

**EL ESTUDIO SOBRE
SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA
PARA DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES
EN ÁREAS SELECCIONADAS EN EL DISTRITO
CAPITAL DE BOGOTÁ Y EL MUNICIPIO DE SOACHA
EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME FINAL
VOLUMEN 3 REPORTE DE SOPORTE**

MARZO 2008

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL
DEL JAPÓN (JICA)**

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL
OYO INTERNATIONAL CORPORATION**

GE
JR
08-042

**Distrito Capital de Bogotá y Municipio de Soacha
En la República de Colombia**

**EL ESTUDIO SOBRE
SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA
PARA DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES
EN ÁREAS SELECCIONADAS EN EL DISTRITO
CAPITAL DE BOGOTÁ Y EL MUNICIPIO DE SOACHA
EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME FINAL
VOLUMEN 3 REPORTE DE SOPORTE**

MARZO 2008

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL
DEL JAPÓN (JICA)**

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL
OYO INTERNATIONAL CORPORATION**

La Tasa de Cambio aplicable a este Estudio es
US\$ 1.00=2014.76 pesos colombianos
(T.R.M. del 1 de enero de 2008)

TABLA DE CONTENIDO DEL REPORTE DE SOPORTE

- S1 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DE COLOMBIA
 - S1-1 Topografía y Geología de Colombia
 - S1-2 Topografía y Geología de Bogotá y Alrededores

- S2 METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA, SISTEMA DE MONITOREO Y REGISTRO DE PRECIPITACIÓN Y DESASTRES
 - S2-1 Meteorología e Hidrología
 - S2-2 Monitoreo Meteo-Hidrológico y Pronóstico
 - S2-3 Precipitación y Registro de Desastres

- S3 FOTOINTERPRETACIÓN Y CONDICIONES DE LAS QUEBRADAS
 - S3-1 Fotointerpretación de las Fotografías Aéreas
 - S3-2 Condiciones de las Quebradas
 - S3-3 Afloramientos

- S4 CONDICIONES SOCIO-ECONÓMICAS
 - S4-1 Condiciones Socio-Económicas en Bogotá
 - S4-2 Condiciones Socio-Económicas en Soacha

- S5 ESTUDIO DE DESLIZAMIENTOS
 - S5-1 Deslizamientos en Bogotá
 - S5-2 Deslizamientos en el Municipio de Soacha

- S6 ESTUDIO DE INUNDACIONES
 - S6-1 Descripción General del Área de Estudio
 - S6-2 Análisis de Inundaciones Mayores
 - S6-3 Modelamiento Hidrológico
 - S6-4 Mapeo de Susceptibilidad de Inundaciones

- S7 ACTIVIDADES COMUNITARIAS

- S8 PROYECTO PILOTO
 - S8-1 Deslizamientos
 - S8-2 Inundaciones

INFORME DE SOPORTE

S1

TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA

TABLA DE CONTENIDO
DE
S1 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DE COLOMBIAS

CAPÍTULO 1	TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DE COLOMBIA	S1-1-1
1.1	Los Andes.....	S1-1-1
1.2	Topografía de Colombia.....	S1-1-1
1.3	Geología	S1-1-1
CAPÍTULO 2	TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES	S1-2-1
2.1	Topografía	S1-2-1
2.2	Geología	S1-2-2

Lista de Tablas

Tabla S1-1-1	Formación Geológica y Zonas en Colombia (USGS-INGEOMINAS, 1984)	S1-1-3
Tabla S1-2-1	Estratigrafía Geológica y Distribución Geológica en cada Cuenca de Río.....	S1-2-4

Lista de Figuras

Figura S1-1-1	Mapa Topográfico y Sección Transversal de las Montañas de los Andes	S1-1-2
Figura S1-1-2	Clasificación Topográfica en Colombia (USGS-INGEOMINAS, 1984)	S1-1-2
Figura S1-2-1	Mapa Topográfico de la Sabana de Bogotá.....	S1-2-1
Figura S1-2-2	Sección Topográfica Transversal correspondientes a las líneas en la Figura...	S1-2-1
Figura S1-2-3	Sedimentos en la Sabana de Bogotá (Sección A).....	S1-2-2
Figura S1-2-4	Mapa Geológico en el Área de Estudio.....	S1-2-3

CAPÍTULO 1 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DE COLOMBIA

1.1 Los Andes

Los Andes son el sistema montañoso más grande que se extiende de norte a sur a lo largo de la costa occidental de Sur América desde Panamá hasta Tierra de Fuego. Consiste de muchas cordilleras y su pico más alto es el Aconcagua con 6,960 m. El cinturón montañoso tiene generalmente un ancho de 300 km, excepto en Bolivia, donde se expande a dos veces su anchura. De norte a sur, el cinturón puede dividirse en tres regiones: una sección norte en Venezuela, Colombia, y norte de Ecuador; una sección central en el sur de Ecuador, Perú, Bolivia, y las regiones norte de Argentina y Chile; y una sección sur en las regiones de Argentina y Chile.

1.2 Topografía de Colombia

El área territorial de Colombia es de 1,138,910 km², incluida entre los 4.2 grados de latitud sur y 12.4 grados norte, y entre una longitud de 66.9 grados oeste y 78.8 grados oeste. Colombia bordea con el Océano Pacífico en el occidente, con el Mar Caribe al norte, y está limitada al noroeste por Panamá, al este por Venezuela y Brasil, y al suroeste por Perú y Ecuador.

El norte de los Andes en Colombia curva en un arco de noreste a suroeste. El arco consiste en tres principales cordilleras paralelas, conocidas como Cordillera Occidental, Cordillera Central, y Cordillera Oriental. Allí hay altiplanicies y valles entre cada cordillera en las cuales se encuentran las mayores densidades de población del país. Adicional a estas tres cordilleras principales, hay una cordillera costera, la Serranía del Baudó. Geológicamente, la Serranía del Baudó representa una extensión del Istmo de Panamá. Está separada de la Cordillera Occidental por el Valle Atrato donde fluye el Río Atrato y se localiza Quibdó.

Los que fluyen hacia el Pacífico son cortos y pequeños en volumen debido a que la precipitación en los taludes occidentales de los taludes de las montañas es limitada. Las corrientes al este son largas y con gran aporte de agua debido al sistema de vientos, los cuales depositan precipitaciones provenientes de las montañas. Esas corrientes de montaña son las fuentes de los tres mayores sistemas de ríos de Sur América: el Amazonas, el cual fluye entre Perú y Brasil, el Orinoco de Colombia y Venezuela; y el sistema de ríos Paraná-Paraguay-Uruguay el cual confluye en el Río de la Plata, un gran estuario marino a lo largo de la costa entre Uruguay y Argentina.

Como se muestra en la Figura S1-1-1, Bogotá está localizada a una altura de 2640 sobre una altiplanicie bordeada por cerros de la Cordillera Oriental de los Andes.

1.3 Geología

Colombia se clasifica generalmente dentro de dos áreas de medida geológica, Orogenia y Escudo. La parte sureste de Colombia es tierra plana de Escudo el cual es antiguo y el más estable elemento estructural del continente. Este comprende un complejo de rocas ígneas y metamórficas Precámbricas (hace 570 millones de años). En la mayoría de lugares el escudo está cubierto por rocas sedimentarias, principalmente de rocas de edad Paleozoica (570 millones a 225 millones de años). El noroeste de Colombia es un área Orogénica donde el plegamiento es activo, fallamiento y levantamiento de la corteza terrestre que formó los Andes, además acompañado de actividad volcánica y sísmica. El área Orogénica en Colombia está al norte al final de los andes formado por la colisión al este de la placa de Nazca con una tasa de movimiento de 70 mm / año.

Colombia se diferencia en nueve áreas armonizando con la clasificación topográfica y las áreas corresponden con caracteres geológicos como se muestra en la Figura S1-1-2 y abajo.

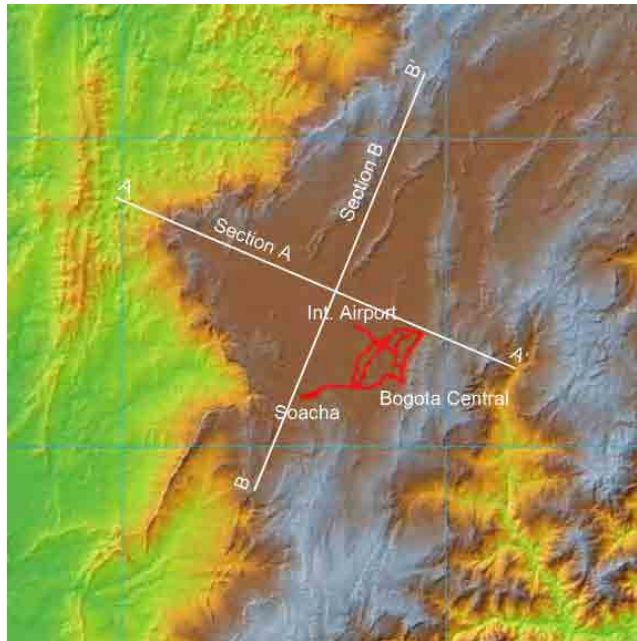
Tabla S1-1-1 Formación Geológica y Zonas en Colombia (USGS-INGEOMINAS, 1984)

Nombre de la Zona Geológica	Ubicación	Tiempo Geológico	Explicación
Escudo Guyana	Vastos tramos de drenajes bajos para tributarios del Amazonas y el Orinoco		Roca metamórfica altamente gradada, roca metamórfica baja gradación y series intrusivas de granito
Cuencas Sub-Andinas	Este de la Cordillera Oriental	Terciario y Cuaternario	Depósitos Terciarios y Cuaternarios
Cordillera Oriental, Serranía de Perijá	Cordillera Oriental	Paleozoico Cretaceo	Roca metamórfica del Precámbrico al Paleozoico y roca plutónica intrusiva cubiertas por rocas de gravas, areniscas y limolitas de sedimentos continentales en el área sur, cubierta por areniscas y arcillositas de sedimentos epicontinentales Cretácicos en el área central (Bogotá, etc.)
Cordillera Central	Cordillera Central		Roca cristalina en el área norte, cratón parcialmente metamórfico y depósitos oceánicos en el área central, y asociaciones volcánicas en el área centro y sur
Cordillera Occidental	Cordillera Occidental	Mesozoico Tardío	Depósitos básicos de volcanes submarinos del Mesozoico Tardío depósitos de flysch, etc.
Serranía de Baudó	Serranía de Baudó	Mesozoico a Terciario	Lodolitas, Limolitas, Areniscas y Chert del Mesozoico Tardío a Terciario
Patía-Cauca-Romeral	Entre la Cordillera Central y la Cordillera Occidental		Cadena montañosa central consistente de corteza continental y una cadena montañosa al oeste consistente de corteza oceánica
Montaña y Cuenca Sedimentaria en la Península de la Guajira	Península de la Guajira	Cretaceo y/o Terciario	Cretáceo y/o Terciario y granito en grandes masas del Jurásico y pequeñas masas del Terciario
Cuencas internas entre montañas	Entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Central	Terciario	Cuenca Sedimentaria Terciaria entre montañas

CAPÍTULO 2 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES

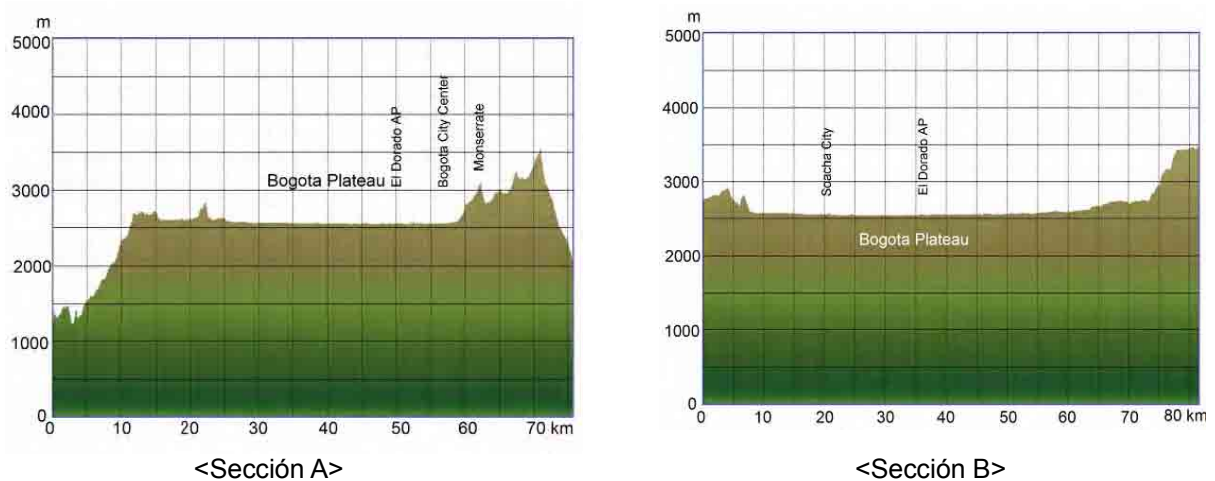
2.1 Topografía

Bogotá se localiza en un escudo plano denominado Sabana de Bogotá, el cual está 2,560 m sobre el nivel del mar y la altura de las montañas orientales alcanza 3,000 m y más, al lado occidental del talud de la Cordillera Oriental como se muestra en la Figura S1-1-1. La Sabana de Bogotá se extiende cerca de 40 km de noreste a sureste y 60 km de noreste a suroeste como se muestra en las Figuras S1-2-1 y S1-2-2. El crecimiento de Bogotá en la Sabana de Bogotá está limitado por los cerros al es y por el Río Bogotá al oeste.



(base data : NASA SRTM-3)

Figura S1-2-1 Mapa Topográfico de la Sabana de Bogotá

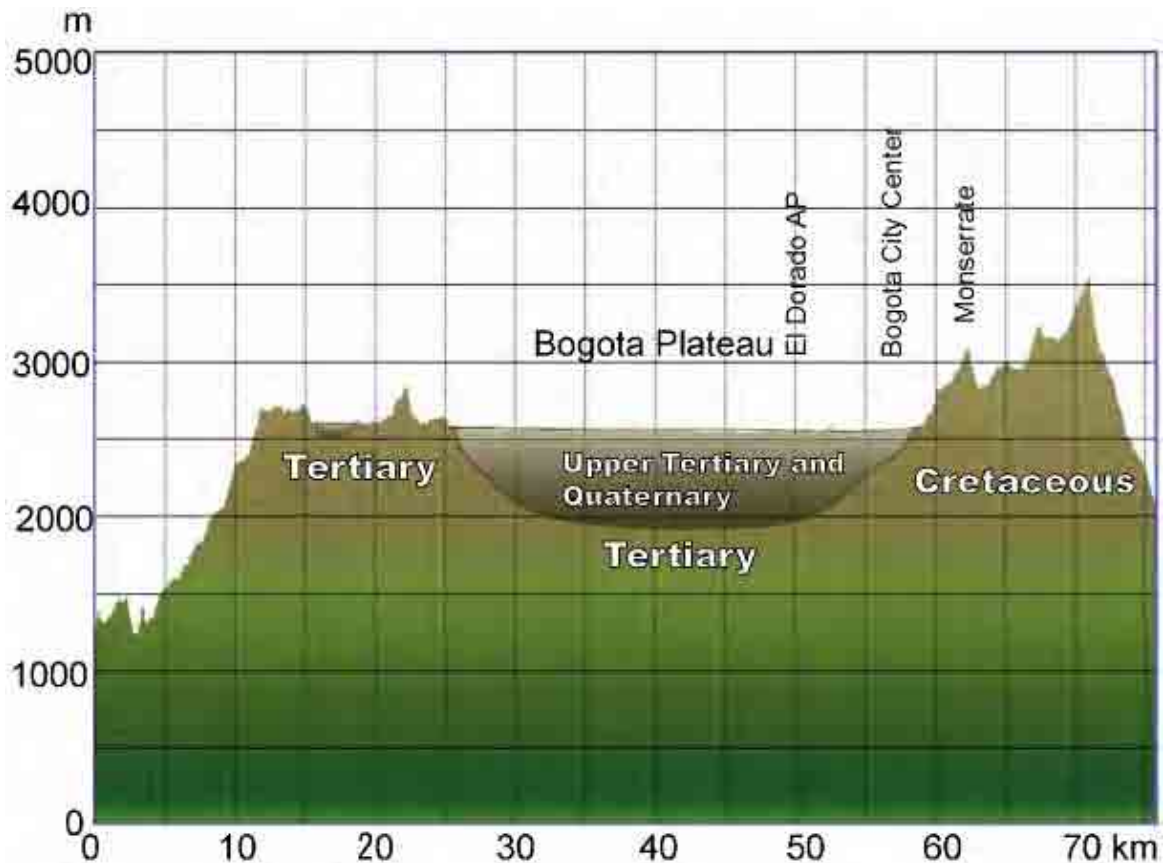


(base data : NASA SRTM-3)

Figura S1-2-2 Sección Topográfica Transversal correspondientes a las líneas en la Figura

2.2 Geología

La geología en el área y sus ambientes se distribuye entre areniscas, limolitas y arcillolitas del Cretáceo al Terciario en áreas montañosas. Sedimentos Cuaternarios de origen lacustre se distribuyen en la Sabana de Bogotá, mientras que el área de montañas al este y sur del Escudo de Bogotá está principalmente compuesto de rocas sedimentarias de origen Cretácico o Terciario. Ellos están formados principalmente de areniscas o limonitas. El grosor de los sedimentos cuaternarios en el escudo de Bogotá es de 500 m como se muestra en la Figura S1-2-3.

