REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA
FONDO DE PREVENCI ON Y ATENCION DE EMERGENCIAS
FOPAE

TÍTULO(S) Y SUBTÍTULO(S): COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA.

AUTOR(ES): MARIA CONSTANZA ROSERO*. (Subdirección de Hidrología-IDEAM).

RESUMEN: En este documento se hace la recopilación y análisis de información asociada con eventos de inundación ocurridos en el Distrito Capital, tales como estudios anteriores, estadistas elaboras por diferentes entidades o registros de periódicos locales o nacionales. Adicional a esto se incluye un análisis estadístico básico de la dinámica de los caudales y la precipitación de estaciones localizadas dentro del área de estudio, a nivel espacial y temporal y se establece el estado actual de la red hidrológica.

PALABRAS CLAVES: Recopilación y análisis de información hidrometeorológica, Hidrología, Inundaciones.

TÉRMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE:

CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD:	CONTRATO:	IDIOMA:	NÚMERO DE PÁGINAS
CLASIFICADO	CONVENIO INTER-ADMINISTRATIVO (IDEAM – FOPAE) No. 198/04 - IDEAM No. 550/04 – FOPAE PARA MEJORAR EL CONOCIMIENTO DEL CLIMA Y AMPLIAR LA RED DE MONITOREO HIDROMETEOROLÓGICO DE BOGOTA D. C.	ESPAÑOL	68

NOTAS/OBSERVACIONES:

* Ingeniera Civil MSc. Recursos Hidráulicos (Contratista).

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
INSTITUTO DE HIDROLÓGICA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS
AMBIENTALES – IDEAM

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA
FONDO DE PREVENCI ON Y
ATENCION DE EMERGENCIAS
FOPAE

CLASIFICADO

COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
(IDEAM – FOPAE)
No. 198/04 –IDEAM
No. 550/04 – FOPAE
PARA MEJORAR EL CONOCIMIENTO
DEL CLIMA Y AMPLIAR LA RED DE MONITOREO
HIDROMETEOROLÓGICO DE BOGOTA D. C.

20 de febrero de 2007

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 7

1. OBJETIVOS 8

2. GENERALIDADES 8

2.1 HIDROGRAFÍA GENERAL 8
2.1.1 CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ 8
2.1.2 CUENCA DEL RÍO TUNJUELO 10
2.1.3 CUENCA DEL RÍO FUCHA 12
2.1.4 CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO 13
2.1.5 HUMEDALES 13

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 15

4. INFORMACIÓN RECOPILADA 15

4.1 ESTUDIOS ANTERIORES 15
4.2 INVENTARIO DE INUNDACIONES 16
4.2.1 NIVEL DE DETALLE DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN 16
4.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA FUENTES DE INFORMACIÓN 16
4.2.2.1 LOS DESASTRES NATURALES DE COLOMBIA 16
4.2.2.2 FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS (FOPAE) 17
4.2.2.3 DEFENSA CIVIL 17
4.2.2.4 CUERPO DE BOMBEROS DE BOGOTÁ 17
4.2.2.5 DIRECCIÓN GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES (DGPAD) 18
4.2.2.6 PERIÓDICO EL TIEMPO 18
4.3 RED HIDROLÓGICA EXISTENTE 18
4.4 INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA 20

5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 22

5.1 ESTUDIOS ANTERIORES 22
5.1.1 DISEÑO DE LA REDES DE ALERTAS HIDROMETEOROLÓGICAS PARA INUNDACIONES Y REMOCIÓN EN MASA EN EL SUR OCCIDENTE DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ (2000) 22
5.1.2 CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO DE BOGOTÁ, D.C. 24
5.1.3 ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN DIFERENTES SECTORES DE BOGOTÁ 26
5.1.4 ESTUDIO DE SANEAMIENTO Y CONTROL DE CRECIENTES EN LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO. 26
5.2 EVALUACIÓN DEL INVENTARIO DE INUNDACIONES 27

5.2.1 CALIDAD DE LA INFORMACIÓN 27
5.2.2 EVENTOS DE INUNDACIÓN MÁS NOTABLES 28
5.2.3 INUNDACIONES POR DESBORDAMIENTO DE LOS CAUCES DE LOS RÍOS Y QUEBRADAS 31
5.2.4 ANÁLISIS DE LAS INUNDACIONES Y ENCHARCAMIENTOS 36
5.2.4.1 AÑOS MÁS AFECTADOS 36
5.2.4.2 SECTORES HISTÓRICAMENTE MÁS VULNERABLES 37
5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA 38
5.3.1 CALIDAD DE LA INFORMACIÓN 38
5.3.2 SERIES HISTÓRICAS 43
5.3.3 CRITERIO DE CORRELATIVOS 45
5.3.3.1 MATRIZ DE CORRELACIÓN 45
5.3.3.2 CORRELACIÓN TEMPORAL 46
5.3.3.3 CORRELACIÓN ESPACIAL 47
5.4 ESTADO DE LA RED HIDROLÓGICA ACTUAL 48
5.4.1 RÍO BOGOTÁ 48
5.4.2 CUENCA DEL RÍO TUNJUELO 48
5.4.2.1 PARTE ALTA DE LA CUENCA 48
5.4.2.2 PARTE MEDIA DE LA CUENCA 49
5.4.2.3 PARTE BAJA DE LA CUENCA 49
5.4.3 CUENCA DEL FUCHA 49
5.4.4 CUENCA DEL JUAN AMARILLO 50
5.4.5 CUENCA DEL TORCA O GUAYMARAL 50
5.5 ESTACIONES AUTOMÁTICAS 50

6. CONCLUSIONES 50

6.1 INUNDACIONES 50
6.2 INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA 51
6.3 RED HIDROLÓGICA ACTUAL 52

***ANEXO-MAPAS* 54**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio 9
Figura 2. Cuenca del Río Bogotá 10
Figura 3. Cuenca del Río Tunjuelo 11
Figura 4. Humedales de Bogotá 14
Figura 5. Número de desbordamientos por corriente 35
Figura 6. Número de desbordamientos por año 35
Figura 7. Frecuencia de inundación a nivel mensual 36
Figura 8. Distribución de las inundaciones y encharcamientos entre 1920 y 2005 36
Figura 9. Inundaciones y encharcamientos por año 37
Figura 10. Frecuencia de inundación por barrio 37
Figura 11. Estaciones Hidrometeorológicas con información disponible 42
Figura 12 Hidrogramas de las estaciones sobre el río Bogotá (2001-2002) 43
Figura 13. Hidrogramas de las estaciones sobre el Río Tunjuelo (2001-2002) 44
Figura 14. Hidrogramas de las estaciones sobre el Río Juan Amarillo (2001-2002) 44
Figura 15. Hidrogramas de las estaciones sobre el Río Fucha (2001-2002) 45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales humedales de Bogotá D.C. 13
Tabla 2. Estadística de Inundaciones atendidas por el Cuerpo de Bomberos de Bogotá 18
Tabla 3 Estaciones Hidrológicas en Bogotá operados por la CAR, EAAB, DAMA y FOPAE 19
Tabla 4. Estaciones de FOPAE instaladas recientemente 20
Tabla 5 Estaciones Hidrológicas del Distrito empleadas en el Estudio 20
Tabla 6 Estaciones Meteorológicas del Distrito empleadas en el Estudio 21
Tabla 7. Regionalización por el fenómeno de inundación – Puntos Críticos 23
Tabla 8. Red de Estaciones de Calidad del Agua para Bogotá D.C. 24
Tabla 9 Inundaciones más notables de 1966 – 1996 (Fuente: periódico El Tiempo) 28
Tabla 10. Inventario de inundaciones asociado a desbordamiento de río y quebradas 31
Tabla 11. Calidad de la información Hidrológica 39

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Red de Estaciones Hidrológicas Existente 55
Mapa 2. Estaciones Hidrológicas Telemétricas Existentes 56
Mapa 3. Inundaciones por desbordamientos 57
Mapa 4. Inventario de Inundaciones (Fuente: El Tiempo 1991 – 2005) 58
Mapa 5. Inventario de Inundaciones (Fuente: Defensa Civil, FOPAE, DGPAE 1935 – 2005) 59
Mapa 6. Hidrogramas de caudales diarios 60
Mapa 7. Hidrogramas de caudales semanales 61
Mapa 8. Hidrogramas de caudales mensuales 62
Mapa 9. Pluviogramas de las precipitaciones diaria 63
Mapa 10. Pluviogramas de las precipitaciones semanales 64
Mapa 11. Pluviogramas de las precipitaciones mensuales 65
Mapa 12. Matriz de Correlación Lluvia - Caudal 66
Mapa 13. Correlación Temporal 67
Mapa 14. Correlación Espacial 68

INTRODUCCIÓN

Bogotá es una ciudad con experiencia reciente en Sistemas de Alerta Temprana (SAT) por inundaciones. Cuya implementación fue liderada mancomunadamente por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambiéntales (IDEAM) y el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE) mediante el Convenio Especial de Cooperación de 1998.

La necesidad de la implementación del Sistema de Alertas Tempranas se hace evidente al observar la creciente migración a la capital del país, cuyos nuevos habitantes se asientan principalmente en sectores con altos índices de riesgo de inundación y/o remoción en masa; lugares que en la mayoría de los casos carecen de los servios básicos de acueducto y alcantarillado lo que empeora el problema.

Si bien el SAT es una herramienta de carácter preventivo, los problemas de fondo requieren de la construcción de obras para la mitigación de inundaciones, ampliación y mantenimiento de la red de alcantarillado, un mantenimiento frecuente de los principales canales naturales y artificiales del Distrito Capital, entre otros. Muchas de estas obras las ha estando ejecutando la Empresa de Acueducto de Bogotá (EAAB), cuyos beneficios se han vistos reflejados principalmente en la época invernal. El proyecto más destacado y que se encuentra en ejecución es la construcción del Embalse de Cantarrana, el cual pretende amortiguar crecientes con un tiempo de retorno menor o igual a 100 años.

Basado en lo anterior, y a la recurrencia de los eventos de inundación en ciertos sectores de la ciudad durante las últimas décadas, fue reconocida abiertamente por la población bogotana, la vulnerabilidad de la ciudad ante las amenazas hidrometeorológicas y la carencia de un adecuado monitoreo de éstas.

Como resultado, FOPAE y el IDEAM mediante el Convenio Especial de Cooperación de 1998 instalan 10 estaciones hidrometeorológicas localizadas en la parte baja de la cuenca del río Tunjuelo; posteriormente, en el 2003, se instalaron tres estaciones de nivel telemétricas (Kennedy, Independencia y San Benito) conformándose así la red actual de monitoreo de FOPAE.

Dicha red fue concebida como una primera aproximación (red piloto), por lo que quedó sujeta a futuras planteamientos de optimizaciones y/o rediseño, basada en la experiencia adquirida con la red actual y a las nuevas necesidades que se originen con el paso del tiempo.

Bajo la consideración anterior, y reconociendo que el cubrimiento de la red actual es limitado e insuficiente para emitir alertas temprana por los eventos de inundación o remoción en masa que se suceden en todo el Distrito Capital, se plantea la optimización de la red actual mediante el actual Convenio.

Como una etapa previa para plantear la red hidrológica óptima para el Distrito Capital se ha realizado la recopilación y análisis de la siguiente información: estadísticas de inundaciones, estudios anteriores de análisis de riesgo por inundaciones o de la hidrología del sector de estudio, inventario de las estaciones existentes y valores de precipitación, caudal y nivel de las estaciones que operan dentro del Distrito Capital.

El recuento detallado de la información recopilada y analizada se expone en el presente informe, el cual hace parte de las actividades realizadas por parte de la Subdirección de Hidrología en el actual Convenio.

1. OBJETIVOS

Recopilar y analizar la información necesaria que contribuyan con el desarrollo del rediseño u optimización de la red actual de alertas por fenómenos de inundación con que cuenta el área de estudio.

Hacer un recuento de la información recopilada y que se ha adquirido a través de diversas fuentes, tales como, Bibliotecas, Periódicos Nacionales, Entes Distritales, entre otros.

Elaborar una estadística de los eventos de inundación ocurridos en el Distrito Capital cubriendo el mayor periodo histórico del que se encuentre registro, con el fin de detectar los sectores del área de estudios que han sido históricamente los mas vulnerables a presentar eventos de inundación.

Elaborar un inventario de las estaciones hidrológicas que se encuentran localizadas dentro del área de estudio y que son operadas por entidades que tengan jurisdicción en dicha zona, con el fin de plasmarlas en un mapa y conocer su distribución a nivel espacial.

Depurar y realizar análisis estadísticos básicos que permitan llegar a las primeras conclusiones referentes al rediseño y/o optimización de la red con fines de alerta.

2. GENERALIDADES

El área de estudio se encuentra localizada en el departamento de Cundinamarca, en la parte norte y centro del Distrito Capital. Específicamente comprende la zona urbana del Distrito Capital y el sector rural de la cuenca del río Tunjuelo, tal como se aprecia en la Figura 1.

2.1 Hidrografía general

El área de estudio abarca cuatro cuencas importantes: la del Río Tunjuelo, la del Río Fucha y la del Río Juan Amarillo, las cuales drenan sus aguas sobre el río Bogotá, eje fundamental hídrico de la Capital, y en su mayoría nacen en los cerros orientales.

A continuación se hace una breve descripción de la red de drenaje y algunos cuerpos de agua que conforman la hidrografía de Bogotá.

2.1.1 Cuenca del Río Bogotá

El Río Bogotá nace a unos 3400 msnm en el Alto de la Calavera, Municipio de Villapinzón al nororiente de Cundinamarca. Recorre cerca de 370 Km de longitud en dirección suroccidente y desemboca en el río Magdalena a una altura de 280 msnm, en el Municipio de Girardot. En la Figura 2 se ilustra la cuenca del río Bogotá y sus afluentes más importantes.

En este recorrido la cuenca del río Bogotá drena una superficie de 5996 Km^2, siendo sus principales tributarios, los ríos San Francisco, Sisga, Siecha, Tibitó, Teusacá, Chicú, Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo, Balsillas, Soacha y Muña en la cuenca alta y, Calandaima y Apulo en su cuenca baja. Constituyéndose así, no solo en el principal receptor de aportes hídricos sino también de los aportes domiciliarios de los habitantes de Bogotá y los municipios de la sabana.

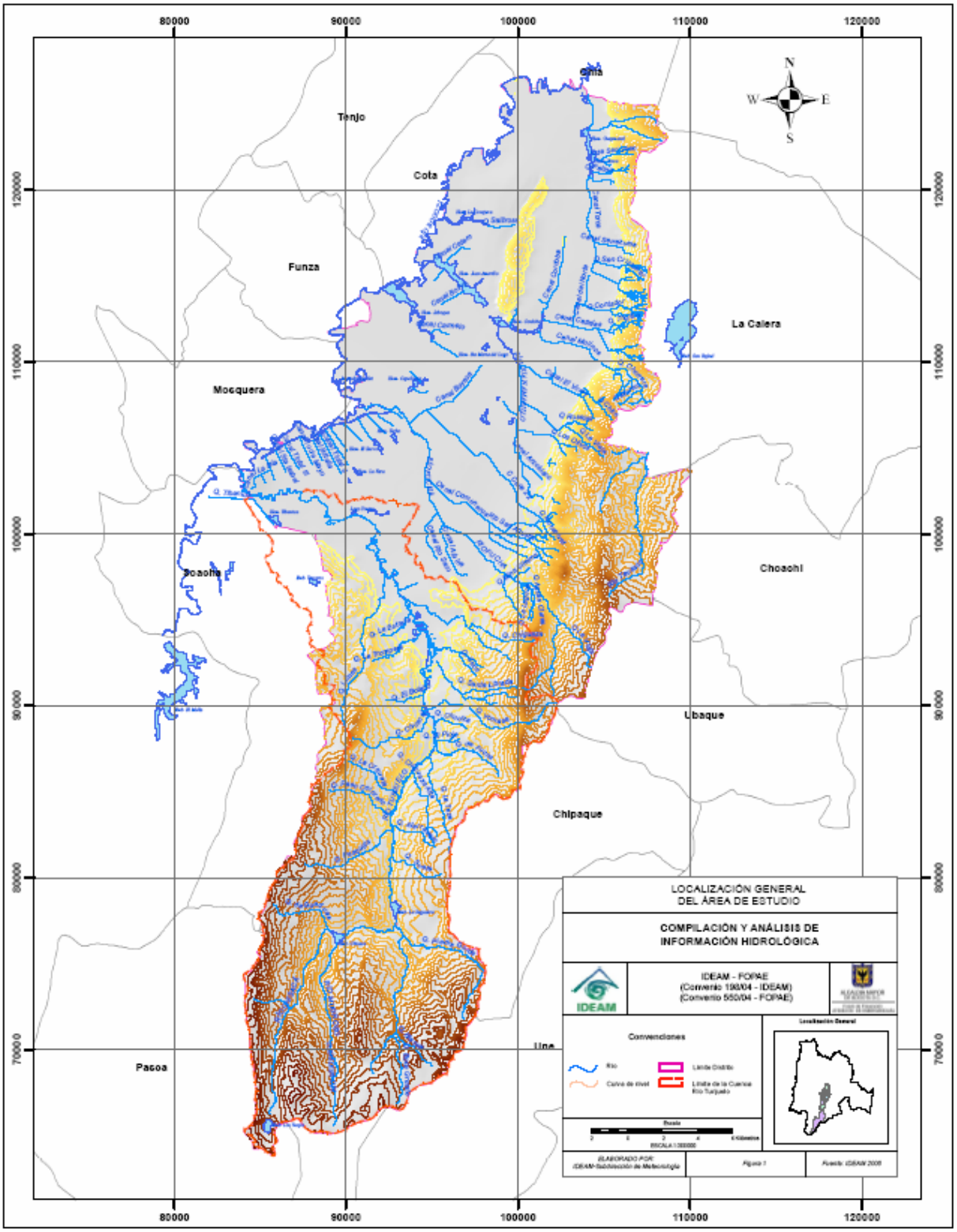


Figura 1. Localización del área de estudio

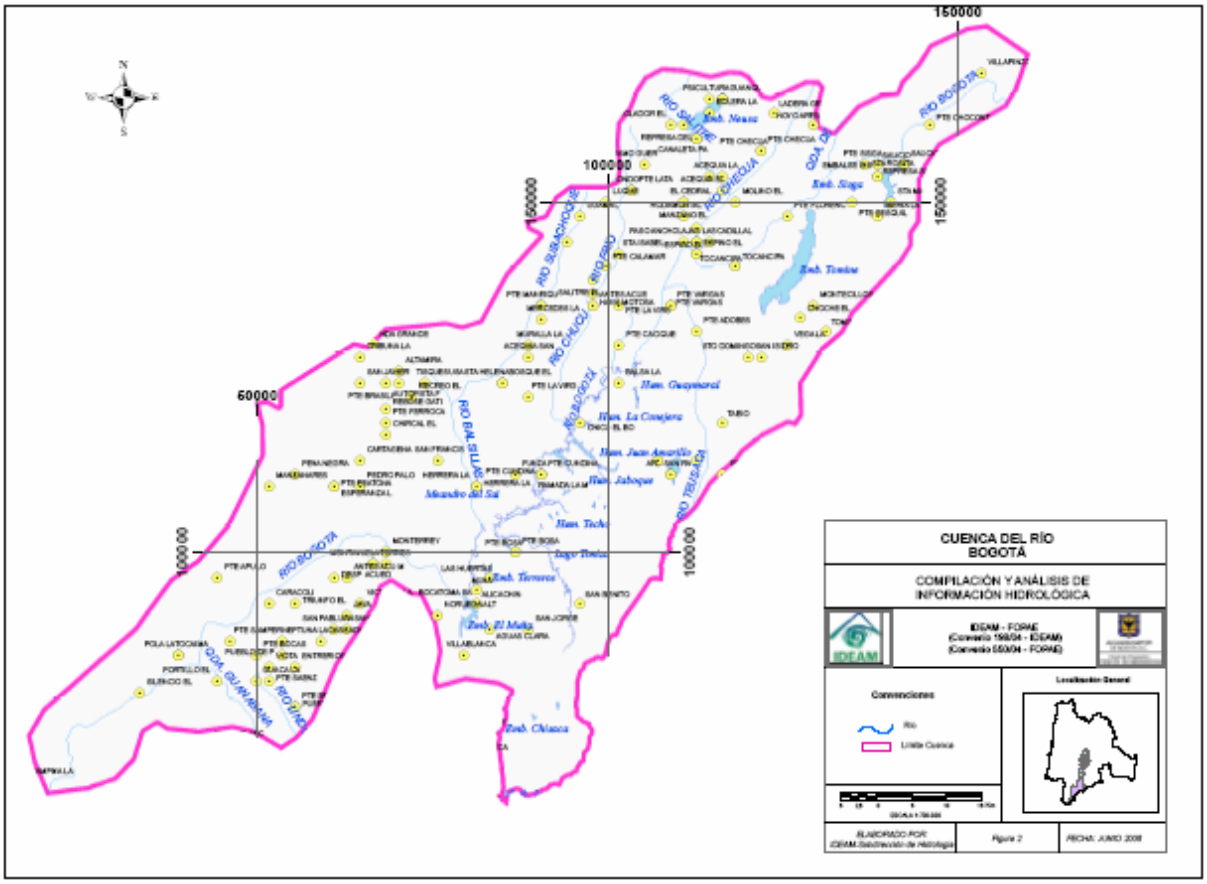


Figura 2. Cuenca del Río Bogotá

2.1.2 Cuenca del Río Tunjuelo

El río Tunjuelo nace en el Páramo de Sumapaz sobre la cota 3700 msnm en la Laguna de los Tunjos, donde recibe el nombre de Chisacá. A esta altura, en la parte alta de la cuenca los ríos Chisacá, Mugroso y Curubital confluyen a en la cota 2986 msnm formando el río Tunjuelo, los cuales fluyen en dirección sur norte hasta la cota 2550 msnm donde toma un nuevo rumbo Este-Oeste para desembocar en el río Bogotá. En su recorrido de 65.3Km drena un área de 399 Km^2 hasta la desembocadura. (Ver Figura 3)

El área de drenaje de la cuenca del río Tunjuelo es la de mayor extensión entre las cuencas que bañan la ciudad de Bogotá; en ella se asienta aproximadamente un 30% de la población total de la ciudad, y quizás es la que presenta el mayor deterioro en cuanto a pérdida de la cobertura vegetal, ocasionado principalmente por los procesos de extracción de material de construcción.

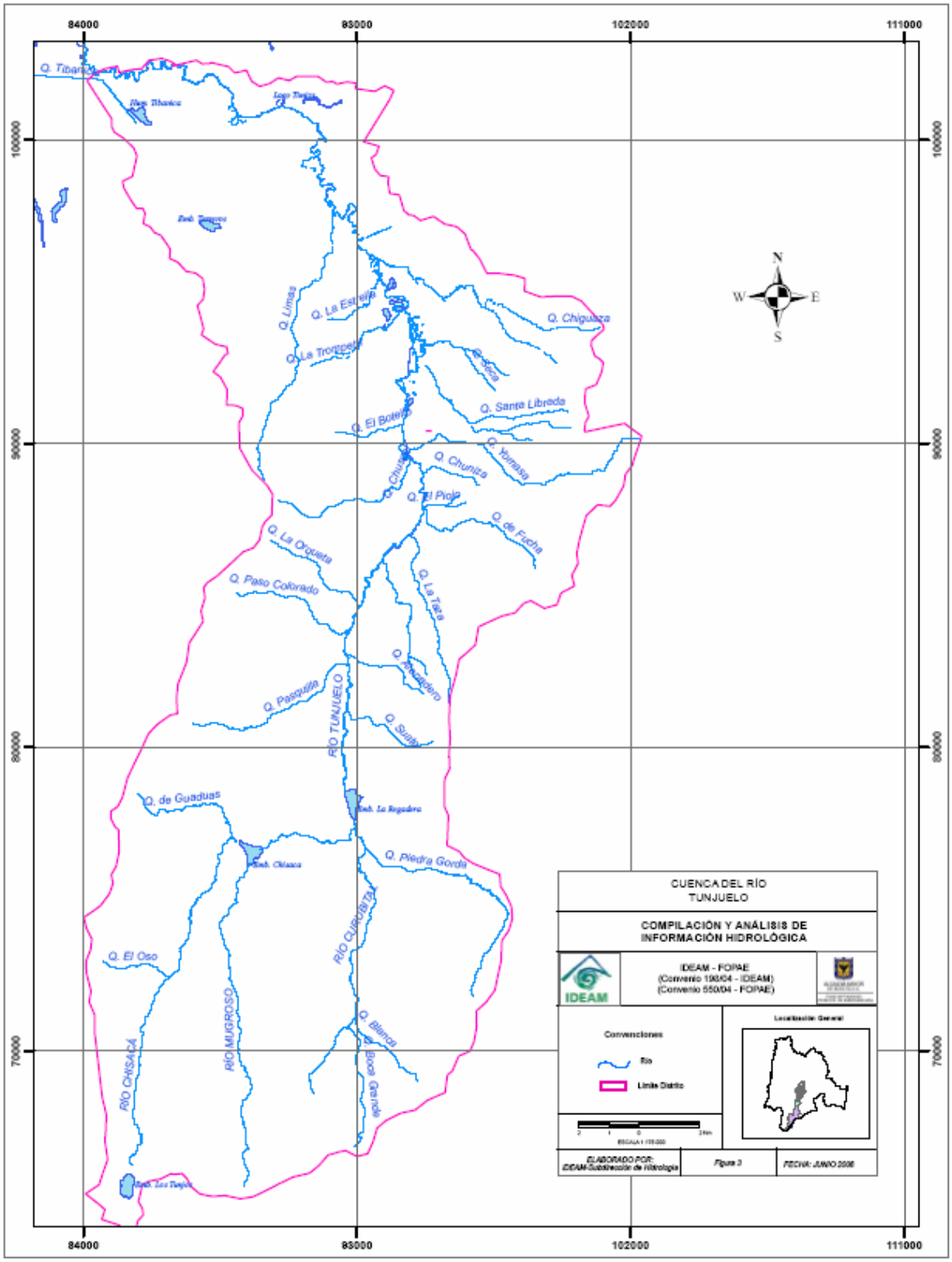


Figura 3. Cuenca del Río Tunjuelo

La parte alta de la cuenca comprende desde el nacimiento del río hasta el sitio de la presa La Regadera, ubicada a una cota aproximada de 3110 msnm, cubriendo un área de 140 Km^2. Los recursos hídricos en esta parte de la cuenca son aprovechados primordialmente para el abastecimiento del sur de la ciudad de Bogotá, mediante los embalses de Chisacá y La Regadera.

La parte media de la cuenca se extiende desde el Embalse La Regadera, hasta el sitio de Cantarrana donde se esta construyendo un embalse seco con fines de mitigar las inundaciones. Dicha estructura esta localizada a un kilómetro de la quebrada Yomasa y es un embalse seco que sólo se llenará en la época invernal, con el fin de amortiguar las crecientes provenientes de la cuenca alta, disminuyendo el riesgo de inundación en las localidades de Bosa, Kennedy, Tunjuelito y Ciudad Bolívar, beneficiando a cerca de un millón de personas. Hasta este punto, el área de la cuenca es de unos 268 Km^2, conservando el área tributaria la característica rural de la porción superior.

Los afluentes del río Tunjuelo mas destacados que entregan sus aguas a lo largo del tramo de la cuenca media son: las quebradas Pasquilla, Paso Colorado, Horqueta y Chuscal, por la margen izquierda; y las quebradas Suate, Aserradero, Chiguaza Alta, La Taza, Fucha, El Piojo, Chuniza y Yomasa, por la margen derecha, cuyas cuencas de drenaje conservan gran parte de su cobertura vegetal.

Finalmente en la cuenca baja, a partir del sitio de Cantarrana, el cauce se torna meándrico hasta la desembocadura en el río Bogotá. En este tramo se hace evidente el deterioro de las cuencas de los afluentes que drenan al río Tunjuelo debido a la urbanización de sector y a la explotación minera de material para la construcción, dentro de las que se destacan las cuencas de la quebrada Limas y La Chiguaza.

Otros afluentes de menor relevancia por la reducida área de drenaje, son las quebradas Mochuelo, Trompetas y Estrella por la izquierda, y las de La Fiscala y Santa Librada, por la derecha, las cuales incluso, presentan trayectos donde han sido entubadas y prácticamente desaparecidas como drenaje superficial por efecto de la urbanización, y por la ocupación de sus cauces.

