en Ene., Feb., Ago. y Oct.
1954	996.6	62.9	9	19	incompleto	Faltan en total 29 días en Ago. y Oct.
1955	656.4	39.3	4	27	incompleto	Faltan en total 8 días en Ago.
1956	1270.3	48.5	6	28	completo	
1957	1045.4	56.5	1	3	completo	
1958	922.0	67.9	6	30	completo	
1959	1066.5	47.3	5	28	completo	
1960	808.8	58.5	6	30	completo	
1961	1203.5	75.0	9	28	completo	
1962	-	-	-	-	no hay datos	
1963	-	-	-	-	no hay datos	
1964	-	-	-	-	no hay datos	
1965	-	-	-	-	no hay datos	
1966	-	-	-	-	no hay datos	
1967	1010.1	54.7	11	1	completo	
1968	1054.6	72.9	5	29	completo	
1969	1294.1	56.7	10	12	completo	
1970	1112.5	52.5	11	27	incompleto	Faltan 3 días en Julio
1971	629.5	50.3	8	26	incompleto	Faltan 5 días en Junio y Julio
1972	886.4	68.5	5	1	completo	
1973	653.3	57.6	4	22	completo	
1974	-	-	-	-	incompleto	Faltan 6 días en Ene. y Oct., Nov. y Dic.
1975	-	-	-	-	no hay datos	
1976	-	-	-	-	incompleto	Falta desde Ene. hasta Ago.
1977	929.3	64.8	8	21	completo	
1978	1007.9	56.8	9	27	completo	
1979	1212.0	59.0	10	20	completo	
1980	1028.6	74.8	9	3	completo	
1981	1268.0	81.8	2	22	completo	
1982	1145.9	62.4	6	3	completo	
1983	946.5	51.0	7	23	completo	
1984	1124.1	52.2	11	16	incompleto	Faltan en total 14 días en Julio y Sep.
1985	1333.7	84.4	12	4	incompleto	Faltan en total 16 días en Julio y Oct., Nov.
1986	1104.4	62.2	11	28	completo	
1987	1182.1	60.0	8	2	incompleto	Faltan en total 34 días en Ene., Sep., Oct. y Nov.
1988	1124.2	112.6	8	2	completo	
1989	889.8	56.6	5	26	completo	
1990	1425.0	56.2	6	14	completo	
1991	857.6	64.8	8	3	completo	
1992	1246.0	46.8	9	3	completo	
1993	1132.4	87.2	8	7	incompleto	Faltan en total 10 días en Julio y Oct.
1994	906.8	46.6	4	28	completo	
1995	-	-	-	-	incompleto	Falta desde Ago. hasta Dic.
1996	-	-	-	-	no hay datos	
1997	565.5	61.7	6	18	completo	
1998	502.7	35.5	3	30	incompleto	Falta desde Ago. hasta Dic.
1999	34.0	6.4	1	1	incompleto	Falta desde Mar. hasta Dic.
2000	-	-	-	-	incompleto	Falta desde Ene. hasta Nov.
2001	864.2	46.1	5	8	completo	
2002	-	-	-	-	incompleto	Falta desde Mar. hasta Ago.

**Tabla S13-3.4.1 Precipitación Probable en las Cinco Estaciones Representativas**

Estación: Caurimare

Periodo de Retorno (año)	Tiempo de Duración (minutos)										
	5	10	15	30	60	120	180	360	540	720	1440
2,33	9.9	17.7	24.5	32.6	39.9	46.2	52.5	58.3	62.3	65.3	74.3
5	12.0	20.6	29.4	41.2	48.8	56.5	64.2	74.4	78.2	80.4	90.1
10	15.0	23.0	33.4	48.1	56.0	64.8	73.7	87.5	91.2	92.8	102.9
25	18.0	25.9	38.4	57.0	65.0	75.4	85.7	104.0	107.6	108.4	119.2
50	20.0	28.2	42.2	63.5	71.8	83.2	94.6	116.2	119.7	119.9	131.2
100	22.0	30.4	45.9	70.0	78.5	91.0	103.5	128.4	131.8	131.4	143.1
200	30.0	32.6	49.6	76.5	85.2	98.7	112.3	140.5	143.8	142.8	155.0
500	32.0	35.4	54.4	85.0	94.0	108.9	123.9	156.5	159.7	157.9	170.7
1000	30.0	37.6	58.1	91.4	100.6	116.7	132.7	168.5	171.7	169.3	182.6

Estación: Los Chorros

Periodo de Retorno (año)	Tiempo de Duración (minutos)										
	5	10	15	30	60	120	180	360	540	720	1440
2,33	10.5	18.0	24.6	36.3	47.2	54.9	62.6	68.8	70.1	72.3	80.0
5	13.0	22.0	29.6	43.2	59.7	69.6	79.5	89.3	94.9	98.8	112.2
10	15.0	25.0	33.8	48.8	69.9	81.5	93.2	105.9	115.2	120.5	138.4
25	18.0	30.0	39.0	55.9	82.7	96.6	110.5	127.0	140.7	147.8	171.5
50	20.0	32.0	42.8	61.2	92.2	107.8	123.4	142.6	159.7	168.1	196.0
100	22.0	36.0	46.6	66.4	101.7	118.9	136.2	158.1	178.5	188.2	220.4
200	24.0	40.0	50.5	71.6	111.1	130.0	148.9	173.6	197.2	208.3	244.7
500	26.0	42.0	55.5	82.0	120.0	142.8	165.7	194.0	222.0	234.8	276.7
1000	30.0	50.0	65.0	95.0	133.0	155.7	178.4	209.4	240.7	254.8	300.9

Estación: Teleferico

Periodo de Retorno (año)	Tiempo de Duración (minutos)										
	5	10	15	30	60	120	180	360	540	720	1440
2,33	10.5	19.0	26.9	36.6	49.4	55.8	62.1	65.0	65.3	65.9	71.7
5	13.0	23.0	32.8	46.5	67.5	79.0	90.4	95.1	95.5	95.6	98.5
10	16.0	29.0	37.5	54.6	82.3	97.9	113.5	119.6	120.1	119.8	120.3
25	18.0	32.0	43.6	64.8	100.9	121.7	142.6	150.6	151.2	150.4	147.8
50	20.0	34.0	48.1	72.3	114.7	139.5	164.2	173.5	174.3	173.1	168.3
100	22.0	38.0	52.5	81.0	128.4	157.1	185.7	196.3	197.1	195.6	188.5
200	24.0	42.0	56.9	90.0	142.1	174.6	207.1	219.1	219.9	218.1	208.8
500	26.0	47.0	62.8	100.0	160.1	197.7	235.3	249.0	250.0	247.7	235.4
1000	30.0	54.0	67.2	104.6	173.7	215.2	256.6	271.7	272.8	270.1	255.6

Estación: San Jose de Avila

Periodo de Retorno (año)	Tiempo de Duración (minutos)										
	5	10	15	30	60	120	180	360	540	720	1440
2,33	9.1	15.1	19.5	30.6	39.1	43.8	48.4	51.9	54.5	55.1	58.7
5	10.1	18.3	22.4	36.0	47.0	53.1	59.2	64.1	68.9	69.3	73.2
10	11.0	20.9	24.8	40.4	53.4	60.7	68.0	74.1	80.6	80.9	85.0
25	12.1	24.3	27.9	46.0	61.5	70.3	79.1	86.6	95.4	95.5	100.0
50	13.0	26.7	30.1	50.1	67.5	77.4	87.3	95.9	106.4	106.3	111.1
100	14.0	29.1	35.0	54.2	73.4	84.5	95.5	105.2	117.3	117.1	122.1
200	16.0	30.0	37.0	58.3	79.4	91.5	103.6	114.4	128.1	127.8	133.1
500	18.0	32.0	42.0	63.7	87.2	100.8	114.3	126.6	142.5	141.9	147.6
1000	16.4	37.2	39.7	67.8	93.1	107.8	122.5	135.7	153.3	152.6	158.5

Estación: Maiquetía 0502

Periodo de Retorno (año)	Tiempo de Duración (minutos)										
	5	10	15	30	60	120	180	360	540	720	1440
2,33	9.0	14.0	18.0	27.0	39.0	46.2	54.0	62.0	69.0	70.0	82.0
5	11.0	17.0	22.0	34.0	48.0	59.8	71.0	83.0	96.0	98.0	132.0
10	13.0	19.0	26.0	39.0	56.0	70.9	86.0	101.0	117.0	120.0	173.0
25	15.0	23.0	30.0	45.0	65.0	85.0	105.0	124.0	144.0	148.0	225.0
50	17.0	26.0	33.0	50.0	73.0	95.4	118.0	145.0	175.0	200.0	263.0
100	19.0	28.0	36.0	55.0	80.0	105.7	132.0	157.0	185.0	189.0	301.0
200	21.0	30.0	39.0	60.0	87.0	116.0	145.0	174.0	205.0	210.0	339.0
500	23.0	34.0	43.0	66.0	96.0	129.6	163.0	195.0	231.0	237.0	389.0
1000	25.0	37.0	46.5	71.3	103.1	139.9	176.6	211.9	250.9	257.8	427.3

**Tabla S13-3.5.1 Modelo Hietográfico**

Estaciòn Maiquetia

Tiempo (min)	Periòdo de Retorno (años)								
	2.33	5	10	25	50	100	200	500	1000
360	1.0	2.9	4.4	6.4	5.3	9.3	10.8	12.7	14.1
450	0.3	0.6	0.9	1.1	8.3	1.6	1.8	2.1	2.3
540	2.6	4.1	5.3	6.9	11.5	9.2	10.3	11.9	13.0
630	2.7	4.0	5.1	6.4	7.4	8.4	9.4	10.8	11.8
690	7.4	11.7	15.2	19.6	22.8	26.1	29.3	33.6	36.8
705	23.1	29.0	33.8	39.9	44.3	48.8	53.3	59.1	63.6
710	35.6	44.8	52.4	61.9	69.0	76.0	83.0	92.2	99.2
715	60.0	64.9	81.0	83.6	85.3	95.0	111.7	112.8	113.9
720	111.6	132.0	156.0	180.0	204.0	230.4	252.0	276.0	300.0
725	48.0	72.0	72.0	96.0	108.0	109.2	108.0	132.0	144.0
730	35.6	44.8	52.4	61.9	69.0	76.0	83.0	92.2	99.2
735	35.6	44.8	52.4	61.9	69.0	76.0	83.0	92.2	99.2
750	23.1	29.0	33.8	39.9	44.3	48.8	53.3	59.1	63.6
810	7.4	11.7	15.2	19.6	22.8	26.1	29.3	33.6	36.8
900	2.7	4.0	5.1	6.4	7.4	8.4	9.4	10.8	11.8
990	2.6	4.1	5.3	6.9	11.5	9.2	10.3	11.9	13.0
1080	0.3	0.6	0.9	1.1	8.3	1.6	1.8	2.1	2.3
1440	1.0	2.9	4.4	6.4	5.3	9.3	10.8	12.7	14.1
Total	82.4	132.4	172.9	224.6	263.3	301.0	339.4	390.0	427.2

Estaciòn San Jose del Avila

Tiempo (min)	Periòdo de Retorno (años)								
	2.33	5	10	25	50	100	200	500	1000
360	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
450	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
540	0.9	1.6	2.2	2.9	3.5	4.0	4.6	5.3	5.8
630	1.2	1.6	2.0	2.5	2.9	3.2	3.6	4.1	4.4
690	4.7	6.1	7.3	8.8	9.9	11.0	12.1	13.6	14.7
705	17.1	22.0	26.0	31.0	34.7	38.4	42.1	46.9	50.6
710	44.2	54.1	62.2	72.4	80.0	77.0	85.4	87.0	112.4
715	52.7	49.4	46.8	43.6	41.0	70.3	84.0	120.0	30.5
720	109.0	121.7	132.1	145.2	156.0	168.0	192.0	216.0	196.7
725	72.4	98.3	119.2	145.8	164.4	181.7	168.0	168.0	249.6
730	44.2	54.1	62.2	72.4	80.0	77.0	85.4	87.0	112.4
735	44.2	54.1	62.2	72.4	80.0	77.0	85.4	87.0	112.4
750	17.1	22.0	26.0	31.0	34.7	38.4	42.1	46.9	50.6
810	4.7	6.1	7.3	8.8	9.9	11.0	12.1	13.6	14.7
900	1.2	1.6	2.0	2.5	2.9	3.2	3.6	4.1	4.4
990	0.9	1.6	2.2	2.9	3.5	4.0	4.6	5.3	5.8
1080	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1440	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
Total	59.0	72.7	84.5	100.1	111.3	121.9	133.0	148.6	159.1

## Estación Teleferico

(mm)

Tiempo (min)	Periodo de Retorno (años)								
	2.33	5	10	25	50	100	200	500	1000
360	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
450	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
540	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
630	1.0	1.6	2.1	2.7	3.1	3.5	4.0	4.6	5.0
690	6.3	11.4	15.6	20.9	24.8	28.6	32.5	37.6	41.5
705	20.9	42.1	55.4	72.3	84.8	94.8	104.1	120.2	138.2
710	48.4	54.9	62.3	84.7	97.0	114.0	132.2	148.8	149.6
715	94.8	117.2	120.0	139.0	168.7	174.1	179.3	189.5	158.5
720	126.0	156.0	192.0	216.0	240.0	264.0	288.0	312.0	360.0
725	102.0	120.0	156.0	168.0	168.0	192.0	216.0	252.0	288.0
730	48.4	54.9	62.3	84.7	97.0	114.0	132.2	148.8	149.6
735	48.4	54.9	62.3	84.7	97.0	114.0	132.2	148.8	149.6
750	20.9	42.1	55.4	72.3	84.8	94.8	104.1	120.2	138.2
810	6.3	11.4	15.6	20.9	24.8	28.6	32.5	37.6	41.5
900	1.0	1.6	2.1	2.7	3.1	3.5	4.0	4.6	5.0
990	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
1080	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1440	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	72.0	97.8	120.4	151.4	174.2	197.0	219.9	250.0	272.9

## Estación Caurimare

(mm)

Tiempo (min)	Periodo de Retorno (años)								
	2.33	5	10	25	50	100	200	500	1000
360	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
450	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
540	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0
630	2.0	3.4	4.6	6.1	7.2	8.3	9.4	10.8	11.9
690	6.3	7.7	8.9	10.3	11.4	12.5	13.6	15.0	16.0
705	14.6	15.2	15.6	16.2	16.6	17.0	17.4	18.0	18.4
710	32.2	46.9	58.9	74.0	85.3	96.4	107.5	122.2	133.2
715	82.3	106.2	125.5	150.0	168.2	186.2	204.2	228.0	246.0
720	119.0	144.0	180.0	216.0	240.0	264.0	360.0	384.0	360.0
725	93.1	103.0	95.4	95.3	97.8	100.3	30.6	41.3	91.6
730	32.2	46.9	58.9	74.0	85.3	96.4	107.5	122.2	133.2
735	32.2	46.9	58.9	74.0	85.3	96.4	107.5	122.2	133.2
750	14.6	15.2	15.6	16.2	16.6	17.0	17.4	18.0	18.4
810	6.3	7.7	8.9	10.3	11.4	12.5	13.6	15.0	16.0
900	2.0	3.4	4.6	6.1	7.2	8.3	9.4	10.8	11.9
990	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0
1080	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
1440	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1
Total	75.0	90.0	102.2	119.2	130.9	143.7	156.4	172.9	184.5

## Estación Los Chorros

(mm)