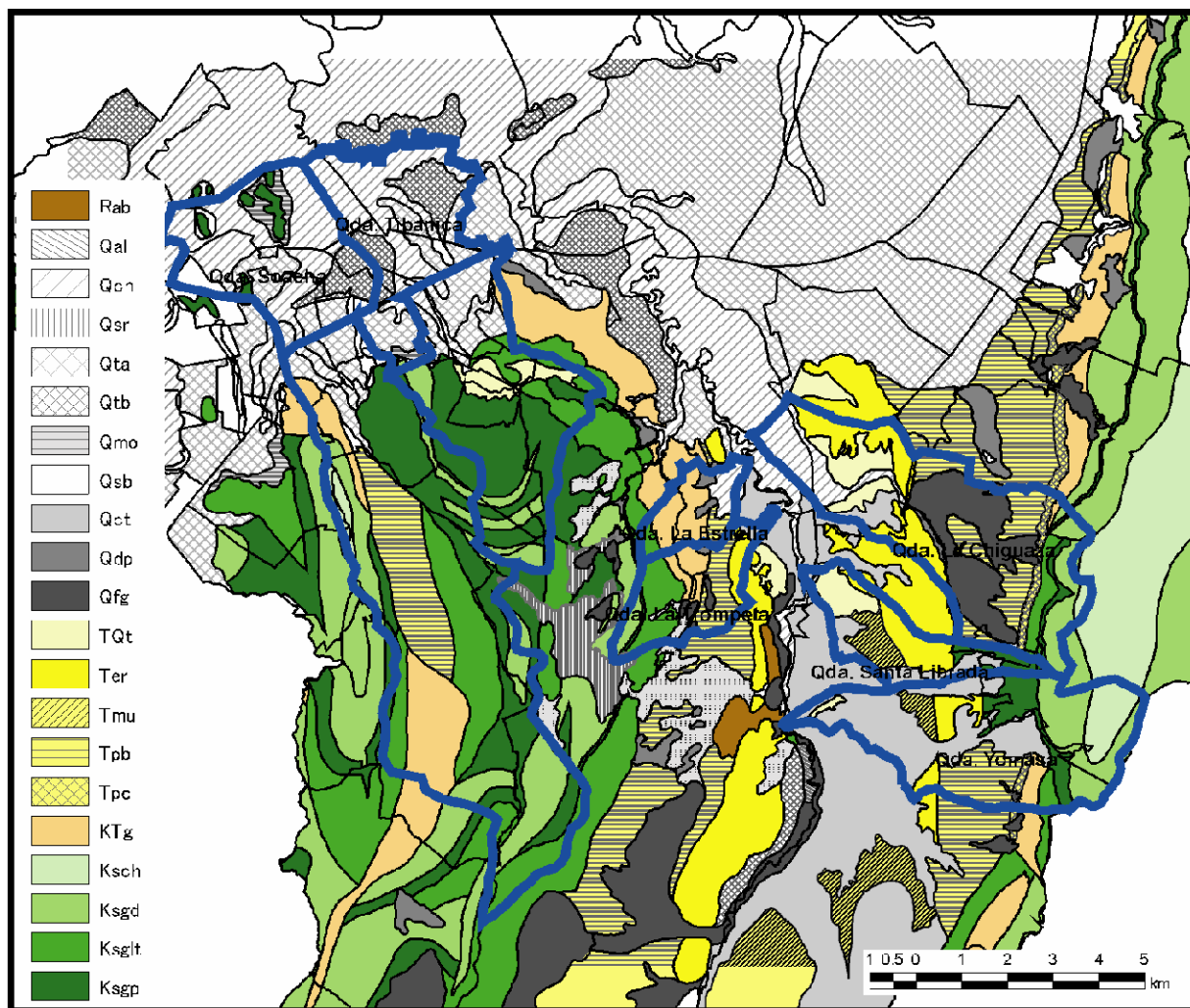


(preparado con base en IGAC, 1995)

Figura S1-2-3 Sedimentos en la Sabana de Bogotá (Sección A)

2.3 Geología del Área de Estudio

La Figura S1-2-4 y la Tabla S1-2-1 muestran el mapa geológico en el área de estudio y las condiciones de distribución de estratigrafía y geología en cada cuenca de río respectivamente.



(Fuente: Existente Estudio JICA)

Figura S1-2-4 Mapa Geológico en el Área de Estudio

Deslizamientos en Bogotá

Los deslizamientos en Bogotá están generalmente distribuidos en taludes abruptos en la parte oriental de Bogotá. Muchos deslizamientos se localizan a lo largo de la Falla de Bogotá la cual corre a lo largo del borde oriental del Escudo de Bogotá.

Deslizamientos en Soacha

Hay canteras de gran escala, de las cuales se extrae arena y roca como material para ladrillos y construcción, a lo largo del Río Soacha. Muchas de las canteras abiertas son abandonadas y allí existen gran cantidad de casas en estas canteras abandonadas. La mayoría de los desastres de deslizamientos ocurren a lo largo de los taludes excavados en estas canteras abandonadas.

Ríos

El área total de cuenca de los ríos en Bogotá y Soacha es de 41.8 km² que consisten del Río Chiguaza (18.7 km²), Río Santa Librada, (15.4 km²), Río Yomasa (5.5 km²), Río La Estrella-El Trompeta (2.2 km²) y de 40 km² que consiste del Río Soacha (30 km²), Río Tibanica, (10 km²), respectivamente.

Tabla S1-2-1 Estratigrafía Geológica y Distribución Geológica en cada Cuenca de Río

ERA GEOLÓGICA		UNIDAD GEOLÓGICA	LEYENDA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA					
				Chi	San	Yom	Est	Tib	Soa
Cuaternario		Relleno artificial, desechos	Rab						
		Formación Chia	Qch	o					
		Depósito de Talud	Qdp						
		Formación Mondoñedo	Qmo						
		Suelo Residual	Qsr						
		Depósito de Terraza Baja	Qtb						
		Depósito de Terraza Alta	Qta						
		Formación Sabana Suelo de la Sabana	Qsb						
		Formación Tunjuelito	Qct						
		Depósito Fluvio-glacial	Qfg						
Terciario		Pleistoceno	TQt						
		Oligoceno-Mioceno	Tmu						
		Eoceno Medio	Ter						
		Paleoceno Superior a Eoceno	Tpb						
Cretáceo-Terciario		Paleoceno Superior	Tpc						
		Maestrichiano Superior a Paleoceno Inferior	K-Tg						
Cretáceo		Grupo Guadalupe	Ksgl-t						
		Grupo Guadalupe, Formación Ptaeners	Ksgp						
		Grupo Guadalupe, Formación Arenisca Dura	Ksgd						
		Formación Chipaque	Ksch						

*. Abreviación de las cuencas de los ríos; Chi: Ciguaza, San: Santa Librada, Yom: Yomasa, Est: Estrella y Trompeta, Tib: Tibanica, Soa: Soach

INFORME DE SOPORTE

S2

METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA, SISTEMA DE
MONITOREO Y REGISTRO DE DESASTRES

TABLA DE CONTENIDO
DE
S2 METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA, SISTEMA DE MONITOREO Y PRECIPITACIÓN Y
REGISTRO DE DESASTRES

CAPÍTULO 1	METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	S2-1- 1
1.1	Descripción General de Cundinamarca incluyendo el Área de Estudio.....	S2-1- 1
1.2	Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio...	S2-1- 2
1.3	Características de la Precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio.....	S2-1- 8
1.3.1	Precipitación Anual.....	S2-1- 8
1.3.2	Precipitación Mensual.....	S2-1-10
1.3.3	Número de días lluviosos en el Mes.....	S2-1-13
1.3.4	Precipitación Diaria.....	S2-1-13
1.3.5	Precipitación Horaria.....	S2-1-15
1.4	Correlación de las Estaciones de Precipitación - Correlación del Modelo de Precipitación.....	S2-1-20
1.4.1	Correlación de las Estaciones de Precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio.	S2-1-20
1.4.2	Correlación de las Estaciones de Precipitación de DPAE.....	S2-1-20
CAPITULO 2	MONITOREO METEO-HIDROLÓGICO Y PRONÓSTICO	S2-2- 1
2.1	Situación Existente acerca del Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico	S2-2- 1
2.1.1	Ubicación de las Estaciones de Observación el área de Estudio.....	S2-2- 1
2.1.2	IDEAM.....	S2-2- 3
2.1.3	DPAE	S2-2- 7
2.1.4	EAAB.....	S2-2- 9
2.1.5	CAR.....	S2-2-12
2.1.6	Intercambio de Datos entre las Organizaciones Involucradas.....	S2-2-12
2.2	Pronostico Climático por IDEAM.....	S2-2-13
2.2.1	Pronóstico Climático.....	S2-2-13
2.2.2	Tipos de Alertas y Criterios	S2-2-14
2.2.3	Antecedentes de la Información de Pronóstico Climático	S2-2-16
2.2.4	Dificultad del Propósito Climático en Colombia	S2-2-16
2.2.5	Mejoramiento de la Exactitud del Propósito del Tiempo.....	S2-2-18
2.3	Monitoreo Por DPAE	S2-2-21
2.3.1	General	S2-2-21
2.3.2	Criterio Existente de Alerta.....	S2-2-21
2.3.3	Mejoramiento de la Exactitud de la Alerta.....	S2-2-21
CAPÍTULO 3	PRECIPITACION Y REGISTRO DE DESASTRES.....	S2-3- 1
3.1	Análisis por Cuencas Objetivo en Bogotá.....	S2-3- 1
3.1.1	Características Generales sobre Desastres y la Selección de los Eventos de Desastres por Análisis	S2-3- 1
3.1.2	Análisis de la Relación entre la Precipitación y los Eventos de Desastres Seleccionados.....	S2-3- 6
3.2	Análisis para Soacha	S2-3-24
3.2.1	Eventos de Desastre para el Análisis en Soacha	S2-3-24
3.2.2	Análisis para la Relación entre las Condiciones Hidrológicas y los Eventos de Desastre Seleccionados	S2-3-28

Lista de Tablas

Tabla S2-1-1	Humedad Mensual en San Jorge (GJA) Estación (IDEAM).....	S2-1- 2
Tabla S2-1-2	Temperatura promedio Multi-Anual en Bogotá.....	S2-1- 2
Tabla S2-1-3	Temperatura Mensual en la estación de San Jorge (GJA) (IDEAM).....	S2-1- 2
Tabla S2-1-4	Lista de las Estaciones Meteorológicas / Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio	S2-1- 4
Tabla S2-1-5	Datos hidrológicos recopilados del DPAE.....	S2-1- 5
Tabla S2-1-6	Datos hidrológicos recopilados de la EAAB.....	S2-1- 6
Tabla S2-1-7	Datos hidrológicos recopilados de la CAR	S2-1- 7
Tabla S2-1-8	Datos Hidrológicos recopilados del IDEAM	S2-1- 7
Tabla S2-1-9	Número de días lluviosos en 2003	S2-1-13
Tabla S2-1-10	Precipitación Diaria Probable.....	S2-1-14
Tabla S2-1-11	Intensidad de la Precipitación en cada Zona	S2-1-18
Tabla S2-2-1	Tiempo de Retraso del Sistema GOES.....	S2-2- 4
Tabla S2-2-2	Contenidos del Propósito Climático por IDEAM	S2-2-14
Tabla S2-2-3	Contenido den las Alertas por IDEAM	S2-2-15
Tabla S2-2-4	Meteorólogos en IDEAM.....	S2-2-17
Tabla S2-3-1	Registro de Inundación del DPAE en las Cuenca Objetivo en Bogotá.....	S2-3- 3
Tabla S2-3-2	Registro de Inundación del 2000 - 2005 Estudio del IDEAM en las Cuencas objetivo Bogotá	S2-3- 4
Tabla S2-3-3	Eventos Seleccionados de Deslizamientos de Tierra para Análisis en las Cuencas Objetivo en Bogotá.....	S2-3- 6
Tabla S2-3-4	Resumen de la Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias Diarias y los Eventos de Inundación.....	S2-3-10
Tabla S2-3-5	Resumen de la Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias por Hora y los Eventos de Inundación.....	S2-3-11
Tabla S2-3-6	Resumen de la Relación entre los Eventos de Inundaciones y la Lluvia Diaria.....	S2-3-18
Tabla S2-3-7	Umbrales de Lluvia Diaria para Inundación	S2-3-18
Tabla S2-3-8	Número Promedio de Días de Cantidad de Lluvia Diaria por Año.....	S2-3-19
Tabla S2-3-9	Lluvia Diaria del día en que Ocurrieron los Deslizamientos de Tierra	S2-3-19
Tabla S2-3-10	Resumen de la Relación entre los Eventos de Deslizamiento y Lluvia	S2-3-23
Tabla S2-3-11	Ejemplo de los Umbrales para la Alerta General de Deslizamientos.....	S2-3-24
Tabla S2-3-12	Registros de Inundación en el Área Urbana de Soacha.....	S2-3-27
Tabla S2-3-13	Registros de Deslizamiento en el Área Urbana de Soacha.....	S2-3-28
Tabla S2-3-14	Eventos Seleccionados de Deslizamiento para Análisis en Soacha	S2-3-28
Tabla S2-3-15	Resumen de la relación entre los Eventos de Inundación y la Lluvia Diaria ...	S2-3-30
Tabla S2-3-16	Diferencias entre el Promedio de Nivel de Agua y las Inundaciones	S2-3-30
Tabla S2-3-17	Resumen de la Relación de los Eventos de Inundación y la Lluvia Diaria	S2-3-32
Tabla S2-3-18	Umbrales de Inundación en Soacha	S2-3-33
Tabla S2-3-19	Número promedio de Lluvia diaria por Año	S2-3-33
Tabla S2-3-20	Resumen de la Relación entre los Eventos de Deslizamiento y Lluvia	S2-3-34
Tabla S2-3-21	Ejemplo del Umbral para la Alerta General de Deslizamiento	S2-3-35

Lista de Figuras

Figura S2-1-1	Desplazamiento de la ITCZ.....	S2-1- 1
Figura S2-1-2	Mapa de Ubicación de las Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio	S2-1- 3
Figura S2-1-3	Distribución de la Precipitación Anual (2002).....	S2-1- 8