2.1.3 Cuenca del Río Fucha

El río Fucha nace en los cerros orientales, en el Páramo de Cruz Verde, a 3450 msnm con el nombre de río San Cristóbal. Luego confluye a una altura de 2550 msnm con el río San Francisco, conformando así el río Fucha propiamente dicho, el cual desemboca en el río Bogotá sobre la cota 2538 msnm.

A lo largo de sus 25.9 Km de longitud el río Fucha es irrigado por varias quebradas que han sido canalizadas y convertidas en drenajes de aguas residuales resultados de las actividades residenciales, industriales y pluviométricas de la cuenca. Esta corriente pierde su condición de cauce natural cuando ingresa a la localidad Antonio Nariño y se convierte en un canal de cemento, para luego, a la altura de la localidad de Fontibón volver a tener un cauce natural. Finalmente, al avanzar a su desembocadura, pierde cubrimiento forestal en sus orillas y se reduce su pendiente.

El río San Francisco se encuentra canalizado y corre por debajo de la Avenida Jiménez en el centro de la Ciudad. Con los nuevos desarrollos urbanos adelantados por las últimas administraciones distritales que trataron de recuperar los espacios públicos, se construyeron fuentes sobre el río canalizado, como hilos de agua que corren a lo largo de la Avenida Jiménez y rememoran la existencia del río.

2.1.4 Cuenca del Río Juan Amarillo

El río Juan Amarillo nace en los cerros orientales, al igual que la mayoría de sus afluentes, con el nombre de Quebrada del Arzobispo a unos 3250 msnm aproximadamente, y en su recorrido de 21.8Km drena un área de 110 Km. Al ingresar a la ciudad pierde su lecho natural y es canalizado a lo largo de la Avenida Calle 39 donde recibe el nombre de Canal del Arzobispo; luego inicia su recorrido por la Avenida Carrera 30 a través del Canal del Salitre hasta la carrera 97, donde al confluir con el río Negro toma el nombre de río Juan Amarillo. Luego, por el costado norte recibe los aportes provenientes del humedal Córdoba y al costado sur recibe las aguas del humedal Santa María del Lago mediante drenajes subterráneos. Finalmente, antes de desembocar en el río Bogotá sobre la cota 2530 msnm vierte sus aguas en el humedal que lleva su mismo nombre, el cual es uno de los de mayor extensión en el Distrito Capital.

2.1.5 Humedales

Bogotá cuenta con trece humedales: La Conejera, Juan Amarillo, Torca, Guaymaral, Jaboque, Techo, El Burro, La Vaca, Córdoba, Santa María del Lago, La Tibanica, Capellanía y el Meandro del Say los cuales almacenan agua en forma permanente amortiguando las crecientes de sus afluentes y recibe un aporte hídrico continuo de aguas freáticas y lluvias, y en menor medida, aguas residuales.

En la Tabla 1, se resumen los principales atributos de cada humedal, en su gran mayoría esta información fue tomada de la página web de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá[1]. Su Localización se puede apreciar en la Figura 4.

Tabla 1. Principales humedales de Bogotá D.C.

NOMBRE	LOCALIZACIÓN	EXTENSIÓN	AFLUENTES	CUENCA
Humedal Torca	Nororiente de Bogotá entre las localidades de Suba y Usaquén	30.26 ha	Canal Torca Q. San Juan Q. Patiño Aguas calientes	H. Guaymaral
Humedal Guaymaral	Nororiente de Bogotá entre las localidades de Suba y Usaquén	49.51ha	H. Torca Canal El Guaco Canal El Recuerdo	R. Bogotá
Humedal de La Conejera	Noroccidente de Bogotá entre los cerros de Suba y el río Bogotá (localidad de Suba)	58.98 ha	Q. La Salitrosa	R. Bogotá
Humedal Córdoba	Oriente del Humedal Juan Amarillo, aledaño a la Av. Córdoba (Localidad de Suba)	40.51 ha	Canal Córdoba Canal Callejas Canal Molinos Canal Niza	Canal Salitre
Humedal Juan Amarillo	Noroccidente de Bogotá entre las Localidades de Suba y Engativá	234 ha	Río Juan Amarillo H. Córdoba H. Santa Maria del Lago	R. Bogotá
Humedal Santa María del Lago	Noroccidente del barrio Santa María en la localidad de Engativá	5.64 ha	Cauces menores	H. Juan Amarillo
Humedal Jaboque	Occidente de Bogotá, entre el aeropuerto El Dorado y la Autopista Medellín (Localidad de Engativa).	148.51 ha	Canal Carmelo Canal Los Ángeles	R. Bogotá

[1] http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/html/html/ambiental/humedales/pop.htm

Tabla 1. Principales humedales de Bogotá D.C.

NOMBRE	LOCALIZACIÓN	EXTENSIÓN	AFLUENTES	CUENCA
Humedal Capellanía	Sur de el Humedal Jaboque, entre los barrio Puerta de Teja y Ferrocaja Fontibón (Localidad de Fontibón)	32.76 ha	Canal Oriental Fontibón Canal Av. La Esperanza	R. Fucha
Humedal de Techo	Sur Occidente de la Ciudad entre los Barrios Nuevo Techo y El Vergel Oriental (Localidad de Kennedy)	2 ha		Antigua Lago Tintal (R. Fucha)
Humedal del Burro	Suroccidente de la ciudad, en los barrio Tintala y Ciudad Techo II (localidad de Kennedy)	26 ha		Antigua Lago Tintal R. Fucha
Humedal de La Vaca	Suroccidente del Humedal del Burro, localidad de Kennedy	8 ha		Antigua Lago Tintal (R. Fucha)
Humedal de Tibanica	Occidente de la Autopista Sur, entre la localidad de Bosa y el Municipio de Soacha	21.26 ha		R. Tunjuelo

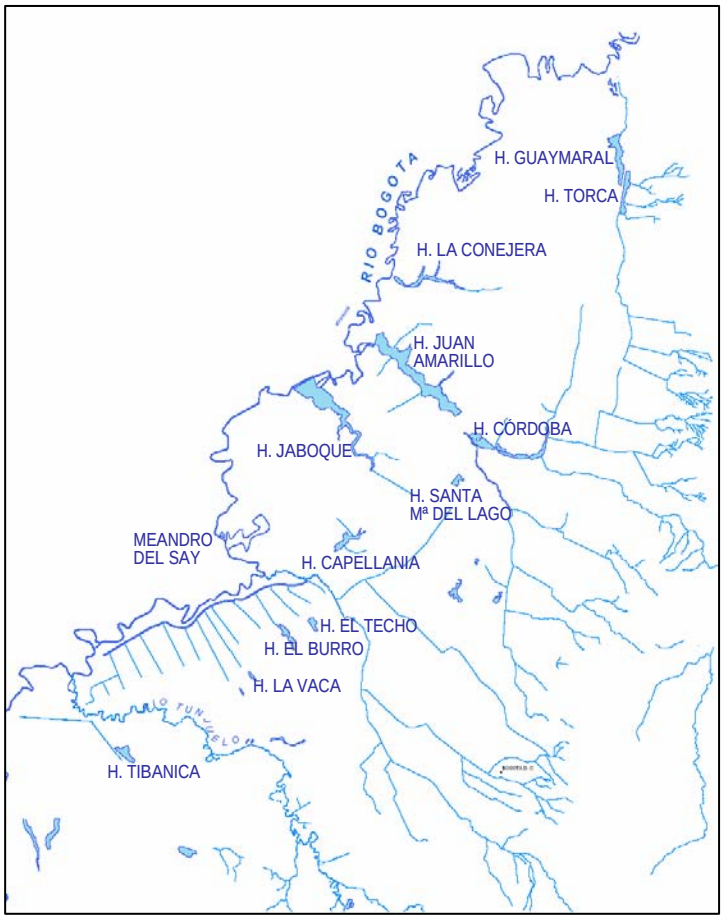


Figura 4. Humedales de Bogotá

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La problemática a nivel de inundaciones que ha presentado el Distrito Capital se ha venido acentuado más en las últimas décadas posiblemente al continuo cambio del régimen natural de los ríos debido al deterioro de las cuencas. Adicional a esto, el creciente número de habitantes que se asienta en sectores de alto riesgo de ocurrencia de inundación aumenta el problema, al punto que el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE) se ha visto en la necesidad de liderar un Sistema de Alertas Tempranas mediante la implementación de una Red Hidrometeorológica de Monitoreo en tiempo real que tenga una cobertura óptima de las cuencas que puedan incidir en la ocurrencia de inundaciones en la zona urbana del Distrito Capital.

La red Hidrometeorológica actual con que cuenta FOPAE monitorea en tiempo real la parte media y baja de la cuenca del río Tunjuelo. Por su parte, la Empresa de Acueducto de Bogotá ha implementado una serie de estaciones automáticas localizadas sobre el río Bogotá con el fin de monitorear el río.

Por lo anterior, FOPAE solicita al IDEAM que realice el diseño de la optimización de la red de monitoreo en tiempo real mediante la integración de las diferentes entidades que operen estaciones hidrometeorológicas dentro del área de estudio y la implementación de nuevas estaciones o en su defecto la reubicación de estaciones existentes.

Considerando los requerimientos de FOPAE se recopila y analiza la información necesaria para elaborar la optimización de la red hidrológica y dar un concepto del estado de la red actual.

4. INFORMACIÓN RECOPILADA

4.1 Estudios anteriores

Los estudios consultados por medio de las Bibliotecas del IDEAM, DAMA, EAAB, DPAE e IGAC, que contienen información útil para el presente estudio se enumeran a continuación.

- ARIAS GUZMÁN, Yacind. “Caracterización de tormentas en la cuenca del río Tunjuelito”. Tesis de Grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 1992.
- “Diseño de la redes de alertas de hidrometeorológicas para inundaciones y remoción en masa en el sur occidente de Santafé de Bogotá”. Convenio especial de corporación N°017/1998CO (IDEAM-FOPAE). Santafé de Bogotá. Mayo del 2000.
- INGETEC S.A. – E.A.A.B. “Diseño para la construcción de las obras para el control de crecientes en la Cuenca del Río Tunjuelo”. Informe Hidrología. Revisión 4. Bogotá. 10 de abril 2002.
- INGETEC S.A. – E.A.A.B. “Diseño para la construcción de las obras para el control de crecientes en la Cuenca del Río Tunjuelo”. Recopilación y Análisis de Información Existente. 25 de agosto 2002.
- CIA LTDA. – EAAB. “Estudio de Saneamiento y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo”. Apéndice C. Hidrología Básica de la cuenca. Santafé de Bogotá. Diciembre de 1997.
- IZQUIERDO A., SERRANO O., GARCÍA J. “Cuenca del río Bogotá”. Tesis de Grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santafé de Bogotá. 1967.
- DAMA. “Estudio de Impacto Ambiental del Matadero El Planchón II sobre el río Tunjuelo”. Informe Final. Julio de 1996.
- “Zonificación de riesgo por inundación en las localidades de Tunjuelito y Ciudad Bolívar” elaborado por INGETEC. 1999. Con Planos o Mapas

- "Estudio de saneamiento ambiental y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelito" elaborado por CEI Ltda. (1998). Apéndice C "Hidrología Básica de la Cuenca". Con Planos o Mapas
- Diseño para construcción de las obras para el control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo. EAAB. INGETEC. (2000-2002).Contrato No. 1-02-41000-224-2000. Los documentos de: "Recopilación y Análisis de Información existente", "Hidrología" y "Sedimentos". Con Planos o Mapas.
- Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE). Red Hidrometeorológica. Mapa Escala 1:25.000. Fuente: Mapa Digital D.A.C.D. 1991.

4.2 Inventario de Inundaciones

Se recopilaron los eventos de inundación ocurridos en Bogotá D.C. basándose en los registros históricos de diferentes fuentes de información confiables, con el fin de poder establecer las áreas más susceptibles a inundaciones.

4.2.1 Nivel de detalle de las fuentes de información

Cada fuente tiene diferente grado de detalle en la descripción de la localización del evento, al punto que en algunos casos se especifica la dirección exacta y en otros, tan solo se hace referencia a la ciudad. Los niveles de detalle encontrados se indican a continuación.

- *Dirección:* Cuando se define la Calle y Carrera en que ocurrió el evento. Es el mejor grado de detalle encontrado, pero presenta cierta incertidumbre considerando que la nomenclatura en Bogotá ha cambiado varias veces en los últimos años.
- *Barrio:* Cuando se indican los barrios en que ocurrió el evento. Para los fines del estudio, este grado de detalle es suficiente para establecer los sectores de Bogotá que normalmente se ven afectados por las inundaciones. Pero tiene un problema, que algunos de los barrios a que se hace referencia en las bases de datos no se pudieron encontrar por las siguientes razones: no se cuenta con una base de datos lo suficientemente completa de los barrios que existen en Bogotá, el nombre del barrio esta errado o simplemente no existe.
- *Localidad:* Cuando se indica la localidad en que ocurrió la inundación. Este grado de detalle se torna vago cuando se hace referencia a localidades muy extensas y que cuenta con una hidrografía densa, como por ejemplo Usaquén, Ciudad Bolívar y Usme.
- *Corriente:* Cuando se indican la corriente o río que se desbordó y ocasionó la inundación. Este grado de detalle es muy bajo, considerando que en Bogotá normalmente se hace referencia a cuatros ríos cuando ocurre una inundación: Juan Amarillo, Bogotá, Tunjuelo y Fucha.
- *Municipio:* Cuando sólo se indica que la inundación ocurrió en Bogotá o en cualquiera de los municipios que han sido absorbidos por Bogotá en los últimos 90 años. Este grado de detalle es el mas bajo por tal razón fue necesario descartar muchos de estos eventos.

4.2.2 Descripción de la Fuentes de información

Las fuentes consultadas son las siguientes:

4.2.2.1 Los Desastres Naturales de Colombia

Documento elaborador por el Dr. Maximiliano Henríquez Daza para la Dirección General para Prevención y

Atención de Desastres, el cual cuenta con registros desde febrero de 1938 hasta agosto del 2002. El documento compila un total de 8579 eventos ocurridos en Colombia, tales como: inundaciones, sequías, vendavales, deslizamientos, incendios forestales, colapsos estructurales, etc. Cuya fuente más relevante fue el periódico El Espectador dada la amplia cobertura a nivel histórico.

Cada evento significativo está relacionado en una tabla junto con los siguientes atributos como: Fecha, Departamento, Municipio, Evento, Causa y número de Muertos, Heridos, desaparecidos, Personas afectadas, Familias Afectadas, Viviendas destruidas, Viviendas afectadas, Vías, Puentes Vehiculares, Puentes Peatonales, Acueductos, Alcantarillados, Centros de Salud, Centros educativos y Centros Comunitarios

De esta base de datos se recopilaron un total de 357 eventos de inundación ocurridos en Bogotá desde marzo de 1938 a junio de 2002. De cada evento sólo se tomó información relevante para el estudio, como: Fecha, Departamento, Municipio, Evento y Causa.

4.2.2.2 Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE)

FOPAE cuenta con una base de datos de los eventos de inundaciones y encharcamientos para la ciudad de Bogotá más detallada. Cada evento tiene referenciado atributos como: Fecha, hora de Inicio y Finalización, Causa, Localidad, Barrio, Dirección y algunas observaciones. Aunque el nivel de detalle es alto sólo se uso la referencia del barrio.

De esta base de datos se recopilaron un total de 686 eventos ocurridos en Bogotá durante el periodo comprendido entre agosto del 2001 a octubre del 2005.

4.2.2.3 Defensa Civil

La Defensa Civil de Bogotá cuenta con una base de datos oficial que esta publicada en su pagina web (http://www.defensacivil.gov.co/), en la cual se recopiló un total de 19 eventos ocurridos entre febrero del 2004 a diciembre del 2004.

El resto de los eventos atendido por la Defensa Civil se encuentran registrados en una serie de libros diligenciados a mano, cuya información no ha sido procesado y revisada, por tal razón no esta a disposición del público.

Dentro de los atributos más relevantes para el estudio se indican: Departamento, Municipio, Vereda o Localidad, Fecha de ocurrencia y algunas observaciones.

4.2.2.4 Cuerpo de Bomberos de Bogotá

El Cuerpo de Bomberos de Bogotá desde el año pasado comenzó a elaborar una base de datos con las emergencias atendidas. Por tal razón, al momento de hacer la compilación, la información disponible era una estadística del número de eventos de inundación ocurridos entre 2000 y 2004. Los valores se indican en la Tabla 2, a continuación.

Tabla 2. Estadística de Inundaciones atendidas por el Cuerpo de Bomberos de Bogotá

	Número de Inundaciones					
	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL
INUNDACIONES POR AÑO	296	205	1451	1639	814	4405
PROMEDIO MENSUAL	24,7	17,1	120,9	136,6	67,8	367,1
PROMEDIO DIARIO	0,8	0,6	4,0	4,5	2,2	12,1

4.2.2.5 Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres (DGPAD)

Esta es una de las bases de datos más extensas en cuanto al periodo histórico que cubre (1914 a 2005), en ella cada evento de inundación contiene los siguientes atributos: Municipio o Localidad, Unidad Típica, Departamento, Corriente, Cuenca, Fecha, Nivel, observaciones y la estadística del área afectada como la presentada por el Dr. Maximiliano Henríquez.

De esta fuente se recopiló un total de 207 eventos de inundación ocurridos en Bogotá en el periodo comprendido entre 1914 a 2005.

4.2.2.6 Periódico El Tiempo

Los diarios son una de pocas fuentes históricas que registran la ocurrencia de desastres o emergencias desde su creación. El periódico con cubrimiento histórico más amplio es El Espectador (118 años), pero dada la premura del estudio se optó por aprovechar el archivo digital del periódico El Tiempo que cuenta con noticias reportadas desde 1992.

Con base en la información reportada en cada una de las noticias se elaboró una base de datos que contiene los siguientes atributos: Fecha del evento, Fecha de la Noticia, Corriente, Cuenca, Nivel del Agua, Causa, Duración de la Lluvia e inundación, Barrios afectados y Observaciones.

4.3 Red Hidrológica existente

Las estaciones hidrometeorológicas con que cuenta el Distrito Capital son operadas por entidades como la CAR, el IDEAM, el FOPAE, el DAMA y la EAAB, donde cada una ha implementado su propia red para sus propios fines.

Por tal razón, para precisar el cubrimiento de la red hidrológica actual se recolectaron los catálogos de los diferentes operadores y se consolidaron en la Tabla 3.

Las estaciones del DAMA que se indican en la Tabla 3 son parte de las que fueron instaladas recientemente mediante el convenio interadminitrativo No. 041/02 llevado a cabo entre el DAMA y el IDEAM[2] y que se encontraron dentro de los archivos del IDEAM.

Por otra parte, las estaciones limnimétricas del FOPAE que se registran en la Tabla 3 fueron instaladas como parte del Convenio Especial de Cooperación N°017/1998CO celebrado entre el IDEAM y FOPAE.[3]

[2] "Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.", IDEAM – DAMA, 2004, Bogotá D.C.
[3] "Informe de Instalación de Estaciones Automáticas e Hidrométricas", Convenio especial de cooperación No. 017/1998CO, IDEAM-FOPAE, Marzo 2001, Bogotá D.C.

La localización de la estaciones de Puente Bosa, Puente Cundinamarca, Cantarrana, La Fiscala, Rebosadero, La Regadera y La Toma fueron ajustadas de acuerdo a localización dada en los planos de los estudios de "Diseño para la Construcción de las Obras para el Control de Crecientes en la Cuenca del Río Tunjuelo" y "Saneamiento Ambiental y Control de Crecientes en la Cuenca del Río Tunjuelo".

Con base a esta información se elaboró un mapa que contiene la red hidrológica existente de las todas las entidades que están operado (CAR, EAAB, FOPAE y DAMA) y que se aprecia en la Mapa 1.

Tabla 3 Estaciones Hidrológicas en Bogotá operados por la CAR, EAAB, DAMA y FOPAE

CÓDIGO	NOMBRE	CORRIENTE	CUENCA	CAT	TIPO	NORTE	ESTE	LONGITUD	LATITUD	ELEV.	E.O.
2120672	PARQUE NACIONAL	R. ARZOBISPO	JUAN A.	LM	CV	1002747	1002737	4° 37' 26.0"N	74° 03' 22.5"W	2564	DAMA
2120673	GIBRALTAR	R. BOGOTÁ	BOGOTÁ	LM	CV	1005608	988824	4° 38' 59.1"N	74° 10' 53.9"W	2562	DAMA
2120675	SAN BERNARDINO	R. BOGOTÁ	BOGOTÁ	LM	CV	1003351	984807	4° 37' 45.6"N	74° 13' 04.2"W	2570	DAMA
2120676	EL CIERRE	R. BOGOTÁ	BOGOTÁ	LM	CV	1003640	983352	4° 37' 55.0"N	74° 13' 51.4"W	2569	DAMA
2120677	PONTÓN SAN JOSÉ	R. TUNJUELO	TUNJUELO	LM	CV	1001775	985522	4° 36' 54.3"N	74° 12' 41.0"W	2570	DAMA
2120678	INDEPENDENCIA	R. TUNJUELO	BOGOTÁ	LM	TEL	1002517	986974	4° 36' 50.0"N	74° 10' 53.0"W	2541	FOPAE
2120679	CARRERA 86 (KENNEDY)	R. TUNJUELO	BOGOTÁ	LM	TEL	1001643	988850	4° 37' 18.0"N	74° 11' 54.0"W	2544	FOPAE
2120680	MAKRO - PTE. FERROCARRIL	R. TUNJUELO	TUNJUELO	LM	CV	1000081	992090	4° 35' 59.2"N	74° 09' 07.9"W	2579	DAMA
2120681	SAN BENITO	R. TUNJUELO	BOGOTÁ	LM,PM	TEL	996147	993643	4° 33' 11.0"N	74° 08' 16.0"W	2554	FOPAE
2120682	PTE. MEISSEN - MÉJICO	R. TUNJUELO	TUNJUELO	LM	CV	995532	994097	4° 33' 31.1"N	74° 08' 02.8"W	2582	DAMA
2120683	EL DELIRIO	R. SAN CRISTÓBAL	FUCHA	LM	CV	996889	1000419	4° 34' 15.3"N	74° 04' 37.7"W	2682	DAMA
2120685	DESCARGA YOMASA	Q. YOMASA	TUNJUELO	LM	CV	989892	995971	4° 30' 27.5"N	74° 07' 02.0"W	2705	DAMA
2120686	MONTEBLANCO	R. TUNJUELO	TUNJUELO	LM	CV	988497	995484	4° 29' 42.1"N	74° 07' 17.8"W	2660	DAMA
2120687	EL CORTIJO	R. BOGOTÁ	BOGOTÁ	LM	CV	1014718	994884	4° 43' 55.7"N	74° 07' 37.3"W	2567	DAMA
2120688	CANAL JABOQUE	R. BOGOTÁ	BOGOTÁ	LM	CV	1014002	992496	4° 43' 32.4"N	74° 08' 54.8"W	2568	DAMA
2120701	PUENTE BOSA - RÍO TUNJUELO	R. TUNJUELO	BOGOTÁ	LM	CV	1002255	980200	4° 37' 09.9"N	74° 15' 33.7"W	2550	EAAB
2120705	EL DELIRIO - RÍO SAN CRISTÓBAL	R. SAN CRISTÓBAL	FUCHA	LM	CV	995600	1002150	4° 33' 33.3"N	74° 03' 41.6"W	2891	EAAB
2120706	REGADERA - RÍO TUNJUELO	R. TUNJUELO	BOGOTÁ	LM	CV	979000	993000	4° 24' 32.9"N	74° 08' 38.3"W	2970	EAAB
2120714	PUENTE CUNDINAMARCA	R. BOGOTÁ	MAGDALENA	LG	CV	1010922	989460	4° 41' 45.9"N	74° 10' 21.0"W	2571	CAR
2120725	PUENTE AUSTRALIA - RÍO CURUBITAL	R. CURUBITAL	TUNJUELO	LM	CV	976740	993300	4° 23' 19.3"N	74° 08' 28.6"W	3056	EAAB
2120746	LA TOMA - RÍO CHISACÁ	R. CHISACÁ	TUNJUELO	LM	CV	976850	989150	4° 23' 22.9"N	74° 10' 43.2"W	3200	EAAB
2120747	EL HERRADERO - RÍO MUGROSO	R. MUGROSO	TUNJUELO	LM	CV	975150	989050	4° 22' 27.6"N	74° 10' 46.4"W	3150	EAAB
2120750	CANTARRANA - RÍO TUNJUELO	R. TUNJUELO	BOGOTÁ	LM	CV	987150	995200	4° 28' 58.2"N	74° 07' 27.0"W	2643	EAAB
2120759	CANALETA PARSHALL - RÍO CHISACÁ	R. BOGOTÁ	MAGDALENA	LM	CV	977000	990000	4° 23' 27.8"N	74° 10' 15.6"W	3104	EAAB
2120802	LA ISLA - RÍO BOGOTÁ	R. BOGOTÁ	MAGDALENA	LM	AUT	1004350	984600	4° 38' 18.1"N	74° 13' 10.9"W	2537	EAAB
2120806	LAS HUERTAS	R. BOGOTÁ	MAGDALENA	LM	AUT	999400	981500	4° 35' 37.0"N	74° 14' 51.5"W	2572	EAAB
2120811	PUENTE LA VIRGEN - RÍO BOGOTÁ	R. BOGOTÁ	MAGDALENA	LM	AUT	1022250	998000	4° 48' 00.9"N	74° 05' 56.2"W	2571	EAAB
2120822	FONTIBÓN	R. FUCHA	BOGOTÁ	LM	AUT	1007500	992000	4° 40' 00.7"N	74° 09' 10.9"W	2585	EAAB
2120836	AVENIDA BOYACÁ - RÍO TUNJUELO	R. TUNJUELO	BOGOTÁ	LM	CV	997146	992991	4° 34' 23.6"N	74° 08' 38.7"W	2630	EAAB
2120888	EL CORTIJO	R. BOGOTÁ	MAGDALENA	LM	AUT	1014912	994511	4° 44' 02.0"N	74° 07' 49.4"W	2543	EAAB
2120889	CHICÚ	R. BOGOTÁ	MAGDALENA	LM	AUT	1018538	996034	4° 46' 00.1"N	74° 06' 60.0"W	2480	EAAB
2120942	USAQUÉN LA GARITA - QDA MOLINOS	Q. LOS MOLINOS	MAGDALENA	LM	CV	1009650	1005400	4° 41' 10.7"N	74° 01' 56.1"W	2620	EAAB
2120945	ALEMANA - QDA. YOMASA	Q. YOMASA	TUNJUELO	LM	CV	989000	1000700	4° 29' 58.5"N	74° 04' 28.6"W	3300	EAAB
2120948	TRAMONTI - QDA. CHICO	Q. CHICO	JUAN A.	LM	CV	1007730	1004450	4° 40' 08.2"N	74° 02' 26.9"W	2760	EAAB
2120949	VENTANA CAPTACIÓN - QDA. LA VIEJA	Q. LA VIEJA	JUAN A.	LM	CV	1005240	1003920	4° 38' 47.2"N	74° 02' 44.1"W	2850	EAAB
2120951	PARQUE NACIONAL - RÍO ARZOBISPO	R. ARZOBISPO	JUAN A.	LM	CV	1002930	999800	4° 37' 32.0"N	74° 04' 57.8"W	2730	EAAB
2120954	PUENTE CARRETERA - RÍO CHISACÁ	R. CHISACÁ	TUNJUELO	LM	CV	976900	990000	4° 23' 24.5"N	74° 10' 15.6"W	3500	EAAB
2120976	CANAL TORCA	CANAL TORCA	GUAYMARAL	LM	CV	1018994	1004666	4° 46' 14.9"N	74° 02' 19.9"W	2568	DAMA
2120977	PUENTE LA VIRGEN	R. BOGOTÁ	BOGOTÁ	LM	CV	1022133	998330	4° 47' 57.1"N	74° 05' 45.5"W	2560	DAMA
2120979	LISBOA	R. JUAN A.	JUAN A.	LM	CV	1015612	995143	4° 44' 24.8"N	74° 07' 28.9"W	2563	DAMA
2120982	TRANSVERSAL 91	CANAL SALITRE	JUAN A.	LM	CV	1012954	998447	4° 42' 58.3"N	74° 05' 41.7"W	2568	DAMA
2120983	PONTEVEDRA	H. CÓRDOBA	JUAN A.	LM	CV	1011640	999963	4° 42' 15.5"N	74° 04' 52.5"W	2558	DAMA
2120985	AVENIDA 68	R. JUAN A.	JUAN A.	LM	CV	1009572	1000435	4° 41' 08.2"N	74° 04' 37.2"W	2581	DAMA
2120986	PTE. SALAZAR	R. BOGOTÁ	BOGOTÁ	LM	CV	1008523	989626	4° 40' 34.0"N	74° 10' 27.9"W	2570	DAMA
2120988	ZONA FRANCA	R. FUCHA	FUCHA	LM	CV	1007192	991986	4° 39' 50.7"N	74° 09' 11.3"W	2566	DAMA
2120990	AV. LAS AMERITAS	R. FUCHA	FUCHA	LM	CV	1003306	994964	4° 37' 44.2"N	74° 07' 34.7"W	2590	DAMA
2120991	CANAL COMUNEROS	CANAL COMUNEROS	FUCHA	LM	CV	1002802	995164	4° 37' 27.8"N	74° 07' 28.2"W	2587	DAMA
	PUENTE LA ISLA - PTAR LA ISLA	R. TUNJUELO	TUNJUELO	LM	CV	1001855	984862	4° 36' 56.9"N	74° 13' 02.4"W	2571	DAMA
	VUELTA GRANDE	R. BOGOTÁ	BOGOTÁ	LM	CV	1016275	994943	4° 44' 46.4"N	74° 07' 35.4"W	2575	DAMA
	CANAL COMUNEROS I	CANAL COMUNEROS	FUCHA	LM	CV	1001816	996206	4° 36' 55.7"N	74° 06' 54.4"W	2587	DAMA
	LA CANDELARIA	Q. LIMAS	TUNJUELO	LM	CV	992166	996663	4° 34' 07.9"N	74° 09' 05.4"W	2556	FOPAE
	CENTRAL DE MEZCLAS	Q. EL INFIERNO	Q. LIMAS	LM	CV	993772	993828	4° 32' 35.6"N	74° 08' 13.3"W	2556	FOPAE
	TENERIFE	Q. YOMASA	TUNJUELO	LM	CV	995670	990312	4° 30' 41.2"N	74° 07' 11.7"W	2560	FOPAE
	BARRANQUILLITA	Q. SANTA LIBRADA	TUNJUELO	LM	CV	995686	991814	4° 31' 30.1"N	74° 07' 11.2"W	2651	FOPAE
	CÁRCEL LA PICOTA	Q. LA CHIGUAZA	TUNJUELO	LM	CV	996012	994847	4° 33' 08.8"N	74° 07' 00.7"W	2608	FOPAE
	SAN CRISTÓBAL	Q. YOMASA	TUNJUELO	LM	CV	999337	997593	4° 34' 38.2"N	74° 05' 12.8"W	2686	FOPAE
	LA CARBONERA	Q. SANTA LIBRADA	TUNJUELO	LM	CV	989694	998502	4° 35' 07.8"N	74° 10' 25.7"W	2663	FOPAE
	SAN BENITO	Q. LA CHIGUAZA	TUNJUELO	LM	CV	993212	996400	4° 33' 59.4"N	74° 08' 31.5"W	2653	FOPAE
	LA PENÍNSULA	Q. LA NUTRIA	Q. LA CHIGUAZA	LM	CV	997248	994443	4° 32' 55.7"N	74° 06' 20.6"W	2731	FOPAE

Adicional a las estaciones que aparecen reportadas en la Tabla 3, recientemente mediante el actual convenio interadministrativo No.198/04, se instalaron una serie de miras sobre las quebradas Limas y La Chiguaza. En la Tabla 4 se indican las estaciones que han sido instaladas y su localización.