Tiempo (min)	Periodo de Retorno (años)								
	2.33	5	10	25	50	100	200	500	1000
360	0.6	1.1	1.5	2.0	2.3	2.7	3.0	3.5	3.8
450	0.7	1.3	1.8	2.4	2.8	3.2	3.7	4.3	4.7
540	0.4	1.9	3.1	4.6	5.7	6.8	7.9	9.3	10.4
630	2.1	3.3	4.3	5.5	6.4	7.3	8.2	9.4	10.3
690	7.7	9.9	11.7	13.9	15.6	17.2	18.9	22.8	22.7
705	21.8	33.0	42.1	53.6	62.1	67.4	79.0	76.0	75.9
710	46.9	54.3	60.2	67.8	73.5	80.0	84.6	96.0	120.0
715	79.1	91.7	105.1	107.5	129.7	144.0	125.4	192.0	180.0
720	126.0	156.0	180.0	216.0	240.0	264.0	288.0	312.0	360.0
725	90.0	108.0	120.0	144.0	144.0	168.0	192.0	192.0	240.0
730	46.9	54.3	60.2	67.8	73.5	80.0	84.6	96.0	120.0
735	46.9	54.3	60.2	67.8	73.5	80.0	84.6	96.0	120.0
750	21.8	33.0	42.1	53.6	62.1	67.4	79.0	76.0	75.9
810	7.7	9.9	11.7	13.9	15.6	17.2	18.9	22.8	22.7
900	2.1	3.3	4.3	5.5	6.4	7.3	8.2	9.4	10.3
990	0.4	1.9	3.1	4.6	5.7	6.8	7.9	9.3	10.4
1080	0.7	1.3	1.8	2.4	2.8	3.2	3.7	4.3	4.7
1440	0.6	1.1	1.5	2.0	2.3	2.7	3.0	3.5	3.8
Total	79.4	112.2	138.9	172.0	195.7	220.4	244.3	276.6	300.2

**Tabla S13-3.5.2 Estaciones Pluviométricas Consideradas para la Captación Principal**

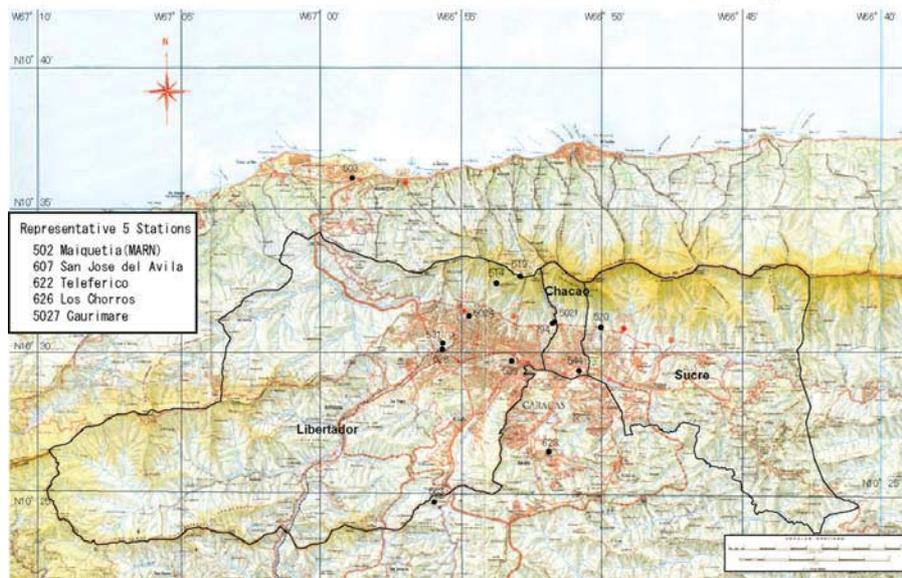
Nombre de la Quebrada	Estaciones Representativas	Nombre de la Quebrada	Estaciones Representativas
Catucho	Maiquetía, San Jose Avila	Quintero	Teleférico, Los Chorros
Anauro	Maiquetía, San Jose Avila	Pajaritos	Teleférico, Los Chorros
Cotiza	Maiquetía, San Jose Avila	Sebucán	Teleférico, Los Chorros
Beatas	San José Avila, Teleférico	Torres	Teleférico, Los Chorros
Gamboa	San José Avila, Teleférico, Maiquetía	Agua de maíz	Teleférico, Los Chorros
Canoas	Teleférico	Teneria	Teleférico, Los Chorros
Maripérez	Teleferico	Tócome	Los Chorros
Guno	Teleférico, Los Chorros	Camburi	Los Chorros
Chapellín-Avila	Teleférico, Los Chorros	Pasaquire	Los Chorros, Caurimare
Chacaito	Teleférico, Los Chorros	Galindo	Caurimare
		Caurimare	Caurimare

**Tabla S13-3.5.3 Descarga Pico Probable de las Captaciones Principales**

Abanicos Aluviales	Area de Abanicos Aluviales (km <sup>2</sup> )	Número de Desagües	Nombre del Desagüe	Area de Desagüe (km <sup>2</sup> )	Area de Desagüe (km <sup>2</sup> )	Descarga de Agua Probable (m <sup>3</sup> /s)				
						10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
48 Caurimare	4.75	1		0.16	13.18	4.0	6.0	7.0	8.0	11.9
		2		0.99		11.7	17.0	20.8	24.8	35.8
		3		0.08		2.0	2.8	3.3	3.7	5.5
		4	Caurimare	6.35		37.8	48.0	58.0	75.0	118.0
		5	Galindo	3.85		39.6	50.0	58.0	68.0	111.0
		6		0.09		1.7	2.2	2.7	3.2	5.0
		7		0.96		7.0	10.1	12.2	14.4	20.5
		8	Pasaquire	1.14		15.6	22.0	28.0	34.0	48.0
		9		0.12		2.6	3.6	4.3	5.1	7.3
		10		0.06		1.4	1.7	2.0	2.4	3.4
Tocome	4.14	11	Gamburi	0.25	13.53	5.2	7.5	9.0	10.6	13.9
		12	La Julia	2.10		32.8	49.0	60.0	74.0	103.0
		13		0.33		6.7	9.6	11.7	13.9	18.7
		14	Tocome	9.45		65.2	105.0	139.0	182.0	284.0
		15	Tenerias	1.40		21.1	31.0	37.0	47.0	66.0
52 Agua de maíz	2.32	16	Agua de maíz	0.38	0.38	6.5	8.5	10.0	12.0	16.0
54 Sebucan	2.82	17	Sebucan	1.57	3.49	20.7	32.0	41.0	53.0	78.0
		18		0.17		3.6	4.9	6.0	7.1	9.5
		19	Pajarito	1.37		19.3	27.0	33.0	42.0	59.0
		20		0.11		2.5	3.3	4.0	4.8	6.4
		21		0.27		5.6	7.9	9.6	11.5	15.4
56 Seca	2.07	22	Quintero	1.97	2.96	18.9	24.1	31.5	41.2	64.8
		23	Seca	0.78		12.2	17.1	20.7	25.9	38.0
		24		0.21		4.4	6.1	7.4	8.8	11.8
58 Chacaito	2.86	25	Chacaito	6.33	8.84	40.4	70.0	92.0	117.0	180.0
		26		0.16		3.4	4.6	5.7	6.7	9.0
		27		0.25		5.1	7.1	8.7	10.3	13.9
		28	Chapellin	1.19		17.5	26.0	32.0	40.0	58.0
		29		0.07		1.8	2.4	2.8	3.3	4.3
		30	Cuno	0.60		11.6	15.6	19.7	24.5	35.5
		31		0.24		5.4	7.6	9.3	10.9	14.5
62 Mariperez	0.60	32		0.06	0.75	1.5	1.8	2.3	2.7	3.5
		33	Mariperez	0.70		16.9	23.0	28.0	34.0	47.0
63 Canoas	1.23	34		0.09	0.66	2.3	3.0	3.6	4.3	5.7
		35	Canoas(Sarria)	0.57		14.4	20.0	24.0	28.0	39.0
66 Anauro	3.00	36		0.27	11.64	4.3	6.1	7.4	8.9	12.3
		37	Gamboa	3.07		26.7	31.8	40.9	52.8	83.3
		38		0.19		3.1	4.4	5.4	6.4	8.9
		39	Beatas	0.43		4.7	7.0	9.0	10.0	15.0
		40		0.19		3.1	4.4	5.3	6.4	8.8
		41	Anauro	3.69		21.6	30.0	40.0	50.0	74.0
67 Catuche	2.21	42	Cotiza	3.80	4.77	19.6	33.0	45.0	56.0	83.0
		43		0.27		5.1	7.5	8.9	10.4	14.0
		44	Catuche	4.50		20.2	34.0	47.0	59.0	88.0
69 Caroata	12.45	45	St. Isabel	0.09	0.65	1.5	2.1	2.5	3.0	4.2
		46		0.08		1.3	1.9	2.3	2.7	3.8
		47	Agua Salud	0.48		7.0	10.0	12.2	14.7	20.5
		48	Agua Salud	-		-	-	-	-	-

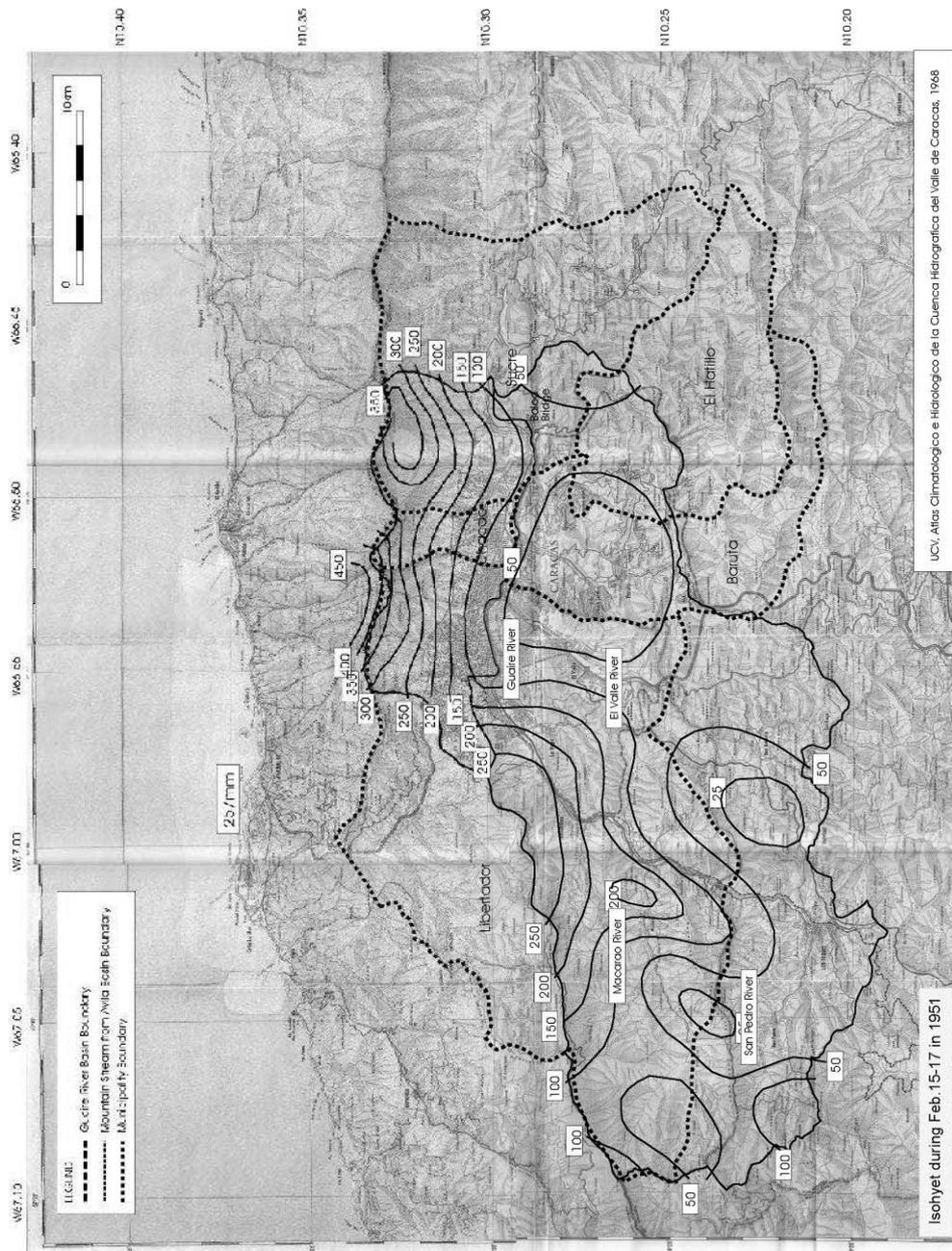
### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas

Location of Rain Gage Station

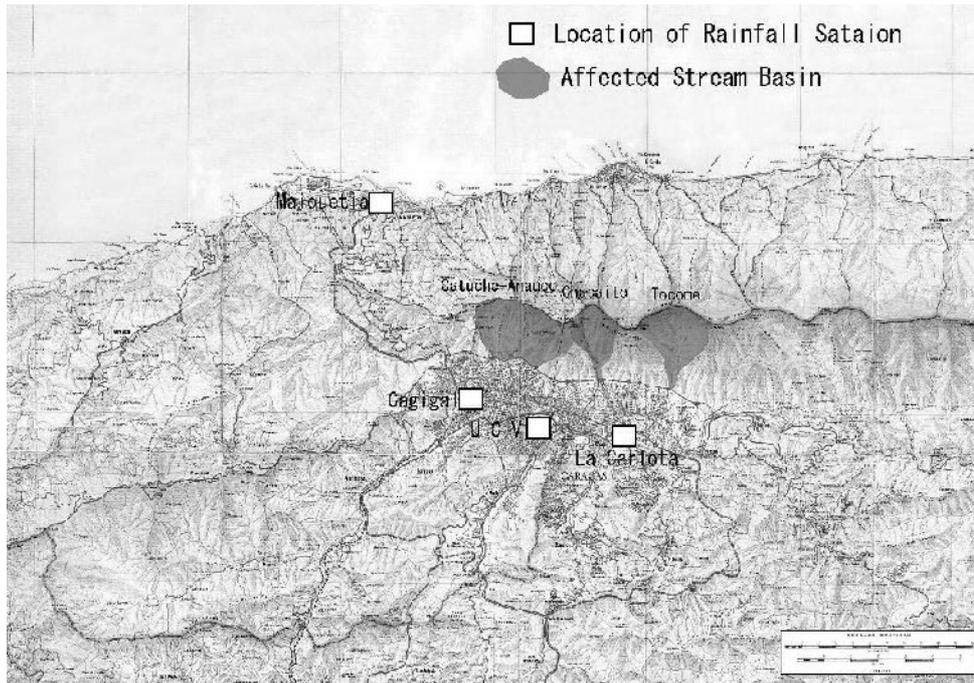


Código	Estación	Organismo	Altura (m)	Latitud	Longitud	Fecha de Instalación
502	Maiquetía (MARN)	MARN	75	103600	665700	1948
503	Maiquetia(FAV)	FAV	43	1031**	6659**	
514	Los Venados	MARN	1540	103219	665341	1992
519	Hotel Humboldt	MARN/UCV	2129	103240	665254	1958
531	Cagigal	MARN/Armada	1042(1035)	103025	665539	1891
539	Ciudad Universitaria	MARN/UCV	884	102941	665312	1949
544	La Carlota	FAV	835	1030**	6653**	
607	San José Avila	MARN	999	103121	665458	1967
622	Teleférico	MARN	1160	103110	665310	1968
626	Los Chorros	MARN	1000	103050	664926	1968
5021	Chacaíto	MARN	1205	103127	665149	1950
5024	Subida Avila	MARN	1000	103121	665457	1948
5027	Caurimare	MARN	965	102519	665329	1949
520	La Salle	MARN	1007	103048	665000	1960
563	La Mariposa	MARN	980	102444	665536	1949
623	La Trinidad	MARN	962	102634	665158	1968
628	Zona Uno(San Martin)	MARN	920	103010	665540	1986
794	Edif. La Paz	MARN	900	103129	665200	1962