Figura S2-1-4	Distribución de la Precipitación Anual (2003).....	S2-1- 9
Figura S2-1-5	Distribución de la Precipitación Anual (2004).....	S2-1- 9
Figura S2-1-6	Distribución de la Precipitación Mensual (Enero - Diciembre, 2003) (1/3)	S2-1-10
Figura S2-1-6	Distribución de la Precipitación Mensual (Enero - Diciembre, 2003) (2/3)	S2-1-11
Figura S2-1-6	Distribución de la Precipitación Mensual (Enero - Diciembre, 2003) (3/3)	S2-1-12
Figura S2-1-7	Variación de la Precipitación Mensual en 2003	S2-1-12
Figura S2-1-8	Días lluviosos en el Mes de 2003.....	S2-1-13
Figura S2-1-9	La precipitación Máxima Diaria en las estaciones de DPAAE en el lado Oriental del Río Tunjuelo de 2000 a 2006	S2-1-14
Figura S2-1-10	Precipitación Diaria Máxima en las estaciones de DPAAE en el lado Occidental del Río Tunjuelo del 2000 al 2006.....	S2-1-14
Figura S2-1-11	Distribución de la Precipitación Diaria (Mayo 8 - 12, 2006).....	S2-1-15
Figura S2-1-12	Máxima Precipitación Diaria en las estaciones de DPAAE en el lado Oriental del Río Tunjuelo desde 2000 al 2006.....	S2-1-16
Figura S2-1-13	Precipitación Horaria Diaria en las estaciones de DPAAE en el lado occidental del Río Tunjuelo desde el 2000 al 2006.....	S2-1-17
Figura S2-1-14	Zonificación del Modelo de Precipitación	S2-1-17
Figura S2-1-15	Relación entre La Precipitación Diaria y la Precipitación Horaria en las estaciones de DPAAE en 2000-2006	S2-1-18
Figura S2-1-16	Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la estación del Tanque Quiba	S2-1-19
Figura S2-1-17	Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la estación Micaela	S2-1-19
Figura S2-1-18	SCS 24-Distribuciones horarias de la Precipitación.....	S2-1-20
Figura S2-1-19	Correlación de la Precipitación Mensual (2000 - 2006).....	S2-1-22
Figura S2-1-20	Correlación de la Precipitación Diaria (2003).....	S2-1-23
Figura S2-1-21	Correlación de la Precipitación mensual de las estaciones de DPAAE (2000 - 2006).....	S2-1-24
Figura S2-1-22	Correlación de la Precipitación Diaria en las estaciones de DPAAE (2003).....	S2-1-25
Figura S2-2-1	Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas.....	S2-2- 1
Figura S2-2-2	Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas alrededor del Área de Estudio.....	S2-2- 2
Figura S2-2-3	Red de Estaciones alrededor del Área de Estudio	S2-2- 2
Figura S2-2-4	Composición Minuto de Dios	S2-2- 3
Figura S2-2-5	Estación San Jorge	S2-2- 3
Figura S2-2-6	Satélite Meteorológicos GEO Estación Alrededor de la Tierra	S2-2- 4
Figura S2-2-7	GEOS Antenas en el Techo del IDEAM.....	S2-2- 4
Figura S2-2-8	Sistema de Recolección de Datos en IDEAM.....	S2-2- 5
Figura S2-2-9	Muestra de los Datos de Río el Sitio Web IDEAM	S2-2- 6
Figura S2-2-10	Composición de la Estación San Benito.....	S2-2- 7
Figura S2-2-11	Sistema de Recolección de Datos en DPAAE	S2-2- 8
Figura S2-2-12	Muestra de la Pagina Web de DPAAE	S2-2- 9
Figura S2-2-13	Composición de la Estación de las Huertas (Telemetría & Convencional)	S2-2-10
Figura S2-2-14	Sistema de Recolección de Datos en EAAB	S2-2-10
Figura S2-2-15	Ejemplo del Sitio Web de la EAAB.....	S2-2-11
Figura S2-2-16	Estación San Jorge	S2-2-12
Figura S2-2-17	Intercambio de Datos vía Internet	S2-2-13
Figura S2-2-18	Intercambio de Datos sin líneas	S2-2-13
Figura S2-2-19	Imagen Satelital Agrandada de la Página Web del IDEM	S2-2-14
Figura S2-2-20	Información Especial por IDEAM	S2-2-15
Figura S2-2-21	Flujo de Utilización de los Datos en el IDEAM	S2-2-16

Figura S2-3-1	Frecuencia de los eventos de Inundación (2001 Agosto - 2006 Junio.) En las Localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y USME.....	S2-3- 1
Figura S2-3-2	Frecuencia de Inundación en la Cuenca Objetivo en Bogotá.....	S2-3- 2
Figura S2-3-3	Frecuencia de Eventos de Deslizamiento de Tierra (2002 Enero. - 2006 Julio.) en las Localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y Usme	S2-3- 5
Figura S2-3-4	Estaciones Seleccionadas para Análisis	S2-3- 7
Figura S2-3-5	Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias entre la Estación La Picota (CAR) y Los Eventos de Inundación en la Cuenca de Chiguaza (2001 Jul – 2005 Dic).....	S2-3- 8
Figura S2-3-6	Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias Diarias en la Estación Juan Rey (EAAB) y los Eventos de Inundación en las Cuencas de Chiguaza y Santa Librada (2001 Ene – 2005 Dic).....	S2-3- 8
Figura S2-3-7	Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias Diarias en la Estación Micaela (DPAE) y los Eventos de Inundación en las Cuencas Santa Librada y Yomasa (2001 Ene - 2006 Jun).....	S2-3- 9
Figura S2-3-8	Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias Diarias entre la Estación Tanque Quiba (DPAE) y los Eventos de Inundación en las Cuencas de La Estrella y Trompeta (2001 Ene - 2006 Jun)	S2-3- 9
Figura S2-3-9	Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias por Hora entre la Estación Micaela (DPAE) y los Eventos de Inundación en las Cuencas Santa Librada y Yomasa (2001 Ene - 2006 Jun).....	S2-3-10
Figura S2-3-10	Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias por Hora en la Estación Tanque Quiba (DPAE) y los Eventos de Inundación en las Cuencas de la Estrella y Trompeta (2001 Ene - 2006 Jun).....	S2-3-11
Figura S2-3-11	Distribución de Lluvia de 1:00-24:00 (0:00) en la estación Micaela e Inundación en la cuenca de Santa Librada	S2-3-12
Figura S2-3-12	Distribución de Lluvia de 1:00-24:00 en la estación Tanque Quiba y la Inundación en la cuenca de La Estrella	S2-3-12
Figura S2-3-13	Relación entre los Eventos de Inundación en la Cuenca Chiguaza y la Lluvia Diaria en las estaciones de Juan Rey (EAAB) y La Picota (CAR)	S2-3-13
Figura S2-3-14	Relación entre los Eventos de Inundación en la cuenca de Yomasa y la precipitación diaria en la estación Micaela (DPAE)	S2-3-13
Figura S2-3-15	Relación entre los Eventos de Inundación en la cuenca de Santa Librada y la lluvia diaria en las Estaciones de Juan Rey (EAAB) y Micaela (DPAE).....	S2-3-14
Figura S2-3-16	Relación entre los Eventos de Inundación en la cuenca de La Estrella y la Lluvia Diaria en la estación del Tanque Quiba (DPAE)	S2-3-14
Figura S2-3-17	Relación entre los Eventos de Inundación entre las cuenca de Trompeta Cuenca y la Lluvia Diaria en la Estación Tanque Quiba (DPAE)	S2-3-15
Figura S2-3-18	Antecedente de Lluvia en la Estación Micaela (EAAB) cuando ocurrió la Inundación en la cuenca de Yomasa	S2-3-16
Figura S2-3-19	Antecedente de Lluvia en la Estación Juan Rey (EAAB) cuando ocurrió la Inundación en la cuenca de Santa Librada	S2-3-16
Figura S2-3-20	Antecedente de Lluvia de cuando Ocurrió la Inundación	S2-3-17
Figura S2-3-21	Varias Cantidades de Lluvia en la Ocurrencia de Deslizamientos y Valores Promedio en la Estación Juan Rey (EAAB)	S2-3-20
Figura S2-3-22	Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Cuenca Chiguaza...	S2-3-21
Figura S2-3-23	Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Cuenca Yomasa.....	S2-3-21
Figura S2-3-24	Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Cuenca La Estrella.	S2-3-21
Figura S2-3-25	Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Cuenca Trompeta ..	S2-3-22
Figura S2-3-26	Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Estación Juan Rey .	S2-3-22
Figura S2-3-27	Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Estación Micaela ...	S2-3-22

Figura S2-3-28	Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Estación Tanque Quiba	S2-3-23
Figura S2-3-29	Número de los Eventos de Inundación en la Zona Urbana de Soacha	S2-3-25
Figura S2-3-30	Número de Eventos de Deslizamiento en los Barrios del Área Urbana de Soacha	S2-3-26
Figura S2-3-31	Estaciones Seleccionadas para Análisis	S2-3-29
Figura S2-3-32	Relación Entre los Eventos de Inundación y la Lluvia Diaria.....	S2-3-30
Figura S2-3-33	Comunas en Soacha	S2-3-31
Figura S2-3-34	Lluvia Diaria en Eventos de Inundación en Cada Comuna (1/2).....	S2-3-31
Figura S2-3-34	Lluvia Diaria en Eventos de Inundación en Cada Comuna (2/2).....	S2-3-32
Figura S2-3-35	Diariamente, 3 Días Lluvia Acumulada Cuando Ocurren los Deslizamientos	S2-3-33
Figura S2-3-36	Correlación de 3 días y Lluvia Acumulativa cuando Ocurre el Deslizamiento	S2-3-34
Figura S2-3-37	Distribución de 3 días de lluvia y Lluvia Acumulada	S2-3-34

Lista de Fotos

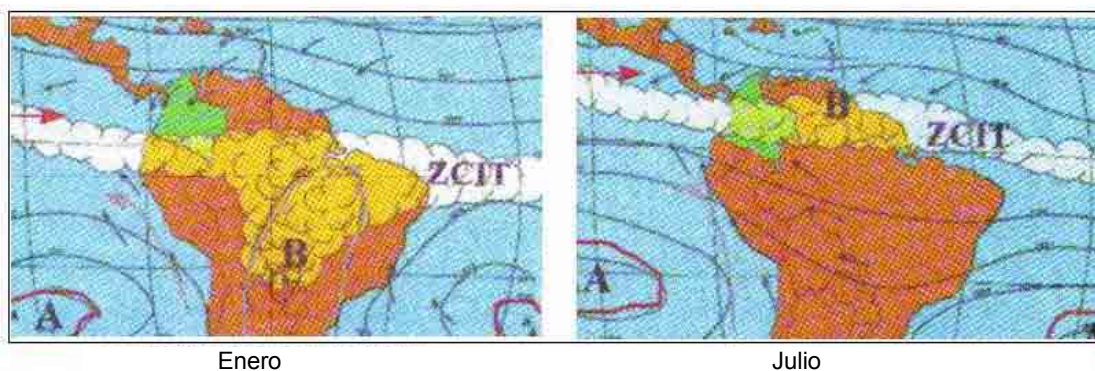
Foto S2-2-1	Estación Minuto	S2-2- 3
Foto S2-2-2	Estación San Jorge	S2-2- 3
Foto S2-2-3	Estación de Sierra Morena	S2-2- 7
Foto S2-2-4	Trasmisor.....	S2-2- 7
Foto S2-2-5	Las Huertas Estación Telemétrica.....	S2-2-10
Foto S2-2-6	Estación San Jorge	S2-2-12

CAPÍTULO 1 METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

1.1 Descripción General de Cundinamarca incluyendo el Área de Estudio^{1, 2}

Colombia esta localizada en la zona ecuatorial y presenta una relación inversa entre el cubrimiento de las nubes y el brillo del sol, registrando una alta nubosidad con lluvias fuertes. El Clima se afecta por el relieve, cuyo efecto más importante es el condicionamiento de la temperatura. En la cordillera occidental que influye a Cundinamarca, la variación de la temperatura es de 0.63°C cada 100 metros en el flanco occidental (Sabana de Bogotá y las montañas del este de Bogotá); esta variación se conoce en general como "pisos Térmicos". De acuerdo con esto, la Sabana de Bogotá corresponde al piso térmico frío entre los 2000-3000m de altura (sobre el nivel del mar) y su temperatura oscila entre 12-18°C.

En Colombia, los valores de precipitación varían debido a la interacción entre la zona ecuatorial y la Cordillera de los Andes. Colombia esta incluida en la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ), por esta razón, los vientos alisios del noreste y el sureste entran al territorio, generando las lluvias debido el fenómeno de convección. La ITCZ se desplaza en sentido latitudinal, y se localiza al sur en los primeros meses del año, y en el extremo norte del país durante Julio-Agosto, con la posición intermedia durante el resto del año. El Desplazamiento de la ITCZ se muestra en la Figura S2-1-1.



(Fuente: "Fig.25, ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE BOGOTÁ Y CUENCA ALTA DEL RIO TUNJUELO", FOPAE - IDEAM, 2006)

Figura S2-1-1 Desplazamiento de la ITCZ

El desplazamiento de la ITCZ genera dos (2) tipos de fluctuaciones de lluvia temporales, registrando en Cundinamarca un modelo bimodal, es decir: Dos(s) períodos húmedos o de lluvia alternados con dos (2) períodos secos. La variedad del relieve es condicionante para el régimen de precipitación, debido a que sirve como un obstáculo para las corrientes de aire y esto origina volúmenes de lluvia altos cuando los vientos colindan con la cordillera, y las masas de aire ascienden y se condensan. El ascenso forzado de las masas de aire debido al relieve, producen una lluvia de tipo orogénico que es característica de la Zona Andina. En algunos sectores se producen algunas sequías temporales al interior del área, causadas por masas de aire que ascienden por barlovento y descienden por sotavento, entibiándose y secándose (Fenómeno de Fohen).

Los valles Interandinos, tales como las cordilleras sobre los 2,000 metros, presentan diferentes cantidades de lluvia anuales ($\approx 1,500 - 3,000$ mm./año) con un régimen bimodal de dos (2) periodos secos alternados con dos (2) períodos de lluvia fuerte.

En general, la humedad relativa varía de alta a baja a través del año. En la parte media del valle del Magdalena incluyendo Cundinamarca, la humedad relativa contrasta con los valores bajo 60% durante los primeros meses del año y desde Julio a Septiembre con valores de cerca al 80% en otro período. Por otro lado, la humedad relativa en la sabana de Bogotá es casi constante de 76-85% a lo

¹ IGAC, 2002, Atlas de Colombia

² IDEAM, 2000, Proyecto red de alertas hidrometeorológicas para inundaciones y fenómenos de remoción en masa

largo del año. El ejemplo de la humedad mensual en la estación de San Jorge localizada en Soacha se muestra en la Tabla S2-1-1.

Tabla S2-1-1 Humedad Mensual en San Jorge (GJA) Estación (IDEAM)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
SAN JORGE (GJA) (IDEAM)	81	81	82	84	83	82	82	82	82	83	84	82	82

(Fuente: "Tabla 2, ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE BOGOTÁ Y CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO", FOPAE - IDEAM, 2006)

La temperatura promedio en Bogotá (Temperatura promedio *Multi-Annual Average MAT*) se registra en la Tabla S2-1-2, y la temperatura mensual en la estación de San Jorge se muestra en la Tabla S2-1-3.

Tabla S2-1-2 Temperatura promedio Multi-Anual en Bogotá

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
MAT (°C)	12.8	13.3	13.0	13.0	13.4	12.8	12.6	12.9	13.0	12.8	12.8	12.8	12.9

(Fuente: "ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE BOGOTÁ Y CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO", FOPAE - IDEAM, 2006)

Tabla S2-1-3 Temperatura Mensual en la Estación de San Jorge (GJA) (IDEAM)

Estación		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
SAN JORGE (GJA) (IDEAM)	Promedio	11.5	11.6	11.8	11.9	11.9	11.6	11.1	11.3	11.5	11.5	11.7	11.6	11.6
	Máximo	20.8	20.6	20.2	19.4	20.2	19.4	19.4	19.0	20.0	19.4	19.6	20.0	20.8
	Mínimo	0.5	0.2	0.2	2.0	0.7	0.5	0.0	3.8	0.5	0.7	3.2	1.0	0.0
	Promedio Máximo	16.5	16.7	16.6	16.0	16.2	15.6	15.0	15.4	15.8	16.0	16.0	16.2	16.0
	Mínimo Promedio	6.3	6.9	7.3	7.7	7.5	7.3	7.2	7.1	6.9	7.1	7.2	6.8	7.1

(Fuente: "Tabla 3, ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE BOGOTÁ Y CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO", FOPAE - IDEAM, 2006)

Históricamente los vientos incluyen registros de valores de 8-10.7 m/s con dirección NE-SW y 10.8-13.8 m/s con dirección E-W. El período de calma del viento es el 21% del año.

