1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	**CONCEPTO TÉCNICO No. CT:**	CT-6649 Por el cual se actualiza y reemplaza el Concepto Técnico CT – 5849 de 2010
1.2	**ÁREA:**	Técnica y de Gestión
1.3	**COORDINACIÓN:**	Investigación y Desarrollo
1.4	**CARTA REMISORIA No.**	**CR - 16001**

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	**SOLICITANTE:**	Secretaria Distrital de Planeación SDP
2.2	**LOCALIDAD:**	BOSA
2.3	**UPZ:**	87 Tintal Sur
2.4	**PLAN PARCIAL:**	CAMPOVERDE
2.5	**ÁREA (Ha):**	82.6*
2.6	**FECHA DE EMISIÓN:**	14 de Febrero de 2013
2.7	**TIPO DE RIESGO:**	Por Inundación por Desbordamiento
2.8	**VIGENCIA:**	Temporal, mientras no se produzcan cambios significativos en las condiciones de riesgo de la zona y siempre y cuando se mantengan las suposiciones en las que se basa el concepto.

* Área aproximada según polígono suministrado

3 INTRODUCCIÓN

El Decreto 657 de 1994, establece que el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE - (anteriormente DPAE) debe emitir conceptos para evitar la urbanización en zonas de alto riesgo. De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta la normatividad vigente y las políticas distritales actuales que se citan a continuación, se emite el concepto técnico para el Plan Parcial CAMPO VERDE.

La Constitución Política en el inciso segundo del Artículo 2, prescribe que las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares. Igualmente, establece en sus Artículos 8, 79, 80 y 82 los deberes al Estado en materia de protección a las riquezas naturales de la Nación, y de la diversidad e integridad del ambiente, y la conservación de las áreas de especial importancia ecológica. Así mismo, consagra la obligación de prevenir y

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

controlar los factores de deterioro ambiental para garantizar su restauración y conservación en el contexto de la integridad del espacio público con arreglo al principio de sostenibilidad y de interés público.

La Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en el Artículo 2°, establece que la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano. En cumplimiento de esta responsabilidad, las entidades públicas, privadas y comunitarias desarrollarán y ejecutarán los procesos de gestión del riesgo, entiéndase: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, en el marco de sus competencias, su ámbito de actuación y su jurisdicción, como componentes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

El Artículo 3°. Ibídem señala entre los principios generales que orientan la gestión del riesgo el " Principio de precaución" según el cual cuando exista la posibilidad de daños graves o irreversibles a las vidas, a los bienes y derechos de las personas, a las instituciones y a los ecosistemas como resultado de la materialización del riesgo en desastre, las autoridades y los particulares aplicarán el principio de precaución en virtud del cual la falta de certeza científica absoluta no será óbice para adoptar medidas encaminadas a prevenir, mitigar la situación de riesgo.

De igual manera, la mencionada Ley 1523 de 2012 en el Artículo 14, determina que los alcaldes como jefes de la administración local representan al Sistema Nacional de Gestión de Riesgos en el Distrito y el municipio. El Alcalde, como conductor del desarrollo local, es el responsable directo de la implementación de los procesos de gestión del riesgo en el distrito o municipio, incluyendo el conocimiento y la reducción del riesgo y el manejo de desastres en el área de su jurisdicción.

El ACUERDO 489 DE 2012 "POR EL CUAL SE ADOPTA EL PLAN DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y DE OBRAS PÚBLICAS PARA BOGOTÁ D.C. 2012-2016 BOGOTÁ HUMANA", establece en su Artículo 3 como eje estratégico "Un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua" y en su definición y alcance (Artículo 23), plantea que las políticas de ordenamiento del territorio, gestión ambiental y gestión del riesgo estarán articuladas para enfrentar el cambio climático. Se dará prioridad a la atención de los conflictos sociales y ambientales de los asentamientos informales en zonas de riesgo, combinando reasentamiento y adecuación, para reducir su vulnerabilidad física, asegurar el equilibrio de cargas sobre los ecosistemas y proveer a la ciudad de corredores ecológicos para la conectividad del agua y las dinámicas ecosistémicas que reduzcan el consumo de suelo, agua, energía y materiales, y minimicen el impacto sobre el medio natural.

Se constituye como objetivo del Plan de Desarrollo Distrital (Articulo 24), visibilizar el medio natural y el entorno del agua y situar la naturaleza en el centro de las decisiones para la planeación del desarrollo de la ciudad. El agua se constituirá en un componente esencial de la planeación urbana y del desarrollo. Se hará de la estructura ecológica un cimiento de los procesos económicos y sociales para salvaguardar el desarrollo futuro de la ciudad. La gobernanza del agua partirá de considerar una visión integral de cuenca para el río Bogotá, sus afluentes y demás cuerpos de agua, en un sistema que integra el agua superficial, freática y subterránea, el clima y los demás sistemas que conforman su ciclo.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Se buscará, además, la generación de espacio público verde como una oportunidad para mejorar la capacidad de absorción hídrica del tejido urbano; la reducción del endurecimiento de las superficies; y la disminución de la radiación solar emitida por la ciudad

Bajo estos principios se define el Programa de gestión integral de riesgos (Artículo 29), dirigido a la reducción de la vulnerabilidad ciudadana y del territorio frente a situaciones de emergencia y cambio climático. Entre los proyectos prioritarios de este programa se actualizará la información sobre amenazas, vulnerabilidades y riesgos, necesaria para la toma de decisiones en temas de ordenamiento territorial, sectoriales e intervenciones estratégicas que incluya adicionalmente los escenarios de variabilidad y cambio climático

Se fija como meta el Plan de Desarrollo el mejoramiento de la gestión de las amenazas, la prevención, la reducción del riesgo y la atención de los desastres, que requiere una especial atención en temas de urbanización y construcción en zonas no aptas.

Conforme a lo citado anteriormente, este documento pretende establecer el nivel de amenaza actualmente existente con base en la visión de ciudad que proyecta el Plan de Desarrollo, la normatividad establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente, la información técnica generada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias y la información técnica proporcionada por las entidades del Sistema de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito (SDPAE) disponible a la fecha de emisión del concepto.

El concepto debe verse como una herramienta para la planificación del territorio y la toma de decisiones sobre el uso del suelo. Más que una delimitación cartográfica exacta, aporta un punto de partida para la realización de estudios específicos, en los casos en que así se requiera.

El Concepto Técnico para el plan parcial CAMPO VERDE, define las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento que puede tener éste a la fecha de elaboración del mismo; la amenaza por su carácter dinámico puede ser modificada tanto positiva como negativamente de acuerdo con la intervención que se haga sobre ella o sobre el entorno.

4 ALCANCE Y LIMITACIONES

- Este concepto no evalúa inundaciones por encharcamiento y/o reflujo.
- Este concepto evalúa las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento con base en las definiciones de amenaza adoptadas por el FOPAE y mostradas en la Tabla 2, las cuales corresponden a criterios hidráulicos del comportamiento de los cuerpos de agua.
- Este concepto evalúa las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento con base en los lineamientos establecidos por las políticas de emisión de conceptos del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE.
- El FOPAE se limita a determinar las zonas de amenaza de acuerdo con las premisas descritas en el desarrollo de este concepto, bajo la claridad de que el alcance de este documento no permite evaluar o determinar el funcionamiento del sistema de protección contra inundaciones del Río Bogotá ante un evento de creciente.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Este concepto no pretende en ninguna forma evaluar o avalar los diseños y construcción de las obras de protección del Río Tunjuelo, dado que dichas obras son responsabilidad exclusiva de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- Este concepto no pretende en ninguna forma evaluar o avalar los diseños y construcción de las obras de protección del Río Bogotá, dado que dichas obras son responsabilidad exclusiva de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR.
- La visita de campo realizada para la elaboración de este concepto tiene el alcance de la verificación de las condiciones físicas del sector y no constituye una evaluación de amenaza.

5 LOCALIZACIÓN

El área propuesta para el plan parcial "Campo Verde" de 82.6 Hectáreas, se encuentra localizada en el sector suroccidental de la localidad de Bosa cerca a la confluencia del Río Tunjuelo y del Río Bogotá. El predio propuesto se encuentra en el sector catastral San Bernardino XXII, en una zona de poca consolidación urbana. El sector cuenta con un ingreso por la Carrera 95A que corresponde a una vía principal del sector.

El Predio Campo Verde limita al norte con el Plan Parcial La Isla, al sur con el Plan Parcial Agua Blanca - El Remate, al oriente con El Plan Parcial El Rinconcito y al occidente con predios de la EAAB, se ubica en la parte noroccidental de la localidad de Bosa aproximadamente entre las siguientes coordenadas con origen Bogotá (Figura 1):

Norte: 102.200 a 103.850
Este: 84.600 a 85.850

El plan parcial Campo Verde limita al sur con el río Tunjuelo en una longitud aproximada de 400 metros, entre los abscisados K3+100 y K3+500, definidos para el Río Tunjuelo (de acuerdo con el estudio suministrado por la EAAB "Modelación hidráulica para las cuencas de los ríos Tunjuelo y Fucha en las condiciones actuales. Contrato 2-02-25500-738-2009" - ver Figura 1). La distancia entre el área del Plan Parcial Campo Verde y el Río Bogotá varía aproximadamente entre 300 y 1500 metros; la longitud del cauce aluvial del Río Bogotá, aferente al plan Parcial es cercana a 1400 metros, entre los abscisados K21+200 y K22+600, definidos por la CAR (German, 200X) (ver Figura 1)

6 ANTECEDENTES

Por solicitud de la Secretaría Distrital de Planeación, para el caso específico del Plan Parcial CAMPOVERDE la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE (actualmente FOPAE), emitió el 10 de diciembre de 2003 el Concepto Técnico No. 3936. El concepto técnico CT – 3936 emitido para el Plan Parcial CAMPOVERDE se emitió usando como insumo principal el Plano Normativo de amenaza de inundación por desbordamiento que hace parte integral del Plan de Ordenamiento Territorial – POT.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 1. Localización general plan parcial Campo Verde

Posteriormente, la DPAE (actualmente FOPAE), dando trámite a la consulta realizada por la Subdirección de Gestión Urbanística del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (hoy Secretaría Distrital de Planeación - SDP), emitió la Respuesta Oficial No. RO-17589 con radicado de salida No. 2-01963 del 5 de abril de 2006, en la cual se aclara que las obras que mencionan en dicha comunicación, los promotores de este plan parcial son obras de drenaje que no tienen incidencia sobre la amenaza por desbordamiento de los ríos (Bogotá y Tunjuelo) por lo que se ratifica el concepto No. 3936.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Luego, el 19 de Julio de 2010 el FOPAE emitió el Concepto Técnico CT – 5871 dirigido a la Dirección de Planes Parciales de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), en el cuál se establece que con la información disponible al momento de elaboración de ese concepto y teniendo en cuenta especialmente lo manifestado por la EAAB en cuanto a su garantía de seguridad y buen funcionamiento de las obras adelantadas sobre el Río Tunjuelo, se considera válido para el sector que cubre el polígono del Plan Parcial "CAMPOVERDE", ratificar el Mapa de zonificación de amenaza por inundación, según el POT (Decreto 190 de 2004) correspondiente a la Figura 2.

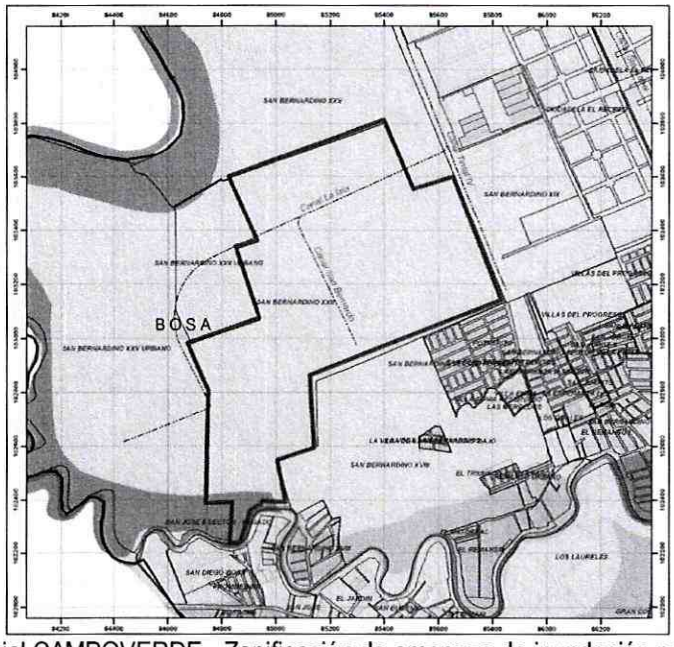

Figura 2. Plan parcial CAMPOVERDE - Zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento.

El Concepto Técnico CT – 5871 para el polígono del plan parcial CAMPOVERDE, definió las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento que se tenían presentes en la zona de estudio en el momento de la elaboración del mismo (19 de Julio de 2010), pero cabe recordar que la amenaza por su carácter dinámico puede ser modificada tanto positiva como negativamente de acuerdo con la intervención que se haga sobre ella o sobre el entorno.

Adicionalmente, el FOPAE el 1 de Junio de 2012 envió a METROVIVIENDA el CR-14816, donde se estableció entre otras recomendaciones adicionales a las enunciadas en el CT-5871, la realización de un estudio técnico que permita definir condiciones específicas de efectos sísmicos locales, teniendo en cuenta que el Plan Parcial, conforme al decreto 523 de 2010 que adoptó la microzonificación sísmica de Bogotá, se encuentra en una zona susceptible a licuación, lo cual debería estar en consideración a la hora de tomar una decisión frente a la construcción del Plan Parcial Campo Verde.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Para elaborar el presente concepto se utilizó, como fuente primaria de consulta el Plano Normativo "Amenaza de Inundación por Desbordamiento" del Decreto Distrital 190 de 2004 (el cual compila las disposiciones contenidas en los Decretos 619 de 2000 y 469 de 2003 o Plan de Ordenamiento Territorial – POT).

Previo a la expedición del POT, la Unidad de Prevención y Atención de Emergencias – UPES (hoy FOPAE), contrató el siguiente estudio que cubre las zonas de influencia de los ríos Bogotá y Tunjuelo en la localidad de Bosa:

- "Zonificación de riesgos por Inundación del río Bogotá y propuesta de acciones para su mitigación en la localidad de Bosa". Estudios y Asesorías LTDA. 1999.

Por otro lado la DPAE (Actualmente FOPAE) desarrolló los siguientes estudios que cubren la zona de influencia del Río Bogotá

- "Estudios hidráulicos, geotécnicos y topográficos para definir el nivel de los jarillones y obras requeridas para mitigar el riesgo de inundación del río Bogotá en el tramo Alicachín – La Conejera" HIDROESTUDIOS S.A. 2000

- "Zonificación de riesgos por inundación en diferentes sectores de Bogotá" elaborado por INGETEC, 1999."

En la Figura 1 se muestra el polígono en donde se encuentra localizado el Plan Parcial CAMPO VERDE de la localidad de Bosa el cual de acuerdo con el POT y los estudios mencionados, se localiza en una zona de amenaza media y baja de inundación por desbordamiento, en concordancia con los estudios mencionados

Por otra parte, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá mediante el radicado 25510-2012-01369, suministró al FOPAE el contrato 2-02-25500-739-2009 elaborado por la firma IHT Ltda y el Ing. Santiago Villanueva:

- Diseños para construcción de las obras para el control de crecientes en la cuenca del Río Tunjuelo contrato No. 1-02-4100-224-2000

- Modelación hidráulica para las cuencas de los ríos Tunjuelo y Fucha en las condiciones actuales. Contrato 2-02-25500-738-2009

Adicionalmente, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca suministró al FOPAE los siguientes estudios relacionados con las obras de adecuación hidráulica del Río Bogotá:

- Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del Río Bogotá en el sector puente la Virgen – Alicachín. Nivel en Alicachín igual a 2539.57 msnm.

- Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del Río Bogotá en el sector puente la Virgen – Alicachín

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Elaboración de los estudios hidrológicos e hidráulicos requeridos para la determinación de los niveles que definan el cauca natural del rio de acuerdo con la legislación al respecto, los cuales se utilizarán para la delimitación de la ronda hidráulica en el sector comprendido entre las compuertas de Alicachín (municipio de Sibaté) y su nacimiento en el municipio de Villapinzón. Contrato 273 de 2009

En forma complementaria se revisaron otros estudios con énfasis en las condiciones ambientales proporcionados por la Secretaría Distrital de Ambiente SDA:

- Estudio de sedimentos hídricos de cinco humedales de Bogotá y el sector CAMPO VERDE, en la localidad de Bosa. 2006.

- Evaluación, zonificación y delimitación de los valores de conservación ambiental dentro del predio CAMPO VERDE. 2009.

- Consultoría para la caracterización de procesos geomorfológicos aluviales en las localidades de Bosa, Tunjuelito y Kennedy con miras a actualizar los planes normativos 3 y 5. 2009

Dada su localización, la amenaza de inundación por desbordamiento para el polígono del Plan Parcial CAMPO VERDE, está definida por la influencia que pueda tener los ríos Tunjuelo y Bogotá, al respecto es pertinente mencionar los siguientes antecedentes.

6.1 Intervenciones en el Río Tunjuelo

En mayo y junio de 2002 se produjo el desbordamiento de la quebrada La Chiguaza y la ruptura del jarillón de la margen oriental del río Tunjuelo a la altura de la Escuela de Artillería y las consecuentes inundaciones del barrio Tunjuelito (sector El Hoyo) y de la cantera Pozo Azul, respectivamente. Tras el segundo episodio de creciente del río Tunjuelo (junio 10 de 2002) el cauce del mismo se desvió parcialmente produciendo mayores inundaciones en los barrios San Benito y Tunjuelito y en las canteras Santa María, Carlos Madrid, Sánchez y González y Conagre.

Con el fin de abordar la problemática generada por estos hechos se expidió el Decreto 316 de octubre de 2004, por medio del cual se adoptaron los instrumentos para la Coordinación Institucional, se designó a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá como gerente y se adoptaron los siguientes instrumentos:

- La definición de un Macroproyecto Urbano para la Cuenca del Río Tunjuelo a mediano y largo plazo.
- La definición de un Plan de Prevención y Mitigación de Riesgos en la Cuenca del Río Tunjuelo – Barrios adyacentes a la zona de canteras-, a corto plazo.

A finales del año 2004, el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) inicia la formulación del plan de Acción del Macroproyecto Urbano de la Cuenca del Río Tunjuelo. Una de las seis gerencias establecidas corresponde a la Gerencia de proyecto de adecuación hidráulica a cargo de la Empresa de

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, que responde al objetivo **de preservar y mantener** la capacidad hídrica de la cuenca. Una de las líneas de acción de ésta gerencia corresponde al proyecto presa Cantarrana y otra de ellas a los estudios de restitución del cauce del río Tunjuelo, en el cual se encontraba el componente de mecanismos de control de crecientes en la zona de canteras. Adicionalmente, dentro de las líneas de acción se encontraba por ejecutar en su momento, la adecuación hidráulica y rehabilitación de la zona de ronda y la zona de manejo ambiental de la quebrada Chiguaza Tramo I.

Posteriormente a mediados del año 2008 la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá informó sobre la culminación del proyecto Cantarrana y obras anexas, constituyendo ésta una obra de gran envergadura y gran impacto en el comportamiento hidráulico del río Tunjuelo, al incluir -como lo menciona el artículo 132 del Plan de Ordenamiento Territorial- una presa de escala considerable y cercana a la zona urbana de Bogotá, la intervención de la geometría del cauce por medio de dragados, la modificación de las estructuras de protección correspondientes a los jarillones y la intervención del vertedero del embalse de amortiguación No 3.

La modificación del comportamiento del río Tunjuelo durante creciente y la modificación de su capacidad hidráulica, alteran la evaluación de la amenaza de inundación por desbordamiento para el Plan Parcial CAMPO VERDE inicialmente establecida en el Plano Normativo de amenaza de inundación por desbordamiento que hace parte integral del Plan de Ordenamiento Territorial – POT. Es importante para el presente concepto considerar las implicaciones de las siguientes comunicaciones:

Mediante los oficios **CR – 2838, CR - 4211, CR- 4699, CR- 5927**, el FOPAE solicitó a la EAAB todo el soporte sobre las obras de adecuación hidráulica del río Tunjuelo, de manera que el FOPAE pudiera evaluar y conceptuar sobre el nivel de riesgo de inundación luego de las intervenciones ejecutadas.

De acuerdo a esta información solicitada a la EAAB mediante los oficios **2007ER15806, 2008ER8295, 2008ER10292, 2008ER15417, 2009ER4793** manifiesta las siguientes consideraciones:

- Las obras para el control de crecientes del Río Tunjuelo fueron construidas acorde con los criterios de diseño definidos mediante contrato 1-02-4100-224-2000 de INGETEC, en los sectores identificados en dichos diseños."
- La empresa solo dispone de la modelación hidráulica de los diseños de las obras, realizada por INGETEC en el periodo 2000-2002, en consecuencia, la modelación disponible no contempla la influencia de la zona de gravilleras en las condiciones actuales. Por otra parte, las condiciones futuras de niveles del río Bogotá aún están en proceso de definición por parte de la Corporación Autónoma Regional. Actualmente la EAAB, no dispone de la actualización del modelo hidráulico del río Tunjuelo con las condiciones existentes y futuras del río Bogotá
- Si la tormenta se concentra en alguna de las quebradas afluentes al río, este fenómeno puede presentar inundaciones no solo en el área de influencia de la quebrada, sino también en los sectores aledaños a dicha confluencia en caso que en dichas quebradas no se hayan construido las obras de protección contra inundaciones"

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- El área de confluencia de la quebrada Chiguaza al río Tunjuelo, aún tiene riesgo de inundación hasta tanto no se contemplen las obras de protección previstas para dicha quebrada, lo mismo aplicaría para todas las quebradas afluentes al río Tunjuelo.
- Las obras de protección de orillas y realce de jarillones se realizaron en los sectores donde se identificó, a la fecha de ejecución de los diseños y a la fecha de ejecución de las obras, que requería la ejecución de las mismas, sin embargo es conveniente mencionar, que la misma dinámica del río y la intervención que hacen los particulares sobre el jarillón del río, sin ningún requerimiento técnico, hace que otros sectores del río puedan requerir realce o protección de orillas, lo cual tendrá que ser evaluado en su momento puntualmente
- La invasión actual de las zonas de ronda y zonas de manejo y preservación ambiental y la que comúnmente se presenta en estos sectores, es un problema de invasión de espacio público, el cual se sale completamente de las manos de la Empresa de Acueducto, en consecuencia las obras construidas por la Dirección Red Troncal de Alcantarillado, no garantizan la protección de estos sectores, ni ha dejado previsto medidas para mitigar o prevenir riesgo de inundación en dichos sectores.
- El manejo del río en el sector de Canteras como se ha mencionado, es algo que no está definido.
- Es importante mencionar que la EAAB ejecutó obras de realce de jarillones y protección de orillas en los sitios puntuales identificados por el Diseñador y en la etapa de construcción. En consecuencia las obras ejecutadas garantizan la protección contra inundaciones para los periodos de retorno diseñados; sin embargo, la EAAB no puede garantizar la protección contra inundaciones en los sectores que aún no han sido intervenido, ni en la confluencia de las quebradas.

A partir de la información remitida por parte del EAAB, el FOPAE luego de un análisis técnico de la misma, se pronunció en los siguientes términos:

- La información proporcionada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, no es contundente sobre si se realizó una intervención integral en el río Tunjuelo para generar una protección para el periodo de retorno de 100 años, correspondiente a lo ordenado por el Plan de Ordenamiento Territorial; sin embargo, la EAAB no puede garantizar, la protección contra inundaciones en los sectores que aún no han sido intervenidos, ni en la confluencia de las quebradas afluentes del río Tunjuelo en las cuales no se hayan ejecutados obras de recuperación hidráulica.
- Con respecto a la información de factores de seguridad que ha sido proporcionada correspondiente a los criterios de diseño plasmados por uno de los consultores de la EAAB; en el caso de los jarillones, no es claro si estos factores de seguridad aplican para toda la longitud de las estructuras, más aún, teniendo en cuenta que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado remitió a la DPAE (actualmente FOPAE) a través de la comunicación 2009ER4797, una relación de puntos por intervenir en donde se incluyen en algunos casos, tramos cuya descripción corresponde a fallas de talud. Lo anterior genera incertidumbre sobre la integridad estructural de estas obras en toda su longitud, teniendo en cuenta que según la Empresa de Acueducto y Alcantarillado la intervención realizada fue puntual; con respecto a los criterios de seguridad de la presa Cantarrana, la EAAB no remitió información al FOPAE.
- En relación con las condiciones hidráulicas, la EAAB manifestó que no cuenta con un modelo hidráulico del río Tunjuelo que le permita responder a los requerimientos de información de la DPAE

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

(hoy FOPAE), por lo cual la EAAB manifestó durante las reuniones sostenidas con la DPAE, que consideraba necesaria la ejecución de un estudio que le permitiera determinar los caudales máximos y su correspondiente periodo de retorno que pueden ser transitados por el río Tunjuelo, sin desborde bajo las condiciones actuales. La EAAB ha manifestado que solo podría pronunciarse al respecto luego de que su estudio soporte fuera ejecutado.

Por lo expuesto anteriormente, el FOPAE consideró en su momento que la información enviada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, implicaba que **NO** era posible realizar un cambio en la zonificación de amenaza del río Tunjuelo, que considerara la reducción de las zonas de amenaza debido a que todavía no se había culminado la intervención integral para el manejo de inundaciones en el río Tunjuelo. Por el contrario, la información remitida, sugería la necesidad de evaluar las consideraciones que se tuvo en cuenta para la elaboración del plano normativo de amenaza de inundación en la zona.

Posteriormente, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá emitió la comunicación con radicado FOPAE 2010ER4552 del 09 de abril de 2010, en donde manifestó literalmente:

"...la *EAAB certifica que las citadas obras de control de crecientes sobre el cauce del río Tunjuelo se encuentran concluidas y operando de acuerdo con las consideraciones y criterios de diseño; además el seguimiento sobre la condición de las mismas y los resultados de la modelación nos permiten afirmar que las obras gozan de estabilidad geotécnica y estructural así como de sostenibilidad operacional*"

Con respecto al tramo del río Tunjuelo en el que se encuentra localizado el plan parcial CAMPO VERDE (K3+100 y K3+500 ver Figura 1), la EAAB se expresó en los siguientes términos:

"Este sector comprende aproximadamente el 40% de la longitud total tenida en cuenta en la modelación y su área de drenaje incluye la mayoría de las solicitudes de desafectación provenientes de la localidad de Bosa. Los diferentes escenarios considerados en la modelación, permiten conceptuar que este sector se encuentra libre de alto riesgo no mitigable, lo cual claramente se puede apreciar en los planos de áreas de inundación para los diferentes periodos de retorno, generados por los modelos hidráulicos e hidrológico; en particular se aprecia que las áreas inundables para un periodo de retorno de 1/10 años se encuentran contenidas entre las líneas de coronación de los jarillones izquierdo y derecho"

"Una vez analizados y evaluados los datos obtenidos y considerando modelos de lluvias con periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años con 11 posibles escenarios, el resultado obtenido para los barrios San Bernardino, Providencia, San José, La Independencia, Getsemaní, San Nicolás, Las Vegas, La Palestina y Antonia Santos, dio como resultado que dichos barrios no presentan riesgo por inundación para los periodos de retorno mencionados"

Ante dicho pronunciamiento el FOPAE solicitó mediante oficio **RO-42663** a la EAAB aclaraciones finales con el fin de despejar algunas inquietudes relacionadas con la SEGURIDAD, INTEGRALIDAD Y GEOREFERENCIACIÓN de los sectores a los que hace referencia el pronunciamiento de la EAAB (2010ER8659), toda vez que se presentan algunos contrastes entre los dos últimos pronunciamientos y sus

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

pronunciamientos anteriores. Atendiendo dichas inquietudes de la DPAE, el Gerente de la EAAB envió la comunicación con radicado FOPAE2010ER9657 del 08 de julio de 2010 en la cual manifestó:

"La EAAB ya tiene terminado el 100% de las obras de control de crecientes en el cauce y orillas del río Tunjuelo, por lo cual los barrios San Bernardino, Providencia, San José, La Independencia, Getsemaní, San Nicolás, Las Vegas, La Palestina y Antonia Santos se encuentran libres de amenaza por desborde e inundación para periodos de retorno de 100 años. Esto considera la situación actual del río, habiéndose atendido situaciones anteriores, que en su momento generaron riesgo, y que en el escenario de hoy se encuentran superadas con la culminación de las obras mencionadas".

"Como se mencionó anteriormente, la situación actual del río Tunjuelo con las obras 100% ejecutadas, conduce a que en los barrios: San Bernardino, Providencia, San José, La Independencia, Getsemaní, San Nicolás, Las Vegas, La Palestina y Antonia Santos para periodos de retorno de 100 años, no exista riesgo de inundación".

"Es así como, de conformidad con el decreto 332 en su artículo 15 y 16 en donde la responsabilidad de asumir el riesgo y mitigarlo corresponde a las entidades públicas o privadas y dado que la DPAE no tiene dentro de sus funciones revisiones o avales sobre conceptos técnicos que emitan entidades públicas o privadas, explícitamente la EAAB, nuevamente reitera que dentro de sus competencias legales, informa que en los barrios mencionados en el párrafo anterior para periodos de retorno de 100 años no existe riesgo por inundación evaluando las condiciones técnicas y físicas de hoy".

"Ya se encuentra terminada la intervención de estos puntos mencionados (15 puntos críticos localizados a lo largo del río Tunjuelo), considerando las condiciones técnicas hidráulicas y estructurales para los sectores comprendidos entre los barrios mencionados anteriormente.

Por otra parte se tiene un plan de seguimiento y monitoreo de las márgenes del río Tunjuelo en los sectores de los barrios mencionados, con el fin de verificar el comportamiento de las obras y efectuar acciones correctivas en caso de ser necesario"

Se resalta que las zonas mencionadas por la EAAB en las comunicaciones con radicación FOPAE 2010ER8659 y FOPAE2010ER9657, cubren el sector sur del Plan Parcial CAMPO VERDE, conforme con el plano de georreferenciación adjunto a esta última comunicación.

La EAAB, mediante su comunicación del 19 de julio de 2010 con número de radicado 2010ER10205, conociendo su responsabilidad para mitigar y evaluar el riesgo de inundaciones, emitió concepto favorable para el Plan Parcial CAMPO VERDE, de la siguiente manera:

"Sobre la margen derecha del río Tunjuelo en las abscisas ubicadas en los linderos del Plan Parcial Campo Verde, la modelación hidráulica anteriormente citada, permite al Acueducto conceptuar que no existe riesgo de desbordamiento con periodo de retorno hasta 100 años.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

De igual forma la EAAB mediante comunicación del 09 de Julio de 2012 con radicado 2012ER12584, expresa lo siguiente:

"*en los oficios 10200-2010-0424/0481, 17 de Junio y el 8 de Julio de 2010, (anexos) y como se soporta en los documentos del C.D. remitido mediante oficio 25510-2012-01348; correspondientes al Contrato No 1-02-4100-224-2000 de Noviembre de 2002; la E.A.A.B., certifica la estabilidad de las obras de Realce de Jarillones y Protección de Orillas del Río Tunjuelo.*

En los referente al mantenimiento de las obras de control de creciente, la Empresa manifiesta que a partir de la terminación de las obras del contrato No 1-01-25500-504-2006 cuyo objeto fue " Construcción de la Primera Etapa de las obras de Control de Crecientes en la Cuenca Baja del Rio Tunjuelo-Realce de Jarillones, Dragados y obras de Protección", se ha implementado un procedimiento de inspecciones periódicas al final de las temporadas invernales, para determinar sitios Críticos o de fallos incipientes que requieren intervención, particularmente lo relacionado a la estabilidad de los Jarillones; de lo anterior, se han dado Justificación y se han ejecutado las obras de protección de orillas y estabilización de taludes mediante los contratos Nos.

- *2-01-25500-694-2009*
- *2-01-255000-513-2011*
- *201-25500-777-2011*

De acuerdo con las comunicaciones citadas anteriormente entre el FOPAE y la EAAB, para la zona en la cual se encuentra el PLAN PARCIAL CAMPO VERDE, es claro que la EAAB certifica, que la estabilidad de las obras de control de crecientes y obras de Realce de Jarillones y Protección de Orillas del Río Tunjuelo, se encuentran concluidas y operando de acuerdo con las consideraciones y criterios de diseño para periodos de retorno de 100 años, por lo cual no existiría riesgo de inundación. Además la EAAB tiene un plan de seguimiento y monitoreo de las márgenes del río Tunjuelo en el sector, con el fin de verificar el comportamiento de las obras y efectuar acciones correctivas en caso de ser necesario.

6.2 Intervenciones en el Río Bogotá

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, lidera el desarrollo del proyecto de adecuación hidráulica y recuperación ambiental del río Bogotá. Este proyecto está integrado principalmente por dos subproyectos: I) El tratamiento de aguas residuales de las cuencas de los ríos Salitre, Torca y Jaboque en el sitio denominado PTAR Salitre y su conducción final hasta el distrito de riego la Ramada y II) la adecuación hidráulica del río Bogotá y sus obras complementarias.

Las actividades a desarrollar están enmarcadas en el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Bogotá, Plan de Gestión Ambiental Regional 2001 – 2010 y Plan de Acción 2007 – 2011 de la CAR, principales instrumentos de planificación de la entidad, igualmente concordantes con la estrategia para el manejo ambiental del río Bogotá propuesta por el CONPES en el documento 3320 del año 2004.

El proyecto de adecuación hidráulica del río Bogotá y sus obras complementarias (Ver Figura 3), se desarrollarán sobre la cuenca media del río Bogotá, en un tramo aproximado de 68 Km, comprendidos entre

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

las compuertas de Alicachín en el municipio de Soacha (Cundinamarca) y la estación de Puente La Virgen en el municipio de Cota (Cundinamarca). El objetivo es transformar el río Bogotá mediante la mejora de la calidad del agua, la reducción de los riesgos por inundación y la creación de áreas multifuncionales a lo largo del río, recuperando este recurso hídrico como uno de los ejes ambientales estructurales de la cuenca para los municipios de Soacha, Mosquera, Funza, Cota y el Distrito Capital. El proyecto está integrado por cuatro (4) componentes:

Componente 1: Ampliación y optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) El Salitre, incrementando su capacidad de tratamiento hasta un caudal de 8 m3/s con tratamiento secundario y desinfección.

Componente 2: Adecuación hidráulica y mejoramiento ambiental del río Bogotá en un tramo aproximado de 68 Km. desde Puente La Virgen hasta las compuertas de Alicachín, recuperando las zonas de ronda, las zonas de manejo y preservación ambiental, creando y mejorando áreas multifuncionales a lo largo del río, que contribuyan a la restauración de ecosistemas, el mejoramiento de la calidad del agua y la integración urbano-paisajística en los espacios públicos.