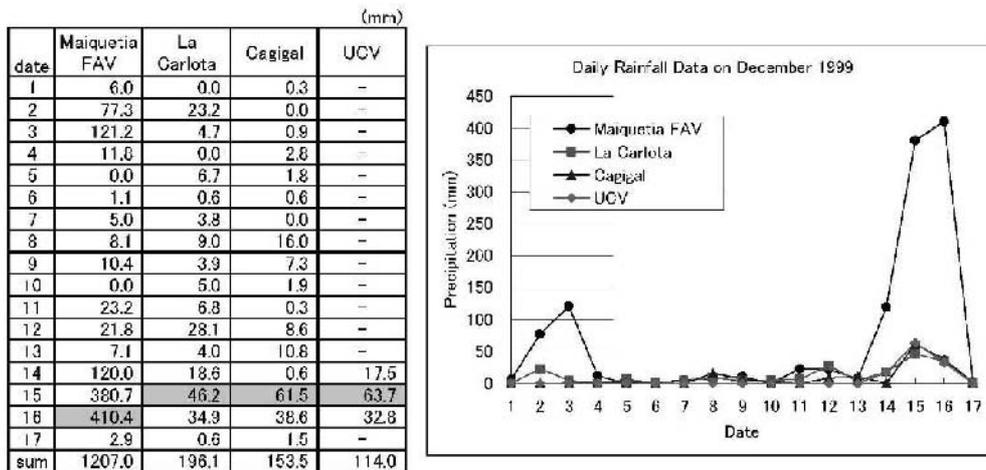
Figura S13-3.1.1 Ubicación de las Estaciones de Precipitación



**Figura S13-3.3.1 Distribución Total de la Precipitación en Febrero de 1951**



Rainfall Stations which operated at the event of December 1999



Daily Rainfall Amount at the event of December 1999

Maiquetia                  Cagigal                  UCV                  La Carlota  
 1560 years                  4 years                  5 years                  1 year

Return Period of the Daily Rainfall in December 1999

**Figura S13-3.3.2 Precipitación durante el Evento de Diciembre de 1999 en y alrededor del Valle de Caracas**

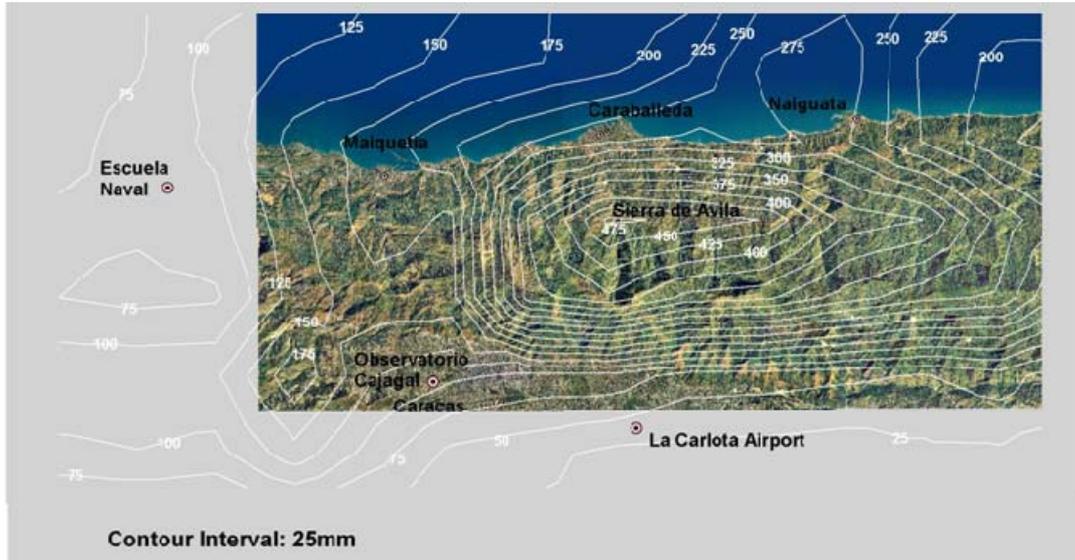


Figura S13-3.3.3 Distribución Total de la Precipitación en Diciembre 1999 (USGS)

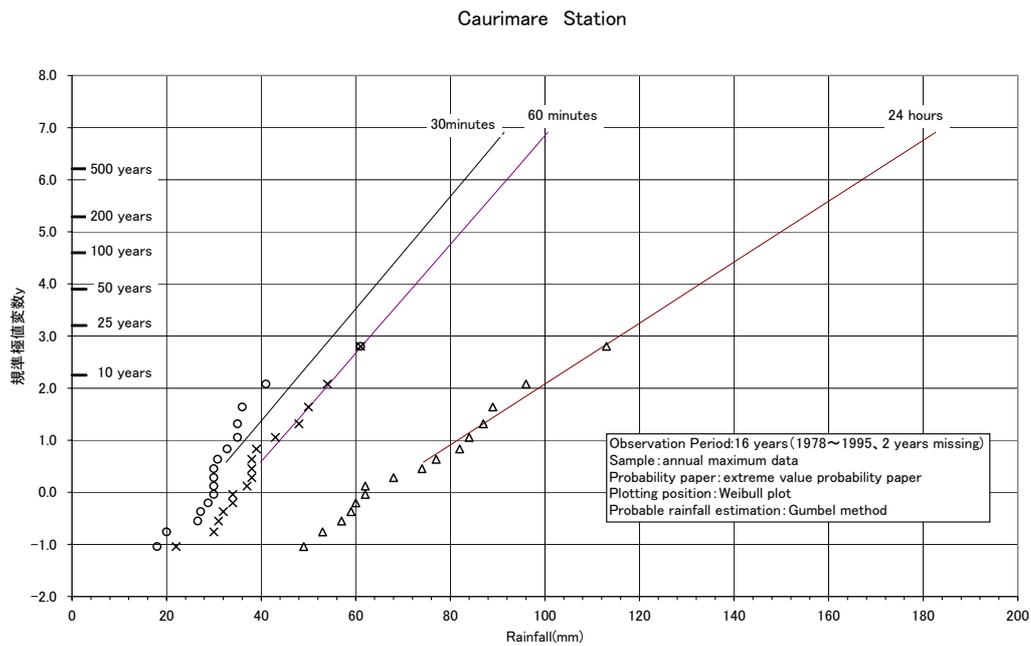
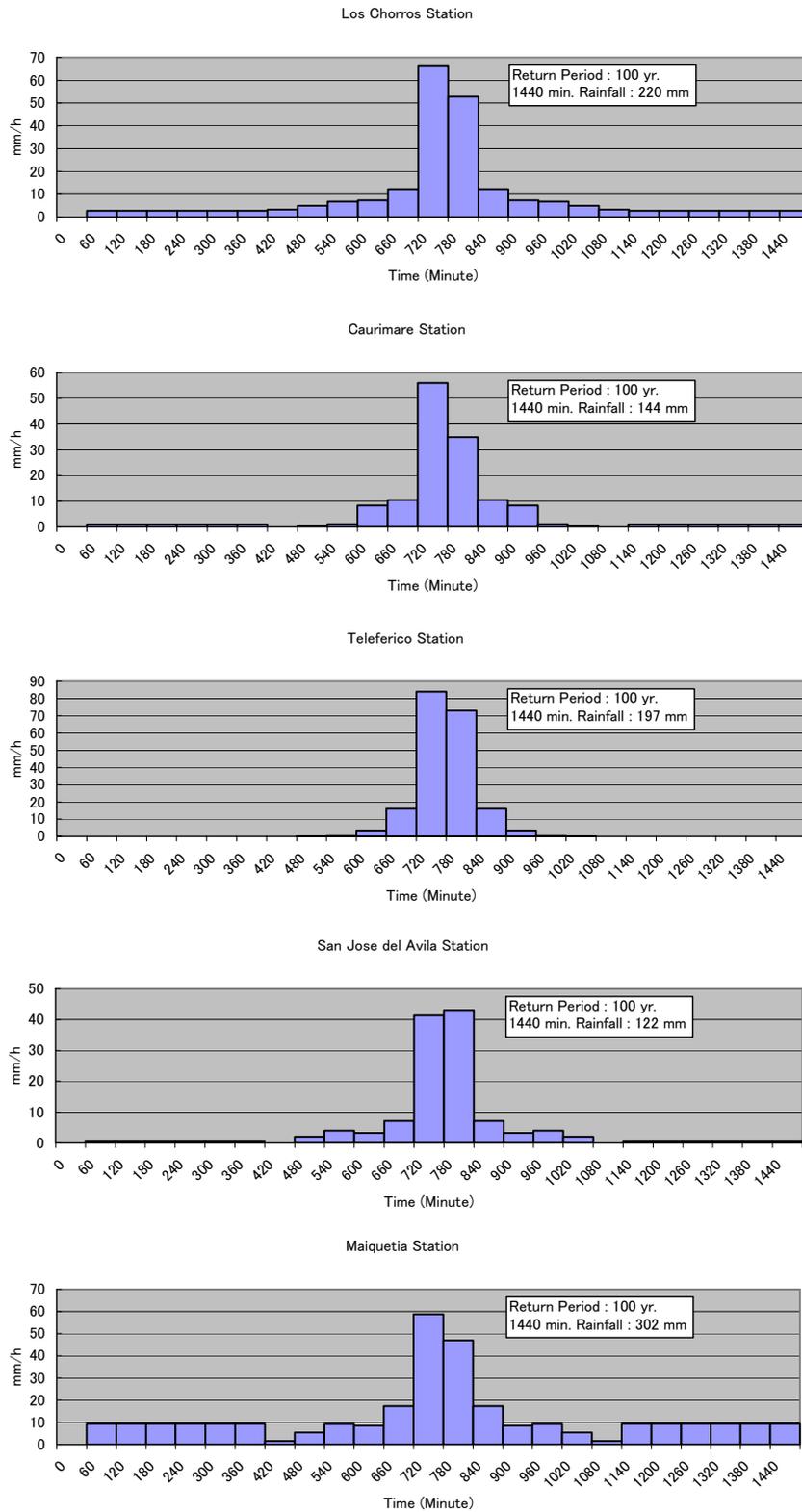
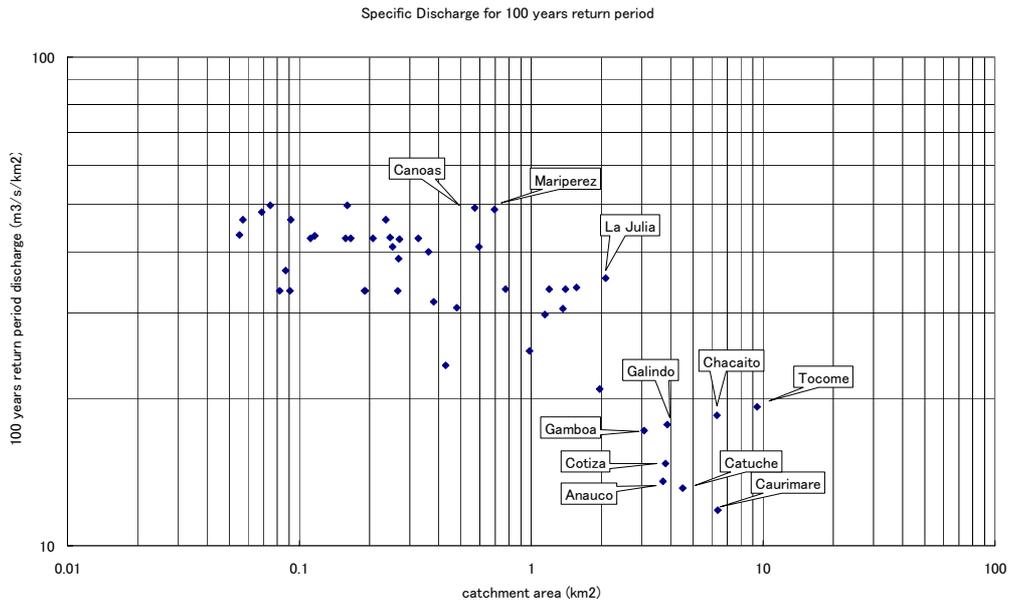


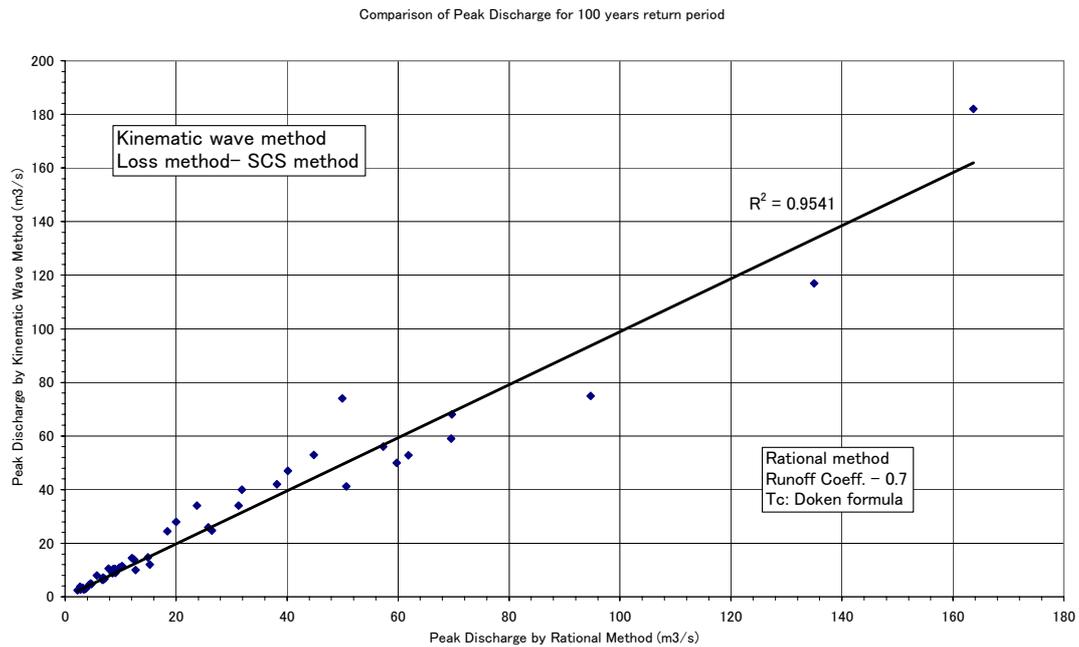
Figura S13-3.4.1 Ploteo de la Precipitación Máxima Anual (Estación de Caurimare)



**Figura S13-3.5.1 Modelo Hietográfico**



**Figura S13-3.5.2 Descarga Especifica para un Periodo de Retorno de 100 años (CGR-Ingeniería)**



**Figura S13-3.5.3 Comparación de una Descarga Pico para un Período de Retorno de 100 Años**

## **CAPÍTULO 4 ANALISIS DE INUNDACIONES**

### **4.1 Evaluación Hidrológica de la Inundación de Diciembre de 1999 en Caracas.**

#### **4.1.1. Precipitación Anual Registrada**

Durante el acontecimiento de la inundación de diciembre 1999, había cuatro (4) estaciones de precipitación funcionando en y alrededor del valle de Caracas. Se ha reportado que en el acontecimiento de 1999, las quebradas de Catuche, de Anauco, de Chacaíto y de Tocomé fueron las principales afectadas por la precipitación. Entre ellas, la quebrada de Catuche y de Anauco sufrieron inundaciones de flujo de escombros en el área urbana debajo de la Cota Mil.