1.2 Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio

Existen o existieron pocas estaciones hidrológicas y meteorológicas alrededor del Área de Estudio, que están / fueron monitoreadas por DPAAE, EAAB, CAR, IDEAM y otras organizaciones. Algunas de las estaciones son telemétricas, pero la mayoría de las estaciones son convencionales. La Figura S2-1-2 muestra el mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas e hidrológicas manejadas por el DPAAE, EAAB, CAR y el IDEAM dentro y alrededor del Área de Estudio, y la Tabla S2-1-4 muestra la lista y condiciones de las estaciones.

Los datos Meteorológicos e hidrológicos para el Estudio recopilados de las mismas estaciones se muestran en la Tabla S2-1-4. La lista de datos recopilados se muestra en la Tabla S2-1-5 a S2-1-8.

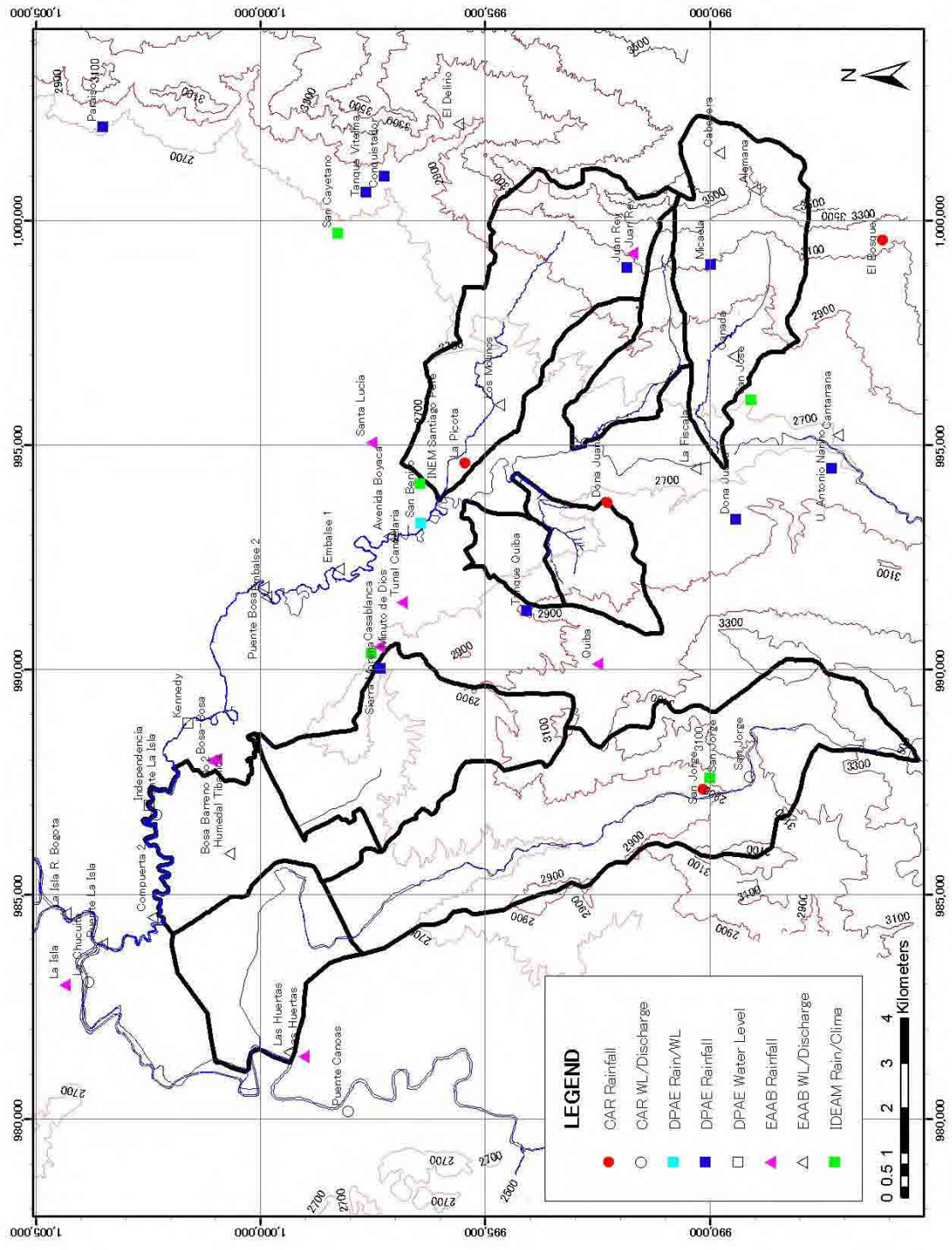


Figura S2-1-2 Mapa de Ubicación de las Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio

Tabla S2-1-4 Lista de las Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio.

ENTITY	CODE 1	CODE 2	TIPO	NAME	SUBCUENCA	DEPTO.	MUNICIP.	COORD	Elevation	INST DATE	SUSP DATE	Status in Oct. 2006	Telometer	TYPE	Percent Situation/Remarks
DPAE			PG	IC-10 San Bando	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043151N740817W	2500	20010			Telometer (Radio)	DPAE Rain/W/L	
DPAE			PG	Sierra Morena	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043430N74.014W	3078	20010			Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Tanque Quiba (Quiba-Mirador)	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043235N740921W	3078	20010			Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Conquistador (Escuela de Logística)	San Cristóbal	BOGO	BOCOTA	043428N740435W	2780	20010			Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE			PG	Juan Rey	Q. Chigazaza	BOGO	BOCOTA	043108N740220W	3160	20010		No Function	Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Tonque Vieheno	San Cristóbal	BOGO	BOCOTA	043431N740418W	3078	20010			Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE			PG	Mirada (Santa María Micaela)	Q. Yonasa	BOGO	BOCOTA	043021N740511W	2900	20010			Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Dona Juana	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043002N740515W	3078	20010			Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Paraiso II	Rosales	BOGO	BOCOTA	043742N740331W	2830	20010		No Function	Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE			PG	U. Antonio Nariño (Nariño ISIMF)	Tunucito	BOGO	BOCOTA	042854N740131W	2820	20010			Telometer (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE			PG	J.G. Kennedy	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043650N74.033W	2577	200303			Telometer (Radio)	DPAE Water Level	
DPAE			PG	Incepinocencia	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043710N74.154W	2576	20010			Telometer (Radio)	DPAE Water Level	
EAAB	P-342	2120057	PG	Santa Lucía	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043410N740701W	2818	195007				EAAB Rainfall	
EAAB	P-151	2120154	PG	Bosa Barrero No 2	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043040N74.108W	2578	-	195812			EAAB Rainfall	
EAAB	P-91	2120154	PG	Bosa-Bosa	Bosa	BOGO	BOCOTA	0436N7412W	2640	197705				EAAB Rainfall	
EAAB	P-381	2120204	PG	Juan Rey	Q. Chigazaza	BOGO	BOCOTA	0431N7405W	2985	190008				EAAB Rainfall	
EAAB	P-39C	2120205	PG	Quiba	Bogotá	BOGO	BOCOTA	0432N7410W	3000	190001				EAAB Rainfall	
EAAB	P-392	2120211	PG	Las Huertas	Bogotá	CUND	SOACHA	0435N74.4W	2572	196811			Telometer (GSM)	EAAB Rainfall	
EAAB	P-382	2120202	PG	La Ish	Bogotá	BOGO	BOCOTA	0438N74.3W	2577	196510				EAAB Rainfall	
EAAB	P-345	2120059	PM	Tonel Camelianta	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0434N74095W	2359	197704				EAAB Rainfall	
EAAB	P-331	2120197	PM	Casalarica	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0434N74.00W	2605	197005				EAAB Rainfall	
EAAB	L-192		L	Puente-La Isla	Tunucito	BOGO	BOCOTA		-					EAAB W./Discharge	
EAAB	L-38C	2120701	JG	Puente Eosa	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0436N7412W	2550	192607				EAAB W./Discharge	
EAAB	L-305	2120803	JG	Las Huertas	Bogotá	CUND	SOACHA	0435N74.4W	2572	196811				EAAB W./Discharge	One of the main station in ZAAE.
EAAB	L-304	2020802	JG	La Isla F. Eugenia	Bogotá	BOGO	BOCOTA	0438N74.3W	2577	196510				EAAB W./Discharge	
EAAB	L-324	2120705	LM	El Distrito	San Cristóbal	BOGO	BOCOTA	0433N74043W	2890	197701				EAAB W./Discharge	
EAAB	L-335	2120753	LM	Camberrara	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0430N7407W	2643	195508				EAAB W./Discharge	
EAAB	L-37C	2120653	LM	La Fucasa	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0430N74085W	2400	196811				EAAB W./Discharge	
EAAB	L-37C	2120904	LM	Embase 1	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0435N74095W	2568	190009				EAAB W./Discharge	
EAAB	L-371	2120905	LM	Embase 2	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0435N74095W	2583	190009				EAAB W./Discharge	
EAAB	L-334	2120943	LM	Humedal Tisanace (Compuista 1)	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0437N74.12W	2600	196600		No Function		EAAB W./Discharge	
EAAB	L-384	2120944	LM	Compuista 2	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0437N74.12W	2600	198701		No Function		EAAB W./Discharge	
EAAB	L-336	2120945	LM	Almarna	Q. Yonasa	BOGO	BOCOTA	0429N74043W	3300	198501		No Function		EAAB W./Discharge	It was stolen march 2000.
EAAB	L-111	2120955	LM	Los Molinos	Q. Chigazaza	BOGO	BOCOTA	0433N7407W	2800	190001		No Function		EAAB W./Discharge	
EAAB	L-332	2120957	LM	Cabrera	Q. Yonasa	BOGO	BOCOTA	0430N74043W	3300	195507		No Function		EAAB W./Discharge	
EAAB	L-394		LM	Canada	Q. Yonasa	BOGO	BOCOTA		-	-			EAAB W./Discharge		
EAAB	L-36C	2120835	LM	Avenida Boyaca	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0434N74097W	2650	196811				EAAB W./Discharge	1 year ago, some equipment was stolen, since then the station has been operated as 'LM'.
CAAF		2120633	CP	Dona Juana	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0430N74.00W	2700	195003				CAAF Rainfall	One of the main station in CAR.
CAAF		2120885	PG	El Bosque	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043230N740458W	2880	196212				CAAF Rainfall	
CAAF		2120153	JG	La Pucra	Q. Chigazaza	BOGO	BOCOTA	0434N74085W	2580	190006				CAAF Rainfall	
CAAF		2120172	PG	San Jorge	Suaithe	CUND	SOACHA	0431N74.2W	2890	190004				CAAF Rainfall	
CAAF		2120755	LM	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0430N74.1W	2952	190004				CAAF W./Discharge	
CAAF		2120771	LM	Puente La Isla	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0437N7412W	2549	196402		195712	No Function	CAAF W./Discharge	
CAAF		2120772	LM	La Chucalis	Bogotá	BOGO	BOCOTA	0438N74.4W	2538	194602		196612	No Function	CAAF W./Discharge	
CAAF		2120823	LM	Puente Canpas	Bogotá	CUND	SOACHA	0431N74.3W	2550	195809				CAAF W./Discharge	It was replaced by Las Huertas (EAAB).
IDEAM		2120664	CO	San Ince	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0430N7407W	2700	200111				IDEAM Rain/Clma	
IDEAM		2120665	CO	San Cayetano	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0435N74053W	3100	200111				IDEAM Rain/Clma	
IDEAM		2120665	CO	INDR. Gumbago Pere	Tunucito	BOGO	BOCOTA	0434N74085W	2565	200111				IDEAM Rain/Clma	
IDEAM		2120772	CO	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0431N74.2W	2900	190004				IDEAM Ramp/Clma	
IDEAM			CO	Manut de Dios (Surra Moras)	Tunucito	BOGO	BOCOTA	043436N74.003W	-	-			Telometer (GOES)	IDEAM Ramp/Clma	

1.3 Características de la Precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio

1.3.1 Precipitación Anual

Las áreas de Distribución Anual de Precipitación en los años 2002, 2003 y 2004 se muestran en la Figura S2-1-3 a S2-1-5. La cantidad de precipitación anual en el Área de Estudio varía por área desde 530 mm hasta 1150 mm. En el año 2002, de 470 mm a 1040 mm en el 2003, y de 600 mm hasta 1590 en el 2004, respectivamente. Su distribución espacial tiene una tendencia similar, la cantidad de precipitación es alta en la cordillera oriental en Bogotá y en el área montañosa al sur en Soacha, y es un área baja en una zona de vega a lo largo del Río Tunjuelo y cerca de la confluencia del Río Tunjuelo en el Río Bogotá.

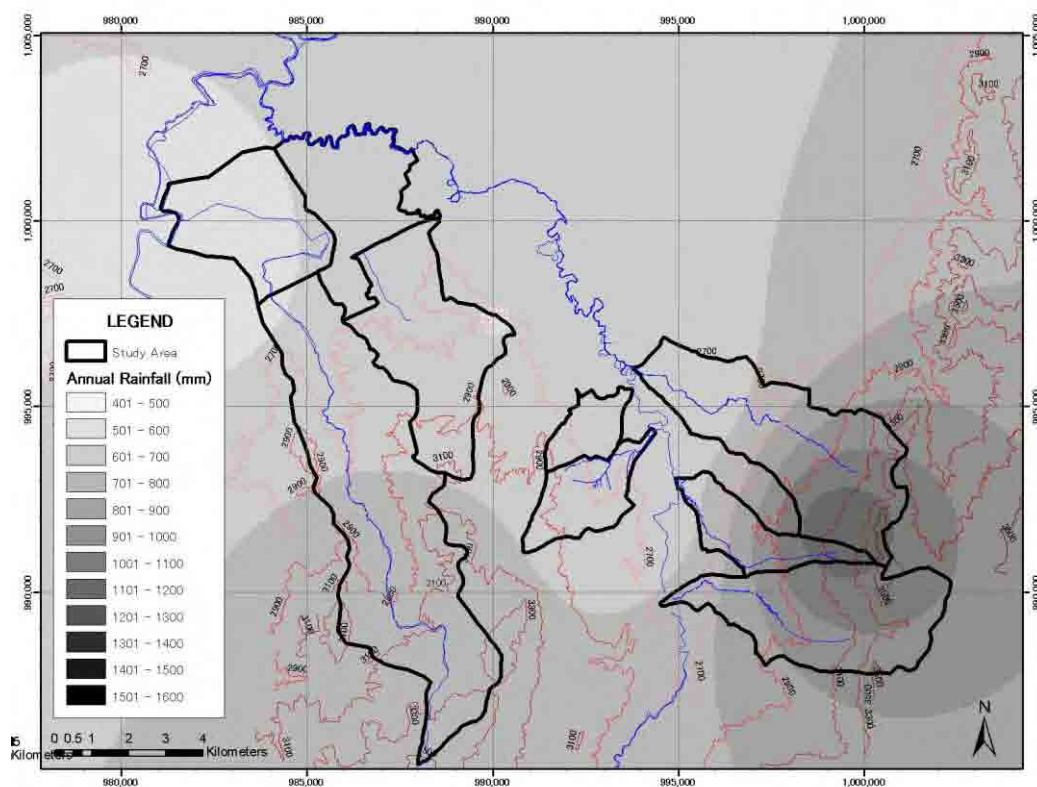


Figura S2-1-3 Distribución de la Precipitación Anual (2002)