Componente 3: Estudios para el manejo integrado de la cuenca, asistencia técnica directamente vinculados a la sostenibilidad del proyecto, y cuyas metas son la elaboración de un plan de manejo integral del agua en la cuenca del río Bogotá, un plan para la gestión de biosólidos provenientes de las PTAR en la ciudad de Bogotá y un estudio de ingeniería para el mejoramiento ambiental y mantenimiento de las obras del río.

Componente 4: Administración y gerencia, desarrolladas por la CAR a través de la unidad ejecutora del proyecto que incluye las actividades de mantenimiento, vigilancia, seguimiento y control de las políticas ambientales y sociales que deben observarse en la ejecución del proyecto.

De acuerdo con el estudio de adecuación hidráulica de la CAR, dentro de las principales particularidades del área de intervención del Río Bogotá, se destaca la falta de adecuación hidráulica y manejo ambiental de las zonas naturales de inundación del cuerpo hídrico, característica que hace vulnerable al riesgo de inundación a las comunidades asentadas en los predios ribereños. El área mínima potencialmente inundable del río en la cuenca media equivale a 8.920 Ha, localizadas principalmente en las UPZ Tintal Sur, El Porvenir, Engátiva, Tibabuyes y zona norte en el Distrito Capital y las veredas Pueblo viejo, el Rozo, Parcelas, Siberia en el municipio de Cota, La Florida en el municipio de Funza, San Francisco y San José en el municipio de Mosquera y Bosatama y Canoas en el municipio de Soacha.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

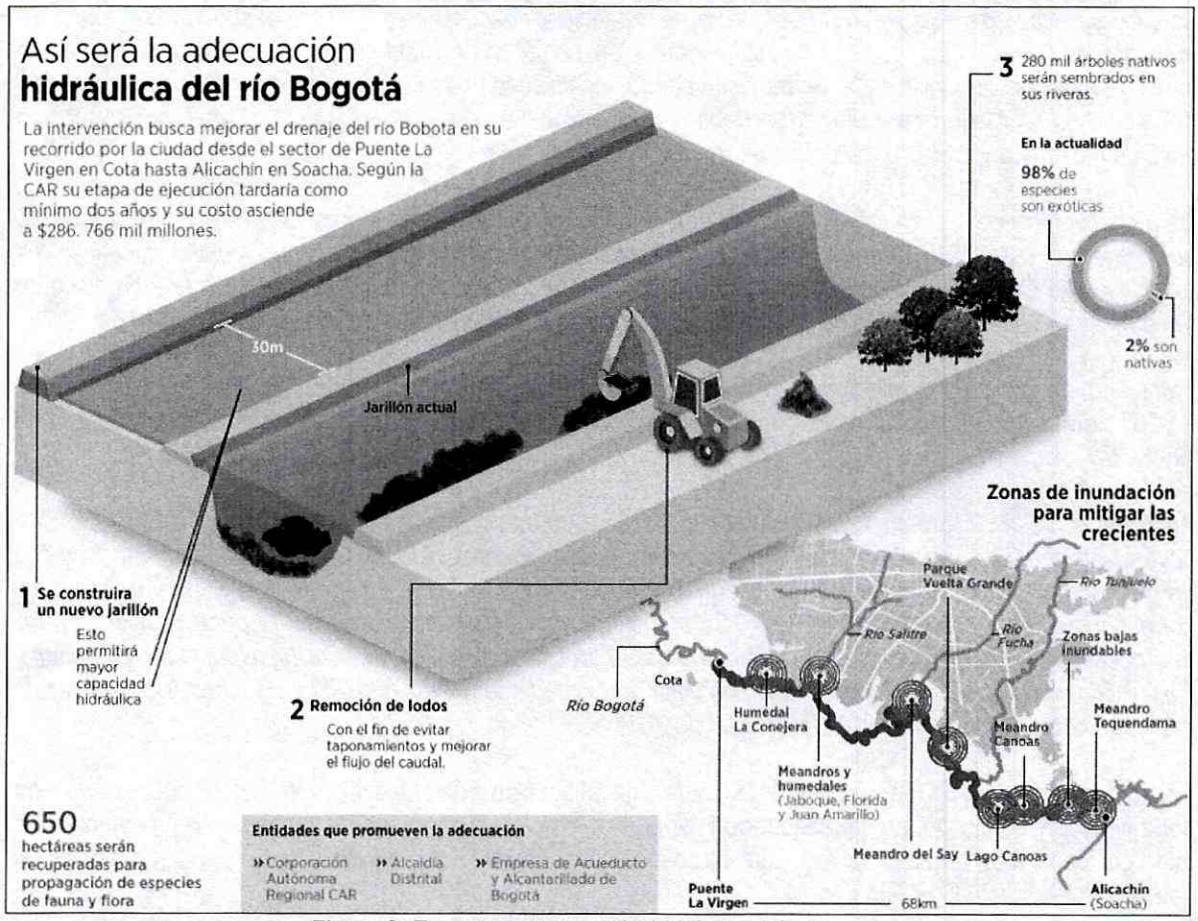

Figura 3: Esquema adecuación hidráulica Río Bogotá
Fuente: El Espectador http://www.elespectador.com/impreso/bogota/articulo-272427-arranca-adecuacion-hidraulica-del-rio-bogota

La CAR mediante el oficio 20132101076 del 16 de Enero de 2013, manifiesta que las obras de adecuación hidráulica comprendidas entre el tramo de la calle 13 y Alicachín se encuentran en proceso precontractual y se espera que para el segundo semestre del 2013 salgan a licitación las correspondientes con el tramo comprendido entre Puente La Virgen y La Calla 13. Además, de acuerdo con las intervenciones realizadas en el Río Bogotá en los años 2010 – 2011, se han ejecutado los siguientes contratos:

"La CAR participo en el proyecto de refuerzo de jarillones y ampliación del cauce del Río Bogotá que se ejecutó entre Alicachín y la desembocadura del Río Tunjuelo en un tramo de 21 Kilómetros, la cuales se adelantaron desde el mes de Julio del 2011. En desarrollo del proyecto se removieron aproximadamente 450000 m3. La financiación de las obras cuyo valor fue de aproximadamente Seis Mil millones de pesos, corrió por cuenta de la Dirección General de Riesgo (DGR), organismo dependiente del Ministerio del Interior.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La CAR se encargó de la supervisión técnica del Proyecto y del suministro del todo el soporte requerido. Se aprovecharon además los recursos de esta contratación, con el fin de adelantar el refuerzo de los jarillones en varios puntos considerados como de muy alto riesgo, localizados fuera del tramo mencionado en Jurisdicción del municipio de Mosquera y el Distrito Capital, más exactamente en las veredas de San Francisco y San José de Mosquera y en las Localidades de Bosa y Kennedy.

Para el mejoramiento del cauce en el control de inundaciones en la Cuenca Media, la CAR acometió mediante el contrato 311 de 2010 también las obras de mejoramiento de jarillones y ampliación del cauce en los municipios de Cota, Chía, Mosquera, Cajicá, Sopó, Soacha, Útica y Villeta. El contrato tuvo una duración de trece meses y valor aproximado de $2.200.000000. Para su supervisión se adelantó el contrato 414 de 2010.

También para obras de mantenimiento, mitigación y control, la CAR adelantó obras mediante el contrato 601 de 2011 en varios municipios de la Corporación específicamente en el Río Bogotá se adelantaron obras en Apulo, El Colegio y Soacha.

Adicionalmente la CAR realizó en el mismo año 2011 las obras contempladas en el contrato No. 682 de 2011 cuyo objeto fue "Realizar obras de atención y prevención en fuentes hídricas Grupo 1: Cuencas media y alta del Río Bogotá, Grupo2: Municipio de Zipaquira y Sopó, Grupo 3: Cuenca baja del Río Bogotá y Sumapaz, correspondientes a sectores vulnerables". Se atendieron con 14 intervenciones en 14 puntos críticos en las tres cuencas del Río localizados en los municipios de de Chocontá, Sesquilé, Gachancipá, Chía, El Colegio, Cajicá, Soacha y Suesca. El contrato tuvo un valor aproximado de $3.400.000.000 y su supervisión se ejecutó mediante el contrato de Interventoría No. 683 de 2011."

Adicionalmente la CAR menciona que las obras de mitigación adelantadas en el Río Bogotá no van en contravía con el diseño de la adecuación hidráulica propuesta, pero en el momento de adelantar las intervenciones mencionadas no se adelantaros estudios hidrológicos e hidráulicos, que permitan ver el comportamiento actual del Río Bogotá.

Por otra parte La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, asumió la responsabilidad de realizar realce y reforzamiento preventivo de jarillones en diferentes sectores del río Bogotá. En reuniones interinstitucionales, la empresa ha reportado la contratación para el refuerzo y realce preventivo en puntos críticos del jarillón del río Bogotá, en el área de cobertura de las cinco zonas de servicio del acueducto de Bogotá. Para ello realizó un contrato con plazo de ejecución de 1.5 meses, por un valor de $5.387.335.858, los sectores donde reportan la ejecución del contrato por localidad son los siguientes.

- Puntos críticos del jarillón del Río Bogotá, Localidad Bosa y Kennedy, en los sectores conocidos como: El Corzo, Marraneras, Gibraltar y Pte Palo, en total 1.360 metros lineales.
- Puntos críticos del jarillón del río Bogotá, Localidad Fontibón, en los sectores conocidos como: Entrega del río Fucha al río Bogotá, Estación elevadora Navarra y Antena Jorge Baron, en total 425 metros lineales.
- Puntos críticos del jarillón del río Bogotá, Localidad Engativá en los sectores conocidos como: Canal Maranta, Vía Cll 64 y Limite del Humedal Jaboque con el río Bogotá, en total 3.200 metros lineales.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Puntos críticos del jarillón del río Bogotá, Localidad Suba en el sector de la PTAR Salitre, en total 1.006 metros lineales.

Cabe mencionar que las intervenciones realizadas por la CAR y la EAAB que se han adelantado sobre el Río Bogotá en los últimos años no están soportadas por una modelación hidrológica e hidráulica detallada, que permita ver los efectos ante los cambios realizados motivo por el cual existe una incertidumbre frente al comportamiento actual del Río.

6.3 Temporadas de lluvias, variabilidad climática y cambio climático

El comportamiento de la precipitación en la ciudad de Bogotá corresponde con un régimen bimodal de precipitación, con dos temporadas de lluvias máximas en los meses de marzo a mayo y de octubre a noviembre y dos temporadas secas correspondientes con los meses de Enero a Marzo y de Junio a Septiembre. Sin embargo, en los años 2010-2011, debido a la presencia del fenómeno "La Niña", los periodos lluviosos se incrementaron generando excesos de lluvia, mientras los periodos secos fueron prácticamente inexistentes. Esta situación determinó la generación de eventos de emergencia tales como los fenómenos de remoción en masa, inundaciones, empozamientos y encharcamientos.

Las siguientes gráficas enseñan la precipitación presentada históricamente en cada una de las estaciones de la Red Hidrometereológica de Bogotá – RHB, con respecto a la precipitación acumulada trimestral para los intervalos de análisis de Octubre a Diciembre de 2010, Enero a Marzo, Abril a Junio, Julio a Septiembre y Octubre a Diciembre de 2011.

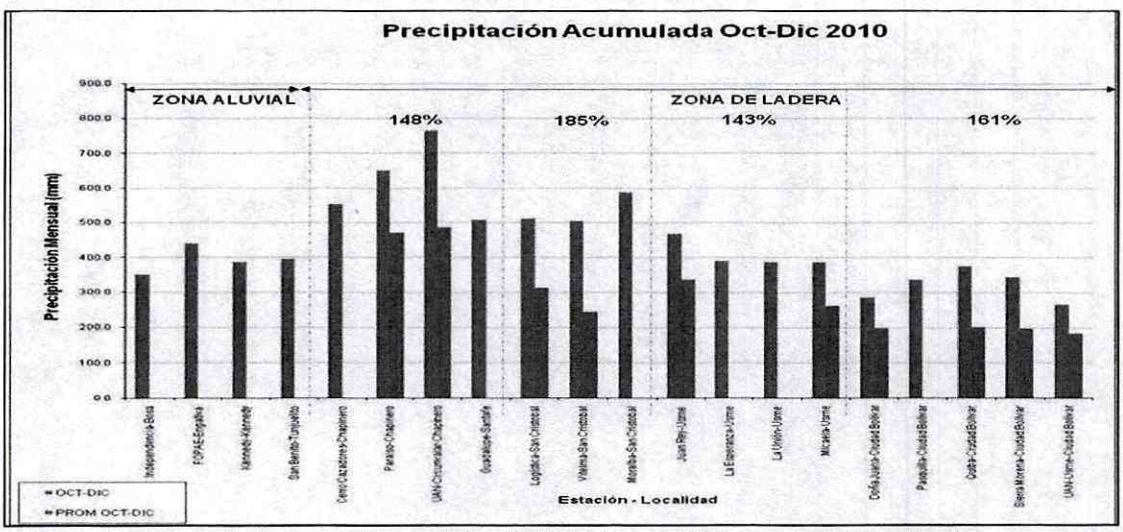

Figura 4. Comparación precipitación histórica vs 2010 durante el trimestre de Octubre a Diciembre de las estaciones de la RHB.

La Figura 4 que corresponde aproximadamente a la segunda temporada invernal de 2010, muestra el aumento significativo de las lluvias con respecto al promedio histórico registrado, en coherencia con la

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

manifestación del fenómeno de "La Niña". Todas las estaciones de la Red presentaron incrementos entre el 40% y el 80% con respecto al promedio histórico.

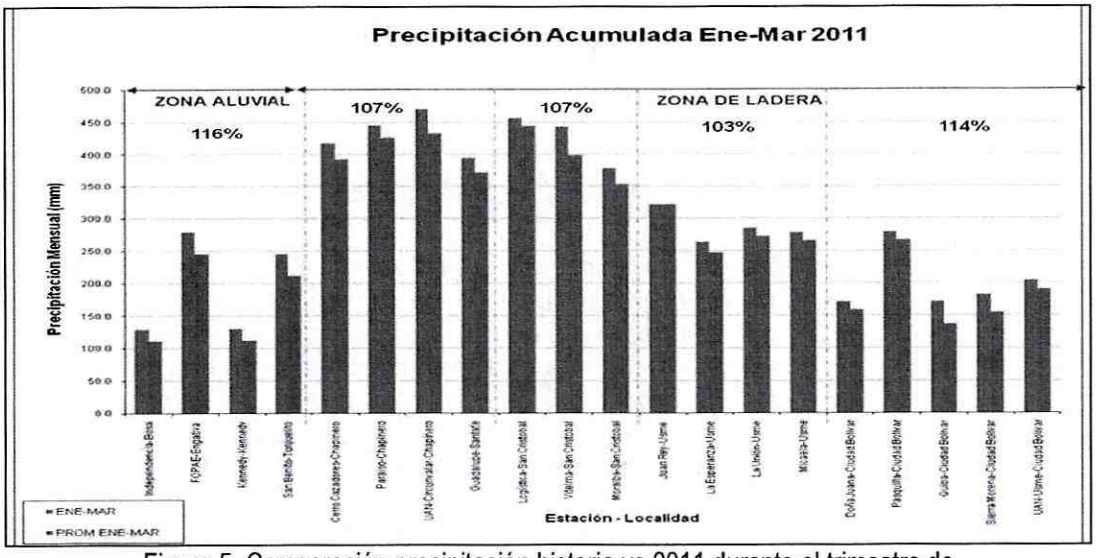

Figura 5. Comparación precipitación historia vs 2011 durante el trimestre de Enero a Marzo de las estaciones de la RHB.

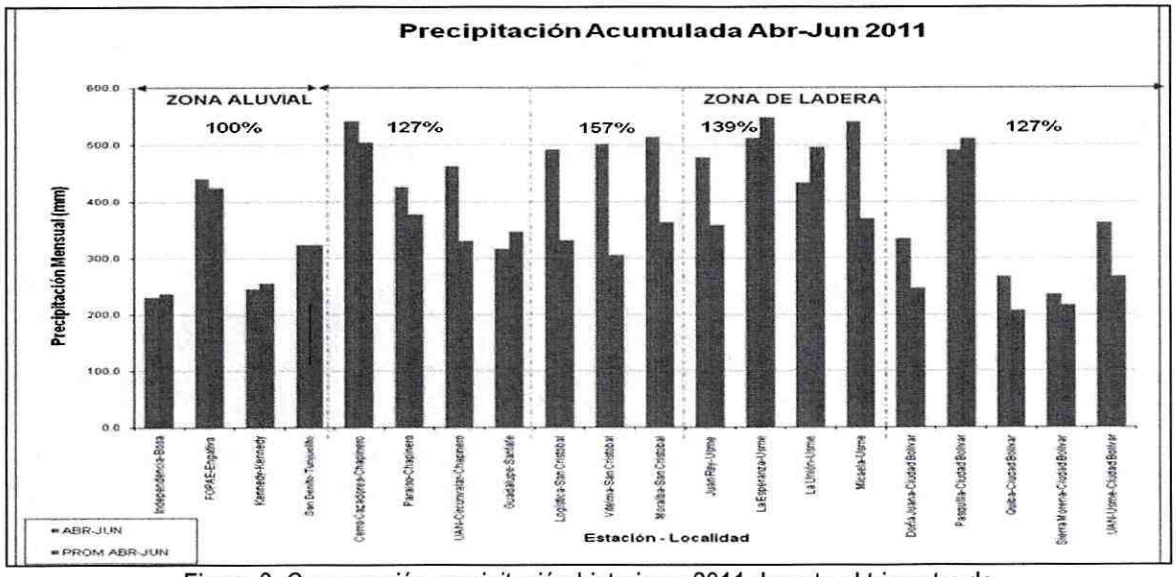

Figura 6. Comparación precipitación historia vs 2011 durante el trimestre de Abril a Junio de las estaciones de la RHB.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Durante el primer trimestre del año 2011 (Figura 5), las precipitaciones registradas disminuyeron con respecto al trimestre anterior, aunque fueron superiores al promedio histórico. Se presentaron leves incrementos, en promedio de 15% en toda el área monitoreada.

En el segundo trimestre del año 2011 (Figura 6), las lluvias en la zona de monitoreo de la RHB, se incrementaron aproximadamente en un 30%, con respecto al promedio histórico, 27% para la localidad de Chapinero y Santafé, 57% para la localidad de San Cristóbal, 39% para la localidad de Usme y 27% para la localidad de Cuidad Bolívar.

El tercer trimestre del año 2011, las lluvias en la zona de monitoreo de la RHB, disminuyeron un 10%, con respecto al promedio histórico, solamente para la Localidad de Ciudad San Cristóbal y Ciudad Bolívar fue superior en un 10%. Esto se debe a que estos meses las precipitaciones disminuyeron sustancialmente.

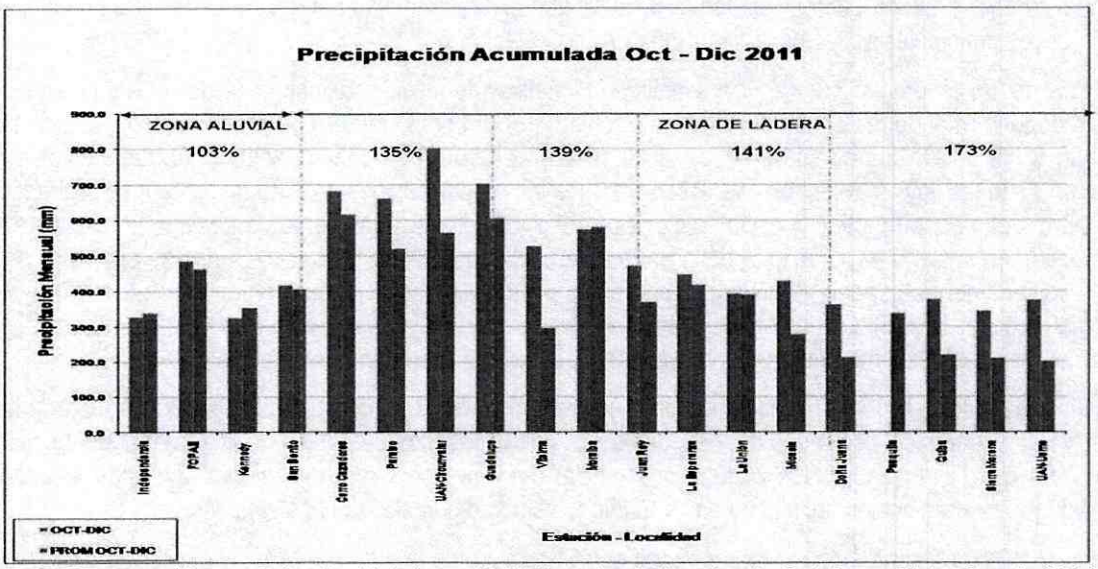

Figura 7. Comparación precipitación historia vs 2011 durante el trimestre de Octubre a Diciembre de 2011 de las estaciones de la RHB.

En el cuarto trimestre del año 2011 (Figura 7), correspondiente aproximadamente con la segunda temporada de lluvias, se presentó un aumento de las precipitaciones en la ciudad de un 40% con respecto al promedio histórico, revelando la influencia del fenómeno "La Niña"; como resultado de esta situación, se aumentaron y/o mantuvieron altos los niveles del río Bogotá y se generaron desbordamientos. De otra parte, debido a que parte de la ciudad se encuentra por debajo de la cota del río, se presentaron eventos de reflujo de aguas servidas, encharcamientos y empozamientos por fallas o insuficiencia de los sistemas de drenaje.

Entre octubre de 2010 y junio de 2011 se presentaron un total de 2363 eventos y emergencias asociados al recrudecimiento de las precipitaciones. La mayor parte de estos eventos correspondió a fenómenos de remoción en masa con un total de 961 reportes, y encharcamientos con 458 eventos reportados. En menor

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

proporción se presentaron eventos de caída de árboles, inundaciones, colapso de estructuras, granizadas y vendavales. La afectación en general, fue superior a la que se presenta históricamente, en términos de número de afectados, movilidad, salud pública y pérdidas económicas a la comunidad.

Fenómeno de La Niña 2010 -2011

La estación invernal en Colombia en 2010-2011 se presenta como una anomalía marcada respecto a las estaciones invernales "normales", con precipitaciones e inundaciones muy superiores a las observadas históricamente, generando emergencias afectando gran parte del país, con consecuencias económicas, sociales y ambientales severas.

Ante estas situaciones sin precedentes, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), a través de las Subdirecciones de Ecosistemas y de Estudios Ambientales y Meteorología, y las Oficinas de Planeación y de Servicio de Pronósticos y Alertas, elaboró en conjunto con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), el estudio "Impactos del fenómeno la Niña en Colombia, 2010", cuyos principales aspectos se mencionan a continuación.

"La Niña" es un fenómeno natural de variabilidad climática, derivado principalmente de un enfriamiento por debajo de lo normal de las aguas del Océano Pacífico Tropical central y oriental, frente a las costas de Perú, Ecuador y sur de Colombia, que provoca un cambio en el patrón de comportamiento de los vientos y, por ende, en el de las lluvias. Mientras que el Niño reduce las precipitaciones, la Niña favorece su incremento en gran parte del país, en particular en las regiones Caribe y Andina. Cada evento de La Niña es diferente y su repercusión en el clima nacional está dada por su intensidad como por la interacción que se puede presentar con otros fenómenos océano-atmosféricos presentes en el Atlántico y específicamente en el mar Caribe. El incremento de las precipitaciones eleva la probabilidad de ocurrencia de inundaciones en diferentes zonas del territorio nacional, así como deslizamientos de tierra por saturación de agua en los suelos.

La última Niña comenzó su formación desde mediados del año 2010 con un enfriamiento de las aguas del océano Pacífico tropical como uno de los indicadores oceánicos; como también un incremento de los vientos Alisios del este, que propicia un descenso del nivel del mar sobre la zona oriental; La Niña alcanzó su intensidad máxima a finales del mismo año y tendió a disiparse a finales del año siguiente.

Durante 2010 se presentó una rápida transición entre dos eventos el Niño y la Niña, trayendo consigo severas oscilaciones climáticas sobre las zonas del país con mayor influencia del fenómeno ENSO 2 (Andina, Pacífica, Caribe), dinamizando los niveles desde los mínimos (estación seca) hasta los más altos registrados históricamente en algunos puntos de medición. Sus efectos en el periodo 2010-2011 resultaron totalmente atípicos y con extremos en los indicadores climáticos –en particular en los niveles de precipitación– muy por encima y fuera de los rangos históricos en gran parte del país, en especial sobre las regiones Caribe y Andina.

Una de las consecuencias más graves de esta continuada, inusitada y elevada precipitación ocurrida de manera generalizada en amplias zonas del país, ha sido la crecida y el desborde de ríos y cuerpos de agua, que inundaron en forma extensa y prolongada regiones que en inviernos normales no se habrían inundado. Tras la ola invernal, entre septiembre de 2010 y mayo de 2011, el número de emergencias se elevó a 2.219, conformadas por 1.233 inundaciones (55,6% del total de emergencias), 778 deslizamientos (35,1%), 174

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

vendavales y 24 avalanchas. Los 10 eventos restantes se componen de tormentas eléctricas, granizadas y tornados.

El IGAC, a partir de su cartografía define la extensión de la zona inundada y la analiza con base en registros históricos, diferenciando los cuerpos de agua en sus niveles normales, las áreas inundables en la estación invernal recurrente y el exceso de inundación ocurrido. Con instrumentos e información espacial se interpretaron 45,9 millones de hectáreas (66,3% del territorio nacional continental), y se encontraron inundadas 3,5 millones, de las cuales 19% son cuerpos de agua (ríos, lagunas, pantanos, etcétera), 34,4% son terrenos que se inundan de manera periódica, y un exceso de inundación de 46,6% (1.642.108 hectáreas). La mayor proporción del área inundada se presentó en la zona norte y en parte de las zonas central y sur del país. En la Figura 8 se puede observar las zonas inundadas identificadas por el IGAC para la zona del Plan Parcial Campo Verde.

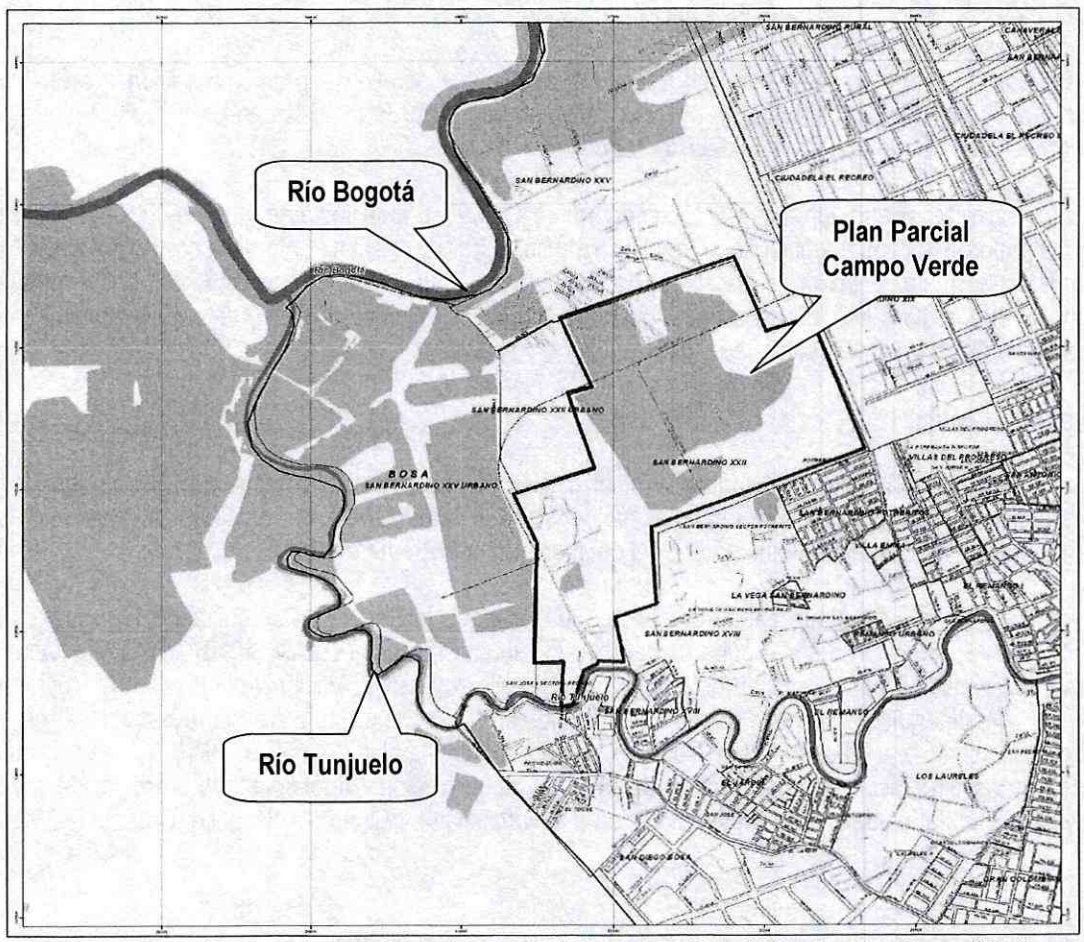

Figura 8. Localización zonas inundadas IGAC, en sectores aledaños al Plan Parcial Campo Verde

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

De acuerdo con el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres- SNPAD, gracias a esta influencia de la variabilidad climática en las temporadas invernales habituales, a nivel nacional, los años 2010 y 2011 pasarán a la historia como los de mayor afectación por invierno que ha vivido el país en los últimos 50 años. Las cifras aportadas por el SNPAD se presentan a continuación:

Tabla 1. Afectación en Colombia por fenómeno de la Niña Abril 2010-Junio 2011

Muertos	Heridos	Desaparecidos	Personas Afectadas	Familias Afectadas	Viviendas Destruidas	Viviendas Averiadas
486	595	43	4.000.203	934.718	16.211	550.347

Fuente. SNPAD (22 agosto 2011) http//:www.sigpad.gov.co/sigpad/emergencias_detalle.aspx?ind=41

Según los datos consolidados de Colombia Humanitaria, se afectaron un total de 28 departamentos y 1.041 municipios lo que corresponde al 93% del total nacional.

En Bogotá D.C., la afectación por este fenómeno estuvo por debajo del promedio nacional, probablemente debido a que la mayor liberación de energía de la cuenca y por lo tanto las afectaciones, se dieron en los municipios de la parte alta y media del Río Bogotá.

Es importante tener en cuenta que el fenómeno de "La Niña" se manifiesta de forma recurrente, mediante un enfriamiento de las aguas del Océano Pacífico Tropical central y oriental frente a las costas del Perú, Ecuador y sur de Colombia, entre otras variables. Este fenómeno causa efectos contrarios a los que presenta "El Niño", el cual reduce las precipitaciones, mientras "La Niña" favorece el incremento de las mismas en gran parte del país en particular sobre las regiones Caribe y Andina.

Cambio Climático

El calentamiento del sistema climático a nivel global es una realidad, evidenciado principalmente en los incrementos en la temperatura promedio global del aire y el océano, en el derretimiento de la nieve glacial y el hielo en los polos y en el aumento en el nivel del mar (IDEAM, PNUD, 2010).[1]

La información oficial y actualizada el respecto, se encuentra la Segunda Comunicación Nacional elaborada por Colombia, ante el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IDEAM, 2010)[2], de la cual vale la pena para el presente concepto resaltar los datos y análisis allí expuestos. Adicionalmente, para la Región Capital Bogotá Cundinamarca, se ha venido avanzando en la construcción de una plataforma de trabajo interinstitucional, a través del Plan Regional Integrado de Cambio Climático - PRICC, en búsqueda de construir las directrices técnicas, así como una estrategia regional implementada a través de medidas y proyectos prioritarios de mitigación y adaptación a la variabilidad y el cambio climático (Carrizosa, 2012)[3].

---

[1] *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. IDEAM, PNUD 2010*
[2] *IDEAM 2010, Aportes desde la adaptación al cambio climático a la política hídrica nacional.*
[3] *Carrizosa, J. Análisis de Principales dinámicas regionales asociadas a la variabilidad y al Cambio Climático en la Región Capital, Plan Regional integral de cambio climático Región Capital, Bogotá Cundinamarca, PRICC 2012.*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Con base en el comportamiento de la lluvia y la temperatura, el IDEAM generó indicadores sobre algunas evidencias del cambio climático en Colombia, basados en el análisis de las series históricas de la precipitación acumulada diaria y de los extremos diarios de temperatura (mínima y máxima), se encontró una tendencia al aumento de las precipitaciones de alta intensidad (IDEAM, 2010) en todos los pisos térmicos con excepción de los páramos.

Utilizando los modelos climáticos globales que mejor representan el clima regional y con la ayuda de modelos climáticos regionales de alta resolución espacial, se simularon diversos escenarios climáticos que en general para la zona andina, indican aumentos en el número de tormentas más intensas y periodos de sequía más extremos y prolongados. Esta situación repercutirá en el comportamiento hidrológico de las cuencas, lo cual condiciona los usos y actividades que se desarrollan allí.

Es de esperar repercusiones en las características estadísticas del régimen hidrológico de alta montaña, con aumento de la variabilidad natural de las series hidrológicas. Lo expuesto se puede traducir en sobrecostos en el diseño y operación de las estructuras y dispositivos hidráulicos de gestión del agua para el soporte de la sociedad y sus sectores productivos. Es decir, los cambios en las variables climáticas, sumados a la transformación de las coberturas vegetales, afectarán el régimen hidrológico de las cuencas de montaña, las cuales tendrán caudales más variables y extremos (caudales máximos más severos y sequías hidrológicas más extremas). Esta situación puede ser particularmente crítica, si se tiene en cuenta que gran parte de la población de Colombia habita en las montañas de la región Andina y, además, su abastecimiento para el consumo depende de microcuencas que en su gran mayoría nacen en la alta montaña colombiana.

No obstante los resultados mencionados, es necesario tener en cuenta el análisis compilado por (Mesa 2007)[4], quien indica, como conclusión general, que los resultados de los modelos evaluados son creíbles para las condiciones medias actuales, aunque la nubosidad y la humedad atmosférica siguen siendo fuente significativa de incertidumbre. Algunas de las variables asociadas contribuyen significativamente con la incertidumbre de los modelos, en particular la evaporación. La sensibilidad de los procesos de superficie es alta y tiene importante variabilidad geográfica. La dificultad es mayor en vista de la falta de observaciones para calibrar y verificar los modelos.