Tabla 4. Estaciones de FOPAE instaladas recientemente

CAT	TIPO	ESTACIÓN	CORRIENTE	LOCALIZACIÓN
LM	CV	CÁRCEL LA PICOTA	Q. CHIGUAZA	Kr. 5 con Dg 50 Sur (barrio Molinos I Sector)
LM	CV	BARRIO DIANA TURBAY	Q. CHIGUAZA	Cll. 48P Sur con Kr. 1A (Entre los barrios Diana Turbay y Los Puentes
LM	CV	PUENTE EL HOYO	Q. CHIGUAZA	Barrios El Hoyo a 300m del Hospital Meissen
LM	CV	BARRIO VILLA GLORIA	Q. LIMAS	Kr. 18L con Cll 70 Sur (Barrio Villa Gloria)
LM	CV	BARRIO SAUCES	Q. LIMAS	Cll. 69 con Kr. 19 (Barrio Sauces)
LM	CV	BARRIO SAN FRANCISCO	Q. LIMAS	Kr. 20B con Cll. 66 Sur (Barrio San Francisco II Sector)
AF	CV	VERTEDERO	Q. LIMAS	40m aguas arriba del puente vehicular de Kr. 18L con Cll 70 Sur

4.4 Información Hidrometeorológica

Para el desarrollo del estudio se recopilaron valores de caudal, nivel y precipitación a nivel diario con series históricas comprendido entre 1992 y 2005 periodo en el cual, de acuerdo a los catálogos de las diferentes entidades operadoras, se registran el mayor número de estaciones funcionando en Bogotá.

Por tal razón, de las 76 estaciones hidrológicas que se recopilaron de los catálogos de las diferentes entidades operadoras (ver Tabla 3), sólo 28 reportaron niveles y/o caudales durante el periodo de análisis (1992-2005). Dichas estaciones se indican en la Tabla 5.

Tabla 5 Estaciones Hidrológicas del Distrito empleadas en el Estudio

	ESTACIÓN No.	CÓDIGO	NOMBRE	ENT. OP.	CORRIENTE
BOGOTÁ	1	2120889	CHICÚ	EAAB	RÍO BOGOTÁ
	2	2120888	EL CORTIJO	EAAB	RÍO BOGOTÁ
	3	2120811	PUENTE LA VIRGEN - RÍO BOGOTÁ	EAAB	RÍO BOGOTÁ
	4	2120810	VUELTA GRANDE - RÍO BOGOTÁ	EAAB	RÍO BOGOTÁ
	5	2120806	LAS HUERTAS	EAAB	RÍO BOGOTÁ
	6	2120802	LA ISLA - RÍO BOGOTÁ	EAAB	RÍO BOGOTÁ
	7	2120714	PUENTE CUNDINAMARCA	CAR	RÍO BOGOTÁ
TUNJUELO	8	2120954	PUENTE CARRETERA - RÍO CHISACÁ	EAAB	RÍO CHISACÁ
	9	2120895	LA FISCALA	EAAB	RÍO TUNJUELO
	10	2120836	AVENIDA BOYACÁ - RÍO TUNJUELO	EAAB	RÍO TUNJUELO
	11	2120759	CANALETA PARSHALL - RÍO CHISACÁ	EAAB	RÍO CHISACÁ
	12	2120750	CANTARRANA - RÍO TUNJUELO	EAAB	RÍO TUNJUELO
	13	2120747	EL HERRADERO - RÍO MUGROSO	EAAB	RÍO MUGROSO
	14	2120746	LA TOMA- RÍO CHISACÁ	EAAB	RÍO CHISACÁ
	15	2120725	PUENTE AUSTRALIA - RÍO CURUBITAL	EAAB	RÍO CURUBITAL
	16	2120717	REBOSADERO	EAAB	RÍO TUNJUELO
	17	2120706	REGADERA - RÍO TUNJUELO	EAAB	RÍO TUNJUELO
	18	2120701	PUENTE BOSA - RÍO TUNJUELO	EAAB	RÍO TUNJUELO
	19		INDEPENDENCIA	FOPAE	RÍO TUNJUELO
	20		KENNEDY	FOPAE	RÍO TUNJUELO
	21		SAN BENITO	FOPAE	RÍO TUNJUELO
Q. YOMASA	22	2120945	ALEMANA - QDA. YOMASA	EAAB	QUEBRADA YOMASA
JUAN A.	23	2120949	VENTANA - CAPTACIÓN - QDA. LA VIEJA	EAAB	QUEBRADA LA VIEJA
	24	2120948	TRAMONTI - QDA. CHICO	EAAB	QUEBRADA CHICO
	25	2120942	USAQUÉN-GARITA-QDA. MOLINOS	EAAB	Q. MOLINOS

Tabla 5 Estaciones Hidrológicas del Distrito empleadas en el Estudio

	ESTACIÓN No.	CÓDIGO	NOMBRE	ENT. OP.	CORRIENTE
FUCHA	26	2120951	PARQUE NACIONAL - RÍO ARZOBISPO	EAAB	RÍO ARZOBISPO
	27	2120822	FONTIBÓN	EAAB	RÍO FUCHA
	28	2120705	EL DELIRIO - RÍO SAN CRISTÓBAL	EAAB	RÍO SAN CRISTÓBAL

En cuanto a la información meteorológica se recopilaron valores totales de precipitación a nivel diario de estaciones operadas por el IDEAM, la CAR, la EAAB y el FOPAE. El listado de las estaciones que se utilizaron se registra en la Tabla 6, a continuación.

Tabla 6 Estaciones Meteorológicas del Distrito empleadas en el Estudio

	ESTACIÓN No.	CÓDIGO	NOMBRE	ENT. OP.	CUENCA
BOGOTÁ	1	2120531	LA CARO	EAAB	BOGOTÁ
	2	2120211	LAS HUERTAS	EAAB	BOGOTÁ
	3	2120209	LA ISLA	EAAB	BOGOTÁ
	4	2120203	CABRERA LA MESETA	EAAB	BOGOTÁ
	5	2120579	APTO EL DORADO P1-2	IDEAM	BOGOTÁ
	6	2120588	FLORES CHIBCHA	IDEAM	BOGOTÁ
	7	2120598	PROVIDENCIA GJA	IDEAM	BOGOTÁ
	8	2120621	FLORES COLOMBIANAS	IDEAM	BOGOTÁ
	9	2120657	APTO CATAM	IDEAM	BOGOTÁ
	10	2120542	TIBAITATA	IDEAM	BOGOTÁ
	11	2120606	CASABLANCA	IDEAM	BOGOTÁ
	12	2120655	SENA MOSQUERA	IDEAM	BOGOTÁ
	13	2120113	ALMAVIVA	CAR	BOGOTÁ
	14	2120166	EL FUTE	CAR	BOGOTÁ
	15	2120559	APTO GUAYMARAL	CAR	BOGOTÁ
EMB. MUÑA	16	2120131	PREVENTORIO INFANTIL	IDEAM	Emb. Muña
	17	2120132	UNIÓN LA	IDEAM	Emb. Muña
TUNJUELO	18		DOÑA JUANA	FOPAE	Tunjuelo
	19		DECANTADOR	FOPAE	Tunjuelo
	20		MICAELA	FOPAE	Tunjuelo
	21		QUIBA	FOPAE	Tunjuelo
	22		SIERRA MORENA	FOPAE	Tunjuelo
	23		U ANTONIO NARIÑO	FOPAE	Tunjuelo
	24		VITELMA	FOPAE	Tunjuelo
	25		SAN BENITO	FOPAE	Tunjuelo
	26	2120509	LA REGADERA	EAAB	Tunjuelo
	27	2120210	LOS TUNJOS	EAAB	Tunjuelo
	28	2120206	OLARTE	EAAB	Tunjuelo
	29	2120205	QUIBA	EAAB	Tunjuelo
	30	2120204	JUAN REY	EAAB	Tunjuelo
	31	2120197	CASABLANCA	EAAB	Tunjuelo
	32	2120154	BOSA BARRENO NO 2	EAAB	Tunjuelo
	33	2120020	EL HATO	EAAB	Tunjuelo
	34	2120019	BOCAGRANDE - SALITRE	EAAB	Tunjuelo
	35	2120120	ESCUELA LA UNIÓN	IDEAM	Tunjuelo
	36	2120130	AUSTRALIA	IDEAM	Tunjuelo
	37	2120572	SAN JORGE GJA	IDEAM	Tunjuelo
	38	2120664	SAN JOSÉ	IDEAM	Tunjuelo
	39	2120665	SAN CAYETANO	IDEAM	Tunjuelo
	40	2120666	INEM SANTIAGO PERE	IDEAM	Tunjuelo
	41	2120124	STA. MARIA DE USME	IDEAM	Tunjuelo
	42	2120158	PASQUILLA	IDEAM	Tunjuelo
	43	2120156	LA PICOTA	CAR	Tunjuelo
	44	2120085	EL BOSQUE	CAR	Tunjuelo
	45	2120630	DOÑA JUANA	CAR	Tunjuelo

Tabla 6 Estaciones Meteorológicas del Distrito empleadas en el Estudio

	ESTACIÓN No.	CÓDIGO	NOMBRE	ENT. OP.	CUENCA
FUCHA	46	2120569	CAMAVIEJA	EAAB	Fucha
	47	2120547	FONTIBÓN	EAAB	Fucha
	48	2120538	TECHO	EAAB	Fucha
	49	2120524	VITELMA	EAAB	Fucha
	50	2120207	SAUCEDAL II	EAAB	Fucha
	51	2120201	LA MARÍA	EAAB	Fucha
	52	2120198	GUADALUPE	EAAB	Fucha
	53	2120052	SANTA LUCIA	EAAB	Fucha
	54	2120013	EL DELIRIO	EAAB	Fucha
	55	2120008	SAN FRANCISCO-SALITRE K9	EAAB	Fucha
	56	2120558	VENADO ORO VIVERO	IDEAM	Fucha
	57	2120571	JARDÍN BOTÁNICO	IDEAM	Fucha
	58	2120600	ADPOSTAL	IDEAM	Fucha
	59	2120604	ESAP	IDEAM	Fucha
	60	2120623	VEGAS LAS HDA.	IDEAM	Fucha
	61	2120656	INEM KENNEDY	IDEAM	Fucha
	62	2120662	E-DURAN DUSSAN	IDEAM	Fucha
	63	2120670	CEA CENT.EST.AERO.	IDEAM	Fucha
	64	2120584	SENA K 30	IDEAM	Fucha
	65	2120661	EFRAÍN CAÑAVERAL	IDEAM	Fucha
JUAN A.	66	2120208	LA CONEJERA	EAAB	Juan A.
	67	2120196	CASA DE BOMBAS SALITRE	EAAB	Juan A.
	68	2120065	CONTADOR	EAAB	Juan A.
	69	2120040	SAN LUÍS	EAAB	Juan A.
	70	2120032	EL GRANIZO	EAAB	Juan A.
	71	2120023	SAN DIEGO	EAAB	Juan A.
	72	2120031	CERRO SUBA	EAAB	Juan A.
	73	2120573	CENTRO MED ANDES	IDEAM	Juan A.
	74	2120622	UNIVERSIDAD NACIONAL	IDEAM	Juan A.
	75	2120660	NUEVA GENERACIÓN	IDEAM	Juan A.
	76	2120123	EMANUEL DALZON	IDEAM	Juan A.
	77	2120115	EDIFICIO MANUAL MEJIA	CAR	Juan A.
H. GUAYMARAL	78	2120605	ESC. COL. INGENIERÍA	IDEAM	H. Guaymaral
	79	2120626	CORP. UNIV. AGROPEC.	IDEAM	H. Guaymaral
	80	2120650	INST. MERANI	IDEAM	H. Guaymaral
	81	2120667	COL BUICKINGHAM	IDEAM	H. Guaymaral
	82	2120668	COL NUEVO RETIRO	IDEAM	H. Guaymaral
	83	2120669	COL MIGUEL A. CARO	IDEAM	H. Guaymaral

5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

5.1 Estudios anteriores

A continuación se hace una breve descripción de los temas tratados más relevantes en los estudios anteriores y que aportan de alguna forma en la optimización de la red hidrológica.

5.1.1 Diseño de la redes de alertas hidrometeorológicas para inundaciones y remoción en masa en el sur occidente de Santafé de Bogotá (2000)

Este estudio fue ejecutado como parte del Convenio Especial de Cooperación No. 017/1998CO firmado entre el IDEAM y FOPAE.

Uno de los objetivos básicos del estudio fue el de desarrollar el diseño de la red de alertas para los eventos de remoción en masa e inundación, cuya área de estudio comprendía las localidades de: Santa Fe, San Cristóbal, Usme, Tunjuelito, Kennedy, La Candelaria, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar.

Como parte de los análisis de dicho estudio se realizó la regionalización por el fenómeno de inundación en la cual se establecieron once (11) puntos críticos afectados históricamente por eventos de inundación. En la Tabla 7 se indican la subcuenca y el área de afectación por los eventos de inundación.

Tabla 7. Regionalización por el fenómeno de inundación – Puntos Críticos

Punto Critico No.	Subcuenca	Cuenca	Área de Afectación
1	Q. Santo Domingo	R. Tunjuelo	El Espino, La Carbonera Y Sierra Morena
2	Q. Tibanica	R. Tunjuelo	Parte baja de la Subcuenca, Barrios de la Localidad de Bosa
3	Q. Limas	R. Tunjuelo	San José Rondón, San Francisco Y Candelaria La Nueva
4	R. Tunjuelo	R. Bogotá	San Benito, Meissen, La Playa I y II, Abraham Lincon y Villa Elena
5	Q. Santa Librada	R. Tunjuelo	El Porvenir, Alaska, Barranquilla y Santa Marta
6	Q. Yomasa	R. Tunjuelo	Monteblanco y El Virrey
7	Q. Chiguaza	R. Tunjuelo	Quindío, Canadá, La Gloria y Las Malvinas
8	Q. Chiguaza	R. Tunjuelo	Molinos, Bochica, Abraham Lincon
9	R. San Cristóbal	R. Fucha	Manila Gran Colombia, Montecarlo, Vitelma, San Cristóbal, entre otros.
10	Q. Los Laches	R. Fucha	Rocío Alto, Rocío Bajo y Los Laches
11	R. San Francisco	R. Fucha	Antes de Ser Canalizado en la Localidad de La Candelaria.

Basados en la regionalización por zonas pluviográficas para inundación, la regionalización por el fenómeno de inundación, además de otros criterios, se instalaron 10 estaciones pluviométricas automáticas localizadas en:

- Planta de Bombeo de San Benito del EAAB (Avenida Boyacá con el río Tunjuelo)
- Tanque Sierra Morena del EAAB (Barrio el Espino)
- Tanque de Quiba Mirador del EAAB (Barrio Lucero Alto)
- Escuela Militar de Logística
- Tanque Juan Rey del EAAB (Barrio Juan Rey)
- Tanque de Vitelma del EAAB (Vía Circunvalar)
- Parroquia de Santa María de Micaela (Barrio Juan José Rondón)
- Relleno Sanitario Doña Juana
- Tanque Paraíso Dos del EAAB. (Barrio Paraíso)
- Universidad Antonio Nariño Sede Usme.

De estas 10 estaciones instaladas, las localizadas en el Tanque Juan Rey y el Tanque Paraíso Dos no están operando en la actualidad.

Además de las estaciones Pluviométricas, se instalaron 3 estaciones automáticas[4] y 9 convencionales para la medición de niveles (Ver Tabla 3). Dichas estaciones hidrológicas están asociadas a por lo menos una de las estaciones pluviométricas instaladas; con el objeto de facilitar la calibración de la red, de modelos lluvia – escorrentía y establecer criterios de alerta basada en los registros de niveles y caudales ajustados después del montaje de la red.

Finalmente el estudio hace una serie de recomendaciones que están siendo atendidos en parte por el actual convenio interinstitucional No. 198/04 IDEAM-FOPAE, entre las que se destacan:

- La ampliación de la cobertura de la red de alertas a nivel del Distrito Capital, cuya necesidad se hace evidente desde este estudio.
- La evaluación de la red propuesta basada en la información recolectada hasta la fecha por los observadores y los sensores.

5.1.2 Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.

Este documento se elaboró como parte del Convenio No. 198/02 entre IDEAM-DAMA, cuyo objeto fue hacer un resumen de los principales resultados obtenidos a lo largo del convenio, referentes a la validación del diseño inicial de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá D.C. y su optimización.

Como resultado de la validación y optimización de la red se establecieron la localización de 33 estaciones de monitoreo de calidad del agua, de las cuales 26 son móviles y siete son fijas.

El diseño de dicha red optimizada contempló trabajar con estaciones compartidas con otras entidades operadoras (CAR, EAAB y FOPAE), y monitorear las principales fuentes superficiales (río Bogotá, río Juan Amarillo, Canal Salitre, río Fucha, río Tunjuelo y Canal Torca).

Estas consideraciones contribuyeron a la ampliación de la red hidrológica mediante la instalación de nuevas estaciones limnimétricas, a reducir costos y permitió un acercamiento entre las diferentes entidades operadoras de estaciones hidrometeorológicas que a largo plazo podría facilitar la unificación de la red del Distrito Capital.

En la Tabla 8 se resumen las estaciones de tipo fijo con recepción remota y las móviles, con su respectiva localización.

Tabla 8. Red de Estaciones de Calidad del Agua para Bogotá D.C.

Tipo	Nombre de la Estación	Corriente	Lugar	Compartida con
TEL - Fija	Puente La Virgen	R. Bogotá	Frente Club Pueblo Viejo	EAAB
TEL - Fija	Cierre	R. Bogotá	Vereda Bosatama, finca Triviño	DAMA
TEL - Fija	Juan Amarillo PTAR	R. Juan Amarillo	100m antes de la desembocadura, al costado norte de la PTAR El Salitre	DAMA
TEL - Fija	Zona Franca	R. Fucha	150m antes de la desembocadura	EAAB
TEL - Fija	Carrera 86 [5]	R. Tunjuelo	En el cruce con la Carrera 86	FOPAE

[4] En la actualidad la estación Carrera 86 (Kennedy) no cuenta con telemetría.
[5] En la actualidad no cuenta con telemetría.

Tabla 8. Red de Estaciones de Calidad del Agua para Bogotá D.C.

Tipo	Nombre de la Estación	Corriente	Lugar	Compartida con
TEL - Fija	Independencia	R. Tunjuelo	Localidad de Bosa	FOPAE
TEL - Fija	Portón San José	R. Tunjuelo	500m antes de la desembocadura	EAAB
Móvil	Vuelta Grande Lisboa	R. Bogotá	Aguas debajo de la descarga del R. Chicú	EAAB
Móvil	Puente Cundinamarca	R. Bogotá	Intersección con la Av. Medellín	CAR
Móvil	San Bernardino	R. Bogotá	600m aguas arriba de la Desembocadura del R. Tunjuelo	EAAB
Móvil	Torca	Canal Torca	Detrás de Makro Norte	DAMA
Móvil	PTAR El Salitre	Descarga PTAR	Descarga PTAR El Salitre	EAAB
Móvil	Descarga Navarra	Descarga PB Navarra	Descarga Planta de Bombeo Navarra al Río Bogotá	EAAB
Móvil	Descarga Gibraltar	Descarga PB Gibraltar	Descarga Planta de Bombeo Gibraltar al Río Bogotá	EAAB
Móvil	Transversal 91	R. Juan Amarillo	Intersección con la Transversal 91	DAMA
Móvil	Avenida 68	R. Juan Amarillo	Detrás de Carrefour de la Calle 80	DAMA
Móvil	Parque Nacional	R. Juan Amarillo	Aguas arriba de la Av. Circunvalar	DAMA
Móvil	Canal Córdoba (Pontevedra)	Canal Córdoba	Intersección con la Avenida Boyacá (Norte del lago del Club Choquenzá)	DAMA
Móvil	Visión Colombia	R. Fucha	20m del puente vehicular en la Av. 78 con Calle 16	DAMA
Móvil	Avenida Américas	R. Fucha	Puente de las Américas cerca al Éxito	DAMA
Móvil	El Delirio	R. Fucha	En la Reserva Natural El Delirio	DAMA
Móvil	Canal Los Comuneros	Canal Los Comuneros	En la Carrera 68 con Calle 6	DAMA
Móvil	Makro	R. Tunjuelo	Detrás de Makro Sur, en el puente de ferrocarril	DAMA
Móvil	San Benito	R. Tunjuelo	Aguas arriba de la descarga de San Benito de la EAAB	FOPAE
Móvil	México	R. Tunjuelo	Aguas arriba de Cemex en el barrio México	DAMA
Móvil	Doña Juana	R. Tunjuelo	Aguas arriba de la descarga de la Planta de tratamiento de lixiviados	DAMA
Móvil	Monteblanco	R. Tunjuelo	En el Barrio Monteblanco	DAMA
Móvil	Q. Yomasa	Q. Yomasa	Antes de desembocar en el R. Tunjuelo	DAMA
Móvil	Entre Juan Amarillo y PTAR	R. Bogotá	Entre la Desembocadura del R. Juan Amarillo y la descarga de la PTAR El Salitre	DAMA
Móvil	El Cortijo	R. Bogotá	500m debajo de la descarga de la PTAR	EAAB
Móvil	Canal Jaboque	Canal Jaboque	Antes de desembocar en el R. Bogotá, a la entrada del Parque La Florida	DAMA

De estas estaciones, las que están compartidas con el FOPAE, la EAAB y la CAR también cuentan con elementos que permiten seguimiento y medición de variables hidrológicas tales como el nivel del agua.

Con base en alguna información recolectada de los archivos del IDEAM se tiene conocimiento que tan sólo a las estaciones que se indican en la Tabla 3 y que son operadas por el DAMA se les han instalado miras y realizado aforos líquidos.

Las actividades hidrométricas realizadas para el estudio de "Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá D.C." también contribuyeron al conocimiento hidrológico de las principales fuentes superficiales de Bogotá.

5.1.3 Zonificación De Riesgos Por Inundación En Diferentes Sectores De Bogotá

Este estudio fue elaborado por la firma INGETEC S.A. para UPES – FOPAE en el año 1999. El objetivo de este estudio fue establecer la amenaza por inundación en la margen izquierda del río Bogotá en el sector que limita con el casco urbano del Distrito Capital (entre el humedal La Conejera y Alicachin) incluyendo los principales afluentes y humedales, como sigue:

- Cuenca del río Tunjuelo y sus tributarios mayores, en el sector comprendido entre Cantarrana y su desembocadura.
- Cuenca baja del río Fucha.
- Cuenca baja del río Juan Amarillo.
- Los Humedales: La Conejera, Jaboque y el sistema Torca-Guaymaral.

El estudio concluye, que para la época de su ejecución, los sitios que pueden ser afectados por inundaciones causadas por el desbordamiento del río Tunjuelo o sus tributarios son los siguientes:

- Cantarrana (aguas abajo de la confluencia de la quebrada Yomasa) y la entrada al Embalse No. 1, construido por la EAAB para el control de las crecientes, en inmediaciones del barrio Villa Helena
- El tramo comprendido entre los barrios El Rubí y José Antonio Galán y la confluencia con el río Bogotá.
- Las quebradas Chiguaza y Limas

De estos sitios, el riesgo por inundación muy probablemente ha variado debido a las nuevas obras civiles que ha venido adelantando la EAAB desde que se elaboró este estudio (1999) por tal razón habría que hacer una actualización de dicho análisis de riesgos.

5.1.4 Estudio de Saneamiento y control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo.

El estudio fue realizado por la Compañía de Estudios e Interventora (CIA Ltda.) para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP en el año 1997. El objeto fue hacer una actualización de las alternativas para dotar al río Tunjuelo con sistemas de descontaminación sanitaria y control de crecientes.

Una de sus conclusiones afirma: que si bien la cobertura de redes secundarias de drenaje pluvial es bastante amplia, las quebradas receptoras presentan problemas para el adecuado drenaje de estos caudales, por el deterioro de los cauces en algunos sitios, debido a las altas velocidades en períodos de crecientes, a la gran cantidad de basuras y desechos sólidos que arrojan a ellos y a la insuficiencia de la mayoría de las estructuras existentes para cruce de las vías.

Lo anterior permite ver que si bien parte de las soluciones frente a las inundaciones están dadas por obras de mitigación y las labores de prevención, la otra parte tiene que ver con el concientizar a las personas que se benefician de la cuenca de darle un manejo adecuado.

5.2 Evaluación del Inventario de inundaciones

5.2.1 Calidad de la Información

Para evaluar la calidad de la información en forma cualitativa se tuvieron en cuenta tres criterios importantes: El nivel de detalle de cada fuente, el periodo histórico registrado por cada fuente y la confiabilidad o veracidad de la información.

De lo que se concluye que la fuente con mejor información es la procedente de la base de datos del FOPAE, la cual a pesar de tener un registro histórico corto cuenta con el mayor número de eventos reportados y con un alto grado de detalle y exactitud en la localización de los eventos de inundación, además de detallar las causas que originaron el evento. Adicional a esto es el ente oficial que recopila información de emergencias a nivel del Distrito Capital lo que hace que la información reportada por ello sea la de mayor confiabilidad y veracidad.