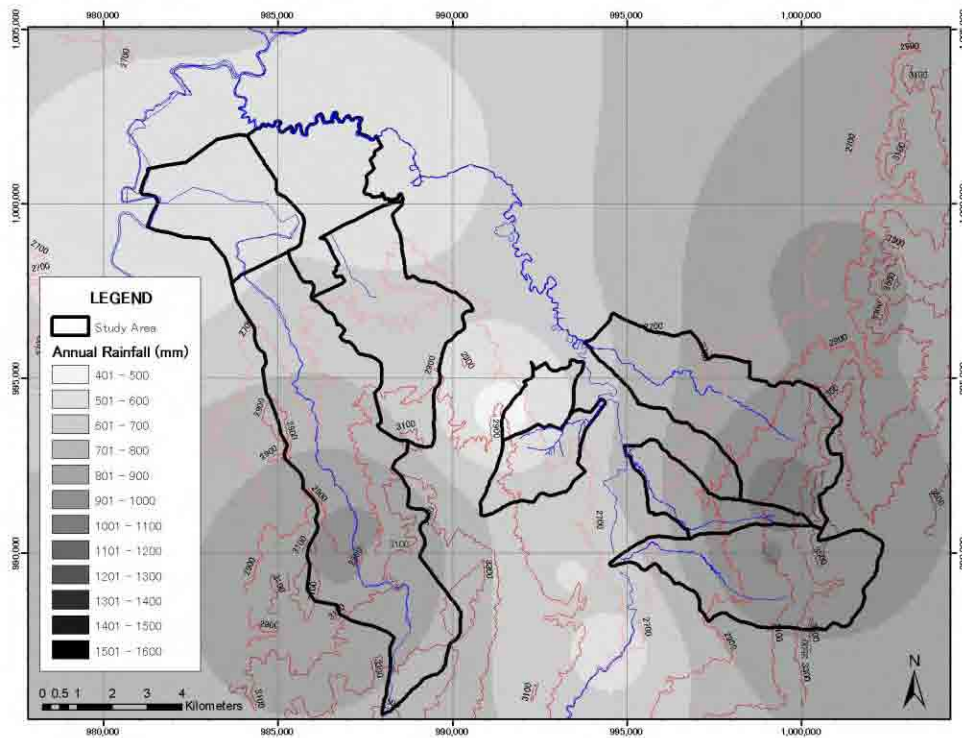


Figura S2-1-4 Distribución de la Precipitación Anual (2003)

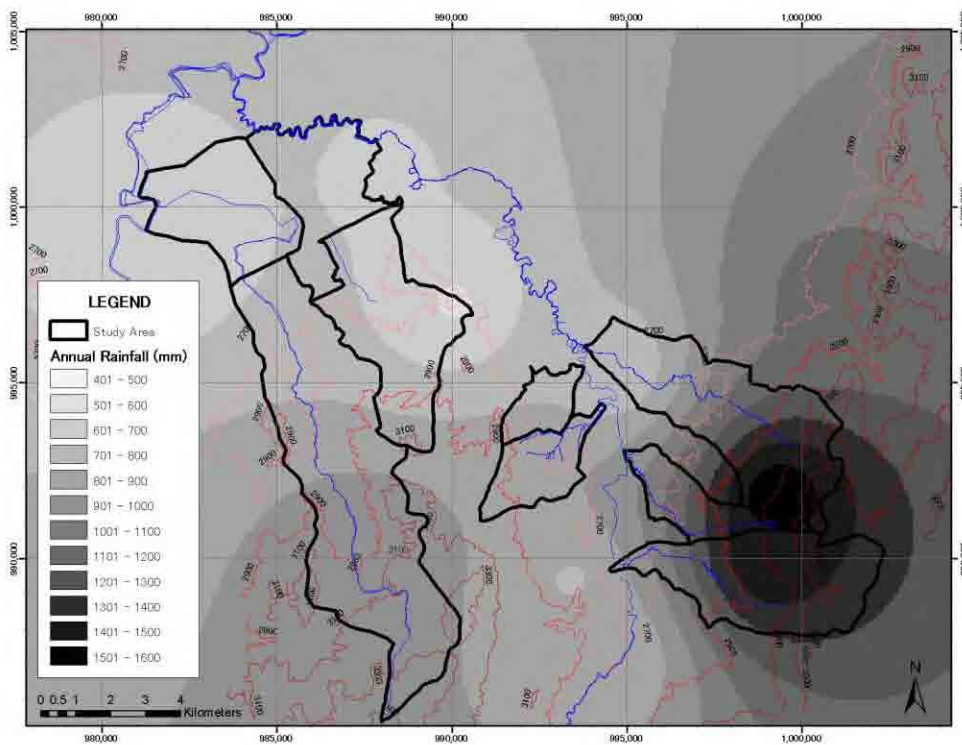


Figura S2-1-5 Distribución de la Precipitación Anual (2004)

1.3.2 Precipitación Mensual

La distribución de la precipitación mensual en 2003 y la variación de la precipitación mensualmente en varias estaciones dentro del Área de Estudio se muestran en la Figura S2-1-6 y S2-1-7, respectivamente. Como se describió en (1) “La Descripción General de Cundinamarca incluyendo el Área de Estudio” en este capítulo, hay dos (2) periodos lluviosos desde Marzo a Mayo y desde Septiembre hasta Noviembre en el Área de Estudio. Como por las características del Área de Estudio, la cantidad de precipitación es comparativamente alta en el área montañosa del este en Bogotá y el área montañosa del sur en Soacha a lo largo del año, y especialmente la cantidad de precipitación en Julio también es alta en estas áreas aparte de las dos (2) estaciones lluviosas como se tipifica en la estación Micaela localizada en el área montañosa del este y el sur dentro del Área de Estudio. Esta tendencia se ve también en otros años como el 2002, 2004 y 2005.

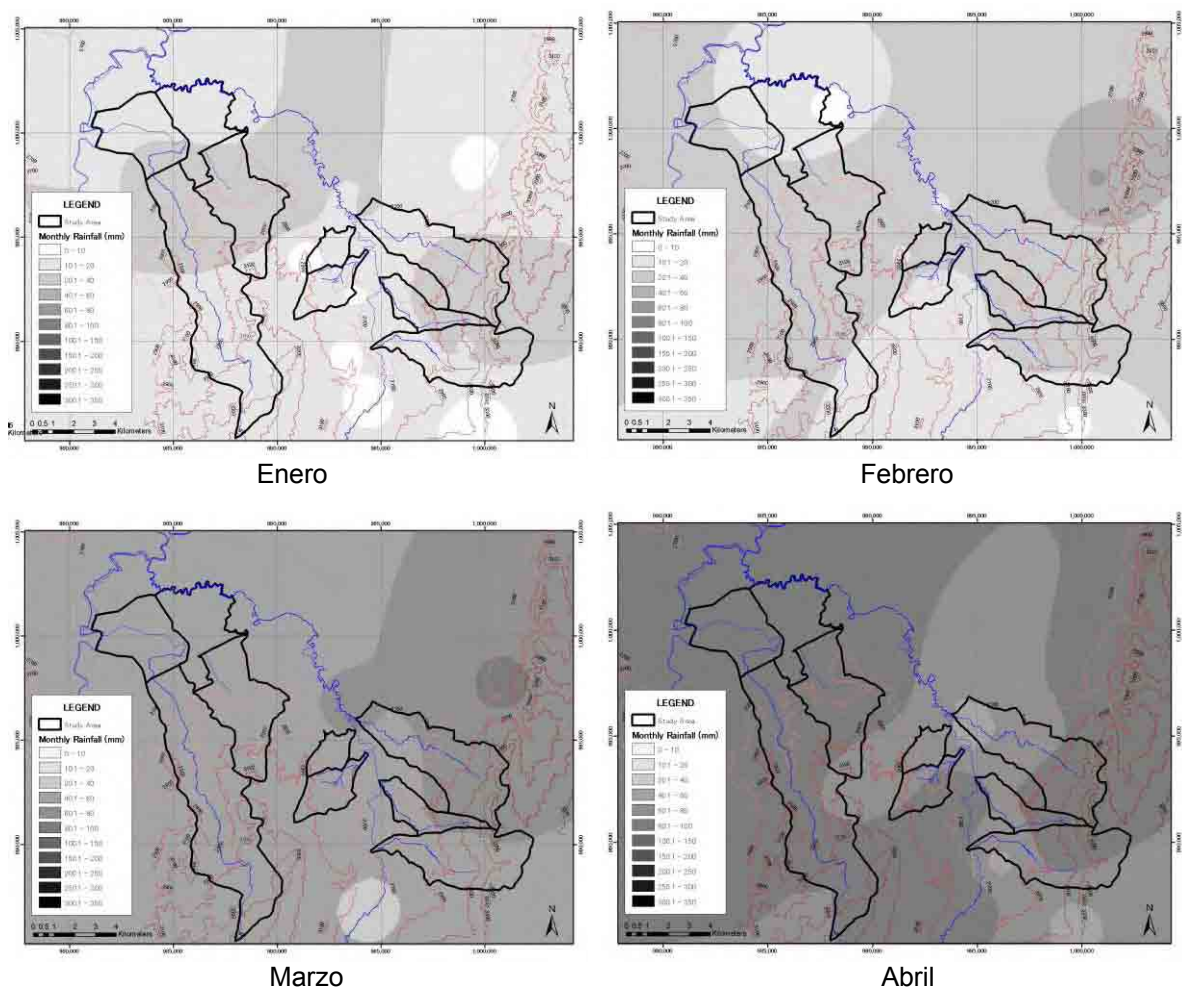
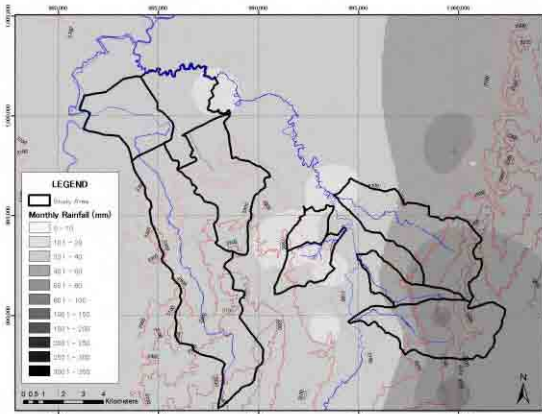
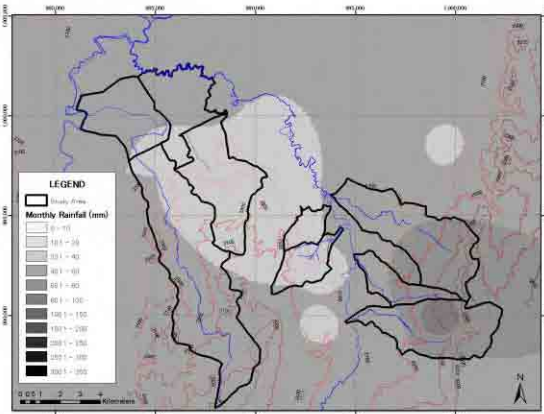


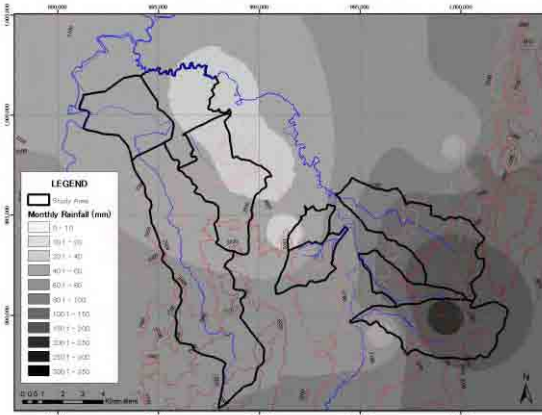
Figura S2-1-6 Distribución de la Precipitación Mensual (Enero - Diciembre, 2003) (1/3)



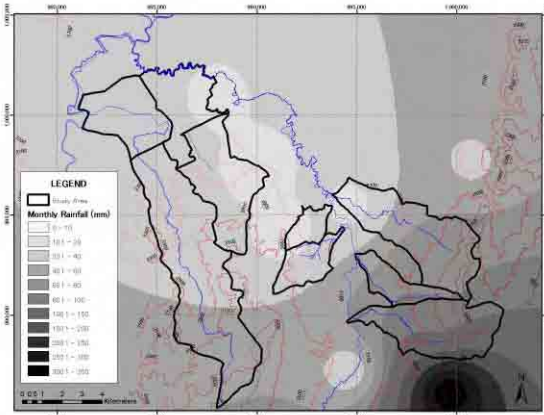
Mayo



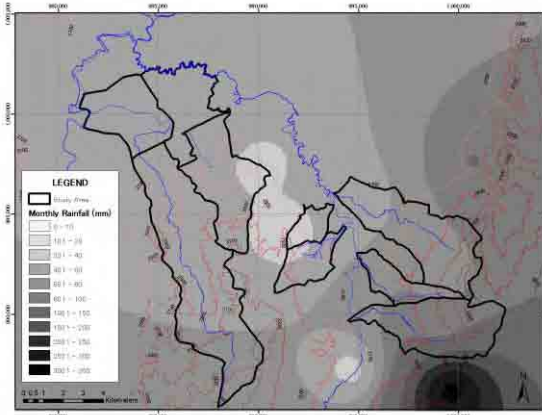
Junio



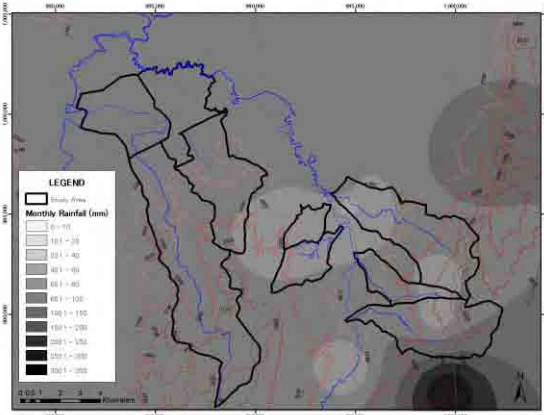
Julio



Agosto

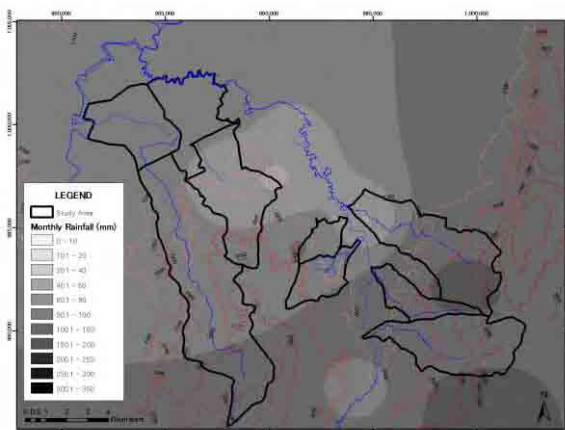


Septiembre

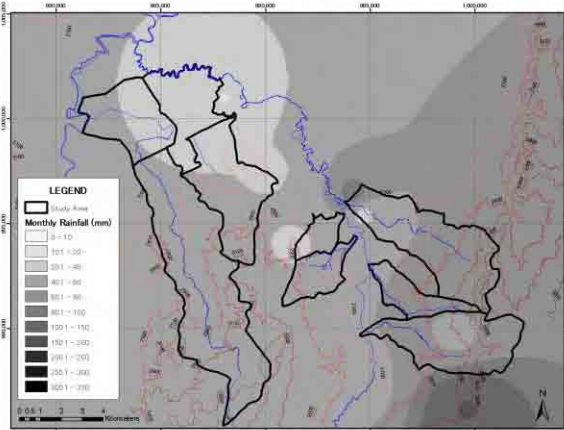


Octubre

Figura 2-1-6 Distribución de la Precipitación Mensual (Enero - Diciembre, 2003) (2/3)



Noviembre



Diciembre

Figura S2-1-6 Distribución de la Precipitación Mensual (Enero - Diciembre, 2003) (3/3)