6.4 Descripción de las cuencas aferentes al Plan Parcial

El Plan Parcial Campo Verde tiene una particularidad respecto a su posición geográfica, debido a que se encuentra en el valle aluvial del Río Bogotá, en inmediaciones de la confluencia del Río Tunjuelo, pero haciendo parte de una subcuenca urbana el Tintal (Ver Figura 9), el drenaje actual del predio se hace a través de los canales artificiales San Bernardino y La isla. Es importante mencionar que el Río Bogotá y el Río Tunjuelo son cuerpos de agua regulados y su operación está a cargo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) respectivamente.

[4] *Mesa, O. (2007). ¿A dónde va a caer este globo? Acerca del futuro de la Tierra. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Medellín, Colombia: Universidad Nacional, Universidad Pontificia Bolivariana &Universidad de Antioquia. p. 328.*

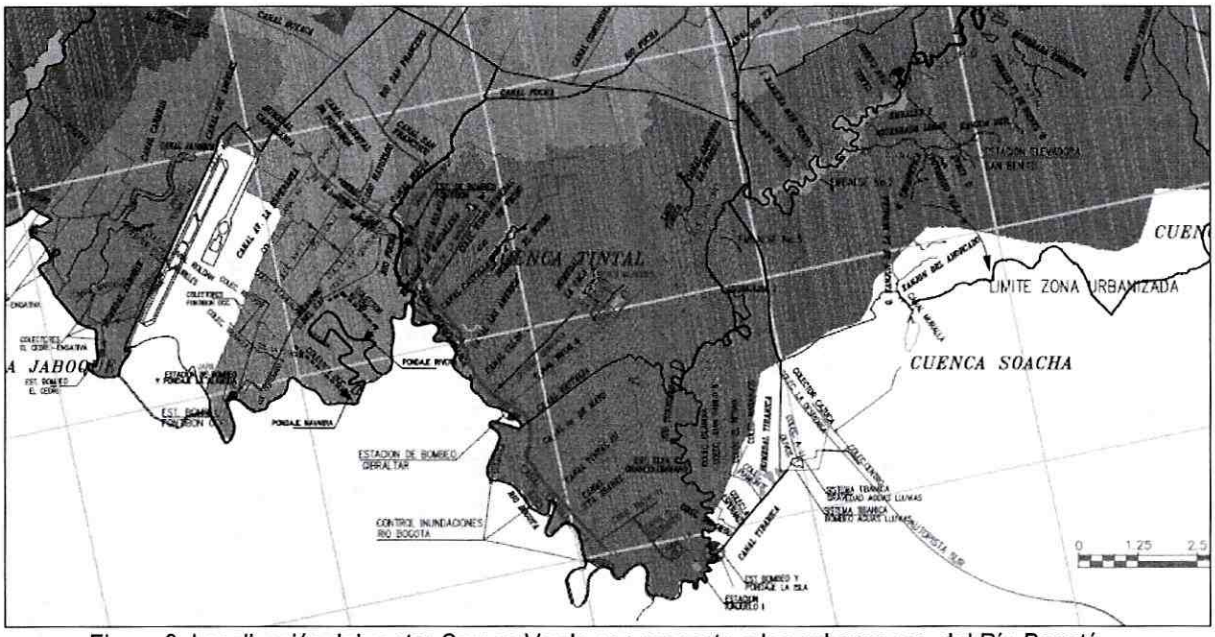

Figura 9. Localización del sector Campo Verde con respecto a las subcuencas del Río Bogotá

6.4.1 Cuenca del río Bogotá

Tomando como referencia el documento Compes 3320, el Río Bogotá nace al nor-oriente del municipio de Villapinzón, a 3.300 msnm y sus aguas fluyen hacia el suroeste para desembocar en el Río Magdalena, en Girardot a 280 msnm. En su recorrido drena las aguas de 6.000 kilómetros cuadrados, donde habitan alrededor de 8,04 millones de habitantes en 42 municipios, incluyendo el Distrito Capital, y se proyecta que la población supere los 12 millones de habitantes para el 2020. Es decir, en la cuenca del Río Bogotá habita cerca del 19% de la población del país, a lo cual se suma que se genera alrededor del 26% de la actividad económica nacional.

En su recorrido de 336 Km, el Río Bogotá recibe las aguas de los ríos Sisga, Neusa, Tibitóc, Tejar, Negro, Teusacá, Frío, Chicú, Salitre, Fucha, Tunjuelito, Siecha, Balsillas, (que a su vez recoge las aguas de los ríos Subachoque y Bojacá), Calandaima y Apulo. Dicho recorrido se puede caracterizar en tres tramos (Figura 10): (i) Cuenca Alta del Río al norte de Bogotá, con una longitud de 145 Km desde su nacimiento hasta el lugar conocido como La Virgen, (ii) Cuenca Media con unos 68 Km, desde La Virgen hasta Alicachín, en el extremo sur de la Sabana de Bogotá; y, (iii) Cuenca Baja, con una longitud de 123 Km, hasta la desembocadura en el Río Magdalena.

En el sector comprendido por las Cuencas Alta y Media del Río Bogotá se diferencian claramente dos sistemas: (i) Un sistema natural conformado por los caudales naturales del río, sus afluentes y una serie de lagunas y humedales, localizados generalmente en las zonas de páramo, dando origen a los ríos y quebradas que conforman el sistema; y (ii) un sistema de regulación artificial compuesto por nueve embalses, que tiene una capacidad de almacenamiento de 1200 millones de m3 de agua aprovechable, y un distrito de riego.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El aumento de población en la Sabana de Bogotá ha generado un crecimiento en la demanda del recurso hídrico. Para satisfacerla se construyeron sistemas de regulación de caudales y trasvase de agua de la Cuenca del Río Guatiquía – hoya hidrográfica del Río Orinoco –, mediante el proyecto Chingaza. Es importante mencionar que no ha sido estudiado el aporte de este caudal de trasvase y su incidencia en los niveles del Río Bogotá a su paso por el área urbana de la ciudad de Bogotá.

Las entidades involucradas en el manejo del recurso hídrico en la cuenca son la Empresa de Acueducto, la Concesión Tibitoc, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la Empresa de Energía de Bogotá (EEB) y EMGESA. Cada una de estas entidades tiene objetivos diferentes en el manejo del río y cuentan con un sistema propio de monitoreo.

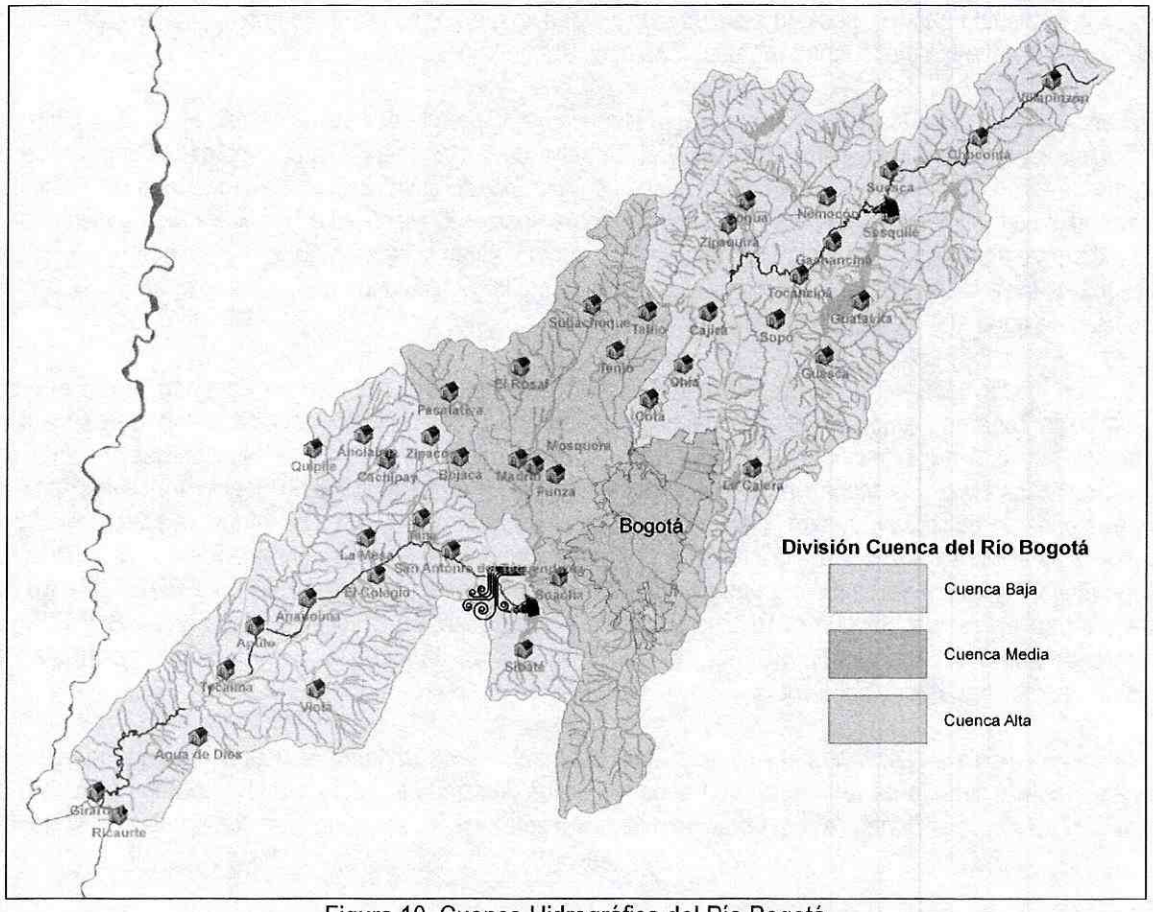

Figura 10. Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.4.2 Cuenca del Río Tunjuelo

La cuenca del río Tunjuelo está localizada al sur de la ciudad de Bogotá. En sus 388 Km2 de área de drenaje se concentra una población aproximada de 2.5 millones de personas pertenecientes a las localidades de Tunjuelito, Usme, Ciudad Bolívar y Bosa cuyas características principales son la marginalidad social, pobreza y segregación. El Río Tunjuelo es aprovechado para el abastecimiento de agua para las localidades del sur de Bogotá y sus depósitos para la extracción de materiales de construcción.

El río Tunjuelo forma parte del sistema hidrográfico del río Bogotá. Nace en la laguna de los Tunjos o Chisacá y desemboca en el río Bogotá, para una longitud de 53 km con un descenso de 1.340 m (entre las cotas 3.850 y 2.510). La cuenca del río Tunjuelo puede dividirse en tres zonas (Figura 11). La parte alta y la media, territorios rurales de páramo, ricos en agua y biodiversidad, lo que los hace zona de preservación y protección ambiental. Finalmente se encuentra la Cuenca Baja, conformada por suelo urbano.

La cuenca alta es la parte más escarpada de la Cuenca y comprende el área localizada entre la Laguna de los Tunjos, lugar donde nace el río Tunjuelo, y el Embalse de la Regadera. Del páramo de Sumapaz y de la Laguna de Los Tunjos descienden los ríos Chisacá y Mugroso, de cuya confluencia procede el río Tunjuelo. Dichos afluentes alimentan la represa de Chisacá. Los embalses Chisacá y La Regadera, componentes del sistema sur de abastecimiento de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, permiten el suministro de agua potable para 250.000 personas que habitan en la localidad de Usme, abastecidos así por la captación de agua que realiza la cuenca.

La cuenca media hace parte del área rural del Distrito y va desde el embalse La Regadera hasta el área denominada Zona de Canteras. Los parques minero industriales del Tunjuelo, del Mochuelo y de Usme, son la fuente principal de extracción de arenas, gravas, areniscas y arcillas. Cabe resaltar que la zona de gravilleras constituye a la fecha uno de los puntos álgidos en el manejo del río debido a que los "pits" o excavaciones de extracción minera, resultaron inundados durante los eventos ocurridos en junio de 2002 y actualmente el río se encuentra ingresando a dos "pits" inundados, para posteriormente retomar su cauce aguas abajo, en donde se encuentra una estructura de control construida por la EAAB y CEMEX. Dentro de esta área se encuentra ubicado el Relleno Sanitario Doña Juana, en la localidad de Ciudad Bolívar, que comprende una extensión de 450 ha. Éste constituye un servicio urbano básico para la disposición final de residuos sólidos generados por Bogotá.

En la cuenca media se encuentra el sitio de presa del embalse seco Cantarrana diseñado para amortiguar la creciente con el periodo de retorno de 100 años y que fue finalizado a mediados del año 2008 junto con el dragado y realce de jarillones del río, obras de mitigación establecidas en el Plan de Ordenamiento Territorial-POT.

La cuenca baja es el área de la Cuenca del río Tunjuelo que abarca el perímetro urbano. Comprende desde la llamada Zona de Canteras hasta la desembocadura del río Tunjuelo, en el río Bogotá. La mayor proporción de esta Cuenca se encuentra poblada y aún dispone de áreas que no han sido ocupados por procesos de urbanismo.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

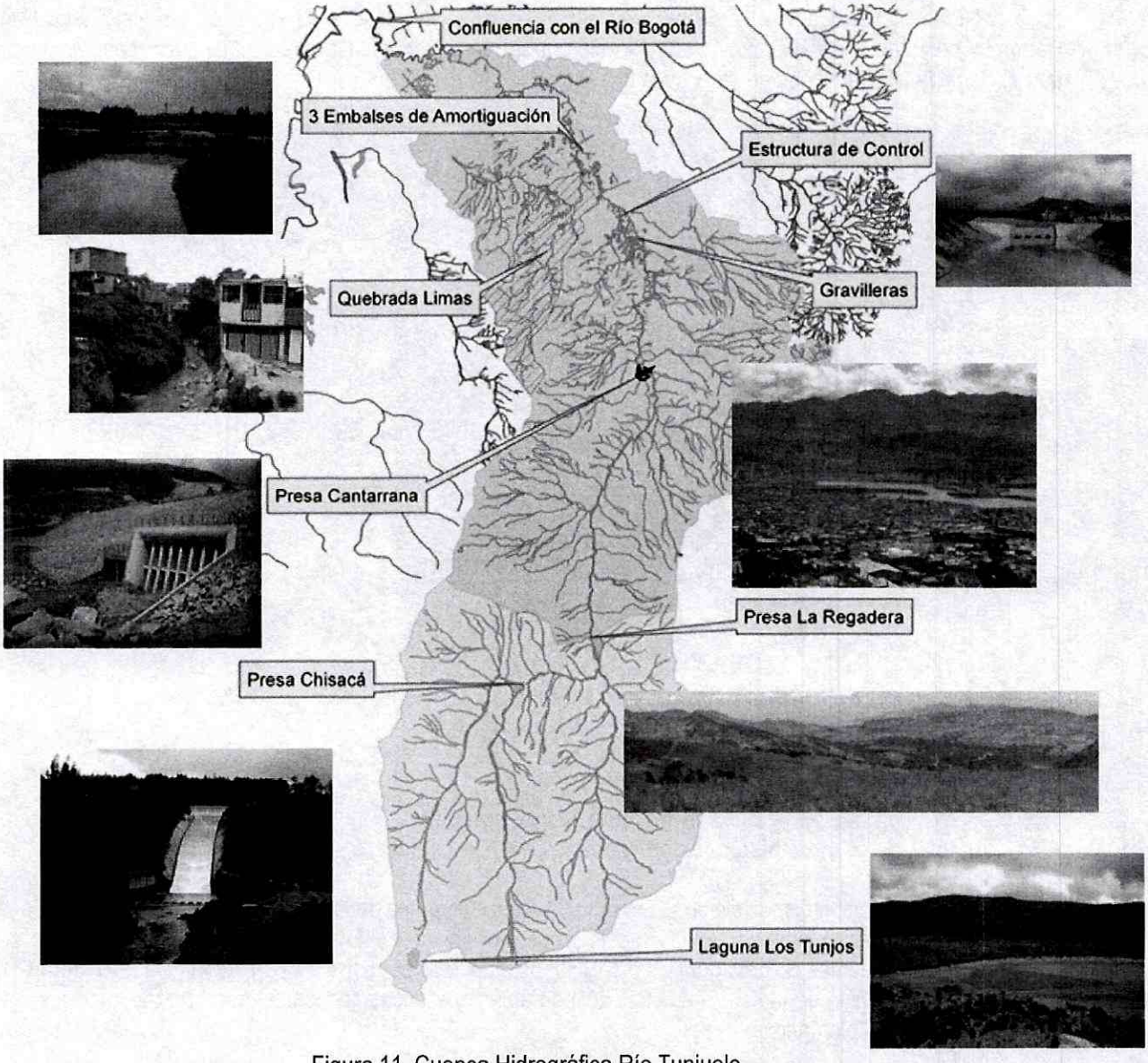

Figura 11. Cuenca Hidrográfica Río Tunjuelo

6.4.3 Cuenca del Tintal

La Cuenca del Tintal (Figura 12) está compuesta por una serie de Canales (Fucha Bajo, Alsacia, De La Magdalena, Castilla, Las Américas, Calle 38Sur, Granada, Tintal II, Britalia, 1 de Mayo, Tintal III, Santa Isabel, Tintal IV) que drenan perpendicurlamente al Río Bogotá y entregan al canal pondaje de Cundinamarca que

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

tiene aproximadamente 4 Kilometros de Longitud, que a su vez transcurre pararlelo al Río Bogotá a lo largo de la cuenca y que entrega las aguas a través de la estación de Bombeo Gilbraltar al Río Bogotá. Para la zona del Plan Parcial Campo Verde se proyecto el Canal La Isla que a su vez entregaría al Canal San Bernardo y este a su vez al Canal Tintal IV y este entrega su efluente al Canal Cundinamarca, cabe destacar que el Canal la Isla a la fecha no se encuentra construido totalmente.

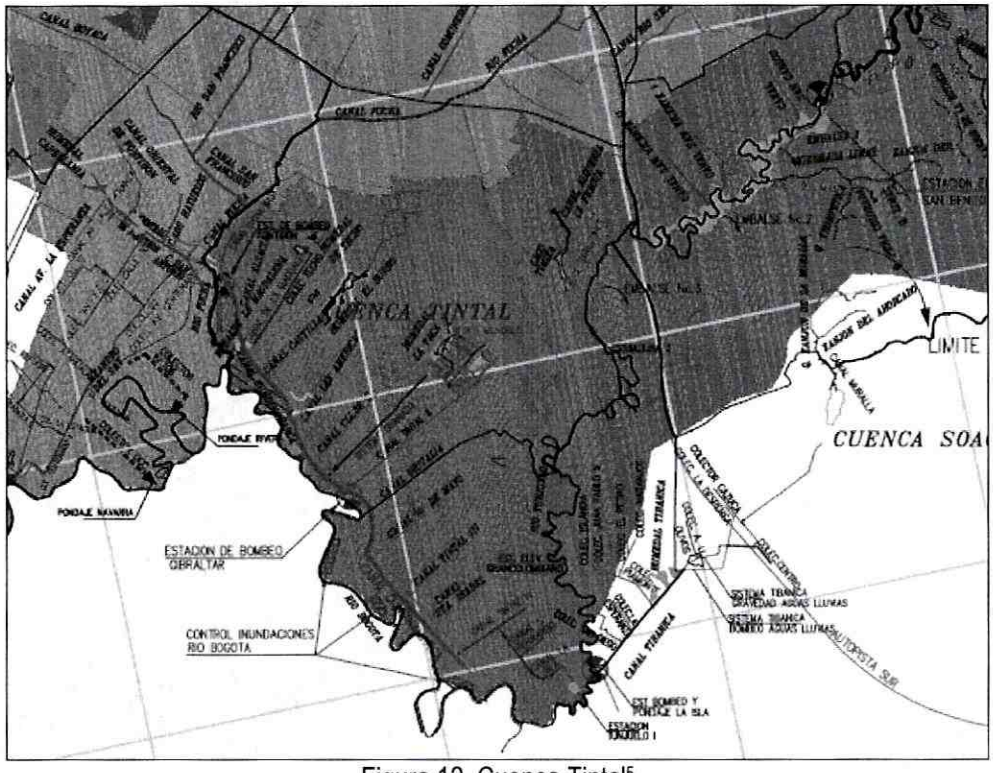

Figura 12. Cuenca Tintal[5]

6.5 Análisis de eventos históricos en la cuenca del Río Tunjuelo

A partir de la información disponible en el Sistema de Alerta temprana de inundaciones del río Tunjuelo y en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá – SIRE, se encontraron antecedentes de emergencias o solicitudes atendidas por parte del FOPAE (Tabla 2 y Figura 13), debidas a la ocurrencia de inundaciones por desbordamiento y encharcamientos; que han afectado predios cercanos al área del plan parcial.

En general se trata de situaciones relacionadas con encharcamientos debidos a la falta de capacidad del drenaje o a la obstrucción del sistema de alcantarillado en la zona, así como inundaciones puntuales debido a la carencia de obras de drenaje en las vías del sector. Son eventos en los que no se han reportado afectaciones a inmuebles o daños materiales, ni pérdidas o afectación de vidas humanas.

5 Fuente: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB)

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En particular los días 15 y 16 de Julio del año 2012 se presentaron afectaciones en tres sectores de la Localidad de Tunjuelito, asociadas a la dinámica y operación de los embalses de regulación de la cuenca del Río Tunjuelo, ante lo cual el FOPAE emitió el Diagnostico Técnico DI-6609; cuyas recomendaciones y conclusiones se considera pertinente mencionar a continuación, por su implicación en cualquier desarrollo u ocupación en el área de la cuenca:

Se recomienda a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá realizar una modelación de los niveles del río Tunjuelo en el escenario en que se presenten caudales superiores a los transitados en Cantarrana el 15 de Julio, con lluvias máximas en la cuenca alta, analizando los caudales de salida de la presa, las consecuencias en la entrega de las quebradas afluentes al río Tunjuelo y el funcionamiento de los sistemas de recolección de aguas lluvias conexos, contemplando la capacidad de amortiguación en los embalses Chisacá y la Regadera.

De igual forma, realizar una modelación en la cuenca del río Tunjuelo en el escenario de lluvias máximas en la cuenca media, creciente máxima en la quebrada Chiguaza y nivel máximo en el río Bogotá, con el propósito de evaluar la regulación del embalse de Cantarrana a máximos volúmenes de embalsamiento, el aumento de caudal en la salida del embalse y el tránsito de la creciente aguas abajo de Cantarrana. De acuerdo con los resultados de las modelaciones, se recomienda evaluar los posibles escenarios de daños donde se materialice el riesgo de inundación por reflujos o desbordamiento, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de la infraestructura y de la población asentada en zonas aledañas, generando estrategias de reducción de la vulnerabilidad de las zonas identificadas como posiblemente afectables.

Se recomienda a la Alcaldía Mayor de Bogotá y a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, crear un comité de evaluación y operación del Río Tunjuelo (Operación de embalses, seguimiento puntos críticos de afectación, monitoreo de obras hidráulicas presentes y obras de protección) constituido por las entidades que manejan y tienen influencia sobre el mismo.

A partir del análisis de los antecedentes presentados se puede evidenciar que a pesar de que se realizaron las obras de adecuación hidráulica del río Tunjuelo éstas no se ejecutaron de forma integral en toda la cuenca, por lo cual aún existen incertidumbre en sectores (zona de gravilleras), que podrían aumentar la amenaza del río frente a la comunidad expuesta.

Por otra parte, de acuerdo a los eventos presentados en el 2012 es necesario que se evalué la operación del Embalse de Cantarrana y todos los sistemas de drenaje y alcantarillado aguas abajo de este sector con el fin de minimizar los problemas de encharcamiento y reflujo ante caudales altos en el río Tunjuelo. Si bien la EAAB certifica la estabilidad de las obras y el seguimiento y control a las mismas se han evidenciado procesos de socavación, erosión y ocupación de los jarillones factores que en algún momento podrían generar fallas funcionales de los mismos aumentando el grado de amenaza en los sectores aledaños al río Tunjuelo.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

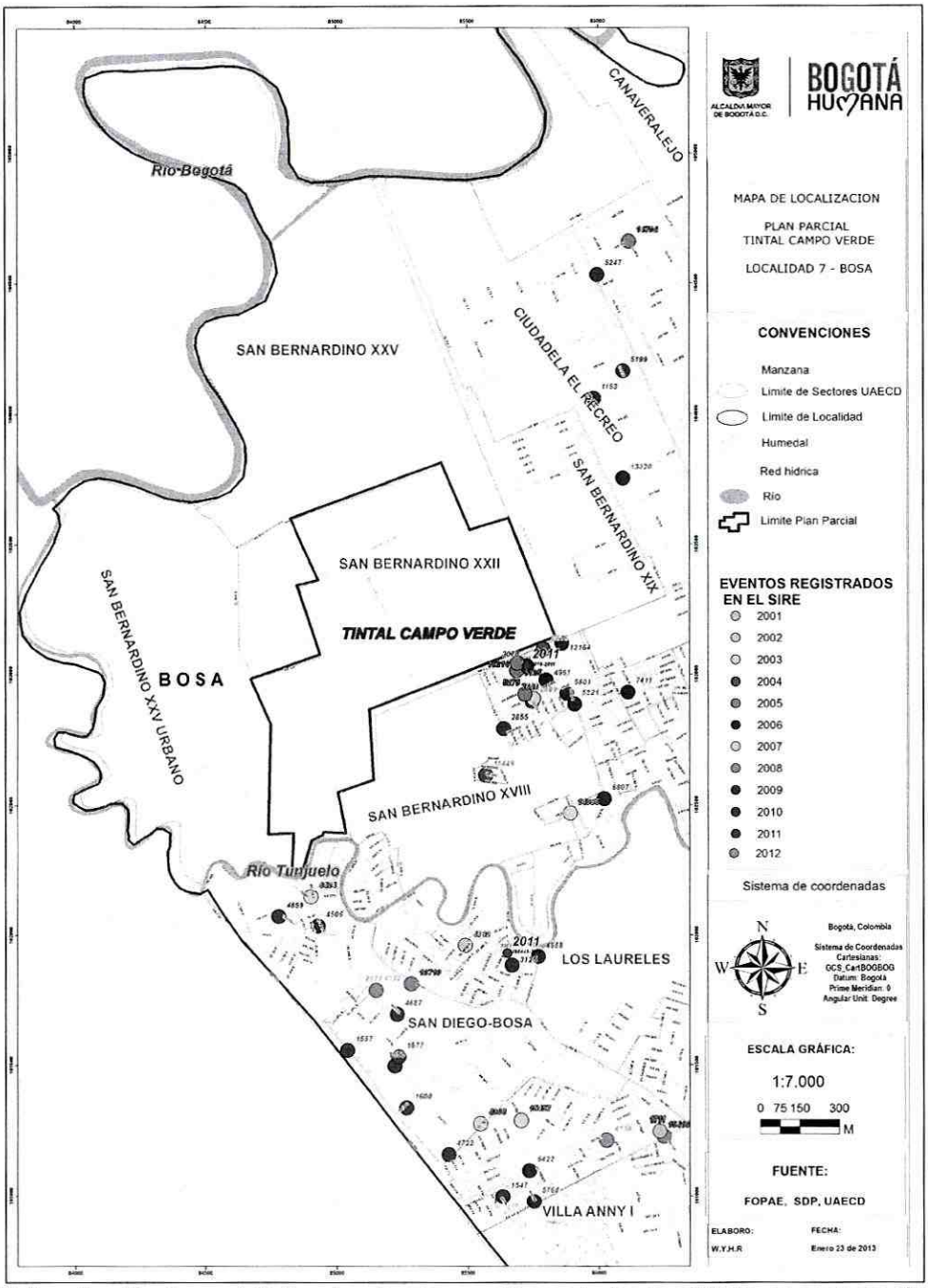

Figura 13. Localización General de Eventos de emergencia reportados en el SIRE, en sectores aledaños al Plan Parcial Campo Verde

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 2 Principales eventos de emergencia ocurridas en el sector

COORD X	COORD Y	ID	TIPO	EVENTO	LOCALIDAD	BARRIO	DIRECCION	AÑO
-74.2016	4.6075	1711	Inundación	1711-2001	7 Bosa	MANZANARES	DG 73 G Sur KR 85 F	2001
-74.2083	4.6139	7265	Inundación	4682-2002	7 Bosa	BOSA LAURELES	CL 84 C Bis Sur 89 B - 55	2002
-74.2076	4.6198	31126	Inundación	11449-2004	7 Bosa	SAN BERNARDINO XVIII	CL 83 Sur 88C 05	2004
-74.2060	4.6224	21563	Inundación	2809-2004	7 Bosa	POTRERITOS.	KR 89 C CL 80 Sur	2004
-74.2056	4.6242	21566	Inundación	2816-2004	7 Bosa	PALESTINA PROVIDENCIA.	KR 90 78 - 73 Sur	2004
-74.2014	4.6073	47637	Encharcamiento	15416-2005	7 Bosa	SAN BERNARDINO I	DG 73F Sur 79A 03	2005
-74.2101	4.6126	45859	Encharcamiento	13710-2005	7 Bosa	SAN DIEGO - BOSA	KR 80 I CL 85 Sur	2005
-74.2062	4.6227	37854	Inundación	5275-2005	7 Bosa	SAN BERNARDINO XVIII	KR 103 80 - 06 Sur	2005
-74.2065	4.6235	36853	Inundación	5125-2005	7 Bosa	SAN BERNARDINO XVIII	CL 80 89 C - 19 Sur	2005
-74.2065	4.6237	48446	Encharcamiento	16216-2005	7 Bosa	VILLAS DEL PROGRESO	CL 80 SUR KR 90	2005
-74.2026	4.6384	46929	Inundación	14708-2005	7 Bosa	SAN BERNARDINO XVI	CL 69 SUR KR 104	2005
-74.2059	4.6051	56700	Encharcamiento	5768-2006	7 Bosa	MANZANARES	DG 73F KR 79A	2006
-74.2061	4.6061	57293	Encharcamiento	6422-2006	7 Bosa	SAN BERNARDINO I	DG 74 78A - 89 sur	2006
-74.2045	4.6223	56154	Inundación	5221-2006	7 Bosa	VILLAS DEL PROGRESO	KR 88I CL 78 sur	2006
-74.2048	4.6227	56748	Inundación	5801-2006	7 Bosa	VILLAS DEL PROGRESO	KR 88J 78-33 sur	2006
-74.2026	4.6227	58317	Inundación	7411-2006	7 Bosa	VILLAS DEL PROGRESO	KR 88G 74A - 29 SUR	2006
-74.2055	4.6231	55891	Encharcamiento	4961-2006	7 Bosa	VILLAS DEL PROGRESO	KR 89 A 79 - 10 SUR	2006
-74.2049	4.6244	64039	Inundación	13164-2006	7 Bosa	VILLAS DEL PROGRESO	CL 78 SUR KR 90	2006
-74.2028	4.6302	64193	Encharcamiento	13320-2006	7 Bosa	SAN BERNARDINO XVII	KR 95 72 - 46 SUR	2006
-74.2077	4.6078	76236	Encharcamiento	8398-2007	7 Bosa	SAN DIEGO - BOSA	KR 78A CL 78 sur	2007
-74.2063	4.6079	83295	Encharcamiento	15457-2007	7 Bosa	SAN BERNARDINO I	CL 77 Sur KR 78D	2007
-74.2135	4.6157	76262	Inundación	8424-2007	7 Bosa	SAN DIEGO - BOSA	KR 88 bis 93-14 sur	2007
-74.2047	4.6185	82234	Encharcamiento	14396-2007	7 Bosa	EL REMANSO	KR 87j 80-32 sur	2007
-74.2059	4.6225	75524	Encharcamiento	7686-2007	7 Bosa	VILLAS DEL PROGRESO	CL 80 sur KR 89	2007
-74.2034	4.6072	88882	Encharcamiento	4139-2008	7 Bosa	SAN BERNARDINO I	TV 82 74-58 sur	2008
-74.2113	4.6124	86911	Encharcamiento	2171-2008	7 Bosa	SAN DIEGO - BOSA	KR 78A 85A - 85 SUR	2008
-74.2113	4.6124	86070	Encharcamiento	1332-2008	7 Bosa	SAN DIEGO - BOSA	KR 78 A 85 A 85 SUR	2008
-74.2035	4.6190	103090	Encharcamiento	6807-2009	7 Bosa	EL REMANSO	KR 87J CL 78 Sur	2009
-74.2038	4.6329	97214	Encharcamiento	1153-2009	7 Bosa	SAN BERNARDINO XVII	KR 98 B 72-25 SUR	2009
-74.2070	4.6052	105456	Encharcamiento	1547-2010	7 Bosa	SAN JOSE	KR 78 BIS 73H-30 SUR	2010
-74.2088	4.6067	108635	Encharcamiento	4722-2010	7 Bosa	SAN JOSE	CL 78 SUR 77 J 11	2010
-74.2103	4.6083	105509	Encharcamiento	1600-2010	7 Bosa	SAN JOSE	CL 79 SUR 77G 50	2010
-74.2107	4.6097	105459	Encharcamiento	1550-2010	7 Bosa	SAN JOSE	CL 80 77L-15 SUR	2010
-74.2105	4.6101	105486	Encharcamiento	1577-2010	7 Bosa	SAN JOSE	KR 78 80-42 SUR	2010
-74.2123	4.6103	105466	Encharcamiento	1557-2010	7 Bosa	SAN JOSE	CL 85A SUR 77G	2010
-74.2106	4.6115	108597	Inundación	4687-2010	7 Bosa	SAN JOSE	KR 78A 84B-54 SUR	2010
-74.2058	4.6135	108598	Encharcamiento	4688-2010	7 Bosa	EL REMANSO	CL 82A 81B-41 SUR	2010
-74.2133	4.6146	108416	Inundación	4506-2010	7 Bosa	SAN JOSE	DG 89 B SUR 80 I 57	2010
-74.2067	4.6132	112519	Encharcamiento	3125-2011	7 Bosa	EL REMANSO	CL 82 C SUR 81 - 19	2011
-74.2147	4.6150	114396	Encharcamiento	4859-2011	7 Bosa	SAN JOSE	DG 92A SUR 87 81	2011
-74.2069	4.6215	112249	Encharcamiento	2855-2011	7 Bosa	SAN BERNARDINO XVIII	CL 82 SUR 88I BIS 80	2011
-74.2061	4.6236	112464	Inundación	3070-2011	7 Bosa	SAN BERNARDINO XIX	KR 89C 79 SUR 51	2011
-74.2028	4.6339	114736	Encharcamiento	5199-2011	7 Bosa	SAN BERNARDINO DIECISIETE	CL 71 98 B 50 SUR	2011
-74.2037	4.6372	114784	Encharcamiento	5247-2011	7 Bosa	SAN BERNARDINO DIECISIETE	CL 70A SUR 102 51	2011
-74.2068	4.6137	389990	Inundación	280441-2011	7 Bosa	EL REMANSO	CL 83 SUR 81A 29	2011
-74.2061	4.6236	112464	Inundación	3070-2011	7 Bosa	SAN BERNARDINO XIX	KR 89C 79 SUR 51	2011

6.6 Análisis de eventos históricos en la cuenca del Río Bogotá

Emergencia Invernal 2006

Según se desprende del "Informe Técnico detallado de la emergencia invernal marzo - mayo de 2006" realizado por la Gerencia Corporativa Servicio Al Cliente de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, durante el primer semestre del año 2006 se presentó una de las temporadas invernales más fuertes de los últimos tiempos, cuando el nivel del río Bogotá estuvo muy cerca a la corona de los jarillones, a punto de producir una inundación generalizada en la ciudad y municipios vecinos. En algunos puntos y dado que el jarillón derecho se encuentra más bajo que el que protege la ciudad, se presentaron desbordamientos en algunos sectores de municipios vecinos; de igual forma, en Bogotá, hubo desbordamientos y algunos encharcamientos por incapacidad de drenar el agua lluvia hacia el río Bogotá.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Como lo consigna el citado informe, se evidencia que durante el recorrido realizado por la EAAB a los sitios críticos se estableció una inundación por el río Bogotá, con una lámina de agua superior a los 50 centímetros en las viviendas ubicadas en la Finca el Recreo, Sector la Isla de Metrovivienda.