Los datos de precipitación por hora estaban disponibles únicamente en La Carlota durante el acontecimiento. Se registraron 12,2 mm de las 15:00 hrs a las 16:00 hrs. del 15 de diciembre. También como información adicional, en Maiquetía había 72 mm/hora de precipitación en la mañana del 16 de diciembre.

El período de retorno de la precipitación diaria en diciembre de 1999 en el valle de Caracas es menos de 5 años. Estas estaciones están situadas en el área más baja del valle y no representan las condiciones hidrológicas del acontecimiento de diciembre de 1999.

#### **4.1.2. Quebrada de Catuche**

##### **a. Marca de Inundación.**

En el ápice del abanico aluvial de la quebrada de Catuche, llamada sector de Los Mecedores, fue confirmada una marca de inundación, en base a la encuesta conducida por el equipo de estudio de JICA en junio del 2003. El curso de la quebrada en el ápice empezó a serpentear como una curva S y el agua de inundación comenzó a distribuirse río abajo. La profundidad del agua en el sector de Los Mecedores era aproximadamente de 4 m, que corresponde a una elevación de 1.035 m.

##### **b. Estimación de Descarga Pico**

Una simulación hidráulica no uniforme fue conducida para el alcance de Los Mecedores para reproducir el nivel de la marca de inundación y para estimar la descarga máxima en la inundación de diciembre de 1999.

La condición básica para el cálculo hidráulico es como sigue,

Alcance: Sector contracorriente de Los Mecedores (239m en total)

Sección de corte: 6 secciones de corte basadas en el mapa topográfico del año 1984 (escala 1:5,000)

Aspereza de Manning: 0.10

Como resultado del cálculo hidráulico no uniforme, la descarga máxima se puede estimar en aproximadamente 120 m<sup>3</sup>/s.

Posteriormente, la relación entre la descarga de agua y la descarga que contiene el sedimento se puede expresar como sigue,

$$Q_{sp} = \frac{C_*}{C_* - C_d} Q_p$$

Donde  $Q_p$ : descarga pico del agua (m<sup>3</sup>/s),  $Q_{sp}$ : descarga pico conteniendo sedimentos,  $C_*$ : concentración volumétrica del depósito,  $C_d$ : concentración volumétrica del flujo por sedimentos.

La concentración volumétrica del flujo por sedimentos puede ser evaluada como sigue,

$$C_d = \frac{\gamma_w \cdot \tan \theta}{(\gamma_s - \gamma_w)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

Donde  $\gamma_w$  y  $\gamma_s$  son unidades de agua y sedimentos, respectivamente.  $\phi$ : ángulo de reposición del depósito,  $\theta$ : pendiente del lecho de la quebrada. Si el  $C_d$  calculado es mayor que 0.9  $C_*$ ,  $C_d$  es igual a 0.9  $C_*$ , y si el  $C_d$  calculado es inferior que 0.3,  $C_d$  es igual a 0.3.<sup>1</sup>

Como la pendiente del lecho de la quebrada es de 7 grados,  $C_d$  puede ser igual a 0.3. Generalmente  $C_*$  es 0.6, de modo que

$$Q_{sp} / Q_p = 2$$

La descarga pico puede ser evaluada en 60 m<sup>3</sup>/s.

### c. Estimación de la Intensidad de la Precipitación

La intensidad de la precipitación puede ser estimada usando la formula racional.

El área de captación del abanico de Catuche es de 3.9 km<sup>2</sup>, de acuerdo con el diseño del IMF. El tiempo de concentración es

$$T_c = 1.67 \times 10^{-3} \times (L / \sqrt{S})^{0.7}$$

---

<sup>1</sup> Sociedad Japonesa de Ingeniería para el Control de Erosión, Conferencia en Tecnología Sabo, Vol.6-1, pág. 183, Sankaido)

Donde L: longitud de la quebrada principal en metros., S: pendiente media del lecho

$$T_c = 1.67 \times 10^{-3} \times (4,087 / \sqrt{0.22})^{0.7} = 0.95 \text{ hora}$$

Para usar la formula racional

$$Q_p = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

La intensidad de precipitación durante el tiempo de concentración es:

$$r = \frac{3.6 \cdot Q_p}{f \cdot A} = \frac{3.6 \cdot 60}{0.7 \cdot 3.9} = 79 \text{ mm/h}$$

#### 4. 1. 3. Quebrada Chacaíto

##### a. General

Según la encuesta efectuada en junio del 2003, poco sedimento llegó el área urbana debajo de la Cota Mil. Se observa que la concentración del sedimento en el flujo de inundación se puede ignorar para la valoración de la descarga máxima.

##### b. Estimación de la Descarga Pico

De acuerdo con la encuesta, la condición de inundación en la quebrada aguas abajo de la Cota Mil era de 3 m de profundidad por 4 m de ancho, aproximadamente.

Usando la ecuación de Manning:

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

La descarga pico puede ser como sigue,

$$Q = \frac{1}{0.06} \cdot \left( \frac{3 \cdot 4}{3 \cdot 2 + 4} \right)^{2/3} \cdot \left( \frac{1}{11} \right)^{1/2} \cdot 3 \cdot 4 = \frac{1.13}{0.06} \cdot 0.30 \cdot 12 = 68 \text{ m}^3/s$$

Donde la pendiente del lecho es de 5 grados.

##### c. Estimación de la Intensidad de la Precipitación

El área de captación de la quebrada Chacaíto por encima de la Cota Mil es de 6.3 km<sup>2</sup> y la longitud de la quebrada principal y la pendiente media son 5.550 m y 0,26, respectivamente.

El tiempo de concentración y la intensidad de la precipitación son como sigue:

$$T_c = 1.67 \times 10^{-3} \times (5550 / \sqrt{0.26})^{0.7} = 1.11 \text{ hora}$$

$$r = \frac{3.6 \cdot Q_p}{f \cdot A} = \frac{3.6 \cdot 68}{0.6 \cdot 6.3} = 65 \text{ mm/h}$$

#### 4.1.4. Volumen de Sedimentación de la Escorrentía

De acuerdo con la encuesta, el área afectada en la quebrada de Catuche para la inundación de diciembre de 1999 fue mapeada en el mapa topográfico a escala 1:5,000. Del mapa, el volumen de sedimento del depósito de escorrentía fue estimado en aproximadamente 50.000 m<sup>3</sup> dentro del alcance de 500 m del ápice del abanico río abajo.

El volumen de sedimentos de 50,000 m<sup>3</sup> antes mencionado (volumen neto es 30,000 m<sup>3</sup>) puede ser controlado desde un punto de vista hidráulico. Si un triángulo hidrológico con una descarga pico de 120 m<sup>3</sup>/s y una duración de media hora, como se muestra en la Figura S13-4.1.1 se asume que el volumen de sedimentos de escorrentía sería:

$$120(m^3/s) \times 30 \times 60 \times \frac{1}{2} \times 0.3 = 32,400 \text{ m}^3$$

#### 4.1.5. Conclusión

En términos de desastres por inundación de sedimentos en el valle de Caracas registrados, el acontecimiento de diciembre de 1999 fue el peor, al igual que el de febrero de 1951. El desastre por inundación en el área urbana ha ocurrido con más frecuencia hasta ahora, sin embargo, el desastre por sedimento en la parte meridional del Ávila sucedió 2 veces en 49 años.

##### a. Descarga Pico

La descarga pico de las quebradas de Catuche y Chacaíto fueron estimadas en 60 m<sup>3</sup>/s y 68 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. De acuerdo con la descarga probable del informe del CGR, los períodos de retorno son como sigue,

Quebrada	Descarga Pico (m <sup>3</sup> /s)	Período de Retorno (años)
Catuche	60	100
Chacaíto	68	<25

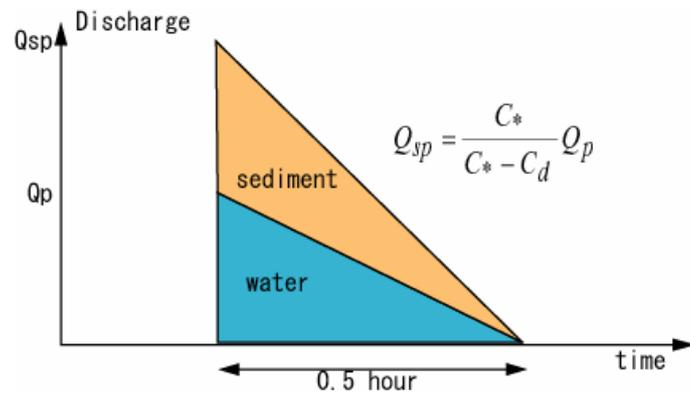
##### b. Precipitación

Las intensidades de precipitación de Catuche y de Chacaíto fueron estimadas en 79 mm./h y 83 mm./h, respectivamente. De este resultado se puede esperar que la precipitación de una intensidad más alta sucediera más en el área de la montaña que en el área más baja del valle de Caracas. Estas cantidades de precipitación son las del área de la montaña, sin embargo, la comparación con la cantidad probable de precipitación de estaciones vecinas es como sigue,

Quebrada	Cantidad de Precipitación durante una Hora (Mm.)	Periodo de Retorno (años)
Catuche	79	100 (Maiquetía) <300 (San José Ávila)
Chacaíto	65	5 (Teleférico) 7(Los Chorros)

Es bastante difícil estimar la duración de la precipitación más larga, tal como precipitación diaria de la descarga máxima. La escala de la inundación de sedimento se relaciona generalmente con la cantidad diaria o precipitación más larga.

Puede ser dicho que el desastre de inundación por sedimentos de diciembre de 1999 en el valle de Caracas es por lo menos un acontecimiento con un período de retorno de 25 años, porque éste fue el acontecimiento histórico después del acaecido en 1951. También en términos de la descarga máxima, la inundación en Catuche fue casi de un período de retorno de 100 años, mientras que la inundación en la parte del este del valle de Caracas, tal como la de Chacaíto, fue un acontecimiento de menor escala.



**Figura S13-4.1.1 Figura Conceptual del Hidrográfico Cargado de Sedimento**

**S14**

**DESASTRE DE SEDIMENTOS HISTORICO**

*"Los desastres naturales no avisan su ocurrencia,  
pero tú si puedes informarte, para prevenir sus consecuencias"*

*Mercedes Bermúdez Matamoros*

ESTUDIO SOBRE  
EL PLAN BASICO DE PREVENCION DE DESASTRES  
EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS

INFORME FINAL

INFORME DE SOPORTE

S14

DESASTRE DE SEDIMENTOS HISTORICO

**CONTENIDO**

CAPITULO 1. GENERAL

CAPITULO 2. DESASTRES POR FLUJO DE SEDIMENTOS

2.1	Historial Resumido -----	S14-2
2.2	Desastre de Febrero de 1951 -----	S14-2
	2. 2. 1. Condiciones Meteorológicas-----	S14-2
	2. 2. 2. Precipitación -----	S14-2
	2. 2. 3. Área Afectada-----	S14-2
2.3	Desastre de Diciembre de 1999 -----	S14-3
	2. 3. 1. Condiciones Meteorológicas-----	S14-3
	2. 3. 2. Precipitación -----	S14-3
	2. 3. 3. Área Afectada-----	S14-4
	2. 3. 4. Costo de los Daños-----	S14-12

## S14

### LISTA DE TABLAS

Tabla S14-2.1.1	Eventos Históricos del Daño causado por el Flujo de Escombros / Sedimentos en Caracas -----	S14-16
Tabla S14-2.3.1	Resumen del Costo de los Daños en Caracas, en Diciembre de 1999 -----	S14-17

**LISTA DE FIGURAS**

Figura S14-2.2.1	Patrón Meteorológico Significativo en 1951 y 1999 -----	S14-18
Figura S14-2.2.2	Distribución de la Precipitación Total del 15 al 17 de Febrero de 1951 -----	S14-19
Figura S14-2.3.1	Precipitación Observada en Diciembre de 1999-----	S14-20
Figura S14-2.3.2	Distribución de la Precipitación Analizada por GOES-8 del 15 al 17 de Diciembre de 1999-----	S14-21
Figura S14-2.3.3	Área Afectada por la Inundación de Diciembre de 1999 en las Quebradas Catuche y Anauco -----	S14-22
Figura S14-2.3.4	Área Afectada por la Inundación de Diciembre de 1999 en la Quebrada Chacaíto -----	S14-23
Figura S14-2.3.5	Área Afectada por la Inundación de Diciembre de 1999 en la Quebrada Tocomé-----	S14-24
Figura S14-2.3.6	Área Afectada por la Inundación de Diciembre de 1999 en la Quebrada Caroata -----	S14-25
Figura S14-2.3.7	Resultado de la Encuesta de Daños del Desastre de Diciembre de 1999 -----	S14-26

## **S-14 DESASTRE DE SEDIMENTOS HISTÓRICO**

### **CAPÍTULO 1. GENERAL**

Para el estudio del último desastre por sedimentos, el equipo de estudio recolectó los materiales relacionados tales como informes de investigación y también condujo la encuesta de campo (encuesta tipo entrevista).

El historial en los acontecimientos de inundación por flujos de sedimento y de escombros en Caracas se resume en los siguientes informes.

- PNUD (Edición 2000), Efectos de las lluvias caídas en Venezuela en diciembre de 1999
- MARN-UNDP-Switz (May 2001), Proyecto PREVENE, Informe Final
- Programa Preventivo y de Actuación en caso de lluvias, 2000, Defensa Civil, DF

Estos informes mencionan las quebradas/los lugares afectados, la fecha ocurrida y algunos datos en daños físicos causados por el flujo de sedimentos y el flujo de escombros en Caracas. De esa información, las características detalladas de los desastres no fueron obtenidas claramente con el fin del estudio de la prevención del desastre del sedimento.

El acontecimiento de diciembre de 1999 en Caracas fue uno de los acontecimientos más significativos de la historia de Caracas. Aunque casi cuatro (4) años pasaron desde ese acontecimiento, los recuerdos de la gente local todavía están frescos, así mismo este acontecimiento es el único significativo que se podía considerar para el estudio de la prevención de desastres por sedimentos debido a la disponibilidad de la información sobre daños. Por lo tanto, la encuesta - entrevista fue conducida por el equipo de estudio en la 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> semana de junio de 2003 para obtener información sobre la condición del flujo de sedimentos en Caracas, especialmente aguas abajo de la Cota Mil.

Para estimar el costo de los daños físicos en Caracas para el desastre de diciembre de 1999, la encuesta sobre daños fue conducida por el equipo de estudio en la 2<sup>da</sup> etapa de trabajo de campo en Venezuela, en 2003.

## **CAPÍTULO 2. DESASTRES POR FLUJO DE SEDIMENTOS**

### **2.1 Historial Resumido**

El informe "PREVENE" describe la historia basada en el contenido del informe anterior del PNUD.

El capítulo 9.2.2 del informe PREVENE menciona el acontecimiento histórico de flujos de escombros/ sedimentos en Caracas. La Tabla S14-2.1.1, derivada del informe PREVENE, muestra el historial de daños por inundación de sedimentos para cada quebrada. La urbanización de Caracas comenzó en el área entre las quebradas de Catuche y de Caroata en el decimosexto siglo. El registro de desastres en épocas tempranas viene de las quebradas de Catuche y de Caroata porque la gente se ubicó solamente en esas áreas.

Según la descripción no ha habido acontecimiento en Caracas, desde su creación en el decimosexto siglo, como el desastre de Vargas en 1999.

La descripción por quebrada y por acontecimiento es absolutamente corta. Para el mismo año y fecha, la descripción no siempre cubre todas las quebradas realmente afectadas.

Entre los acontecimientos del desastre en la tabla antedicha, el de febrero de 1951 y el de diciembre de 1999 fueron los acontecimientos más serios registrados. Para estos dos (2) acontecimientos, los resultados estudiados se describen a seguir.