En segundo lugar se encuentra la base de datos del DGPAE, cuya confiabilidad es alta y su periodo de registro histórico es el más extenso, pero su grado de detalle no es tan explícito ya que su jurisdicción es a nivel nacional y sólo se registran los eventos más relevantes.

Tanto FOPAE como la DGPAE reciben y verifican la información proveniente del Cuerpo de Bomberos, La Cruz Roja y la Defensa Civil, de manera que las bases de datos de estas entidades están implícitas en las de FOPAE y la DGPAE.

Las bases de datos elaboradas a partir de periódicos, como la elaborada por el Doctor Maximiliano Henríquez y la obtenida del periódico El Tiempo, tienen un grado de confiabilidad baja ya que en ocasiones desvirtúan la realidad dado el análisis subjetivo y no objetivo de la noticia, generando inconsistencias o vacíos en la localización, duración y época en que ocurriendo los eventos, entre otros.

Sin embargo, los periódicos son una fuente histórica extensa que en algunos casos cubre periodos de hasta 118 años, lo que con una investigación adecuada y la respectiva validación de la información podría dar luces en las tendencias y frecuencia de ocurrencia de eventos significativos como las inundaciones.

Además, Bogotá tiene una ventaja sobre el resto del país, ya que en ella están asentados los diarios más importantes de la nación y con el mayor cubrimiento histórico, de tal modo que Bogotá es la que probablemente tiene el mejor seguimiento en cuanto a ocurrencias de eventos significativos (inundaciones, deslizamientos, terremotos, etc.)

Respecto a la facilidad de consulta, FOPAE y El Tiempo tienen una base de datos sistematizada con la diferencia que la de FOPAE es privada y la de El Tiempo es pública. Estas herramientas optimizan los procesos de compilación de la información.

5.2.2 Eventos de Inundación más notables

La Noticia reportada por el periódico El Tiempo el 21 de mayo de 1996 en su artículo "Treinta años peleando contra el agua" hace una recopilación de los eventos de inundación más notables durante los treinta años previos a la publicación de la noticia basados en el Archivo de El Tiempo.

La fecha y descripción de los eventos que se recopilaron en la noticia se resumen en la Tabla 9 a continuación.

Tabla 9 Inundaciones más notables de 1966 – 1996 (Fuente: periódico El Tiempo)

Fecha	Descripción
4/12/1966	Tal vez uno de los más violentos azotes del invierno que ha padecido Bogotá fue el de la tarde del domingo 4 de diciembre de 1966, cuando el colector de aguas del río San Francisco, taponado por palos y piedras, permitió el paso de las aguas e inundó el comercio ubicado varias calles abajo. El caudal inundó cafés, sótanos, parqueaderos y arrastró vehículos varias cuadras, además de afectar a los comerciantes de San Victorino. La avenida Jiménez quedó convertida en un caudaloso río que en algunos sitios alcanzó el metro de altura. Un caso curioso sucedió en los pozos que se formaron en el comercio de San Victorino. Allí varios transeúntes pudieron pescar truchas. La temporada invernal afectó al resto del país.
10/07/1968	Horas de angustia vivieron los habitantes de los barrios del sur de la ciudad, las fuertes lluvias acompañadas por granizo causaron el desbordamiento del río Tunjuelo e inundaron la extensa zona. Las calles quedaron convertidas en un lodazal putrefacto y la mayoría de las víctimas eran mujeres embarazadas y niños. Se vivió una dramática situación de la que quedaron más de 500 familias damnificadas y millonarias pérdidas materiales.
10/11/1968 y 11/11/1968	Una fuerte tormenta acompañada de granizo originó varias inundaciones en diferentes zonas de la ciudad. Se vivieron momentos de emergencia en las Galerías Nariño y en diferentes barrios del sur donde una niña desapareció. En las calles varios vehículos quedaron atrapados en el agua. Al día siguiente, 15 barrios más del sur se inundaron, entre ellos Meissen, Tunjuelito y San Francisco.
03/10/1969	Al desbordarse el río Tunjuelo, se inundaron los barrios Meissen, Tunjuelito y San Benito. El río arrasó con todo lo que encontraba a su paso y en las habitaciones de las residencias alcanzó niveles de hasta dos metros. El saldo: 1.200 personas damnificadas y aunque no se presentaron pérdidas humanas, dos caballos murieron ahogados y las pérdidas materiales ascendieron a varios miles de pesos.
20/02/1970	Las lluvias sumamente fuertes sobre los cerros del noreste, hicieron que se desbordará la quebrada de Santa Bárbara, cuyo caudal se precipitó sobre los barrios Chicó, Santa Bárbara, Santa Ana y parte de Usaquén.
10/11/1970	La avenida Jiménez de Quesada fue anegada por la creciente del río San Francisco que causó daños en inmuebles, arrastró vehículos y arrancó árboles. El comercio se suspendió, la plaza de San Victorino fue totalmente inundada, y el caudal llegó hasta la avenida Caracas. Los carros varados formaron un nudo que se desató varias horas después cuando bajó el nivel de las aguas. Las fuertes lluvias continuaron toda la noche. La causa del desbordamiento fue la poca capacidad del colector del río San Francisco que pasa por debajo de la Jiménez y que está ubicado en cercanías de la Quinta de Bolívar. De otro lado, en el suroccidente, diez familias se salvaron de perecer ahogadas cuando sus casas fueron arrastradas por la corriente del río San Cristóbal. Sus cerca de 100 habitantes alcanzaron a ponerse a salvo en sitios altos pero perdieron todos sus enseres.

Tabla 9 Inundaciones más notables de 1966 – 1996 (Fuente: periódico El Tiempo)

Fecha	Descripción
04/04/1974	El centro de la capital y algunos barrios orientales fueron los más afectados por el torrencial aguacero y la granizada que obstruyó algunas cañerías y ocasionó inundaciones que afectaron las plazas de mercado y almacenes de la parte baja de la ciudad.
03/07/1975	La fuerte lluvia afectó el centro y el sur, principalmente los barrios Las Cruces y San Bernardo. Las aguas arrastraron piedras, lodo y convirtieron las calles de la ciudad en verdaderos ríos.
28/01/1978	Cincuenta familias damnificadas de los barrios San Cristóbal Norte y Torcoroma, zona nororiental de la capital, dejó el aguacero que causó inundaciones cuyos niveles alcanzaron las superficies de las camas.
28/01/1979	El aguacero dejó tres vehículos atrapados en la calle 26. El nivel del agua subió hasta un metro y los pupitres de la Escuela Distrital de San Cristóbal Norte quedaron cubiertos de lodo.
09/06/1979	La fuerte granizada que cayó sobre Bogotá hizo necesaria la evacuación de varias familias habitantes de las inmediaciones del río Tunjuelo. Sectores del centro y el norte también sufrieron inundaciones.
28/10/1979	El río Bogotá se desbordó e inundó diez barrios de Bogotá. El más afectado fue Patio Bonito que hizo necesario el llamado a la solidaridad de las personas que tuvieran balsas para poder evacuar a los damnificados. La misma temporada de invierno estuvo a punto de dejar aislada a Bogotá debido a las inundaciones en los cultivos de la Sabana.
20/11/1979	Calles céntricas se convirtieron en ríos y las galerías de San Victorino y la plaza de Paloquemao se inundaron completamente dejando millonarias pérdidas materiales.
21/11/1979	Once mil familias fueron evacuadas del barrio Patio Bonito después de soportar cuatro días de lluvias que inundaron varios sectores, entre ellos, las Galerías Nariño y la plaza de Paloquemao, así como la avenida Caracas con calle 26 donde el agua alcanzó el metro de altura y cubrió nueve vehículos, entre ellos un bus con pasajeros.
01/05/1980	El torrencial aguacero que sorprendió a los capitalinos el día del trabajo, causó inundaciones en 30 casas situadas en el occidente de Kennedy, en contornos de Patio Bonito. Los vehículos quedaron tapados hasta la mitad y obligaron a sus conductores a abandonarlos.
06/10/1981	Una laguna que se hallaba seca en el barrio El Almenar cerca de Ciudad Kennedy, se rebosó con el fuerte aguacero. Dejó 300 familias afectadas y algunas residencias cubiertas por el agua.
13/04/1983	Una niña lesionada y nueve casas destruidas fue el resultado de los aguaceros que afectaron los barrios Soratama y Cerro Norte.
02/01/1984	Daños por 35 millones de pesos causó el aguacero que inundó de lodo un edificio de la calle 92 con carrera 2a.
22/10/1984	Un alud de barro provocado por un aguacero, derribó un muro de contención que averió 12 viviendas y dejó 100 damnificados. El hecho ocurrió en el barrio Candelaria la Nueva IV etapa.
28/11/1984	Tres personas murieron y otras cinco resultaron heridas al ser sepultada una vivienda por un derrumbe en el barrio Marco Fidel Suárez, en el sur. La tragedia se produjo a las 10 de la noche.
04/05/1987	Los habitantes del barrio Sears hoy Galerías sufrieron los rigores del invierno que además de inundar numerosas viviendas provocó un apagón. Varios locales del centro comercial fueron anegados. Los barrios San Martín, Tunjuelito, Socorro, Chapinero, Pablo VI, entre otros, fueron perjudicados por la ola invernal.
06/04/1988	Un aguacero de tres horas causó situaciones de emergencia e inundaciones en los barrios Atahualpa, Fontibón, El Rubí, Tunjuelito, Trinidad, Galán, Muzú, Marco Fidel Suárez, Inglés, Claret, Las Granjas y Álamos Norte; donde el agua se metió a las casas.
25/10/1988	Diez barrios inundados, viviendas derrumbadas, el agua metida en los almacenes y carros averiados, fueron las consecuencias del torrencial aguacero, con brisa y fuerte granizo que afectó el 20 de julio, Galerías y Ciudad Bolívar.

Tabla 9 Inundaciones más notables de 1966 – 1996 (Fuente: periódico El Tiempo)

Fecha	Descripción
?/11/1988	El invierno afectó a los habitantes de los barrios La Paz, El Dorado, Las Malvinas, Corinto, El Triángulo donde decenas de familias fueron evacuadas, vehículos atrapados, casas derrumbadas e inundaciones en la mayoría de vías públicas y sectores urbanos de Bogotá. Se dice que corrieron más de 40 metros cúbicos de agua por hectárea y quedaron 60.000 damnificados.
05/12/1988	Más de 200 barrios inundados, derrumbes y 150 familias evacuadas, además de un muerto por un rayo y dos heridos, fue el saldo de la emergencia invernal.
06/03/1989	Según el Cuerpo de Bomberos, aproximadamente el 70 por ciento de los barrios de Bogotá se inundaron y algunos sufrieron deslizamientos de tierra. No hubo víctimas.
15/03/1989	Declarados en alerta 80 barrios del sur y cien personas evacuadas debido al crudo invierno.
16/03/1989	En el sur de la ciudad, 15 familias evacuadas, una casa destruida y un albergue infantil desalojado.
12/11/1989	Aproximadamente 200 barrios del sur quedaron atrapados por las aguas lluvia de toda la tarde.
05/12/1989	Un fuerte aguacero dejó como saldo un menor ahogado y cincuenta barrios inundados en diferentes sitios de la ciudad.
05/02/1990	Inundadas 13 escuelas y un jardín infantil
24/04/1990	Cincuenta barrios inundados en Fontibón y más de un centenar de damnificados dejaron un aguacero de más de diez horas.
04/05/1990	Un niño desaparecido, dos personas heridas, 29 familias evacuadas y siete casas destruidas, fue el balance de la tragedia en el barrio Buenavista en el nororiente, ocasionada por la fuerte lluvia.
29/10/1990	Durante un fuerte aguacero, sesenta familias ubicadas en Usaquén entre las calles 187 y 189, entre las carreras 7a. y 9a. quedaron atrapadas por unos cuarenta centímetros de lodo.
07/12/1990	Cincuenta familias residentes en el suroriente de Bogotá resultaron damnificadas al desbordarse la quebrada Yomasa. Una docena de barrios se inundó.
11/11/1991	Un aguacero que cayó sobre la ciudad acompañado de granizo produjo grandes daños a viviendas del norte y negocios del barrio Sears.
17/11/1991	Fue cerrada por inundación la avenida Boyacá con la calle 80; el fuerte aguacero afectó los barrios El Triángulo, Manantial Alto y Bajo, Corinto, Mariscal Sucre y San Martín Fueron evacuadas nueve familias.
?/12/1992	El invierno azotó a más de 12 barrios de Bosa como Perdomo Alto, La Nueva Estancia, Galicia, Barlovento, Motorista, La Aurora, Charles de Gaulle, Andalucía, Valvanera, Laureles, Carbonel, Manzanares y Altos de Cazucá en Soacha, al igual que parte de su sector industrial donde el agua alcanzó 1,5 metros de altura y dejó un centenar de familias damnificadas.
?/04/1993	Un torrencial aguacero provocó inundaciones serias en las principales vías de Chapinero, 7 de Agosto, El Salitre, Chicó y todos los barrios ubicados en la calle 100 hacia el norte, entre las carreras 11 y 15.
19/05/1994	Un aguacero que desbordó la quebrada La Belleza ocasionó una avalancha en las localidades de San Cristóbal, Ciudad Bolívar y Tunjuelito, dejando más de 12 barrios inundados, tres muertos, cuatro desaparecidos, familias damnificadas y cerca de 10 mil personas evacuadas.
14/05/1996	Después de 28 años, el río Tunjuelo vuelve a causar estragos en el suroccidente de Bogotá. Esta vez, 1.800 personas resultaron damnificadas al inundarse los primeros pisos de más de trescientas viviendas en el barrio San Benito. Las aguas alcanzaron una altura de dos metros.

Adicional a estos eventos, otra inundación significativa ocurrida después del periodo descrito en el reporte del Tiempo, es la que se produjo entre el 31 de mayo y el 10 de junio del 2002 en el bajo Tunjuelo, al sur de Bogotá. Aunque las inundaciones ocasionaron daños en las infraestructuras e inundaciones en muchas viviendas, las consecuencias se redujeron debido a que una gran parte de la creciente fue amortiguada por las grandes excavaciones de las gravilleras. Estas gravilleras continúan inundadas y se emplean como

pequeños embalses que contribuyen a amortiguar crecientes, además el FOPAE les hace un seguimiento diario.

De los eventos anteriormente citados se puede apreciar que:

- Los años que reportaron mayor número de inundaciones fueron 1979 y 1989.
- Las inundaciones se producen en igual porcentaje en los dos semestres del año.
- De los 38 eventos, 12 han sido por desbordamiento de los cauces y 26 por encharcamientos. Esto denota que la problemática de inundación esta mas acentuada por déficit en la capacidad de los sistemas de drenaje de aguas lluvias. Cabe resaltar que las características hidráulicas de los sistemas de drenaje se han modificado y ello ha contribuido a que sectores que frecuentemente se inundaban ya no presenten este problema.
- El sector sur de la Ciudad es el que históricamente ha presentado el mayor número de problemas de inundación.
- El rió Tunjuelo ha reportado mayor número de desbordamientos.
- El mes que más tiene recurrencia de eventos de inundaciones es noviembre con un total de 9 de 38 reportados. Le siguen abril, octubre y diciembre con 5 de 38.

5.2.3 Inundaciones por desbordamiento de los cauces de los ríos y quebradas

De todas las bases de datos se hizo una consolidación de los eventos de inundación asociados a desbordamiento de los cauces de los ríos y quebradas ocurridos en Bogotá entre 1914 al 2005. En la Tabla 10 se indican las fuentes de información, la fecha y las corrientes hídricas que causaron la inundación.

Tabla 10. Inventario de inundaciones asociado a desbordamiento de río y quebradas

ID	Fuente	FECHA	CORRIENTE
1	CREPAD	22-Sep-20	LAGO SAN CRISTÓBAL
2	CREPAD	10-May-21	R. BOGOTÁ
3	MAX HENRÍQUEZ	22-Abr-38	R. BOGOTÁ
4	MAX HENRÍQUEZ	11-May-38	R. BOGOTÁ
5	MAX HENRÍQUEZ	18-Oct-38	R. OBISPO
6	MAX HENRÍQUEZ	17-Nov-38	R. TUNJUELO
7	MAX HENRÍQUEZ	17-Nov-38	R. BOGOTÁ
8	CREPAD	11-Dic-40	Q. EL SALITRE
9	MAX HENRÍQUEZ	9-May-44	R. BOGOTÁ
10	CREPAD	4-Nov-44	R. BOGOTÁ
11	CREPAD	27-May-45	R. BOGOTÁ
12	MAX HENRÍQUEZ	16-Jul-47	R. FUCHA
13	MAX HENRÍQUEZ	28-Jul-47	R. TUNJUELO
14	CREPAD	28-Jul-47	RÍOS BOGOTÁ Y SAN CRISTÓBAL
15	MAX HENRÍQUEZ	27-May-50	R. BOGOTÁ
16	MAX HENRÍQUEZ	27-May-50	R. BOGOTÁ
17	MAX HENRÍQUEZ	8-Jun-50	R. TUNJUELO
18	MAX HENRÍQUEZ	29-Sep-50	R. TUNJUELO
19	MAX HENRÍQUEZ	29-Sep-50	R. TUNJUELO
20	MAX HENRÍQUEZ	11-Oct-50	R. EL SALITRE
21	MAX HENRÍQUEZ	22-May-51	R. BOGOTÁ
22	MAX HENRÍQUEZ	27-Nov-51	R. SAN FRANCISCO
23	CREPAD	17-Nov-54	RÍOS SAN FRANCISCO, FUCHA, EL ARZOBISPO
24	CREPAD	21-Nov-54	R. BOGOTÁ
25	CREPAD	30-Oct-56	RÍOS BOGOTÁ Y FUCHA
26	MAX HENRÍQUEZ	20-May-57	R. EL SALITRE

Tabla 10. Inventario de inundaciones asociado a desbordamiento de río y quebradas

ID	Fuente	FECHA	CORRIENTE
27	MAX HENRÍQUEZ	4-Nov-58	R. EL SALITRE
28	MAX HENRÍQUEZ	4-Nov-58	R. ARZOBISPO
29	MAX HENRÍQUEZ	4-Nov-58	Q. LA VIEJA
30	MAX HENRÍQUEZ	1-Jul-59	R. TUNJUELO
31	MAX HENRÍQUEZ	2-Jul-59	R. TUNJUELO
32	MAX HENRÍQUEZ	30-Ene-61	Q. LA ALBINA
33	MAX HENRÍQUEZ	29-Jun-61	R. TUNJUELO
34	MAX HENRÍQUEZ	23-Oct-61	R. TUNJUELO
35	MAX HENRÍQUEZ	3-Jun-62	R. TUNJUELO
36	MAX HENRÍQUEZ	13-Feb-63	Q. LA VIEJA
37	CREPAD	17-Feb-63	R. EL SALITRE
38	MAX HENRÍQUEZ	4-Abr-63	R. CHICÓ
39	MAX HENRÍQUEZ	17-Abr-65	R. ARZOBISPO
40	MAX HENRÍQUEZ	18-Abr-65	R. EL SALITRE
41	MAX HENRÍQUEZ	15-May-65	R. EL SALITRE
42	MAX HENRÍQUEZ	22-May-66	Q. LA ALBINA
43	CREPAD	22-May-66	Q. LA ALBINA
44	MAX HENRÍQUEZ	28-Nov-66	R. TUNJUELO
45	MAX HENRÍQUEZ	4-Dic-66	R. SAN FRANCISCO
46	CREPAD	6-Dic-66	R. BOGOTÁ
47	MAX HENRÍQUEZ	7-Dic-66	R. BOGOTÁ
48	MAX HENRÍQUEZ	29-Ene-67	R. SAN FRANCISCO
49	MAX HENRÍQUEZ	24-Jun-67	R. TUNJUELO
50	MAX HENRÍQUEZ	13-Nov-67	R. EL SALITRE
51	EL TIEMPO	10-Jul-68	R. TUNJUELO
52	MAX HENRÍQUEZ	19-Nov-68	R. EL SALITRE
53	MAX HENRÍQUEZ	19-Nov-68	Q. LA CHIGUAZA
54	EL TIEMPO	3-Oct-69	R. TUNJUELO
55	MAX HENRÍQUEZ	3-Oct-69	R. TUNJUELO
56	CREPAD	14-Ene-70	R. SAN CRISTÓBAL
57	CREPAD	20-Feb-70	Q. SANTA BÁRBARA
58	MAX HENRÍQUEZ	10-Oct-70	R. BOGOTÁ
59	CREPAD	12-Oct-70	
60	CREPAD	31-Oct-70	R. TUNJUELO
61	EL TIEMPO	10-Nov-70	R. SAN FRANCISCO Y SAN CRISTÓBAL
62	MAX HENRÍQUEZ	10-Nov-70	R. SAN FRANCISCO
63	CREPAD	10-Nov-70	R. SAN FRANCISCO
64	MAX HENRÍQUEZ	6-May-71	Q. SAN MARTÍN DE QUEVAR
65	CREPAD	13-Jun-71	R. TUNJUELO
66	CREPAD	16-Abr-72	R. NEGRO
67	MAX HENRÍQUEZ	29-Abr-72	R. BOGOTÁ
68	MAX HENRÍQUEZ	29-Abr-72	R. TUNJUELO
69	Archivos HIMAT	1-Ago-73	R. TUNJUELO
70	MAX HENRÍQUEZ	8-Ago-73	R. TUNJUELO
71	MAX HENRÍQUEZ	15-Dic-73	CAÑO QUIROGA
72	CREPAD	12-Nov-74	Q. SAN BLAS
73	MAX HENRÍQUEZ	8-Jun-75	R. TUNJUELO
74	CREPAD	9-Jun-75	R. TUNJUELO
75	MAX HENRÍQUEZ	20-Oct-79	CAÑO CÓRDOBA
76	MAX HENRÍQUEZ	23-Oct-79	R. SOACHA
77	MAX HENRÍQUEZ	23-Oct-79	R. TUNJUELO
78	CREPAD	25-Oct-79	R. BOGOTÁ
79	EL TIEMPO	28-Oct-79	R. BOGOTÁ
80	MAX HENRÍQUEZ	28-Oct-79	R. BOGOTÁ
81	MAX HENRÍQUEZ	6-Nov-79	R. EL SALITRE

Tabla 10. Inventario de inundaciones asociado a desbordamiento de río y quebradas

ID	Fuente	FECHA	CORRIENTE
82	MAX HENRÍQUEZ	6-Nov-79	R. BOGOTÁ
83	MAX HENRÍQUEZ	18-Nov-79	R. TUNJUELO
84	CREPAD	28-Abr-82	Q. LA VIEJA
85	CREPAD	1-May-82	
86	MAX HENRÍQUEZ	2-May-82	R. TUNJUELO
87	MAX HENRÍQUEZ	2-May-82	R. BOGOTÁ
88	MAX HENRÍQUEZ	3-May-82	R. TUNJUELO
89	MAX HENRÍQUEZ	4-May-82	R. TUNJUELO
90	CREPAD	9-Abr-83	R. FUCHA
91	CREPAD	17-Mar-86	LAGO SANTA MARÍA
92	MAX HENRÍQUEZ	25-Jun-86	R. TUNJUELO
93	MAX HENRÍQUEZ	19-Oct-86	R. TUNJUELO
94	CREPAD	19-Oct-86	R. TUNJUELO
95	MAX HENRÍQUEZ	7-Jul-87	R. TUNJUELO
96	MAX HENRÍQUEZ	7-Jul-88	Q. LA IGUANA
97	EL ESPECTADOR	2-Oct-88	Q. QUINDÍO
98	MAX HENRÍQUEZ	15-Mar-89	R. TUNJUELO
99	DGPAD	16-Mar-89	R. TUNJUELO
100	MAX HENRÍQUEZ	24-Abr-90	R. BOGOTÁ
101	MAX HENRÍQUEZ	11-Nov-90	R. FUCHA
102	EL TIEMPO	7-Dic-90	Q. YOMASA
103	MAX HENRÍQUEZ	9-Ago-91	R. TUNJUELO
104	CREPAD	17-Nov-91	Q. LA PINOCHA
105	EL TIEMPO	12-Dic-92	Q. LA CARBONERA
106	CREPAD	12-Dic-92	CAÑO VERVENAL
107	CREPAD	6-Ene-93	R. FUCHA
108	MAX HENRÍQUEZ	7-Ene-93	R. FUCHA
109	EL TIEMPO	12-Jun-93	R. TUNJUELO
110	MAX HENRÍQUEZ	12-Jun-93	R. TUNJUELO
111	DGPAD	12-Jun-93	R. TUNJUELO
112	MAX HENRÍQUEZ	13-Jun-93	R. TUNJUELO
113	DGPAD	23-Jun-93	R. TUNJUELO
114	MAX HENRÍQUEZ	15-Oct-93	R. FUCHA
115	MAX HENRÍQUEZ	28-Nov-93	Q. TIBANICA
116	EL TIEMPO	29-Nov-93	Q. TIBANICA
117	CREPAD	29-Nov-93	Q. TIBANICA
118	EL TIEMPO	7-May-94	TUNJUELO Y JUAN AMARILLO
119	DGPAD	18-May-94	R. TUNJUELO
120	EL TIEMPO	19-May-94	Q. LA BELLEZA
121	EL TIEMPO	19-May-94	Q. LA CHIGUAZA
122	EL TIEMPO	1-May-95	Q. LA CHIGUAZA
123	MAX HENRÍQUEZ	13-May-96	R. TUNJUELO
124	DGPAD	13-May-96	R. TUNJUELO
125	EL TIEMPO	14-May-96	R. TUNJUELO
126	DGPAD	4-Nov-99	TUNJUELO, AMARILLO, Q. LA PINOCHA
127	DGPAD	4-Nov-99	Q. LA PINOCHA
128	FOPAE	1-Jun-02	
129	FOPAE	2-Jun-02	Q. LIMAS
130	EL TIEMPO	9-Jun-02	TUNJUELO (AFLUENTES YOMASA, CHIGUAZA Y LIMAS)
131	FOPAE	9-Jun-02	R. TUNJUELO
132	DGPAD	9-Jun-02	R. TUNJUELO
133	FOPAE	25-Jun-02	R. TUNJUELO
134	DGPAD	26-Jun-02	R. TUNJUELO
135	MAX HENRÍQUEZ	26-Jun-02	R. TUNJUELO
136	FOPAE	15-Ago-02	R. BOGOTÁ

Tabla 10. Inventario de inundaciones asociado a desbordamiento de río y quebradas

ID	Fuente	FECHA	CORRIENTE
137	FOPAE	20-Dic-02	
138	FOPAE	20-Dic-02	
139	FOPAE	19-Nov-03	Q. CÓRDOBA
140	DGPAD	19-Nov-03	CALES DEL NORTE
141	FOPAE	23-Nov-03	
142	FOPAE	26-Nov-03	Q. LA NUTRIA
143	FOPAE	4-Dic-03	Q. SANTA RITA
144	FOPAE	26-Dic-03	Q. LA CARBONERA
145	DEFENSA CIVIL	24-Feb-04	Q. TIBANICA
146	DEFENSA CIVIL	25-Feb-04	Q. TIBANICA
147	FOPAE	26-Mar-04	CANAL
148	EL TIEMPO	11-Abr-04	Q. VIRREY
149	FOPAE	22-Abr-04	Q. TIBANICA
150	DGPAD	22-Abr-04	Q. TIBANICA
151	DEFENSA CIVIL	22-Abr-04	R. BOGOTÁ
152	DEFENSA CIVIL	22-Abr-04	Q. TIBANICA
153	FOPAE	20-Oct-04	CAÑO
154	FOPAE	20-Oct-04	CANAL
155	FOPAE	20-Oct-04	CANAL
156	FOPAE	24-Oct-04	Q. YOMASA
157	FOPAE	25-Oct-04	R. TUNJUELO
158	FOPAE	30-Oct-04	Q. LIMAS
159	FOPAE	15-Nov-04	Q. YOMASA
160	DGPAD	15-Nov-04	Q. YOMASA
161	DGPAD	17-Nov-04	Q. LA CHIGUAZA
162	DGPAD	18-Nov-04	Q. LIMAS
163	DEFENSA CIVIL	20-Nov-04	Q. LIMAS
164	DEFENSA CIVIL	25-Nov-04	Q. YOMASA
165	FOPAE	29-Ene-05	CAÑO
166	FOPAE	27-Abr-05	NACEDERO
167	DGPAD	3-May-05	Q. LAS DELICIAS
168	FOPAE	24-May-05	R. BOGOTÁ
169	FOPAE	29-Sep-05	R. TUNJUELO
170	DGPAD	23-Oct-05	Q. LA BOLONIA - MARICHUELA
171	DGPAD	16-Nov-05	Q. LA NUTRIA
172	DGPAD	22-Nov-05	Q. LA CHIGUAZA

Con base en la tabla anterior se pudo deducir que:

El río que se ha desbordado mayor número de veces es el río Tunjuelo con un total de 53 eventos entre 1914 y 2005. En segundo lugar está el río Bogotá con un total de 26 desbordamientos durante el mismo período. Los ríos y quebradas restantes presentan una recurrencia menor a los 8 eventos para el mismo período de tiempo (Ver Figura 5). Para visualizar de manera espacial lo indicado, se elaboró el Mapa 3 en donde se aprecian los barrios inundados por desbordamiento.