De acuerdo con el informe final de la "Asesoría Técnica especializada en Hidráulica para el FOPAE" (Estudios y Asesorías, 2006 - 2007) donde se realizó un análisis de las inundaciones de mayo de 2006 en el río Bogotá, los niveles máximos reportados durante la primera temporada invernal del año 2006, a lo largo del río que limita con la ciudad de Bogotá, estuvieron por encima de los promedios reportados por HMV (2003), aproximadamente entre 0.40 m y 2.06 m y en general iguales o inferiores hasta 1.10m con el nivel de la creciente con período de retorno de 10 años. En particular, en el tramo del río Bogotá aguas arriba del río Tunjuelo, el nivel presentado es aproximadamente 1 m menor que la creciente con periodo de recurrencia de 10 años.

Emergencia Invernal 2011

De acuerdo al diagnóstico técnico DI – 6103 del 28 de Diciembre de 2011, se presentó inundación por reflujo con láminas de agua hasta de 1.20 metros de altura, en el sector comprendido por las Calles 58 Sur a Calle 75A Sur entre Carreras 92A a 106A aproximadamente, debido posiblemente a la sobrecarga de volúmenes de agua y/o caudales en el sistema de alcantarillado del Canal Cundinamarca y sus canales afluentes que tienen la función de drenar gran parte de las localidades de Bosa y Kennedy, lo cual conllevó a sobrepasar la capacidad máxima de almacenamiento del sistema, generando el reflujo del mismo por las redes menores de alcantarillado de aguas lluvias hacia las vías, parqueaderos, zonas comunes y zonas residenciales de los conjuntos Alameda del Río y Ciudadela el Recreo de la localidad de Bosa, ubicados en las áreas de influencia de los canales Tintal IV, Santa Isabel y Tintal III, desde la Avenida Longitudinal de Occidente – ALO, paralela al Canal Cundinamarca, hasta inmediaciones de la Carrera 106 A.

Con base en la inspección visual realizada durante la evaluación técnica, se logró evidenciar que la afectación generada por el reflujo, con la presencia de aguas lluvias combinadas con aguas residuales en las vías de acceso a los conjuntos residenciales y viviendas, así como al interior de las mismas, generaba compromiso en las condiciones de habitabilidad, por falta de movilidad al sector y accesibilidad a las viviendas. La probabilidad de contaminación de los tanques de almacenamiento de agua potable y de las redes exteriores e instalaciones interiores hizo necesaria la suspensión del servicio, imposibilitando el acceso al agua potable domiciliaria, afectando la evacuación de aguas residuales y residuos sólidos domésticos, y favoreciendo la atracción y generación de vectores (roedores, moscas, zancudos y microorganismos), con consecuencias sobre la higiene y riesgos sobre la salud de la población residente y de atención de la emergencia.

Igualmente, la presencia de agua en las vías generó riesgos de electrocución por la eventual existencia de redes eléctricas subterráneas y subestaciones eléctricas, lo que obligó a suspender el servicio de suministro del fluido eléctrico, incluido el alumbrado público, afectando la funcionalidad y la consecuente habitabilidad de todas las viviendas y la seguridad en el sector.

En la Figura 14 se puede observar el área de afectación por el evento descrito en la ciudadela El Recreo colindante con el Plan Parcial Campo Verde.

En virtud de lo anterior, se hizo necesario a nivel de la administración distrital, revisar la zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento presentada en el Plano Normativo del POT, considerando otros criterios adicionales no incorporados en su momento, que podrían modificar dicha zonificación.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

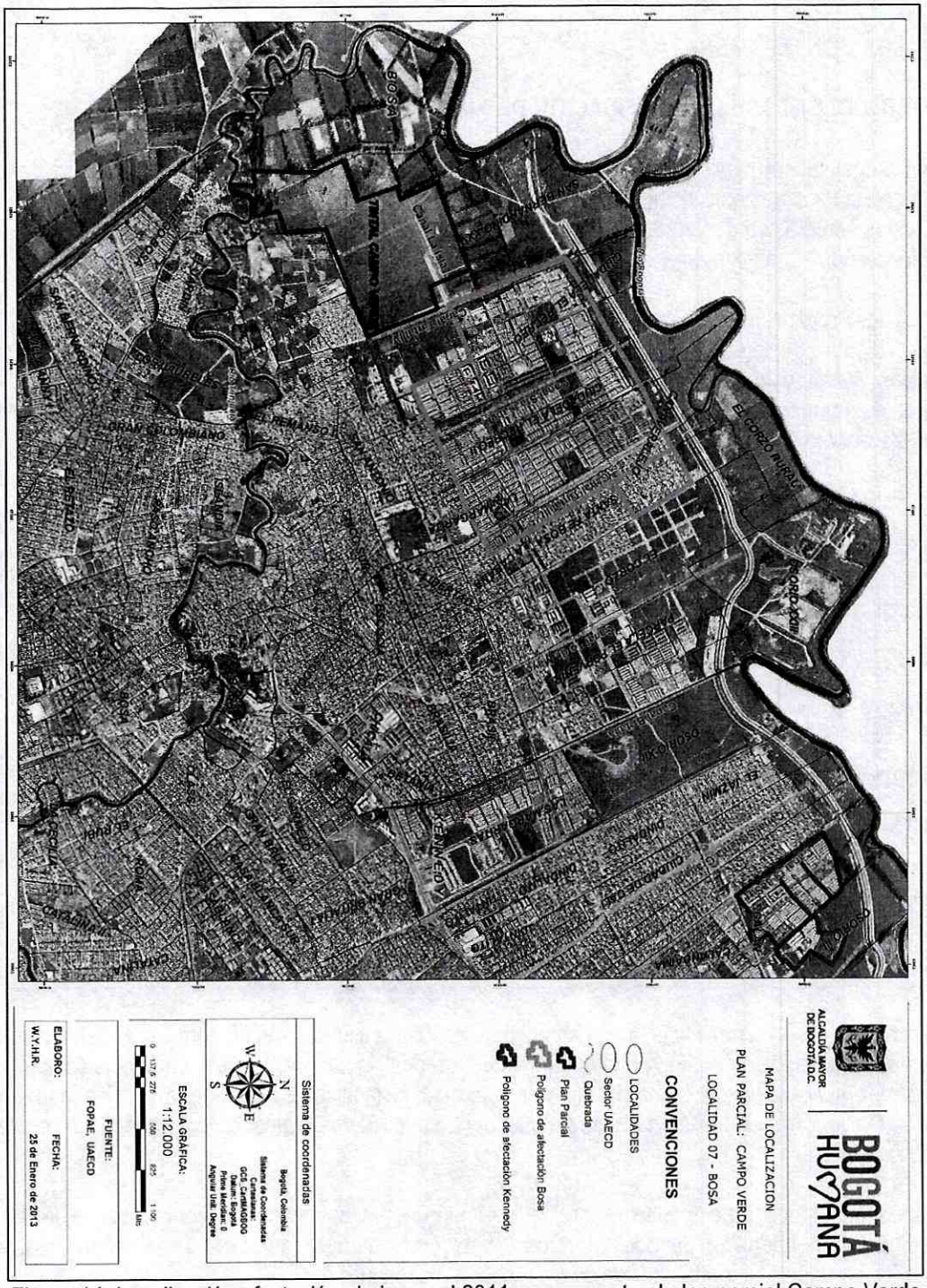

Figura 14. Localización afectación ola invernal 2011 con respecto al plan parcial Campo Verde

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7 EVALUACIÓN DE AMENAZA

7.1 METODOLOGÍA DE LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA PLANO NORMATIVO POT

Con el fin de establecer las condiciones de amenaza por inundación en la ciudad, el FOPAE ha contratado una serie de estudios de zonificación, algunos de ellos extienden su alcance a amenaza y otros a riesgo. Con base en estos estudios se desarrolló un mapa de zonificación para la ciudad contenido en el Decreto 190 de 2004, identificando zonas con amenaza alta y media.

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias FOPAE cuenta con información de topografía, hidrometeorología, geología, geomorfología, hidráulica, geotecnia, uso del suelo, condiciones sociales, organización social y zonificación de amenaza y/o riesgo de inundación, asociada al análisis de los fenómenos de inundación en la ciudad. Los estudios que constituyeron la base para el mapa de zonificación de amenaza vigente se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Estudios base para el mapa de zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento vigente

ESTUDIO	ALCANCE	LOCALIDAD	CONSULTOR	NUMERO CONTRATO
Zonificación de riesgo por inundación en la Localidad de Kennedy.	Amenaza y Riesgo	Kennedy	Ingetec S.A.	1314-91-97
Zonificación de riesgo por inundación en la Localidad de Suba	Amenaza y Riesgo	Suba	Ingetec S.A.	1314-90-97
Zonificación de riesgo por inundación en la Localidad de Engativá.	Amenaza y Riesgo	Engativá	Ingetec S.A.	1314-92-97
Zonificación de riesgos por inundación localidad de Fontibón : Margen izquierda del Río Bogotá	Amenaza y Riesgo	Fontibón	Ingetec S.A.	
Zonificación de amenaza por inundación en el sector norte de la Localidad de Suba.	Amenaza	Suba	Estudios y Asesorías Ingenieros Consultores	G-898-122-98
Zonificación de riesgo por inundación del Río Bogotá y acciones para su mitigación.	Amenaza	Bosa	Estudios y Asesorías Ingenieros Consultores	G-896-121-98
Zonificación de riesgo por inundación del Río Juan Amarillo	Amenaza y Riesgo	Usaquén, Chapinero, Teusaquillo, Engativá y Suba	Hidrotec Ltda.	G-901-117-98
Zonificación de riesgo por inundación en diferentes localidades del Distrito.	Amenaza y Riesgo	Fontibón, Tunjuelito, Bosa, Ciudad Bolívar	Ingetec S.A.	1314-01-98
Zonificación de amenaza por inundación del río Fucha.	Amenaza y Riesgo	SanCristóbal, Fontibón, Kennedy	Hidroconsulta Ltda	CCS-539-99

La zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento actualmente vigente considera, la normatividad establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial, la información técnica generada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias y la información técnica proporcionada por las entidades del Sistema de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito (SDPAE) disponible, a la fecha de elaboración del Plano normativo.

Los criterios adoptados para la evaluación de la amenaza, se basan en los conceptos de frecuencia y severidad que dependen del periodo de retorno y la profundidad y duración de la inundación, lo cual determina los grados de amenaza tal como se describen a continuación:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 4: Definiciones de niveles de amenaza

CATEGORIZACIÓN DE LA AMENAZA	DESCRIPCIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
AMENAZA ALTA	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua igual o superior a 0,50 m, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos graves. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada diez años durante la vida útil del jarillón hasta ese nivel.	>65%
AMENAZA MEDIA	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente entre los periodos de retorno de 10 y 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos moderados.	10% -65%
AMENAZA BAJA	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua con efectos potencialmente dañinos leves. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años durante la vida útil del jarillón.	< 10%

El plano normativo que establece las zonas de amenaza alta, media y baja de inundación por desbordamiento en el Distrito Capital, está sujeto a modificaciones a través de los instrumentos que aporta el Plan de Ordenamiento Territorial que se describen a continuación:

- **Emisión de conceptos técnicos de legalización y de planes parciales:** mediante los cuales se lleva la zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento a una escala detallada a nivel predial. De esta forma es de esperarse que la modificación del plano corresponda a un aumento de escala y no a la modificación de las condiciones de amenaza, con excepción de los casos en los cuales se realice un nuevo estudio de zonificación que respalde el concepto.

- **Aplicación del procedimiento de actualización por obras de mitigación ejecutadas**. Este procedimiento fue descrito para el caso del río Tunjuelo y debe ser aplicado a todos los cuerpos de agua que sean intervenidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, la CAR o cualquier

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

entidad que dentro de sus competencias sea responsable por los recursos hídricos de la ciudad de Bogotá. Este procedimiento se lleva a cabo cuando la entidad responsable informa a la DPAE a satisfacción sobre la mitigación que ha realizado mediante los siguientes documentos como mínimo:

- Escenario de diseño
- Los factores de seguridad y escenarios con los cuales se diseñaron las obras de protección (jarillones, vertederos, presa etc) de tal manera que se garantizara una protección adecuada de la población localizada en su área de influencia.
- El comportamiento hidráulico actual del cuerpo de agua
  - La culminación y recibo a satisfacción de todas las obras
  - El caudal y el periodo de retorno correspondiente que puede transitar el cuerpo de agua sin desborde, bajo las condiciones actuales.

- Posterior al recibo a satisfacción de la información descrita, el cambio de zonificación se oficializará con un concepto que constituirá la base para la modificación del plano normativo de amenaza de inundación por desbordamiento.

Se asume en todos los casos que el mantenimiento a cargo de las entidades responsables por los cuerpos de agua se lleva a cabo de manera adecuada y que dichas entidades son responsables de mantener el nivel de amenaza buscando siempre su manejo y mitigación.

7.2 AJUSTE DE LA ZONIFICACIÓN POR CAMBIO DE ESCALA

Tal como se ha planteado en el numeral anterior, uno de los instrumentos para el ajuste o modificación del plano normativo de amenaza por inundación, son los conceptos técnicos a través de los cuales se precisa a mayor nivel de detalle la zonificación. Para el caso específico del Plan Parcial Campo Verde, el ajuste realizado se basa en el análisis de criterios principalmente de carácter geomorfológico, estratigráfico, palinológico, hidrológico e hidráulico, de acuerdo con la información disponible, el reconocimiento de campo y la adopción de algunas premisas fundamentales para garantizar la estabilidad de la evaluación. Este análisis se presenta a continuación:

7.2.1 Análisis Geomorfológico

Componente Topográfico

La expresión topográfica de un terreno es el resultado de las características físicas de los materiales que lo constituyen, la estructura geológica y los fenómenos que lo afectan, tales como la erosión, la sedimentación y depositación. De esta forma se configura la forma de la superficie y la pendiente o inclinación.

La información topográfica analizada corresponde a las curvas de nivel a Escala 1:100, información suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (2010) (Figura 15), que presenta algunas inconsistencias, por lo cual se analizó la topografía a Escala 1:10.000, que hace parte del informe "Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Tunjuelo (2009)"

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El análisis de la topografía en el área de estudio, permite identificar los siguientes rasgos importantes para precisar las condiciones potenciales de inundación:

- Llanura de inundación del rio Tunjuelo y Bogotá: correspondiente al área más extensa; representa el 100% del área total, de topografía plana y regular.
- Terraza alta del Río Tunjuelo: no se encuentra directamente en el polígono de estudio, se localizan al noreste del área y se caracteriza por ser una zona de mayor elevación topográfica que la llanura de inundación.
- Pequeñas Depresiones en el costado noroccidental del Plan Parcial, marcadas por las curvas de nivel
- Presencia de vallados en la zona sur occidental y oriental, que se expresan en patrones lineales de depresiones marcados por las curvas de nivel o por la presencia de los canales construidos artificiales (Canal San Bernardino y Canal la Isla)
- Terraplenes (Jarillones construidos, obras de adecuación hidráulica) a lo largo de la zona sur del Plan Parcial con una base de 5 m de ancho y taludes 1,5H: 1,0V.

De acuerdo con el análisis topográfico, el Plan Parcial Campo Verde ante un aumento de nivel de las aguas del río Tunjuelo y la eventual ruptura de los jarillones colindantes, estaría expuesto a inundaciones debido a su condición llana, por estar situado bajo una cota inferior al Río Tunjuelo y por encontrarse frente a una zona de terraza de mayor elevación en el borde opuesto.

Unidades Geomorfológicas

De acuerdo con el estudio "Diseños para construcción de las obras de control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo", la zona del Plan Parcial se encuentra a nivel regional en la cuenca del río Tunjuelo, conformada por depósitos cuaternarios recientes que originan suelos fluvioaluviales del tipo limoso a Arcilloso y que constituyen dos zonas geomorfológicas predominantes; la Zona Aluvial y la Zona de Terraza Alta (Ver Figura 16).

Zona Aluvial (II)

Esta zona corresponde a la llanura aluvial que comprende el área máxima de divagación lateral del río, controlada en la actualidad por jarillones o diques y depósitos de escombros que pueden estar urbanizados. Contiene al lecho menor actual. Esta zona limita con los taludes de las zonas de terrazas bajas y de la zona de terrazas altas; es potencialmente inundable y está sujeta a procesos de socavación lateral.

Zona de Terraza Alta (IV)

Esta zona está localizada en las márgenes del río, limitando a la zona Aluvial (II). Sobresale la terraza localizada en la margen suroriental entre las abscisas K3+100 y K3+500 colindante con el Plan Parcial en su costado sur. La zona puede presenta fenómenos de carcavamiento e inestabilidad en el talud.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

A nivel local en el área del Plan Parcial CAMPO VERDE se identificaron los rasgos geomorfológicos descritos a continuación:

Cauce principal: El canal es el lecho menor por el cual circula el caudal permanente del río Tunjuelo. Se encuentra limitado por las orillas, generalmente con taludes verticales de la terraza que sufren procesos morfodinámicos como socavación lateral y migración, también por zonas de barras activas cuyo material se desplaza durante las crecidas y por zonas de playa generalmente en las curvas internas o por los jarillones construidos para tal fin.

Jarillones: Se localizan en los bordes del cauce principal, construidos para encausar la red de drenaje de escorrentía, a la cual le han adicionado las aguas servidas del sector. La mayoría de ellos fueron construidos hacia la década de 1950 y han sido mantenidos y realzados para evitar desbordamientos. La mayoría de estos jarillones han sido realzados con materiales propios del fondo del mismo canal.

Depresiones inundables: Corresponden con los bajos topográficos existentes en las zonas de terrazas y la llanura aluvial, los cuales pueden ser inundados de manera esporádica en épocas de alta pluviosidad o pueden permanecer inundados dada la dificultad para su drenaje. Generalmente presentan materiales arcillosos que se saturan fácilmente y tienen una baja permeabilidad, creando zonas pantanosas. En la cuenca del río Tunjuelo, estas depresiones coinciden con meandros abandonados, altamente intervenidos en la actualidad.

De acuerdo con lo expresado anteriormente, a partir del análisis de las unidades geomorfológicas presentes en la zona del Plan Parcial CAMPO VERDE, existe una susceptibilidad a inundaciones debido a que se encuentra inmerso en el valle de inundación del Río Tunjuelo y Bogotá y limita en su borde norte con una geoforma de terraza alta que actúa como una barrera natural ocasionando que en un evento de inundación preferencialmente se desborde se dirija hacia el área del plan parcial.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

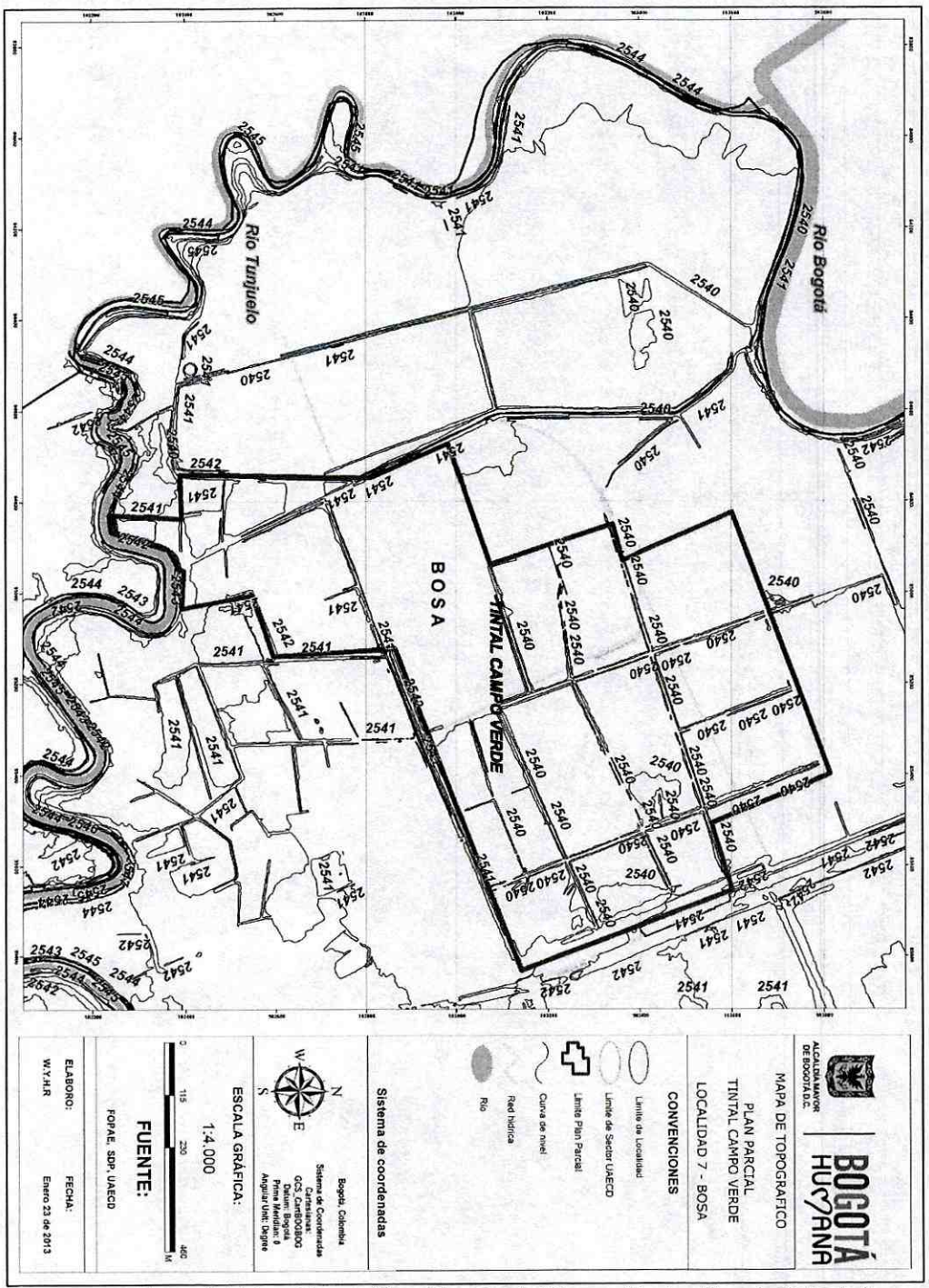

Figura 15. Mapa Topográfico, Plan Parcial Campo Verde. (Fuente Catastro)

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

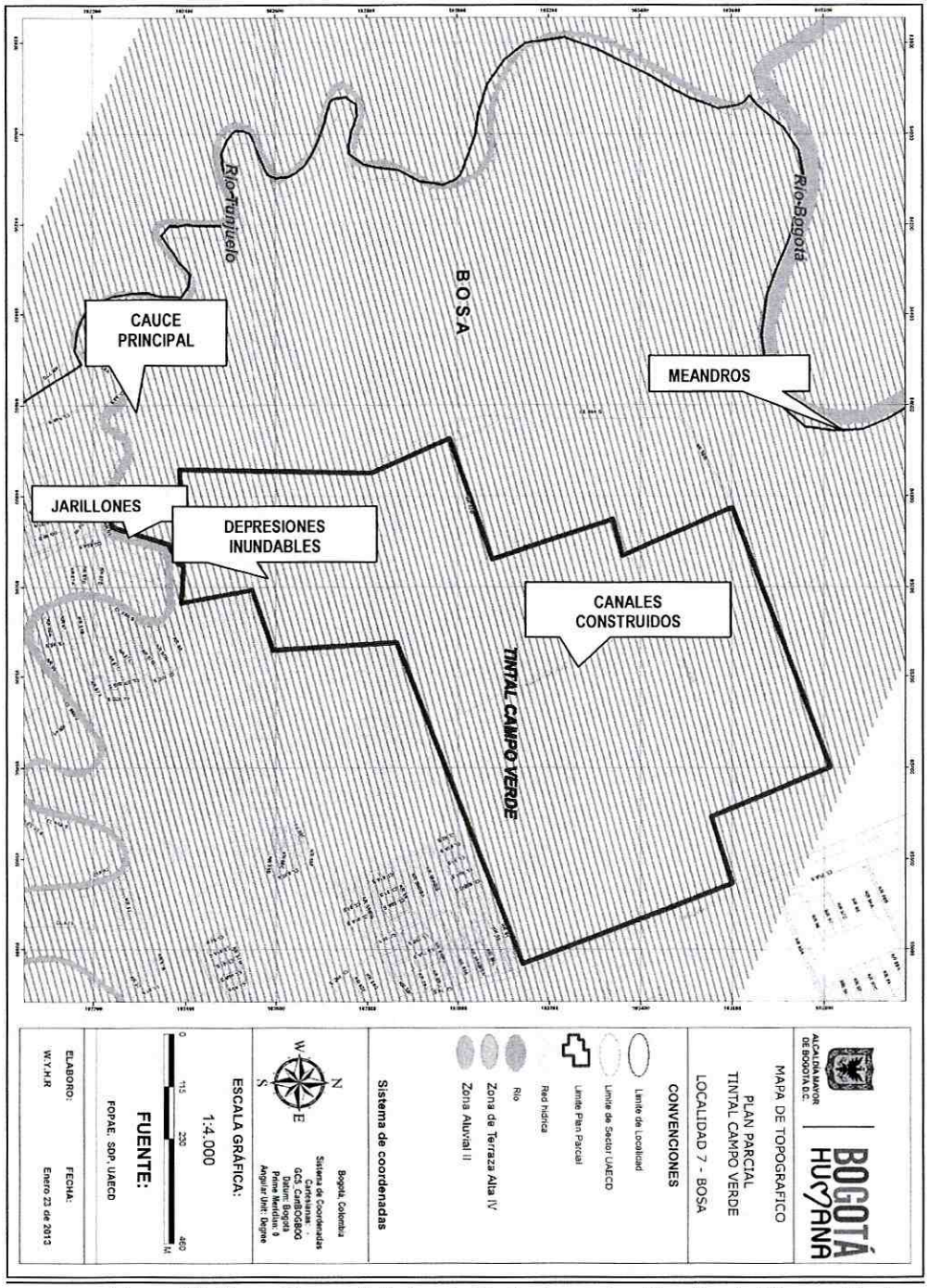

Figura 16. Mapa Geomorfológico río Tunjuelo, sector Plan Parcial Campo Verde.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.2.2 Análisis aspectos geoesféricos

Evolución geológica de la Sabana de Bogotá

El altiplano de Cundinamarca y Boyacá, cuyo extremo sur es la sabana de Bogotá, comenzó a formarse hace unos seis millones de años, con el levantamiento formal de la cordillera oriental, y hace tres y medio millones de años se empezó a definir lo que luego seria el río Bogotá, que nace al norte de la capital y desemboca en el río Magdalena. La sabana se formo por hundimientos en la cordillera, los cuales implicaron que el drenaje no se lograra, originando el gran lago de Humboldt, con vegetación típica de un páramo (Fjeldsa, 1.985; Van der Hammen, 1998). Ya durante el Cuaternario, los cambios climáticos (clima más cálido) y el fondo del lago empezó a levantarse, hasta que hace 30.000 años las aguas del lago se canalizaron a través del Río Bogotá, hacia el Salto del Tequendama. De esta forma, el gran lago se secó parcialmente separándose en varios cuerpos de agua (humedales) más pequeños que se fueron rodeando de plantas propias de bosques andinos y fueron ocupados por una gran diversidad de fauna como ranas, salamandras, lagartijas, culebras, venados, curíes, conejos, nutrias, chuchas, zorros, comadrejas y más de cien especies de aves. Estos cambios sucesivos han sido registrados mediante estudios palinológicos (Hooghiemstra, 1995) en el centro de la sabana de Bogotá y en ellos se puede interpretar la desaparición de la laguna hace unos 28.000 años, dejando áreas de pantanos, lagunas y ríos que comenzaron a trazar sus cauces en esta superficie.

El desagüe general de la sabana siguió el drenaje original de la laguna, en la zona del salto de Tequendama. La sabana de Bogotá, cruzada por el río Bogotá en sentido Norte-Sur por el río Bogotá, tiene un relieve plano, con altura sobre el nivel del mar entre 2.500 y 2.600 metros (m), circundada por cerros ó montañas alargadas y paralelas, orientadas SW-NE y que alcanzan entre 2.800 a 3.900 m de altitud (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1996).

El estudio Paleo-geográfico realizado por Jhon Meyer y Barrera en 2006, se centró en indagar científicamente si las áreas de LA ISLA-POTRERITOS Y CAMPO VERDE, son ecosistemas hidromorfos, con el fin de estudiar la posibilidad de incorporarlos al sistema de humedales del Distrito. Para tal fin, el estudio paleo–geográfico utilizo las ramas de la Geomorfología, Estratigrafía y Palinología.

Análisis fotogeológico multitemporal periodo 1940-1986

El disponer de información visual y digital de la superficie terrestre, permite estudios temporales de un amplio conjunto de temas medioambientales en el ámbito de la hidrología. Se foto interpretaron fotografías aéreas de 1940, 1950, 1976, 1984 y 1986.

Año 1940. El Sector de CAMPO VERDE, localizado en la margen norte de la desembocadura del Rio Tunjuelo y Bogotá, se encuentra ubicado en las llanuras de inundación de los dos ríos mencionados, presentando un ambiente geológico de ríos meándricos y unos vallados prehispánicos (camellones de abanico y longitudinal) asociados a la dinámica de los ríos. La topografía es una superficie plana en donde se observan zonas inundadas en ambos ríos, excepto en la parte inferior derecha, que corresponde a la unidad

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

terraza alta de los ríos. No se observan cambios litológicos ni estructuras tectónicas, pero si influencia antrópica por uso agrícola y ganadera. (Figura 17).



Figura 17: Ortofoto Marzo 6 de 1940. Se aprecia la confluencia, la llanura de entre los Ríos Bogotá y Tunjuelo.

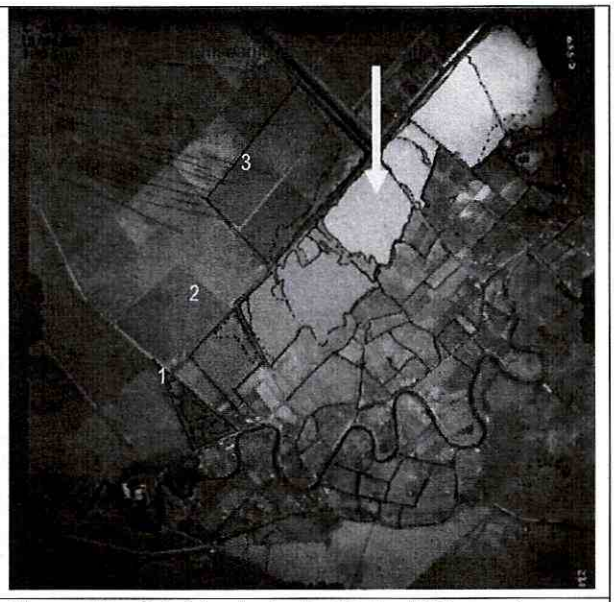

Figura 18:. Ortofoto de Junio 15 de 1950, se observa, Los polígonos la Isla 1; Potreritos 2; Campo Verde 3; Extensos espejos de agua y Camellones Prehispánicos.

Año 1950. Se observa una extensa superficie de inundación del Rio Tunjuelo, con espejos de agua en los sectores San Juanito, La Esperanza I, II y Potreritos y un incremento en la red vial donde se ubica el barrio San Bernardino. (Figura 18).

Año 1976. Se observa una disminución en las zonas inundadas, quizás por los canales construidos en el sector, sin embargo se aprecia en los polígonos La Isla y Campo Verde tonalidades oscuras que indican presencia de inundaciones. (Figura 19).

Año 1984. Se realizó una fotointerpretación más detallada a escala 1: 1765 con fotografías aéreas del vuelo IGAC R946, donde se observa el ambiente de ríos meándricos con sinuosidad 2 y 3,3; Serie de camellones de tipo abanico y longitudinal, observados desde el Rio Tunjuelo hacia la llanura de inundación; Al igual un sistema de vías que comunica las diferentes fincas y un conjunto de zonas inundadas en los sectores de La Isla, Campo Verde y Potreritos. (Figura 20).

Año 1986. Se observa espejos de agua en los sectores, La Isla, Campo Verde. La dinámica poblacional se desarrolla sin planificación y sobre la llanura de inundación. (Figura 21).

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 19: . Ortofoto del 1 Noviembre 1976. Se observa espejos de agua en los polígonos de la Isla, Potreritos y Campo Verde.

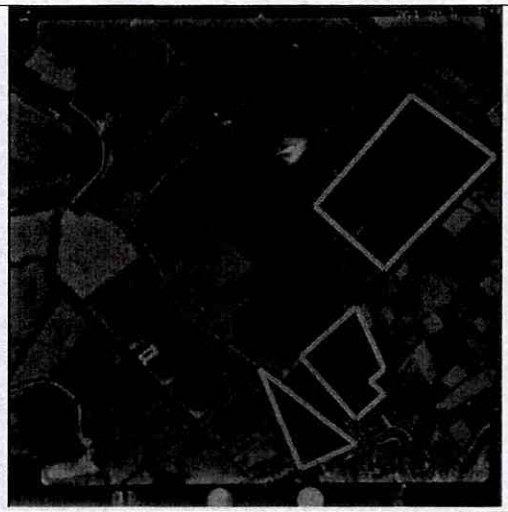

Figura 20:.Ortofoto. R946 de 1984. Fotointerpretación detallada de los sectores la Isla 1, Potreritos 2 y CAMPO VERDE 3. Se observan manchas de inundaciones en los 3 polígonos.



Figura 21:. Ortofoto 1986. Presencia de espejos de agua, producto de inundaciones del Rio Bogotá en los polígonos La Isla, Potreritos y Campo Verde.



Figura 22:.. Imagen Satelital SPOT 2005. Se observa la zona de inundación producto de la confluencia de los Río Bogotá y Tunjuelo.