### **2.2 Desastre de Febrero de 1951**

#### **2.2.1. Condiciones Meteorológicas**

El diagrama superior en la Figura S14-2.2.1 demuestra la distribución de la presión el 17 de febrero de 1951. El frente frío venía del Océano Atlántico occidental y se situaba en la Venezuela septentrional. El frente frío se quedó a través del Mar Caribe trayendo consigo una precipitación prolongada antes del acontecimiento del desastre.

#### **2.2.2. Precipitación**

La Figura S14-2.2.2 muestra la distribución de la precipitación en el área de Caracas entre el 15-17 de febrero de 1951. El área máxima de precipitación se concentró en el lado de Vargas, especialmente en la pendiente debajo del Ávila. No se observaron diferencias notables en la cantidad de precipitación entre el oeste y el este en el área del estudio. La precipitación diaria máxima era de 193,0 mm en Maiquetía, 72,9 mm en Cagigal y 36,2 mm en UCV.

#### **2.2.3. Área Afectada**

Según la Tabla S14-2.2.1 de PREVENE las quebradas afectadas por la inundación de febrero de 1951

fueron distribuidas extensamente por la quebrada Anauco y de Tocomé. Las quebradas afectadas eran las de Anauco, de Chacaíto, de Sebuacán y de Tocomé.

## **2.3 Desastre de Diciembre de 1999**

### **2.3.1. Condiciones Meteorológicas**

El diagrama inferior en la Figura S14-2.2.1 muestra la distribución de la presión el 14 de diciembre de 1999. El frente frío, cuya longitud es de miles de kilómetros, se sitúa en el oeste del Océano Atlántico. Había permanecido en la línea costera de Venezuela por cerca de 20 días. Puede decirse que el patrón del tiempo de diciembre de 1999 era bastante similar al de febrero de 1951.

### **2.3.2. Precipitación**

La precipitación observada en tierra durante el acontecimiento de diciembre de 1999 en Caracas era solamente sobre base diaria según lo demostrado en la Figura S14-2.3.1. Esta figura muestra la localización de las estaciones de precipitación en Caracas. En la estación de la UCV una precipitación diaria de 63,7 mm fue registrada el 15 de diciembre de 1999. Cagigal y La Carlota registraron menos cantidad que la UCV, sin embargo, la precipitación diaria en Maiquetía era de 380,7 mm. Las tres (3) estaciones en Caracas están situadas valle bajo de modo que la precipitación en la montaña de Ávila no está reflejada en esos datos. De hecho, los períodos de retorno para estos 3 datos eran bastante bajos.

Respecto a la precipitación observada en la estación de las FAV de Maiquetía, los datos mostrados en la Figura S14-2.2.3 son los que han sido reportados hasta ahora. Sin embargo, de acuerdo a una fuente, el 15 y el 16 de diciembre el pluviómetro no estaba funcionando apropiadamente, de forma que esos datos no son correctos. Se dice que la precipitación del 15 de diciembre era de 110 mm.

El Servicio Geológico de Investigación de los Estados Unidos (USGS) analizó los datos infrarrojos del satélite GOES-8 para estimar la tasa de precipitación por cada 30 minutos para diciembre 15-17 de 1999, alrededor del área de Venezuela septentrional. Los resultados analizados fueron descargados de la página *Web* de USGS y los datos detallados analizados de precipitación fueron proporcionados al equipo de estudio por un investigador de USGS.

La Figura S14-2.3.2 muestra la distribución total de la precipitación durante diciembre 15-17 de 1999 basados en el análisis GOES-8. El área máxima de precipitación fue concentrada en el lado de Vargas, especialmente en la pendiente debajo del Ávila. El resultado analizado mostró el total de la precipitación por encima de 400 mm que ocurrió en la parte media de la captación San Julián. En el lado de Caracas, cerca de la parte del este del Ávila, tiene precipitación sobre los 300 mm, mientras que en la parte occidental del Ávila, como en la captación de la quebrada Catuche y Cotiza, tenían una precipitación hasta los 200 mm. En términos de comparación entre la cantidad total analizada de

la precipitación y la precipitación total medida para las estaciones de tierra, tienen buenas relaciones en el caso de las estaciones de tierra en Caracas, mientras que la precipitación total de la estación de Maiquetía fue analizada solamente como 200 mm.

Con respecto a la precipitación diaria del 15 y 16 diciembre en la estación de Maiquetía (FAV), se dice que los datos previamente reportados (Figura S14-2.3.1) tenían problemas y en vez de eso la precipitación diaria del 15 diciembre fue de 110 mm. Si esta información se toma como verdadera, los datos analizados de USGS Maiquetía son comprensibles.

En general, se considera que la distribución espacial de la precipitación total era estante similar a la de febrero de 1951.

### 2.3.3. Área Afectada

#### (1) Metodología de la entrevista

Los puntos en el siguiente cuadro fueron entrevistados a los residentes de las casas, especialmente en las quebradas de Caroata, de Catuche, de Anauco, de Chacaíto y de Tocomé y del río de Guaire. El área a lo largo de estas quebradas sufrió, según se informa, daños por la inundación de 1999. Los puntos de la entrevista incluyeron algunas preguntas generales acerca de sus últimas experiencias de inundación para comprobar la frecuencia de la inundación en el área. El número de las casas que se entrevistaron fue de aproximadamente de 10-20 para cada quebrada. Esta entrevista fue conducida *in-situ* por el equipo de estudio de JICA.

GENERAL	INFORMACIÓN HIDROLÓGICA (INUNDACIÓN DE DIC. 1999)	INFORMACIONES DE DAÑOS (INUNDACIÓN DE DIC. 1999)
Nombre de la ciudad	Profundidad de los escombros y agua	Daños a las propiedades
Nombre de los entrevistados	Fecha y hora del pico de la inundación	Razones del daño (inundación, depósito de escombros o destrucción por escombros /agua)
Edad	Dirección del flujo de inundación	Actividades previas de evacuación
Fotos de la casa entrevistada	Diámetro de los escombros depositados	Actividades previas de recuperación
	Árboles incluidos en los escombros	
	Fotos del desastre de 1999	

Número de casas entrevistadas:

	Catuche	Anauco	Chacaíto	Tocomé	Guaire
Número	20	20	15	20	18

## **(2) Resultados de la entrevista en la quebrada de Catuche**

El área afectada por la inundación de diciembre de 1999 fue identificada como se muestra en la Figura S14-2.3.3. El área afectada se distribuye por 3 kilómetros a lo largo de la quebrada de Catuche desde Los Meedores hasta la Ave. Bolívar. Las condiciones de inundación y de los daños varían dependiendo de la distancia del ápice del abanico de la quebrada de Catuche, lo que corresponde a la utilización del suelo a lo largo de la quebrada.

### **Sector Los Meedores**

Esta área está situada en el ápice del abanico de la quebrada de Catuche, de modo que es el área más seriamente afectada. La profundidad del agua alcanzó aproximadamente 5 m y el tamaño máximo del canto rodado fue de 3 m. Debido a la represa natural en el curso de la corriente, el agua de la inundación se extendió por la calle paralela a la corriente principal. El agua y los escombros destruyeron totalmente o parcialmente los ranchitos construidos a lo largo curso de la quebrada. En este sector, el curso natural original de la quebrada fue substituido por la alcantarilla de concreto en los años 80 y las casas fueron construidas desde entonces a lo largo de la alcantarilla, sin embargo, en diciembre 1999 la inundación por sedimento voló sobre la alcantarilla y destruyó esas casas. Otras características significativas del daño fueron las maderas flotantes, escombros de las casas destruidas, y coches corriente arriba que aumentaron el grado de daños río abajo.

Según los resultados de la entrevista, el pico de la inundación fue en la tarde del 15 de diciembre de 1999. A partir de las 7 PM. a las 11 PM. ocurrieron dos (2) picos en términos del nivel de agua. El segundo pico fue el mayor de los 2. No se consiguieron datos de precipitación de corta duración en la sección aguas arriba del acontecimiento. Sin embargo, se puede considerar que el último pico fue ocasionado por la acumulación de agua y de sedimentos en las secciones superiores.

### **Sector Puente Guanabano**

Este tramo está confinado en un valle profundo cuya margen es de cerca de 10 m y cuya anchura inferior mide entre 30 - 70 m, de modo que el área afectada está limitada dentro del valle. Antes de la inundación muchos ranchos se encontraban distribuidos densamente en ambas pendientes de las márgenes. La erosión de la margen causó el derrumbe de las casas.

Momentos antes de diciembre de 1999, el trabajo de construcción de la alcantarilla fue puesto en ejecución debajo del puente de Guanabano. Durante el acontecimiento de diciembre 1999 la inundación por sedimentos ignoró la alcantarilla recién construida y fluyó sobre la alcantarilla.

Básicamente la mayoría de los árboles y de los cantos rodados llegaron hasta esta sección.

Hay dos (2) estructuras de concreto con una altura total de aproximadamente 6 m, en el puente de Guanabano río abajo.

Sector Panteón Nacional

Diferente de los ranchos corriente arriba, ésta es un área comparativamente formal. Existe actualmente un canal de concreto. En 1999 el nivel de la inundación alcanzó la altura del 2<sup>do</sup> piso destruyendo las casas de 2 pisos que se encontraban ubicadas al lado de la quebrada.

Sector entre la Ave. de las Fuerzas Armadas y la Ave. Bolívar

Esta área es una de las más viejas de Caracas, está altamente urbanizada y es un área comercial. La quebrada de Catuche está situada 5 - 10 m debajo de la tierra de modo que la calle no fue afectada por la quebrada de Catuche. Sin embargo, algunos sótanos que funcionaban como estacionamientos y unos almacenes que se encontraban debajo del nivel de la tierra fueron inundados por el agua con sedimento fino. Esto es un daño típico en el área urbana.

### **(3) Resultados de la entrevista en la quebrada de Anauco**

El área afectada por la inundación de diciembre 1999 fue identificada como se muestra en la Figura S14-2.3.3. El abanico aluvial de la quebrada Anauco se compone de la contra corriente- media corriente - corriente abajo de Anauco, del Cotiza y del Gamboa. Las principales áreas afectadas en diciembre 1999 fueron Anauco y Cotiza. El límite aguas arriba para Cotiza, Anauco y Gamboa conectan con el Ávila debajo de la Cota Mil.

La quebrada Cotiza

La actual quebrada había sido substituida por la alcantarilla antes del acontecimiento de la inundación de diciembre 1999. Por lo tanto el ápice original del abanico aluvial fue confinado por las casas construidas en el terraplén al lado de la alcantarilla. El nivel del flujo de sedimento fue elevado por esas casas. El nivel del agua río abajo el puente, cerca de la policía alcanzó 5 m sobre el nivel de la tierra. El contenido del flujo de sedimento era sedimento fino, troncos con vegetación y coches de los tramos aguas arriba.

La quebrada Anauco aguas arriba

La situación y la condición de la inundación de diciembre 1999 en este sector son similares a los de Cotiza. En el sector Bambú la deposición de sedimento alcanzó hasta los segundos pisos de las casas.

Como en Catuche, el pico de la inundación fue la tarde del 15 de diciembre de 1999. A partir de las 7 PM. hasta las 11 PM. había dos (2) picos en términos del nivel de agua. El último pico fue el máximo. También, según la entrevista, antes del 2<sup>do</sup> pico se oyó el rugido del agua que fluía en la alcantarilla.

La quebrada Anauco a media corriente

Esta localidad está entre la confluencia de Cotiza y la contra corriente de Anauco y la Ave. Panteón. La quebrada es estrecha y está hecha de un canal abierto de concreto. En diciembre de 1999, hubo poco sedimento y escombros de las casas destruidas provenientes de corriente arriba. Las casas situadas a lo largo de la margen de la quebrada fueron afectadas en su fundación por la erosión.

La quebrada Anauco corriente abajo

Esta localidad está entre la confluencia de la Ave. Panteón río abajo de la avenida México. Diferente del alcance de la corriente arriba, esta área está canalizada por una alcantarilla hasta la avenida México. El espacio abierto sobre la alcantarilla se utiliza como calle peatonal. En 1999 el flujo de sedimento pasó sobre la alcantarilla y el espacio abierto sobre la alcantarilla se convirtió en quebrada. La Ave. Anauco y la Ave. El Parque, paralelas a la corriente, sufrieron inundación de hasta 1 m. Antes de la Ave. México se pueden reconocer claramente las marcas de inundación en la pared del edificio, a 2 m de altura sobre la calle, aún en 2003. Esto significa que el tiempo de duración fue largo debido a la obstrucción río abajo.

La quebrada Gamboa

El área a lo largo de la quebrada de Gamboa no fue afectada en diciembre de 1999. El límite aguas arriba de Gamboa en Cota Mil es de tipo abierto (puente). La escorrentía con sedimento de la línea divisoria de las aguas de Gamboa era considerada pequeña en diciembre de 1999

#### **(4) Resultados de la entrevista en la quebrada de Chacaíto**

Las áreas de inundación a lo largo de la Qda. Chacaíto y Qda. Chapellín son locales y limitadas. La gente dijo que la precipitación no fue tan fuerte pero que llovió continuamente. La inundación en esta área sucedió a partir de la noche del 15 hasta la mañana del 16 de diciembre.

El área de inundación de la Qda. Chacaíto se puede ver en la Figura S14-2.3.4.

Urb. El Pedregal (Qda. Chacaíto)

Este lugar está en el ápice del abanico aluvial de la Qda. Chacaíto, el agua incluía sedimentos finos y los cantos fluían con fuerza. Actualmente la quebrada se encuentra en la terraza erosionada del depósito del abanico aluvial, de modo que el lecho del canal está muy bajo y las casas están en lo alto. Solamente a una casa, la más baja de esta área, se le inundó el piso (50cm).

#### Urb. Caracas Country Club (Qda. Chacaíto)

En esta área fluyeron rocas grandes (de diámetro de cerca de 1.5m), árboles y sedimentos. El espacio del estacionamiento cerca de la entrada del club de golf se inundó hasta cerca de los 2m. No solamente el estacionamiento, pero también muchos lugares en los *greens* de golf se inundaron, dejando sedimento y árboles caídos en el campo. Tomó de 2 a 3 meses y un costo de 110 millones de bolívares para recuperar todo el campo. En 1993 también hubo inundaciones.

#### Sector Capellán / Urb. El Bosque (Qda. Chacaíto)

La inundación sucedió en los lugares topográficamente bajos. La profundidad era de cerca 1m sobre la calle y a algunas casas se les inundó el piso. La corriente bajó con gran fuerza y algunas paredes se cayeron. El flujo contuvo rocas, árboles y sedimentos. Una casa en Urb. EL Bosque sufrió daños en el cuarto más bajo usado como fábrica. La pared estaba quebrada y se perdieron algunas máquinas. El costo del daño fue de 24 millones de bolívares. En 1993 también hubo inundaciones.

#### Urb. Los Cedros (Qda. Chacaíto)

La corriente bajó fuertemente y el flujo contuvo rocas, árboles y sedimentos, coches y muebles. El agua se desbordó en la entrada de la alcantarilla. La profundidad de la inundación era de cerca de 50cm sobre la calle y más de 1m en el sótano o en el estacionamiento.

#### Urb. El Bosque (Qda. Chacaíto)

Los estacionamientos en la estación de bomberos y en las Residencias Sans Souci se inundaron. La profundidad máxima de la inundación era de 1.85m en la estación de bomberos. La gente dijo que el agua no desbordó la pared del río, pero el agua vino a través del agujero en la pared del río.

#### Sector Chapellin (Qda. Chapellin)

Qda. Chapellin está en la alcantarilla de esta área. El lugar más bajo, el lugar de la confluencia con la Qda. Ávila, se inundó. La profundidad era menos de 1m.