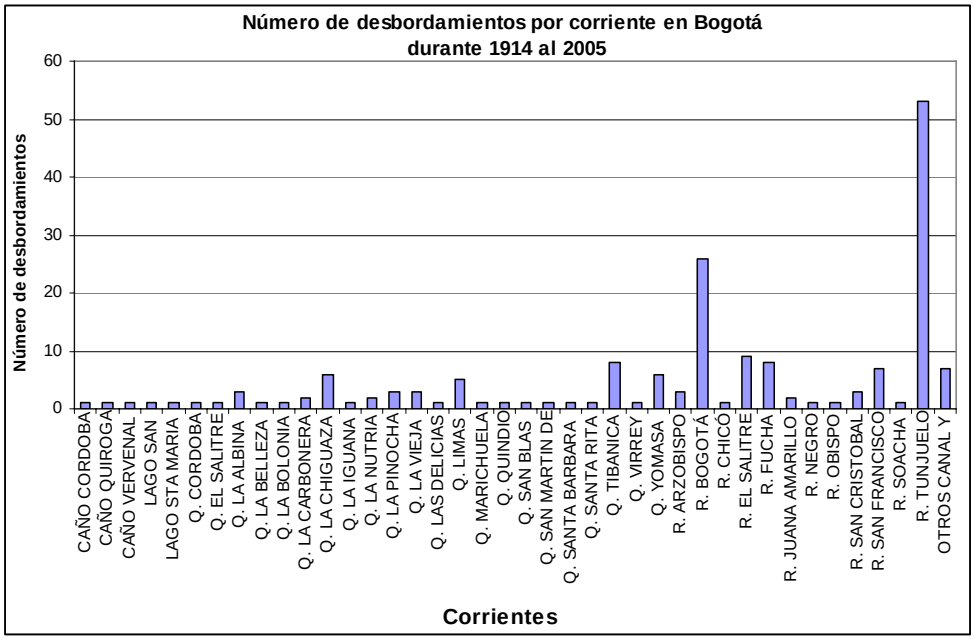


Figura 5. Número de desbordamientos por corriente

- Se ve una tendencia ascendente en el número en la ocurrencia de desbordamiento en ríos y quebradas del Distrito Capital, tanto así, que al 2004 se reportaron un total de 20 inundaciones por desbordamientos. Vale la pena aclarar, que los registros históricos de inundaciones se recopilan, validan y se conservan con mayor cuidado hoy en día que hace unas décadas atrás, ya que con el paso del tiempo se ha hecho evidente la importancia de este tipo de información. Por tanto, la tendencia creciente del número de inundaciones a lo largo del periodo analizado puede estar asociada también a este hecho. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 6.

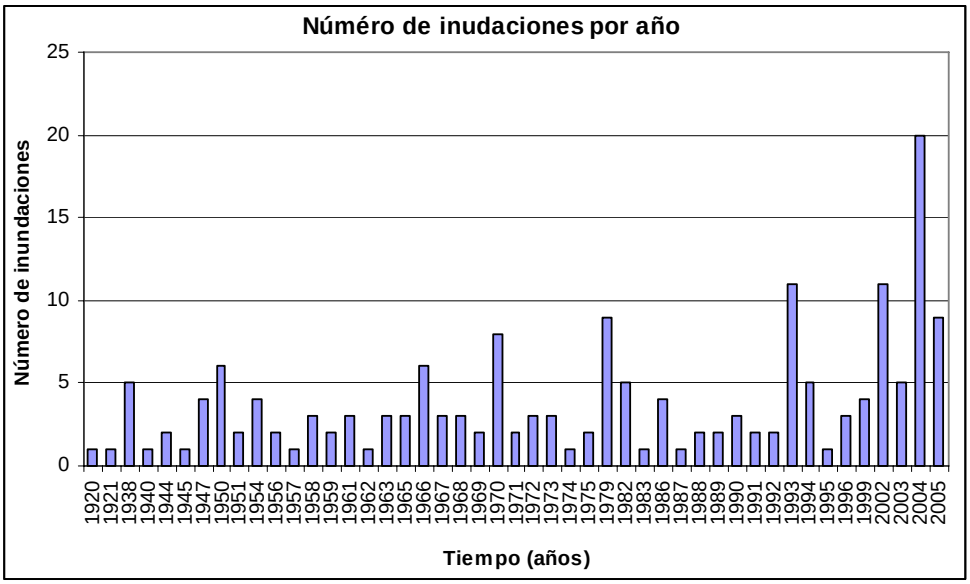


Figura 6. Número de desbordamientos por año

- El mes con mayor recurrencia de eventos de inundación es noviembre, con un total del 24% de las inundaciones reportadas. En segundo lugar están mayo y octubre con el 15%. Ver Figura 7.

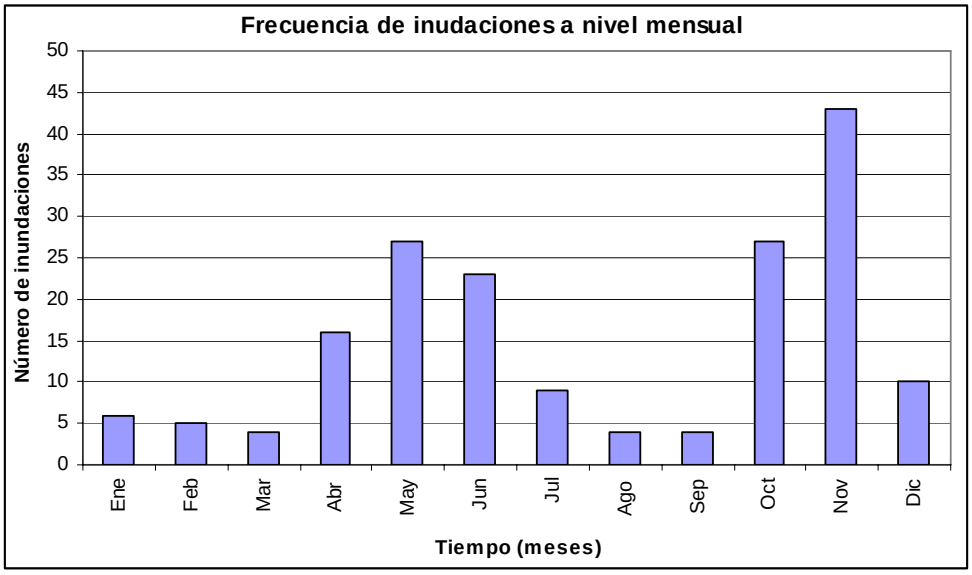


Figura 7. Frecuencia de inundación a nivel mensual

5.2.4 Análisis de las Inundaciones y encharcamientos

5.2.4.1 Años más afectados

A lo largo de las últimas nueve décadas se ha registrado 1300 eventos de inundación y que históricamente se ha intensificado en ciertos periodos de año (Ver Figura 8), Destacándose los periodos incluidos dentro de los años de 1968 a 1971, 1992 a 1995 y de 2002 al 2005.



Figura 8. Distribución de las inundaciones y encharcamientos entre 1920 y 2005

De 1920 a 2005 se aprecia una creciente intensificación de los eventos de inundación, asociado muy probablemente al deterioro progresivo de las cuencas hidrográficas de Bogotá y que es un reflejo del crecimiento urbano de la ciudad. La incidencia por año se ve con mayor claridad en la Figura 9.

Es importante reiterar que el notable incremento de los inundaciones reportadas entre el 2001 al 2005 se debe a que en este periodo se incluye la base de datos de FOPAE, la cual reporta todos los eventos de inundación sin importar su magnitud mientras que el resto de fuentes sólo reporta los mas relevante.

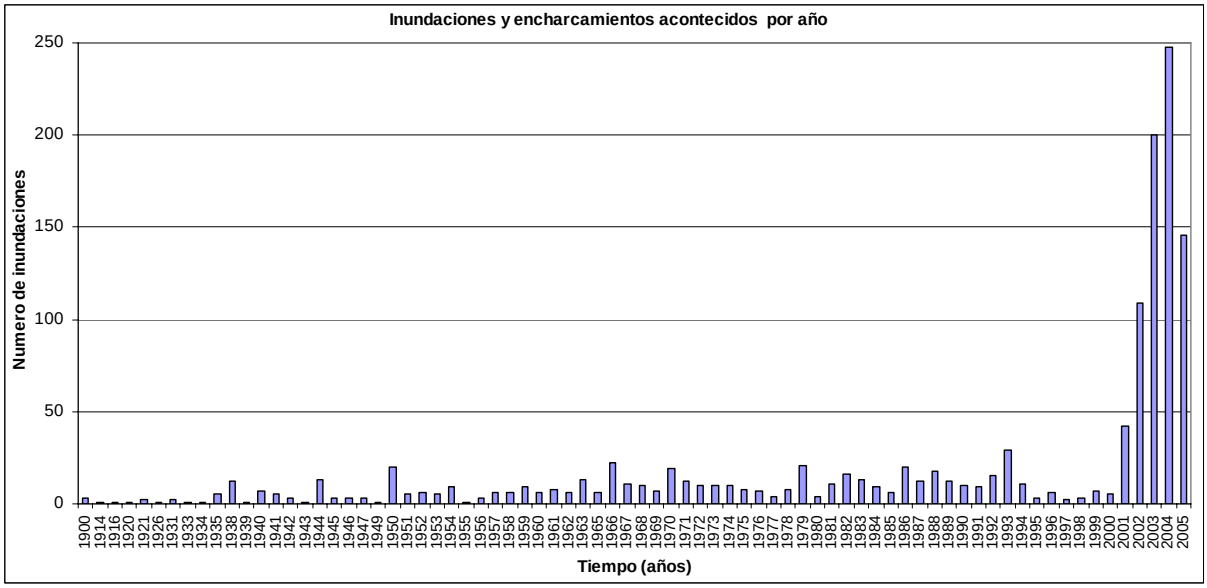


Figura 9. Inundaciones y encharcamientos por año

5.2.4.2 Sectores históricamente más vulnerables

Para establecer los sectores que históricamente han presentado inundación se hizo un análisis de frecuencia de inundación por barrio, basado en el inventario de inundaciones que se elaboró a partir de las diferentes fuentes. Dicho inventario contempla las inundaciones y los encharcamientos.

Como resultado se obtuvieron los barrios o sectores de la ciudad que han sido afectados más de 5 veces por eventos de inundaciones o encharcamientos, a lo largo del período comprendido entre 1914 al 2005 y se ilustran en la Figura 10.

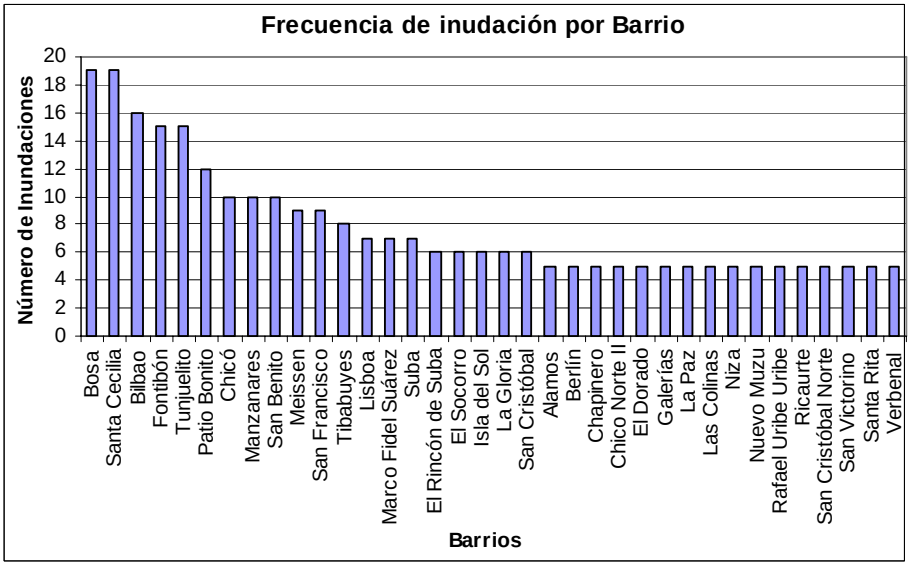


Figura 10. Frecuencia de inundación por barrio

Donde los barrios mas afectados por inundaciones son Bosa, Santa Cecilia, Bilbao, Fontibón, Tunjuelito y Patio Bonito, los cuales han sufrido mas de 10 inundaciones en los últimos 90 años, de acuerdo a la información recopilada.

Finalmente, para visualizar los barrios que más han sido afectados por inundaciones se elaboraron algunos mapas. Uno de estos mapas esta basado en la información de El Tiempo (Ver Mapa 4) y los otros dos en el resto de entidades oficiales (Ver Mapa 5).

En el Mapa 4 se aprecia que los sitios que con frecuencia se inundan son:

- Los Localizados en la ribera del río Tunjuelo cerca a la desembocadura de la Quebrada Chiguaza.
- El sector de Bosa junto a la ribera del río Tunjuelo.
- En el humedal Juan Amarillo, los barrios localizados en el costado nororiental.

En el Mapa 5 se reiteran los lugares que sobresalen en el mapa elaborado con información del periódico El Tiempo. Pero además se observa, que para el periodo comprendido entre el 2004 y el 2005, los barrios que se encuentran cerca a la ribera del río Bogotá en la confluencia con el río Juan Amarillo han sido afectados por un mayor número de inundaciones en ese período, que las presentadas entre 1935 y el 2003.

5.3 Análisis de la información hidrometeorológica

5.3.1 Calidad de la Información

La información recopilada para el estudio presentaba una serie de vacíos, principalmente en los valores de nivel y caudal, que obligaron a reducir el período de análisis inicialmente propuesto de 1992 - 2005 a un nuevo período comprendido entre 2002 a 2003.

La selección del período de análisis se hizo teniendo en cuanto las siguientes consideraciones:

- El mayor número de estaciones hidrológicas reportando información.
- El período que comprenda por lo menos una temporada de aguas altas o invernal.
- El mes o meses en que se halla presentado un evento de inundaciones significativo, con el fin de evaluar el comportamiento de las variables hidrometeorológicas frente a un evento de esta índole. Para el caso, se tuvo en cuenta la inundación del 31 de mayo y 10 de junio dado su magnitud y grado de afectación.

Para apreciar los vacíos en la información, principalmente la de tipo hidrológico se elaboró la Tabla 11 donde se indica mes a mes el estado de la información en cada estación. Cada estación hidrológica está identificada con un número del 1 al 28 cuyo equivalente se encuentra relacionado en la Tabla 5.

Para interpretar la tabla es importante saber que una celda vacía representa ausencia de información, una “I” indica información incompleta, “I2” que a la información le hacen falta 2 datos y “C” que la información es completa. Adicionalmente se resaltaron los meses que corresponden a la temporada invernal en Bogotá, con rojo y amarillo en la fila de FECHA.

Tabla 11. Calidad de la información Hidrológica

FECHA	Número de la Estación Hidrológica																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28
01/1992			C	C	C	C	C			C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
02/1992			C	C	C	C	C			I	C		C	C	C	C	C					I	C	I	C	C
03/1992			C	C	C	C	C				C		C	C	C	C	C					I	C	C	C	C
04/1992			C	C	C	C	C				C		C	C	C	C	C					C	C	C	I 2	C
05/1992			C	C	C	C	C				C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
06/1992			C	C	C	C	C				C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
07/1992			C	C	C	C	C	I			C		C	I	C	C	C					C	C	I	C	C
08/1992			C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	I					C	C	C	C	C
09/1992			C	C	C	C	I	C		I	C		C	C	C	C	I					I	C	C	C	C
10/1992			C	C	C	C	I 2	C		C	C		C	C	C	C	C					I 2	C	C	C	I
11/1992			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	I	C	C
12/1992			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	I					C	C	I	C	C
01/1993			C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	I	C	C
02/1993			C	C	C	C	C	C		I	C		C	I 2	C	C	C					C	C	I 2	C	C
03/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
04/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I 2	C	C	C					C	C	I	C	C
05/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I 2	C	C	C					C	C	C	C	C
06/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	C	I	I
07/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	C	C	C
08/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
09/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	I
10/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
11/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	I 2	C	C
12/1993			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
01/1994			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I	C	C
02/1994			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
03/1994			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
04/1994			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	C	C	C
05/1994			C	C	C	I 2	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	C	C	I
06/1994			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	I	C	C
07/1994			C	C	C	I	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	C	C	C
08/1994			C	C	C	I	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
09/1994			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
10/1994			I 2	I	C	I	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	C	C	C
11/1994			C	C	C	I	C	C		C	C		I	I	C	C	C					C	C	I	C	C
12/1994			C	C	C	C	C	I		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I	C	C
01/1995			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I	I 2	C
02/1995			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	I	C	C					C	C	C	C	C
03/1995			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	I	C	C					C	C	C	C	C
04/1995			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	C	C	C
05/1995			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	I 2	C	C
06/1995			I	I	C	C	C	C		I	C		C	I	C	C	C					C	C	C	C	C
07/1995			I	I	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I	C	C
08/1995			C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	C	C	C	C
09/1995			I 2	I 2	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I 2	C	C
10/1995			C	C	C	C	C	C		C	C		I	I	C	C	C					C	C	C	C	C
11/1995			I	I	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					I	C	I	C	C
12/1995			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					I	I	I	C	C
01/1996			I	I	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
02/1996			C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
03/1996			C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					I	C	C	I	C
04/1996			I 2	I 2	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C						C	C	I	C
05/1996			C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C						C	C	C	C
06/1996			I	I	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C					I	C	I	I	C
07/1996			I	I	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C					I	C	I	I	C
08/1996			I	I	C	C	C	C		C	C		I	C	C	C	C						I	I	I	C
09/1996			I 2	I 2	C	C	C	I		C	C	I	I	C	C	C	C						I 2	I 2	I	C
10/1996			I	I	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C					I	I	I	I	C
11/1996			I	I	C	C	C	C		C	I	C	C	C	C	C	C					I	I	C	I	C

Tabla 11. Calidad de la información Hidrológica

FECHA	Número de la Estación Hidrológica																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28
12/1996			I	I	C	C	C	I		C		C	C	C	I	C	C					I	I	C	I	C
01/1997			C	C	C	C	C	C		I	I	C	C	C	C	C	C				I	C	C	C	C	C
02/1997			C	C	C	C	C	C		I	C	C	C	C	C	C	C				C	I	I	I	I	C
03/1997			C	C	C	C	C	C		I	C	C	C	C	C	C	C				C					C
04/1997			C	C	C	C	C	C		I	C	C	C	C	C	C	C				C	I	I	I	I	C
05/1997			C	C	C	C	C	C		I	C	C	C	C	C	C	C				C	I	I	I	I	C
06/1997			C	C	C	C	C	C		I	C	C	C	I	C	C	C				C	I	I	I	I	C
07/1997	I		C	C	C	C	C	C		I	C	C	C	C	C	C	C				C		C	C	C	C
08/1997	C		C	C	C	C	C	C		I	C	C	I	C	C	C	C				C		I	C	I	C
09/1997	C		C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C				C		C	C	C	C
10/1997	C		I	I	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C				C		C	I	C	C
11/1997	C		I	I	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C				C	I	C		C	C
12/1997	C		C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C				C	C	C	I	C	C
01/1998	C		C	C	C	C	C	I			C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
02/1998	C		C	C	C	C	C	I			C		C	C	C	C	C				C	C	C	I	I 2	C
03/1998	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	C	C	I	C	C
04/1998	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	I	C		I	C
05/1998	C		C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C				C	C	I 2	I		C
06/1998	C		C	C	C	C	C	I		C	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	I	C
07/1998	C		C	C	C	C	C	I		C	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
08/1998	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	I	I	C		C
09/1998	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	I	I	I		C
10/1998	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
11/1998	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	I	C
12/1998	C		C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
01/1999	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	I	I	I	I	C
02/1999	C		C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
03/1999	C		C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
04/1999	C		C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
05/1999	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
06/1999	C		C	C	C	C	C	C		C	I		C	C	C	C	C				C	C	C	C	I	C
07/1999	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	I	I	I	I	C
08/1999	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	I	C	C	C	C
09/1999	C		C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	I	C	C	C	C
10/1999	C	C	C	C	C	C	I	C		C	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
11/1999	C	C	C	C	C	C	I	C		C	C		C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C
12/1999	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C				C	I	I	I	I	C
01/2000	C	I	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C				C		C	C	I	C
02/2000	C	I	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C				I		C	C	C	C
03/2000	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C						C	C	C	C
04/2000	C		C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C						C	C	C	C
05/2000	C	I	I	I	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C						C	I	C	C
06/2000	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C						C	C	C	C
07/2000	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					I	C	I	I	C
08/2000	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
09/2000	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
10/2000	C	C	C	I	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	I	C
11/2000	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	I	C
12/2000	C	C	C	I	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
01/2001	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	I	C
02/2001	C	C	I	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C						I	I	I	C
03/2001	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					I	C	C	C	C
04/2001	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
05/2001	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					I	I	I	I	C
06/2001	C	C	I	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
07/2001	C	C	C	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					I 2	I 2	I	I	C
08/2001	C	C	I	C	C	C	C	C			C		C	C	C	C	C					C	C	C	I	C
09/2001	C	C	C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C					I	C	C	I 2	C
10/2001	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C

Tabla 11. Calidad de la información Hidrológica

FECHA	Número de la Estación Hidrológica																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28
11/2001	C	C	I	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
12/2001	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I	I	C
01/2002	C	C	I	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I	C	C
02/2002	C	C	I	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
03/2002	C	C	C	C	C	C	I	C		I	C		C	C	C	C	C					C	C	C	C	C
04/2002	C	C	I	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C					C	I	I	C	C
05/2002	C	C	C	C	C	C	C	C		I	C		C	C	C	C	C					I	C	I	I	C
06/2002	C	C	I	C	C	C	C	C		I	C		I	C	C	C	I					I	I		I	C
07/2002	C	C	I	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C		C	C
08/2002	C	C	I	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C		C	C
09/2002	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C		C	C
10/2002	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					I	I		I	C
11/2002	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					I 2	C		C	C
12/2002	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C					C	I		I	C
01/2003	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I	C	C
02/2003	C	C	C		C	C	C	I 2		C	C		C	C	C	C	C					C	C	I	C	C
03/2003		C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	I	I			I	I	I	I	C
04/2003	C	C	C		C	C	C	I		C	C		C	C	C	C	C	C	I 2				I	C	C	C
05/2003	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	C	I			I		I	C	C
06/2003	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	C	I			C	I		C	C
07/2003	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	C	I			C	C		C	C
08/2003	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	C	C			C	C	C	I	C
09/2003	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	C	C			C	C	C		C
10/2003	C	C	C		C	C	C	C	I	C	C		C	C	C	C	C	C	C			C	C	I		C
11/2003	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C			C	C	I		C
12/2003	C	C	C		C	C	C	C	I	C	C		C	C	C	C	I 2	C	C	I		C	C			C
01/2004	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	I	C	C	C		C	C			C
02/2004	I	C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	C	C	C		C	C			I
03/2004	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C	C	C	C		C	I			I
04/2004	C	I	I		C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C	C	C	C		C	C			C
05/2004	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C	C	C	C		I	I	I		C
06/2004	C	C	C		C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C		C
07/2004	C	C			C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	C	C	C		C	C			C
08/2004	C	C			C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C	I	I	C		C	C			C
09/2004	C	C			C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	I	I	C		C	C			C
10/2004	C	C			C	C	C	C		C	C		C	I 2	C	C	C	C	C	C		C	C			C
11/2004	C	C			C	C	C	C		C	C		C	C	C	C	C	I	I	C		I	I			C
12/2004	C	C			C	C	C	C		C	C		C	I	C	C	C			C		C	I 2			C
01/2005	C	C			C	C	C			C	C				C	C	C			C		C				C
02/2005	C	C			C	C	C			C	C				C	C	C			C		C		C		C
03/2005	C	C			C	C	C			C	C				C	C	C		I	C		C		C		C
04/2005	C	C			C	C	C		I	C	C				C	C	C		I	C		C		C		C
05/2005	C	C			C	C	C		I	C	C				C	C	C	C	C	C		C		C		C
06/2005	C	C			C	C	C			C	C				C	C	C	C	C	C		C		I		C
07/2005	C	C			C	C	C			C	C				C	C	C	C	C	C		C		I		C
08/2005	C	C			C	C	C			C	C				C		C	C	I 2	C		C		I		I
09/2005	C	C			C	C	C			C	C				I	C	C	C		C		C		I		
10/2005	C	C				I	C										C	C		C		I		I		
11/2005							C										C	C		I		C				
12/2005							C											C		I 2		I				

Debido a que se cuenta con un gran número de estaciones Meteorológicas con series históricas continúas, en la mayoría de los casos, para el período inicialmente seleccionado no fue necesario analizar la calidad de la información mes a mes.

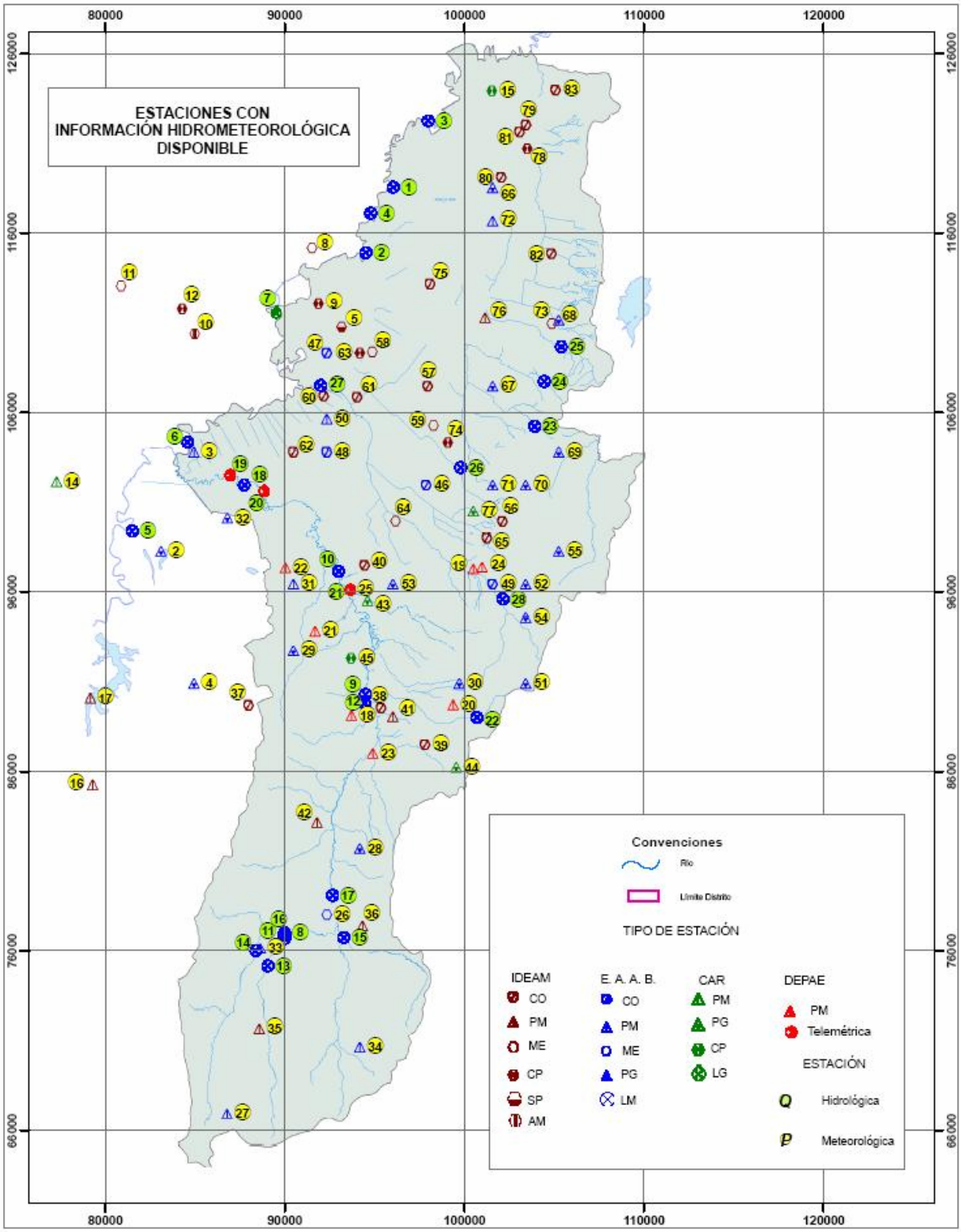


Figura 11. Estaciones Hidrometeorológicas con información disponible

La localización de las estaciones hidrometeorológicas que tienen información disponible se pueden apreciar en la Figura 11. Cada estación está identificada por su número de orden (fila "ESTACIÓN No." de la Tabla 5 y Tabla 6), cuyos atributos (nombre y código) se relaciona en la Tabla 5 para las hidrológicas y en la Tabla 6 para las meteorológicas.