Análisis año 2005. Este análisis se realizó con la imagen satelital SPOT resolución 20 m, se utilizó la composición a falso color con las bandas 3, 2, 1 multiespectrales, para identificar las zonas de mayor reflactancia la cual está asociada a la presencia de agua producto, el color violeta identifica zonas afectadas producto de una inundación que incluyen el área del plan parcial.(Figura 22).

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- **Análisis de facies sedimentarias**

Las facies definen y describen objetivamente atributos físicos, biológicos y/o químicos que distinguen un tipo de roca o sedimento de otro. Los atributos que definen las facies son mineralogía, biota, textura, estructuras sedimentarias físicas y biogénicas (Estructuras dejadas en el sedimento o roca por actividad de organismos vivos en su actividad diaria. (Fajardo 2000).

En desarrollo del estudio "Estudio de sedimentos hídricos de cinco humedales de Bogotá y el sector CAMPO VERDE, en la Localidad de Bosa. 2006", se elaboraron 4 perforaciones a 1m de profundidad en los sectores La Isla, Potreritos, Campo Verde y El Tintal IV, con el objeto de construir las facies sedimentarias que permiten definir el ambiente geológico en contraste con los actuales, registrando cualquier cambio tanto natural como antrópico las cuales se desarrollan a continuación:

- **Sucesión Facies Llanura de Inundación**

De acuerdo con el estudio mencionado en las columnas de las Figura 23 - Figura 25, se detallaque la facie de inundación representa un 71,5% del total analizado. Esta Facie de inundación corresponde a: rld, rxoLd, mtLd, rvLd, mdLd, mLd y suelo en formación, las cuales están compuestas principalmente por lodo en especial material terrígeno y con algún componente de materia orgánica:

- **Raíces-Lodo (rld):** Representa el 21,6% de la sucesión facies de llanura de inundación en el sector La Isla - Campo Verde que son zonas expuestas continuamente a inundaciones con una columna de agua baja.
- **Moteado-Lodo (mtLd):** Representa el 33,5% de la sucesión facies de llanura de inundación. Facie depositada por suspensión. Zonas expuestas a inundaciones constantes con algunas épocas de sequia.
- **Restos Vegetales- Lodo (rvLd):** Representa el 10,5% de la sucesión facies de llanura de inundación. Facie depositada por suspensión. Esta facie se interpreta de dos formas: La primera parte como la más profunda y en su mayor tiempo inundada por la llanura de inundación. La segunda parte secuencia de lagos con una influencia relevante de depósitos fluviales por suspensión.
- **Madrigueras-Lodo (mdLd):** Esta facie sólo se encuentra en el sector de Campo Verde que constituye el 4,5 % de la sucesión facies de llanura de inundación. Facie depositada por suspensión que representa una zona inundada con un largo período de sequía en donde se generaron procesos biológicos.
- **Suelo**: Esta Facie sólo se presenta en la Isla y constituye sólo el 0,9% de la sucesión de facies llanura de inundación, facie generada por un proceso de sequia en donde alcanzo a formarse suelo, proceso normal dentro de las llanuras de inundación.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- **Sucesión Facies de Lago**

Sólo se registraron las facies rvLdo con un 13,5% evidenciando la presencia de momentos de inundación muy altos sin influencia directa de procesos fluviales.

- **Lodo Orgánico (rvLdo):**, Corresponde a una zona inundada de tipo pantanoso, con fondo anóxico que genera procesos químicos de reducción.

- **Sucesión Facies de desborde**

Esta facie se presenta en el 13,2%, mAr, sólo en los pozos cercanos al Rio Tunjuelo.

- **Masivo-arena (mAr):**, facies depositadas por progradación, depósitos geomorficos COEVASSE SPLAY, ambiente de ríos trenzados.

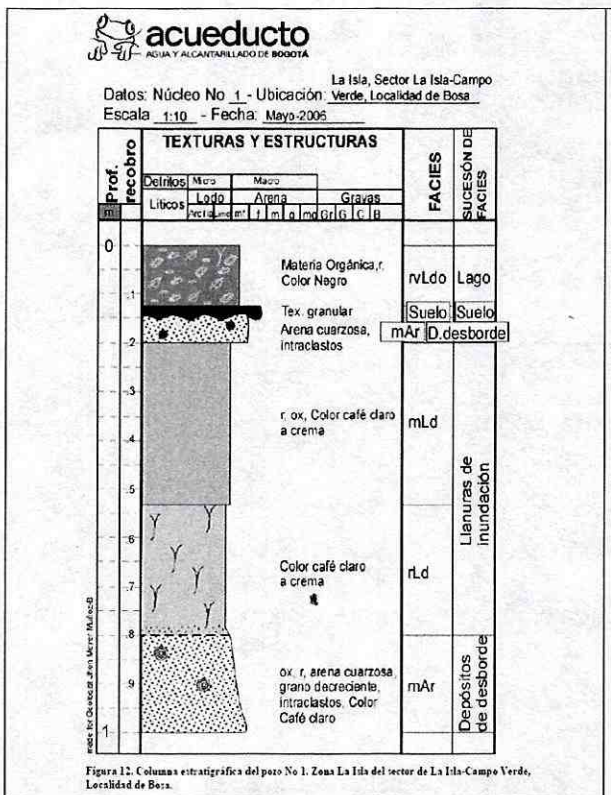

Figura 12. Columna estratigráfica del pozo No 1. Zona La Isla del sector de La Isla-Campo Verde, Localidad de Bosa.

Figura 23: Columna Estratigráfica, Sector La Isla

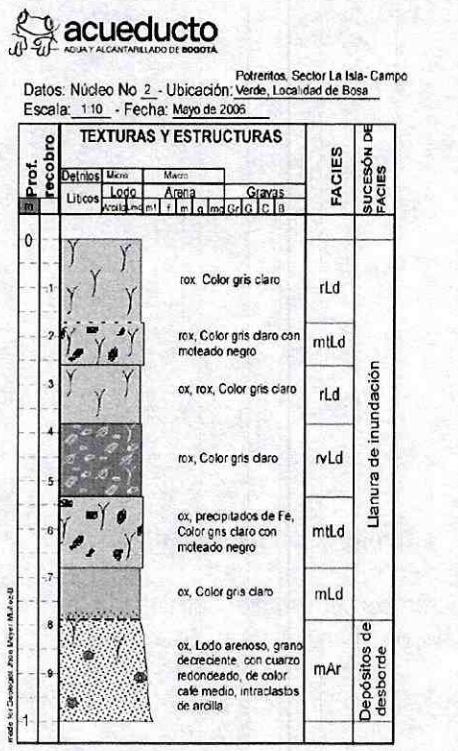

Figura 13. Columna estratigráfica No 2. Zona Potreritos del sector de La Isla-Campo Verde, Localidad de Bosa.

Figura 24: Columna Estratigráfica, Sector Potreritos

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

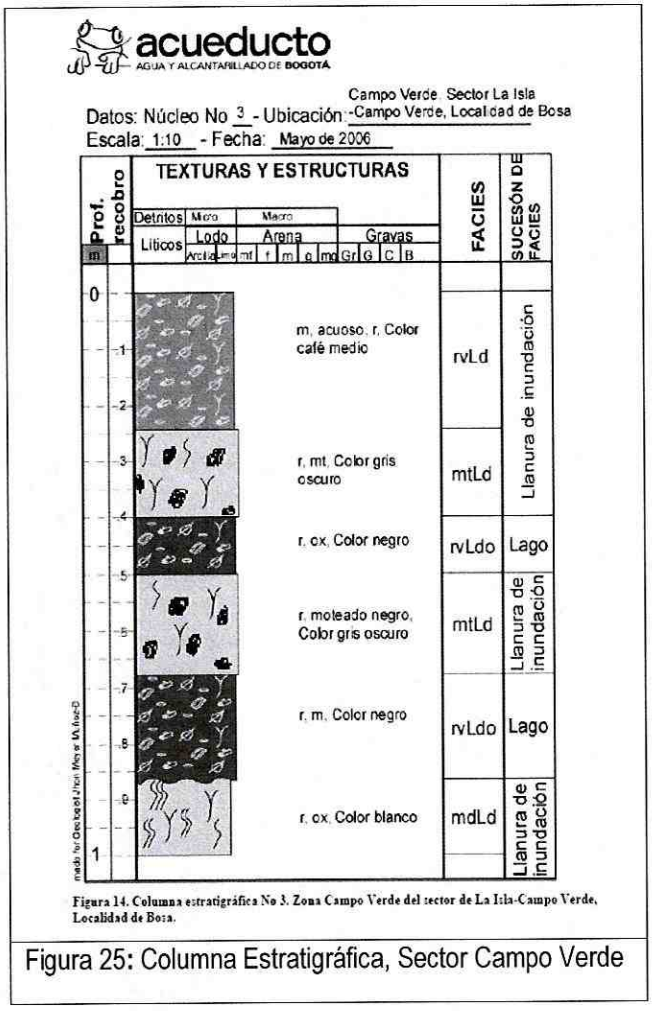

Figura 14. Columna estratigráfica No 3. Zona Campo Verde del sector de La Isla-Campo Verde, Localidad de Bosa.

Figura 25: Columna Estratigráfica, Sector Campo Verde

- **Interpretación paleo-geográfica de Campo Verde**

De acuerdo con el estudio mencionado, cuando se realizaron las perforaciones mencionadas (Figuras 18 - 20), se encontraron columnas de agua entre 50 a 130 cm.

- **Sector la Isla**

Presencia de facies mAr, representa un deposito de desborde generado por un rio aledaño (Ríos Bogotá o Tunjuelo) y posteriormente cubierto por un período de llanura de inundación facies (rLd, mLd). Indicando intercalación de periodos de desborde y sequias.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- **Sector Potreritos**

  Presencia de facies mlAr, representa un deposito de desborde generado por un rio aledaño (Ríos Bogotá o Tunjuelo) y posteriormente cubierto por un período de llanura de inundación facies (mLd, mtLd, rvLd, rLd). Indicando sometimiento a frecuentes inundaciones de los ríos aledaños.

- **Sector Campo Verde**

  El análisis de las perforaciones en este sector se describen como sucesión compuesta por dos ambientes geológicos, Llanuras de Inundación (mdLd, mtLd, rvLd) y Lagos (rvLdo), indicando la recurrencia de la exposición a inundaciones de este sector.

- **Análisis de facies palinológicas**

Las facies palinológicas revalidaron la interpretación de la Estratigrafía, de cada nucleo identificado para la estratigrafía se extrajeron muestras para el análisis de polinomorfos.

- **Sector La Isla**
  La muestra se obtuvo a 30 cm de profundadas sobre la Facie mLd, donde se encontraron los siguientes palinomorfos: Myrcinaceae, tretaploa Aristata, Typha, Gaeunqannomyces, entre otros. Los polinomorfos son asociados a la palinológica depositada sobre superficies de inundaciones temporales.

- **Sector Potreritos**
  Se realizaron dos muestras a 3 cm y a 15cm. Se encontraron los siguientes palinomorfos: Asteraceae, Cyathec, Spirogyra, Potamogetom, Azolla, entre otros. La muestra somera se tomo de la facie rLd, donde se encontró la asociación palinológica depositada sobre superficies con inundaciones temporales. La segunda muestra suprayacía el contacto facie mtLd encontrándose que en el momento de la depositación existía un espejo de agua más permanente.

- **Sector Campo Verde**
  Se realizaron dos muestras a 21 cm y a 45cm. Se encontraron los siguientes palinomorfos: Ambrosia, Hydrocotyle, Hedyomun, Zygnema, Pedospora, Chenopodiaceae, Myriophyllum, Azolla, entre otros. La muestra somera de la facie rLd, preesentó la asociación palinológica depositada sobre superficies con inundaciones temporales, mientras que la segunda la facie mtLd evidencia la existencia de un espejo de agua más permanente.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.2.3 Vegetación

Antiguamente las zonas húmedas de la Sabana de Bogotá cubrían entre 30.000 a 50.000 Ha, con la presencia de la vegetación acuática asociada a este tipo de ecosistemas (ribera, emergente, flotante y sumergida) según los niveles del agua.

Las riberas generalmente se caracterizaban por juncales y herbazales densos (Rangel, 2003). En las superficies mejor drenadas, posiblemente existieron áreas cubiertas de bosques de porte medio (5 a 10 m) con especies como el raque, chuco, entre otros. En las zonas inundables de la planicie habrían tenido bosques dominados por alisos y otros árboles de porte mediano y alto (10 a 25 m), como el nogal, el cedro, el guamo, el trompeto y el cedrillo.

Después de la desecación de estos lagos, se entra en un nuevo periodo de influencia fluvial configurándose los sistemas de drenajes de los últimos 2000 años. En éstos la vegetación de las zonas más altas es típica del paramo, con frailejón, arbustos y pequeñas Ericáceas, gramíneas como el chusque, pajonales y carrizales. En las laderas un poco más bajas se presenta bosque andino de encenillo, gomo, raque, tunos y esmeraldos.

En el área del Plan Parcial Campo Verde y zonas aledañas, se identificó vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Esta cobertura está asociada a zonas bajas en cuerpos de agua localizados en planicies de inundación o desborde.

7.2.4 Sistema de drenaje actual

En el área correspondiente con el plan parcial, de acuerdo con las fuentes consultadas, no se identificaron redes de acueducto sanitarias y pluviales instaladas que garanticen un sistema constituido para el drenaje en el sector (ver Figura 26). Se puede observar la presencia de múltiples vallados que anteriormente se conectaban con el Río Bogotá y que servían como drenaje del predio (Figura 26). En la actualidad estos vallados están aislados, con presencia de vegetación y residuos sólidos. Además dentro el predio hay presencia de dos canales construidos por la EABB, el canal la Isla y el canal San Bernardino que en su momento servirían como estructuras de evacuación de aguas lluvias de la zona hacia el Canal Cundinamarca. Actualmente estos canales se encuentran en malas condiciones por falta de mantenimiento.

En los sectores aledaños al Plan Parcial, especialmente hacia los bordes sur oriental, en donde se encuentran zonas en proceso de consolidación urbanística, las redes de acueducto sanitarias y pluviales en estos sectores son escasas.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

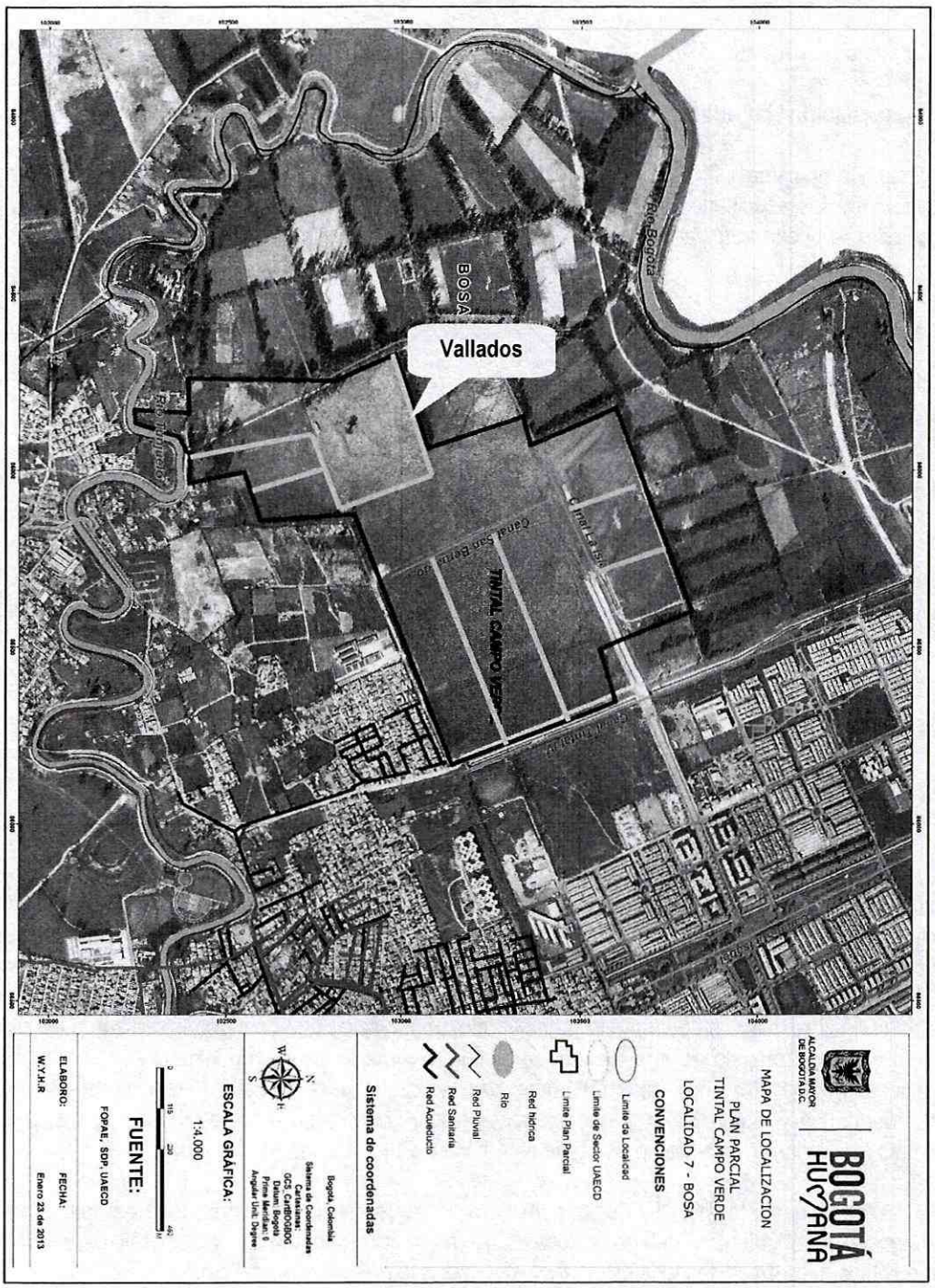

Figura 26: Sistema de Drenaje Plan Parcial Campo Verde

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.2.5 Análisis hidráulico

Obras de Adecuación Hidráulica

El plan parcial Campo Verde limita al sur con el río Tunjuelo en una longitud aproximada de aproximada de 400 metros, entre los abscisados K3+100 y K3+500 (Figura 27), Las secciones transversales típica de la zona de estudio se puede apreciar en la Figura 27.

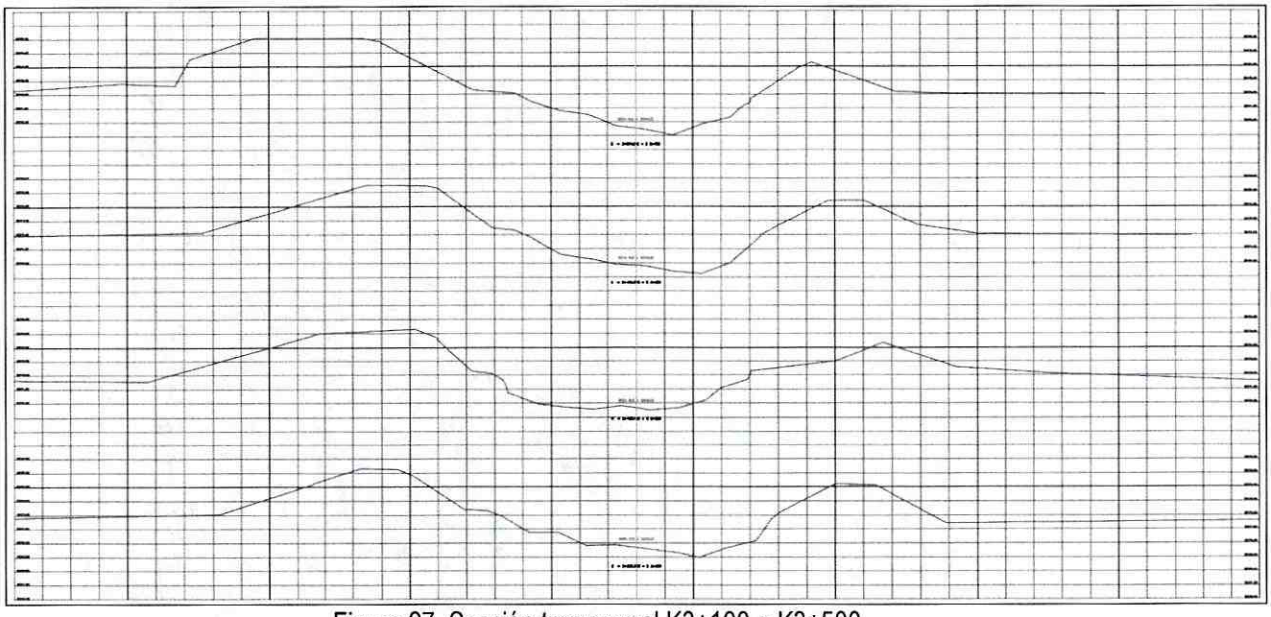

Figura 27. Sección transversal K3+100 a K3+500

La adecuación hidráulica en el sector de interés, se ha ejecutado por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá a través del Contrato No. 1-02-4100-2000 - Diseños para construcción de las obras para el control de crecientes en la cuenca del Río Tunjuelo.

De acuerdo con los resultados del contrato mencionado, la elevación a la cual deben realzarse los diques de confinamiento del río Tunjuelo es equivalente a la lámina máxima de agua producida por el tránsito hidráulico de la creciente de los 100 años, más un borde libre estimado para manejar oleaje, sobre-elevación por sinuosidad del cauce y factores topográficos y geotécnicos. Los bordes libres de diseño de los diques a lo largo del bajo río Tunjuelo, consideran un borde libre básico y un borde libre adicional.

Para el realce de diques a lo largo del río, se considera un borde básico de 0,35 m. Este borde incluye 0,20 m para compensar asentamientos, deterioros locales de la cresta e imprecisiones topográficas y 0,15 m para contener posibles perturbaciones locales del flujo, debidas a la irregularidad del cauce.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En el costado externo de las curvas, se incluye un peralte adicional de 0,20 m, con el cual el borde básico es 0,55 m, compuesto por 0,20 m para compensar asentamientos, deterioros locales e imprecisiones topográficas y 0,35 m para contener las sobre-elevaciones por curvatura.

En la Tabla 5 se presenta la zonificación de los diques según la calidad de la construcción y el borde libre adicional que se adopta por asentamiento y estado actual de los diques. El criterio de borde libre incluye calidad de construcción, estabilidad y un asentamiento máximo estimado de 0,20 m.

Tabla 5. Diseños para construcción de las obras para el control de crecientes en la cuenca del Río Tunjuelo entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y INGETEC S.A.

ZONA	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	CALIDAD CONSTRUCCIÓN	BORDE LIBRE ADICIONAL (m)
1	K0+000 - K8+800	Diques conformados en material limo-arcilloso, construidos en su mayoría por los mismos habitantes de la zona desde hace cerca de 40 años. El suelo de fundación corresponde principalmente a arcillas en el sector medio inicial y arenas en el sector final. Se observan algunos problemas de inestabilidad principalmente por erosión superficial. La EAAB ha realizado dragados del río cuyos materiales han sido depositados sobre los diques conformando taludes en algunos casos mayores de 45°.	Regular	0.6

La sección típica de dragado se define en forma trapezoidal con una base de 5 m de ancho y taludes 1,5H: 1,0V. La Figura 28 y Figura 29 muestra una sección típica de dragado en el proyecto.

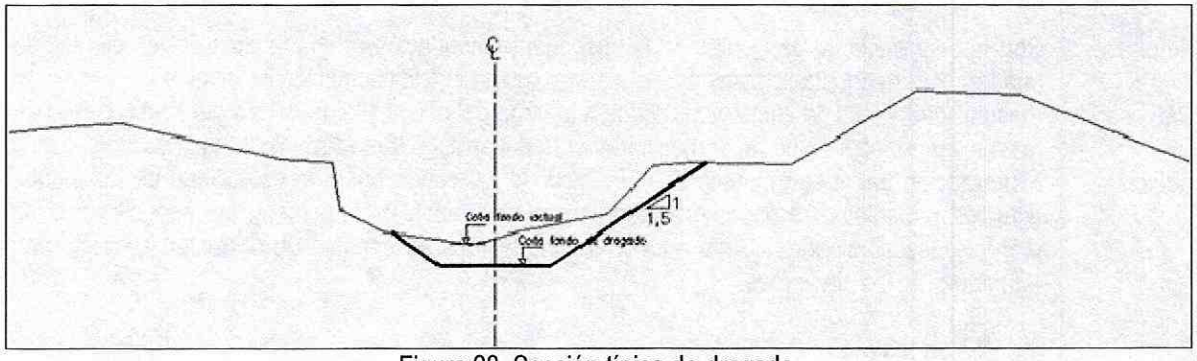

Figura 28. Sección típica de dragado

Las obras de protección se componen de unos pilotes hincados que sostienen un relleno construido en bolsacretos y llevado hasta una altura definida con base en los hidrogramas de diseño del proyecto.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

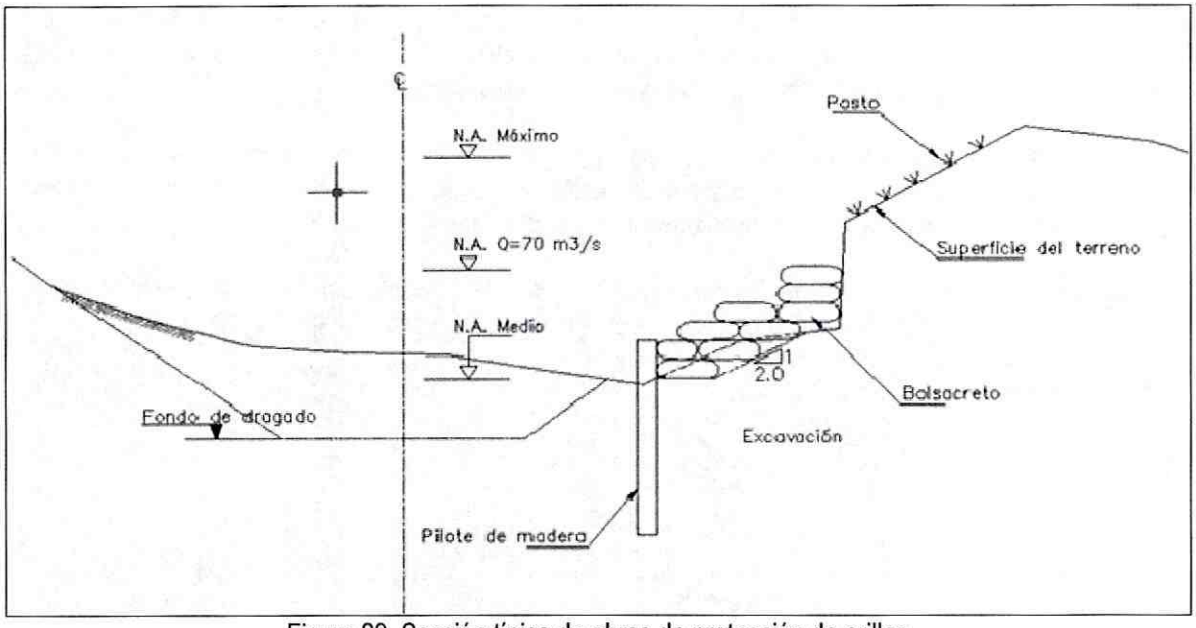

Figura 29. Sección típica de obras de protección de orillas

De acuerdo a los resultados del Contrato No. 1-02-4100-2000, los riesgos asociados a estas obras son:

Inestabilidad de taludes

Amenaza: Con la ocurrencia de crecientes y la consecuente inundación de los taludes de los diques, se pueden generar inestabilidades en las zonas expuestas a la fluctuación de niveles.

Riesgo: Inestabilidad y falla de sectores de dique a lo largo del cauce. Caída dentro del cauce del río de masas importantes de tierra, con el incremento del arrastre de sedimentos en el río.

Acción: Minimización del riesgo mediante verificación de las condiciones de estabilidad de los diques actuales y mediante diseño de realces con taludes estables. Igualmente se especificarán las protecciones adecuadas contra erosión en los taludes susceptible de entrar en contacto con agua durante las crecientes.

Filtraciones a través de los diques

Amenaza: Durante la ocurrencia de crecientes pueden aparecer filtraciones a través del relleno de los diques.

Riesgo: Se puede presentar un lavado de los materiales de las discontinuidades, generando pérdidas de estabilidad y riesgos de rompimiento de los diques.

Acción: Minimización del riesgo mediante verificación de las condiciones de estabilidad de los diques actuales y diseño de las obras de realce con materiales de baja permeabilidad y con las previsiones adecuadas para evitar las filtraciones a través de las discontinuidades. Seguimiento y evaluación permanente del comportamiento de los rellenos de los diques, especialmente

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

luego de la ocurrencia de eventos de creciente.

Inestabilidad de las obras de protección de orillas

Amenaza: Durante la ocurrencia de crecientes puede generarse erosión en los alrededores de las obras de protección de orillas.

Riesgo: Se puede presentar un lavado de los materiales de fundación de las obras, generando pérdidas de estabilidad y riesgos de colapso.

Acción: Minimización del riesgo mediante diseño y especificación de obras estables y mínimo riesgo de filtraciones a través de la fundación de las obras. Seguimiento y evaluación permanente del comportamiento de las obras, especialmente luego de la ocurrencia de eventos de creciente.

De igual forma la EAAB mediante comunicación del 09 de Julio de 2012 con radicado 2012ER12584, expresa que en los oficios 10200-2010-0424/0481, 17 de Junio y el 8 de Julio de 2010, con documentos técnicos de soporte, remitidos mediante oficio 25510-2012-01348; correspondientes al Contrato No 1-02-4100-224-2000 de Noviembre de 2002; la E.A.A.B., **certificó la estabilidad de las obras de Realce de Jarillones y Protección de Orillas del Río Tunjuelo**.

En los referente al mantenimiento de las obras de control de creciente, la EAAB manifestó que a partir de la terminación de las obras del contrato anteriormente citado, se ha implementado un procedimiento de inspecciones periódicas al final de las temporadas invernales, para determinar sitios Críticos o de fallos incipientes que requieren intervención, particularmente lo relacionado a la estabilidad de los Jarillones; de lo anterior, se han dado Justificación y se han ejecutado las obras de protección de orillas y estabilización de taludes mediante los contratos Nos. 2-01-25500-694-2009, 2-01-255000-513-2011, 201-25500-777-2011.

7.2.6 Modelos Hidráulicos en el sector

La ubicación del plan parcial Campo Verde sobre la confluencia de los ríos Tunjuelo y Bogotá incrementa la vulnerabilidad al riesgo por inundación, ya que prácticamente todas sus fronteras se encuentran cercanas a los jarillones de protección de estos ríos.

Un estudio hidráulico detallado de las condiciones de los ríos Tunjuelo y Bogotá es de vital importancia para conocer la condición de riesgo sobre el predio. Como referencia se han utilizado dos estudios desarrollados por la Corporación Autónoma Regional (CAR) y La Empresa de Acueducto y Alcantarillado en condiciones actuales, que evidencia que los jarillones de la zona aledaña al Plan Parcial son insuficientes para controlar las posibles inundaciones que se generarían en el sector.

Modelo Rio Bogotá

El modelo que a continuación se presenta es el "ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE LAS OBRAS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LAS INUNDACIONES DEL RÍO BOGOTÁ EN EL SECTOR PUENTE LA VIRGEN – ALICACHÍN" desarrollado por la Corporación Autónoma Regional (CAR). En la Figura 30 se

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

muestra el esquema del modelo del río Bogotá en HEC-RAS, en el se observa el cauce principal del Río Bogotá y los afluentes principales en el tramo (Río Salitre, Río Fucha, Río Tunjuelo) así como la descarga de la estación de bombeo Gibraltar.

Para flujo no permanente se utilizaron las crecientes desarrolladas en la referencia "HMV Ingenieros Ltda., Acueducto, Agua y Alcantarillado de Bogotá, Estudio de Actualización del Plan Maestro de Alcantarillado de las Cuencas Salitre y Jaboque, "Diseño de las Obras para la Protección Contra las Inundaciones del Río Bogotá en el Sector Alicachín – La Conejera", Informe General, Versión 2, Bogotá D.C., octubre de 2003." para periodos de retorno de 10 y 100 años.