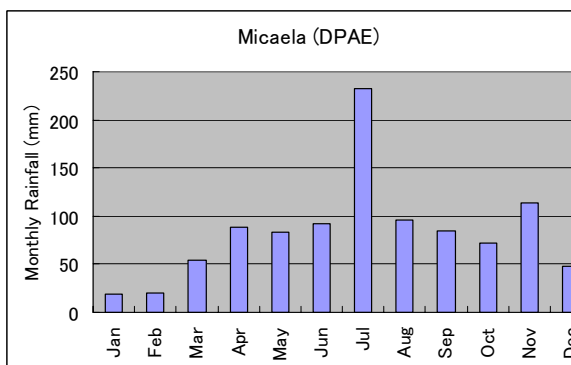
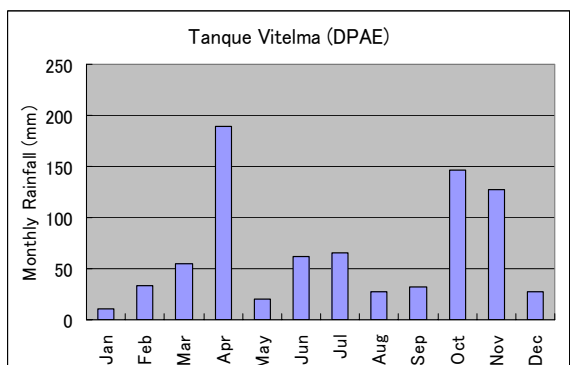
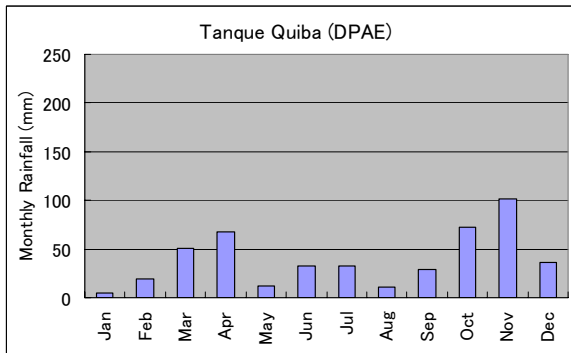
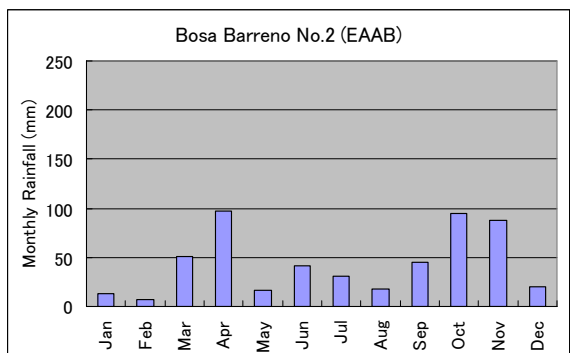
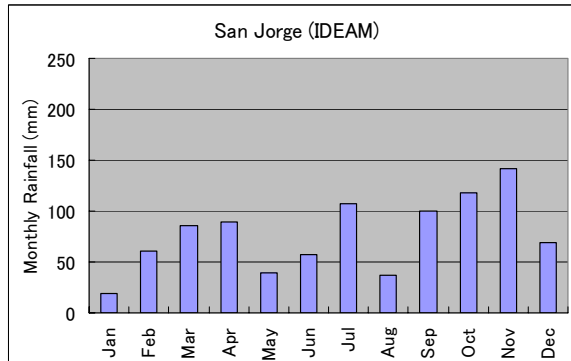
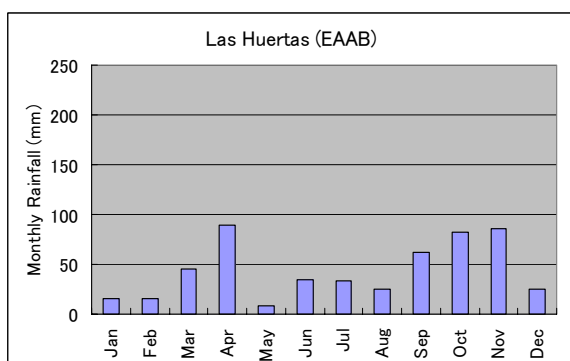


Figura S2-1-7 Variación de la Precipitación Mensual en 2003

1.3.3 Número de días lluviosos en el Mes

La Tabla S2-1-9 y la Figura S2-1-8 muestra el número de días lluviosos en el mes en 2003, cuando la cantidad de precipitación registra más de 0.1 mm en las mismas estaciones, como se muestra en la Figura S2-1-7. Un alto número de días lluviosos se registraron en Abril, Julio, Octubre y Noviembre en todas las estaciones. La variación mensual entre las estaciones es casi similar excepto en la estación Micaela. El número más alto de días lluviosos es de 29 días y se registro en Mayo en la estación de Micaela.

Tabla S2-1-9 Número de días lluviosos en 2003

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Las Huertas (EAAB)	1	6	14	16	6	11	19	13	13	19	20	9	147
San Jorge (IDEAM)	1	8	11	16	11	13	13	10	8	17	15	5	128
Bosa Barreno No.2 (EAAB)	1	8	13	14	7	12	15	11	14	19	21	7	142
Tanque Quiba (DPAE)	1	11	13	17	11	12	15	9	8	18	19	8	142
Tanque Vitelma (DPAE)	3	12	14	21	19	20	23	20	18	24	27	13	214
Micaela (DPAE)	2	11	15	21	29	21	26	24	21	21	20	15	226

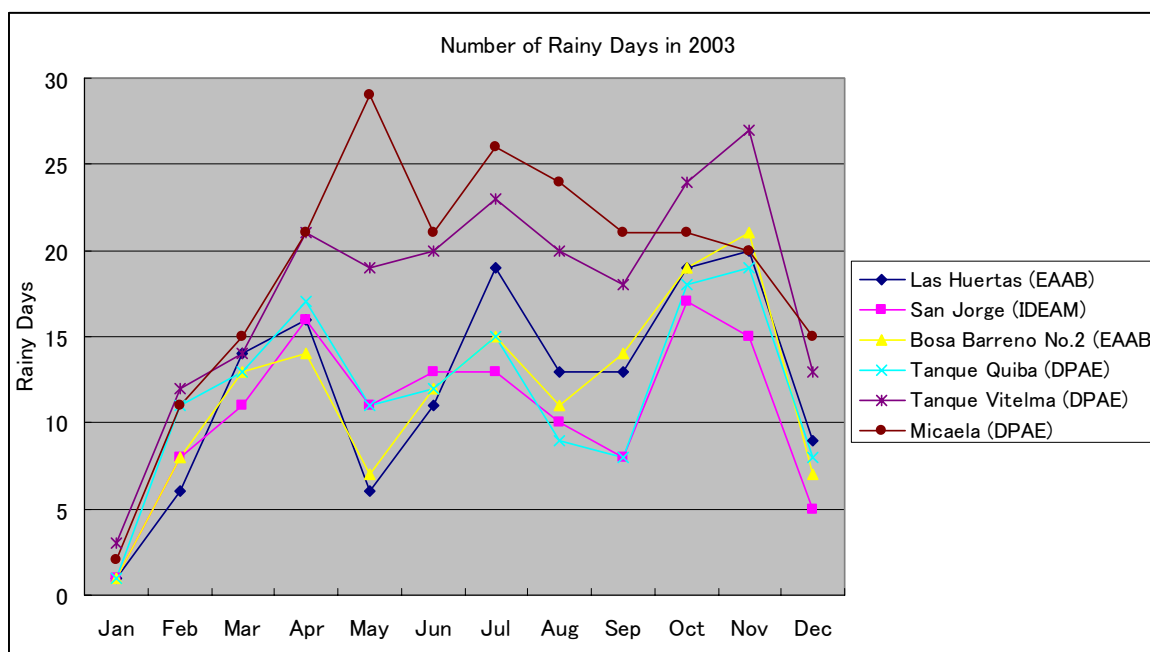


Figura S2-1-8 Días Lluviosos en el Mes de 2003

1.3.4 Precipitación Diaria

Las Figuras S2-1-9 y S2-1-10 muestran la precipitación diaria máxima mensual en las estaciones de DPAE desde Octubre 2000 hasta Agosto 2006. La Figura S2-1-9 muestra los valores del lado oriental del Río Tunjuelo, y la Figura S2-1-10 muestra los valores del lado occidental. Como tendencia general, la precipitación diaria es mayor en el lado oriental que en el lado occidental. En el lado oriental, la precipitación diaria es alta en Junio y Julio también como la estación lluviosa, aunque la precipitación diaria en el lado occidental tiende a ser alta en la estación lluviosa. El máximo valor de 54.2 mm., se registró en Mayo 3, 2005 en el tanque de la estación Vitelma que está localizada en el lado oriental.

La Tabla S2-1-10 muestra la cantidad de precipitación diaria con varios períodos de retorno en 5(cinco) estaciones. Esto fue analizado por el método de Gumbel usando los datos recolectados en este Estudio

Tabla S2-1-10 Precipitación Diaria Probable

Estación	Periodo de Retorno (año)					
	3	5	10	25	50	100
Las Huertas (EAAB)	29.19	32.03	35.60	40.12	43.47	46.79
San Jorge (IDEAM)	35.38	38.74	42.96	48.30	52.26	56.19
Bosa Barreno No.2 (EAAB)	33.56	37.23	41.83	47.65	51.97	56.25
Juan Rey (EAAB)	47.74	52.98	59.56	67.88	74.06	80.18
La Picota (CAR)	35.91	40.33	45.89	52.91	58.11	63.28

La Figura S2-1-11 muestra la distribución espacial de la precipitación diaria desde Mayo 8 a Mayo 12, 2006 en el Área de Estudio. La inundación fuerte ocurrió en Mayo 11 en Soacha.

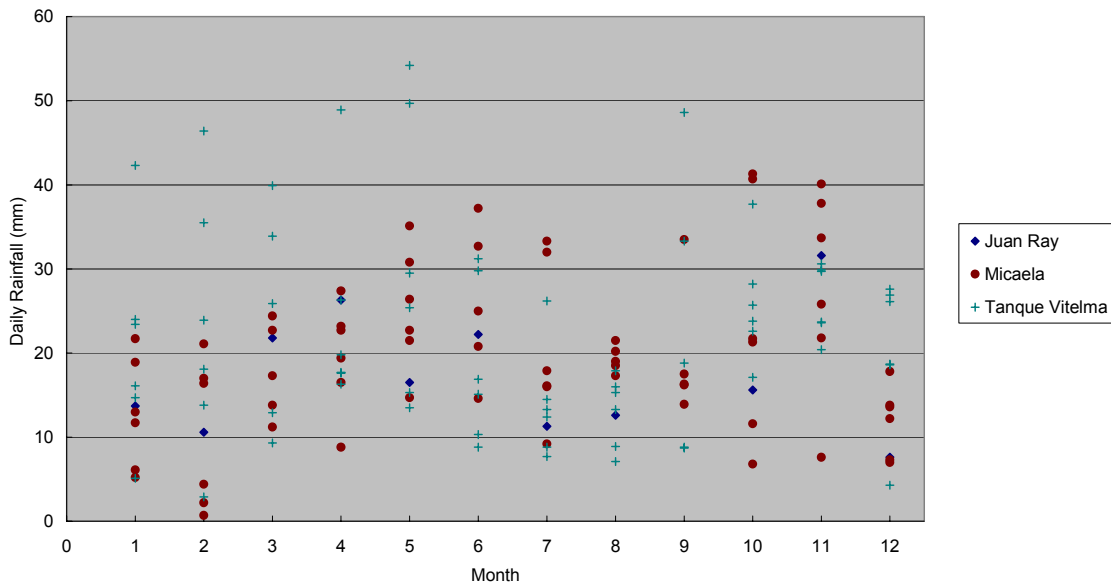


Figura S2-1-9 La precipitación Máxima Diaria en las estaciones de DPAE en el lado Oriental del Río Tunjuelo de 2000 a 2006

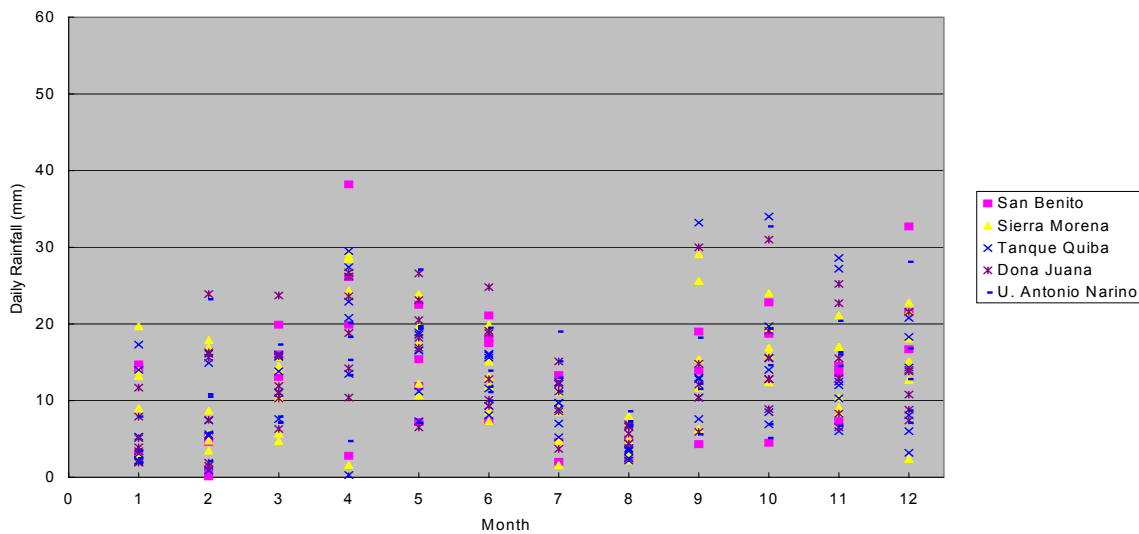


Figura S2-1-10 Precipitación Diaria Máxima en las estaciones de DPAE en el lado Occidental del Río Tunjuelo del 2000 al 2006

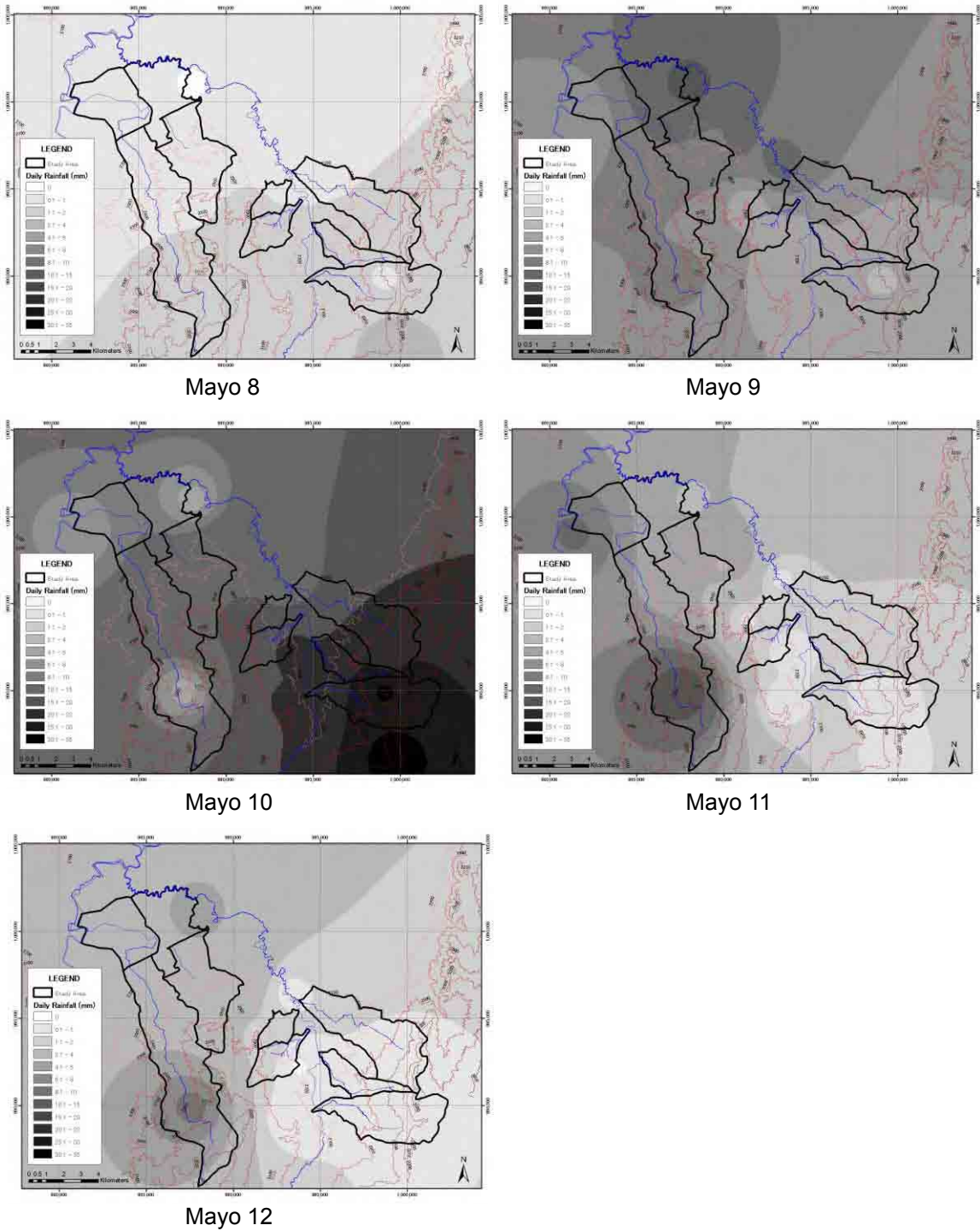


Figura S2-1-11 Distribución de la Precipitación Diaria (Mayo 8 - 12, 2006)

1.3.5 Precipitación Horaria

Las Figuras S2-1-12 y S2-1-13 muestran la máxima precipitación horaria en las estaciones de DPAE desde Octubre 2000 hasta Agosto 2006. La Figura S2-1-12 muestra los valores del lado oriental del Río Tunjuelo, y La Figura S2-1-13 muestra los valores del lado occidental. La precipitación horaria es más alta en el lado oriental que en el lado occidental como en el caso de la precipitación diaria. En ambos costados, el valor máximo de la precipitación horaria diaria es pesado en la estación lluviosa. La precipitación diaria del lado oriental en Junio y Julio es comparativamente baja a diferencia de la tendencia de la precipitación diaria. Esto muestra que la intensidad de la precipitación del lado oriental

en Junio y Julio no es fuerte mientras que la duración de la precipitación es larga. Y el máximo valor de 42.1mm se registró en Septiembre 25, 2005 en la estación del tanque Vitelma.