5.3.2 Series Históricas

Para apreciar el comportamiento de las variables de precipitación y caudal se graficaron las series históricas (hidrogramas y pluviogramas) para el período inicial de análisis (1992-2005) con resoluciones diarias, semanales y mensuales, que se indican en el Mapa 6 a el Mapa 11.

Se graficaron las series históricas de las estaciones hidrológicas para cada cuenca en el periodo comprendido entre 2001 a 2002, tal como se aprecia en la Figura 12 a la Figura 15.

En la Figura 12 a la Figura 15 se puede observar lo siguiente:

- Los periodos de mayo a junio y octubre a noviembre de 2002, se presentaron incrementos significativos que se ven reflejados en las cuatro corrientes (Bogotá, Tunjuelo, Juan Amarillo y Fucha), mostrando que el evento de crecientes y en algunos casos de inundaciones fue generalizado a nivel de Bogotá.
- Los incrementes de caudal ocurridos de junio a septiembre de 2001 se reflejan en las cuencas del río Bogotá, Tunjuelo y Fucha.

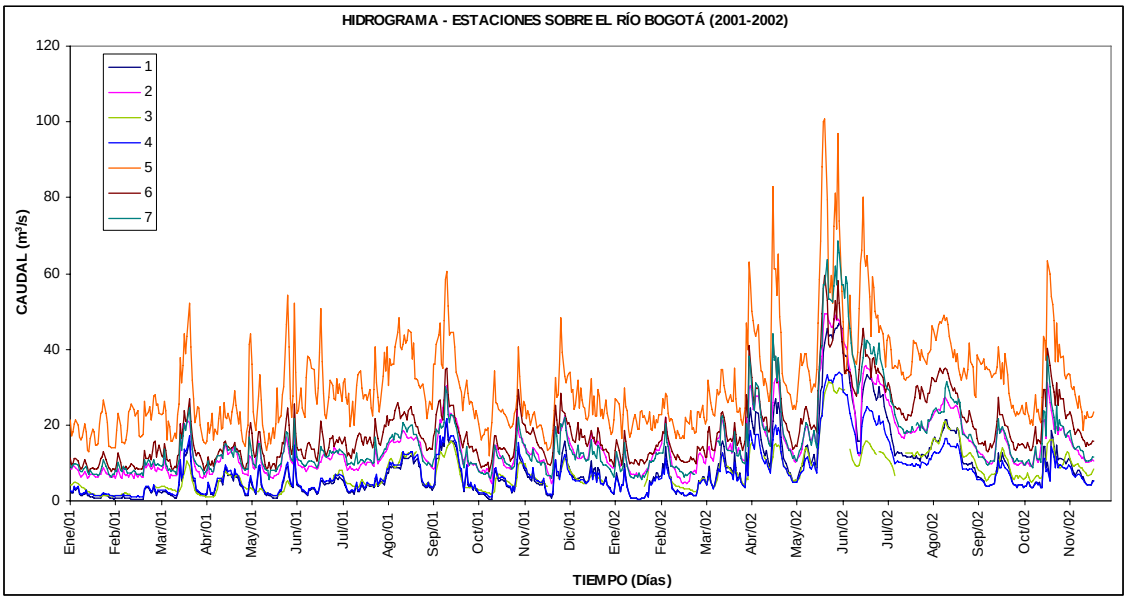


Figura 12 Hidrogramas de las estaciones sobre el río Bogotá (2001-2002)

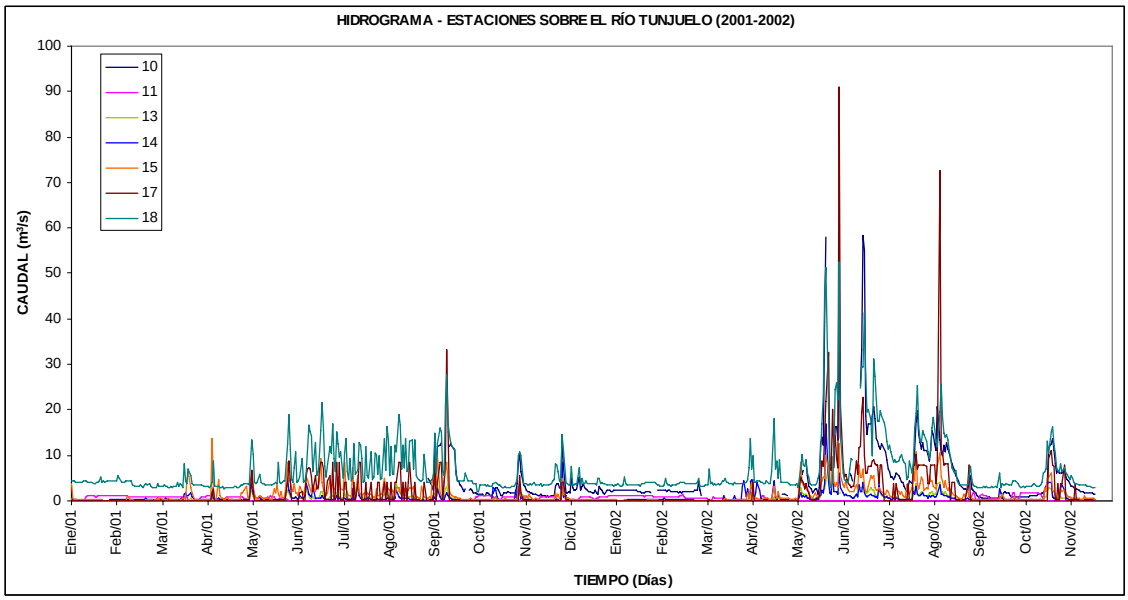


Figura 13. Hidrogramas de la estaciones sobre el Río Tunjuelo (2001-2002)

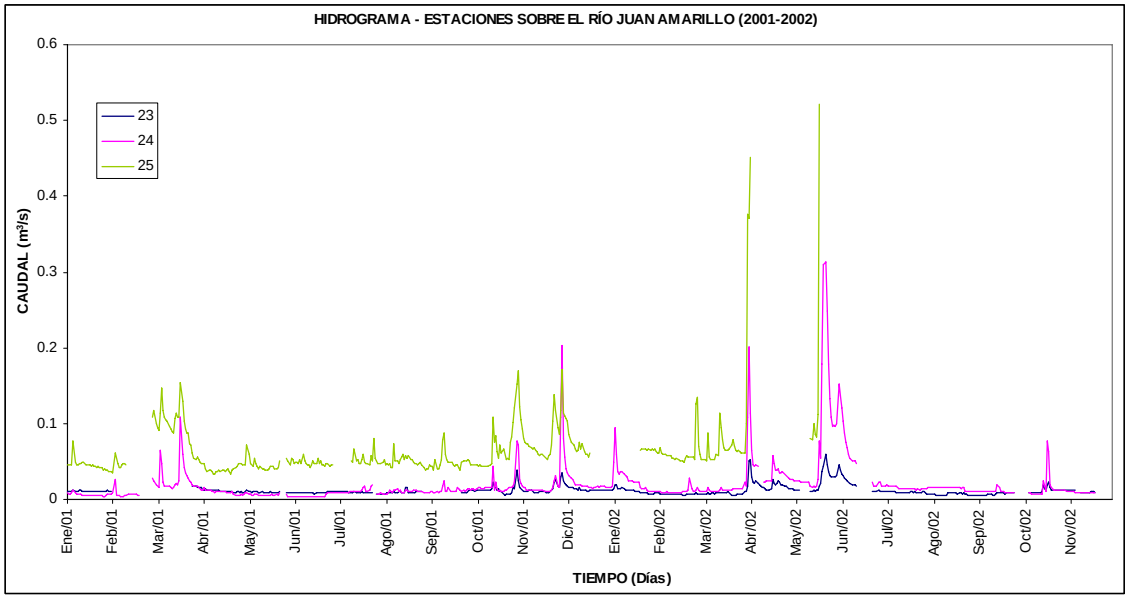


Figura 14. Hidrogramas de las estaciones sobre el Río Juan Amarillo (2001-2002)

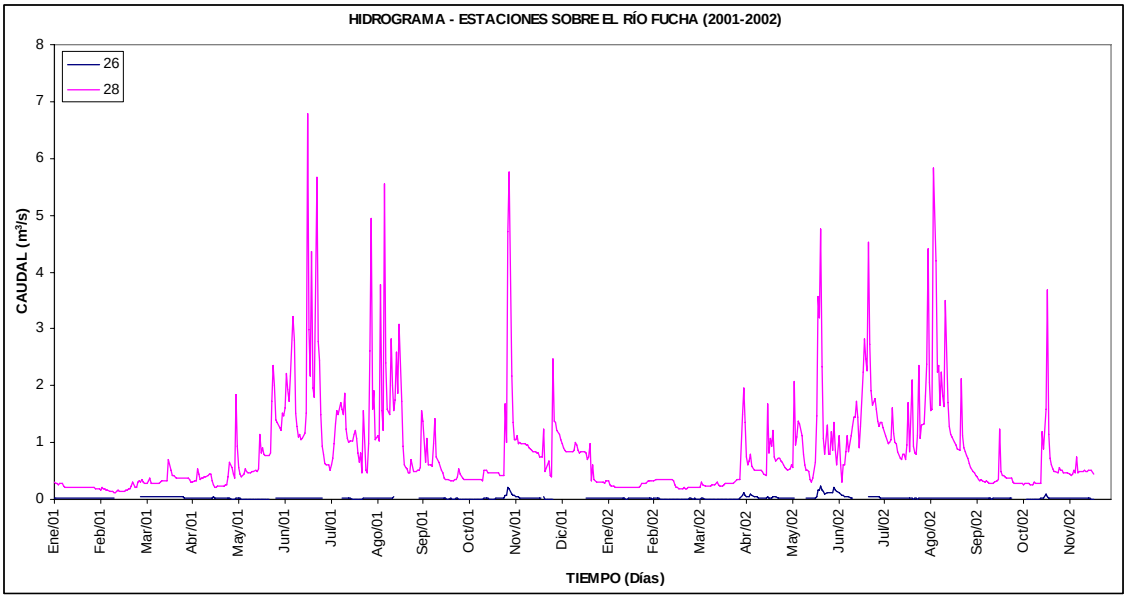


Figura 15. Hidrogramas de las estaciones sobre el Río Fucha (2001-2002)

5.3.3 Criterio de correlativos

Uno de los criterios más relevantes para evaluar y optimizar una red existente es establecer la capacidad predicativa que hay entre estaciones, cuyo indicador mas diciente es el coeficiente de correlación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizaron tres análisis (cálculo de la matriz de correlación cruzada, correlación espacial y temporal) que permitieran visualizar la variación de la correlación en el espacio y el tiempo.

5.3.3.1 Matriz de correlación

Se calculó la matriz de correlación cruzada entre los valores de caudal (Caudal vs. Caudal), entre los valores de precipitación (Precipitación vs. Precipitación) y entre los valores de caudal y precipitación (Caudal vs. Precipitación). Los resultados obtenidos para el período de análisis se pueden apreciar en el Mapa 12.

En la matriz de correlación que involucra todo el período de 2002 a 2003 (ver Mapa 12), se observa lo siguiente:

- Entre las estaciones hidrológicas localizadas sobre el río Bogotá el coeficiente de correlación está por encima de 0.8, siendo estos valores los más altos de toda la matriz de correlación. Esto presume que se mantiene la memoria del proceso, aún en las estaciones más distantes.
- Las estaciones Q1 (Chicú), Q2 (El Cortijo) y Q4 (Vuelta grande) localizadas sobre el río Bogotá tiene un valor de correlación entre ellas por encima de 0.97, lo que prevé que una o más de estas estaciones es redundante.
- Las estaciones Meteorológicas localizadas sobre la cuenca del río Tunjuelo tienen valores de correlación relativamente aceptables, entre 0.43 a 0.89.

- Los valores de correlación de las estaciones Meteorológicas localizadas en las cuencas de los ríos Fucha, Juan Amarillo y Torca se encuentran entre 0.38 a 0.96, esto se debe a la proximidad de las estaciones y a que el régimen de estas tres cuencas es semejante.
- Los valores de correlaciones entre las estaciones Meteorológicas localizadas sobre el río Tunjuelo y las localizadas sobre las otras cuencas hidrológicas del Distrito son bajos. Esto puede deberse principalmente a que el régimen de precipitación de la cuenca del río Tunjuelo es diferente al régimen de precipitación de las otras cuencas.
- Los valores de correlación entre las estaciones Meteorológicas y las Hidrológicas son muy bajos e inferiores 0.43. Lo que presume, de manera generalizada para el distrito, que los valores de precipitación con resolución diaria no permitirían predecir el caudal diario.

Como se aprecia en el Mapa 12, se calcularon las matrices de correlación para cada uno de los meses del periodo de análisis, de los que se concluye:

- Los valores de correlación varían a lo largo del tiempo.
- Los valores de correlación mas bajos se presentan de enero a mayo en ambos años, los que coinciden con el período de estiaje de la cuenca del río Tunjuelo y el sector urbano del Distrito Capital.
- Los valores de correlación tienden a mejorar en los meses de mayo, octubre y noviembre.
- En la mayoría de los meses los valores de correlaciones entre los datos de precipitación y caudal son muy bajos (menores a 0.6), mostrando que no hay una clara conexión entre estas dos variables. Por tal razón, emplear modelos matemáticos de lluvia – escorrentía para pronosticar caudales o niveles con una resolución diaria no es lo más favorable para este caso en particular. Se necesitaría indagar en otros modelos cuya principal variable no sea la Precipitación.
- Mayo de 2002 es un mes que presenta condiciones especial, algunas de estas son: presenta el mayor número de pares de estaciones de precipitación y nivel con valores de correlación por encima 0.6; todas las estaciones hidrológicas analizadas presentaron valores de correlación mayores a 0.6; los valores de correlación entre las estaciones de Precipitación son mucho mejores de los que se observan en época de estiaje pero no a nivel de todo el período de estudio. Las condiciones anteriores pueden estar asociadas a la inundación ocurrida en la parte baja del Tunjuelo el 31 de mayo de 2002
- El incremento de los valores de correlación entre las estaciones hidrológicas no indica un aumento en los valores de correlación entre los datos de precipitación, lo que evidencia la falta de conexión en los datos diarios entre el caudal y la precipitación.

5.3.3.2 Correlación temporal

La variación de la correlación con respecto al tiempo, para el período de análisis (enero 2001 a noviembre 2002) se ilustra en los correlogramas que aparecen en el Mapa 13.

Los correlogramas se dividieron en dos grupos, el primero incluye las estaciones sobre el río Tunjuelo y el segundo las estaciones sobre el río Bogotá, de lo que se concluye:

Río Bogotá

- Las correlaciones para mayo de 2002 son iguales o superiores a 0.97 y es el único mes de todo el período donde se presenta esta situación.
- Los meses cuando predominantemente se elevan los valores de correlación son de marzo a mayo y octubre a noviembre.

Río Tunjuelo

- Entre mayo y junio de 2002 se reporta de forma generalizada un incremento en los valores de los coeficientes de correlación por encima de 0.6. Esto esta asociado a la inundación ocurrida en la cuenca durante este período de tiempo, lo cual indica que frente a eventos extraordinarios de crecientes se logra cierta mejoría en la correlación.
- No se aprecia una tendencia característica en la variación de la correlación a lo largo del tiempo, esto se debe al régimen torrencial de la cuenca, a la presencia de embalses que varía el régimen natural y a que las estaciones analizadas se encuentran localizadas en la parte alta de la cuenca.
- El presentar bajas correlaciones entre estaciones y no contar con una clara tendencia en el tiempo de la correlación hace complejo la estimación del pronóstico. Dichos modelos además de incluir las variables de la precipitación y el caudal, ha de tener en cuenta la operación de los embalses, haciendo evidente la implementación de estaciones hidrológicas que permitan monitorear los niveles de agua a la entrada y a la salida de los embalses.

5.3.3.3 Correlación espacial

Otro aspecto analizado fue evaluar cómo la correlación varía a medida que dos estaciones se alejan a lo largo del cauce. Para lo cual se calculó la longitud del tramo de río entre cada par de estaciones. Como resultado se obtuvieron los correlogramas que encuentran en el Mapa 14.

Al igual que en el mapa de correlación temporal (ver Mapa 13), los correlogramas se dividieron por cuencas (río Tunjuelo, río Bogotá), en las cuales se observa:

Río Bogotá

- A medida que se alejan las estaciones la correlación decrece.
- Se distinguen tres sectores dentro de las gráficas, el primero muestra una tendencia descendente entre los 0 y 10 Km con coeficientes de correlación de 1 a 0.93, el segundo tramo comprendido entre 10 Km y 35 Km no indica una clara tendencia (la correlación se mantiene en promedio en 0.93 y no parece ser afectada por la variación la distancia), en el último tramo de los valores mayores a 35 Km se reanuda la tendencia decreciente (correlaciones menores a 0.93).
- Lo anterior indica que las estaciones podrían estar distanciadas 35 Km y no perder la memoria del proceso.
- Por otra parte una longitud menor a 4 Km entre estaciones puede implicar que una de las estaciones sea redundante.

Río Tunjuelo

- En el Tunjuelo se observó una tendencia clara en los correlogramas lo cual esta asociado con el régimen regulado de la cuenca alta.
- El único mes que indica una clara tendencia es mayo de 2002 donde se distingue una tendencia descendente.

5.4 Estado de la red hidrológica actual

La cobertura de la red de estaciones hidrológicas existentes se acentúa principalmente sobre los cauces del río Tunjuelo y Bogotá, y en algunas corrientes menores localizadas en los cerros orientales. A continuación se detalla cada cuenca.

5.4.1 Río Bogotá

Se encontraron un total de 18 estaciones sobre el río Bogotá en un tramo de 15 km que colinda con el perímetro urbano de la ciudad.

El mayor número de estaciones se densifica entre los humedales La Conejera y Jaboque donde se encontraron 6 estaciones en una longitud de 11.4 Km. Las estaciones se encuentras aguas abajo de las desembocaduras del río Juan Amatillo, humedal Jaboque, humedal La Conejera y la descarga de la PTAR.

Las estaciones se encuentran separadas entre sí distancias que oscilan de 1.2 a 5.1 Km; longitudes que pueden indicar que existen una o más estaciones redundantes de acuerdo al análisis de correlación espacial.

Dentro de estas 6 estaciones, un caso crítico es la estación El Cortijo que cuenta con miras del DAMA y la EAAB.

El resto de estaciones están separadas entre sí de 10 a 18 Km, distancia que es aceptable y que no implica redundancia ni pérdida de memoria en el proceso.

5.4.2 Cuenca del Río Tunjuelo

En la cuenca del río Tunjuelo hay un total de 33 estaciones (incluyendo las instaladas recientemente por el FOPAE) localizadas básicamente en la parte alta y baja de la misma. De las 33 estaciones 9 están sobre el cauce principal y las restantes sobre sus afluentes. A continuación se detalla cada sector de la cuenca:

5.4.2.1 Parte alta de la cuenca

En la cuenca alta hay 9 estaciones, de las cuales 3 están aguas arriba del embalse La Regadera, 4 en el tramo del río que comunica los dos embalses, 1 aguas abajo del embalse de La Regadera y la última sobre el río Curubital.

Lo crítico en este sector de la cuenca es el tramo que comunica los dos embalses donde se encontraron 4 estaciones en longitud de 4 Km. Sin embargo, estaciones como Canaleta Parshalll y

Puente Carretera[6] presentaron valores de correlación de 0.61 para el periodo de análisis. Por lo que es recomendable hacer las vistas a estas estaciones para conocer su configuración.

Las otras estaciones de la cuenca alta están emplazadas sobre los afluentes principales.

5.4.2.2 Parte media de la cuenca

En la parte media de la cuenca no se encontraron estaciones para monitorear el cauce principal ni en los afluentes de este sector.

5.4.2.3 Parte baja de la cuenca

La cuenca baja del Río Tunjuelo históricamente es la que presenta mayor número de inundaciones (ver el Mapa 3) tanto en el cauce principal como en sus afluentes, de los que se destacan Quebrada Yomasa, Santa Librada, La Chiguaza, Zajón de la Estrella, Tibanica y Limas. Adicional a esto, sus problemas de contaminación ambiental hace que a entidades como FOPAE, DAMA y EAAB les interese mantenerlas monitoreadas

Es por lo anterior que se han instalado del orden de 27 estaciones, y en varios casos se han instalado estaciones en una misma sección de control o muy cercanas. Los casos más relevantes donde hay estaciones redundantes son:

- Sobre la Quebrada Yomasa aguas arriba de la desembocadura DAMA y FOPAE instalaron estaciones contiguas, de existir aún ambas estaciones una es redundante.
- La EAAB instaló sobre el río Tunjuelo estaciones aguas arriba y aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Yomasa, que junto con las estaciones en la descarga conforman tres puntos de los cuales uno es redundante.
- Sobre la Quebrada La Chiguaza en el sector de la Cárcel La Picota, la EAAB y el FOPAE instalaron estaciones hidrológicas.
- En el barrio San Benito, sobre el río Tunjuelo hay dos estaciones operadas por FOPAE y la CAR.
- A menos de 1.7 Km de la estación de San Benito (FOPAE) se encuentra la estación Avenida Boyacá (EAAB). En el tramo del río entre estas dos estaciones no desemboca ninguna corriente importante ni hay una estructura importante, por lo que se estima que el caudal reportado por ambas estaciones son básicamente iguales.
- Las estaciones de Puente Bosa, Compuerta 1, Independencia y Kennedy localizadas sobre el río Tunjuelo están distanciadas entre sí de 1 a 4 Km. Además, no hay algún afluente importante entre estas estaciones que generes cambios significativos en los caudales reportados en las estaciones.

5.4.3 Cuenca del Fucha

En la cuenca del río Fucha hay un total de 6 estaciones, de las cuales 3 están localizadas en el cauce principal cerca de la desembocadura y las restantes están sobre los afluentes en la parte alta de la cuenca.

[6] Estas estaciones están contiguas, de acuerdo a la localización dada por las coordenadas registradas en el Catálogo de la EAAB.

Las estaciones localizadas sobre el cauce principal se encuentran en un tramo de 1 km aproximadamente y no hay una corriente importante que confluya en este sector, por lo que se prevé que una o dos de estas estaciones sean redundantes.

Por su parte, la cuenca media carece de estaciones de nivel, mientras que en la parte alta, de los tres afluentes importantes se monitorean dos (Canal San Francisco y San Cristóbal) y la del Canal los Comuneros no tiene estaciones.

5.4.4 Cuenca del Juan Amarillo

La cuenca del Río Juan Amarillo tiene 12 estaciones hidrológicas, de las cuales tiene 7 estaciones en la parte alta, 3 en la parte media y 1 en la parte baja. No se aprecia redundancia en la distribución de la estaciones ni hay una carencia evidente.

5.4.5 Cuenca del Torca o Guaymaral

Es una de las cuencas menos monitoreadas y cuanta con sólo una estación operada por el DAMA. Esto puede estar relacionado con los pocos eventos de inundación por desbordamiento que se ha presentado en este sector y por el poco aprovechamiento hídrico de la zona. (Ver Mapa 3).

5.5 Estaciones Automáticas

El Distrito Capital cuenta con 9 estaciones hidrológicas automáticas que reportan datos en tiempo real operadas por la CAR, EAAB y FOPAE. (Ver Mapa 2)

6 del total de estaciones hidrológicas automáticas están localizadas sobre el cauce del río Bogotá y son operadas por la EAAB y la CAR. Mientras que las 3 restantes están sobre el río Tunjuelo y son operadas por FOPAE. En ambos casos las estaciones están en el sector urbano de la ciudad.

6. CONCLUSIONES

6.1 Inundaciones

Se elaboró el inventario de inundaciones para el Distrito Capital del área de estudio, apoyándose en las siguientes fuentes de información: Periódico El Tiempo, Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), Defensa Civil de Bogotá, Cuerpo de Bomberos de Bogotá, Dirección General de Atención de Desastres y “Los Desastres Naturales en Colombia” elaborado por el Dr. Maximiliano Henríquez.

La calidad de la información se estableció de acuerdo a la confiabilidad del dato, al grado de detalle en la localización del evento y a la amplitud del periodo histórico registrado. Con base en esto se determinó que la mejor fuente de información es la de FOPAE por su alta confiabilidad y grado de detalle en la localización, a pesar de tener un corto período de registro, lo cual puede ser suplido por la información proveniente de la DGPAD, que cuenta con un muy amplio periodo de registro y una buena confiabilidad y detalle.

La información recopilada de las otras fuentes es igualmente valiosa, ya que complementa algunos vacíos y permite verificar lo ocurrencia de algunos eventos.

En Bogotá se han registrado un total de 1300 eventos de inundaciones, de los cuales 172 han sido por

desbordamientos de cuerpos de agua. Esto hace evidente que los problemas de inundación son principalmente por déficit en la capacidad hidráulica de las redes de alcantarillado para drenar adecuadamente las aguas lluvias.

El río Tunjuelo, es el río que históricamente se ha desbordado un mayor número de veces, registrándose un total de 53 eventos desde 1914 a 2005. Le sigue en orden el río Bogotá con 26 eventos durante el mismo período de tiempo. Otros ríos que se han visto afectados con menor recurrencia por desbordamientos son: el Salitre, Fucha y San Francisco.

Las inundaciones por desbordamiento han tendido a incrementarse a lo largo de los últimos 90 años, esto puede estar relacionado con el deterioro de las cuencas hidrográficas y al continuo crecimiento de los sectores urbanos.

Las frecuencias de eventos de inundaciones por desbordamiento a nivel mensual (ver Figura 7) es de carácter bimodal y similar al régimen pluvial de la zona urbana del Distrito Capital. Por otra parte, el mes que presenta mayor afectación por este evento es noviembre con 43 inundaciones y en segundo lugar esta mayo con 27 eventos.

Los eventos de inundación y encharcamiento se han intensificado en ciertos períodos de tiempo, destacándose los periodos comprendido entre 1968 a 1971, 1992 a 1995 y de 2002 al 2005.

Los barrios mas afectados por inundaciones y encharcamientos son: Bosa, Santa Cecilia, Bilbao, Fontibón, Tunjuelito y Patio Bonito, los cuales han sufrido cada uno mas de 10 inundaciones en los últimos 90 años, de acuerdo a la información recopilada.

Los sectores de la ciudad que con frecuencia se inundan son: los barrios localizados en la ribera del río Tunjuelo cerca a la desembocadura de la Quebrada Chiguaza, el sector de Bosa aledaño a la ribera del río Tunjuelo y los barrios localizados en el costado nororiental del humedal Juan Amarillo.

6.2 Información Hidrometeorológica

Las limitaciones en la calidad de la información llevaron a que se redujeran el número de estaciones hidrológicas útiles para el análisis de 28 a 11. Además las 11 estaciones sólo cubren algunos sectores del área de estudio (parte alta de la cuenca del río Tunjuelo y el tramo del río Bogotá que colinda con el perímetro urbano de la ciudad) restringiendo la generalización del análisis.

No se encontraron series históricas completas de las variables hidrológicas con un período común mayor a dos años, para más de 11 estaciones. Esto se debió a que durante el 27% del período recopilado (1992 – 2005) no se reportaron datos. Por lo anterior, se redujo el período de análisis de trece años a 2 años comprendidos entre 2001 y 2002.