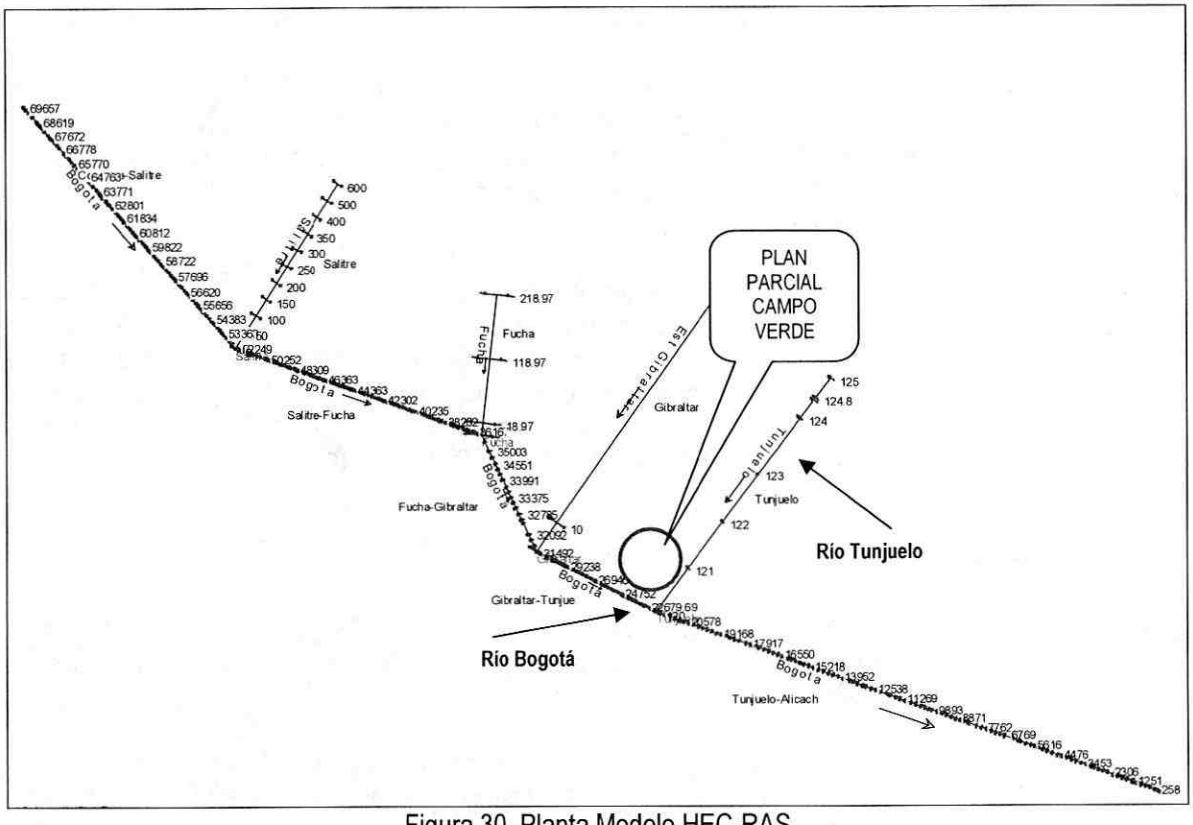

Figura 30. Planta Modelo HEC-RAS

Los resultados de la modelación para flujo no permanente para un periodo de retorno de 10 años del tramo estación Gibraltar confluencia rio Tunjuelo se presentan en la Figura 31, donde se observa que el tramo presenta desbordamientos en varias secciones. Por ejemplo en la Figura 32 la sección 22154, la cual se encuentra ubicada 500 m aguas arriba de la confluencia con el río Bogotá, de acuerdo con los modelos presentaría un desbordamiento en la margen donde se localiza el Plan Parcial Campo Verde.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

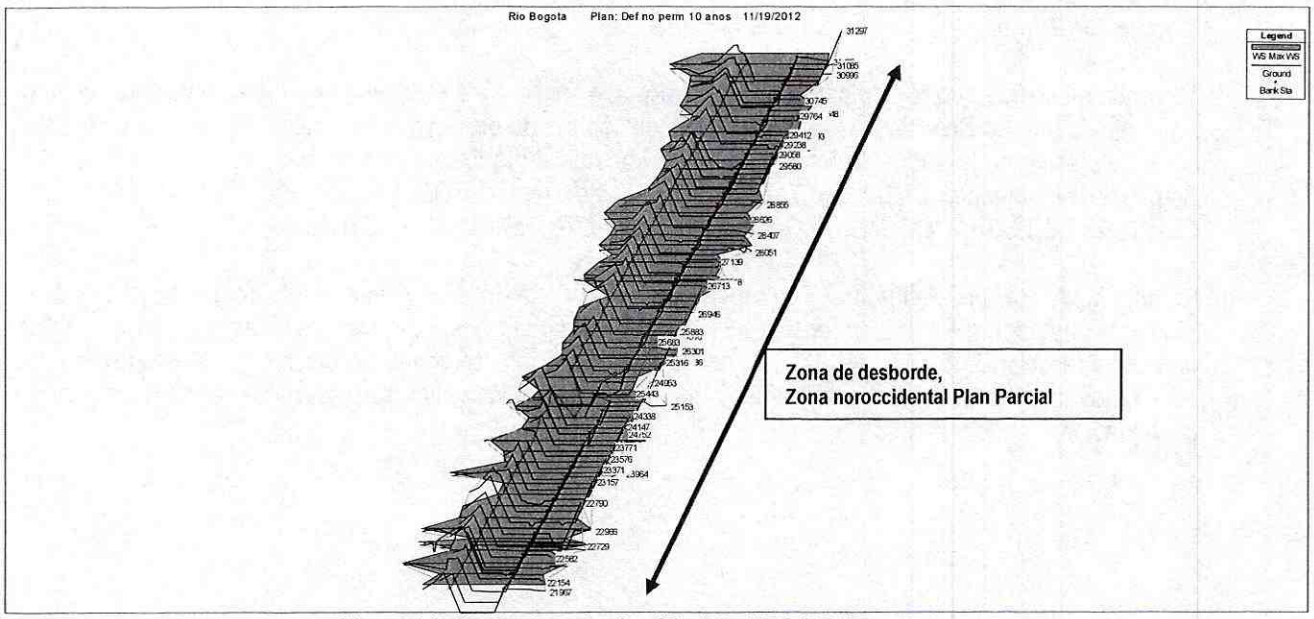

Figura 31: Tramo Resultados Modelo HEC-RAS

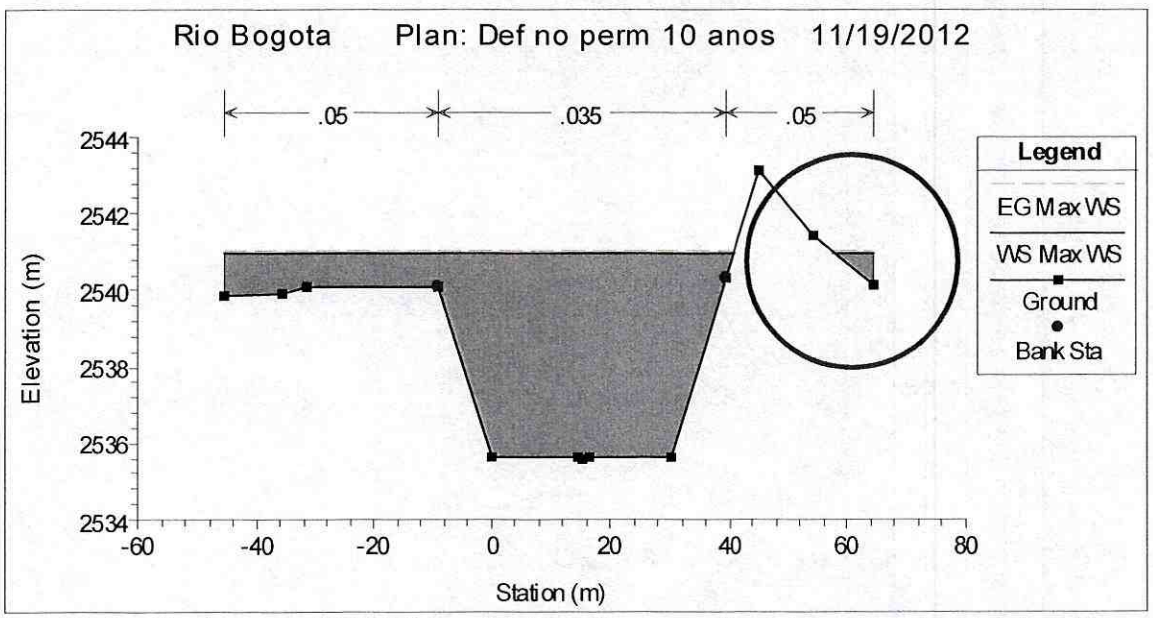

Figura 32: Sección Transversal 22154 Sobre el río Bogotá aguas arriba de la confluencia del río Bogotá con el río Tunjuelo

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Modelo Río Tunjuelo

Teniendo en cuenta que el plan parcial Campo Verde se encuentra en las cercanías de la confluencia entre el río Tunjuelo y el río Bogotá, la amenaza por inundación puede provenir de cualquiera de las dos corrientes, como referencia se han tomado los resultados el contrato de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. numero 2-02-25500-738-2009 cuyo objeto es la MODELACIÓN HIDRÁULICA PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TUNJUELO Y FUCHA EN LAS CONDICIONES ACTUALES.

En esta modelación el plan parcial Campo Verde se encuentra en la sección K3+400, en los resultados de la modelación se concluye que la sección K2+950 (450 m aguas abajo del plan parcial) "la altura del jarillón derecho (dirección K25+000 al K0+000), no es suficiente para contener las crecientes generadas por los escenarios más críticos (escenarios 3, 4, 8 y 9)". Los escenarios correspondientes se presentan a continuación:

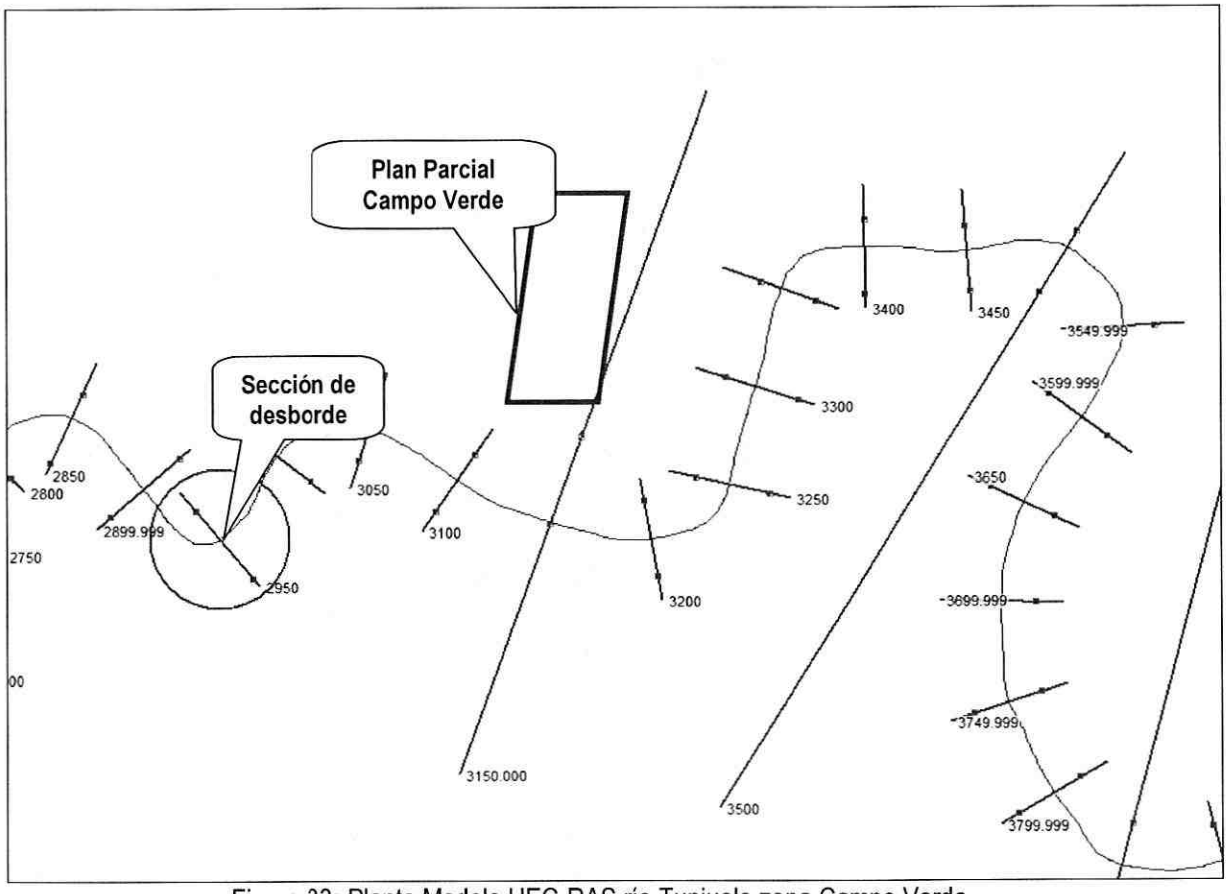

Figura 33: Planta Modelo HEC-RAS río Tunjuelo zona Campo Verde

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

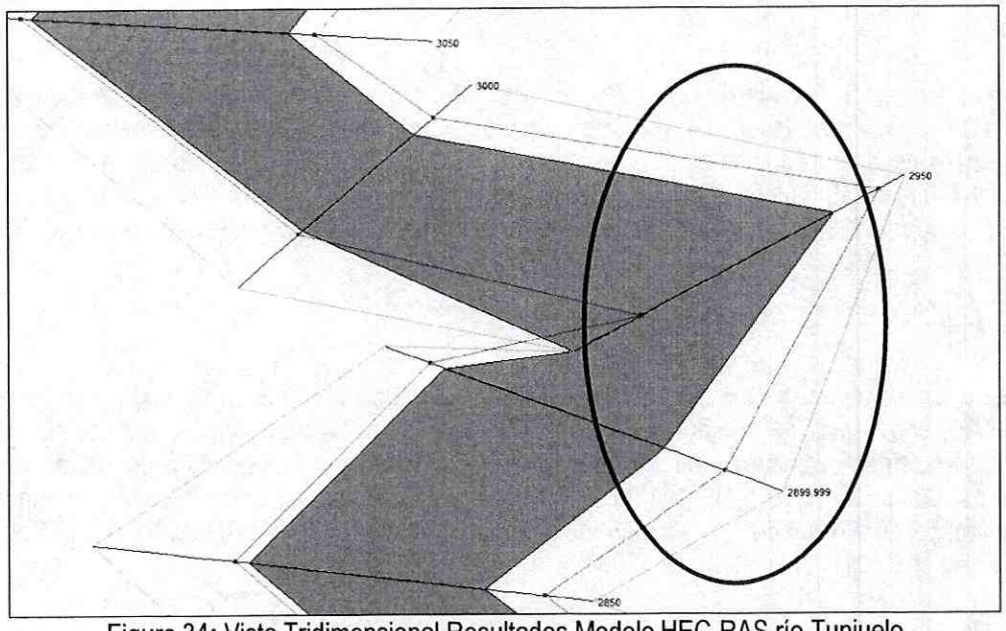

Figura 34: Vista Tridimensional Resultados Modelo HEC-RAS río Tunjuelo

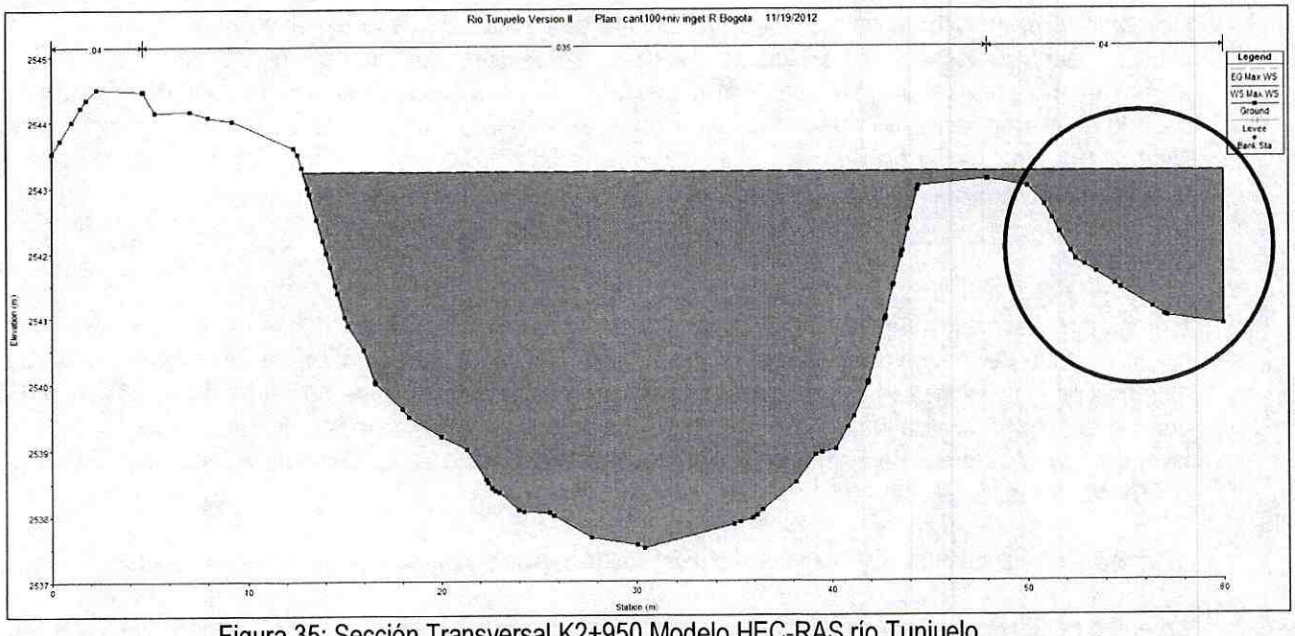

Figura 35: Sección Transversal K2+950 Modelo HEC-RAS río Tunjuelo

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Escenario 3:

Hidrogramas generados a partir de una tormenta a lo largo de la cuenca, con centro de tormenta en la subcuenca de la quebrada Chiguaza. La precipitación total aguas arriba del embalse de cantarrana se analiza igual que en los escenarios anteriores. Los períodos de retorno analizados para este escenario fueron de 5, 10, 25, 50 y 100 años. En todos los periodos de retorno la condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá (2543.34), tomado del estudio de la Corporación Autónoma Regional (CAR), Monsalve, G., (2008).

Escenario 4:

Corresponde los hidrogramas de caudal obtenidos a partir de la condición 2 del estudio realizado por HMV INGENIEROS, con centro de tormentas en la zona de canteras. La precipitación total aguas arriba del embalse de cantarrana se analiza igual que en los escenarios anteriores. Los períodos de retorno analizados para este escenario fueron de 5, 10, 25, 50 y 100 años. En todos los periodos de retorno la condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá (2543.34), tomado del estudio de la Corporación Autónoma Regional (CAR), Monsalve, G., (2008).

Escenario 8:

Hidrogramas estimados suponiendo la simultaneidad de eventos de lluvia extrema en la parte alta de la cuenca (centro de tormenta en el sitio de presa de la Regadera, con duración de 24 horas), con lluvias extremas en la parte media-baja (centro de tormentas en la zona de canteras, con duración de 6 horas). El período de retorno analizado para este escenario fue de 100 años. La condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá (2543.34), tomado del estudio de la Corporación Autónoma Regional (CAR), Monsalve, G., (2008).

Escenario 9:

Hidrogramas estimados suponiendo la simultaneidad de eventos de lluvia extrema en la parte alta de la cuenca (centro de tormenta en el sitio de presa de la Regadera, con duración de 24 horas), con lluvias extremas en la parte media-baja (centro de tormentas en la zona de canteras, con duración de 24 horas). El período de retorno analizado para este escenario fue de 100 años. La condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá (2543.34), tomado del estudio de la Corporación Autónoma Regional (CAR), Monsalve, G., (2008).

Esta sección se encuentra 500 m aguas abajo del límite de plan parcial colindante con el rio Tunjuelo.

En la Figura 36 se presenta en una vista en planta los polígonos de afectación por desbordamiento del Río Tunjuelo y Bogotá de acuerdo a los estudios de modelación hidráulica presentados anteriormente.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

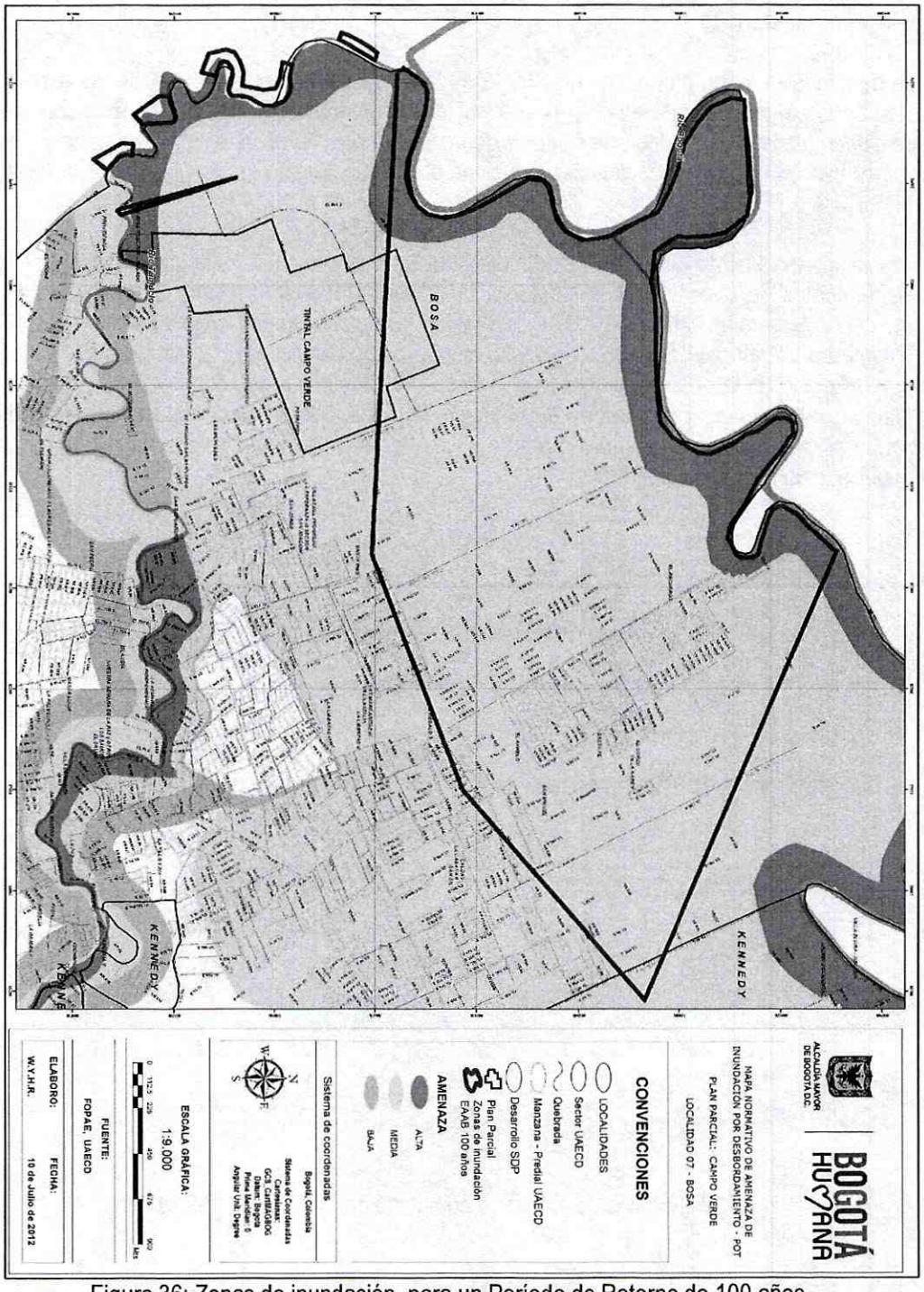

Figura 36: Zonas de inundación para un Período de Retorno de 100 años

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.2.7 Tiempos de tránsito

El tránsito de caudales es un parámetro importante en la producción de boletines de alertas tempranas y la preparación de los organismos de atención y prevención de emergencias, además permite constatar si las obras que se han adelantado en diferentes puntos de la cuenca por diferentes entidades han hecho que estos tiempos se disminuyan y si las crecientes producidas por el Río Bogotá se desplacen por la capital en un tiempo menor.

El río Bogotá en los últimos años ha sufrido distintas intervenciones a lo largo de su cauce que han modificado el tiempo de tránsito de sus caudales, como se aprecia en la Figura 37 el tiempo de tránsito acumulado del río Bogotá en el periodo 1997 – 1989 entre las estaciones El Cortijo y La isla es de 19.5 horas y entre Puente La Virgen y El Cortijo es de 29.55 Horas, estos tiempos de tránsito permiten determinar el recorrido aproximado de la onda de creciente a lo largo del cauce, sin embargo como se presenta en este análisis preliminar la intervención antrópica en el cauce ha modificado de manera sustancial estos tiempos , disminuyendo así los tiempos de respuesta ante eventos de crecientes que generan un gran impacto en la población ubicada en las riveras del río.

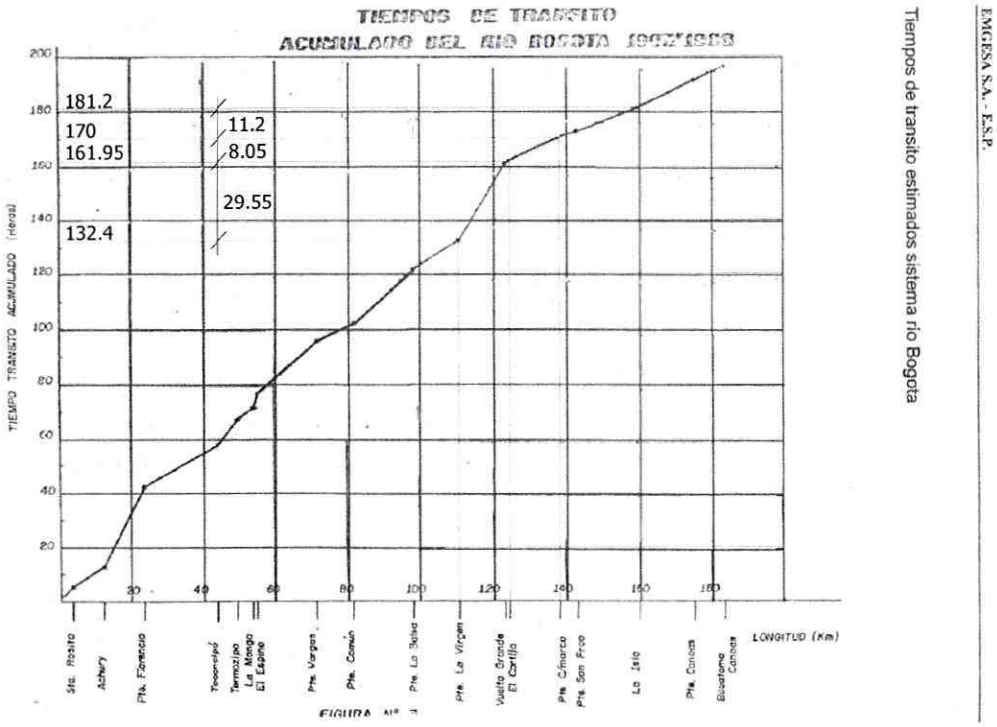

Figura 37: Tiempos de Tránsito Acumulado del Rio Bogotá 1997 1989[6]

[6] Fuente: EMGESA S.A. E.S.P.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Para analizar los tiempos de tránsito se ha tomado como referencia las estaciones El Cortijo (Cerca a la Calle 80) y la estación La Isla (Aguas arriba de la desembocadura del río Tunjuelo en el río Bogotá). En la Figura 38 se muestra la ubicación de las estaciones.

Con el fin de mostrar distintas condiciones hidrológicas e hidráulicas antecedentes se han tomado distintos eventos de precipitación que se enumeran a continuación.

1. Evento 1 (2010-04-17) a (2010-04-19)
2. Evento 2 (2010-10-05) a (2010-10-07)
3. Evento 3 (2011-02-15) a (2011-02-20)
4. Evento 4 (2011-12-01) a (2011-12-16)
5. Evento 5 (2012-04-10) a (2011-04-21)

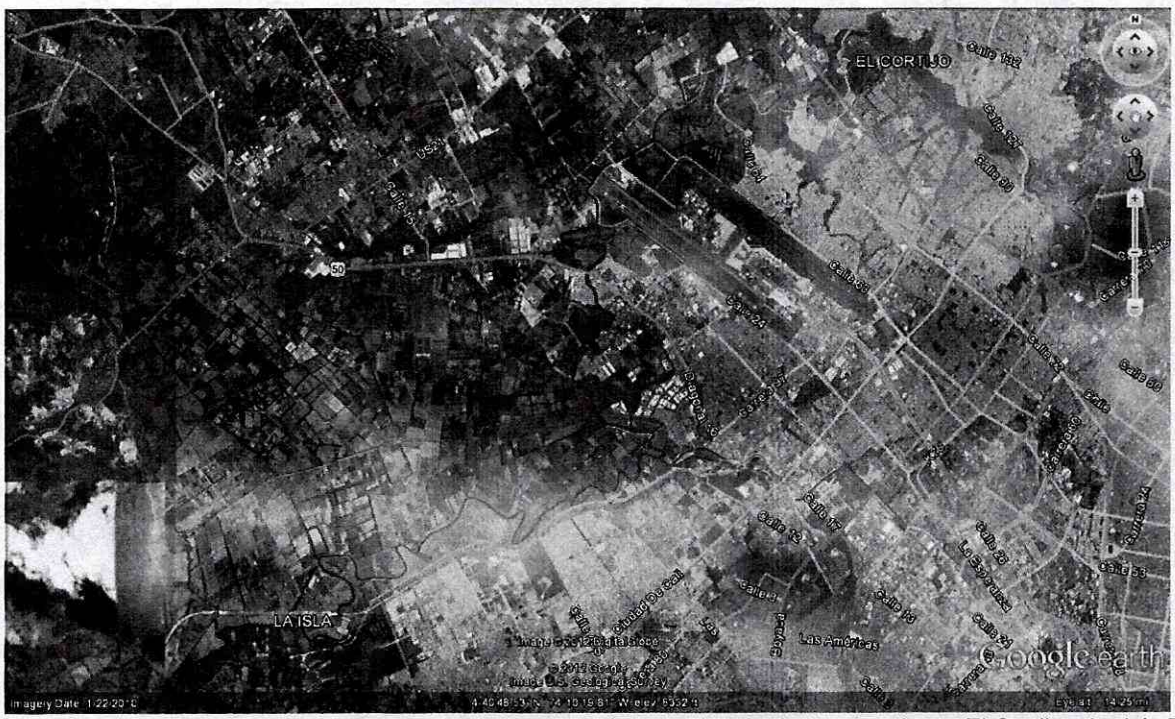

Figura 38: Imagen de Google Earth mostrando la ubicación aproximada de las estaciones El Cortijo y La Isla.[7]

Evento 1 (2010-04-17) a (2010-04-19)

En la Figura 39 se muestra el mapa de precipitación total del 17 de abril de 2010 registrada por 22 estaciones distribuidas en gran parte de la zona urbana de Bogotá, en esta grafica se puede apreciar que las esatciones FOPAE y La Esperanza presentaron precipitaciones de 19.4 mm y 23.2 mm.

[7] Fuente: Google Earth

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Este evento de precipitación generó un aumento de los caudales en la estación el Cortijo y La Isla, el mismo se presentó simultaneamente en las dos estaciones sin embargo la diferencia entre los tiempos del caudal máximo para este evento fue de aproximadamente 2 horas tal como se aprecia en la Figura 40, este valor es muy inferior a las 29.55 horas que se muestran en la Figura 37 sin embargo se debe tener en cuenta la condicion de precipitación dentro del area aferente al tramo en mencion.

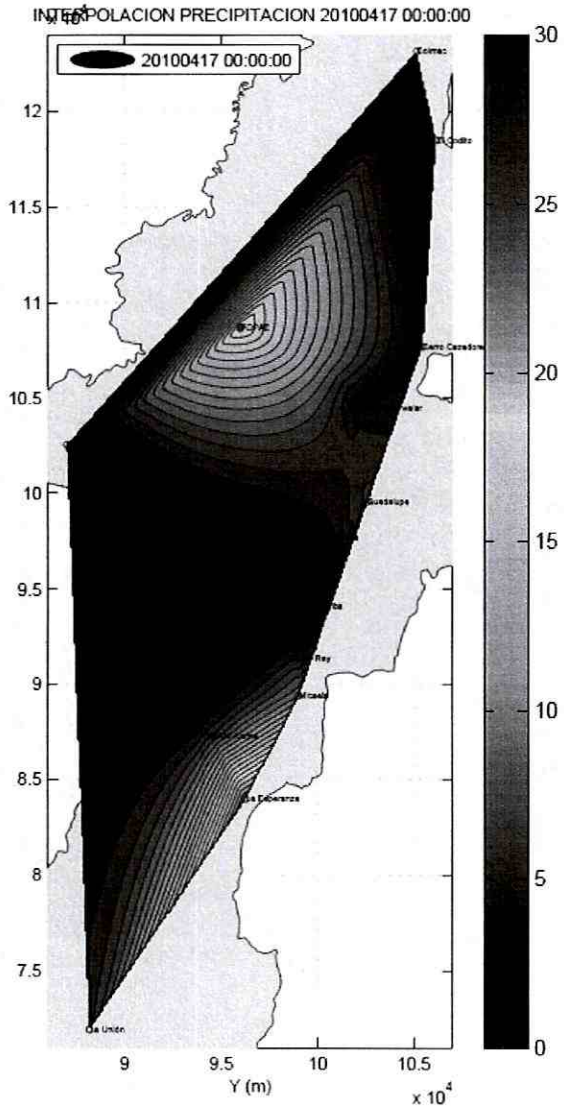

Figura 39: Precipitación total del 17 de Abril de 2010

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

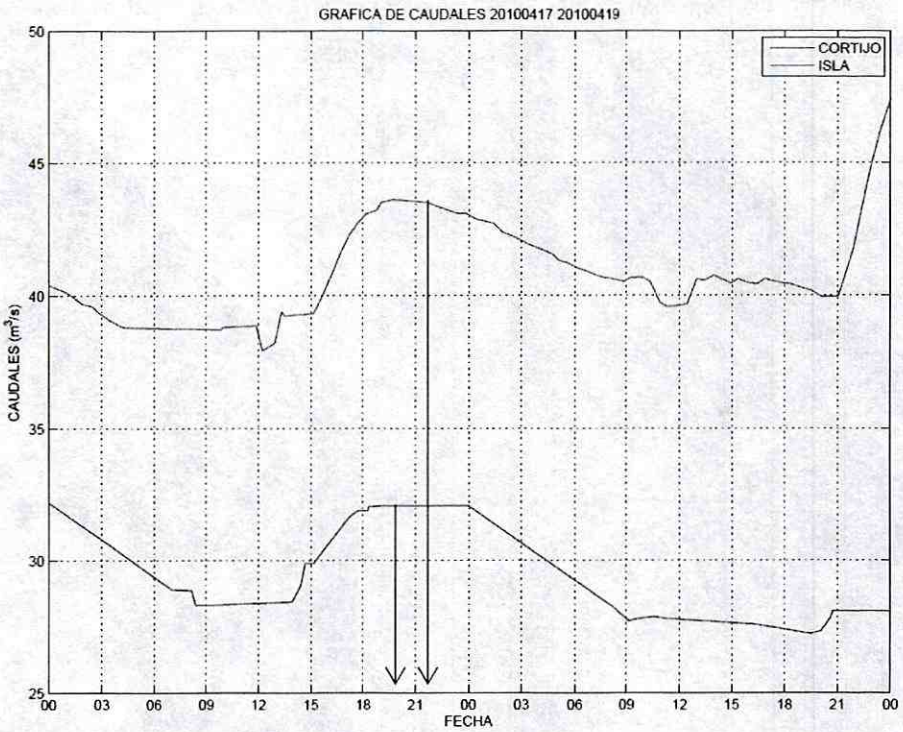

Figura 40: Caudales Estación el Cortijo y La Isla entre el 17 de abril de 2010 y el 18 de abril de 2010

Evento 2 (2010-10-05) a (2010-10-07)

Para este evento se muestra en la Figura 41 y Figura 42 el mapa de precipitación total del 5 de octubre de 2010 y el 6 de octubre de 2010 respectivamente, los máximos diarios de precipitación son 19 mm en la estación la esperanza para el 5 de octubre y de 28.1 mm en UAN-Circunvalar para el 6 de octubre.