Urb. Las Delicias (Qda. Chapellin)

En 1999 no hubo inundación. La inundación máxima fue la de 1978. La profundidad de la inundación era más de 1m.

**(5) Resultados de la entrevista en la quebrada de Tocomé**

El área de inundación se concentró en la confluencia de la Qda.Tocome y Qda. La Julia (Figura S14-2.3.5). La razón principal de inundación en esta área fue la falla del puente EL Rosario. El puente fue partido por los cantos rodados y por los árboles que fueron llevados por la corriente, llenando la entrada de la alcantarilla de materiales. El agua se desbordó de este punto.

La mayoría de la gente dijo que la precipitación fue continua y que la inundación sucedió a partir de la noche del 15 a la mañana del 16 de diciembre, y alguien dijo hasta el 17.

Urb. Montecristo

El agua desbordada del puente del EL Rosario incluía rocas, árboles, sedimentos e incluso carros. El agua bajó por la calle rápidamente al punto más bajo de esta área marcada por el círculo en el mapa de la figura. La profundidad de inundación en la calle era menos de 1m pero el agua bajó fuertemente. La profundidad de la inundación en el punto marcado era más de 1m. La inundación continuó por 2 días. Los sedimentos y los carros permanecieron después de la inundación.

Boleita Norte

Las fábricas y las casas de apartamento en esta área fueron inundadas por el agua desbordada de la calle Trans. 5 y la Ave. Rómulo Gallegos. La profundidad de inundación era menos de 1m, pero se depositaron sedimentos.

Centro Juvenil Don Bosco

El agua desbordada vino de la Ave. Rómulo Gallegos. La cancha de deportes de esta escuela, situada más abajo que la calle, tuvo una inundación de 1.5m. Esta cancha no se pudo utilizar por cerca de 1 año debido a los sedimentos, árboles y escombros de las paredes caídas.

Urb. Los Chorros

Solamente algunas casas a lo largo de la corriente se inundaron. Una casa tenía una inundación en el piso superior y otros tenían inundaciones solamente en el sótano.

**(6) Resultados de la entrevista en la quebrada de Caroata.**

El área de inundación de la quebrada de Caroata se puede ver en la Figura S14-2.3.6.

**Qda. Agua Salada**

El área de inundación a lo largo de la Qda. Agua Salada se limita a San Antonio. La profundidad máxima de inundación era de 1.8m sobre la alcantarilla, e incluía basura y árboles. La gente dijo que el daño de la inundación llegó a ser peor después de la construcción de la alcantarilla.

**Qda. Agua Salud**

Qda. Agua Salud consiste en tres quebradas. La sección aguas arriba de la quebrada principal fue severamente dañada. La gente dijo que la duración máxima de la inundación fue cerca de 20 minutos a una (1) hora, alrededor de las 10 PM. del 15 de Diciembre.

**Campo Elías**

La profundidad de inundación era de 1.7m a los 2.8m e incluía sedimentos y rocas (de diámetro de cerca de 1.0m). Algunas casas, sótanos y paredes fueron destruidos. Había llovido por 3 días consecutivos antes del desastre. Todavía hay algunas casas cubiertas con sedimentos. La gente dijo que la conexión entre el canal y la alcantarilla no era fácil y la están modificando por sí mismos.

**Detrás de la estación de policía**

La profundidad de inundación era de 0.6m a 1.8m sobre el piso e incluía sedimento y rocas (diámetro alrededor de 50cm). Las casas inundadas en esta área están muy cerca de la corriente. La gente dijo que llovió todo el día.

**Calle Real**

El agua salía por el drenaje de la calle. La profundidad del agua era alrededor de 20cm, pero la velocidad era muy alta. El agua llegó a la comisaría de policía.

**Quebrada Curazaito**

La tapa de la alcantarilla es más alta que el nivel del piso. La profundidad de inundación era de cerca de 60cm sobre el piso. El agua contenía cantidades pequeñas de sedimentos.

**Av. Principal Manicomio**

La inundación era de 30 cm. sobre el nivel del piso.

Altos de Lidice

El agua vino de la montaña a través del canal escarpado, bajando hacia la calle.

Las casas en esta área son aproximadamente 3m más altas que el lecho del río. Pero el sótano de algunas casas fue afectado.

Hay una alcantarilla debajo del puente El Carmen. Solamente la casa en la alcantarilla fue afectada.

Polvorín

El río fluye muy bajo en esta área. Solamente las casas en esta área están cerca del río. La profundidad de inundación era de cerca de 1m.

Qda.Caroata

En caso de la Qda.Caroata, la gente dijo que ninguna inundación ocurrió en diciembre de 1999. Solamente en el área de Catia hubo una inundación regular debido al pobre drenaje. La profundidad máxima de inundación fue de cerca de 70cm.

#### **(7) Resultados de la entrevista en el río Guaire**

Básicamente no hubo área seriamente afectada en diciembre de 1999 a lo largo del río de Guaire.

La inundación máxima histórica a lo largo del río de Guaire es del 18 de septiembre de 1980. El sector California Sur sufrió una inundación de 16 hectáreas y de 3.1 m de profundidad.

#### **(8) Otras informaciones sobre daños en Caracas en diciembre de 1999**

Evacuación

Según un resultado de la entrevista, el 7 de enero del 2000, después del desastre, entre 50 y 70 familias se vieron afectados en un sector del Catuche y fueron evacuadas a algunas bases militares tales como Fuerza Tiuna, Maracay por orden de gobierno nacional por 1 año. La vida diaria en las bases militares fue apoyada financieramente por el gobierno nacional.

Según un resultado de la entrevista en Anauco, enseguida después del desastre, la gente afectada evacuó a escuelas próximas y en enero del 2000 el gobierno nacional ordenó a la gente

afectada evacuar hacia algunas bases militares tales como Palo Negro y El Tigre, en Anzoátegui, durante 10 a 11 meses. El gobierno nacional ofreció casas nuevas para las 700 familias afectadas en El Tigre, pero algunas familias rechazaron vivir en las casas proporcionadas. Treinta familias entre las 83 familias afectadas volvieron de El Tigre.

Costo del daño

En la entrevista algunas personas respondieron sobre el costo del daño de la forma siguiente,

Nombre de la Quebrada	Tipo de Daño	Costo del Daño
Catuche	Muebles y pared de una casa parcialmente destruida	1 millón a varios millones de Bs. (2000)
Anauro	Casa totalmente destruida	1 millón Bs. (2000)
Anauro	Precio de una nueva casa	25 millón Bs. (2003)

Estas casas están ubicadas en zonas no urbanas

Una fuente reportó que el daño a casas y personas era como sigue,

Área	Casas		Personas	
	Afectadas	Destruídas	Afectadas	Heridas
Distrito Federal	4,500	1,545	17,500	10,000

Fuente: Tabla 8.2 de "Efectos de las lluvias caídas en Venezuela en diciembre de 1999"

Daños a caminos

La Ave. Urdaneta, la Ave. México, la Ave. Bolívar, Ave. Este 10 y la Ave. Libertador se vieron afectadas por el flujo de escombros de la quebrada Anauro (fuente Tabla 8.5 de "Efectos de las lluvias caídas en Venezuela en diciembre de 1999")

Daños al sistema de agua

La distribución del sistema de agua de la Candelaria, Maripérez, Guacaipuro, Los Chorros y Sarria se vio afectada. (Fuente Tabla 8.6 de "Efectos de las lluvias caídas en Venezuela en diciembre de 1999")

## 2. 3. 4. Costo de los Daños

### (1) Metodología de la Encuesta de Daños

#### 1) Objetivo

Este estudio tiene como objetivo la estimación en moneda nacional y en US\$, de los daños ocurridos en las inmediaciones de las quebradas Anauco, Catuche, Tocomé, Caroata, y Chacaíto, durante la inundación de diciembre de 1999.

## 2) Metodología

Los mapas topográficos digitales serán utilizados para delinear la información siguiente:

- Área afectada
- Áreas (informales) urbanas (formal) y no urbanas
- En el área no-urbana los sectores A, B, y C serán mostrados
- El área de cada Parroquia será mostrada
- Los barrios serán mostrados con su nombre

Las **áreas afectadas** de las cuencas Catuche, Anauco y Caroata preparado por el departamento de bomberos fueron referidas. También fue utilizado como referencia el estudio del área afectada realizado por el equipo de estudio de JICA en Chacaíto y Tocomé.

El estudio separó o distinguió el área urbana afectada por la inundación del área no-urbana. El **área urbana** se considera la parte del río donde las edificaciones se construyen según la regulación del distrito, donde existen documentos formales de propiedad en el catastro, y donde se requiere un permiso de construcción y la supervisión del proceso de construcción por el departamento de ingeniería del gobierno municipal. El **área no-urbana** se considera la parte del río donde la población vive en los "ranchos", donde las edificaciones se construyen sin seguir las debidas regulaciones, sin estudios de ingeniería, ni permisos del distrito ni documentación de propiedad.

El estudio determinó el tipo de daño sufrido en cada cuenca indicando si fue:

- Destrucción total
- Destrucción parcial
- Poca inundación con poco sedimento en el piso

En el área urbana así como en el área no-urbana de cada cuenca, el tipo de edificio será identificado como:

- Residencial
- Comercial o
- Público

Estimación del precio del daño en las áreas no urbanas

En el área no-urbana el precio del edificio depende principalmente de su localización. La gente allí está dispuesta a pagar más por un edificio que esté situado en un área más segura, y más cercano a la ciudad formal, que por un edificio situado en otro sitio. Por lo tanto, el precio unitario de daños será establecido por sectores (A, B, y C) y posteriormente será determinado el precio total de daños.

Se presentará un estudio para estimar los daños a los automóviles en cada cuenca.

La encuesta en el área urbana incluirá el sótano de los diversos edificios afectados.

#### Estimación de los precios

La valoración del precio de los daños para el área no-urbana será basada en un examen para realizarse en cada lecho. El consultor recolectará la información de la gente que vive en los diversos sectores de cada lecho para determinar el precio unitario por sector, en bolívares de diciembre de 1999. El consultor también proporcionará, cuando esté disponible, el costo a las autoridades venezolanas para proporcionar viviendas nuevas a la gente. Es importante estar consciente de los hechos siguientes para las áreas no-urbanas:

- No hay información registrada sobre el valor de los ranchos.
- Su estilo de construcción varía significativamente de uno a otro,

El problema que enfrenta el gobierno es proporcionar una nueva vivienda que no sea similar al tipo anterior, sino que sea de "tipo formal" (de interés social), lo cual es diferente y más costoso.

#### Precio total del daño

El precio total de los daños será la suma de todos los precios unitarios indicados arriba, multiplicado por el número de las unidades dañadas en cada categoría. Este monto será presentado en una tabla sumaria para cada cuenca, por Parroquia. Todos los diversos componentes serán identificados. Será mostrado en bolívares de diciembre de 1999, y el valor equivalente en US\$. Una tabla final del resumen para las cinco cuencas del estudio será preparada.

## **(2) Resultados de la encuesta de daños**

### Casas afectadas / Propiedades

El número de casas y de propiedades afectadas es de 977 en Catuche, 993 en Anauco (el total de Anauco, Cotiza y Gamboa), 10 en el Chacaíto, 92 en el Tocomé y 37 en Caroata. En

términos del número afectado, la mayoría del daño se concentró en el Catuche y el Anauco en el desastre de diciembre de 1999, áreas que se componen de casas pequeñas, tipo informal.

En Catuche, el número de casas totalmente destruidas es de 218, lo que es un 22 % del total. En Anauco el número de casas totalmente destruidas es de 321, lo cuál es 32 % del total.

#### Precio de daño unitario

El precio de los daños para una casa totalmente destruida en el área no-urbana en Catuche y en Anauco va de 5 millones de Bs. a 15.5 millones de Bs., precios de 1999. En el caso de Chacaíto, Tocomé y Caroata el daño para la casa totalmente destruida es de 9.5 millones de Bs. Tomado de un número reducido de muestras. Estos precios incluyen los muebles.

Después del desastre en 1999 el gobierno condujo el programa de re-localización de las casas afectadas, del área no-urbana al área urbana preparando casas de apartamentos. En el caso de Catuche, el costo de re-localización por familia (casa) fue de 23 millones de Bs. en 1999. Esto se puede utilizar como índice para evaluar el costo para la alternativa del mejoramiento del canal.

En el área urbana, el daño para la casa totalmente destruida fue estimado basándose en la publicación "Reporte Inmobiliarios AKROS, Nov. 1999". La publicación muestra el valor real para una casa específica tal como la superficie y el precio por m<sup>2</sup>. Para el área comercial el precio fue fijado en 140 % del residencial. Este porcentaje fue obtenido por la comparación de muchos casos en Caracas.

#### Precio total de daño

El precio total del daño para las 5 quebradas es como sigue,

Unidad: Millón Bs. en 1999 (1US\$=558Bs.)

Quebrada Afectada en 1999	Área No Urbana	Área Urbana	Total
Catuche	2,953 (5.3)	664 (1.2)	3,617 (6.5)
Anauco (Cotiza, Gamboa)	2,700 (4.8)	1,618 ((2.9)	4,318 (7.7)
Chacaíto	38 (0.07)		38 (0.07)
Tocomé	199 (0.36)		199 (0.36)
Caroata	208 (0.37)		208 (0.37)

El daño en diciembre 1999 ocurrió principalmente en las quebradas de Catuche y de Anauco. También el daño en esas 2 quebradas se concentró en el área no-urbana. El daño en otras quebradas es pequeño, menos de 10 % de Catuche y de Anauco. El resultado detallado de la encuesta de daños se muestra en la Tabla S14-2.3.1 y la Figura S14-2.3.7.

**Tabla S14-2.1.1 Eventos Históricos del Daño causado por el Flujo de Escombros / Sedimentos en Caracas**

Año-Fecha	Caroata	Catuche	Anauro	Maripérez	Chacao/Chacaito	Sebuacán	Tócome	Caurimare
1781		2 puentes destruidos						
1812			inundación					
1830		derrumbe						
1833							Vía férrea destruida	
1842								Camino interrumpido
1847	1 puente destruido							
1866		Represa destruida						
1878/10/04	1 puente destruido							
1932/3/9	1 puente destruido							
1951/2/17			100 casas inundadas y 10 personas muertas		1 persona muerta	1 casa destruida y un viejo dique derrumbado que arrasó 15 ranchos	24 casas destruidas	
1974/10/1			Edificaciones dañadas					
1975/10/30						edificios dañados		
1976/10/9 y 10.11			60 familias afectadas	40 casas informales destruidas	15 casas destruidas			Daño en Hospital
1976/11/9								Daño en Hospital
1977/11/21			80 casas dañadas					
1978/4/9								Daño en Hospital
1978/10/8			algunas casas informales destruidas		8 casas informales destruidas			
1978/11/11						3 edificios inundados		
1979/8/23						25 carros enterrados en escombros		
1979/9/3			Puente derrumbado					
1979/9/28			Estación Eléctrica dañada					
1980-Sep.								California Sur cerca del Rio Guaire afectada
1993-Ago. (Depresión Tropical)					Inundación			
1999-Dec.	Inundación de Sedimentos	Inundación de Sedimentos	Inundación de Sedimentos		Inundación Local		Inundación Local	

Fuente: UNDP-MARN, Proyecto PREVENE, Informe Final, pp. 128

Nota: Información sobre 1999, 1980 y 1993 fue agregado por Equipo de Estudio JICA.