Las estaciones hidrológicas emplazadas sobre el río Bogotá tienen valores de correlación altos por encima de 0.90. En algunos casos muy cercanos a 1, como el obtenido entre las estaciones de Chicú, El Cortijo y Vuelta grande, la cual permite prever que una o más de estas estaciones es redundante.

Los valores de correlación entre las estaciones Meteorológicas y las Hidrológicas son muy bajos e inferiores a 0.43. Lo que presume, de manera generalizada para el Distrito, que los valores de precipitación con resolución diaria no permiten predecir valores de caudal diario.

Los valores de correlación varían a lo largo del tiempo, de manera tal que las correlaciones más bajas se presenten de enero a mayo en ambos años, los que coinciden con el período de estiaje de la cuenca del río Tunjuelo y el sector urbano del Distrito Capital.

Mayo de 2002 es un mes que presenta condiciones especiales que se asocian al evento significativo de inundación ocurrida en la parte baja del Tunjuelo el 31 de mayo de 2002. La magnitud del evento se hace evidente al comparar los hidrogramas de los ríos Torca, Fucha, Bogotá y Tunjuelo en donde se aprecia que de manera casi simultanea se aprecian incrementos en los caudales de hasta 20% el valor promedio del día anterior.

Los análisis de correlación muestran para el mes de mayo de 2002 que las correlaciones se incrementaron al punto que se obtuvieron valores por encima 0.6 entre varios pares de estaciones hidrológicas y meteorológicas. Además se incrementaron las correlaciones entre las estaciones hidrológicas. Lo anterior permite prever que un evento de inundación causado por una creciente de gran magnitud hace más factible la conexión entre las variables de precipitación y caudal.

No se aprecia una tendencia característica en la variación de la correlación a lo largo del tiempo y del espacio en la cuenca del río Tunjuelo, esto se debe al régimen torrencial de la cuenca, a la presencia de embalses que varía el régimen natural y a que las estaciones analizadas se encuentran localizadas en la parte alta de la cuenca (aguas arriba y aguas abajo de cada embalse).

En el río Bogotá los meses donde predominantemente se elevan los valores de correlación son de marzo a mayo y octubre a noviembre.

La variación de la correlación con respecto a la distancia entre estaciones permite ver que hay una tendencia descendente en los 10Km iniciales, seguida de un tramo sin tendencia hasta los 35 Km cuando reanuda a la tendencia descendente.

6.3 Red Hidrológica Actual

El Convenio Especial de Cooperación No. 017/1998CO firmado entre el IDEAM y FOPAE y el Convenio No. 198/02 firmado entre el IDEAM y DAMA han contribuido con la ampliación de la red hidrológica, en especial, en el sector urbano de la Ciudad.

La mayoría de las estaciones con que cuenta la EAAB están localizadas sobre el río Tunjuelo, Bogotá y algunas corrientes sobre los cerros orientales.

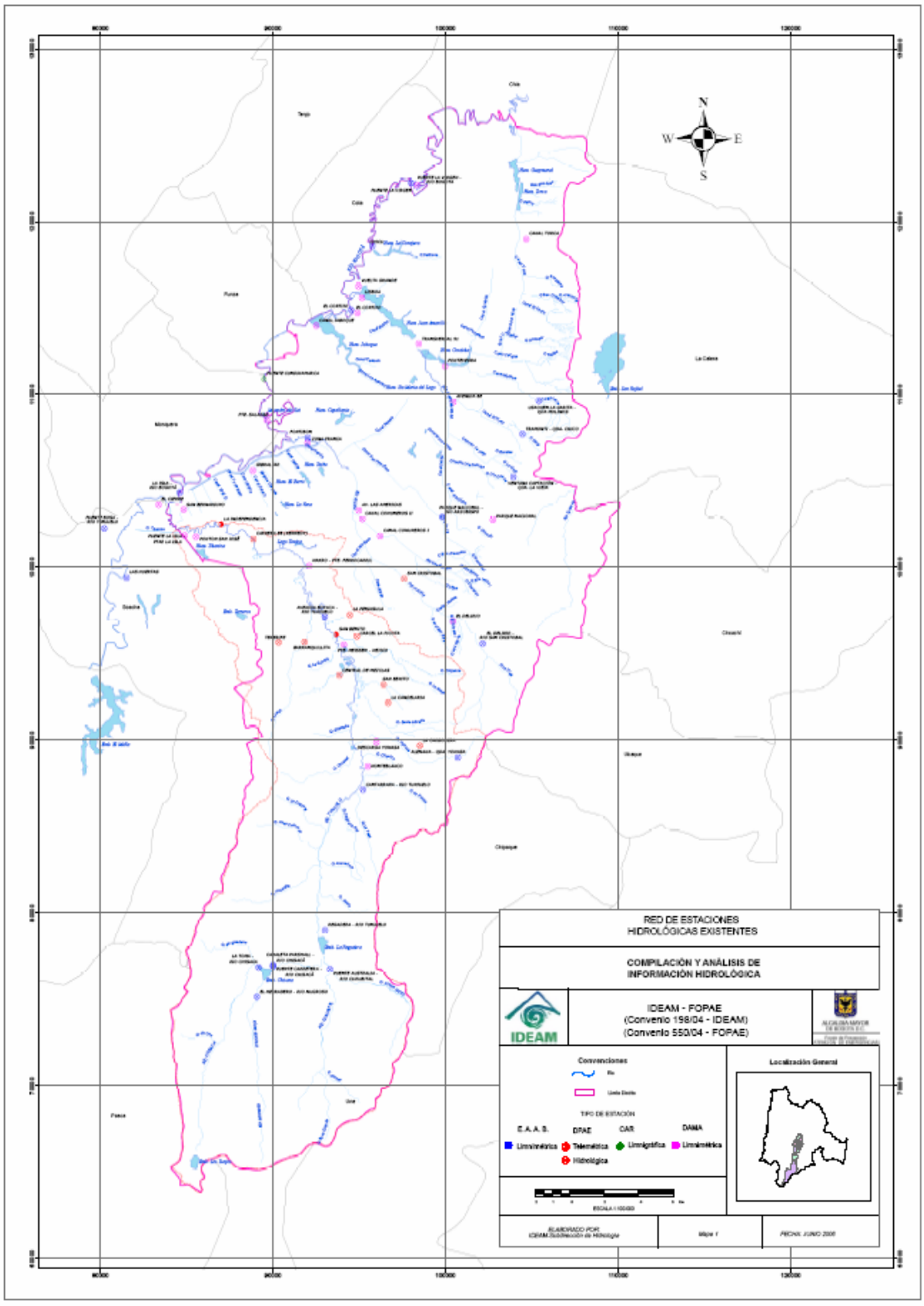
Al unir toda la red hidrológica de Bogotá se puede observar que hay un escaso cubrimiento de sectores como: la cuenca media del río Tunjuelo, cuenca media y alta del río Fucha y cuenca alta y media del río Torca.

Los problemas de inundaciones por desbordamientos han causado que las estaciones hidrológicas se densifiquen en los sectores de alto riesgo, este es el caso de la cuenca baja del Tunjuelo, Juan Amarillo y Fucha.

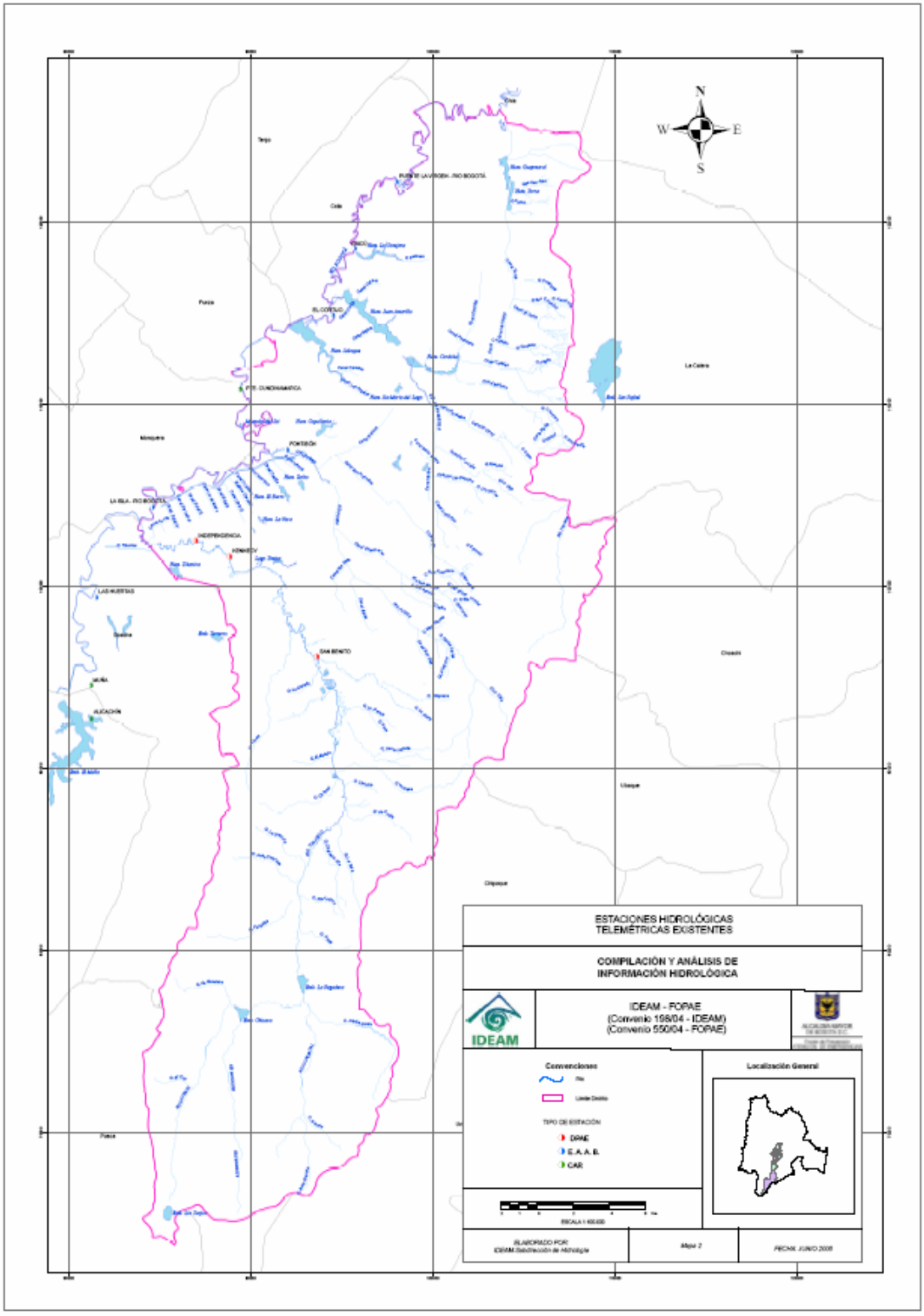
Lo anterior trajo como consecuencia que se instalaran varias estaciones de diferentes entidades operadoras en tramos muy cortos de ríos, que en algunos casos pondría llegar a ser redundantes.

Las pérdidas continuas de los elementos y equipos empleados para las estaciones hidrológicas, han provocado que muchas de ellas sean instaladas por una entidad operadora y reinstaladas por otra, haciendo parecer que hay dos o más estaciones en un mismo sitio.

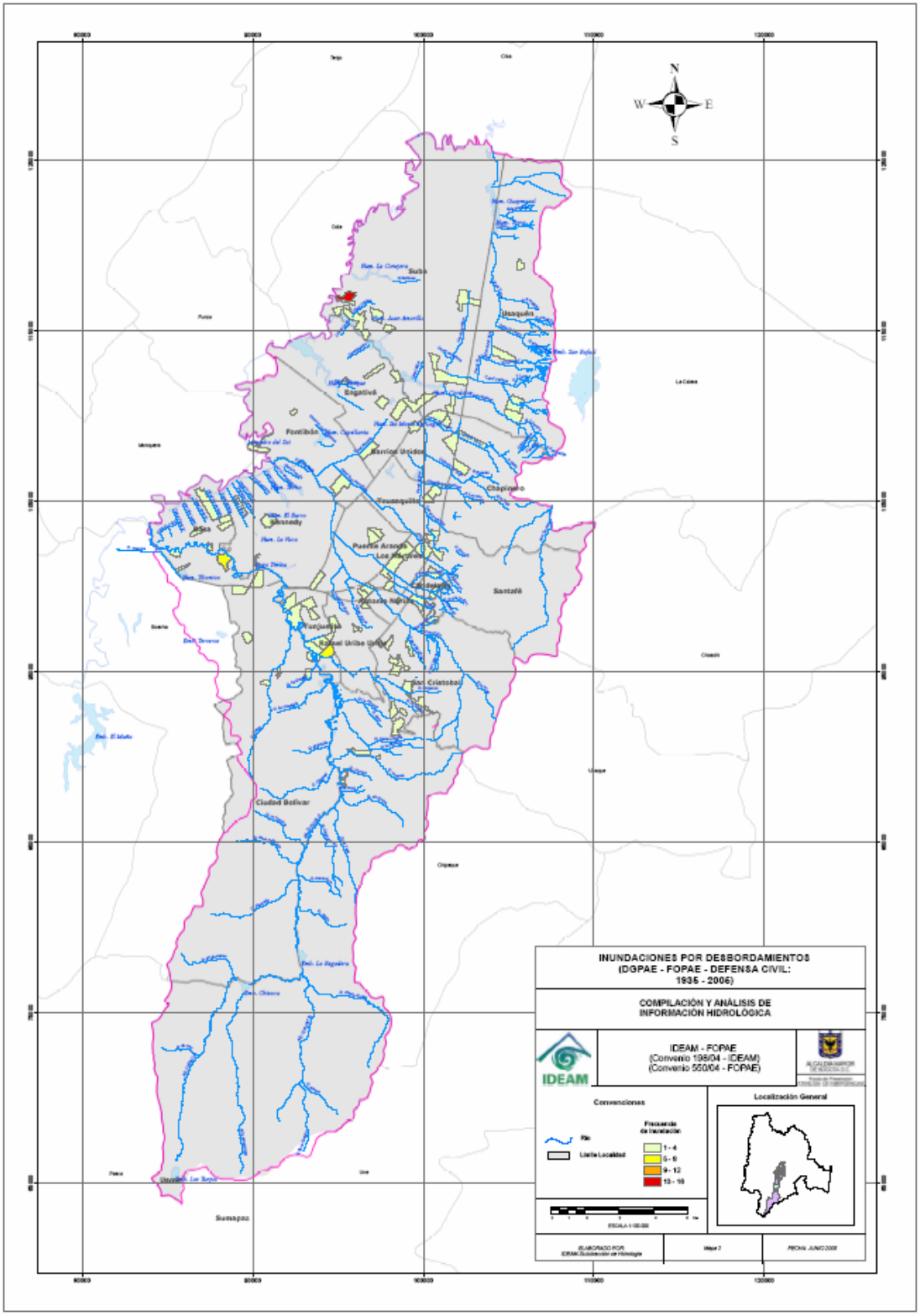
ANEXO
MAPAS



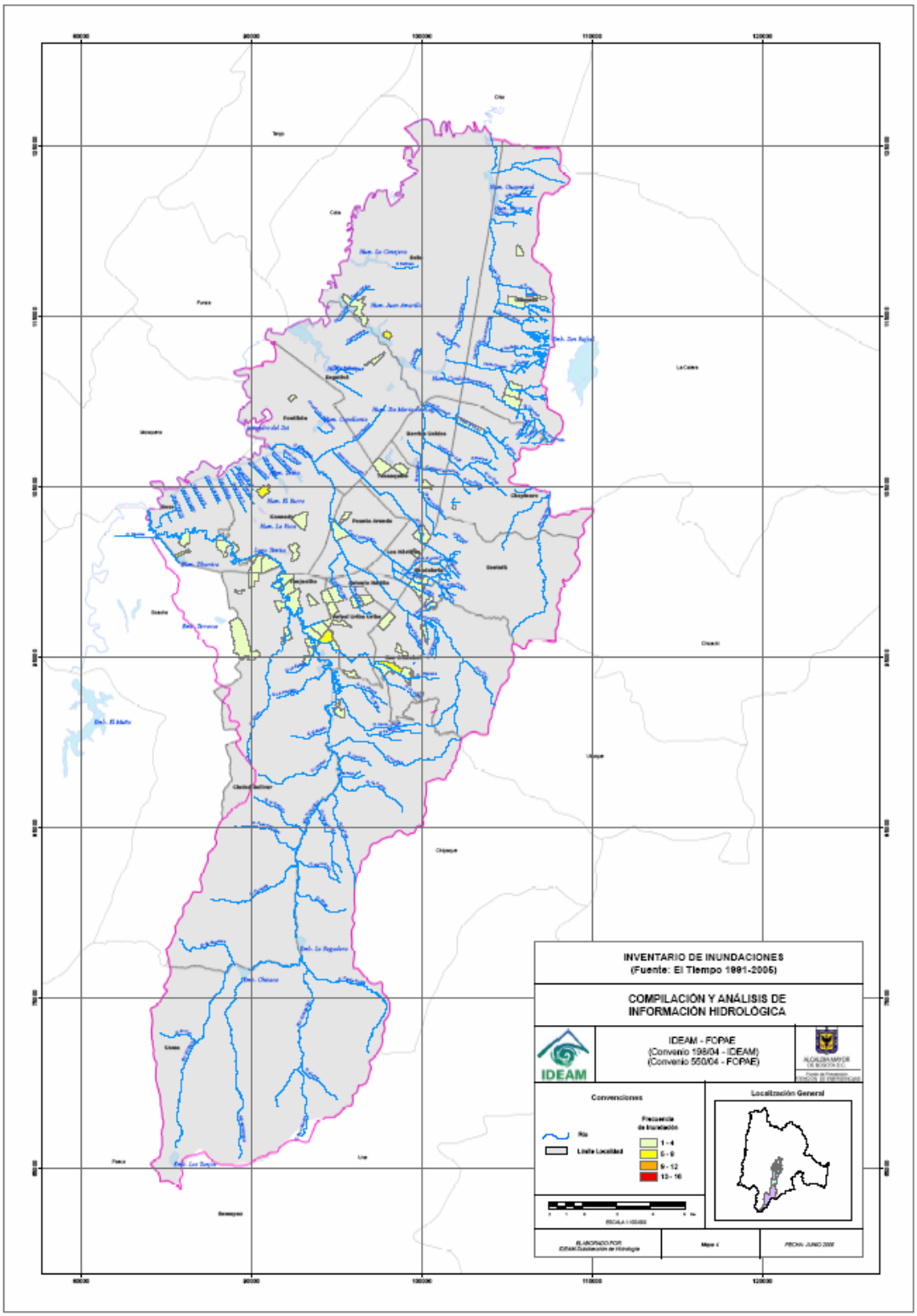
Mapa 1. Red de Estaciones Hidrológicas Existente



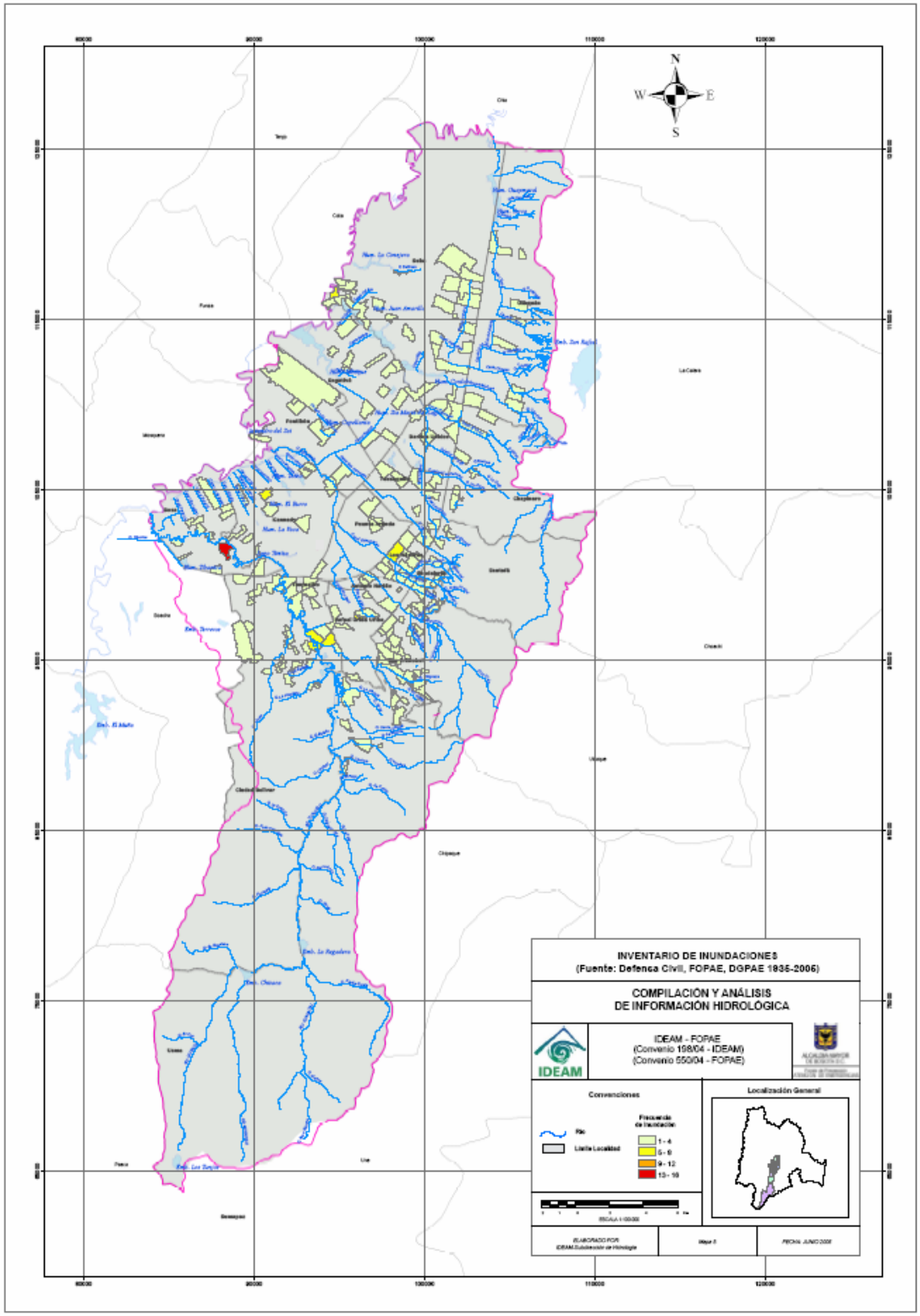
Mapa 2. Estaciones Hidrológicas Telemétricas Existentes



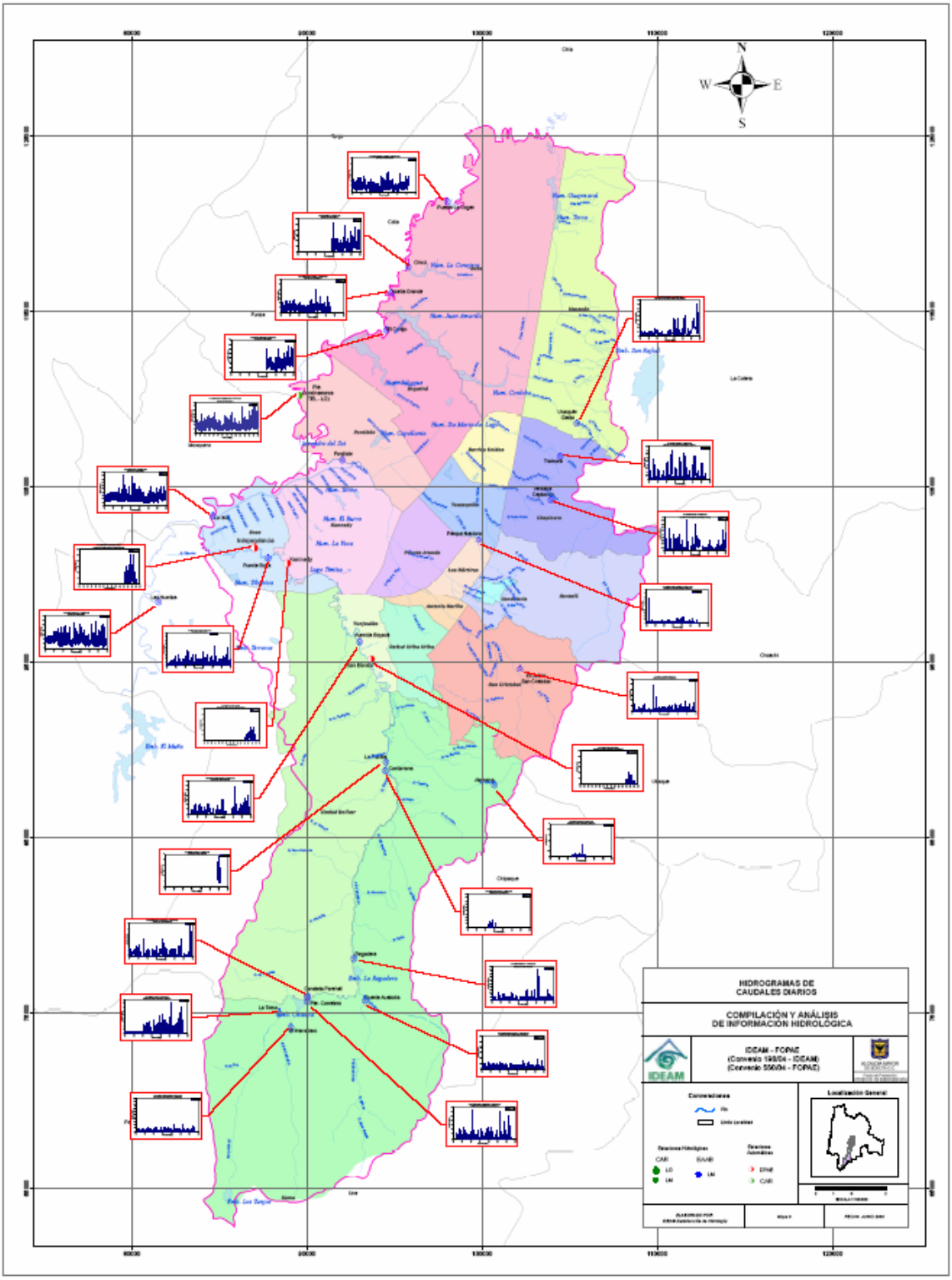
Mapa 3. Inundaciones por desbordamientos



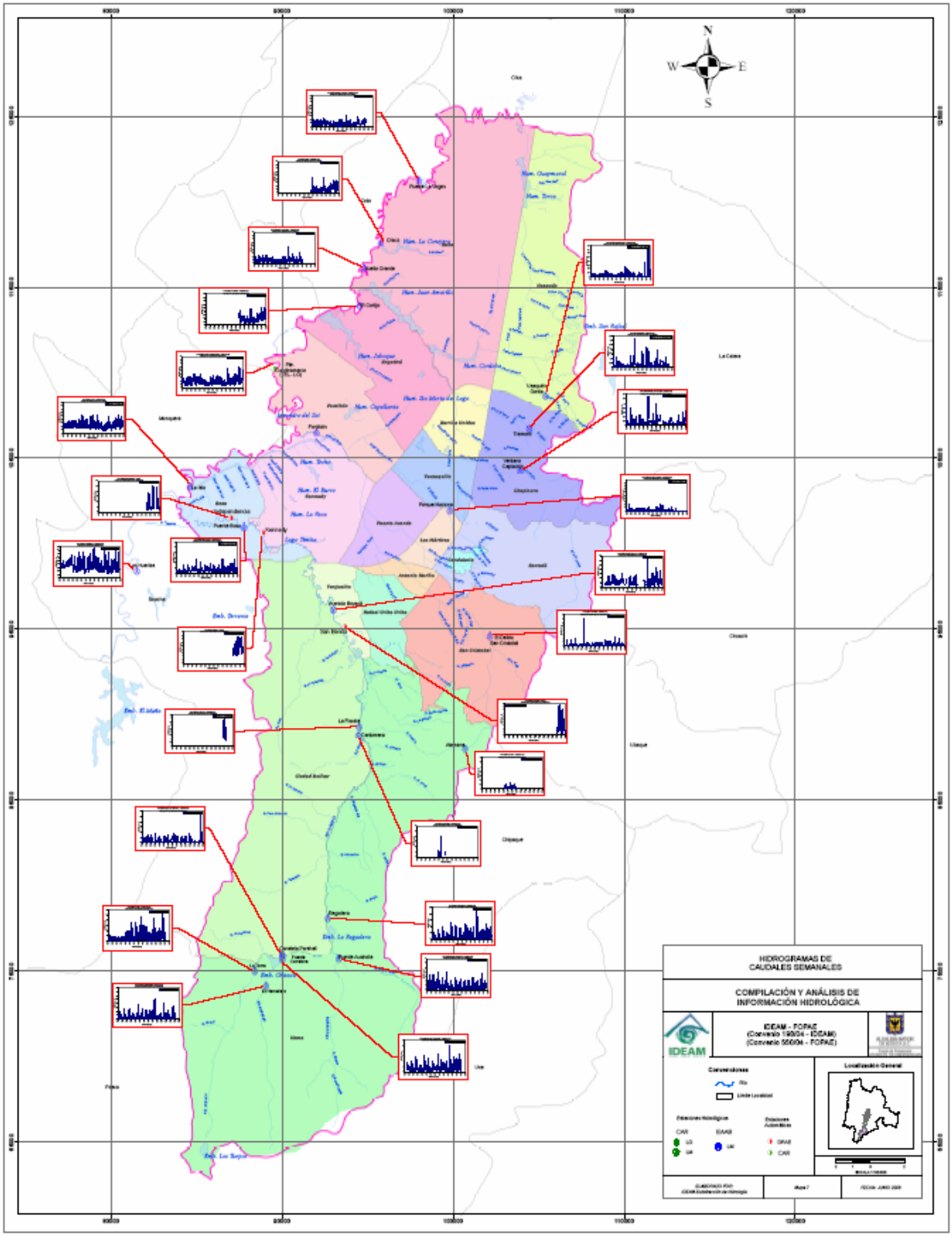
Mapa 4. Inventario de Inundaciones (Fuente: El Tiempo 1991 – 2005)