La Figura S2-1-14 muestra la zonificación del modelo de precipitación por la EAAB, 1995, con el Área de Estudio. Casi toda el Área de Estudio está incluida en la zona de Z4, Z5 y Z7. El modelo de Precipitación varía por zona. Las intensidades de precipitación en varios periodos de retorno en cada zona por el EAAB, 1995 se muestran en la Tabla S2-1-11.

La Figura S2-1-15 muestra la relación entre precipitación diaria y horaria en las estaciones de DPAE del 2000-2006. El máximo valor de precipitación diaria de cada mes desde el 2000-2006, y también el máximo valor de precipitación horaria de cada mes desde 2000 al 2006. De la figura, el porcentaje de la cantidad de precipitación horaria a la cantidad de precipitación horaria es de cerca 40-60%, lo cual significa que la lluvia fuerte termina en corto tiempo. Las Figuras S2-1-16 y S2-1-17 muestran la distribución en 1:00-24:00 en el Tanque Quiba y la estación de Micaela, respectivamente. Estos 10 ejemplos en cada figura son los 10 ejemplos superiores (en cada figura) de la cantidad de precipitación diaria alta desde Octubre 2000 hasta Agosto 2006 en la estación de Tanque Quiba, y desde Octubre de 2000 hasta Julio 2006 en la estación de Micaela. En el Tanque de la estación Quiba, la distribución de la precipitación se puede clasificar en dos (2) modelos. Uno es una curva comparativamente moderada tal como 2002/4/25 y 2003/4/12 y 2002, y otra es una curva muy empinada tal como 2005/9/25 y 2006/4/30, en la cual la precipitación horaria más alta casi equivale a la cantidad de precipitación diaria. En la estación Micaela, la distribución puede clasificarse también en dos (2) modelos. Uno es una curva muy moderada tal como 2001/11/12 y 2002/6/22, y la otra es una curva comparativamente empinada tal como 2003/9/27 y 2005/10/23 en la Figure 2-1-18 se muestran las distribuciones sintéticas de la distribución de la precipitación por USA by USDA, 1986. Cuando esta clasificación de las distribuciones de la precipitación tienen la intención de aplicarse en el Área de Estudio para Análisis, por ejemplo, I y II son respecto al ajuste en la cuenca de La Estrella cerca de la estación del Tanque Quiba y la IA y III para ajustarse en la cuenca de la Yomasa donde se encuentra localizada la estación de Micaela.

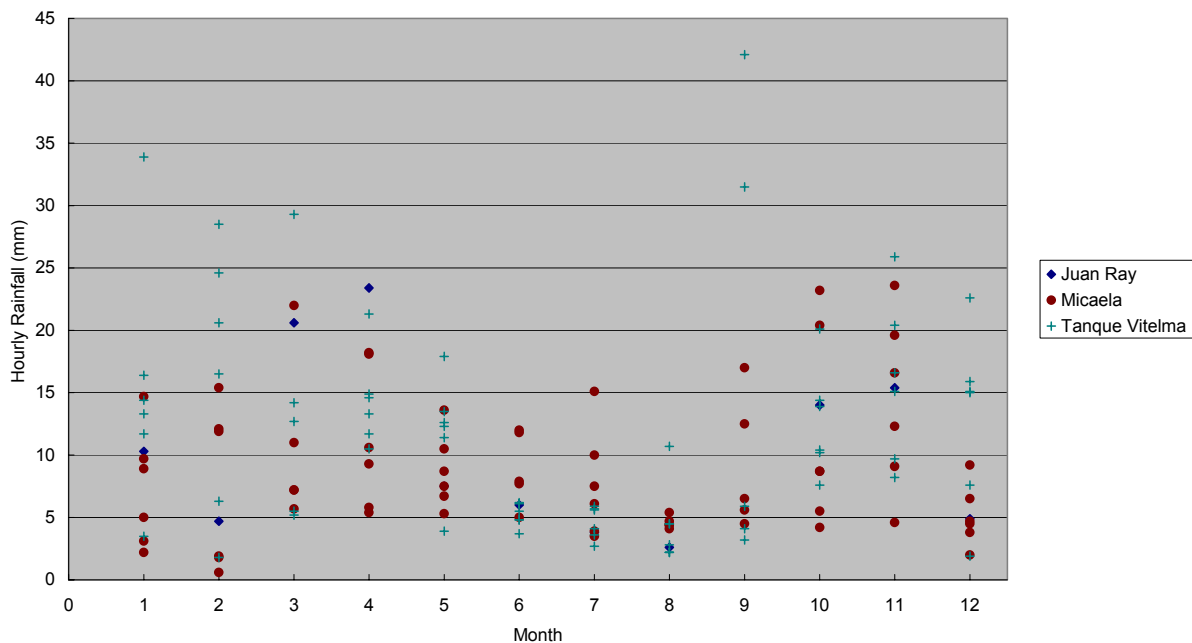


Figura S2-1-12 Máxima Precipitación Diaria en las estaciones de DPAE en el lado Oriental del Río Tunjuelo desde 2000 al 2006

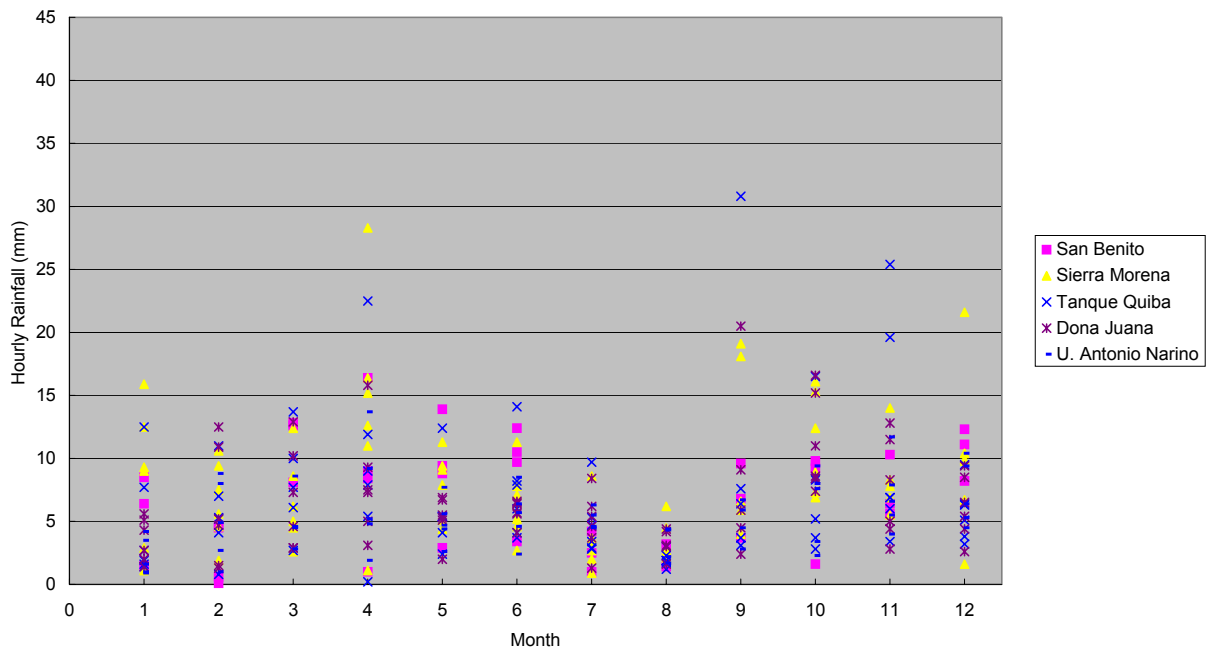
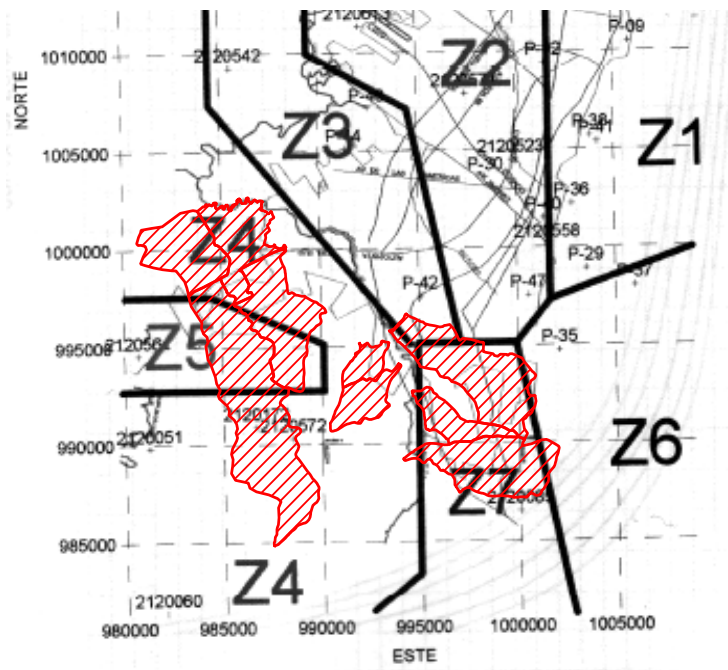


Figura S2-1-13 Precipitación Horaria Diaria en las estaciones de DPAE en el lado occidental del Río Tunjuelo desde el 2000 al 2006



(Fuente: "ESTUDIO PARA EL ANALISIS Y CARACTERIZACION DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ", EAAB, Noviembre 1995)

Figura S2-1-14 Zonificación del Modelo de Precipitación

Tabla S2-1-11 Intensidad de la Precipitación en cada Zona

Zona 4 (Z4)						
Duración (min.)	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
15	48.72	57.42	68.38	82.21	92.49	102.67
30	34.47	39.91	46.74	55.40	61.82	68.19
60	22.09	25.34	29.43	34.59	38.43	42.23
120	12.68	14.55	16.95	19.92	22.15	24.35
360	4.85	5.50	6.37	7.47	8.27	9.06
Zona 5 (Z5)						
Duración (min.)	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
15	39.30	44.10	50.10	57.70	63.40	69.00
30	27.80	31.60	36.30	42.30	46.70	51.10
60	17.50	19.90	23.00	27.00	29.90	32.80
120	10.10	11.80	13.80	16.40	18.30	20.20
360	3.70	4.30	5.10	6.00	6.80	7.50
Zona 7 (Z7)						
Duración (min.)	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
15	42.35	53.25	66.90	84.15	96.95	109.65
30	28.60	34.45	41.85	51.15	58.10	64.95
60	17.40	20.10	23.50	27.75	30.95	34.05
120	11.25	13.45	16.30	19.80	22.40	25.00
360	5.35	6.55	8.00	9.95	11.35	12.75

(Fuente: "ESTUDIO PARA EL ANALISIS Y CARACTERIZACION DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ", EAAB, Noviembre 1995)

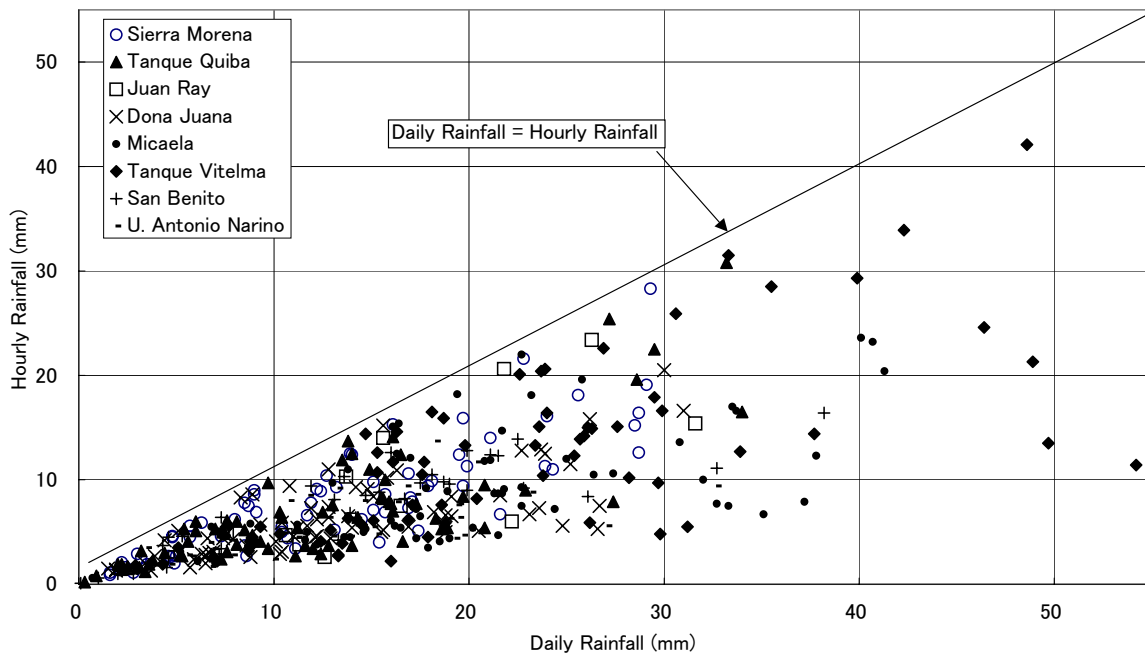


Figura S2-1-15 Relación entre La Precipitación Diaria y la Precipitación Horaria en las estaciones de DPAE en 2000-2006