**Tabla S14-2.3.1 Resumen del Costo de los Daños en Caracas, en Diciembre de 1999**

Precio Unitario del Daño

Área No-Urbana Unidad:Bs./1 casa

Nombre de Quebrada	Totalmente Destruida			Parcialmente Destruida			Inundación		
	Sec. A	Sec. B	Sec. C	Sec. A	Sec. B	Sec. C	Sec. A	Sec. B	Sec. C
Catuche	15.500.000	8.000.000	5.000.000		3.000.000			1.000.000	
Anauro	15.500.000	8.000.000	5.000.000		3.000.000			1.000.000	
Chacaito		9.500.000			3.500.000			1.000.000	
Tócome		9.500.000			3.500.000			1.000.000	
Caroata		9.500.000			3.500.000			1.000.000	

Área Urbana Unidad:Bs./m2

Nombre de Quebrada	Totalmente Destruida			Parcialmente Destruida			Inundación		
	Residencial	Comercial	Pública	Residencial	Comercial	Pública	Residencial	Comercial	Pública
Catuche	277.000	388.000	388.000		50.000			10.000	
Anauro	530.000	742.000	742.000		50.000			10.000	
Chacaito	547.000	766.000	766.000		50.000			10.000	
Tócome	520.000	728.000	728.000		50.000			10.000	
Caroata	213.000	298.000	298.000		50.000			10.000	

Número de Casas Afectadas

Área No-Urbana Unidad: nos.

Nombre de Quebrada	Totalmente Destruida			Parcialmente Destruida			Inundación			Total
	Sec. A	Sec. B	Sec. C	Sec. A	Sec. B	Sec. C	Sec. A	Sec. B	Sec. C	
Catuche	4	214	0	12	154	44	36	481	32	977
Anauro	3	29	289	10	68	74	37	2	481	993

Área Urbana y No-Urbana Unidad: nos.

Quebrada	Totalmente Destruida	Parcialmente Destruida	Inundación	Total
Chacaito	3	1	6	10
Tócome	12	2	78	92
Caroata	13	24	0	37

Área Afectada en el Área Urbana Unidad: m2

Quebrada	Totalmente Destruida	Parcialmente Destruida	Inundación	Total
Catuche	675	4.052	27.441	32.168
Anauro	140	23.781	35.497	59.418

Costo del Daño

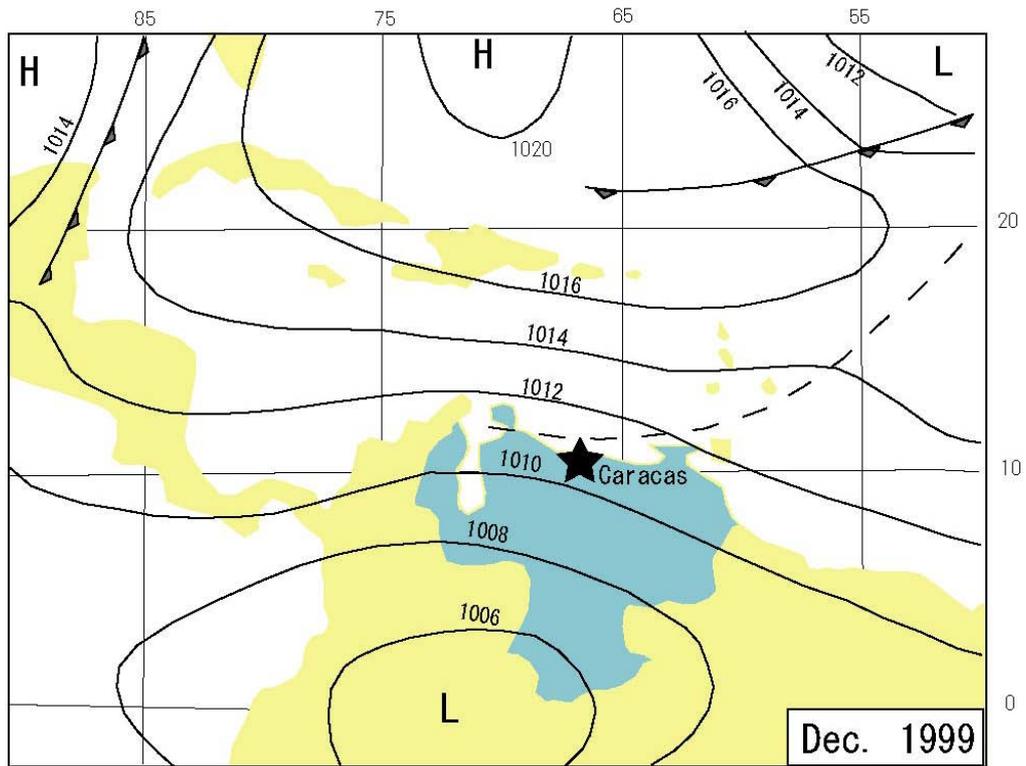
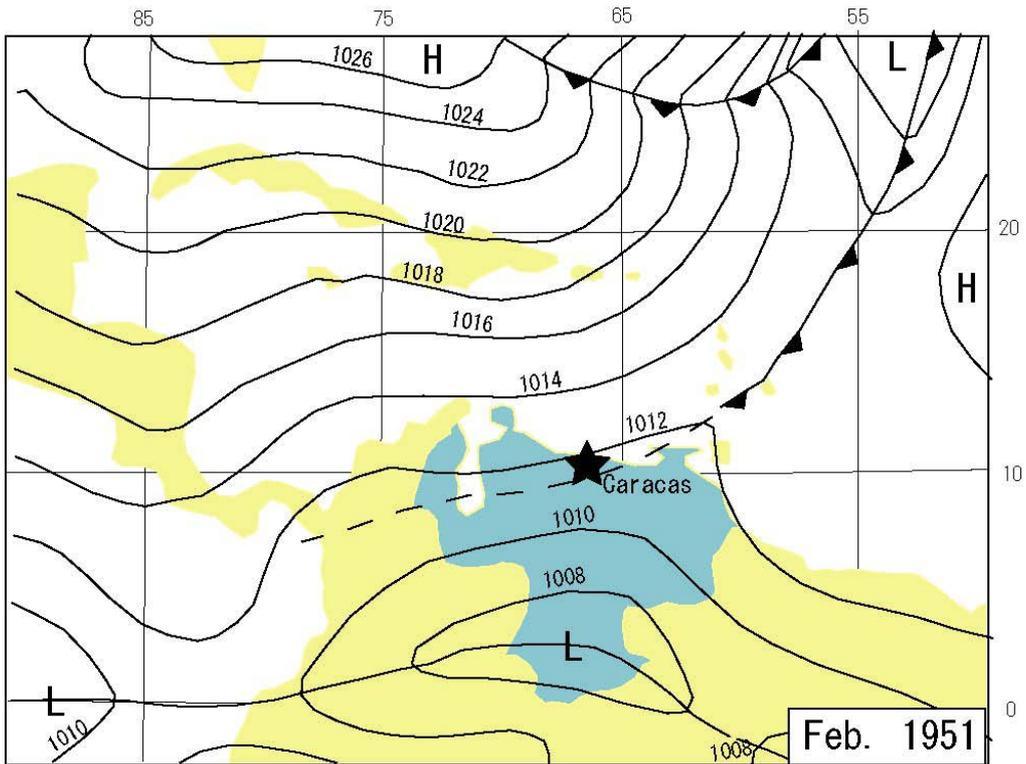
Área No-Urbana Unidad: Bs.

Nombre de Quebrada	Totalmente Destruida			Parcialmente Destruida			Inundación			Total
	Sec. A	Sec. B	Sec. C	Sec. A	Sec. B	Sec. C	Sec. A	Sec. B	Sec. C	
Catuche	62.000.000	1.712.000.000	0	36.000.000	462.000.000	132.000.000	36.000.000	481.000.000	32.000.000	2.953.000.000
Anauro	46.500.000	232.000.000	1.445.000.000	30.000.000	204.000.000	222.000.000	37.000.000	2.000.000	481.000.000	2.699.500.000
Chacaito										
Tócome										
Caroata										

Área Urbana Unidad: Bs.

Quebrada	Totalmente Destruida	Parcialmente Destruida	Inundación	Total
Catuche	186.975.000	202.600.000	274.410.000	663.985.000
Anauro	74.200.000	1.189.050.000	354.970.000	1.618.220.000
Chacaito	28.500.000	3.500.000	6.000.000	38.000.000
Tócome	114.000.000	7.000.000	78.000.000	199.000.000
Caroata	123.500.000	84.000.000	0	207.500.000

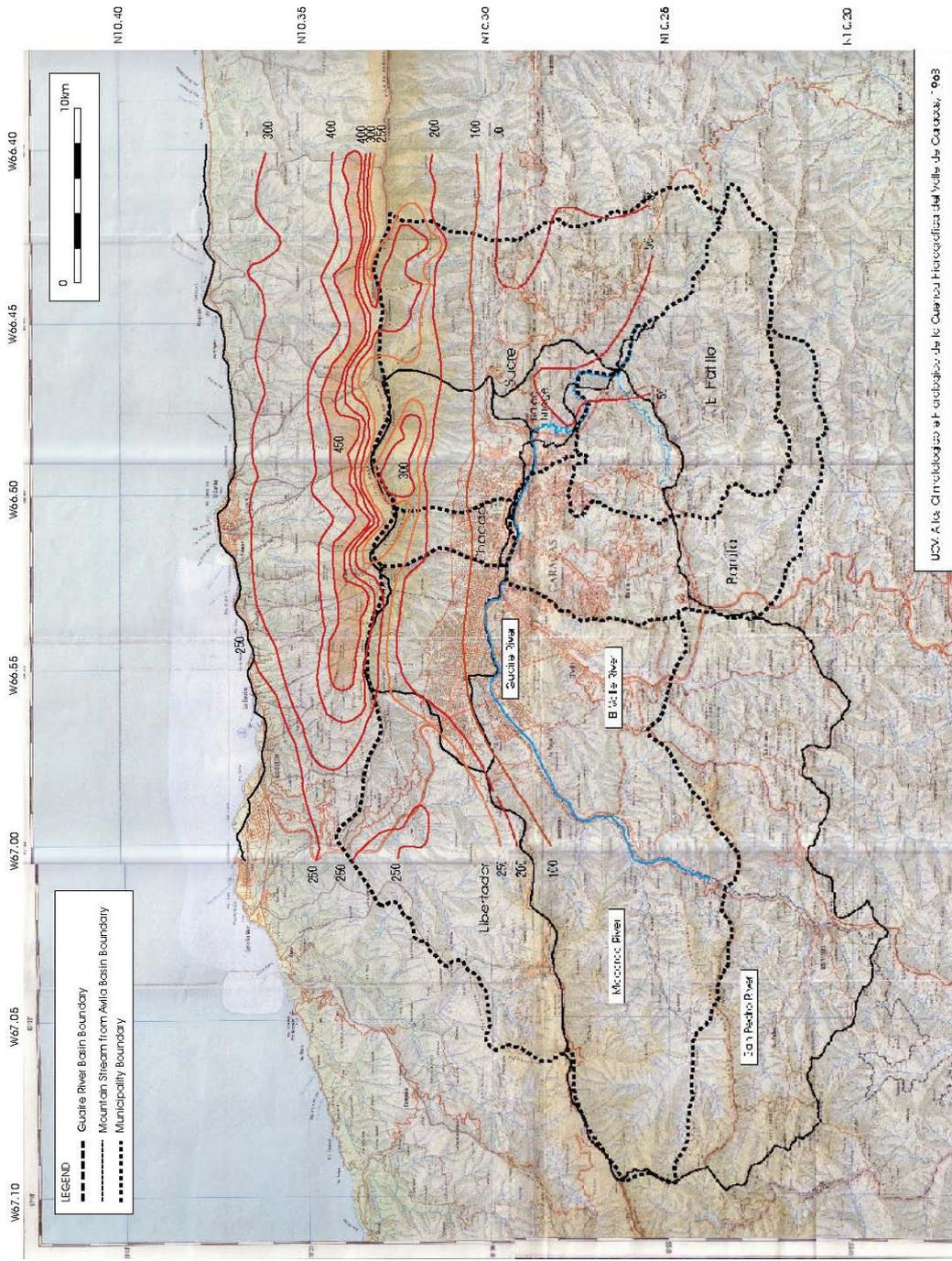
Gran Total 8.379.205.000



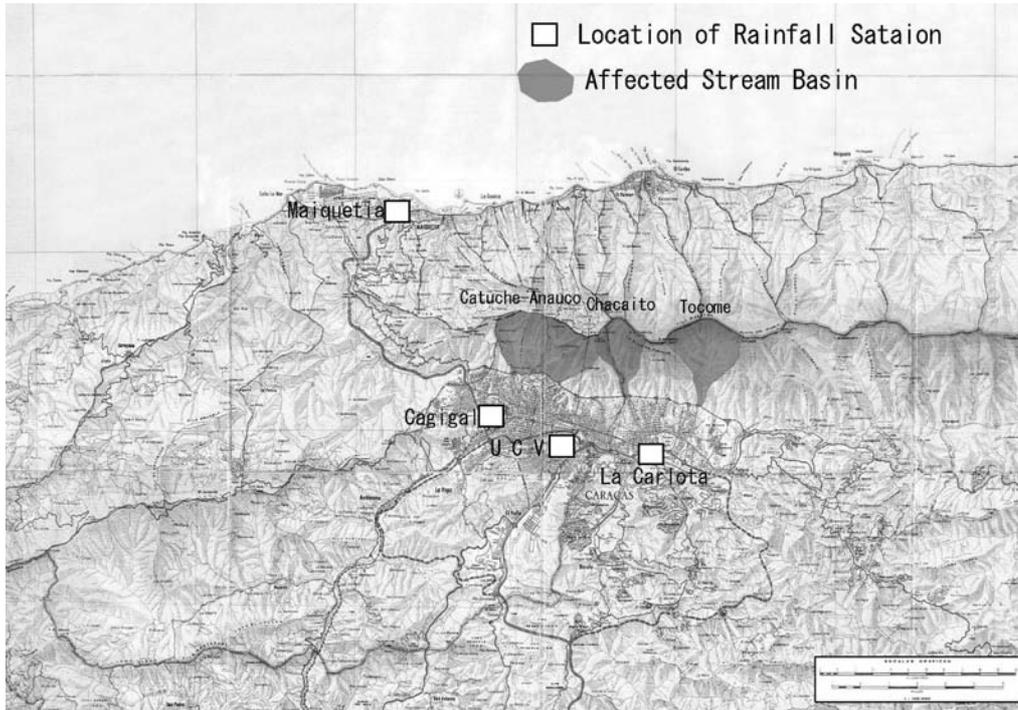
source: MARN

Fuente: MARN

**Figura S14-2.2.1 Patrón Meteorológico Significativo en 1951 y 1999**



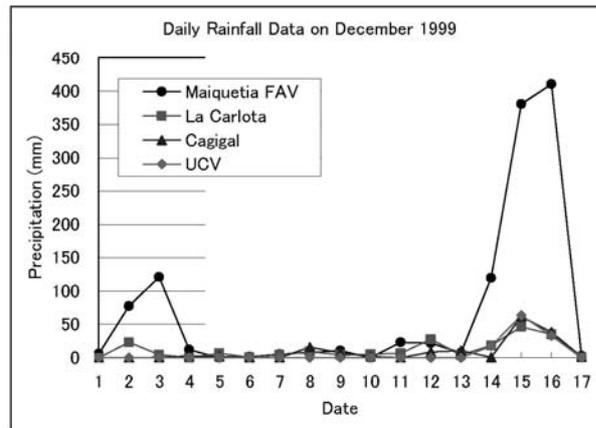
**Figura S14-2.2.2 Distribución Total del 15 al 17 de Febrero de 1951**