Este evento de precipitación igual que el evento de precipitación presentado en la seccion 0 generó un aumento de los caudales en la estación el Cortijo y La Isla, este aumento se presentó simultaneamente en las dos estaciones sin embargo la diferencia entre los tiempos del caudal máximo para este evento fue de aproximadamente 2 horas tal como se aprecia en la Figura 43, este valor es muy inferior a las 29.55 horas que se muestran en la Figura 37 sin embargo se debe tener en cuenta la condicion de precipitación dentro del area aferente al tramo en mencion.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

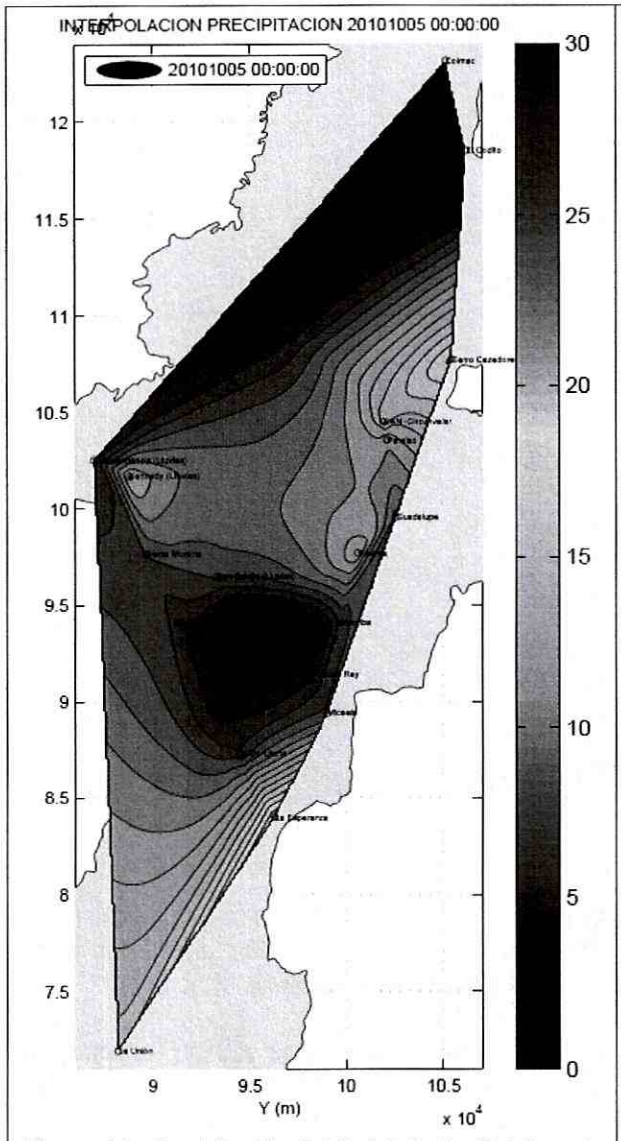

Figura 41: Precipitación total del 5 de Octubre de 2010

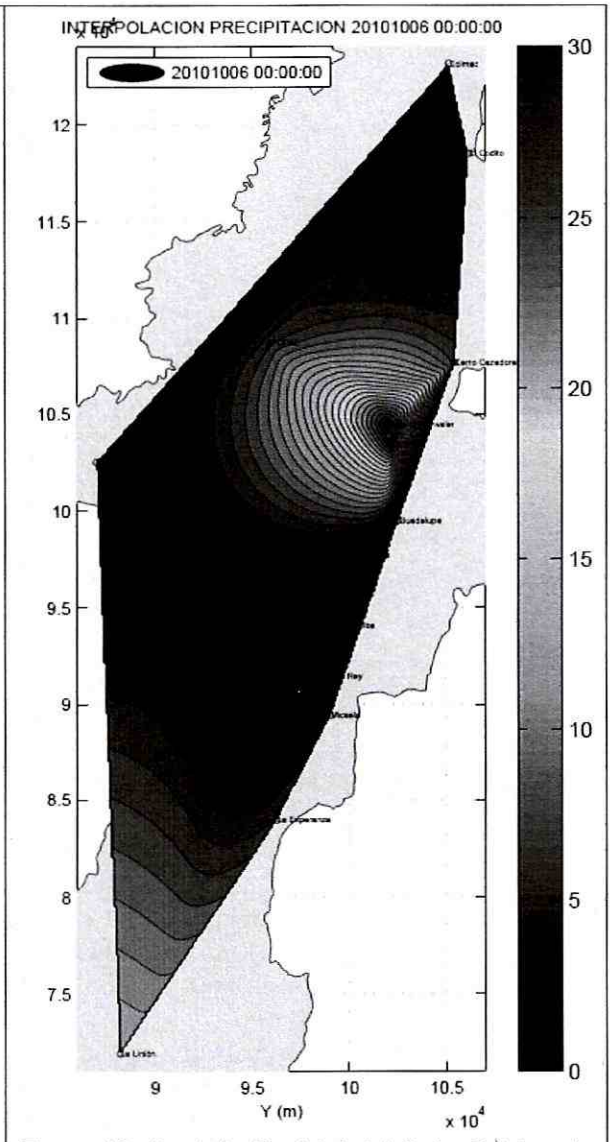

Figura 42: Precipitación total del 6 de Octubre de 2010

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

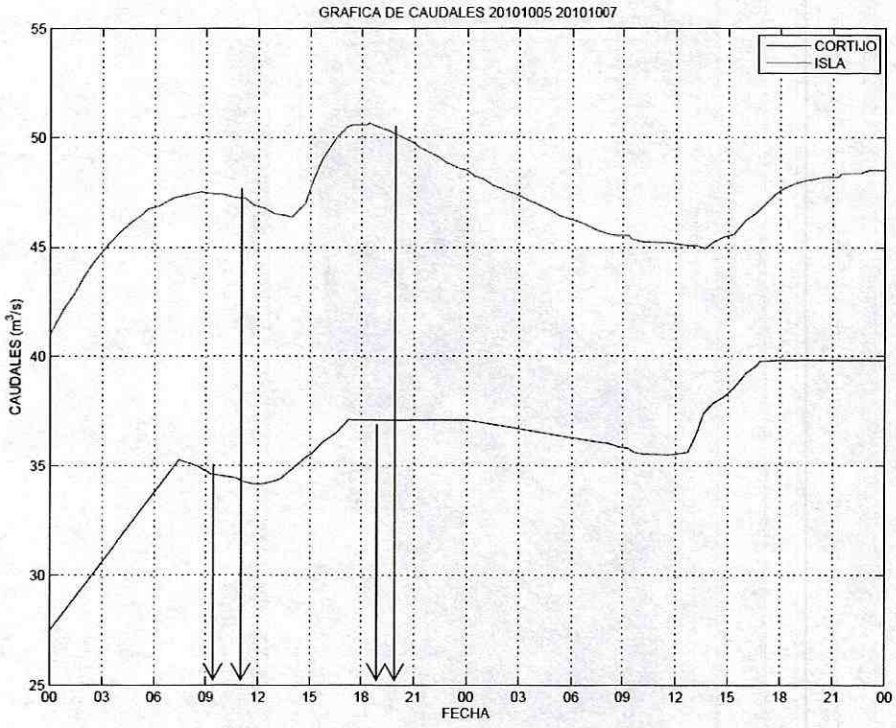

Figura 43: Caudales Estación el Cortijo y La Isla entre el 5 de octubre de 2010 y el 6 de octubre de 2010

Evento 3 (2011-02-15) a (2011-02-20)

En la Figura 44 se muestra el mapa de precipitación total del 17 de octubre de 2011, los máximos diarios de precipitación son 31.1 mm en la estación Logística.

Este evento de precipitación generó un aumento de los caudales en la estación el Cortijo y La Isla, el tiempo de tránsito de la onda de creciente para este evento fue de aproximadamente 12 horas tal como se aprecia en la Figura 45, este valor es muy inferior a las 29.55 horas que se muestran en la Figura 37.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

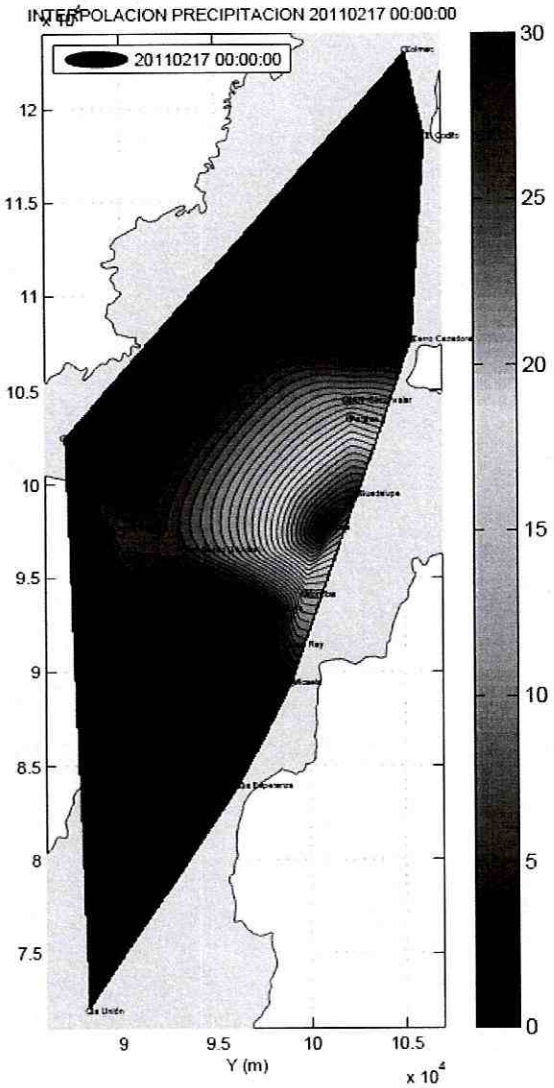

Figura 44: Precipitación total del 17 de Febrero de 2011

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

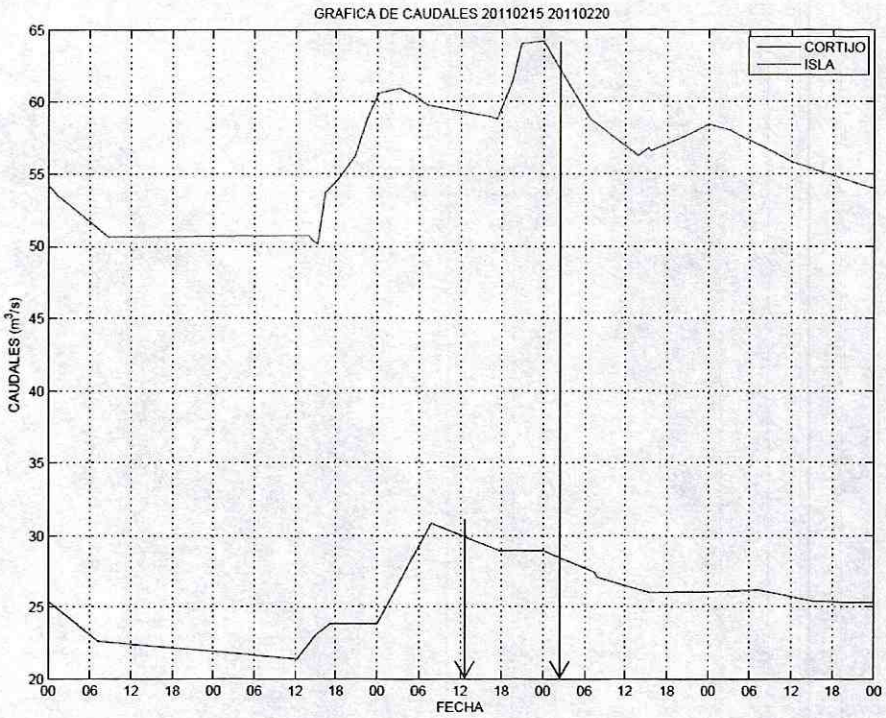

Figura 45: Caudales Estación el Cortijo y La Isla entre el 15 de febrero de 2011 y el 19 de febrero de 2010

Evento 4 (2011-12-01) a (2011-12-16)

Para este evento se muestra en la Figura 46, Figura 47, Figura 48 y Figura 49 el mapa de precipitación total del 1 de diciembre de 2011 al 4 de diciembre de 2011, los máximos diarios de precipitación son 15.4 mm en la estación Guadalupe para el 1 de diciembre de 2011, de 28.7 mm en la estación Guadalupe para el 2 de diciembre, de 34.2 mm en la estación Guadalupe para el 3 de diciembre y de 49.8 mm en Cerro Norte el 4 de diciembre.

En la Figura 50 se muestra los niveles registrados en las estaciones El Cortijo y La Isla, como se puede observar los cambios de niveles entre las dos estaciones se presentan casi simultaneamente.

Este evento de precipitación generó un aumento de los caudales en la estación el Cortijo y La Isla, este aumento se presentó simultaneamente en las dos estaciones, sin embargo la diferencia entre los tiempos del caudal máximo para este evento fue de aproximadamente 2 horas tal como se aprecia en la Figura 50, este valor es muy inferior a las 29.55 horas que se muestran en la Figura 37 sin embargo se debe tener en cuenta la condicion de precipitación dentro del area aferente al tramo en mención.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

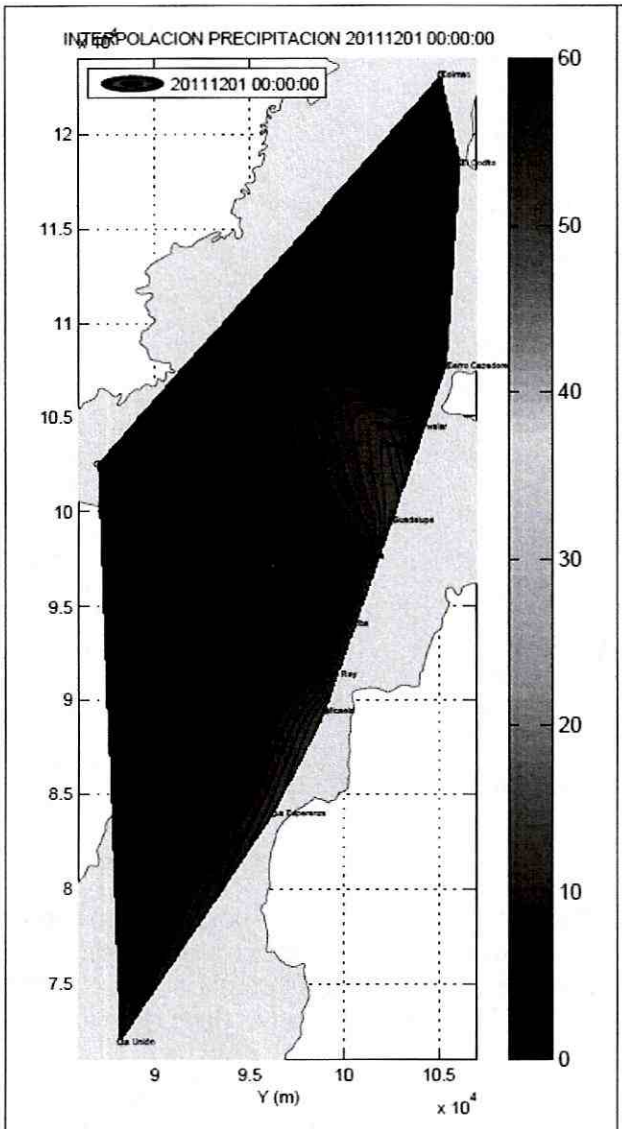

Figura 46: Precipitación total del 1 de Diciembre de 2011

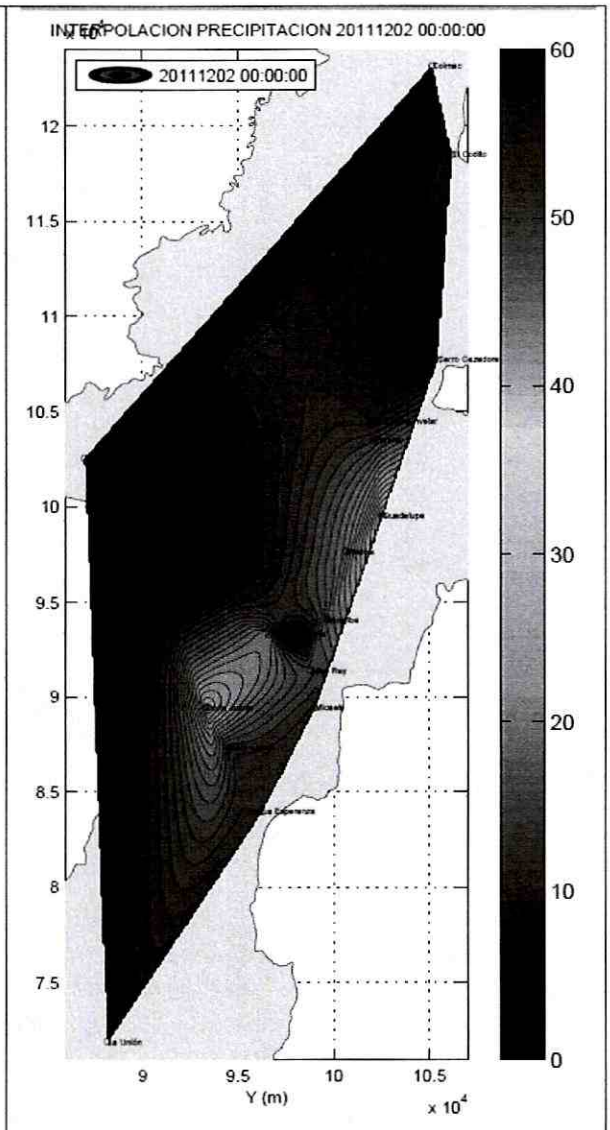

Figura 47: Precipitación total del 2 de Diciembre de 2011

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

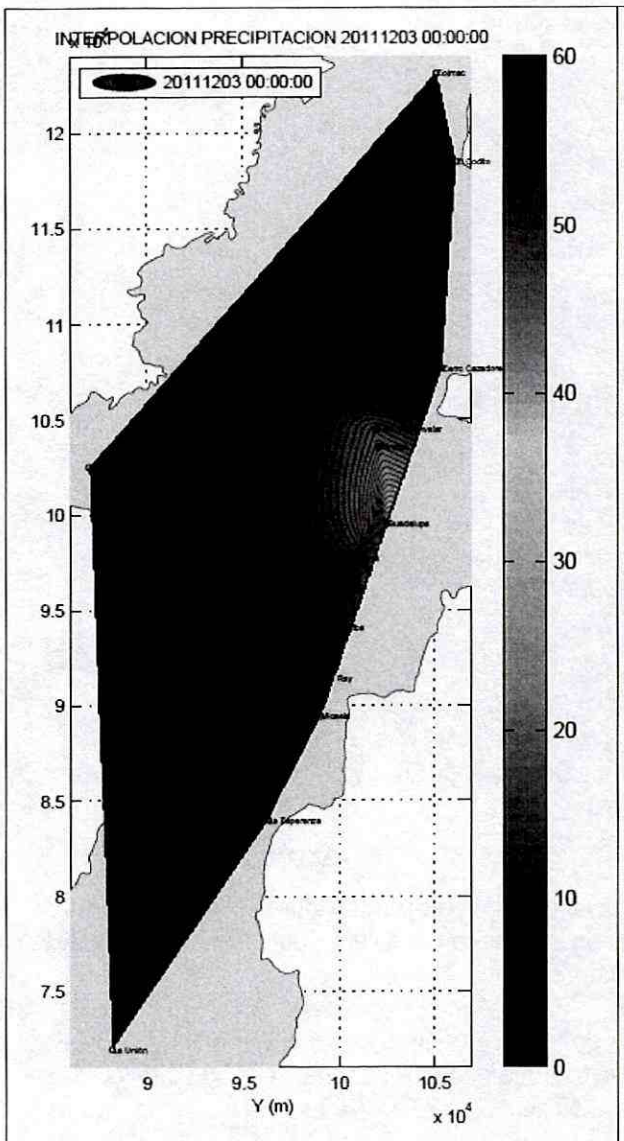

Figura 48: Precipitación total del 3 de Diciembre de 2011

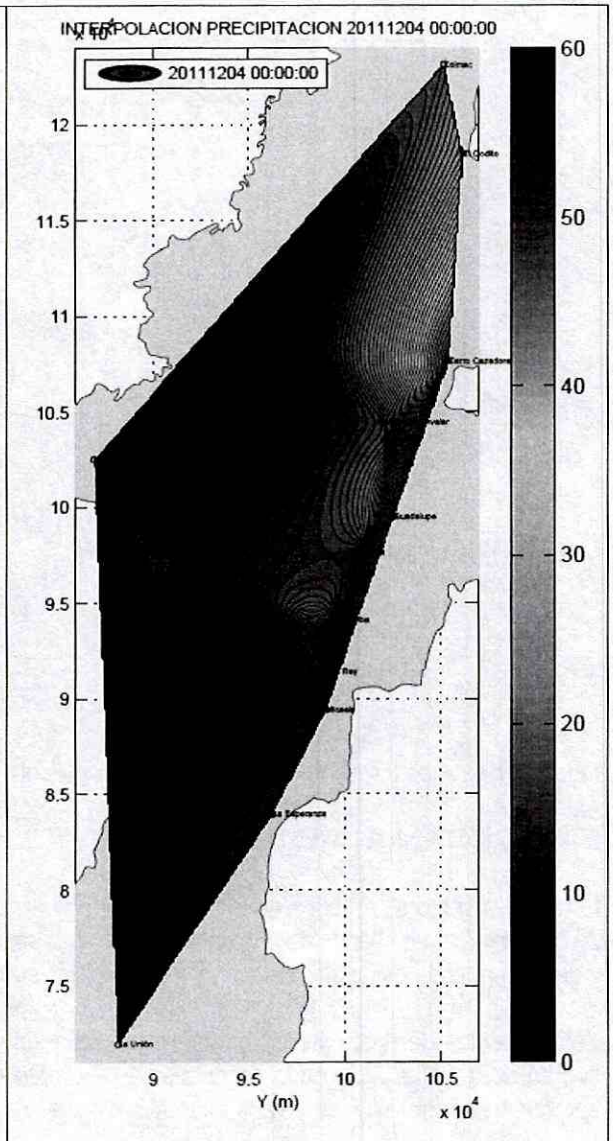

Figura 49: Precipitación total del 4 de Diciembre de 2011

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

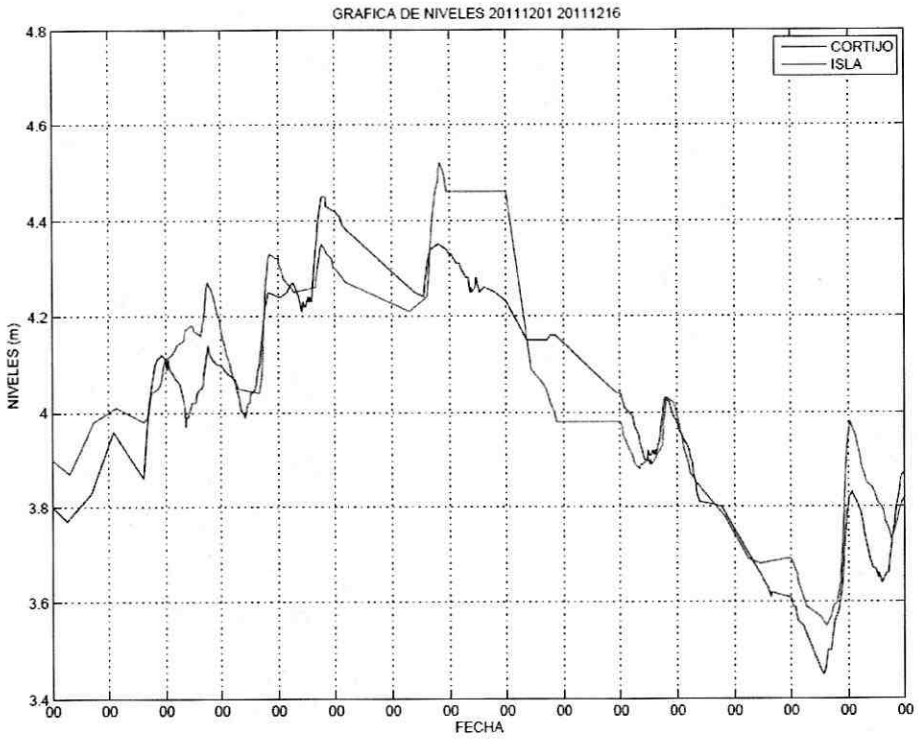

Figura 50: Niveles Estación el Cortijo y La Isla entre el 1 de Diciembre de 2011 y el 15 de Diciembre de 2011

Evento 5 (2012-04-10) a (2011-04-21)

Para este evento se muestra en la Figura 51 y Figura 52 el mapa de precipitación total del 15 y 16 de abril de 2012, los máximos diarios de precipitación son 47.3 mm en la estación Guadalupe para el 15 de abril de 2012 y de 21 mm en la estación Vitelma para el 16 de diciembre.

Estos eventos de precipitación generaron un aumento de los niveles en la estación el Cortijo y La Isla, el tiempo de tránsito de la onda de creciente para este evento fue de aproximadamente 2 horas tal como se aprecia en la Figura 53, este valor es muy inferior a las 29.55 horas que se muestran en la Figura 37

En la Figura 53 se muestra los niveles registrados en las estaciones El Cortijo y La Isla en el periodo comprendido entre el 10 de Abril de 2012 y el 20 de Abril de 201, como se puede observar los cambios de niveles entre las dos estaciones se presentan casi simultaneamente.

Otro aspecto a considerar es la relacion entre los niveles del río Bogotá y el río Tunjuelo, en la Figura 54 se muestra la relación entre la estación Puente Bosa sobre el Río Tunjuelo y la estación la Isla sobre el Río Bogotá en donde se aprecia que los cambios de niveles entre las dos estaciones son casi simultáneos.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

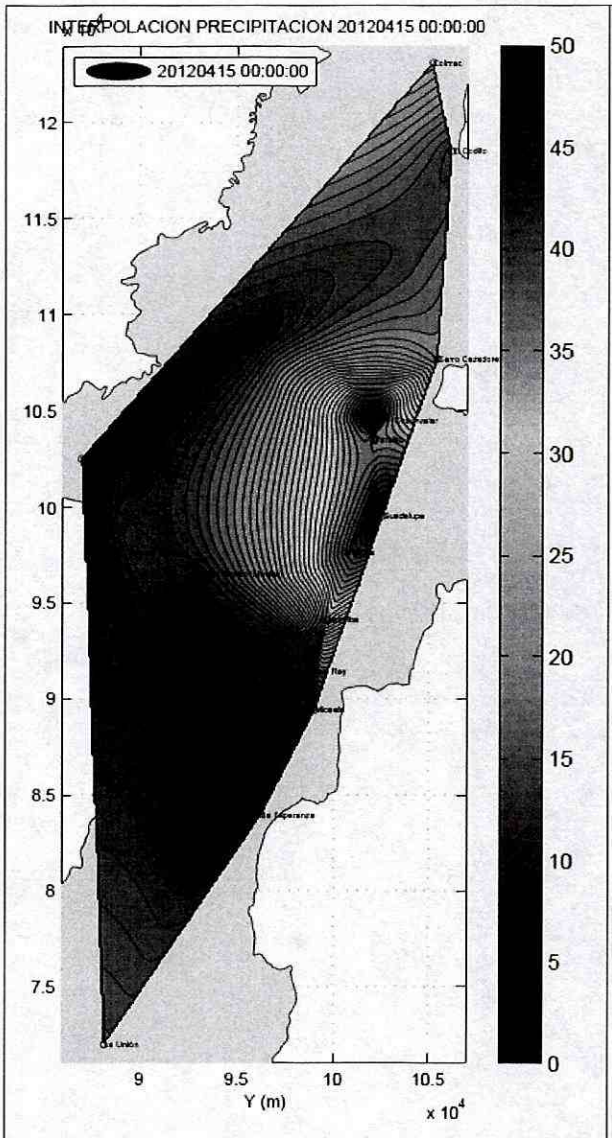

Figura 51: Precipitación total del 15 de Abril de 2012

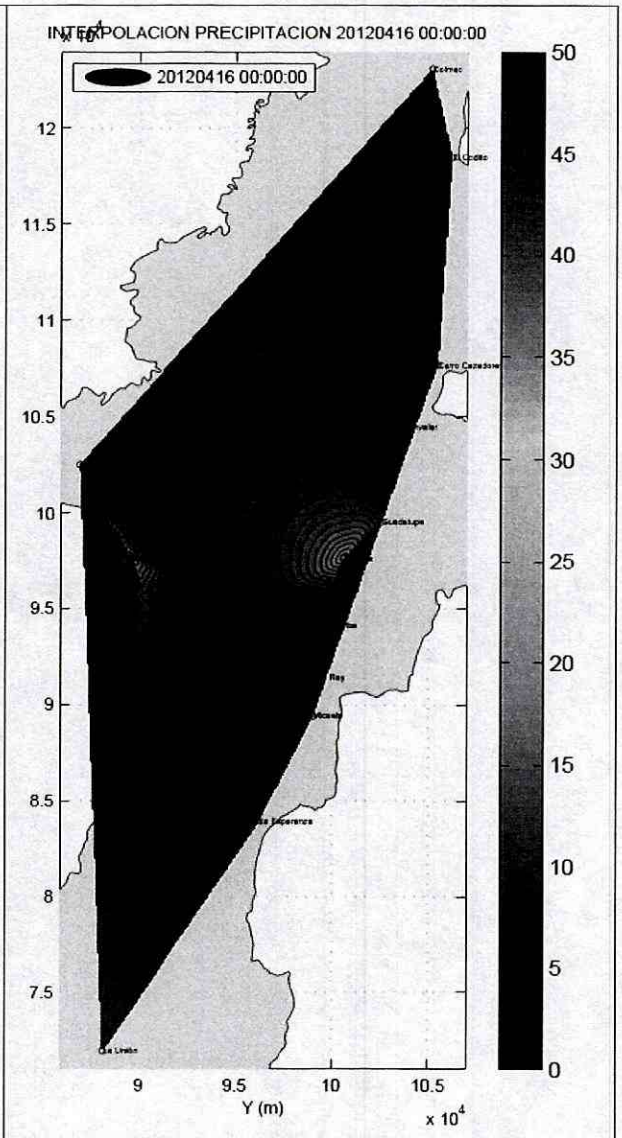

Figura 52: Precipitación total del 16 de Abril de 2012

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

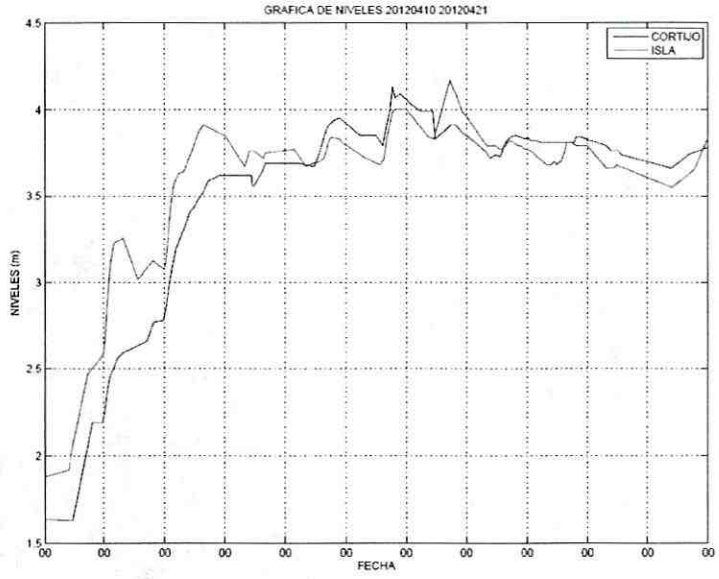

Figura 53: Niveles Estación el Cortijo y La Isla entre el 10 de Abril de 2012 y el 20 de Abril de 2012

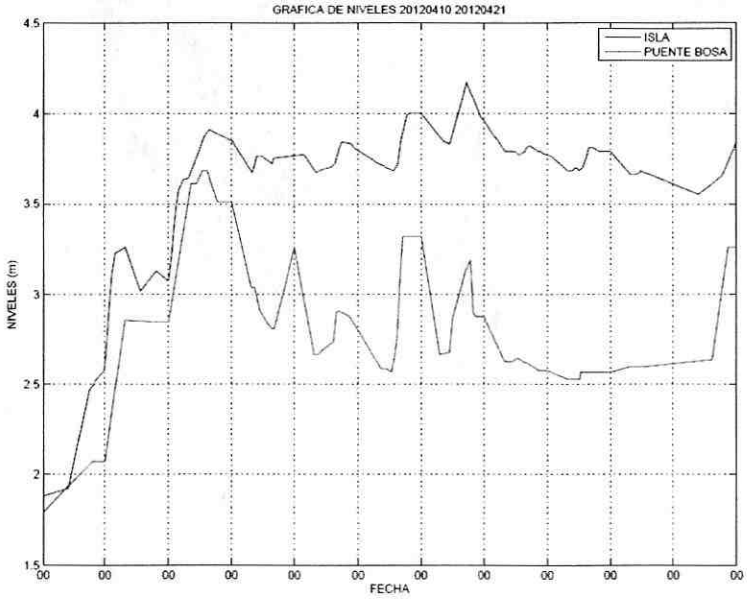

Figura 54: Niveles Estación Puente Bosa y La Isla entre el 10 de Abril de 2012 y el 20 de Abril de 2012

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.3 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

El reconocimiento de campo para el presente concepto fue elaborado por personal técnico del FOPAE, el día 17 y 24 de Noviembre de 2012, con el objetivo de verificar las condiciones físicas, de infraestructura existente y en general los criterios de análisis contemplados para la zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento.

El polígono que define el Plan Parcial Campo Verde corresponde a un terreno de topografía plana ondulada, localizado en la llanura de inundación de los Ríos Bogotá y Tunjuelo.

Las dos visitas permitieron constatar el estado actual de los jarillones del Río Tunjuelo en inmediaciones con el Plan Parcial en la Zona Sur, donde se puede apreciar procesos erosivos y de carcavamiento del jarillón

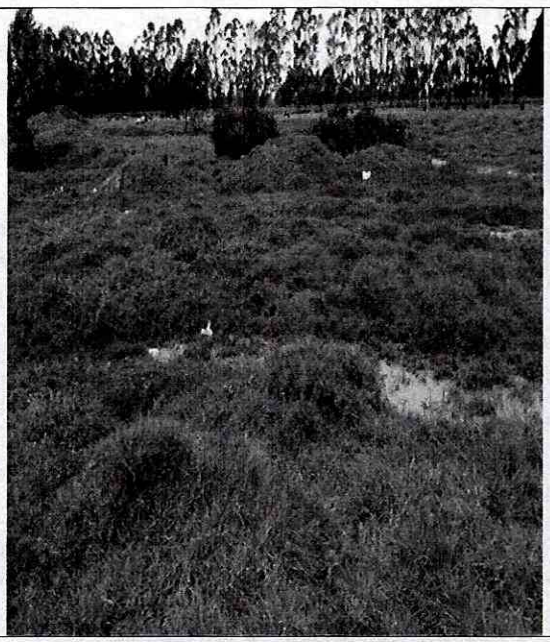

Foto 1. Sector Nororiental del Plan Parcial, se puede ver la Topografía Plana y los vallados presentes.