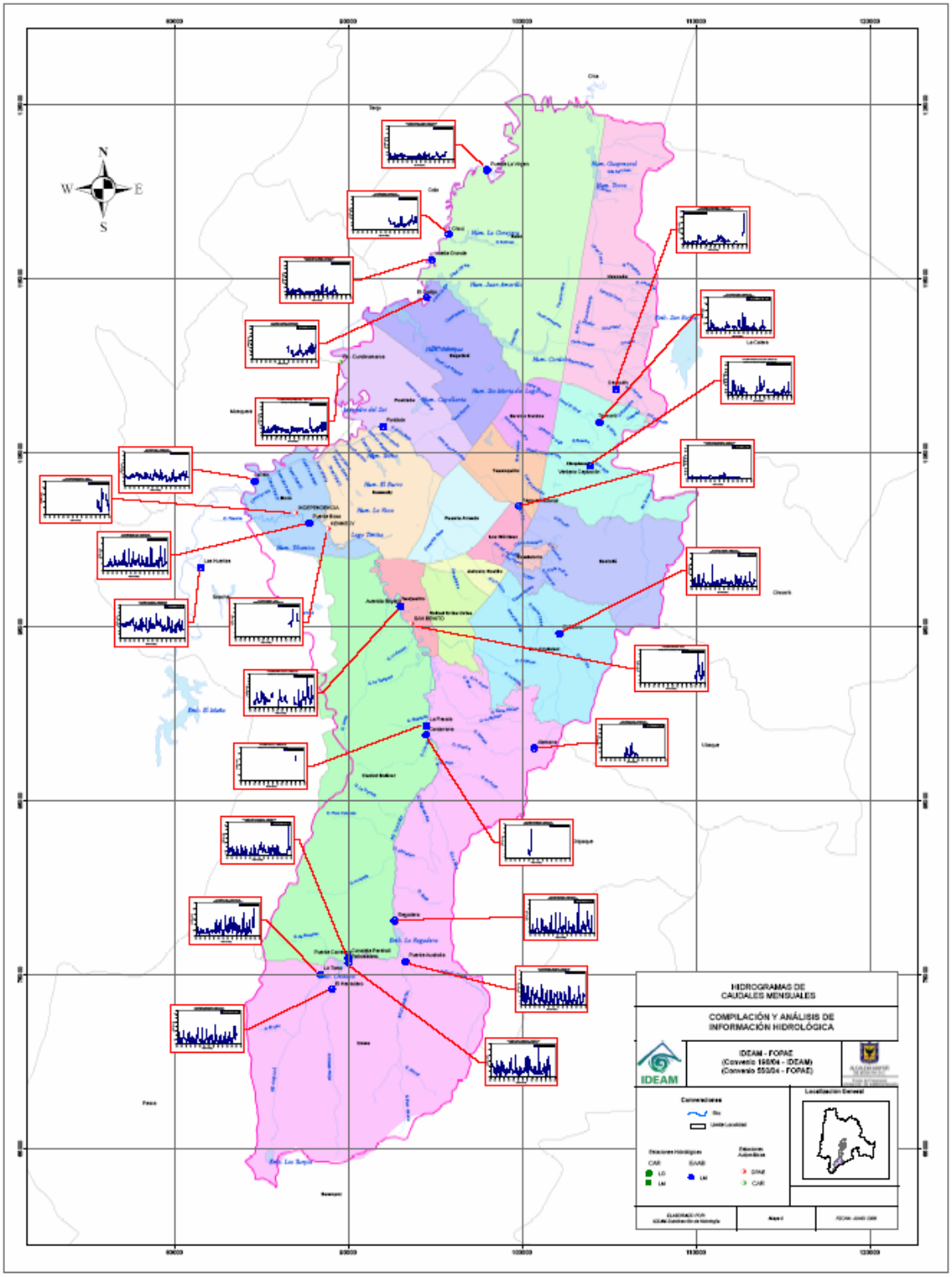
Mapa 5. Inventario de Inundaciones (Fuente: Defensa Civil, FOPAE, DGPAE 1935 – 2005)



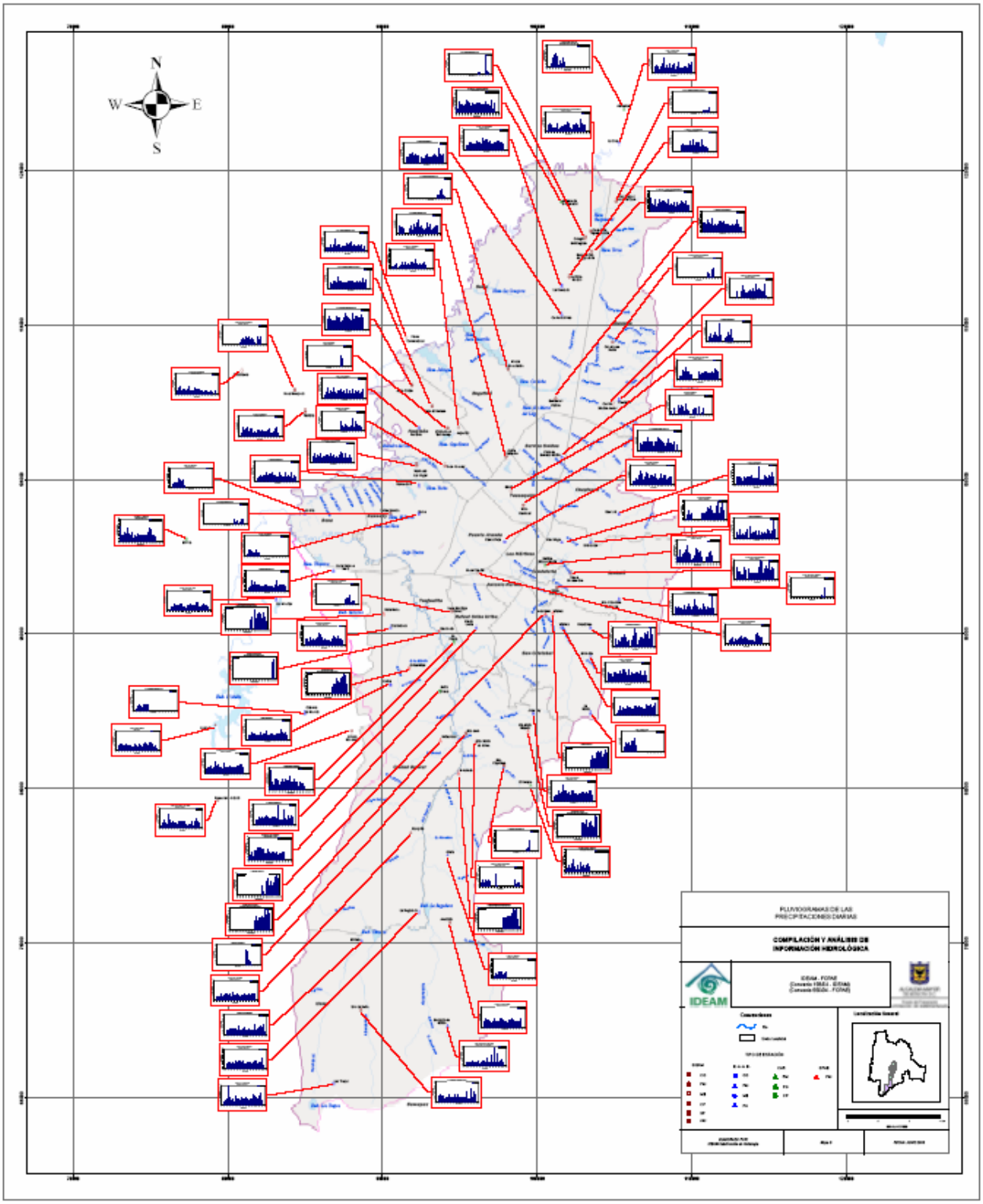
Mapa 6. Hidrogramas de caudales diarios



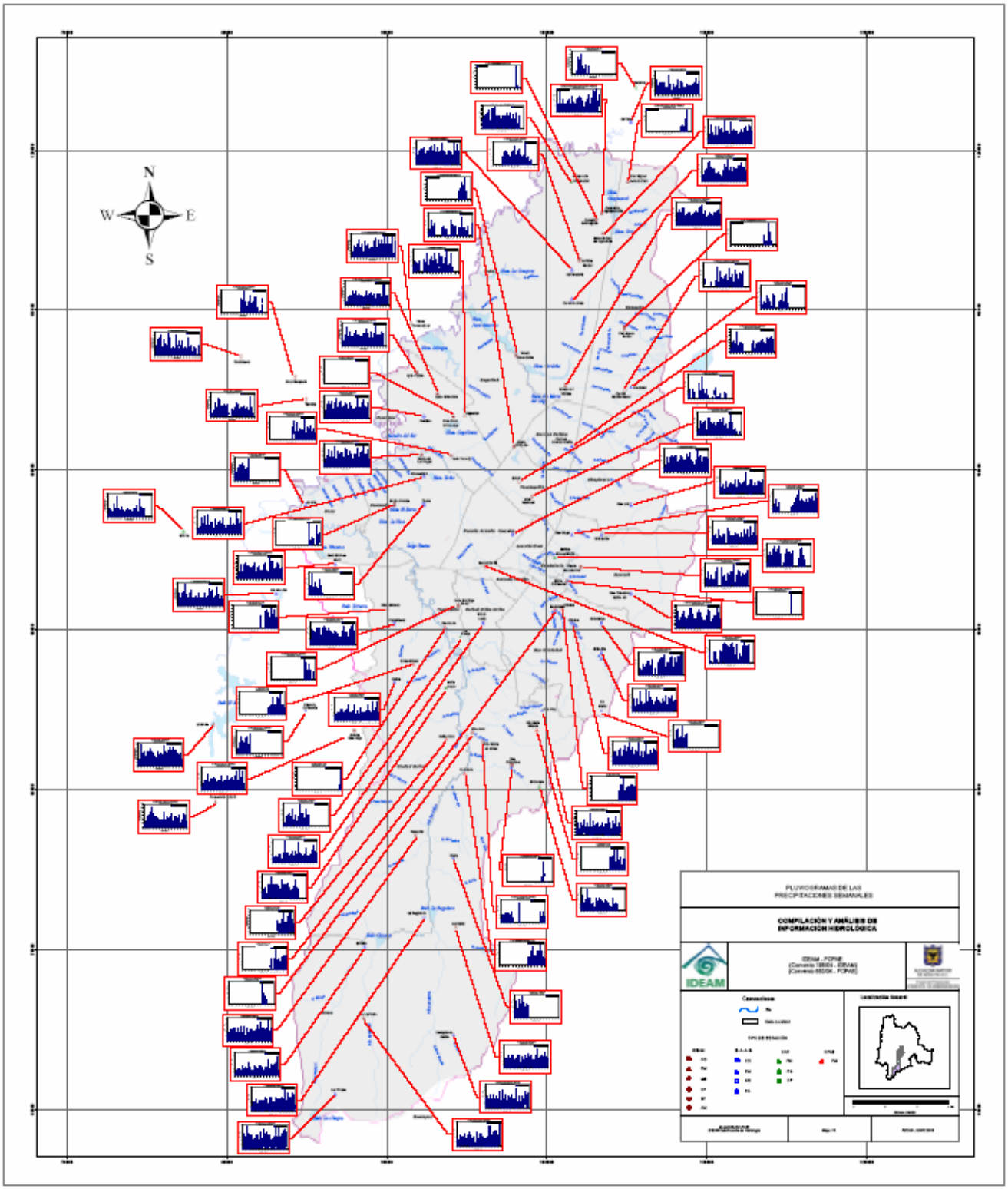
Mapa 7. Hidrogramas de caudales semanales



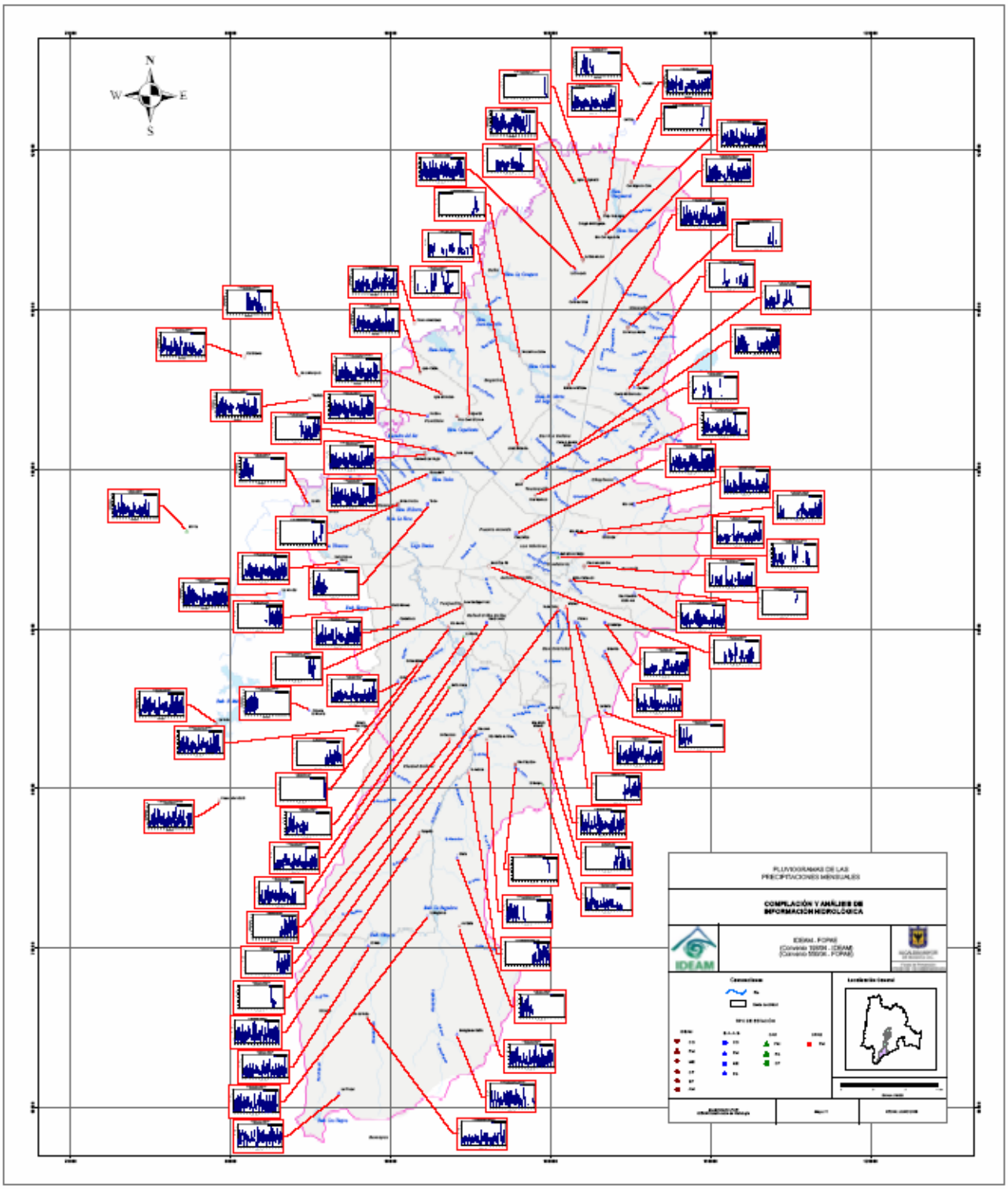
Mapa 8. Hidrogramas de caudales mensuales



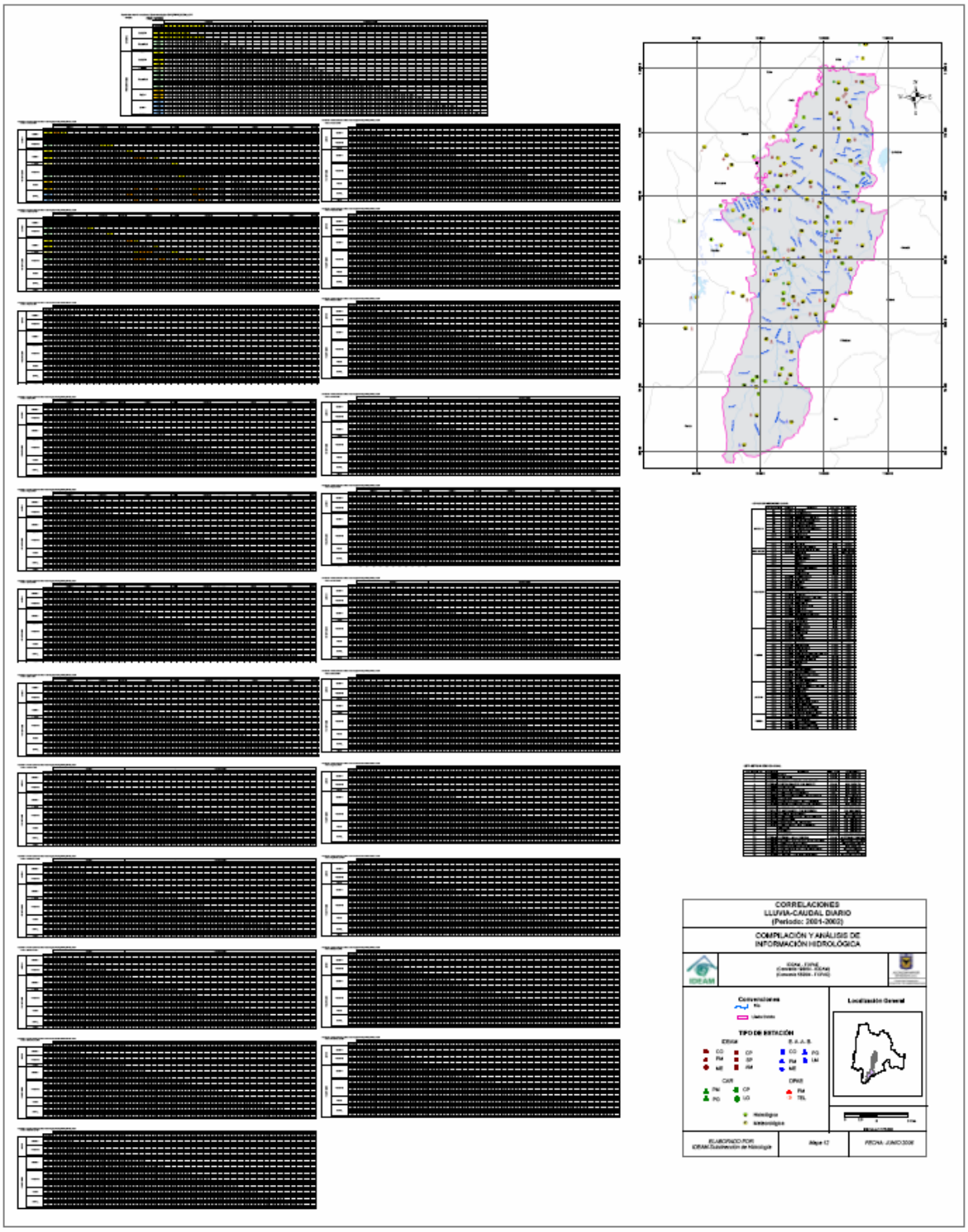
Mapa 9. Pluviogramas de las precipitaciones diaria



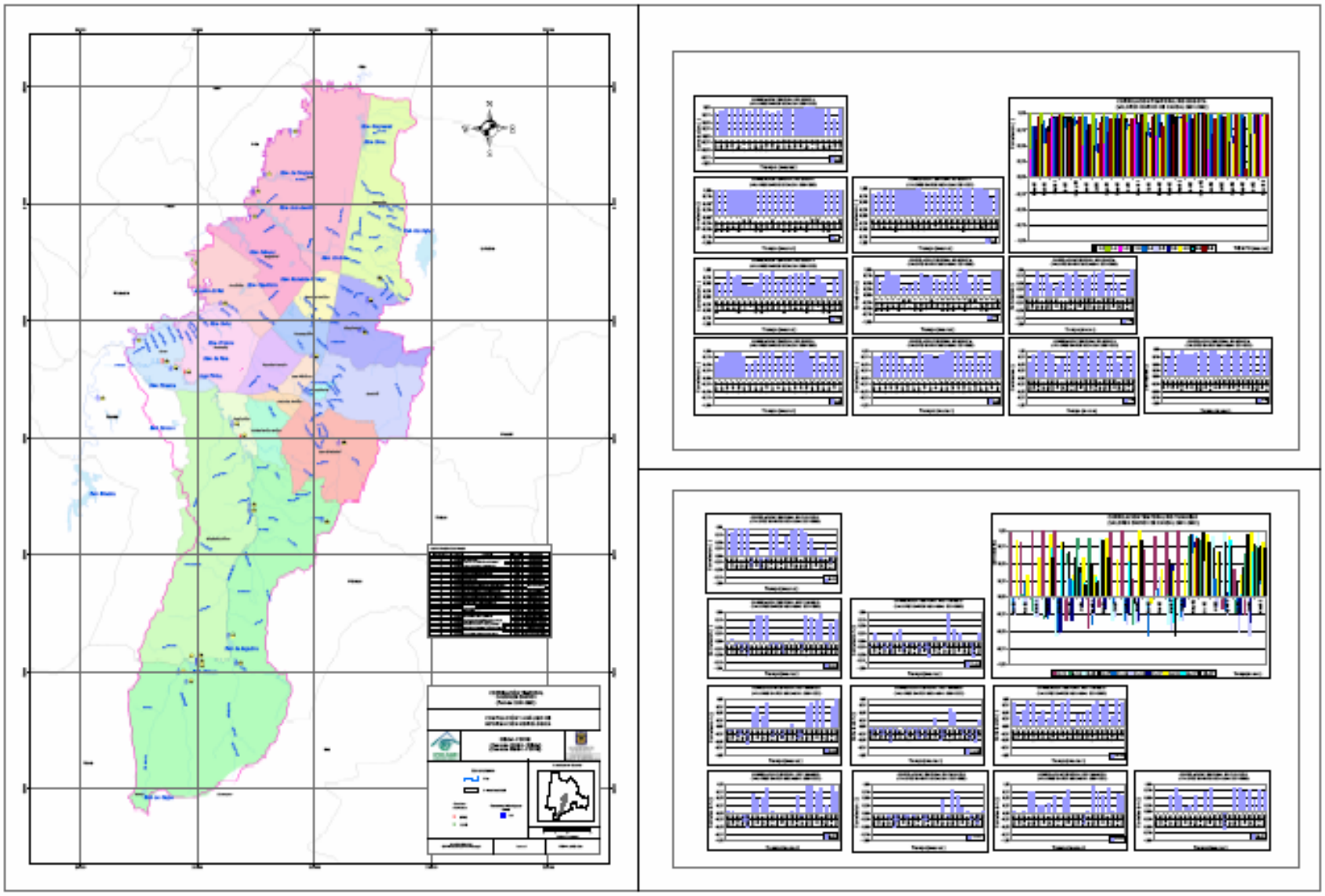
Mapa 10. Pluviogramas de las precipitaciones semanales



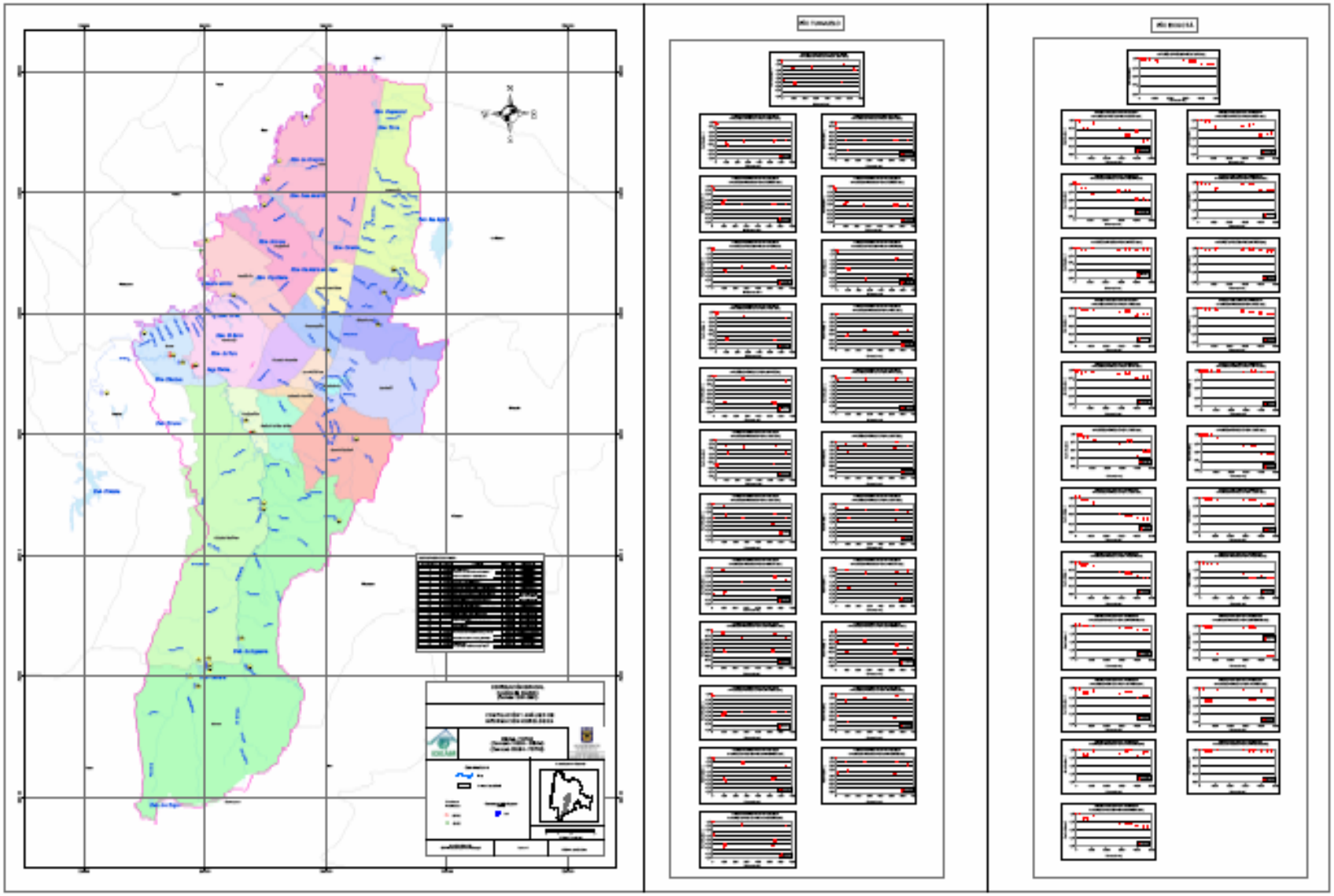
Mapa 11. Pluviogramas de las precipitaciones mensuales



Mapa 12. Matriz de Correlación Lluvia - Caudal



Mapa 13. Correlación Temporal



Mapa 14. Correlación Espacial