Rainfall Stations which operated at the event of December 1999

(mm)

date	Maiquetia FAV	La Carlota	Cagigal	UCV
1	6.0	0.0	0.3	-
2	77.3	23.2	0.0	-
3	121.2	4.7	0.9	-
4	11.8	0.0	2.8	-
5	0.0	6.7	1.8	-
6	1.1	0.6	0.6	-
7	5.0	3.8	0.0	-
8	8.1	9.0	16.0	-
9	10.4	3.9	7.3	-
10	0.0	5.0	1.9	-
11	23.2	6.8	0.3	-
12	21.8	28.1	8.6	-
13	7.1	4.0	10.8	-
14	120.0	18.6	0.6	17.5
15	380.7	46.2	61.5	63.7
16	410.4	34.9	38.6	32.8
17	2.9	0.6	1.5	-
sum	1207.0	196.1	153.5	114.0

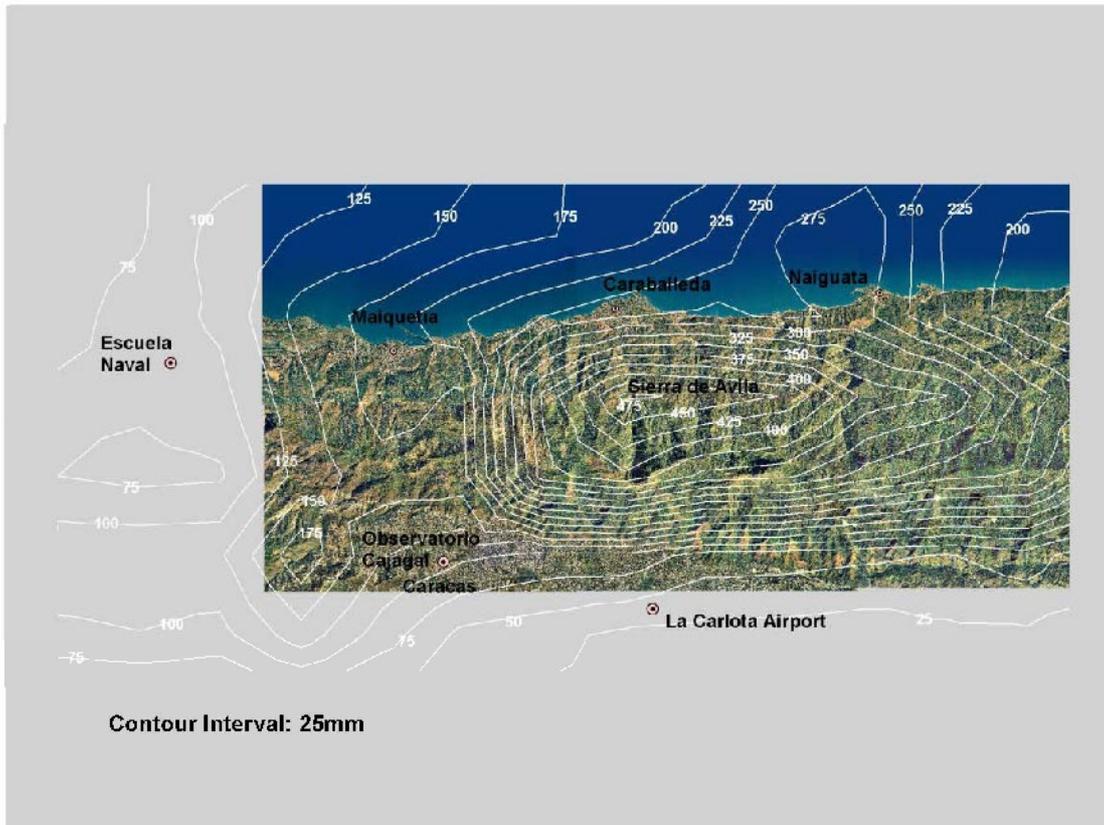


Daily Rainfall Amount at the event of December 1999

Maiquetia	Cagigal	UCV	La Carlota
1560 years	4 years	5 years	1 year

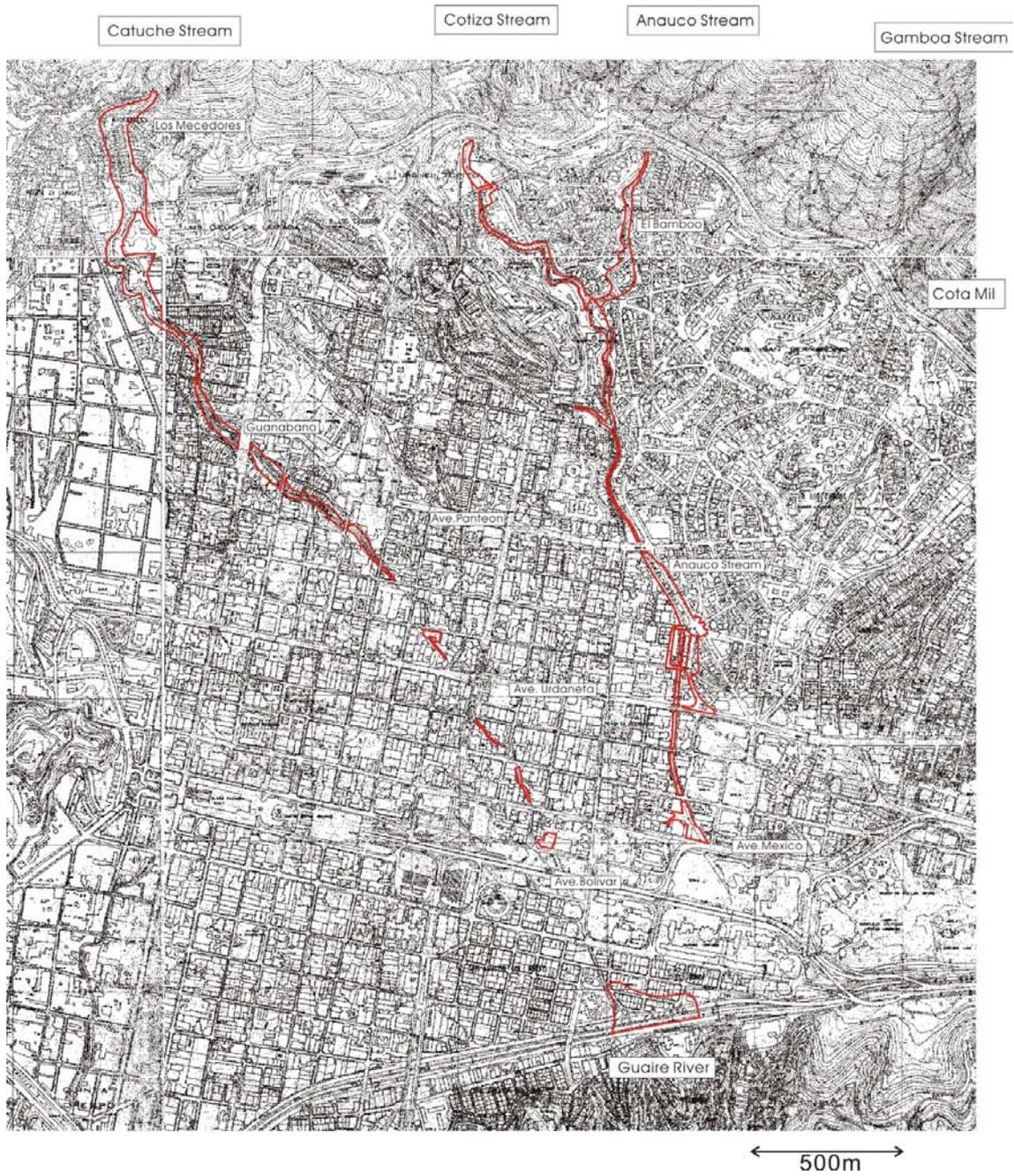
Return Period of the Daily Rainfall in December 1999

**Figura S14-2.3.1 Precipitación Observada en Diciembre de 1999**

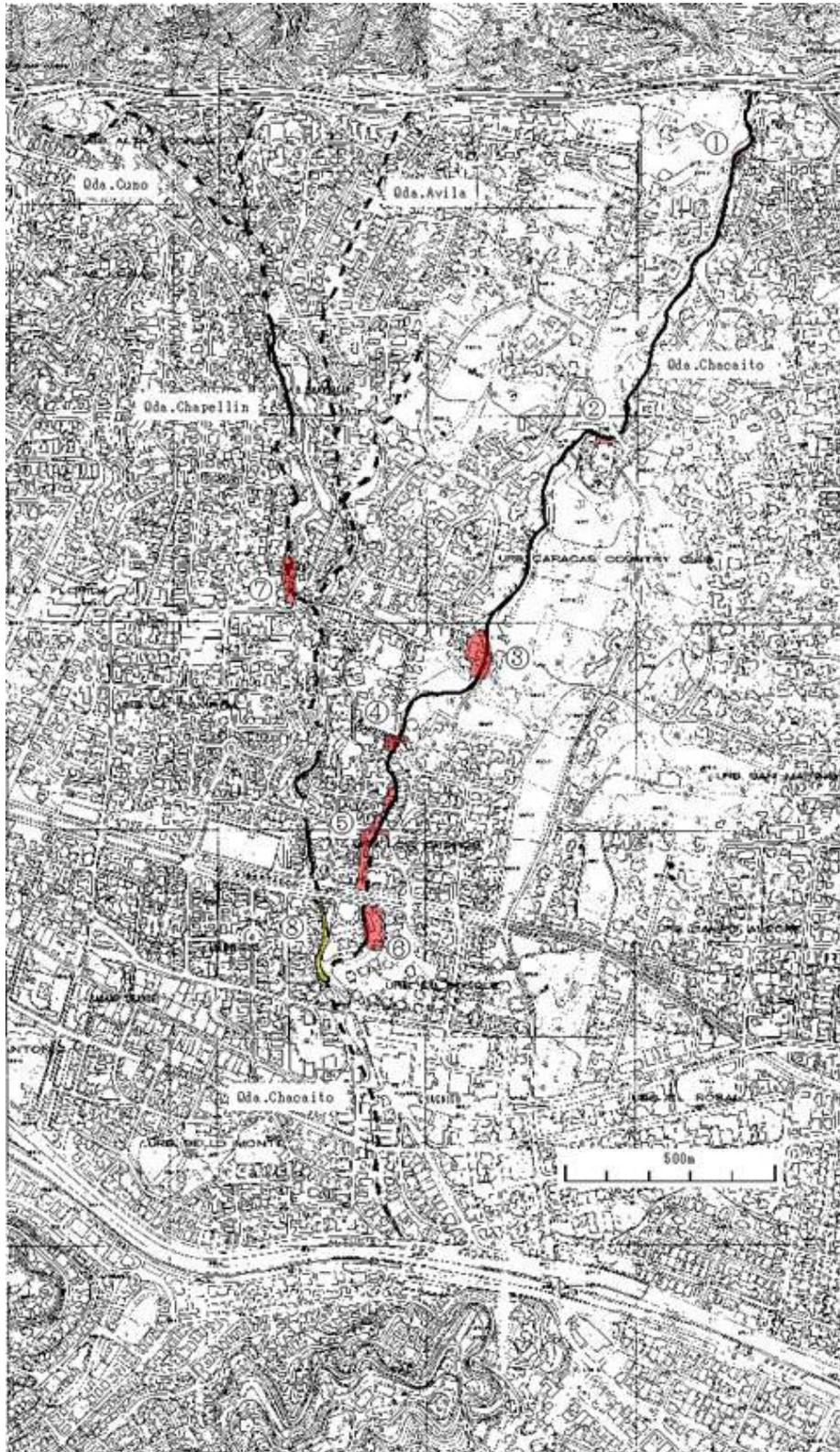


Fuente: USGS

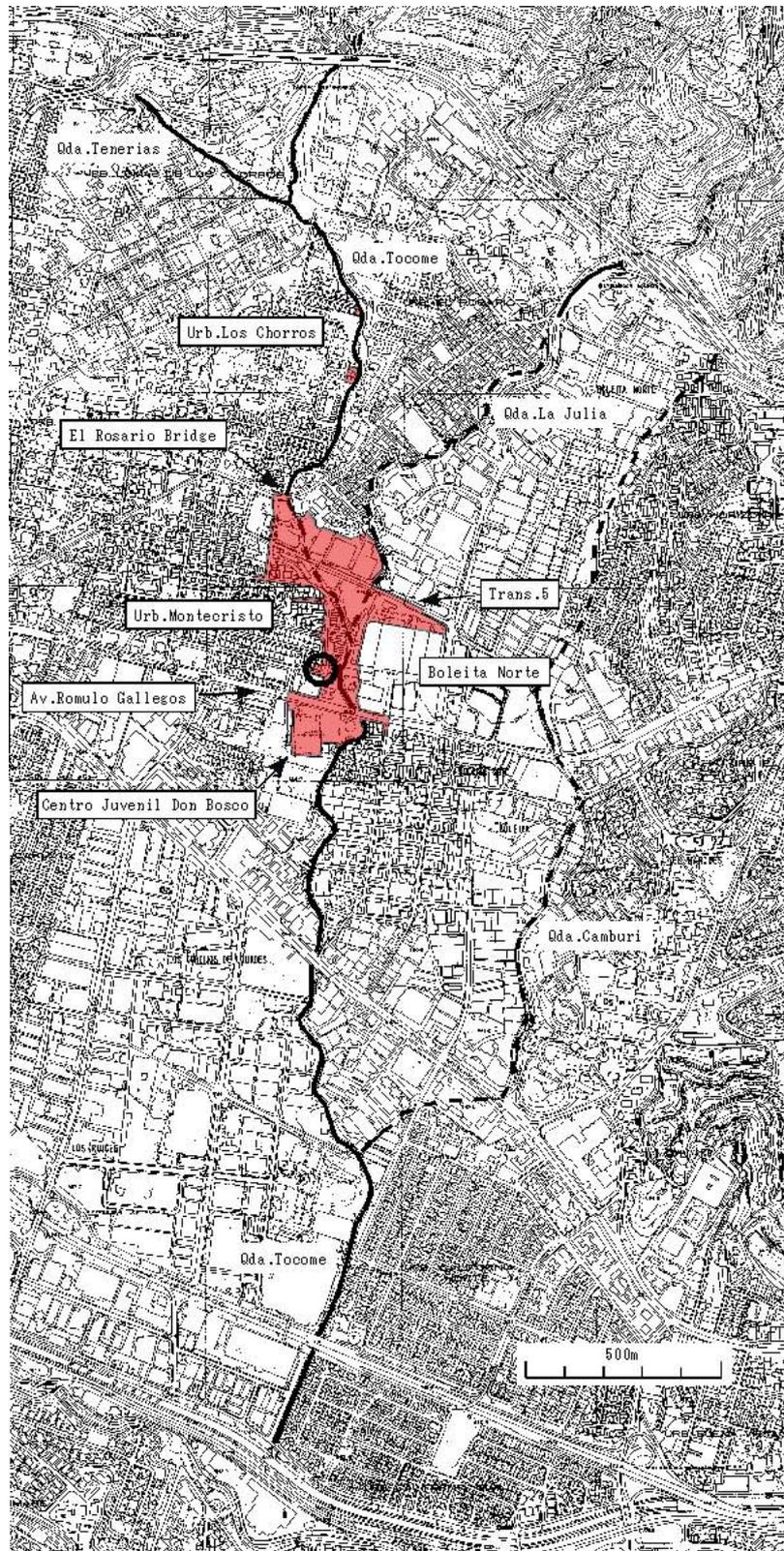
**Figura S14-2.3.2 Distribución de la Precipitación Analizada por GOES-8 del 15 al 17 de Diciembre de 1999**



**Figura S14-2.3.3 Area Afectada por la Inundación de Diciembre de 1999 en las Quebradas Catuche y Anauco**



**Figura S14-2.3.4 Area Afectada por la Inundación de Diciembre de 1999 en la Quebrada Chacaíto**



**Figura S14-2.3.5 Area Afectada por la Inundación de Diciembre de 1999 en la Quebrada Tocome**