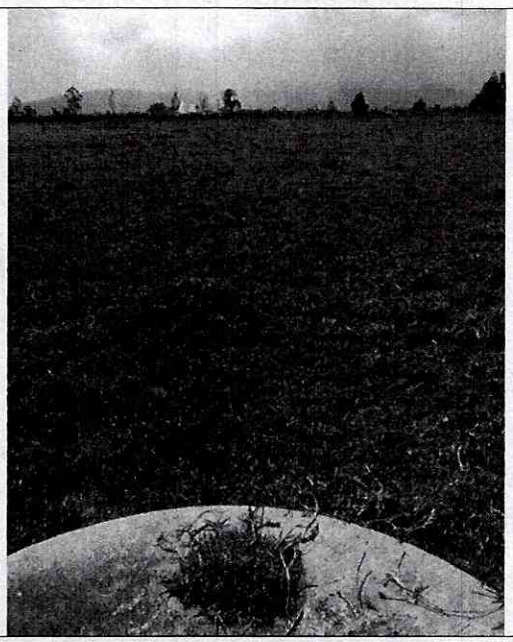

Foto 2. Vista Suroriental del Plan Parcial, se puede ver la Topografía Plana y algunos encharcamientos en el predio.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

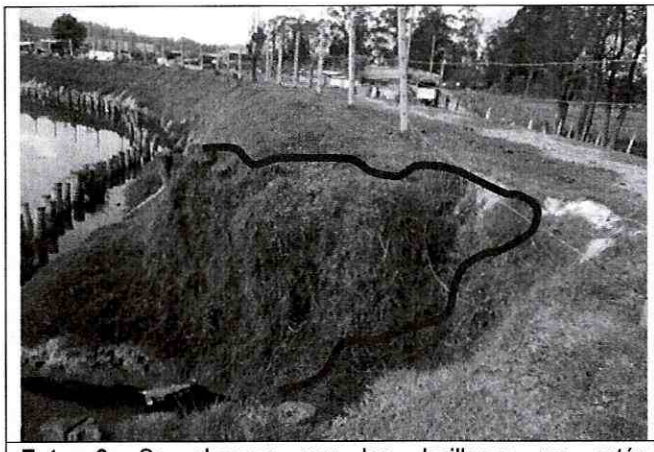

Foto 3: Se observa que los Jarillones no están cumpliendo su función, así mismo hay presencia de fenómenos erosivos como carcavamiento.

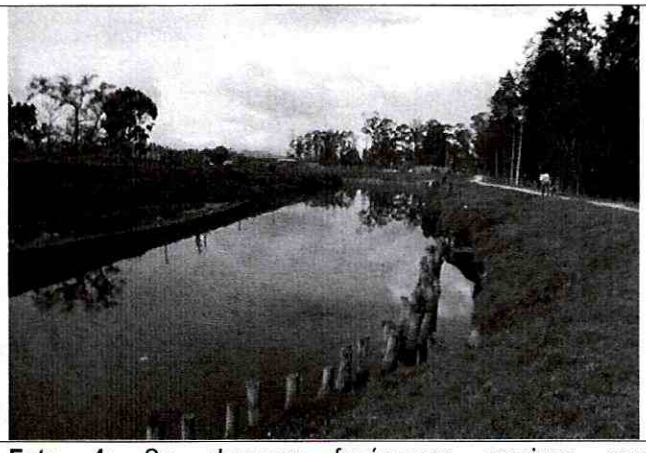

Foto 4: Se observan fenómenos erosivos como acumulación de sedimentos y desplazamiento de los pilotes refuerzo de la adecuación del Río Tunjuelo

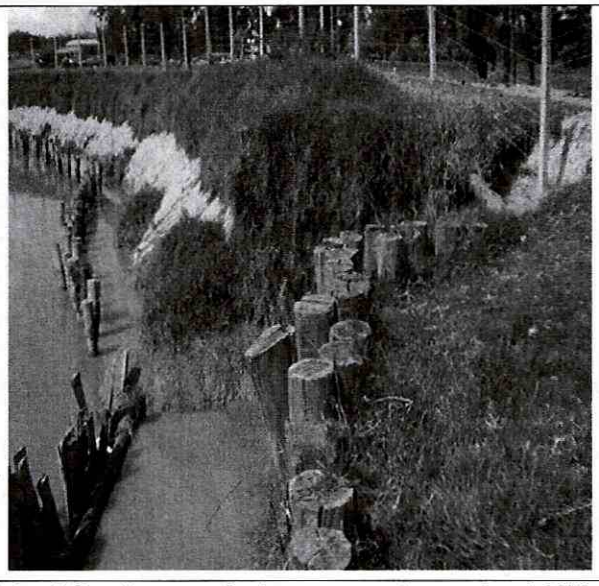

Foto 5:Se observan fenómenos erosivos e inestabilidad en los Jarillones.

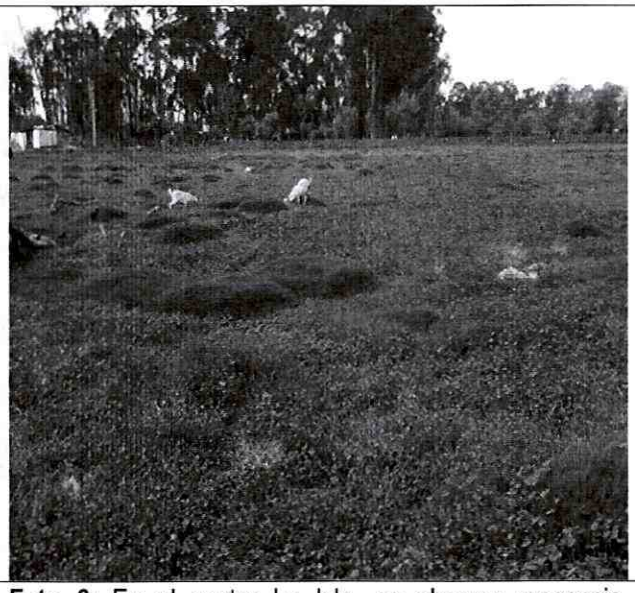

Foto 6: En el sector La Isla, se observa presencia de vegetación acuática, asociada al afloramiento del nivel freático.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

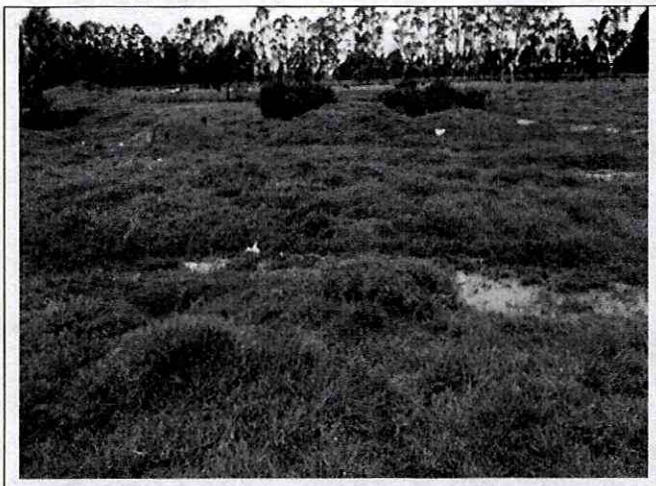

Foto 7: El sector Campo Verde, está constituido por ondulaciones que alternan con la vegetación de hidrófilas como: lentejas de agua, buchones, cucharones, entre otros.



Foto 8: Sector Campo Verde, se observa vallados colmatados con Lentejas de agua.

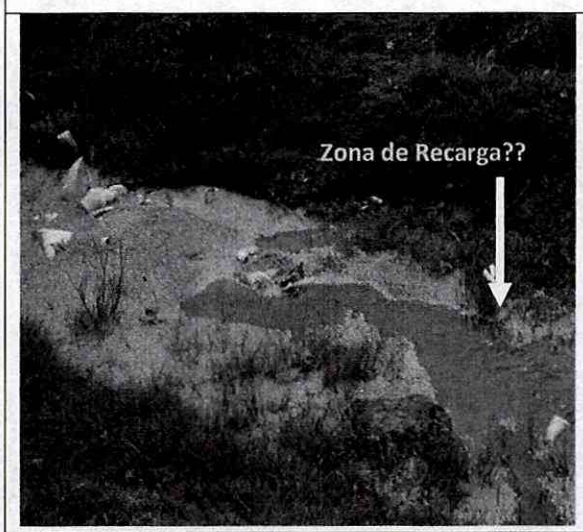

Foto 9. Sector Potreritos limítrofe con la Urbanización San Bernardino sector Potreritos, hay presencia de espejos de agua



Foto 10. Sector Potreritos. Se observa fuente natural y Presencia de Hidrófilas en el sector del Canal Tintal IV.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Foto 11: Sector CAMPO VERDE: Se observa un vallado que proviene del sector Potreritos paralelo al Canal San Bernardo hasta un Pozo de Inspección ubicado en Campo Verde.



Foto 12. Sector CAMPO VERDE. Evidencia de Incendio longitudinal.

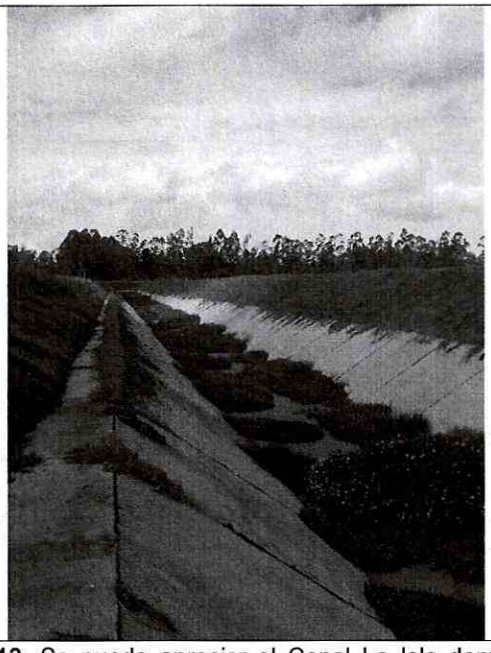

Foto 13. Se puede apreciar el Canal La Isla dentro del predio, se evidencia la falta de mantenimiento del canal y pequeñas fisuras en el recubrimiento.



Foto 14. Se puede apreciar la descarga del Canal San Bernardino al Canal La Isla, se evidencia la falta de mantenimiento del canal y la acumulación de vegetación y residuos sólidos.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.4 PREMISAS ASUMIDAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

Teniendo como soporte lo presentado anteriormente y con el fin de realizar la evaluación de las condiciones de amenaza del plan parcial "CAMPO VERDE", los siguientes aspectos se tomaron como punto de partida:

1. **Las obras construidas por la EAAB para el control de crecientes del río Tunjuelo cuentan con criterios de diseño adecuados:** Esta afirmación se basa en la información suministrada por la EAAB según comunicación 2009ER4793, donde en esta se informa que se realizaron algunos ajustes durante la construcción de las obras dependiendo de las condiciones existentes en terreno, como es el caso del muro en tierra armada realizado en el sector de San Benito, cambios que en todo caso respetaron los criterios de diseño. Con base en lo anterior y dado que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá es la entidad idónea y responsable de las obras de protección contra inundaciones del río Tunjuelo, este concepto parte del hecho de unos criterios de diseño son adecuados para las mismas.

2. **Las condiciones de seguridad de las obras son adecuadas para garantizar su buen funcionamiento y una adecuada protección para los pobladores de su zona de influencia:** Según comunicación 2010ER9657, la EAAB dentro de sus competencias legales, tanto con el Distrito como con sus contratistas, conoce la calidad de la ejecución de las obras , pues las mismas cumplen con los requerimientos y controles solicitados por las normas de la Empresa. En consecuencia, se garantiza la estabilidad en las condiciones de diseño para los periodos de retorno mencionados en la comunicación radicada el 18 de junio de 2010, en el marco del Decreto 332 en sus artículos 15 y 16."

3. **Adecuado monitoreo, operación y mantenimiento de las obras de protección para garantizar su funcionalidad a largo plazo:** Según el pronunciamiento con radicado FOPAE 2010ER9657 la EAAB indica que se tiene un plan de seguimiento y monitoreo de las márgenes del río Tunjuelo en los sectores de los barrios mencionados, con el fin de verificar el comportamiento de las obras y efectuar acciones correctivas en caso de ser necesario.

4. **Los puntos críticos que fueron identificados por la EAAB, fueron intervenidos adecuadamente garantizando su integridad estructural:** En la comunicación FOPAE 2010ER9657, la EAAB manifiesta que ya se encuentra terminada la intervención de estos puntos mencionados, considerando las condiciones técnicas, hidráulicas y estructurales para los sectores comprendidos entre los barrios mencionados anteriormente. Al respecto el FOPAE entiende que cuando la EAAB hace referencia a que ha tenido en cuenta las condiciones estructurales de los puntos intervenidos, garantiza la integralidad geotécnica, estructural y funcional de los jarillones que protegen el sector correspondiente con el plan parcial.

5. **Para el diseño y construcción de las obras de mitigación se utilizó el escenario hidrológico definido por la EAAB que corresponde al periodo de retorno de 100 años en la cuenca del río Tunjuelo.** La EAAB remitió en el oficio 2551001-2008-1231, los documentos de soporte de acuerdo

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

con los diseños, las consideraciones y suposiciones para definir el escenario hidrológico, en correspondencia con el Informe de hidrología. Estas afirmaciones fueron reiteradas en la comunicación 2009ER4793.

6. **Los pronunciamientos de la EAAB son válidos para el plan parcial "CAMPO VERDE"**: esta afirmación se basa en que explícitamente y que de acuerdo con la georeferenciación adjuntada por la EAAB en su pronunciamiento con radicado FOPAE 2010ER8659 dicho pronunciamiento cubre en su totalidad el polígono del Plan Parcial "CAMPO VERDE".

7. **Incertidumbre del comportamiento del Río Bogotá** debido a las intervenciones realizadas en las cuenca alta y media, y a no tener un modelo hidrológico e hidráulico del Río en condiciones actuales.

8. **Inexistencia de la totalidad de las Obras de adecuación hidráulica** del Río Bogotá sobre el distrito capital que permitan disminuir el nivel de amenaza de inundación por desbordamiento.

8 ZONIFICACIÓN DE AMENAZA

De acuerdo con los análisis descritos en el numeral 7.2 "**Ajustes de la zonificación de amenaza por cambio de escala**", el Plano de Amenaza de inundación por desbordamiento del POT cambia conforme a los criterios contemplados, cuyo resultado se presenta en la zonificación ajustada para el Plan Parcial CAMPO VERDE (Ver Figura 55), de acuerdo con la cual, el polígono presenta zonas de amenaza alta y media de inundación por desbordamiento del Río Tunjuelo y Bogotá.

En la Tabla 8, se precisa el cálculo de superficie y porcentaje de las zonas sujetas a cada grado de amenaza de inundación por desbordamiento, en el polígono del plan parcial.

ZONIFICACIÓN DE AMENAZA	AREA (HA)	% AREA DE COBERTURA
ALTA	50,6	61.0
MEDIA	32,0	39.0
AREA TOTAL	**82,6**	**100.0**

Tabla 8. Zonificación de Amenaza de inundación por desbordamiento

La **zona de amenaza alta por inundación** contiene la franja de ronda, así como la zona de manejo y protección ambiental, y ha sido ampliada con base en la evidencia de los siguientes criterios:

- El Polígono del Plan Parcial Campo Verde, se localiza en la llanura de inundación como elemento geomórfico de un ambiente de ríos meándricos, representados en los ríos Bogotá y Tunjuelo, además se ha evidenciado que a lo largo del tiempo, el predio ha estado sometido a inundaciones

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

como se muestra en el análisis fotogeológico y los eventos asociados al período de lluvias 2010-2011.

- La estratigrafía y palinología permitieron verificar depósitos y palinomorfos asociados a espejos de agua de menor o mayor permanencia, que corroboran para este sector, un ambiente de llanura de inundación y una probabilidad histórica de desbordes.

- El predio se localiza topográficamente por debajo de los niveles normales de los ríos Tunjuelo y Bogotá y adicionalmente presenta unas zonas de alta susceptibilidad a presentar inundaciones, correspondientes con depresiones morfológicas y una serie de vallados que hacían parte de varios sistemas interconectados que drenaban a meandros antiguos del río Bogotá.

- El análisis de la capacidad hidráulica de los ríos Bogotá y Tunjuelo señalan, en condiciones de niveles altos de los dos ríos, la probabilidad de afectaciones directas sobre el área del Plan Parcial Campo Verde, por el desbordamiento del río Tunjuelo en al menos dos sectores, así como en un sector en el río Bogotá. Este fenómeno adicionalmente aumentaría la probabilidad de falla funcional de los jarillones, de acuerdo con el estado actual de los mismos en inmediaciones del predio, que pudo ser constatado por las visitas técnicas adelantadas por esta entidad.

- Las intervenciones que se han venido realizando en la cuenca alta y media del Río Bogotá, generan una incertidumbre alta en el comportamiento hidráulico del cauce. La disminución del tiempo de tránsito de crecientes a lo largo del Distrito Capital, implica una nueva configuración de los factores que determinan la amenaza por inundación por desbordamiento, con respecto a la zonificación actual

Se reitera que una zona de amenaza alta de inundación por desbordamiento es aquella zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua igual o superior a 0,50 m, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos graves. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada diez años durante la vida útil del jarillón hasta ese nivel.

La **zona de amenaza media** por inundación fue establecida de acuerdo con los parámetros hidráulicos y de drenajes existentes en el predio del Plan Parcial, que pueden servir de medio de evacuación de aguas y mitigación de riesgos en una eventual intervención en Campo Verde, y fue delimitado por la presencia de los canales San Bernardino, La Isla y Tintal IV. Una zona de amenaza media de inundación por desbordamiento es aquella zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente entre los períodos de retorno de 10 y 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos moderados. Esto equivale a decir que la inundación tendría una probabilidad de ocurrencia en 10 años entre el 10% y el 65%.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

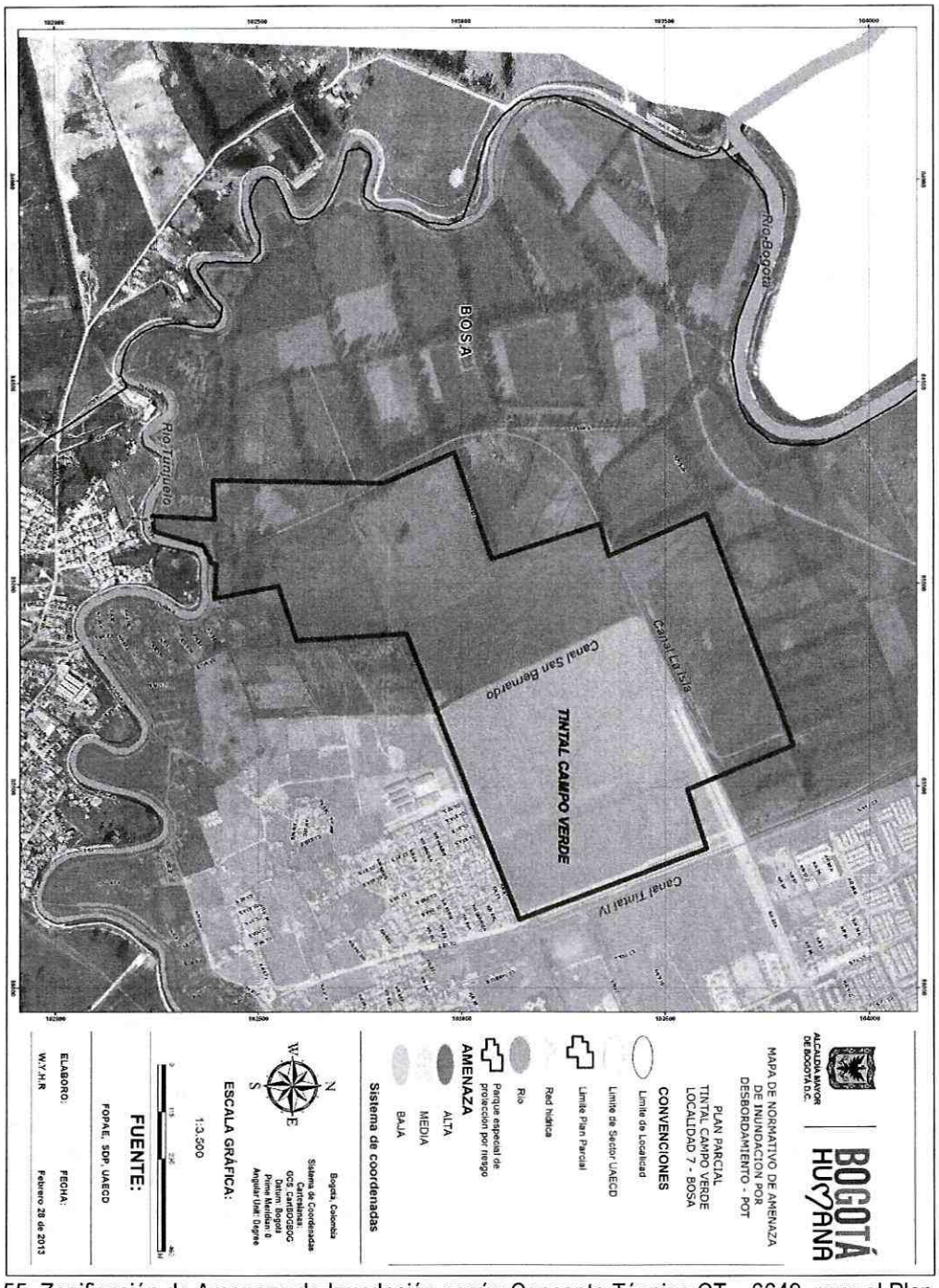

Figura 55. Zonificación de Amenaza de Inundación según Concepto Técnico CT – 6649, para el Plan Parcial CAMPO VERDE

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

implementados para el mantenimiento preventivo y funcional de las mismas y por lo tanto un incremento de las condiciones de riesgo.

- Existen diferentes factores que influyen de manera negativa en el comportamiento de las cuencas, tales como las altas tasas de erosión y sedimentación, la intensa intervención antrópica, incertidumbres con respecto al manejo hidráulico en algunos sectores de las cuencas, carencias del modelo de planeamiento, uso y ocupación del territorio, carencias del modelo de coordinación, operación y gestión, para la regulación hidráulica del río Tunjuelo, sus afluentes y el sistema de drenaje urbano aferente. Cualquiera de estos factores puede aumentar el nivel de amenaza y materializar el riesgo en el área del Plan Parcial.

- Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, la zona de **amenaza alta** por inundación definida de acuerdo al presente concepto, en concordancia con la normatividad vigente, deben ser objeto de restricción del uso y ocupación del suelo, por lo que en dicha zona no se podrán adelantar procesos de urbanización.

- La zona de **amenaza media** por inundación, en concordancia con la normatividad vigente, tienen su uso sujeto a la implementación y funcionamiento de medidas estructurales y no estructurales de mitigación. En aras de prevenir cualquier tipo de riesgo ante un peligro de daño grave e irreversible por amenaza de inundación, atendiendo además el mandato del Plan de Desarrollo "Bogotá Humana 2012-2016" en cuanto a sus principios y objetivos estructurantes, y de acuerdo con los siguientes criterios, se condiciona el desarrollo a la realización de:

    - Evaluación de la capacidad hidráulica de los canales existentes, su influencia en la cuenca Tintal y las consecuencias de la impermeabilización del suelo y la disminución del tiempo de concentración.

    - Ejecución de las obras que permitan mejorar el drenaje del predio y aumentar la capacidad y funcionalidad de los canales existentes. Estas medidas de drenaje deben contemplar el comportamiento de los flujos subsuperficiales y los niveles freáticos, así como la influencia sobre estos de los ríos Tunjuelo y Bogotá.

    - Evaluar y construir de ser el caso, una alternativa de bombeo complementaria o adicional a la estación Gibraltar o un sistema de redundancia del bombeo, de modo que se supla la eventual insuficiencia o falla funcional, que se pueda presentar en dicha estación.

    - Incluir dentro proyecto urbanístico medidas para el aislamiento y protección de viviendas y construcciones en general, debido a los fenómenos de capilaridad y humedad que se pueden generar por los flujos subsuperciales y subterráneos debido a la proximidad del plan parcial con los Río Tunjuelo y Bogotá.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según el CT – 6649, la zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento para el polígono del Plan Parcial CAMPO VERDE está localizado en una zona de amenaza **alta y media** de inundación por desbordamiento de los Ríos Bogotá y Tunjuelo, lo cual se ratifica a la luz de la información suministrada por la EAAB, las premisas realizadas para la elaboración de este concepto y los criterios descritos en el numeral. 7.2 "Ajustes de la zonificación de amenaza por cambio de escala".

- El análisis fotogeológico indica que el Polígono del Plan Parcial Campo Verde, se localiza en la llanura de inundación como elemento geomórfico de un ambiente de ríos meándricos, representados en los ríos Bogotá y Tunjuelo.

- La estratigrafía y palinología corroboraron los resultados del ambiente de llanura de inundación, registrando la mayoría de depósitos arcillosos, por los desbordes e inundaciones de los Ríos Bogotá y Tunjuelo. Las asociaciones palinológicas es de tipo acuático, en contraste con procesos edáficos registrados en los núcleos, ha evidenciado que estas variaciones se han presentado en los últimos miles de años.

- De acuerdo a los resultados de los estudios realizados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR sobre los ríos Tunjuelo y Bogotá respectivamente, se evidencia que el plan parcial se encuentra en una zona vulnerable a eventos de inundación debido a la características topográficas del predio, ante una posible falla funcional de los jarillones o un desborde, causado por la baja capacidad hidráulica que se presenta en la confluencia de los dos ríos y en las secciones transversales colindantes con el plan parcial.

- Considerando las intervenciones realizadas en la cuenca alta y media del Río Bogotá presentadas en los numerales 6.1 y 6.2 , en la actualidad se tiene una gran incertidumbre del comportamiento hidráulico del río y por lo tanto se justifica la reconsideración de los criterios que determinan las condiciones de amenaza por inundación por desbordamiento en este sector

- Las dinámicas presentadas a nivel hidrometeorológico durante el período 2010-2011, influenciadas por el Fenómeno de la Niña 2010-2011, han advertido de la **incertidumbre** en la capacidad predictiva de los modelos de comportamiento hidrológico de las cuencas de los ríos Tunjuelo y Bogotá. Esto determina una alta vulnerabilidad para los diseños implementados como medidas de mitigación, así como para la población cuya seguridad depende de estas obras.

- Si bien ya se ejecutaron las obras de adecuación hidráulica y protección del rio Tunjuelo y están previstas las obras de adecuación del Río Bogotá, que garantizan un nivel de seguridad básico, de acuerdo a las observaciones realizadas por el FOPAE en la zona, se evidencian procesos de deterioro de estas estructuras de protección, lo cual denota insostenibilidad en los mecanismos

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- El diseño del proyecto constructivo y sus obras de cimentación, deben contemplar, dentro de su evaluación geotécnica, la susceptibilidad a procesos de licuación, debida a la presencia de mantos de arena y de altos niveles freáticos del en el sector.

- Se recomienda realizar una modelación hidráulica de los ríos Bogotá y Tunjuelo, así como de la microcuenca Tintal, con el fin de calcular la afluencia en el predio ante desbordamiento y diseñar e implementar estructuras de manejo, zonas de amortiguación y obras de protección requeridas para este predio en particular.

- Desde el punto de vista de riesgo de inundación por desbordamiento, se considera viable adelantar el proceso de desarrollo del Plan Parcial CAMPO VERDE en los sectores categorizados en zona de amenaza media de inundación por desbordamiento una vez se cumplan las consideraciones antes mencionadas.

- Dada la condición de amenaza media por inundación, la población que allí se asiente, debe sensibilizarse de la probabilidad de inundación a la que están sujetos, sin que ello represente generación de pánico, de modo que se asuman por quienes corresponde las acciones tendientes a mitigar los efectos de las potenciales amenazas, y por la ciudadanía, la protección de sus bienes y de su integridad de forma participativa.

- Es de gran importancia recalcar que la amenaza de inundación por desbordamiento sólo puede reducirse y de ninguna forma eliminarse. Es indispensable que la población asentada en las zonas que están protegidas por jarillones sean conscientes del riesgo que esto implica y que se enteren y participen de manera activa en la implementación de medidas no estructurales que permitan un manejo adecuado del riesgo por inundación en estas zonas.

- Es posible que los bordes noroccidental y sur del predio se localicen dentro de las franjas establecidas como zonas de rondas y zonas de Manejo y Preservación Ambiental del Río Tunjuelo y Bogotá, por lo tanto, se recomienda consultar a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca que son las entidades competentes en la definición de estas franjas sobre las afectaciones de uso y manejo de estas zonas.

- Se considera indispensable que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca lleve a cabo un estricto seguimiento y un monitoreo adecuado de las obras de protección contra inundaciones existentes en la cuenca del río Tunjuelo, en el marco de un programa de mantenimiento y acciones preventivas, y en el caso de cualquier novedad o indicio tales como pérdida de material, grietas o filtraciones (que se traduciría en un cambio en las condiciones de amenaza), se tomen las medidas correctivas del caso y se informe de inmediato al FOPAE, para realizar el seguimiento correspondiente.

- Se recomienda que durante condiciones de caudal alto de los ríos Tunjuelo y Bogotá, la EAAB y la CAR, realicen de acuerdo con su competencia, el seguimiento y monitoreo de la estabilidad y funcionalidad de los jarillones y en general de todas las estructuras pertenecientes a estos cuerpos

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

de agua que consideren pertinentes. De esta forma se debe garantizar una adecuada detección de situaciones que puedan comprometer el funcionamiento de estas obras de protección; en cualquier caso, la EAAB deberá establecer e implementar los planes de contingencia necesarios ante una falla de las obras de control de inundaciones.

- Teniendo en cuenta la dinámica de los ríos Tunjuelo y Bogotá, se debe garantizar a largo plazo la funcionalidad de las obras de protección y dragado del mismo por la entidad competente, de lo contrario las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento pueden cambiar en la zona de manera negativa.

- Con el fin de proteger a la población asentada en la zona de influencia de las obras de control de inundaciones y en virtud de lo establecido en los artículos 15 y 16 del Decreto Distrital 332 de 2004, teniendo en cuenta que toda obra ejecutada tiene una probabilidad de falla definida o residual, se recomienda que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado establezca la necesidad de una franja de protección y cualquier otra medida que consideren necesarias frente al riesgo que producen las obras de protección adelantadas o proyectadas.

- Se recomienda a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado y a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca como entidades responsables de la intervención y adecuación de los ríos Tunjuelo y Bogotá respectivamente, que informen al FOPAE sobre cualquier modificación que se realice en este cuerpo de agua que pueda tener incidencia en los niveles de amenaza, esto incluye la remisión de topografía cuando se realice cualquier cambio en la geometría del río y la remisión de los estudios que sean realizados en estos cuerpos de agua.

- Se recomienda a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB desde sus competencias, adelantar los análisis de riesgos y planes de contingencias respectivos en el marco del Decreto 332 de 2004 (Artículos 15 y 16), en los que se incluyan entre otros escenarios de daños y áreas de afectación ante la falla funcional de las estaciones elevadoras; de igual forma, evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar en todas sus estaciones elevadoras sistemas antirreflujo y aumentó de su capacidad de sistemas suplementarios de bombeo; acordes con los de daños contemplados en los análisis de riesgos analizados. Además de evaluar la capacidad hidráulica del sistema de drenaje en la zona ante la posibilidad de incrementar el número de personas asentadas en este sector, factor que posiblemente no se consideró durante las etapas de diseño y construcción del mismo.

- Se recomienda a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB desde sus competencias, adelantar las acciones respectivas para llevar a cabo las labores de limpieza de los canales presentes en el Plan Parcial y en especial los de la Cuenca Tintal que permita su buen funcionamiento que permita su buen funcionamiento, debido a la gran colmatación de basura y presencia de buchón lo cual puede generar obstrucciones y la disminución de la capacidad hidráulica en el sistema de drenaje general.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Se recomienda a la Alcaldía Mayor de Bogotá crear un comité de evaluación y operación del Río Tunjuelo (Operación de embalses, seguimiento puntos críticos de afectación, monitoreo de obras hidráulicas presentes y obras de protección) constituido por las entidades que manejan y tienen influencia sobre el mismo.

- Se recomienda a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB y a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, desde sus competencias de acuerdo con la Ley 1523 de 2012 en su artículo 42. "*Análisis específicos de riesgo y planes de contingencia*"; realizar un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta (Falla funcional de las obras de adecuación hidráulica) y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia. Con base en este análisis diseñar e implementar las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia.

- De acuerdo a lo anterior y a lo observado en campo, es necesario implementar un programa de monitoreo de obras de adecuación y control de crecientes en el tramo que limita con el Plan Parcial CAMPO VERDE, con el fin de evitar que las condiciones que generan riesgo puedan aumentarse en el sector y que se generen fallas funcionales de los jarillones, situación adversa que generaría posibles inundaciones en el predio, teniendo en cuenta la geomorfología del mismo.

- Se recomienda a la Secretaria Distrital de Ambiente delimitar el Humedal de la Isla como determinante de la planificación del uso del territorio en esta zona y diseñar el Plan de Manejo Ambiental correspondiente.

- Es necesario contemplar, en el ordenamiento del territorio y la planificación, la variabilidad climática, el cambio climático y la necesaria adaptación como enfoque en la gestión de riesgos, del Distrito Capital, en coherencia con lo planteado

Las intervenciones que se han realizado y que están en ejecución por parte de las entidades responsables afectan las condiciones hidráulicas del río Tunjuelo y Bogotá, por lo que el FOPAE estará atento a tomar o promover las medidas estructurales y no estructurales desde su competencia como autoridad técnica en materia de riesgos y coordinadora del Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias a nivel distrital.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

10 OBSERVACIONES

Las conclusiones y recomendaciones incluidas en el presente concepto tienen en cuenta las limitaciones y alcances definidos. El concepto es de carácter temporal, ya que el factor antrópico es una variable determinante en el sector y este es dinámico y muy sensible al cambio.

Elaboró: **SANDRA PATRICIA SOTOMONTE NOPSSA** Matrícula Profesional: 1522381172 BYC Ingeniero Geóloga	Elaboró: **EDWIN GEOVANNI CASTILLO LANDINEZ** Matrícula Profesional: 25202-155902 CND Ingeniero Civil
Elaboró: **MIGUEL ANGEL VANEGAS RAMOS** Matrícula Profesional: 25202-153301 CND Ingeniero Civil	Revisó: **NUBIA LUCIA RAMIREZ CRIOLLO** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo Conceptos
Revisó: **DAVID VALDÉS CRUZ** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo	Aprobó: **DUVÁN HERNÁN LÓPEZ MENESES** Subdirector Técnico y de Gestión

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co