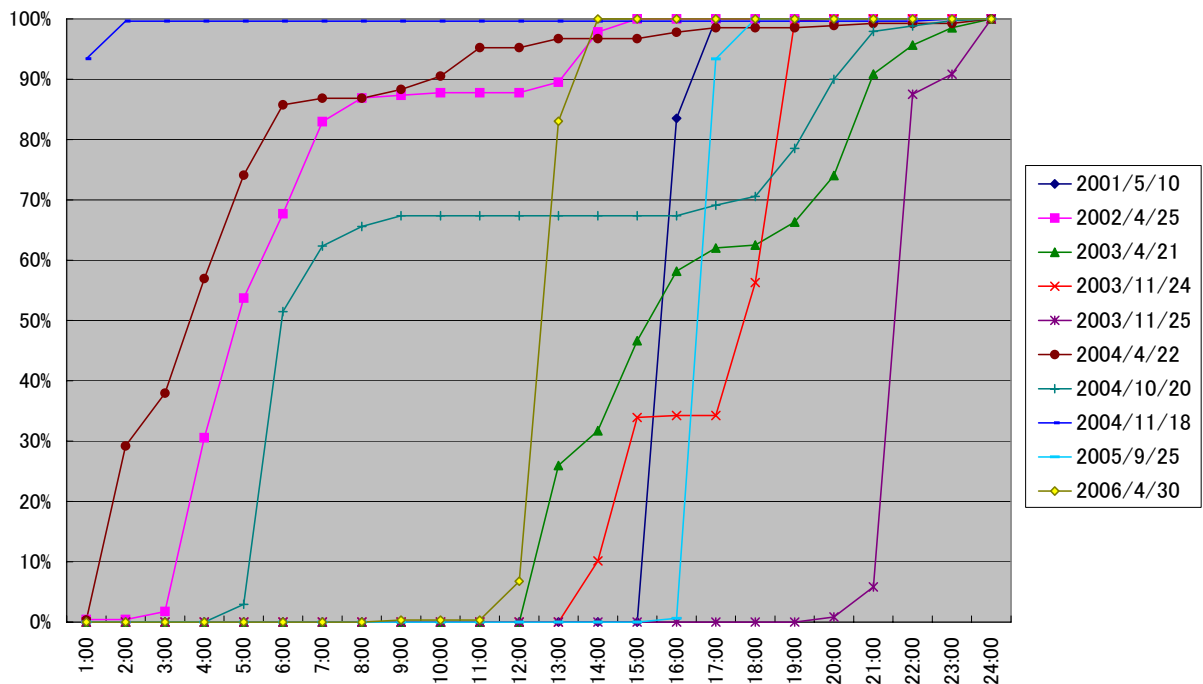


Figura S2-1-16 Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la estación del Tanque Quiba

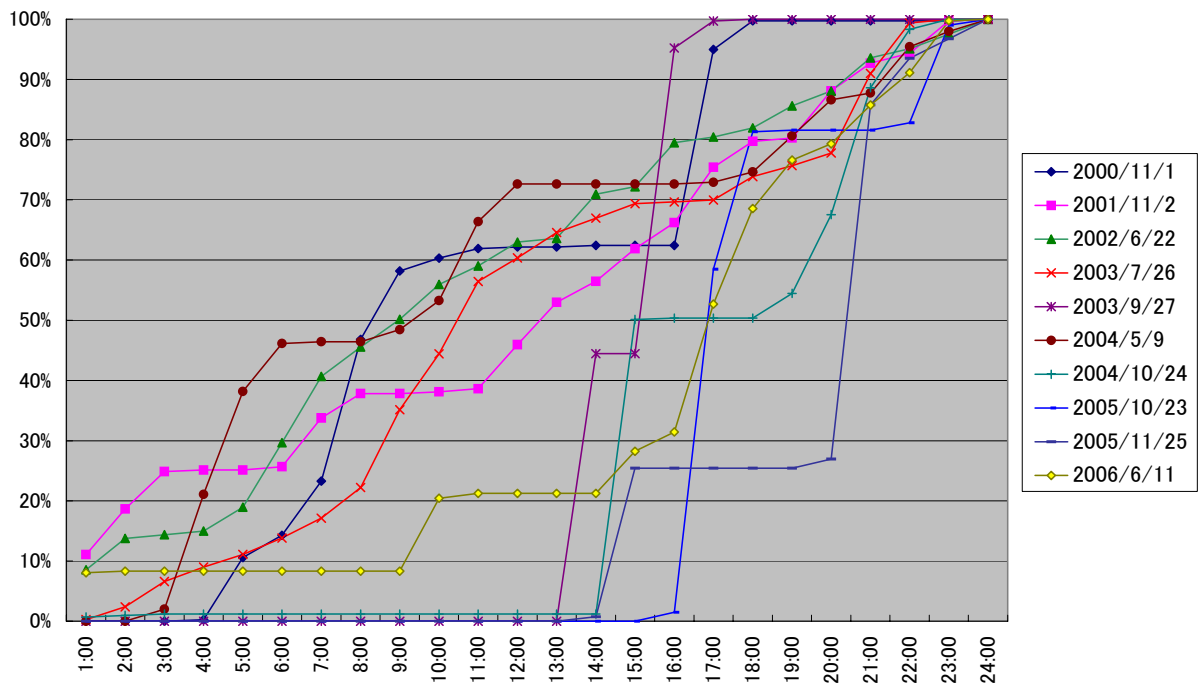
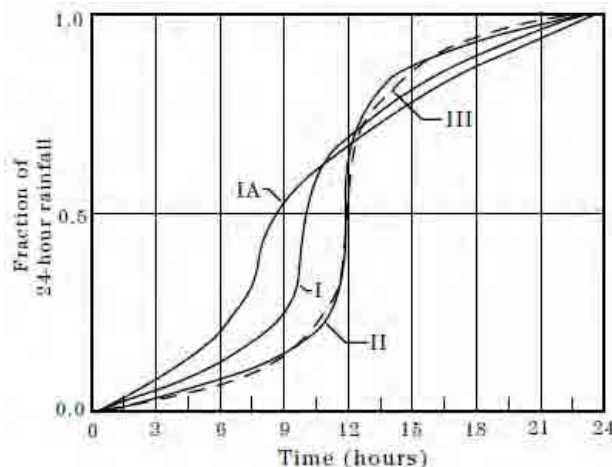


Figura 2-1-17 Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la estación Micaela



(Fuente: Figura B-1of "Hidrología Urbana para cuencas pequeñas" (210-VI-TR-55, Segunda Ed.), USDA, Junio 1986)

Figura 2-1-18 SCS 24-Distribuciones horarias de la Precipitación

1.4 Correlación de las Estaciones de Precipitación - Correlación del Modelo de Precipitación

1.4.1 Correlación de las Estaciones de Precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio.

Para examinar la correlación de las estaciones y el modelo de precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio, la correlación de coeficiente de cada estación se calcula usando los datos de precipitación mensual desde el 2000 hasta 2006 y los datos de precipitación diaria en 2003. Se puede decir que si la relación de coeficiente es alta entre las dos (2) estaciones, el modelo de precipitación es similar en el área relevante las Figuras S2-1-19 y S2-1-20 muestran los resultados del cálculo de correlación de la precipitación mensual y la precipitación diaria dentro y alrededor del Área de Estudio, respectivamente. Los valores de las líneas entre las estaciones designan el valor cuadrado del coeficiente de correlación de cada estación.

La correlación de las estaciones, particularmente de precipitación diaria, se resume a continuación:

- La correlación es alta en cada estación localizada en áreas de tierra baja como las ubicadas a lo largo del Río Tunjuelo y el área norte de Soacha
- La correlación es comparativamente alta en las estaciones de Juan Rey, Micaela, Doña Juana (DPAE) y la Universidad de Antonio Nariño, las cuales están localizadas en la parte sur del Área de Estudio.
- La correlación es comparativamente alta en las estaciones de Tanque Vitelma, San Benito y La Picota, las cuales están localizadas en la parte norte del Área de Estudio.
- Correlación comparativamente baja en la dirección este-oeste

1.4.2 Correlación de las Estaciones de Precipitación de DPAE

Las Figuras S2-1-21 y S2-1-22 muestran el resultado del cálculo de correlación de los datos mensuales de precipitación desde 2000 al 2006 y los datos de precipitación diaria en 2003 solo para las estaciones de precipitación en DPAE. Sin embargo, los datos de la estación de Juan Rey del EAAB son usados para análisis en vez de la estación de Juan Rey de DPAE debido a que el período operado de Juan Rey de DPAE es muy corto. Los caracteres numéricos en las figuras designan el valor cuadrado del coeficiente de correlación de cada estación.

La correlación de las estaciones de precipitación de DPAE particularmente de precipitación diaria, se resume a continuación:

- La correlación es extremadamente alta en las estaciones localizadas a lo largo del Río Tunjuelo in la dirección norte – sur.
- La correlación es alta o comparativamente alta en las estaciones localizadas en el lado occidental del Río Tunjuelo
- La correlación es comparativamente alta en la dirección este-oeste excepto en Sierra Morena - Tanque Quiba, Tanque Quiba - Juan Rey, y Tanque Quiba - Estación Micaela

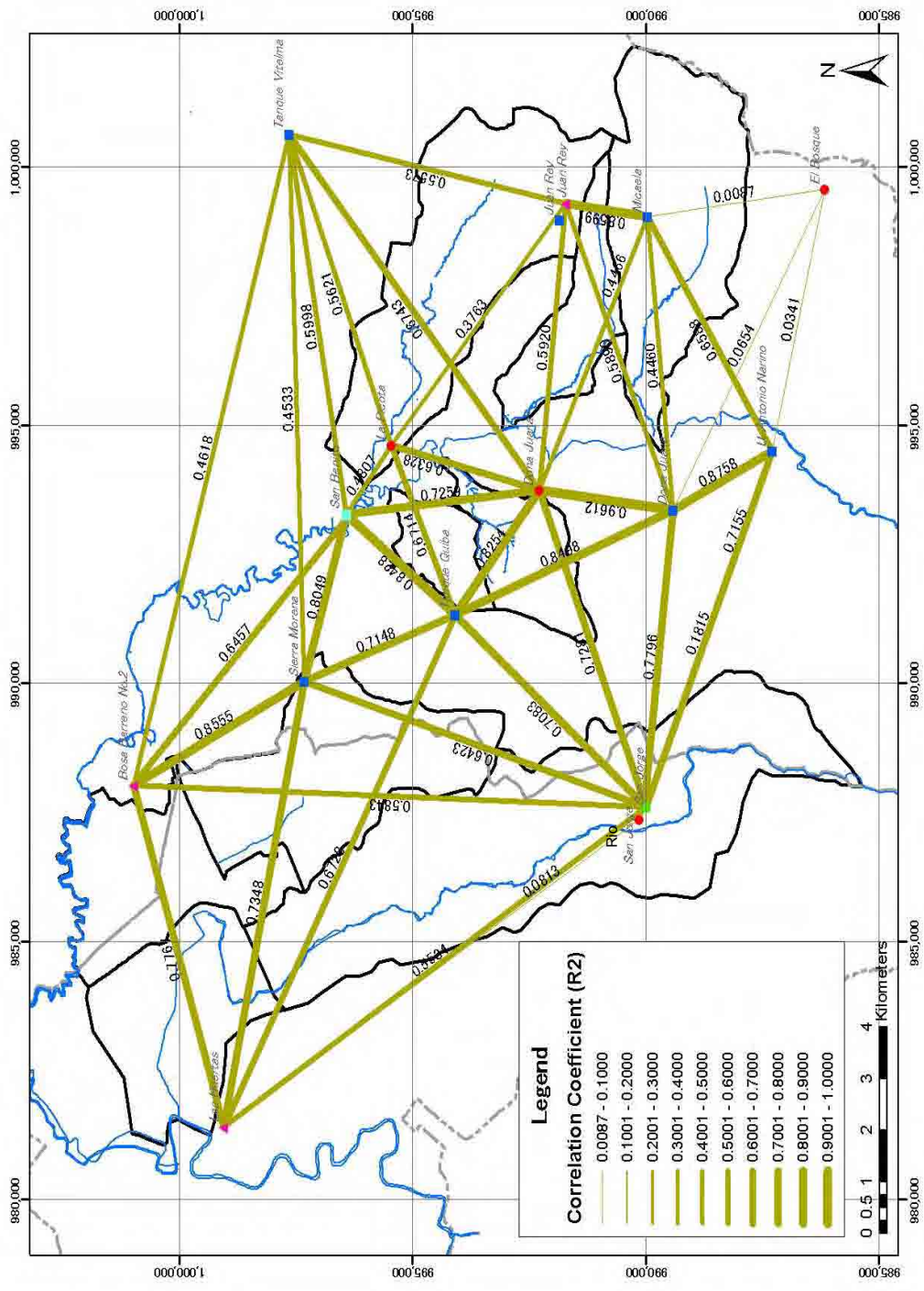


Figura S2-1-19 Correlación de la Precipitación Mensual (2000 - 2006)

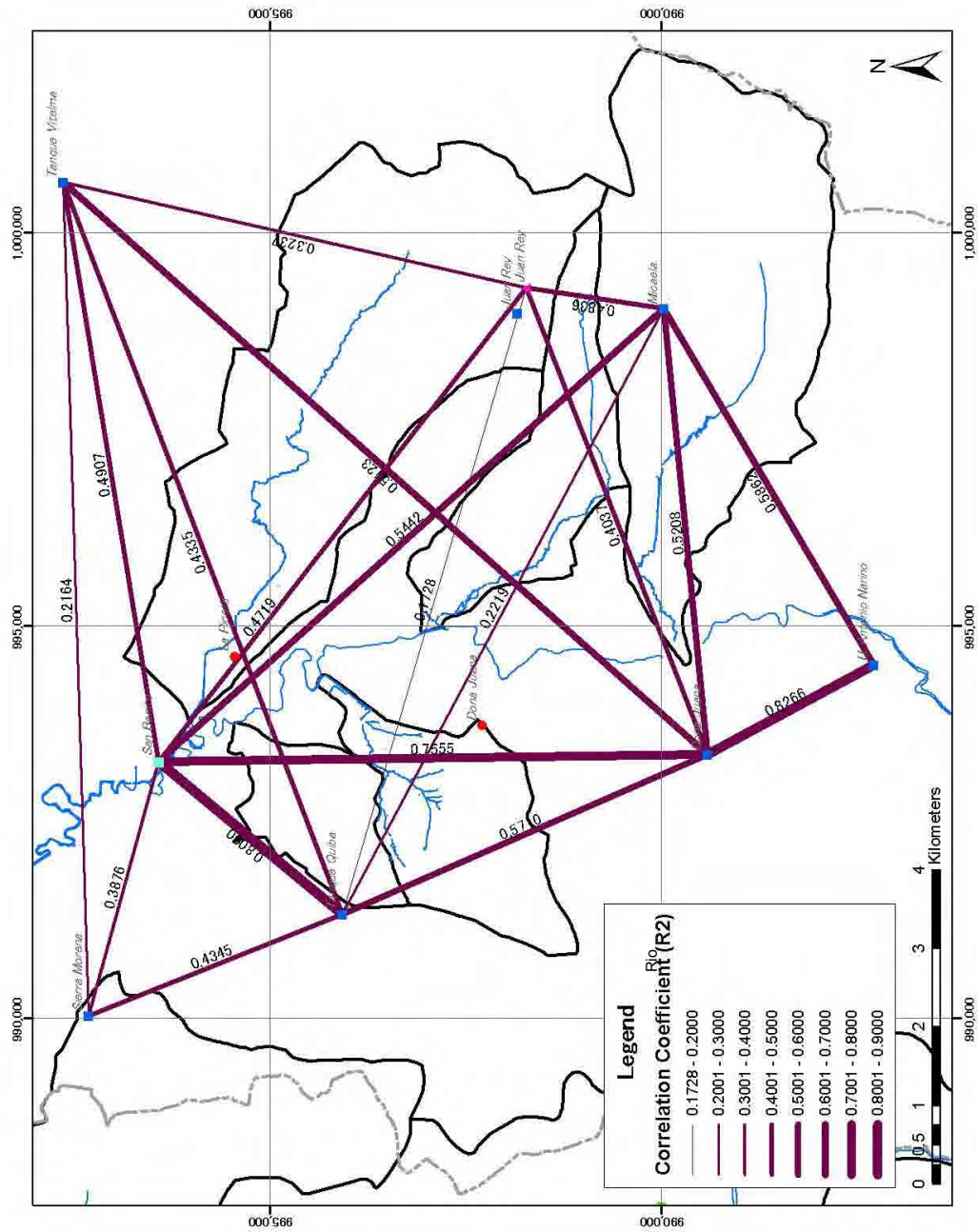


Figura S2-1-22 Correlación de la Precipitación Diaria en las estaciones de DPAE (2003)